

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 2.2  
BASE DE DATOS

AUTORES	AFILIACIÓN	POSICIÓN
Adriana Cortez	TRANSyT	Investigadora Postdoctoral
Abid Al-Akioui	TRANSyT	Investigador Predoctoral
Shaghayegh Rahnama	TRANSyT	Investigadora Predoctoral

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. MOTIVACIÓN DEL PROYECTO .....	4
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
3.1. Objetivo 1 - Mejorar la fiabilidad del servicio.....	6
3.2. Objetivo 2 - Mejorar la sostenibilidad ambiental asociada al autobús .....	6
3.3. Objetivo 3 - Descender la accidentalidad.....	7
4. PAQUETES DE TRABAJO .....	8
4.1. PT 0 - Coordinación y gestión del proyecto.....	8
4.2. PT 1 - Análisis técnico y de mercado.....	8
4.3. PT 2 - Marco tecnológico y operativo.....	8
4.4. PT 3 - Desarrollo de TrackBest-3S .....	8
4.5. PT 4 - Aplicación y evaluación de TrackBest-3S .....	9
4.6. PT 5 - Impactos y transferencia de resultados.....	9
5. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	9
5.1. Datos de operación.....	9
5.2. Datos de seguridad .....	13
5.3. Datos sobre consumos.....	17
5.4. Datos climatológicos y meteorológicos .....	18
5.5. Datos de tráfico .....	20
5.6. Datos geográficos.....	23
5.7. Resumen.....	23
6. FINANCIACIÓN .....	25
7. REFERENCIAS .....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marco para la integración de fiabilidad, emisiones y seguridad en TrackBest-3S .....	5
Figura 2. Mapa de Puntos Rojos en España .....	15
Figura 3. Extracto de los Estudios de accidentes en la Red de Carreteras del Estado .....	16
Figura 4. Extracto de los datos disponibles en AEMET OpenData .....	18
Figura 5. Extracto de los datos disponibles en DGM.....	19
Figura 6. Fuentes externas de libre acceso sobre climatología .....	19
Figura 7. Mapa de tráfico del 2018 .....	20
Figura 8. Tráfico típico en el centro de Tánger un lunes a las 9:00 .....	21
Figura 9. Interfaz de la herramienta de tráfico en tiempo real de la DGT .....	21
Figura 10. Interfaz de la herramienta de tráfico en tiempo real de la DTPV .....	22
Figura 11. Interfaz de la herramienta de tráfico en tiempo real de la ADM .....	23
Figura 12. Fuentes externas de datos geográficos.....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Extracto de la base de datos de la flota .....	10
Tabla 2. Extracto de la base de datos de explotación.....	11
Tabla 3. Extracto de la base de datos GPS.....	12
Tabla 4. Extracto de la base de datos sobre accidentes .....	13
Tabla 5. Extracto de la base de datos ABC .....	14
Tabla 6. Extracto de la base de datos de Puntos Negros .....	15
Tabla 7. Extracto de la base de datos de Tramos de Concentración de Accidentes.....	17
Tabla 8. Extracto de la base de datos sobre consumos.....	17
Tabla 9. Resumen de las fuentes de datos .....	24

## **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.

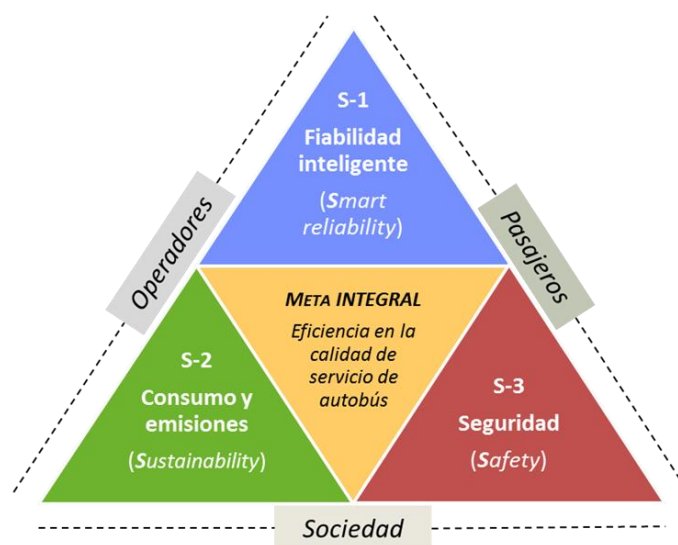


Figura 1. Marco para la integración de fiabilidad, emisiones y seguridad en TrackBest-3S  
Fuente: Elaboración propia

### **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. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS**

El diseño de la base de datos se divide en dos acciones: la primera, decidir qué fuentes de datos se utilizarán para obtener la información necesaria en el proyecto. Entre las fuentes de datos se incluyen las propias de ALSA y fuentes externas de variables como climatología o estado del tráfico en tiempo real, entre otros.

La segunda acción de esta tarea es establecer la recopilación de datos en formatos trabajables de forma sencilla e interoperable. Para ello, se diseñará una base de datos relacional, basada en lenguaje SQL, en la que se establezcan las interrelaciones necesarias de las distintas fuentes de datos y se haga una configuración tentativa de las llamadas de datos para la evaluación de los casos de estudio.

#### **5.1. Datos de operación**

Los datos de operación, procedentes de las bases de datos de ALSA, serán los cimientos de la herramienta. ALSA dispone de una amplia base de datos, los cuales proceden de dispositivos embarcados a bordo de los autobuses o se encuentran registrados en forma de tabla.

##### **5.1.1. Características de la flota**

La empresa ALSA tiene registradas las principales características de cada vehículo que forma parte de su parque móvil, organizado según contrato. Para este proyecto se dispone de los registros de la flota a 1 de diciembre de 2020.

