

Proyecto RTC2019-007041-4 financiado por:



TRACKBEST-3S

Herramienta para la Gestión Segura, Sostenible e Inteligente
de Rutas de Autobús

Tool for Management of Safe, Sustainable and Smart Bus Routes

ENTREGABLE 5.2 INFORME DE IMPACTOS

| AUTORES | AFILIACIÓN | POSICIÓN |
|---------------------|------------|--------------------------|
| Shireen Al Suleiman | TRANSyT | Becaria de Investigación |
| Abid Al-Akioui | TRANSyT | Investigador Predoctoral |

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 2. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO | 3 |
| 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO..... | 4 |
| 3.1. Objetivo 1 - Mejorar la fiabilidad del servicio..... | 5 |
| 3.2. Objetivo 2 - Mejorar la sostenibilidad ambiental asociada al autobús | 5 |
| 3.3. Objetivo 3 - Descender la accidentalidad..... | 6 |
| 4. PAQUETES DE TRABAJO | 7 |
| 4.1. PT 0 - Coordinación y gestión del proyecto..... | 7 |
| 4.2. PT 1 - Análisis técnico y de mercado..... | 7 |
| 4.3. PT 2 - Marco tecnológico y operativo..... | 7 |
| 4.4. PT 3 - Desarrollo de TrackBest-3S | 7 |
| 4.5. PT 4 - Aplicación y evaluación de TrackBest-3S | 8 |
| 4.6. PT 5 - Impactos y transferencia de resultados..... | 8 |
| 5. IMPACTOS PRODUCIDOS POR TRACKBEST-3S..... | 8 |
| 5.1. Líneas de autobús de Oviedo | 9 |
| 5.2. Líneas de autobús de Tánger..... | 11 |
| 5.3. Línea de autobús de largo recorrido Madrid-Bilbao | 13 |
| 6. FINANCIACIÓN | 14 |
| 7. REFERENCIAS | 14 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|---|
| Figura 1. Marco para la integración de fiabilidad, emisiones y seguridad en TrackBest-3S | 4 |
|--|---|

1. INTRODUCCIÓN

El transporte de viajeros en autobús resulta clave para asegurar la equidad territorial y social de los países más desarrollados y, mucho más, de los países en vías de desarrollo. En los viajes de larga distancia, el autobús tiene en España una cuota de mercado superior al ferrocarril, aportando servicios de capilaridad en todo el territorio. Por otra parte, en la movilidad urbana y metropolitana, el autobús es el modo de transporte público dominante, salvo en las grandes metrópolis de Madrid y Barcelona, donde también lo es en sus respectivas coronas metropolitanas. Estos beneficios sociales, junto con sus menores costes y flexibilidad de recorridos, hacen de los servicios de autobús la red base necesaria para asegurar la movilidad de largo y corto recorrido. Sin embargo, son también causa de externalidades ambientales como ruido, contaminación y Gases de Efecto Invernadero (GEI); y sociales como accidentes, diferencias de accesibilidad.

La mejora de la calidad de los vehículos y las tecnologías de información y comunicación están abriendo nuevos campos para lograr mayores beneficios sociales, reducir las externalidades y aumentar su competitividad económica y empresarial. Sólo las empresas que apuestan por la innovación e integración de sistemas pueden mejorar su posición competitiva y la calidad del servicio orientado al viajero.

La mejora de los servicios de autobús tiene un gran potencial de cara a conseguir un sistema de transporte sostenible y eficiente, donde este modo juegue un papel vertebrador en el contexto de un sistema de transporte multimodal, tanto en la movilidad de larga distancia como en la movilidad urbana y metropolitana. Para ello, estos servicios tienen que asegurar la calidad de sus prestaciones para competir con el automóvil y contribuir a la reducción de emisiones y consumos energéticos.

Entre los principales desafíos a los que se enfrenta el autobús es que está sujeto a las condiciones del tráfico y su velocidad comercial es más dependiente de las condiciones del entorno que para otros modos de transporte público (Van de Velde, 2009). Además, el autobús suele percibirse como menos fiable, particularmente con relación a la información de ruta, características de especial relevancia para la calidad de los servicios de transporte (Hensher et al., 2003). Por último, aunque la energía consumida por viajero en los autobuses es cinco veces inferior a las de los vehículos privados (Ministerio de Fomento, 2006), se podrían lograr mayores ahorros energéticos con una conducción más eficiente. Esto supondría una reducción de costes y una mejora medioambiental, especialmente dado que el 95,4% de la flota de autobuses española utiliza combustibles fósiles (DGT, 2018a). Como se puede evidenciar, las principales mejoras a implementar en los servicios de autobús se refieren a la eficiencia, la seguridad, la fiabilidad y la información (EC, 2011).

2. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como principal motivación desarrollar una herramienta de gestión de flotas de autobuses, TrackBest-3S, que permita mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios de autobús. El principal avance con respecto a la situación actual de la técnica es que TrackBest-3S ahonda en la eficiencia de los servicios de autobús combinando la seguridad, las emisiones de GEI y gases contaminantes y la fiabilidad del servicio, posibilitando así una triple optimización de la operación (Safe, Sustainable and Smart - 3S).

Siendo ALSA el principal operador de autobús de España, se encuentra altamente interesado en implementar soluciones tecnológicas de primer nivel para la gestión de sus flotas, de manera que estas reviertan en la mejora continua del servicio que provee a los pasajeros.

El proyecto también cuenta con la participación del Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid (TRANSyT-UPM), centro de I+D+i de reconocido prestigio a nivel nacional e internacional en el estudio de la movilidad y sus efectos. La confluencia de estos dos socios proporciona sinergias con mucho potencial en la realización de proyectos de alto nivel de innovación.

ALSA ha integrado sistemas de gestión en su vehículos (GPS), los cuales permiten la visualización remota de rutas y la creación de una base de datos histórica de cada ruta con todas las variables de explotación (demanda) y operación (consumos, velocidades, aceleraciones, emisiones, etc.). Estos datos, junto con datos abiertos en tiempo real sobre tráfico y congestión y de puntos de medida de gases contaminantes y de GEI, servirán como base para la creación de la herramienta.

El estudio de la herramienta TrackBest-3S se llevará a cabo en tres casos de estudio: dos zonas urbanas (Oviedo-España y Tánger-Marruecos) y un corredor de larga distancia (Madrid-Burgos-Bilbao).

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

La meta integral de TrackBest-3S es mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios de autobús. Este objetivo principal tendrá beneficios a tres niveles: operador, pasajero y sociedad. Para conseguirlo, el proyecto tiene tres objetivos principales que se alcanzarán a través de una serie de objetivos específicos.

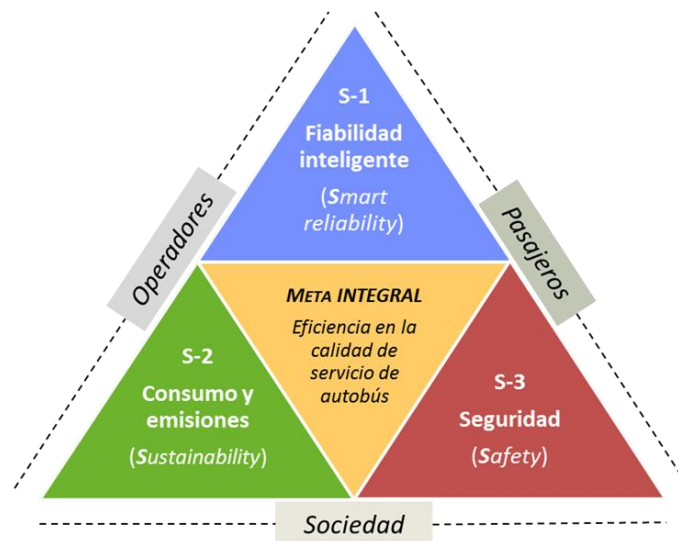


Figura 1. Marco para la integración de fiabilidad, emisiones y seguridad en TrackBest-3S
Fuente: Elaboración propia

3.1. Objetivo 1 - Mejorar la fiabilidad del servicio

El primer objetivo de esta herramienta consiste en mejorar la operación del servicio, tomando como parámetros la puntualidad y regularidad del servicio. Este es uno de los aspectos clave para los operadores de transporte, pero también para los viajeros. La Comisión Europea señala en su Libro Blanco (2011) la necesidad de unos servicios de transporte fiables, entre otras cosas, debido al envejecimiento de la población y a la necesidad de fomentar el transporte público. Dicha regularidad depende en gran medida del tipo de servicio ofertado (urbano o larga distancia), ya que las características de la infraestructura y del flujo del tráfico difieren en aspectos muy diversos.

