
DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE FLOTAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

JORGE LEÓN BELLO

EMILIO GONZÁLEZ VIOSCA

JUAN DE DIOS DÍAZ MARQUÉS

JUAN JOSÉ SORLÍ CASTELLÓ

ITENE - Instituto Tecnológico del Embalaje,
Transporte y Logística (Valencia)

Que el vehículo eléctrico ha venido para quedarse es un hecho. Cada vez está más presente en nuestras ciudades, y no sólo entre el público en general sino también entre las empresas que se dedican a la distribución urbana de mercancías. Si bien para desplazamientos interurbanos el cambio de motos convencionales a eléctrico se dará a medio plazo,

lo que está claro es que hoy en día el vehículo eléctrico aparece como solución eficiente, respetuosa y capaz de satisfacer las necesidades diarias de movilidad en entornos urbanos y metropolitanos. Y esto, no sólo aplicado a transporte de pasajeros, sino también aplicado al transporte de mercancías en lo que generalmente se conoce como los desplazamientos de «última milla». En este sentido, para el transporte de mercancías en entornos urbanos, el vehículo eléctrico encaja perfectamente con las características de los desplazamientos de «última milla» (tráfico congestionado, continuas paradas y arranques, radios de actuación limitados, necesidad de tecnologías limpias para cumplir con los límites de contaminación del aire en ciudades, etc.).

La distribución urbana de mercancías es básica, fundamental y prioritaria para la actividad económica de cualquier ciudad. En este sentido es importante resaltar una serie de aspectos que caracterizan nuestros entornos urbanos y los retos que debe abordar el transporte de mercancías. Entre estos aspectos resaltar que: el 72% de la población vive en ciudades y alrededores, con previsiones del 80% en 2020; que el transporte urbano de mercancías es un componente importante del tráfico en ciudades, con el equivalente a porcentajes de entre el 10% y el 15% de kilómetros por vehículo recorridos; que los factores de carga en los vehículos de reparto son bajos (por ejemplo, del 38%

en furgonetas en Londres); o que el reparto de mercancías aparece como responsable de una parte importante de la contaminación acústica en ciudades (ERTRAC, 2014). Por otra parte, a nivel nacional, algunos datos del caso particular de la ciudad Madrid pueden servir para ilustrar los desafíos que la distribución urbana de mercancías representa. En este sentido destacar que, si bien se ha reducido en los últimos años, el porcentaje de vehículos comerciales que estacionan ilegalmente es todavía el 43%, mientras que los que estacionan en zonas de carga y descarga se sitúa en un 40% (Ayuntamiento de Madrid, 2014). Asimismo, de acuerdo a Informe del Estado de la Movilidad de la Ciudad de Madrid, esta mayor ocupación también se debe al crecimiento de la duración del estacionamiento de los vehículos comerciales, con un 30% del total de vehículos que estacionan más de 30 minutos. Estas duraciones superan la limitación de la ordenanza de circulación y suponen, a medio plazo, una amenaza para la capacidad de estas zonas.

Pero además de los problemas de congestión que indican estas cifras, la adopción de tecnologías menos contaminantes tiene una repercusión clara en uno de los aspectos que más preocupa a los ciudadanos: la contaminación y la calidad del aire que respiramos que afecta negativamente a la salud. A nivel mundial, aproximadamente el 22% de las emisiones de CO₂ se deben al sector transporte (IEA, 2014). A nivel europeo,

el transporte de mercancías es responsable del 25% de las emisiones de CO₂ relativas al transporte urbano y responsable además de entre el 30% y el 50% de otros contaminantes derivados del transporte como partículas PM y óxidos de nitrógeno NO_x (ERTRAC, 2014). A nivel nacional, y de acuerdo al Plan de Calidad del Aire de España (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013), los niveles de contaminación actuales indican que existen varios contaminantes que superan los límites indicados por el Real Decreto 102/2011 (BOE, 2011). Estos contaminantes son el Dióxido de Azufre (SO₂), el Dióxido de Nitrógeno (NO₂), las partículas (PM₁₀) y el Ozono. Entre los factores a los que se deben estos niveles de contaminación, son diversas las fuentes que generan estos contaminantes. En el caso de las emisiones de Dióxido de Azufre (SO₂), los factores principales son la producción de energía (37%) seguido del transporte por carretera (23%). En el caso de las emisiones de Dióxido de Nitrógeno (NO₂), la mayoría son generadas por el transporte por carretera (70%), llegando a alcanzar el 88% en áreas urbanas. Respecto a las partículas (PM₁₀), las principales fuentes de estos contaminantes son las actividades industriales (41%) y el tráfico (35%). Estas cifras resaltan la influencia de la actividad de transporte como responsable de la contaminación del aire, la cual no sólo afecta al medioambiente sino también a la salud de las personas. En este sentido, de acuerdo al último informe de Ecologistas en Acción (2014), y considerando los niveles de calidad del aire recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014), aproximadamente 45 millones de personas en España (es decir, el 95% de la población) respira aire contaminado lo que les pone en situación de riesgo de problemas de salud a largo plazo.

Por estos motivos, tanto desde las administraciones públicas como desde las empresas privadas, se viene realizando un esfuerzo para adoptar estrategias alternativas que permitan una movilidad más sostenible como pueden ser las tecnologías de movilidad eléctrica, y muy especialmente en un sector tan fundamental para cualquier ciudad como es la distribución de mercancías y la logística. En este sentido, el proyecto FREVUE (2013) ha logrado aunar a varias de las capitales y grandes ciudades europeas junto con empresas logísticas y proveedores de vehículos eléctricos para poner en marcha iniciativas con el ánimo de avanzar en modelos logísticos más sostenibles y basados en vehículos eléctricos.