Tabla 1. Extracto de la base de datos de la flota

Fuente: ALSA

Division	Zona	Contrato	Arrendataria	Propietaria	Usuaría	Zona_Usu	Coche	Matricula	Edad	Nº Carrocería	Configuración	Long
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3354	8620-HSF	7,37	B-5899	36+plataf+C+AZF+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	AUT.BADAJOS	AUT.BADAJOS	Nexcon	Mad-Irun	3372	4893-HNR	7,85	0	54+C+G+WC	14,05
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3617	3174-JBC	6,06	B-6243	60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3646	0711-JGY	5,38		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3648	6512-JHX	5,22		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3649	6223-JHX	5,22		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3695	7034-JFJ	5,56		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Intercar	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3696	0371-JFR	5,53		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3697	7032-JFJ	5,56		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3699	6325-JFZ	5,49		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3700	0372-JFR	5,53		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3701	1239-JFM	5,55		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	SEE	Nexcon	Mad-Irun	3702	6328-JFZ	5,49		60+plataf+C+G+WC	14,90
TRANSPORTE ESP.	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	Nexcon	GTI	Nexcon	Mad-Logro	3749	7234-JVC	4,01		60+plataf+C+G+WC	14,90

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- División: se refiere al país en el que da servicio cada vehículo. Se han extraído los tres casos de estudio, por lo que las divisiones son España y Marruecos.
- Zona: cada división se divide en zonas, perteneciendo los urbanos de Oviedo a la zona Cornisa, los autobuses de Tánger a la zona Urbanos Tánger, y la línea Madrid-Bilbao a la zona Noroccidental.
- Contrato: es la forma en la que se divide cada uno de los servicios que tiene ALSA en el mundo. De esta manera, el caso de Oviedo corresponderá a Urbanos Oviedo, el caso de Tánger al contrato Tánger, y la línea Madrid-Bilbao a N-I Bilbao.
- Arrendataria: hace referencia a la empresa que tiene arrendado el vehículo.
- Propietaria: hace referencia a la empresa que posee el vehículo.
- Usuaría: hace referencia a la empresa que usa el vehículo.
- Zona\_Usu: a su vez, cada contrato se divide en zonas de uso. De esta manera, los urbanos de Oviedo tienen una única zona, los urbanos de Tánger tienen dos (urbano, turístico) y el contrato N-I Bilbao tiene dos (Madrid-Irún, Madrid-Logroño).
- Coche: código interno de identificación de los vehículos.
- Matrícula: número de matriculación de cada vehículo.
- Edad: número de años que tiene el vehículo.
- N.º Carrocería: código interno de identificación de la carrocería de los vehículos.
- Configuración: distribución de las plazas y otros elementos en el vehículo.
- Longitud: longitud del vehículo en metros.
- Categoría: categoría en la que se clasifican los autobuses y autocares. Todos los vehículos de los casos de estudio son M3 (transporte de viajeros con más de ocho plazas) a excepción de un vehículo M1 (transporte de viajeros con máximo ocho plazas) en la línea Madrid-Bilbao.
- Clase: clase en la que se clasifican los autobuses y autocares. Los vehículos de Oviedo y Tánger son Clase I (transporte urbano con asientos y plazas de pie), y los de Madrid-Bilbao son Clase III (transporte discrecional con asientos).
- Euro: clasificación europea según las emisiones de cada vehículo. En la flota conjunta de los tres casos de estudio hay vehículos de categorías III, IV-UREA, V, VI y EEV.
- F\_matri: fecha de matriculación de cada vehículo.
- Año: año de matriculación de cada vehículo.
- Marca: marca de cada vehículo.
- Modelo: modelo de cada vehículo.
- Taller: taller de referencia de cada vehículo.
- Carrocería: modelo de la carrocería de cada vehículo.

- Chasis: modelo de chasis de cada vehículo.
- Tipo: tipo de vehículo (intercity, urbano, etc.).
- TD: hace referencia a si el vehículo dispone de tacógrafo digital o no.
- OCIOBUS: hace referencia a si el vehículo dispone de sistema de ocio a bordo o no.
- WIFI: hace referencia a si el vehículo dispone de wifi a bordo o no.
- Nomb\_WIFI: nombre de la conexión wifi.
- Escolares: hace referencia a si el vehículo dispone de autorización para realizar servicios escolares o no.
- Rampa/Plataf.: hace referencia a si el vehículo dispone de rampa o plataforma de acceso a personas con movilidad reducida, y qué tipo de rampa (R1, R2) o plataforma (P1, P2).
- PMRSR: plazas para pasajeros de movilidad reducida en silla de ruedas o escúter.
- Enchufes: hace referencia a si el vehículo dispone de enchufes o no.
- Desc. Enchufes: especifica qué tipo de enchufe o enchufes están instalados.
- Cámaras: hace referencia a si el vehículo dispone de cámaras o no, y qué tipo son.
- Autoriz. Arranque: hace referencia al sistema de arranque que tiene el vehículo.
- Lector QR: hace referencia a si el vehículo dispone de lector QR o no.
- Tipo Combustible: combustible que usan los vehículos. En la flota conjunta de los tres casos de estudio hay vehículos diésel, biodiésel e híbridos-diésel.

#### 5.1.2. Datos de explotación

La empresa ALSA tiene registrados los principales datos de explotación de sus líneas para los tres casos de estudio, organizado de forma mensual. Para este proyecto se han extraído los datos de 2018, 2019 y 2020.

*Tabla 2. Extracto de la base de datos de explotación*

*Fuente: ALSA*

PERIODO	LÍNEA	EMPRESA	KMS_VIAJ_VE	TOTAL_VIAJ_VE	KMS_REGUL_PROPIOS	KMS_REGUL_TERCEROS	KMS_CARGA_PROPIOS	KMS_VACIO_PROPIOS	NRO_BUSES	HORAS_CARGA_PROPIA
2018/01	664	254	0	0	135	0	135	0	15	37,5
2018/02	664	254	0	0	0	0	0	0	0	0
2018/03	664	254	0	0	72	0	72	0	8	20
2018/04	664	254	0	0	72	0	72	1000	10	20
2018/05	664	254	0	0	54	0	54	0	6	15,5
2018/06	664	254	0	0	54	0	54	0	6	15
2018/07	664	254	0	0	36	0	36	0	4	10
2018/08	664	254	0	0	63	0	63	0	7	17,5
2018/09	664	254	0	0	68	0	68	0	8	20
2018/10	664	254	0	0	36	0	36	0	4	10
2018/11	664	254	0	0	90	0	90	0	10	25
2018/12	664	254	0	0	0	0	0	1000	2	0
2018/01	1714	254	0	0	2508	0	2508	514,6	210	179,75
2018/02	1714	254	0	0	2304	0	2304	465,4	193	165

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- PERIODO: año y mes al que corresponden los datos medidos.
- LÍNEA: código interno de identificación de las líneas a las que corresponden los datos.
- EMPRESA: código interno de identificación de cada contrato.
- KMS\_VIAJ\_VE: kilómetros por viajero recorridos por cada línea.
- TOTAL\_VIAJ\_VE: total de viajeros transportados por cada línea.
- KMS\_REGUL\_PRPIOS: kilómetros recorridos por vehículos de ALSA.
- KMS\_REGUL\_TERCEROS: kilómetros recorridos por vehículos cedidos.
- KMS\_CARGA\_PROPIOS: kilómetros recorridos con carga de pasajeros.
- KMS\_VACIO\_PROPIOS: kilómetros recorridos en vacío, es decir, sin pasajeros.
- NRO\_BUSES: número de vehículos que han prestado servicio cada mes y línea.
- HORAS\_CARGA\_PROPIA: horas de circulación con carga de pasajeros.