A nivel de larga distancia, los dos atributos más valorados por los usuarios en el contexto español son la puntualidad de salida y de llegada (Ministerio de Fomento, 2015c), aspectos íntimamente ligados con la fiabilidad del servicio. En cambio, los principales problemas de operación de los servicios de autobús en entornos urbanos son el agrupamiento de autobuses (bunching), y la congestión. El primero se debe a que los retrasos del primer autobús en línea hacen que haya más pasajeros en las paradas y se aumente el retraso. En el siguiente autobús embarcan menos pasajeros, por lo que reduce su tiempo parado mientras que el primero circula cada vez con mayor retraso, lo que ocasiona que el segundo autobús alcance al primero. La mayoría de las estrategias para evitar el agrupamiento se basan en la distribución del intervalo de paso real y su relación con el intervalo planeado (Cats, 2014). A este problema se suma la congestión de las vías urbanas, produciendo efectos sinérgicos, negativos y aleatorios.

Este objetivo se articulará a través de los siguientes objetivos específicos:

- OE 1.1. Reducir tiempos de recorrido de los servicios de autobús.
- OE 1.2. Incrementar la puntualidad en origen y destino en servicios de larga distancia.
- OE 1.3. Garantizar frecuencias de paso en servicios urbanos.
- OE 1.4. Aumentar el número de viajeros.
- OE 1.5. Mejorar la satisfacción con el servicio.

TrackBest-3S evaluará la fiabilidad del servicio utilizando el tiempo de recorrido entre tramos o franjas horarias disponible gracias al sistema de geolocalización de la flota. Estos datos permitirán identificar variaciones recurrentes en la fiabilidad en determinadas líneas las cuales serán analizadas para identificar si se deben a las condiciones de operación, las condiciones climatológicas o el tráfico. Esta mejora de la fiabilidad del servicio permitirá que la información en tiempo real proporcionada a los usuarios aumente su satisfacción (Gooze, Watkins and Borning, 2013; Brakewood, Barbeau and Watkins, 2014).

3.2. Objetivo 2 - Mejorar la sostenibilidad ambiental asociada al autobús

El segundo objetivo de TrackBest-3S es reducir la energía consumida y las emisiones emitidas. El consumo depende principalmente de las características del vehículo, del trazado y de la velocidad (Hu et al., 2013; Shek y Chan, 2008). Este último factor está muy relacionado con el estilo de conducción, por ello, en la última década los operadores de autobús han formado a los conductores en técnicas de conducción eficiente, logrando reducir hasta un 10% el consumo de combustible (Rutty et al., 2013; Zarkadoula, 2007).

Además, la mayor parte de las flotas de autobuses están compuestas por vehículos de combustión. Por ello, el consumo energético de los autobuses está ligado a la emisión de GEI y la emisión de gases contaminantes (EC Delft, INFRAS, and Fraunhofer ISI, 2011). La reducción de emisiones contribuirá a mejorar la calidad del aire, un objetivo especialmente importante en las ciudades.

La decisión de cambiar el recorrido de las rutas no depende habitualmente de los operadores de autobús, corresponde al Ministerio de Fomento en el caso de larga distancia y a las Autoridades de Transporte Público en entornos urbanos y metropolitanos. Por este motivo, TrackBest-3S no puede aplicar en el concepto de “eco-rutas” para mejorar la sostenibilidad ambiental en las rutas de autobús que opera. Sin embargo, como el consumo y las emisiones dependen tanto de las características de la flota y del estilo de conducción, TrackBest-3S buscar reforzar las formaciones periódicas de conducción eficiente realizadas por ALSA a sus conductores para reducir el consumo y las emisiones. Por otro lado, TrackBest-3S evaluaría de forma regular las variaciones en los consumos y las emisiones derivados de la constante actualización de la flota por tecnologías menos contaminantes.

Este segundo objetivo se puede concretar en los siguientes objetivos específicos:

- OE 2.1. Reducir el consumo de combustible.
- OE 2.2. Disminuir las emisiones de GEI y de gases contaminantes.
- OE 2.3. Promover la adopción de patrones de conducción eficiente.

3.3. Objetivo 3 - Descender la accidentalidad

El último objetivo de la herramienta será mejorar la seguridad para reducir los accidentes y las situaciones de peligro en las rutas. La necesidad de alcanzar este objetivo depende de la situación socioeconómica del país. Por un lado, en países desarrollados, las tasas de fallecidos por accidentes de tráfico, y especialmente en accidentes de autobús, son notablemente bajas (9,3 fallecidos en accidentes de tráfico por cada 100.000 habitantes en Europa). Mientras que en regiones con menor desarrollo la tasa de fallecidos en accidentes de tráfico se llega a duplicar (20,7 en el Sudeste asiático) o a triplicar (26,6 en África) (WHO, 2018).