PROYECTO FREVUE ↓

El proyecto FREVUE «Freight Electric Vehicles in Urban Europe» -Vehículos eléctricos para la distribución en áreas urbanas de Europa- tiene como principal objetivo demostrar que la distribución con vehículos eléctricos puede ser una alternativa viable a los vehículos de combustión convencionales (diésel o gasolina).

El proyecto está cofinanciado por 7º Programa Marco de I+D+I de la Unión Europea y tiene una duración de 4 años y medio: desde Marzo de 2013 a Septiembre

de 2017. En el proyecto FREVUE participan importantes ciudades europeas como Ámsterdam (Países Bajos), Lisboa (Portugal), Londres (Reino Unido), Milán (Italia), Oslo (Noruega), Rotterdam (Países Bajos), Estocolmo (Suecia) y Madrid (España). En todas estas ciudades se están llevando a cabo una serie de pilotos demostradores para la distribución urbana de mercancías mediante vehículos eléctricos. Proyectos europeos como FREVUE ayudan a demostrar la viabilidad de esta tecnología de automoción no sólo desde el punto de vista operacional sino también financiero y económico, fomentando una estrategia «win-win» (ganar-ganar) entre las administraciones públicas y el sector privado.

El aumento de la población en las ciudades europeas genera grandes oportunidades económicas, sociales y culturales para sus ciudadanos. Para cubrir este creciente aumento de la demanda de productos, servicios y movilidad, las ciudades sufren un incremento significativo de emisiones de aire y ruido, así como una gestión en aumento.

El objetivo del proyecto FREVUE (Vehículos eléctricos para la distribución en áreas urbanas de Europa) es demostrar a la industria, consumidores y legisladores, cómo la distribución con vehículos eléctricos puede proporcionar una solución a muchos de estos problemas. FREVUE trata de ayudar al desarrollo sostenible, gracias a la utilización de vehículos eléctricos para el reparto urbano en las grandes ciudades, que es donde se concentra la mayor contaminación ambiental.

En total, considerando todos los países europeos que intervienen en el proyecto, 127 vehículos eléctricos de mercancías se expondrán al rigor diario de las condiciones logísticas urbanas con el fin de probar que la actual generación de furgones y camiones eléctricos suponen una alternativa viable a los vehículos diésel, especialmente cuando se combinan con soluciones logísticas urbanas, programas informáticos para la gestión logística y políticas locales bien diseñadas.

Dentro del piloto de Madrid, ITENE –el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística– está desarrollando una herramienta de gestión de flotas de vehículos eléctricos que permita la monitorización en tiempo real de los parámetros más relevantes en la conducción y operativa de distribución mediante este tipo de vehículos. Esta herramienta permite gestionar eficazmente las recargas eléctricas y las rutas de reparto de «última milla» de los 3 operadores logísticos que participan en el proyecto – SEUR, TNT y CALIDAD PASCUAL–.

Como parte de la política de responsabilidad corporativa de CALIDAD PASCUAL, la estrategia de movilidad sostenible, gracias a acuerdos anteriores con Mercedes Benz e Iveco, es llegar, en un corto-medio plazo, a repartir todos sus productos con camiones eléctricos en la mayoría de los barrios céntricos de las grandes ciudades. Por su parte, SEUR enmarca este proyecto en su apuesta por un Planeta Sostenible. Su objetivo es la reducción de emisiones de CO₂ gracias a un programa por la Movilidad Sostenible, que contempla, entre otros, la incorporación de flota ecológica, oferta de

**CUADRO 1
DATOS DE LA OPERATIVA DIARIA DE CALIDAD PASCUAL EN REVUE**

Vehículos	★ IVECO Ecodaily ★ Mercedes Vito E-cell	
Trabajo diario	Horas al día trabajando	10
	Franja horaria	Mañana y tarde
	Número de conductores	2
	Número de entregas	6 toneladas
	Kilómetros	50-100 km
Tipo de mercancía transportada	Alimentación y bebidas	
Tipo de clientes	Comercios, restaurantes y cafeterías	
Localización y frecuencia de las entregas	Generalmente durante la mañana, empezado a las 5:30 am y finalizando por la tarde a las 19:30	
Área de influencia	Zona de Bajas Emisiones de Madrid	

FUENTE: Elaboración propia.

eco-embalajes o el servicio internacional terrestre más ecológico del mercado, a través de «Total Zero». TNT Express, siguiendo con su compromiso medioambiental y su apuesta por la sostenibilidad, opera flotas con vehículos eléctricos en España, Reino Unido, Francia, Suiza, Italia, Países Bajos, China, Hong Kong, República Checa y Turquía. En España, TNT Express ya comenzó a utilizar triciclos eléctricos dentro del programa «City Logistics» de reducción de emisiones CO₂ en Barcelona y Madrid, que evitan la emisión de 1 tonelada de CO₂ anual.

Asimismo, otro de los pilares fundamentales de este innovador proyecto FREVUE es poner en funcionamiento un centro de consolidación o plataforma logística en el centro de Madrid, desde el que distribuir mercancías por medio de vehículos eléctricos a zonas de la capital medioambientalmente delicadas. Durante esa distribución se están recogiendo cuantos datos ayudan a estudiar la mejora del uso de puntos de recarga en la ciudad de Madrid y el manejo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para optimizar la utilización de vehículos eléctricos.

DESARROLLO DEL PILOTO DEMOSTRADOR DE MADRID ▾

Solución logística para el reparto de última milla ▾

El objetivo del piloto de Madrid es demostrar que la generación actual de furgonetas y camiones eléctricos puede ofrecer una alternativa viable a los vehículos diésel y gasolina, especialmente cuando se combinan con sistemas de gestión logística innovadores y basados en tecnologías TIC. Este es precisamente el objetivo del desarrollo de la herramienta de gestión de flotas para vehículos eléctricos que ha liderado ITENE.