### 5.1.3. Datos GPS

Los vehículos de las flotas de ALSA van equipados con sistemas TomTom que registran las coordenadas GPS diariamente con un intervalo de aproximadamente 20 segundos. Debido a la gran cantidad de datos, para el proyecto se han extraído cuatro semanas “tipo” de cada caso, una por cada estación del año, de los años 2019, 2020 y 2021.

Estas semanas “tipo” son:

- Invierno: del 14 al 22 de enero.
- Primavera: del 15 al 23 de marzo.
- Verano: del 4 al 12 de agosto.
- Otoño: del 14 al 23 de octubre.

*Tabla 3. Extracto de la base de datos GPS*

*Fuente: ALSA*

MATRICULA	FECHA_VIAJE	LINEA	EXPEDICION	ITINERARIO	LATI_GPS	LONG_GPS	FECHAHORA	VELOCIDAD	EMPRESA
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75708106	-0,10136243	15/10/19 03:09:39,000000000	1,6668	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75709939	-0,10133311	15/10/19 03:10:22,000000000	5,8338	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75711248	-0,10134638	15/10/19 03:10:37,000000000	7,5006	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75711335	-0,10134725	15/10/19 03:10:38,000000000	8,0562	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75717933	-0,10138303	15/10/19 03:11:18,000000000	11,3898	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75721301	-0,1013942	15/10/19 03:11:38,000000000	9,1674	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75721423	-0,10139368	15/10/19 03:11:39,000000000	7,7784	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75722348	-0,10140066	15/10/19 03:11:59,000000000	6,6672	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75725211	-0,10144377	15/10/19 03:12:39,000000000	7,7784	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75725001	-0,10144342	15/10/19 03:12:41,000000000	6,3894	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75723186	-0,10147745	15/10/19 03:13:06,000000000	7,7784	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,7572549	-0,10150346	15/10/19 03:13:40,000000000	4,167	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75725542	-0,10150416	15/10/19 03:13:41,000000000	5,8338	254
4022JTG	20191015	1714	51	51	0,75730534	-0,10156769	15/10/19 03:14:33,000000000	6,3894	254

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- MATRICULA: número de matriculación de cada vehículo.
- FECHA\_VIAJE: fecha en la que se han tomado los datos.
- LÍNEA: código interno de identificación de las líneas a las que corresponden los datos.
- EXPEDICIÓN: código interno de identificación de cada viaje.
- ITINERARIO: código interno de identificación de cada itinerario.
- LATI\_GPS: latitud geográfica.
- LONG\_GPS: longitud geográfica.
- FECHAHORA: fecha y hora en las que se han tomado los datos.
- VELOCIDAD: velocidad que llevaba el vehículo en kilómetros por hora.
- EMPRESA: código interno de identificación de cada contrato.

## 5.2. Datos de seguridad

Los datos de seguridad se centran en el estudio de la accidentabilidad de los viajes en autobús. Estos datos serán la base para el módulo de seguridad vial.

### 5.2.1. Datos sobre accidentes

La empresa ALSA lleva un registro de todos los accidentes, incidentes y siniestros sufridos en sus vehículos, y los divide según su causa en 16 categorías: Cambio de carril, Invasión de vehículo contrario, Objetos fijos, Descuido del conductor, Maniobras, Atropellos, Giros, Alcance, Colisión trasera, Golpe en cruce, Invasión a la izquierda, Lanzamiento de objetos al autobús, Lesiones de viajeros en vehículo parado y en marcha sin tráfico, Mangueras/conexiones, No respetar señal preferencia, Otros.

Tabla 4. Extracto de la base de datos sobre accidentes

Fuente: ALSA

División	UZ	Contrato	Empresa explotación	Zona Explotación	Fecha siniestro	Año	Mes	Lugar Siniestro	Poblacion Siniestro	Direccion Siniestro
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	17/01/2019	2019	1	DARSENA 24	MADRID	INTERCAMBIADOR AV AMERICA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	23/01/2019	2019	1		IRUN	PARKING ESTACION
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	25/01/2019	2019	1		MADRID	INTERC. AV AMERICA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	28/02/2019	2019	2		MADRID	INTERC. AV AMERICA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	02/02/2019	2019	2		BERGARA	AP-1
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	27/02/2019	2019	2		BILBAO	TERMIBUS
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	02/03/2019	2019	3		BURGOS	EA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	10/03/2019	2019	3		BILBAO	EA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	24/03/2019	2019	3		MADRID	ESTACION SUR
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	27/03/2019	2019	3		ARRIGORRIAGA	ARRIGORRIAGA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	29/03/2019	2019	3		MADRID	AV AMERICA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	06/03/2019	2019	3		BEASAIN	PARADA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	10/04/2019	2019	4		SANTANDER	EA
TTE ESPAÑA	NOROCCIDENTAL	N-I BILBAO	NEXCON	Madrid-Irun	19/04/2019	2019	4		ALSASUA	ALSASUA

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- División: se refiere al país en el que da servicio cada vehículo. Para este proyecto se han extraído los caso de Oviedo, Tánger y Madrid-Bilbao, por lo que las divisiones son España y Marruecos.
- UZ: cada división se divide en zonas, perteneciendo los urbanos de Oviedo a la zona Cornisa, los autobuses de Tánger a la zona Urbanos Tánger, y la línea Madrid-Bilbao a la zona Noroccidental.
- Contrato: es la forma en la que se divide cada uno de los servicios que tiene ALSA en el mundo. De esta manera, el caso de Oviedo corresponderá a Urbanos Oviedo, el caso de Tánger al contrato Tánger, y la línea Madrid-Bilbao a N-I Bilbao.
- Empresa explotación: hace referencia a la empresa que usa el vehículo.
- Zona Explotación: a su vez, cada contrato se divide en zonas de uso. De esta manera, los urbanos de Oviedo tienen una única zona, los urbanos de Tánger tienen dos (urbano, turístico) y el contrato N-I Bilbao tiene dos (Madrid-Irún, Madrid-Logroño).
- Fecha siniestro: fecha en la que se produjo el siniestro.
- Año: año en el que se produjo el siniestro.
- Mes: mes en el que se produjo el siniestro.
- Lugar Siniestro: hace referencia al lugar exacto en el que se produjo el siniestro.
- Población siniestro: hace referencia a la población en la que se produjo el siniestro.
- Dirección Siniestro: hace referencia a la dirección en la que se produjo el siniestro.
- Nom. causa: indica una de las 16 categorías de causas antes expuestas.
- Nom. Corto Calificación Siniestro: código interno de identificación de la causa.
- Culpa: hace referencia a si la culpa fue del conductor de ALSA o no.