En Marruecos, sede de uno de los casos de estudio, los últimos datos disponibles muestran que un 2% de los fallecidos en accidentes de tráfico fueron en autobús. En términos absolutos, 77 personas perdieron la vida en accidentes de autobús. En España, el porcentaje de accidentes de tráfico con víctimas con autobuses implicados es marginal (2,1%). En el año 2017, hubo 2.202 accidentes en los que estuvieron implicados autobuses. En estos accidentes hubo un total de 47 heridos hospitalizados, de los cuales fallecieron un total de tres personas (DGT, 2017). Aunque el porcentaje de accidentes de tráfico con autobuses implicados es marginal es especialmente relevante reducir estas cifras, ya que los accidentes que se dan en transporte colectivo tienen un impacto social más elevado que los que se dan en transporte privado (Slovic et al., 1984). Por ello, no solo es importante que el autobús sea objetivamente más seguro que otros modos, sino que también la sociedad perciba el transporte en autobús como un modo extremadamente seguro.

Este objetivo se divide en cuatro objetivos específicos:

- OE 3.1. Reducir el número de accidentes de tráfico.
- OE 3.2. Reducir el número de víctimas.
- OE 3.3. Garantizar el cumplimiento de los límites de velocidad.
- OE 3.4. Mejorar la seguridad percibida a bordo.

4. PAQUETES DE TRABAJO

4.1. PT 0 - Coordinación y gestión del proyecto

El paquete de trabajo PT 0 tiene como objetivo facilitar la adecuada gestión del proyecto. Para ello debe asegurarse una correcta coordinación de los flujos de trabajo, de datos y de recursos, tanto materiales como humanos, para garantizar una eficiente ejecución del proyecto desde todos los puntos de vista: técnico, administrativo-financiero y cronológico.

La gestión del proyecto facilita el aseguramiento, organización y coordinación de todos los recursos necesarios para garantizar la correcta ejecución del proyecto y la satisfacción de todos los grupos de interés implicados en el mismo, estableciendo adecuados mecanismos de control sobre el proyecto con el fin de garantizar la coordinación de los socios implicados en el proyecto, la estrategia de comunicación y flujo de la información, y la metodología de ejecución del proyecto.

4.2. PT 1 - Análisis técnico y de mercado

El paquete de trabajo PT 1 busca conocer en detalle la situación existente en la gestión inteligente y conectada de los servicios de autobús, así como la situación en los tres objetivos del proyecto: fiabilidad inteligente, sostenibilidad ambiental y seguridad vial. Para ello, se realizará un proceso sistemático de análisis de la situación en las tres áreas fundamentales de la innovación: estrategias políticas, avances científicos e innovación en el mercado.

El análisis de programas, planes y estrategias políticas en estos ámbitos está orientado a alinear correctamente TrackBest-3S dentro de las necesidades de la sociedad. Por su parte, la revisión de los avances científicos permite conocer en detalle qué factores deben tenerse en cuenta para el desarrollo y evaluación de la herramienta. Finalmente, el análisis de la innovación en el mercado permitirá detectar experiencias similares en el desarrollo y la operación, así como encontrar aspectos que puedan constituir una ventaja competitiva.

4.3. PT 2 - Marco tecnológico y operativo

El paquete de trabajo PT 2 comprende los trabajos previos para la preparación de un marco tecnológico y operativo en el que se desarrollará la herramienta TrackBest-3S, fundamentalmente consistentes en tres partes: la caracterización de los casos de estudio donde se testará la herramienta, la captura y estructuración de los datos de esos casos de estudio y la integración con las herramientas de visualización que posee ALSA. La preparación inicial del marco de desarrollo del proyecto permitirá minimizar los problemas de carácter tecnológico durante el desarrollo y evaluación de TrackBest-3S.

4.4. PT 3 - Desarrollo de TrackBest-3S

El paquete de trabajo PT 3 consiste en el desarrollo de la herramienta, dando como resultado el producto TrackBest-3S. La herramienta está dividida en tres módulos, entendidos como subprogramas dentro de TrackBest-3S, que están alineados con los tres objetivos del proyecto: un primer módulo de fiabilidad, otro de consumo y emisiones y el último de seguridad vial.

4.5. PT 4 - Aplicación y evaluación de TrackBest-3S

TrackBest-3S se aplicará a todos los casos de estudio (T 2.2) para verificar su utilidad en las distintas situaciones (larga distancia vs. movilidad urbana, con los distintos condicionantes de conducción y disponibilidad de datos, movilidad urbana en país desarrollado vs. país en vías de desarrollo). Este paquete contempla una evaluación cuantitativa y una evaluación cualitativa.