El proyecto ha establecido un centro de consolidación en Madrid, situado en el antiguo Mercado de Legazpi, desde el cual los vehículos eléctricos llevarán a cabo la distribución de mercancías de última milla de SEUR, TNT y CALIDAD PASCUAL independientemente. Desde ese centro de consolidación se realizará el reparto de

última milla en zonas céntricas de la ciudad de Madrid, utilizando para ello vehículos eléctricos.

Los vehículos eléctricos utilizados para la distribución de última milla son la Vito E-Cell de Mercedes Benz, la Kangoo Z.E. de Renault y la Daily Eléctrica de Iveco. Para la optimización del uso de estos vehículos eléctricos, por parte de ITENE se propone una herramienta de monitorización cuyas características principales se detallan en el siguiente apartado.

Detalle de la operativa de las empresas ▾

A continuación, se detalla la operativa seguida por cada una de las empresas participantes en el Proyecto FREVUE. (ver cuadro 1, 2 y 3, en la página siguiente)

Primeros resultados ▾

Uno de los aspectos clave que están contribuyendo al éxito de esta prueba piloto ha sido el establecimiento de una plataforma de consolidación o base micro logística, céntricamente situada, que requiriera de mínimas intervenciones, y a la que pudieran acceder camiones de cierto tamaño para trasvasar la mercancía a la flota eléctrica que se emplearía en el posterior reparto capilar.

Tras un proceso de búsqueda de posibles emplazamientos que comenzó en la primavera de 2013, se acordó la instalación de dicha plataforma logística en Legazpi; concretamente en una parte del antiguo Mercado de Frutas y Verduras cedida temporalmente por el Ayuntamiento madrileño para este fin. En dichas instalaciones se procedió asimismo a la instalación de la infraestructura de carga adecuada para los vehículos que se están utilizando en el proyecto, actuación que ha sido llevada a cabo por la empresa española IBIL.

En concreto, la infraestructura de recarga instalada incluye:

- 1 punto trifásico a 32 Amperios
- 1 punto trifásico a 16 Amperios
- 3 puntos de recarga monofásicos a 16 Amperios.

**CUADRO 2
DATOS DE LA OPERATIVA DIARIA DE TNT EN REVUE**

Vehículos	★ Renault Kangoo Z.E.	
	Horas al día trabajando	9
	Franja horaria	Mañana y tarde
Trabajo diario	Número de conductores	1
	Número de entregas	6 toneladas
	Kilómetros	19/48/500
Tipo de mercancía transportada	Paquetería	
Tipo de clientes	Empresas y particulares	
Localización y frecuencia de las entregas	Generalmente durante la mañana, empezado a las 9:30 am y finalizando por la tarde a las 17:30	
Área de influencia	Barrio de las Letras-Embajadores	

FUENTE: Elaboración propia.

**CUADRO 3
DATOS DE LA OPERATIVA DIARIA DE SEUR EN REVUE**

Vehículos	★ Renault Kangoo Z.E.	
	Horas al día trabajando	9
	Franja horaria	Mañana y tarde
Trabajo diario	Número de conductores	1
	Kilómetros	6 toneladas
	Kilómetros	50-100 km
Tipo de mercancía transportada	Paquetería	
Tipo de clientes	Empresas y particulares	
Localización y frecuencia de las entregas	Generalmente durante la mañana, empezado a las 9:00 am y finalizando por la tarde a las 18:00	
Área de influencia	Desde Plaza de España a Moncloa.	

FUENTE: Elaboración propia.

Estas actividades de reparto comenzaron el pasado 17 de febrero de 2014, y se prolongarán por un periodo de aproximadamente dos años. El proyecto, que cuenta con un presupuesto de casi un millón de euros, del que la Unión Europea aporta más del 50 por ciento, y el resto llega de los socios españoles y el Ayuntamiento. Esto está permitiendo que los operadores logísticos cuenten actualmente con 4 vehículos eléctricos comerciales de distintas tipologías para el desempeño de su actividad diaria.

Los buenos resultados preliminares hacen presagiar que, en términos de gestión de la ciudad, podría ser una medida a replicar en otros emplazamientos a corto o medio plazo. En este sentido, los primeros resultados, que aún están en fase de evaluación, muestran unos datos de ahorro de 4 toneladas de CO₂ por vehículo y año¹, lo que da una idea del potencial ahorro en emisiones no sólo de CO₂, sino de óxidos de nitrógeno o partículas si este tipo de soluciones se generalizara. Hay que tener en cuenta que, de acuerdo a datos de 2009, tan sólo el municipio de Madrid contaba con 234.301 furgonetas y camiones censados, cifra que aumentaba hasta los 643.687 para el conjunto de la Comunidad de Madrid, siendo en su gran mayoría vehículos diésel.

Las ventajas no sólo se generan desde el punto de vista ambiental (calidad del aire y ruido), sino también

desde el punto de vista de operatividad y costes. Este segundo aspecto es fundamental para los operadores logísticos. Después de estos primeros meses de funcionamiento, los socios participantes están evaluando los ahorros que supone utilizar flota eléctrica en términos de combustible y mantenimiento de los vehículos, y los números son claramente favorables. A este hecho se une el que la mayoría de las ciudades, Madrid incluida, contemplan incentivos y ventajas para los vehículos comerciales menos contaminantes, lo que añade ventajas operativas en lo que a la definición de la logística diaria se refiere.