### 5.2.2. Sistema Acceleration-Bracking-Cornering (ABC)

La flota de autobuses lleva implementada un novedoso sistema denominado Aceleración-Bracking-Cornering (ABC), el cual permite conocer las aceleraciones excesivas, los volantazos producidos por cambios bruscos de dirección y los frenazos que experimentan los usuarios. Esta serie de incidencias producen una disminución en el confort del pasajero, e incluso pueden comprometer su integridad física en caso de que sean sucesos de una severidad considerable.

Tabla 5. Extracto de la base de datos ABC

Fuente: ALSA

UTC_INICIO	VEL_INI	VEL_FIN	VEL_MAX	ACEL_AVG	ACEL_MAX	ACEL_DIR	ACEL_TIPO	LINEA	LATITUD	LONGITUD	SEVERIDAD	SEVERIDAD_ALSA
2018-10-10T15:07:00Z	29	32	29	355	547	269	3	1807	43,391366	-5,804433	1,1	3
2018-10-10T21:10:16Z	25	0	0	410	586	269	3	1807	43,391500	-5,803800	2,1	3
2018-10-11T19:47:21Z	61	61	61	379	406	269	3	1807	43,385500	-5,784466	1,5	0
2018-10-12T15:02:36Z	25	97	36	418	645	269	3	1810	43,315866	-5,812533	2,3	3
2018-10-12T15:49:46Z	50	14	29	379	465	269	3	1810	43,317866	-5,824800	1,5	1
2018-10-12T16:22:40Z	40	50	43	363	531	90	2	1810	43,341800	-5,944766	1,2	2
2018-10-12T16:26:01Z	29	29	32	387	656	269	3	1810	43,353866	-5,961800	1,7	3
2018-10-12T19:17:46Z	54	68	65	418	594	90	2	1810	43,347700	-5,890900	2,3	3
2018-10-12T19:27:21Z	40	54	43	508	672	269	3	1810	43,353700	-5,961900	4,0	3
2018-10-12T20:09:17Z	65	43	61	363	496	269	3	1810	43,341966	-5,948033	1,2	2
2018-10-12T20:09:27Z	50	58	54	352	469	90	2	1810	43,342800	-5,946100	1,0	1
2018-10-12T20:11:42Z	61	61	61	395	570	90	2	1810	43,345800	-5,923900	1,8	3
2018-10-12T20:42:47Z	50	43	40	355	551	90	2	1810	43,319666	-5,825400	1,1	3
2018-10-12T20:43:31Z	47	65	58	383	539	90	2	1810	43,316266	-5,823433	1,6	3

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- UTC\_INICIO: fecha y hora en la que se produjo el suceso.
- VEL\_INI: velocidad inicial en kilómetros por hora.
- VEL\_FIN: velocidad final en kilómetros por hora.
- VEL\_MAX: velocidad máxima en kilómetros por hora.
- ACEL\_AVG: aceleración media medida en mG.
- ACEL\_MAX: aceleración máxima medida en mG.
- ACEL\_DIR: dirección de la aceleración en función a la dirección de la marcha.
- ACEL\_TIPO: codificación del suceso, 1 para aceleraciones y frenazos bruscos, 2 para giros a la izquierda, y 3 para giros a la derecha.
- LINEA: código interno de identificación de las líneas a las que corresponden los datos.
- LATITUD: latitud geográfica.
- LONGITUD: longitud geográfica.
- SEVERIDAD: codificada de 1 a 5, siendo 1 una aceleración de 350 mG, valor a partir del cual el usuario la percibe y su confort se ve afectado.
- SEVERIDAD\_ALSA: codificado de 0 a 3, siendo 1 una aceleración de 430 mG, valor a partir del cual la seguridad del usuario se ve comprometida.

### 5.2.3. Puntos Rojos de la Fundación Línea Directa

La Fundación Línea Directa, tras realizar un análisis de alrededor de 500.000 accidentes graves que se suceden a lo largo de toda la geografía española, ha realizado un estudio denominado “Puntos Rojos: los accidentes de tráfico en las capitales españolas”, donde se recoge cómo ha sido la evolución de la siniestralidad en los accidentes de tráfico urbanos.



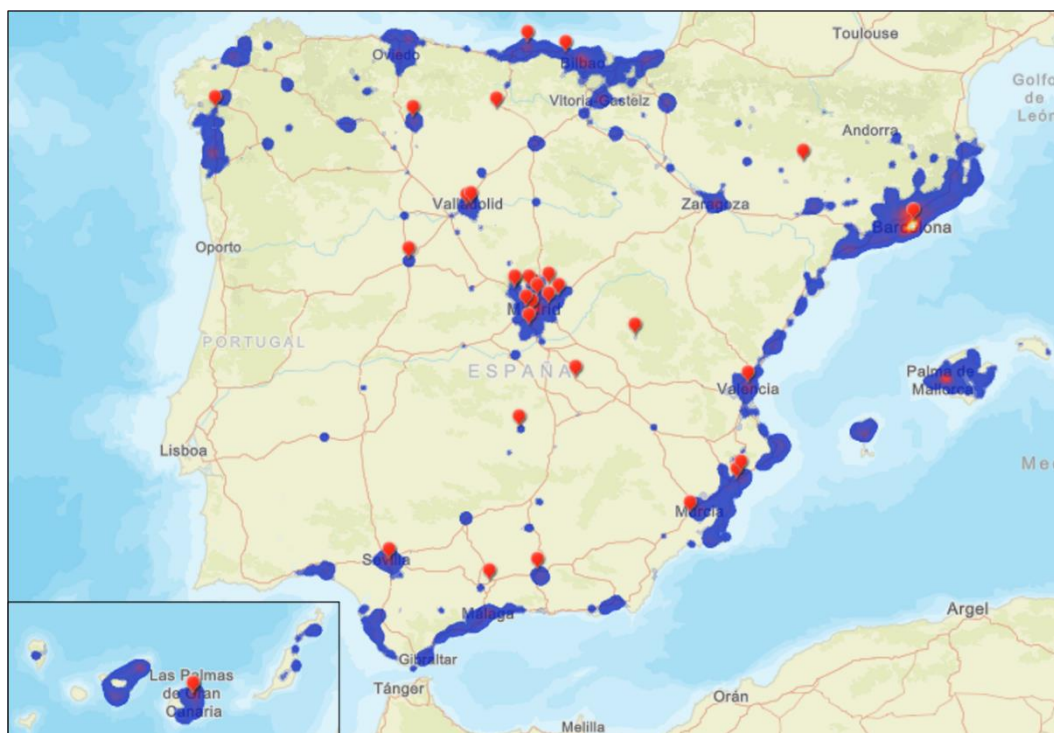


Figura 2. Mapa de Puntos Rojos en España  
Fuente: Fundación Línea Directa (2019)