4.6. PT 5 - Impactos y transferencia de resultados

Los objetivos de este paquete de trabajo son, por un lado, conocer los impactos producidos por TrackBest-3S y, por el otro, transferir los resultados del proyecto al mercado y a la sociedad. La medición de los impactos económicos, sociales y ambientales permitirá cuantificar los beneficios que aporta TrackBest-3S a operadores, pasajeros y a la sociedad.

También se realizará un plan de transferencia de los resultados del proyecto al conjunto de la sociedad, sirviendo como base de propuestas de I+D+i para las convocatorias europeas pertinentes.

5. IMPACTOS PRODUCIDOS POR TRACKBEST-3S

La implementación de la herramienta TrackBest-3S ha conseguido impactos positivos que se pueden agrupar en tres ejes:

- **Impacto social:** al identificar y comprender los diversos factores demográficos que influyen en la satisfacción de los pasajeros con los servicios de autobuses, el estudio contribuye a promover la equidad y la inclusión social. Adaptar las estrategias de transporte para satisfacer las necesidades específicas de diferentes grupos demográficos puede mejorar la accesibilidad para las poblaciones vulnerables, como las personas mayores, las personas de bajos ingresos y las personas con discapacidades. Esto puede ayudar a reducir las disparidades en el acceso al transporte y construir comunidades más inclusivas donde todos tengan las mismas oportunidades para participar en actividades económicas y sociales.
- **Impacto ambiental:** promover el uso del transporte público, facilitado por una mayor satisfacción con los servicios de autobuses, puede generar importantes beneficios ambientales. El aumento del número de pasajeros reduce la dependencia de los vehículos privados, lo que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, reduce la contaminación del aire y mejora la calidad del aire. Al mitigar los impactos ambientales del uso individual de vehículos, el estudio contribuye a los esfuerzos para combatir el cambio climático y promover la sostenibilidad ambiental en las zonas urbanas.
- **Impacto económico:** mejorar la eficiencia y el atractivo de los servicios de autobuses puede tener efectos económicos positivos tanto a nivel individual como social. Para las personas, un mejor acceso a opciones de transporte público confiables y asequibles puede reducir los costes de transporte, liberando los presupuestos familiares para otros gastos esenciales. A nivel social, un mayor uso del transporte público puede aliviar la congestión del tráfico, ahorrando tiempo y costes a las empresas y los gobiernos. Además, las inversiones en infraestructura y servicios de transporte público pueden generar oportunidades de empleo y estimular el crecimiento económico.

Además de estos impactos generales, la implementación de TrackBest-3S en cada caso de estudio ha dado lugar a impactos específicos debido a las diferencias que existen entre ellos, los cuales se comentan a continuación.

5.1. Líneas de autobús de Oviedo

En Oviedo, la implementación de la herramienta TrackBest-3S para la gestión de flotas de autobuses busca mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios de transporte público. Esto tiene un impacto social significativo, ya que mejora la accesibilidad y la movilidad para los residentes locales. Al optimizar las rutas y horarios de los autobuses, se reduce la congestión del tráfico y se brinda un servicio más confiable y puntual a los usuarios. Además, al reducir las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, se mejora la calidad del aire y se promueve un entorno más saludable para la comunidad. Desde el punto de vista económico, la mejora en la eficiencia del transporte público puede llevar a una reducción de costes asociados con el mantenimiento de infraestructuras viales, como carreteras y puentes. Además, al ofrecer un servicio de autobús más atractivo y eficiente, se puede estimular el uso del transporte público, lo que a su vez puede tener un impacto positivo en la economía local al reducir los costes de viaje para los residentes y visitantes. A continuación, se comentan los impactos más significativos de la implementación de TrackBest-3S en el caso de estudio de Oviedo.