En cuanto a cifras de actividad de cada uno de los operadores participantes en el proyecto se tiene que (1):

- Calidad Pascual: 6.000 kg transportados al día en 44 servicios diarios realizados
- TNT: 200 kg transportados al día en 20 servicios diarios realizados
- SEUR: 400 kg transportados al día en 75 servicios diarios realizados

Asimismo, destacar que, por ejemplo, Calidad Pascual está ya trabajando en el desarrollo de dos proyectos pilotos en la misma línea en Barcelona y un tercero en Málaga debido al éxito de la iniciativa pionera de Madrid, mientras que otro de los operadores logísticos colaboradores en el proyecto, TNT, reconoce el ahorro

en transporte que supone centralizar estas tareas de distribución, y ya tiene en marcha la introducción de un segundo vehículo eléctrico.

Desde el punto de vista municipal, y más allá de los motivos ambientales mencionados, la ciudad de Madrid considera que del proyecto pueden derivarse otros interesantes beneficios, tales como:

- Contribuir al desarrollo de nuevos modelos de negocio, a partir de la mejora de la eficiencia en el sistema de distribución urbana de mercancías, probando innovadoras soluciones tecnológicas que contribuyan al desarrollo de nuevas líneas de innovación y dinamización económica.
- Proporcionar mayor visibilidad a nuevas tecnologías de movilidad que aportan beneficios ambientales y contribuyen a sensibilizar a la ciudadanía.
- Posicionar a la ciudad y a las entidades, instituciones y empresas colaboradoras como referencias punteras a nivel nacional y europeo mediante el intercambio de experiencias con otras ciudades.
- Y en definitiva, mantener el impulso municipal de la movilidad sostenible y contribuir a la mejor implantación de las diferentes políticas y estrategias públicas, incluido, por supuesto, el propio Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad.

Uno de los aspectos que está ayudando especialmente a los operadores logísticos a realizar el seguimiento del funcionamiento de la flota eléctrica empleada, y de como ésta se adapta a sus requerimientos, es la utilización de la herramienta desarrollada por ITENE, que permite monitorizar en tiempo real el funcionamiento de los vehículos eléctricos empleados en el proyecto piloto.

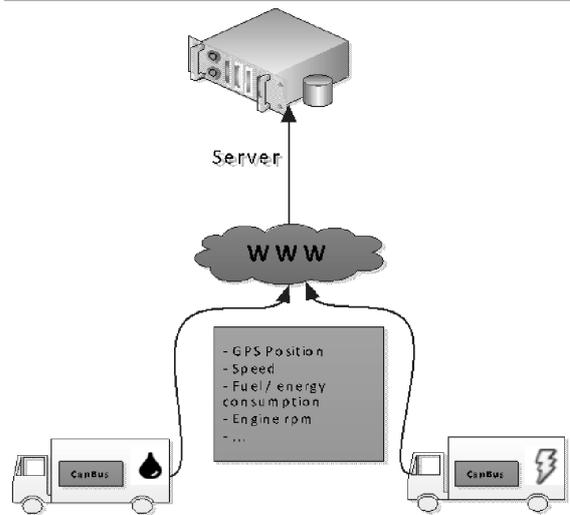
A tal fin, y previo acuerdo con los fabricantes de los vehículos empleados en el proyecto, se han instalado unos *data loggers* que recogen en tiempo real datos tales como la posición GPS, la velocidad, el consumo eléctrico, el nivel de batería, la autonomía restante, las horas de conducción y los arranques y paradas realizados. Toda la información es accesible en tiempo real por los propios operadores logísticos, que pueden así realizar el seguimiento de sus operaciones. Así mismo, la herramienta permite elaborar informes de seguimiento a partir de unas plantillas establecidas, con gráficas de los distintos parámetros medidos, para un mejor control y seguimiento.

DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE MONITORIZACIÓN

Objetivos

Tal como se ha mencionado anteriormente, uno de los objetivos del piloto de Madrid es el desarrollo y testeo de una herramienta de gestión de flotas de vehículos eléctricos que permita la monitorización en tiempo real de los parámetros más relevantes en la conducción y operativa de distribución mediante este tipo de vehículos.

FIGURA. 1
ESQUEMA DE LA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DE FLOTAS



FUENTE: Elaboración propia.

El objetivo de la herramienta es la monitorización en tiempo real de la actividad y rendimiento de los vehículos eléctricos. Los parámetros claves que se monitorizan son:

- Posición GPS
- Velocidad
- Consumo electricidad
- Nivel de batería
- Autonomía
- Horas de conducción
- Arranques y paradas
- Temperatura

En la actualidad, esta herramienta permite gestionar eficazmente las recargas eléctricas y las rutas de reparto de «última milla» de los 3 operadores logísticos que participan en el proyecto: SEUR, TNT y CALIDAD PAS-CUAL.

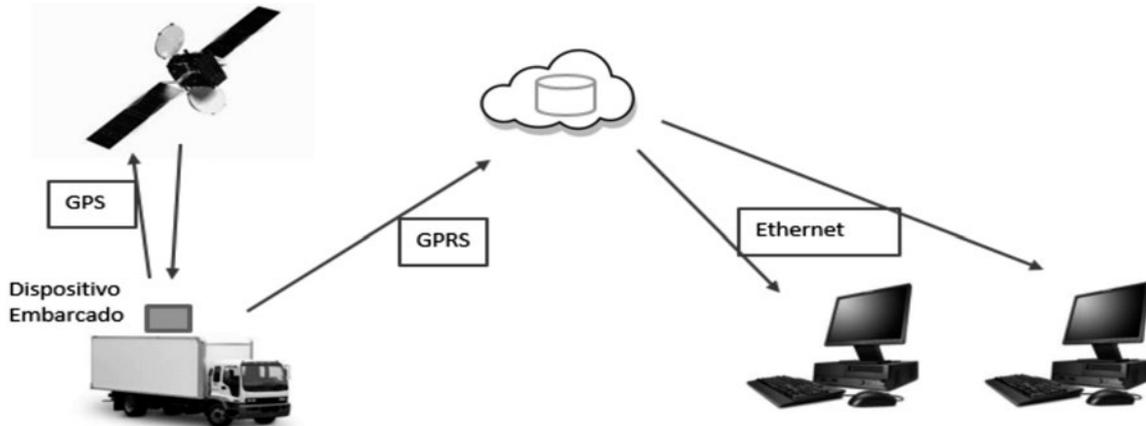
La figura 1 muestra el esquema de la herramienta de gestión de flotas desarrollada que puede ser utilizada tanto en vehículos eléctricos como en vehículos convencionales con el fin de comparar sus rendimientos:

A continuación, en el siguiente apartado, se explican las características técnicas de la herramienta y de los mecanismos para la obtención de datos del rendimiento de los vehículos.