#### 5.2.4. Puntos Negros de la Dirección General de Tráfico

La Dirección General de Tráfico (DGT) cuenta con bases de datos anuales de los puntos más peligrosos del territorio nacional, clasificado por provincias. Se encuentran disponibles estas bases entre el 2003 y el 2014.

Tabla 6. Extracto de la base de datos de Puntos Negros  
Fuente: DGT (2015)

Nº DE PUNTO	DENOMINACIÓN	PK INICIAL	LONGITUD DEL TRAMO (en metros)	SENTIDO	TIPO	TITULARIDAD	COLISIÓN	ATROPELLO	SALIDA DE LA VÍA	VUELCO	OTROS
1	A-1	10,2	200	D	T	E	3				1
2	A-1	12,2	100	D	T	E	3				
3	A-1	13,4	600	D	T	E	9		2		2
4	A-1	14,0	100	A	T	E	2		2		
5	A-1	16,0	100	A	T	E	7				1
6	A-1	17,0	100	A	T	E	1				
7	A-1	17,0	100	D	T	E	9				
8	A-1	17,3	200	A	T	E	3				
9	A-2	7,9	200	A	T	E	1		1		1
10	A-2	9,4	200	A	T	E	3		1		
11	A-2	9,9	200	A	T	E	3				
12	A-2	10,5	200	A	T	E	3				1
13	A-2	11,9	600	D	T	E	11		2		1
14	A-2	15	100	A	T	E	4		1		

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- N° DE PUNTO: codificación interna de cada punto negro.
- DENOMINACIÓN: vía en la que se encuentra el punto negro.
- PK INICIAL: punto kilométrico de la vía en la que comienza el punto negro.
- LONGITUD DEL TRAMO (en metros): longitud del tramo en metros.
- SENTIDO: ascendente (A) o descendente (D)
- TIPO: autopista de peaje (AP), autopista libre (A), autovía (T), carretera convencional (C), otros (O).
- TITULARIDAD: estatal (E), autonómica (A), diputación (D), municipal (M), otros (O).

- COLISIÓN: total de colisiones en el punto negro.
- ATROPELLO: total de atropellos en el punto negro.
- SALIDA DE LA VÍA: total de salidas de vía en el punto negro.
- VUELCO: total de vuelcos en el punto negro.
- OTROS: total de otros accidentes en el punto negro.
- TOTAL ACCIDENTES: total de accidentes en el punto negro.
- MUERTOS: total de muertes en el punto negro.
- HERIDOS: total de heridos en el punto negro.
- TOTAL: total de daños y pérdidas humanas en el punto negro.
- Nº VEHÍCULOS IMPLICADOS: vehículos accidentados en el punto negro.

#### 5.2.5. Estudios de Accidentes la Dirección General de Carreteras

La Subdirección General de Conservación de la Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana estudia anualmente los accidentes producidos en las carreteras de la Red del Estado.



*Figura 3. Extracto de los Estudios de accidentes en la Red de Carreteras del Estado  
Fuente: Ministerio de Fomento (2019)*

#### 5.2.6. Tramos de Concentración de Accidentes de la Dirección General de Carreteras

La Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Fomento utiliza el concepto de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) para referirse a los puntos peligrosos de su red. Así pues, en la identificación de los TCA, además de los datos de la accidentalidad con víctimas (no sólo los mortales), se tiene en cuenta el tipo de carretera, el tipo de zona, así como el tráfico soportado por la vía.



Tabla 7. Extracto de la base de datos de Tramos de Concentración de Accidentes  
Fuente: Ministerio de Fomento (2018)

RELACION TCA EN LA R.C.E (2018)					
ORDENADOS POR CCAA					
Comunidad Autónoma	Provincia	Carretera	pkI	pkf	
ANDALUCIA	CADIZ	A-7	107,0	108,5	
			83,0	83,5	
		N-340	84,4	84,9	
			101,8	102,3	
		N-351	5,9	7,1	
	CEUTA	N-352	1,8	2,3	
			2,3	2,9	
			2,9	3,4	
	CORDOBA	N-437	3,9	4,4	
		N-340	330,5	331,0	
	GRANADA	N-432	426,5	427,2	
			427,5	428,0	
		A-44	130,1	132,9	
	HUELVA	N-431	136,8	137,7	
	MALAGA	A-7	90,3	90,8	
			171,8	172,3	
	SEVILLA	MA-20		9,2	10,1
			N-630	801,1	801,6
		SE-30		0,0	0,5
				13,5	14,5
				14,7	16,0
			10,2	10,8	
			11,1	11,9	
			16,4	17,7	
			0,0	0,6	
A-49		15,9	16,9		
SE-20	6,0	6,6			
ARAGON	ZARAGOZA	N-122	51,0	51,5	
		N-2	333,8	334,3	
			326,9	327,4	
	A-68	232,9	233,4		
ASTURIAS	ASTURIAS	N-634	394,9	395,4	
			393,7	394,2	
		N-633	1,0	1,5	

### 5.3. Datos sobre consumos

La empresa ALSA lleva un registro de los consumos que realizan los vehículos pertenecientes a su flota que, combinados con otras variables, servirán como la principal base para el módulo de consumos y emisiones