5.1.1. Impacto social

- Mejora de la seguridad vial: analizar y clasificar los accidentes de tráfico en Oviedo permite identificar áreas de riesgo y causas comunes de accidentes en la ciudad. Al implementar medidas específicas para abordar estas causas, como mejorar la infraestructura vial o aumentar la conciencia sobre la seguridad vial, se puede reducir la incidencia de accidentes, lo que beneficia la seguridad de los residentes y visitantes.
- Satisfacción del usuario: los altos niveles de satisfacción y recomendación de los usuarios en Oviedo indican que los servicios de transporte en esta área son generalmente bien valorados. Esto mejora la calidad de vida de los residentes al proporcionarles un medio de transporte confiable y cómodo, y también contribuye a una experiencia más positiva para los visitantes de la ciudad.
- Accesibilidad: la mejora del transporte público en Oviedo mejora la accesibilidad para los residentes, particularmente para aquellos sin acceso a vehículos privados o con problemas de movilidad. Esto fomenta la inclusión social al brindar igualdad de oportunidades de participación en actividades comunitarias y acceso a servicios esenciales.
- Conectividad comunitaria: una red de transporte público bien desarrollada fortalece los vínculos comunitarios al facilitar el movimiento entre vecindarios y centros sociales. Promueve la interacción entre residentes de diversos orígenes, fomentando un sentido de pertenencia y cohesión social.
- Calidad de vida: el transporte público eficiente en Oviedo contribuye a una mayor calidad de vida al reducir la congestión del tráfico, los tiempos de viaje y el estrés asociado con la conducción. También promueve estilos de vida más saludables fomentando caminar y andar en bicicleta, mejorando el bienestar general.

5.1.2. Impacto ambiental

- Reducción de emisiones: analizar las emisiones de CO₂ en Oviedo ayuda a identificar oportunidades para reducir la contaminación del aire en la ciudad. Al tomar medidas para mejorar la eficiencia de los vehículos o promover formas alternativas de transporte, como el transporte público o la bicicleta, se puede reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del aire, lo que beneficia la salud pública y el medio ambiente local.
- Preservación de espacios verdes: la menor dependencia de los automóviles conduce a una menor expansión urbana y preserva los espacios verdes dentro y alrededor de Oviedo. Esto beneficia la biodiversidad, mejora la estética urbana y proporciona áreas recreativas para que disfruten los residentes.
- Eficiencia de recursos: el transporte público promueve el uso eficiente de los recursos al transportar a más personas en menos vehículos, reduciendo así el consumo de energía y el agotamiento de los combustibles fósiles. Esto contribuye a la sostenibilidad ambiental y los esfuerzos de conservación.

5.1.3. Impacto económico

- Beneficios para los operadores de transporte: una alta satisfacción del cliente en Oviedo puede conducir a una mayor fidelización de los clientes y una mejor reputación para ALSA en esta área. Esto puede resultar en un aumento de los ingresos para la empresa al atraer a más clientes y aumentar la demanda de servicios de transporte en la ciudad, lo que contribuye a su viabilidad económica y sostenibilidad a largo plazo.
- Ahorro de costes: las opciones de transporte público accesibles y asequibles en Oviedo ofrecen ahorros de costes para los residentes en comparación con la propiedad de vehículos privados. Esto libera ingresos disponibles para otros gastos, estimulando la actividad económica local.
- Oportunidades comerciales: un sistema de transporte público bien conectado apoya a las empresas locales al aumentar el tráfico peatonal y la accesibilidad de los clientes. Atrae turistas y visitantes a las zonas comerciales de Oviedo, impulsando las ventas y los ingresos de los comerciantes.
- Inversión en infraestructura: la inversión continua en infraestructura de transporte público crea empleos, estimula la actividad de construcción e impulsa el crecimiento económico en Oviedo. También mejora el valor de las propiedades cerca de los centros de tránsito, fomentando el desarrollo inmobiliario y la inversión en la ciudad.

5.2. Líneas de autobús de Tánger

En Tánger, la implementación de TrackBest-3S también tiene como objetivo mejorar la eficiencia y calidad de los servicios de autobuses. Esto tiene un impacto social importante al mejorar la accesibilidad y la movilidad en una ciudad densamente poblada y en crecimiento. Al optimizar las rutas y horarios de los autobuses, se facilita el desplazamiento de los residentes locales y se fomenta la conexión entre Tánger y otras ciudades y regiones cercanas. En términos ambientales, la reducción de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero contribuye a mejorar la calidad del aire y la salud pública en una ciudad donde la contaminación del aire es un problema importante. Además, al fomentar prácticas de conducción eficiente y el uso de tecnologías más limpias en el transporte público, se promueve un entorno más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Desde el punto de vista económico, la mejora en la calidad y eficiencia del transporte público puede tener un impacto positivo en el desarrollo económico local al mejorar la accesibilidad y conectividad de la ciudad. Esto puede estimular el turismo y el comercio, así como generar empleo en el sector del transporte y servicios relacionados. A continuación, se comentan los impactos más significativos de la implementación de TrackBest-3S en el caso de estudio de Tánger