Características técnicas de la herramienta

La herramienta de monitorización consta de dos elementos principales: un sistema de adquisición de da-

FIGURA 2
ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA HERRAMIENTA DE MONITORIZACIÓN



FUENTE: Elaboración propia.

tos embarcado en el vehículo y de un *software* de gestión de flotas.

El sistema embarcado extrae los datos de la red CAN BUS (acrónimo del inglés *Controller Area Network*) del vehículo eléctrico. La red CAN BUS es el sistema de transmisión de mensajes en entornos distribuidos que utilizan todos los sensores y nodos del vehículo, y por ella circula todo tipo de información tal como la velocidad, el porcentaje de batería remanente, el consumo eléctrico acumulado, la posición del freno y acelerador, etc. Se puede decir, en términos generales, que el CAN BUS es un protocolo de comunicación que actúa como la columna que vertebra toda la electrónica de los coches, tanto convencionales como eléctricos.

Desde hace unos años, la electrónica se ha hecho un hueco importante en los automóviles. La aplicación masiva de sistemas electrónicos de control y regulación en el vehículo motorizado como por ejemplo el control del cambio, el control electrónico del motor o de la bomba de inyección, el sistema antibloqueo (ABS), el sistema de tracción antideslizante (ASR), el control de estabilidad (ESP), el ordenador de a bordo, etc. requieren una interconexión en red de las diversas unidades de control.

Por este motivo, dado que no es posible conectar los dispositivos electrónicos que se instalan en los vehículos mediante cables directos punto a punto, en 1992 se definió un protocolo de comunicaciones CAN para el sector automoción. CAN es el acrónimo de *Controller Area Network* y el término *bus* se debe a su topología en forma de bus. De esta forma, las interfaces de los sistemas de comunicación desarrollados especialmente para vehículos motorizados, han pasado de ser interfaces convencionales a interfaces en serie como el CAN (*Controller Area Network*).

En términos sencillos, se podría decir que en los vehículos actuales existe un solo que recorre el vehículo al que se van conectando los diferentes aparatos elec-

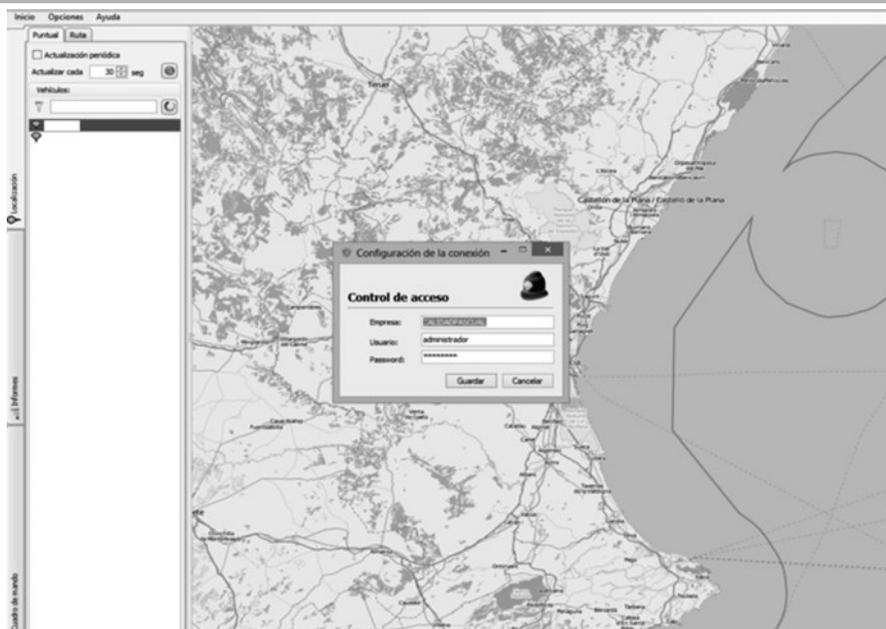
trónicos que necesitan comunicarse. De esta forma se reduce la cantidad de cables que se necesitan en el coche para conectar entre otros los dispositivos como los elevalunas eléctricos, el climatizador, el cierre centralizado, el techo solar, los asientos eléctricos, la centralita de la inyección y todos sus sensores, el cuadro de instrumentos, los mandos en el volante o los sistemas multimedia. Cualquier dispositivo electrónico conectado al bus puede mandar mensajes y el resto le escuchan. Cada tipo de mensaje lleva un identificador. Este identificador representa el contenido del mensaje (por ejemplo, el número de revoluciones del motor en vehículos convencionales o el porcentaje de batería en vehículos eléctricos).

Otro uso de este protocolo es para los servicios de diagnóstico y la toma de datos del vehículo. Los coches tienen un conector especial llamado OBD que suele encontrarse debajo del volante. Este conector permite acceder a los buses CAN del automóvil. Con un adaptador podemos conectar un ordenador, smartphone o similar y así nos enteraremos de todo lo que se cuece en el interior de nuestro coche. De hecho, este conector es el que se ha utilizado para la monitorización de los vehículos eléctricos participantes en FREVUE.