Tabla 8. Extracto de la base de datos sobre consumos

Fuente: ALSA

Periodo	Flota Media	Edad Media Flota	Días Alta	Días Parados	Días Rodados	% Actividad	Kms Totales Vehiculos	Kms Coche/Día Rodado	Kms Coche/Día Alta
2019/01	67	5,89	2.092	15	1.611	77,56%	371.506	231	178
2019/02	67	5,89	1.876	0	1.604	85,50%	368.770	230	197
2019/03	67	5,93	2.077	13	1.756	85,08%	403.553	230	194
2019/04	66	5,98	2.010	30	1.684	85,05%	387.447	230	193
2019/05	66	5,98	2.077	31	1.771	86,56%	406.624	230	196
2019/06	66	5,96	2.010	25	1.647	82,97%	384.277	233	191
2019/07	63	6,23	2.077	112	1.649	83,92%	394.294	239	190
2019/08	60	6,58	2.077	217	1.551	83,39%	375.322	242	181
2019/09	67	5,88	2.020	0	1.673	82,82%	385.817	231	191
2019/10	68	5,83	2.108	0	1.777	84,30%	409.427	230	194
2019/11	68	5,83	2.040	0	1.702	83,43%	389.792	229	191
2019/12	68	5,83	2.108	0	1.666	79,03%	381.486	229	181
2020/01	68	5,52	2.108	0	1.737	82,40%	400.767	231	190
2020/02	68	5,52	1.972	0	1.656	83,98%	380.098	230	193

Los datos disponibles en esta base de datos son:

- Periodo: año y mes al que corresponden los datos medidos.
- Flota Media: número de autobuses disponibles en cada flota.
- Edad Media Flota: promedio del número de años que tiene cada vehículo.
- Días Alta: total de los días en los que cada autobús estaba disponible.
- Días Parados: total de los días en los que cada autobús estaba parado.
- Días Rodados: total de los días en los que cada autobús ha estado en servicio.
- % Actividad: división de los Días Rodados entre los Días Alta.
- Kms Totales Vehiculos: total de los kilómetros recorridos por la flota.
- Kms Coche/Día Rodado: kilómetros realizados por un coche en un día en servicio.

- Kms Coche/Dia Alta: kilómetros realizados por un coche en un día disponible.
- N Averías / 100.000kms: número de averías por cada 100.000 kilómetros recorridos.
- Numero Averías: total de averías en el mes correspondiente.
- L/100: consumo de litros de carburante por cada 100 kilómetros.
- Litros: total de los litros de carburante consumidos por la flota.
- Nº Conductores: total de conductores en servicio en el mes correspondiente.
- Dias Alta: total de los días en los que cada conductor estaba disponible.
- Dias Rodados: total de los días en los que cada conductor ha estado en servicio.
- Kms Conductor/Dia Alta: kilómetros realizados por un conductor en un día disponible.
- % Actividad: división de los Dias Rodados entre los Dias Alta.
- Coste/Hora Rodada: coste total de cada hora rodada en el mes correspondiente.
- Horas Totales: total de las horas en los que cada conductor estaba disponible.
- Horas Rodados: total de las horas en los que cada conductor ha estado en servicio.
- Horas Rodadas/Totales: división de las Horas Rodadas entre las Horas Totales.
- Horas Rodadas/Dias Rodados: promedio de horas en servicio en cada día.

#### 5.4. Datos climatológicos y meteorológicos

Como se ha mencionado anteriormente, la herramienta TrackBest-3S está compuesta por tres módulos: fiabilidad, consumo y emisiones, y seguridad vial. Las condiciones climatológicas y los fenómenos meteorológicos que se puedan presentar en el recorrido de los autobuses pueden comprometer los objetivos del primer y tercer módulo, ya que, pueden limitar la velocidad de circulación, comprometiendo la fiabilidad, y, al mismo tiempo, las condiciones meteorológicas que puedan presentarse pueden representar un riesgo para el conductor y los viajeros.

##### 5.4.1. Datos abiertos de la Agencia Estatal de Meteorología (España)

En primer lugar, para los casos de estudio ubicados en España (Oviedo y la línea Madrid-Bilbao), se extraerá información disponible en la plataforma AEMET OpenData, que se caracteriza por la posibilidad de proveer información de manera periódica, e incluso programada, desde cualquier lenguaje de programación, lo que permitirá su fácil vinculación con TrackBest-3S.

Figura 4. Extracto de los datos disponibles en AEMET OpenData

Fuente: AEMET (2016)

#### 5.4.2. Dirección General de Meteorología (Marruecos)

Análogamente, para la red urbana de Tánger, se utilizarán los datos disponibles de la Dirección General de Meteorología (DGM) de Marruecos que, a diferencia de los datos de la AEMET, no son de libre acceso. Por este motivo, se proponen también fuentes de datos de libre acceso para complementar o sustituir esta información.



*Figura 5. Extracto de los datos disponibles en DGM  
Fuente: DGM (2021)*

#### 5.4.3. Otras fuentes sobre climatología y meteorología

Como se ha dicho, para suplir la falta de información de libre acceso se plantea la realización de un modelo predictivo propio a partir de series históricas disponibles y de información proveniente de otras plataformas como The Weather Channel o Historique Météo con el objetivo de poder realizar predicciones basadas en datos de libre acceso en los diferentes lugares donde opera ALSA.



*Figura 6. Fuentes externas de libre acceso sobre climatología  
Fuentes: The Weather Channel (2021) e Historique Météo (2021)*

## 5.5. Datos de tráfico

La situación del tráfico es clave para asegurar la fiabilidad y la seguridad vial. Además, este factor también puede llegar a influir en el consumo y las emisiones para casos de vías muy congestionadas. Por estas razones, se debe tener en cuenta este factor a la hora de diseñar la herramienta.

### 5.5.1. Mapas de tráfico de la Dirección General de Carreteras

La representación del tráfico por carretera se inició con carácter anual en España en el año 1960. Los datos más relevantes son la IMD (Intensidad Media Diaria medida en vehículos/día), el porcentaje de vehículos pesados y motocicletas y la intensidad diaria de vehículos extranjeros. En la actualidad cada año se editan cuatro mapas temáticos: general, accesos a ciudades, pesados y velocidades. Desde 2015 se presenta además el Visor web del Mapa de Tráfico, herramienta de navegación en la que se reproduce el Sistema de Información Geográfica de Tráfico y Datos Básicos de la Dirección General de Carreteras sobre las cartografías oficiales del Instituto Geográfico Nacional.



Figura 7. Mapa de tráfico del 2018  
Fuente: MITMA (2019)



### 5.5.2. Google Traffic

La herramienta Google Traffic ofrece datos sobre tráfico en tiempo real a nivel global, siendo muy versátil y adaptable para cualquiera de los tres casos de estudio. Además, esta herramienta permite consultar el tráfico típico según los días de la semana y la hora del día.