5.2.1. Impacto social

- Mejora de la seguridad vial: al analizar y clasificar los accidentes de tráfico en Tánger, se pueden identificar áreas de riesgo y factores comunes que contribuyen a los accidentes en la región. Al implementar medidas específicas, como mejorar la señalización vial o proporcionar educación vial, se puede reducir la incidencia de accidentes y mejorar la seguridad vial para los residentes y visitantes de la ciudad.
- Satisfacción del usuario: aunque los niveles de satisfacción en Tánger son más bajos que en Oviedo, aún representan una percepción general positiva de los servicios de transporte en la región. Esto mejora la movilidad y accesibilidad para los residentes y visitantes, contribuyendo a una experiencia más positiva en la ciudad.
- Accesibilidad: el transporte público en Tánger mejora la accesibilidad para los residentes, particularmente en comunidades desatendidas con opciones de transporte limitadas. Mejora la equidad social al proporcionar soluciones de movilidad asequibles y confiables para todos los residentes.
- Intercambio cultural: el sistema de transporte público de Tánger facilita el intercambio cultural y la interacción entre diversas comunidades, contribuyendo a la integración y el entendimiento social.
- Seguridad: al reducir la dependencia de modos de transporte informales, como los taxis no regulados, un sistema de transporte público bien organizado en Tánger mejora la seguridad de los pasajeros, especialmente las mujeres y las poblaciones vulnerables.

5.2.2. Impacto ambiental

- Reducción de emisiones: analizar las emisiones de CO₂ en Tánger ayuda a identificar oportunidades para reducir la contaminación del aire en la región. Al tomar medidas para mejorar la eficiencia energética de los vehículos o promover el uso de transporte público, se puede reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad del aire en la ciudad y sus alrededores.
- Mejora de la calidad del aire: las iniciativas de transporte público en Tánger reducen la congestión del tráfico y las emisiones de los vehículos, lo que mejora la calidad del aire y los resultados de salud pública.
- Infraestructura verde: las inversiones en infraestructura de transporte público pueden incorporar tecnologías verdes y prácticas sostenibles, como autobuses eléctricos y corredores verdes, contribuyendo a los esfuerzos de ecologización urbana y la sostenibilidad ambiental.
- Resiliencia climática: una sólida red de transporte público en Tánger mejora la resiliencia de la ciudad a los impactos del cambio climático al reducir la dependencia de modos de transporte intensivos en carbono y promover prácticas de desarrollo urbano sostenible.

5.2.3. Impacto económico

- Beneficios para los operadores de transporte: a pesar de los desafíos en la satisfacción del cliente, el análisis de las encuestas y las recomendaciones pueden ayudar a ALSA a mejorar sus servicios en Tánger. Esto puede aumentar la competitividad de la empresa en la región y mejorar su rentabilidad económica a largo plazo al satisfacer mejor las necesidades de los clientes y aumentar la demanda de servicios de transporte en la ciudad.
- Impulso al turismo: un sistema de transporte público confiable y eficiente en Tánger mejora el atractivo de la ciudad como destino turístico, atrayendo visitantes y generando ingresos para las empresas, hoteles y restaurantes locales.
- Creación de empleo: los proyectos de transporte público crean oportunidades de empleo en Tánger, que van desde la construcción y el mantenimiento hasta las operaciones y la administración, estimulando el crecimiento económico y las oportunidades de sustento para los residentes.
- Facilitación del comercio: la ubicación estratégica de Tánger como centro de transporte que une África y Europa lo posiciona como un nodo vital para el comercio y el comercio. Un sistema de transporte público eficiente apoya la logística y el movimiento de carga, facilitando los intercambios económicos y las actividades comerciales en la región.

5.3. Línea de autobús de largo recorrido Madrid-Bilbao

En el corredor Madrid-Bilbao, la implementación de TrackBest-3S busca mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios de autobuses en una importante ruta de larga distancia. Esto tiene un impacto social significativo al mejorar la conectividad y la accesibilidad entre dos importantes ciudades y áreas metropolitanas. Al ofrecer un servicio de autobús más eficiente y confiable, se facilita el desplazamiento de los viajeros de larga distancia y se promueve la integración regional. En términos ambientales, la reducción de emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero contribuye a mitigar el impacto ambiental de los viajes de larga distancia. Al fomentar prácticas de conducción eficiente y el uso de tecnologías más limpias en el transporte público, se promueve un viaje más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Desde el punto de vista económico, la mejora en la eficiencia y calidad del transporte público en el corredor Madrid-Bilbao puede tener un impacto positivo en el desarrollo económico regional al estimular el turismo y el comercio entre las dos ciudades y áreas metropolitanas. Esto puede generar empleo en el sector del transporte y servicios relacionados, así como en el sector turístico y hotelero. A continuación, se comentan los impactos más significativos de la implementación de TrackBest-3S en el caso de estudio de Tánger