Por otra parte, la herramienta embarcada tiene además un dispositivo de geoposicionamiento GPS que permite localizar inequívocamente el vehículo en tiempo y espacio. Todos estos datos son enviados mediante una conexión GPRS –General Packet Radio Service o Servicio General de Paquetes vía Radio– a un servidor central, y almacenados en tiempo real para el uso por el software de gestión de flotas. Los elementos principales de la herramienta de monitorización se describen en la figura 2.

Hay que tener especial cuidado con el protocolo CAN BUS que utiliza el vehículo, pues generalmente varía según modelo y marca. Para asegurar una correcta adquisición de todos los datos, el sistema de embarcado los convierte antes de ser enviados al estándar FMS

FIGURA 3
LOGIN DEL USUARIO: APLICACIÓN WEB CON ACCESO RÁPIDO DESDE ESCRITORIO



FUENTE: Imagen extraída de la herramienta desarrollada por ITENE.

(FMS Standard, 2015), un estándar de comunicación basado es el protocolo de comunicación J1939 para el envío de datos por CAN BUS. El J1939 (SAE, 2015) es un protocolo de mensajería de alto nivel que define el funcionamiento de la comunicación entre las diferentes Unidades de Control Electrónico (ECUs, Electronic Control Units, por sus siglas en inglés) en el CAN BUS físico de un vehículo.

El almacenamiento de datos en el servidor central se basa en un servicio de escucha permanente, que captura los datos llegados al puerto de comunicaciones y los introduce en la base de datos postgresSQL maestra del sistema. Los datos aquí introducidos son redirigidos a una segunda base de datos por empresa para asegurar un funcionamiento autónomo e independiente entre las diferentes empresas que utilicen el servicio.

La aplicación cliente del sistema es la que utilizan los usuarios del sistema para conectarse a la base de datos, extraer la información deseada y procesarla. De esta forma, la herramienta desarrollada permite la monitorización del vehículo en tiempo real desde centro de operaciones de las empresas sin interferir en las actividades diarias de los conductores. En este sentido, otro beneficio de este tipo de herramientas aplicada en este caso a vehículos eléctricos, es el registro automático de datos para análisis de aspectos como tiempos de conducción, rutas de reparto, condiciones de tráfico, productividad de los servicios, costes y beneficios ambientales

Funcionalidades ▾

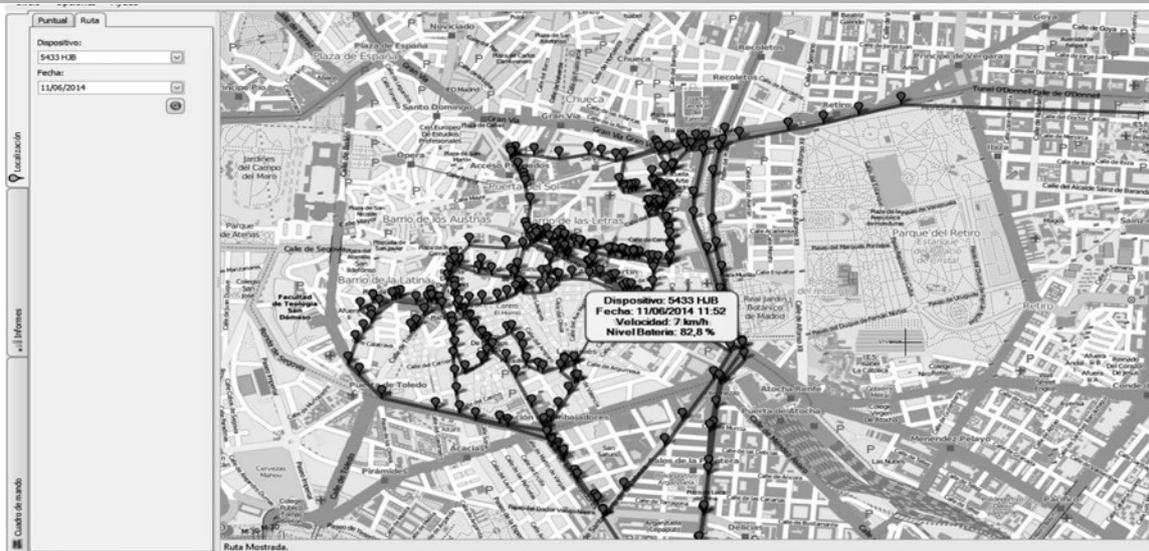
Entre las funcionalidades de la herramienta de gestión de flotas de vehículos eléctricos destacan las siguientes:

- Dispone de un fácil acceso por parte del usuario mediante soporte Web y aplicación de escritorio (ver ejemplo figura 3).
- Dispone de localización de los vehículos en tiempo real (ver ejemplo de la figura 4, en la página siguiente)
- Permite la optimización de rutas a través de la continua monitorización del nivel de batería y autonomía del vehículo .
- Proporciona informes de actividad de los vehículos con la posibilidad de añadir una representación gráfica de aspectos relativos a la conducción eficiente o al efecto que tienen en el rendimiento de los vehículos eléctricos parámetros como la temperatura, la carga transportada, la inclinación de la ruta, las condiciones de tráfico, la vida de la batería, etc.
- Ofrece además la posibilidad de establecer sistema de alertas para detectar excesos de velocidad, de consumos, de duración de paradas, etc.

Asimismo, conviene mencionar también que la herramienta desarrollada, además de fomentar la conducción eficiente, también es aplicable a vehículos convencionales por lo que permite comparar rendimientos de distintos tipos de vehículos en términos de eficiencia, productividad, costes o impacto ambiental.