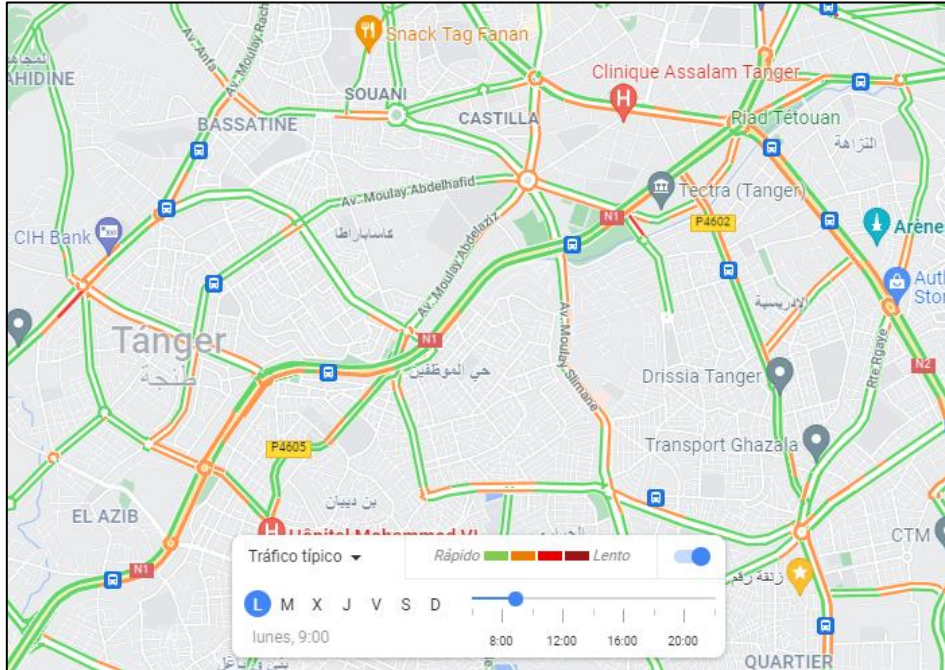


Figura 8. Tráfico típico en el centro de Tánger un lunes a las 9:00  
Fuente: Google Maps (2021)

### 5.5.3. Mapa del tráfico de la Dirección General de Tráfico

El mapa del tráfico de la Dirección General de Tráfico (DGT) ofrece dos servicios. En primer lugar, los datos en tiempo real con información sobre retenciones, obras, estado de los puertos de montaña, meteorología, y otros eventos. En segundo lugar, ofrece previsiones en diferentes días sobre las obras o eventos que tendrán lugar en un futuro.

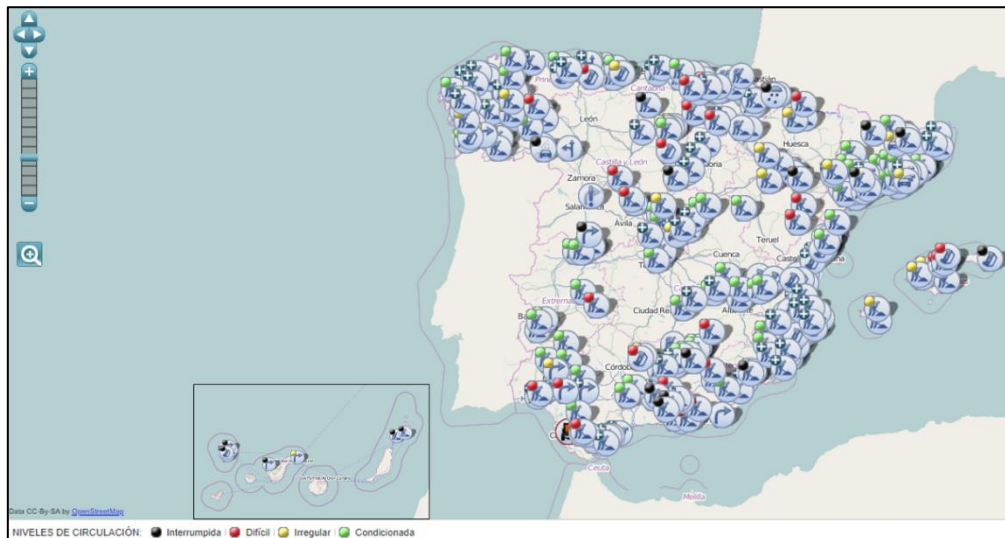
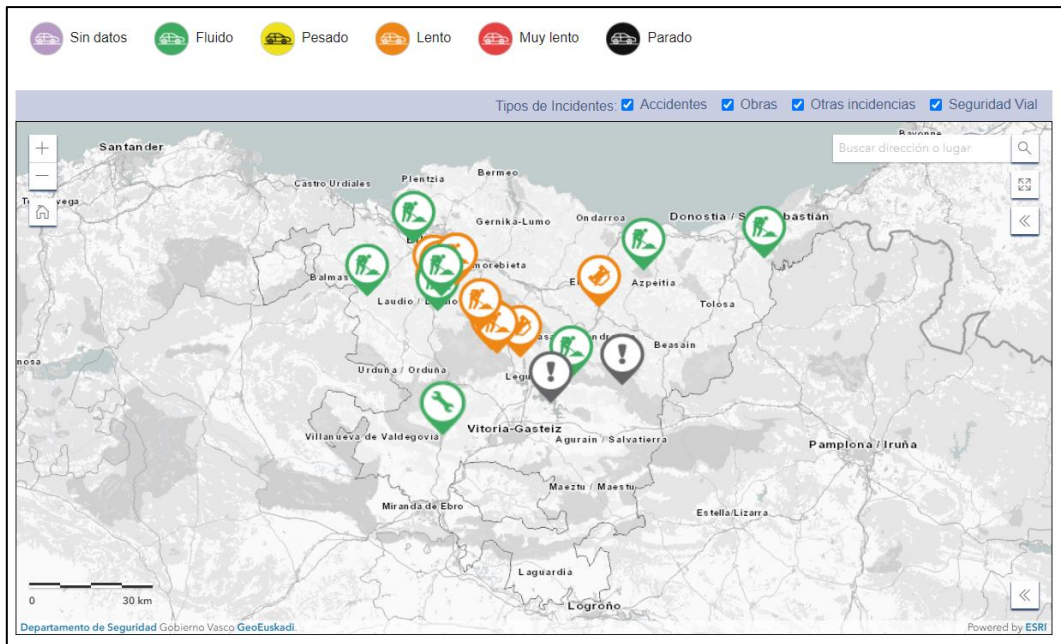


Figura 9. Interfaz de la herramienta de tráfico en tiempo real de la DGT  
Fuente: DGT (2021)

#### 5.5.4. Mapa del tráfico de la Dirección de Tráfico del País Vasco

Para el caso de la línea Madrid-Bilbao también se consultarán los datos es tiempo real que ofrece la Dirección de Tráfico del País Vaco (DTPV).