5.3.1. Impacto social

- Mejora de la seguridad vial: al analizar y clasificar los accidentes de tráfico en la línea Madrid-Bilbao, se pueden identificar áreas de riesgo y factores comunes que contribuyen a los accidentes en esta ruta de larga distancia. Al implementar medidas específicas, como mejorar la infraestructura vial o proporcionar formación en seguridad vial para los conductores, se puede reducir la incidencia de accidentes y mejorar la seguridad para los pasajeros y conductores.
- Satisfacción del usuario: el aumento en la satisfacción y recomendación de los usuarios para la línea Madrid-Bilbao indica una mejora en la percepción de los servicios de transporte en esta ruta. Esto mejora la experiencia de viaje para los pasajeros y puede aumentar la fidelización de los clientes a lo largo de esta importante conexión de transporte.

5.3.2. Impacto ambiental

- Reducción de emisiones: analizar las emisiones de CO₂ en la línea Madrid-Bilbao ayuda a identificar áreas para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental de esta ruta de larga distancia. Al tomar medidas para reducir las emisiones de los vehículos, como la utilización de tecnologías más limpias o la optimización de las rutas, se puede contribuir a la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire a lo largo del trayecto.

5.3.3. Impacto económico

- Beneficios para los operadores de transporte: el aumento en la satisfacción del cliente y la recomendación para la línea Madrid-Bilbao puede resultar en un aumento de los ingresos y la rentabilidad para ALSA en esta ruta específica. Esto puede mejorar la viabilidad económica del servicio de transporte y contribuir al éxito financiero de la empresa a largo plazo.

6. FINANCIACIÓN

Proyecto RTC2019-007041-4 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea Next Generation EU/ PRTR.

7. REFERENCIAS

- Brakewood, C., Barbeau, S., & Watkins, K. (2014). An experiment evaluating the impacts of real-time transit information on bus riders in Tampa, Florida. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 69, pp. 409-422.
- Cats, O. (2014). Regularity-driven bus operation: Principles, implementation, and business models. *Transport Policy*, 36, pp. 223-230.
- Comisión Europea (EC). (2011). Libro Blanco - Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible.
- DGT. (2017). Las principales cifras de la Siniestralidad Vial. España 2017. Ministerio del Interior- Dirección General de Tráfico.
- DGT. (2018). Dirección General de Tráfico. Estadísticas- parque de vehículos.
- Direction Générale de la Météorologie (DGM). (2021). *Produits de climatologie*. <https://www.marocmeteo.ma/fr/produits>
- EC Delft, INFRAS, and Fraunhofer ISI, (2011). External Costs of Transport in Europe- Update study for 2008. Delft: CE Delft.
- Gooze, A., Watkins, K., & Borning, A. (2013). Benefits of real-time transit information and impacts of data accuracy on rider experience. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2351, pp. 95-103.
- Hensher, D. A., Stopher, P., & Bullock, P. (2003). Service quality—developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(6), pp. 499-517.
- Hu, X., Murgovski, N., Johannesson, L., & Egardt, B. (2013). Energy efficiency analysis of a series plug-in hybrid electric bus with different energy management strategies and battery sizes. *Applied Energy*, 111, pp. 1001-1009.
- Ministerio de Fomento (2006). La ciudad sin mi coche. La semana europea de la movilidad 2004. Ponencias.
- Ministerio de Fomento (2015). Atlas digital de las Áreas Urbanas- Población: https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/_ESPECIALES/SIU/ATLAS/
- Rutty, M., Matthews, L., Andrey, J., Matto, T. (2013). Eco-driver training within the City of Calgary's municipal fleet: Monitoring the impact. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 24, pp. 44-51
- Shek, K. W., & Chan, W. T. (2008). Combined comfort model of thermal comfort and air quality on buses in Hong Kong. *Science of the total environment*, 389(2), pp. 277-282.
- Slovic, P., Lichtenstein, S., & Fischhoff, B. (1984). Modeling the societal impact of fatal accidents. *Management Science*, 30(4), pp. 464-474.
- Van de Velde, D. (2009). Long-distance bus services in Europe: concessions or free market? (Vol. 21). OECD Publishing.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Global status report on road safety 2018*
- Zarkadoula, M., Zoidis, G., Tritopoulou, E. (2007). Training urban bus drivers to promote smart driving: A note on a Greek eco-driving pilot program. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12, pp. 449-451