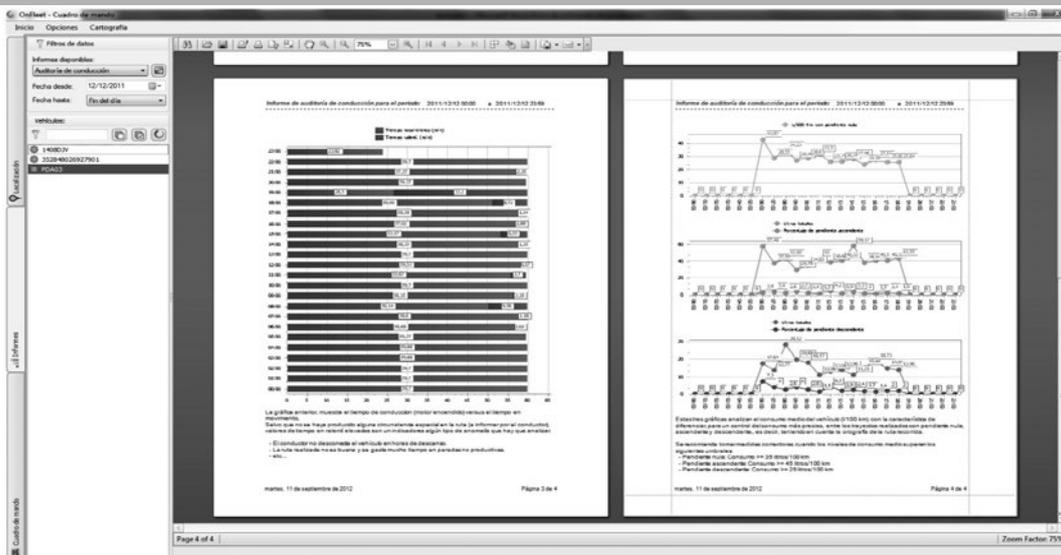
Toda esta información, se traslada a los informes de actividad del vehículo eléctrico que son accesibles para los usuarios de la herramienta. Estos informes presentan los principales parámetros de actividad para cada vehículo eléctrico monitorizado. Los informes de actividad de los vehículos permiten extra por día, semana o mes los siguientes indicadores:

FIGURA 4
EJEMPLO DE POSICIONAMIENTO DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO Y REGISTRO DEL RECORRIDO



FUENTE: Imagen extraída de la herramienta desarrollada por ITENE.

FIGURA 5
EJEMPLO DE INFORME DE ACTIVIDAD DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO



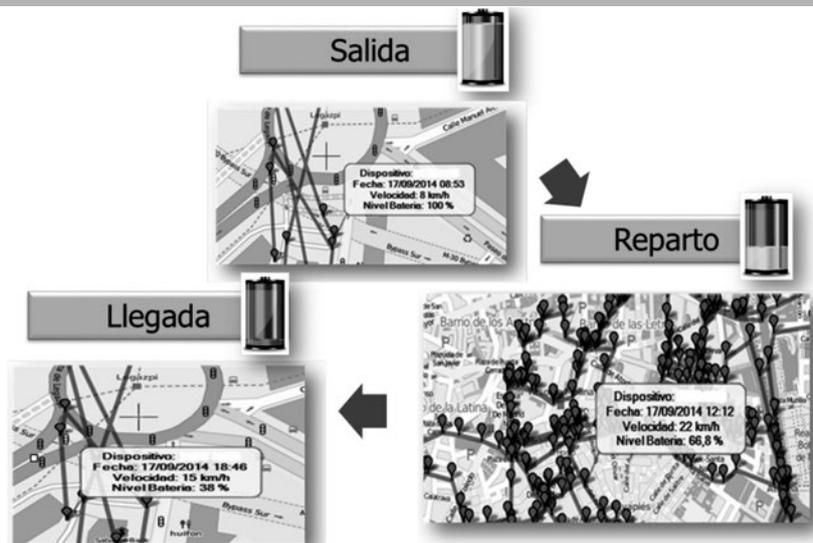
FUENTE: Imagen extraída de la herramienta desarrollada por ITENE.

- Kilómetros recorridos (km).
- Consumo de energía (kWh).
- Consumo medio (kWh/100km).
- Tiempo de operación (horas).
- Velocidad media y máxima (km/h).
- Servicios realizados (#).
- Peso transportado (kg).
- Productividad (núm. servicios / km).
- Costes por servicio (€).
- Tiempo medio por servicio (minutos).

De esta forma, tal y como muestra la figura 5, la herramienta permite obtener información gráfica sobre:

- El consumo eléctrico de cada vehículo.
- El efecto de la temperatura en el rendimiento de la batería.
- El efecto de los ciclos de la batería (vida útil) en el rendimiento de la batería.
- El efecto del peso transportado en los consumos eléctricos.
- El efecto de arranques y paradas en el rendimiento de la batería.

FIGURA 6
EJEMPLO DE MONITORIZACIÓN DE VEHÍCULOS EN TIEMPO REAL



FUENTE: Elaboración propia.

- El efecto de la pendiente de la ruta en los consumos eléctricos.
- El efecto del estilo de conducción en el funcionamiento del freno regenerativo.

A modo de resumen, entre los principales beneficios de esta herramienta para los operadores logísticos conviene destacar los siguientes:

- La posibilidad de monitorización del vehículo en tiempo real desde centro de operaciones de la empresa.
- La posibilidad de optimización de rutas y servicios a través de:
 - la planificación de las rutas de reparto de la empresa
 - la planificación de los pasos por puntos de recarga
- Registro automático de datos para análisis de, entre otros, los siguientes aspectos:
 - los tiempos de conducción
 - las rutas
 - las condiciones de tráfico
 - la conducción eficiente por parte de los conductores
 - la productividad de los servicios
 - los costes de los servicios
 - los beneficios ambientales basados en la reducción de emisiones contaminantes (CO₂, NOX, Partículas, etc.)