*Figura 10. Interfaz de la herramienta de tráfico en tiempo real de la DTPV  
Fuente: DTPV (2021)*

#### 5.5.5. Mapa del tráfico de la Sociedad Nacional de Autopistas de Marruecos

Análogamente, la Sociedad Nacional de Autopistas de Marruecos (ADM) ofrece su mapa de tráfico en el territorio marroquí. Esta herramienta además está enlazada con Google Traffic, por lo que permite consultar el tiempo de viaje, teniendo en cuenta los eventos que hay en la ruta. Además, introduciendo el consumo medio del vehículo y el precio de carburante, muestra el coste del carburante consumido durante el viaje.



Figura 11. Interfaz de la herramienta de tráfico en tiempo real de la ADM  
Fuente: ADM (2021)

### 5.6. Datos geográficos

Por último, para completar la base de datos se extraerán datos geográficos como coordenadas de los diferentes puntos de interés de plataformas como Google Maps o de la herramienta Batch geocoder for journalists de LocalFocus.



Figura 12. Fuentes externas de datos geográficos  
Fuente: Google Maps (2021) y LocalFocus (2021)

### 5.7. Resumen

Quedan así recogidas todos los datos que formarán parte de la base de datos en la que se apoyará la herramienta TrackBest-3S. A continuación, se presenta una tabla que resume las principales características de los datos analizados, así como con qué módulo (fiabilidad, consumo y emisiones, y seguridad vial) estarán relacionados.

Tabla 9. Resumen de las fuentes de datos  
Fuente: Elaboración propia

CATEGORÍA	DATOS	FUENTE	ORIGEN	MÓDULO		
				FIABILIDAD	CONSUMO Y EMISIONES	SEGURIDAD VIAL
Operación	Flota	Propia	ALSA	X	X	X
	Explotación	Propia	ALSA	X	X	X
	GPS	Propia	ALSA	X		
Seguridad	Accidentes	Propia	ALSA			X
	Sistema ABC	Propia	ALSA			X
	Puntos Rojos	Externa	Fundación Línea Directa			X
	Puntos Negros	Externa	Dirección General de Carreteras			X
	Estudios de Accidentes	Externa	Dirección General de Carreteras			X
	Tramos de Concentración de Accidentes	Externa	Dirección General de Carreteras			X
Consumos	Consumos	Propia	ALSA		X	
Climatología y meteorología	Meteorología en España	Externa	Agencia Estatal de Meteorología	X		X
	Meteorología en Marruecos	Externa	Dirección General de Meteorología	X		X
	Fuentes de acceso libre	Externa	The Weather Channel	X		X
		Externa	Historique Météo	X		X
Tráfico	Mapas de tráfico	Externa	Dirección General de Carreteras	X		X
	Tráfico en tiempo real	Externa	Google Traffic	X		X
		Externa	Dirección General de Tráfico	X		X
		Externa	Dirección de Tráfico del País Vasco	X		X
		Externa	Sociedad Nacional de Autopistas de Marruecos	X		X
Datos geográficos	Coordenadas	Externa	Google Maps	X	X	X
		Externa	LocalFocus	X	X	X



## 6. FINANCIACIÓN

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

## 7. REFERENCIAS

- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). (2016). *AEMET OpenData*. <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/inicio>
- 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. (2015). *Puntos negros*. <https://www-org.dgt.es/es/el-trafico/puntos-negros/>
- DGT. (2017). Las principales cifras de la Sinistralidad Vial. España 2017. Ministerio del Interior- Dirección General de Tráfico.
- DGT. (2018). Dirección General de Tráfico. Estadísticas- parque de vehículos.
- DGT. (2021). *Información de tráfico*. [http://infocar.dgt.es/etraffic/Buscador?Camaras=true&SensoresMeteorologico=true&SensoresTrafico=true&Paneles=true&IncidenciasCONO=true&IncidenciasRETENCION=true&IncidenciasOBRAS=true&IncidenciasMETEOROLOGICA=true&IncidenciasPUERTOS=true&provincia=77&poblacion&carretera&PK&version=mapa&pagina=null&accion\\_buscar=Buscar](http://infocar.dgt.es/etraffic/Buscador?Camaras=true&SensoresMeteorologico=true&SensoresTrafico=true&Paneles=true&IncidenciasCONO=true&IncidenciasRETENCION=true&IncidenciasOBRAS=true&IncidenciasMETEOROLOGICA=true&IncidenciasPUERTOS=true&provincia=77&poblacion&carretera&PK&version=mapa&pagina=null&accion_buscar=Buscar)
- Direction Générale de la Météorologie (DGM). (2021). *Produits de climatologie*. <https://www.marocmeteo.ma/fr/produits>
- Dirección de Tráfico del País Vasco (DTPV). (2021). *Trafikoa*. <https://www.trafikoa.euskadi.eus/lfr/web/trafikoa>
- EC Delft, INFRAS, and Fraunhofer ISI, (2011). External Costs of Transport in Europe- Update study for 2008. Delft: CE Delft.
- Fundación Línea Directa. (2019). Puntos Rojos: los accidentes de tráfico en las capitales españolas.
- Google Maps. (2021). *Google Maps*. <https://www.google.es/maps/>
- 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.
- Historique Météo. (2021). *Historique Météo*. <https://www.historique-meteo.net/>
- 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.
- LocalFocus. (2021). *Batch geocoder for journalists*. <https://geocode.localfocus.nl/>
- 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/](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/_ESPECIALES/SIU/ATLAS/)
- Ministerio de Fomento. (2018). Relación actual de TCA en la RCE.

- Ministerio de Fomento. (2019). Dirección General de Carreteras. Anuario estadístico de accidentes en las carreteras del Estado 2018.
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). (2019). *Mapas de tráfico*. <https://www.mitma.es/carreteras/trafico-velocidades-y-accidentes-mapa-estimacion-y-evolucion/mapas-de-trafico>
- 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.
- Société Nationale des Autoroutes du Maroc (ADM). (2021). *Trafic*. <http://www.admtrafic.ma/>
- The Weather Channel. (2021). *The Weather Channel*. <https://weather.com/es-ES/tiempo/hoy/l/SPXX0050:1:SP>
- 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