Todo esto permite aumentar la eficiencia y productividad de las entregas y recogidas a realizar por parte de los conductores de las empresas participantes en el proyecto como son SEUR, TNT y CALIDAD PASCUAL, teniendo información en todo momento del estado de la batería desde el centro de operaciones de la empresa tal y como se muestra en la figura 6.

En la figura 6 se pueden observar los parámetros monitorizados en todo momento como son la fecha y hora, la velocidad en cada instante y el nivel de batería, factor crítico a controlar en el caso particular de los vehículos eléctricos cuya autonomía es limitada. En este sentido, cabe añadir que el sistema puede servir de herramienta de aprendizaje para los conductores quienes no están acostumbrados a conducir este tipo de vehículos. Disponer de los rendimientos de la batería en función de la ruta, carga, hora del día puede ser de mucha utilidad de cara a optimizar al máximo la autonomía de los vehículos y a fomentar la conducción eficiente por parte de los conductores.

Asimismo, es una herramienta de mucha utilidad para los jefes de operaciones quienes pueden controlar los rendimientos de distintos vehículos eléctricos de su flota desde el centro de operaciones, así como obtener informes de actividad a posteriori para mejorar la eficiencia de los repartos día a día.

CONCLUSIONES ↓

A modo de conclusión, es importante resaltar los beneficios de la herramienta de gestión de flotas de vehículos eléctricos desarrollada por ITENE dentro del proyecto FREVUE. Entre estos beneficios se encuentra la optimización de rutas y servicios, a través de la planificación de las rutas de reparto y de los pasos por puntos de recarga gracias a la información en tiempo real que aporta la herramienta. Por otra parte, y al tratarse de vehículos que son nuevos para la mayoría de los conductores y empresas, la herramienta fomenta la conducción eficiente ya que permite el aprendizaje en base al análisis de la actividad del vehículo.

Además, y tal y como se ha mencionado anteriormente, la herramienta desarrollada permite la monitoriza-

ción del vehículo en tiempo real desde el centro de operaciones de las empresas sin interferir en las actividades diarias de los conductores. En este sentido, otro beneficio de este tipo de herramientas aplicada en este caso a vehículos eléctricos, es el registro automático de datos para el análisis de aspectos como tiempos de conducción, rutas de reparto, condiciones de tráfico, productividad de los servicios, costes y beneficios ambientales.

Por último, conviene mencionar también que la herramienta desarrollada, además de fomentar la conducción eficiente, también es aplicable a vehículos convencionales por lo que permite comparar rendimientos de distintos tipos de vehículos en términos de eficiencia, productividad, costes o impacto ambiental.

Para finalizar, conviene remarcar que este tipo de iniciativas en las que las administraciones y el tejido económico y social colaboran estrechamente, permiten desarrollar soluciones innovadoras que ayudan a hacer de nuestras ciudades mejores lugares para vivir, ciudades más amables y sostenibles que contribuyen al mejor desarrollo de nuestra sociedad.

NOTAS

- [1] Estimando una distancia media recorrida al día de 75 kilómetros; durante 250 días al año; considerando un factor de emisión del diésel de 2,67 kgCO₂eq. Por cada litro consumido (Referencia: Norma UNE-EN 16258:2013 «Metodología para el cálculo y la declaración del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero en los servicios de transporte de mercancías y de pasajeros»); y comparándolo con una furgoneta diésel convencional que consume 8 litros por cada 100km.

BIBLIOGRAFÍA

- AYUNTAMIENTO DE MADRID (2014). Informe del Estado de la Movilidad de la Ciudad de Madrid 2013. 6º Informe del Estado de la Movilidad de la Ciudad de Madrid 2013. Diciembre de 2014. Disponible en < www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCMovilidadTransportes/MOVLIDAD/InformeEstadoMovilidad/ficheros/Sexto%20Informe%20Estado%20Movilidad%202013.pdf >
- BOE (2011), Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Ministerio de la Presidencia, Madrid. Disponible en < www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-1645 >
- ECOLOGISTAS EN ACCIÓN (2014). La calidad del aire en el Estado español durante 2013. Hecho público el 8 de octubre de 2014. Disponible en < www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe_calidad_aire_2013.pdf >
- ERTRAC (2014.) «European Road Transport Research Advisory Council. Urban Freight research roadmap». Consejo Consultivo Europeo de Investigación del Transporte por Carretera. Noviembre 2014. Disponible en: < www.ertrac.org/uploads/documentssearch/id36/ERTRAC_Alice_Urban_Freight.pdf >
- FMS Standard (2015). Disponible en: < www.fms-standard.com >
- FREVUE (2013). Vehículos eléctricos en la Europa Urbana. «Freight Electric Vehicles in Urban Europe». Séptimo Programa Marco de la Unión Europea. «Seventh Framework Programme» (FP7). Grant agreement no.: 321622. Disponible en < www.frevue.eu >
- IEA (2014). «International Energy Agency. CO₂ emissions from fuel combustion highlights». Agencia Internacional de la Energía. Emisiones de CO₂ de la combustión de combustibles. Disponible en < www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsFromFuelCombustionHighlights2014.pdf >
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013). Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural. Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial. Plan Nacional de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera 2013-2016. Plan AIRE. Disponible en < www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/medioambiente/Documents/PLAN_AIRE_2013-2016_tcm7-271018.pdf >
- OMS (2014). Organización Mundial de la Salud. World Health Organisation. Air quality deteriorating in many of the world's cities. Disponible en < www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-quality/en/ >
- SAE (2015). Sociedad de Ingeniería Automotriz SAE. Disponible en < www.sae.org/digitalibrary/corporate/small-business/1939/ >