



CARGADORES

para autobuses
eléctricos y de
hidrógeno

Redactor: Luis Fernando Prieto

La carga de vehículos eléctricos empieza a ser una cuestión importante para todas las empresas de autobuses y por eso, en este especial, hemos querido dar unas pinceladas sobre los fabricantes de los sistemas y las experiencias de los operadores que ya los han implementado.



Cargadores Lentitud BUROCRÁTICA y demora en las autorizaciones

CAMINO SIN RETORNO

El transporte urbano en autobús es el mayor campo de pruebas del vehículo eléctrico en España. Las flotas eléctricas de autobuses no dejan de crecer; los cargadores y baterías presentan cada vez mayores estándares de calidad y duración. Las instalaciones evolucionan en dotación, y el personal goza de una formación cada vez más especializada.

Sin duda, el autobús se ha convertido en la punta de lanza del camino más serio que, hasta la fecha, ha tenido la electromovilidad en España.

Pero, uno de los hándicaps a los que hoy se enfrentan las flotas de autobuses en su proceso de electrificación, es el de las instalaciones para la carga de los nuevos buses eléctricos. En este especial hemos querido indagar en este terreno, analizando la oferta de los fabricantes de sistemas de carga, su costo, su nivel de seguridad o las ayudas que existen para su implantación.

Además, hemos indagado en las experiencias de los operadores que ya cuentan con instalaciones de carga y buses eléctricos y os contamos cómo les va con todo ello.

Analizamos lo que cuestan las instalaciones, el tiempo de implantación, su seguridad, las ayudas y la experiencia de operadores con flotas eléctricas y sistemas de carga.



FABRICANTES DE CARGADORES

La empresa americana DHEMAX es una firma especializada en dar soluciones 360 para flotas eléctricas, desde la migración de una flota de combustión hasta la implementación y la operación de sistemas de carga para buses eléctricos. Y todo, en un plan elaborado para que sea rentable, sostenible y escalable.

El responsable de la expansión de la marca en España y Europa, Felipe Zegers, nos comenta lo complejo que supone definir el coste de un cargador en razón de las diferentes necesidades y características de cada flota. “Todo depende de la operación y los requerimientos, de variables como el número de cargadores, la potencia de los mismos y el tiempo de descanso”.

Para la empresa Gbister, el coste de una instalación es algo que también depende mucho de los requerimientos del cliente, y de la potencia disponible. No obstante, intentando ser más concretos, nos comentan que para buses que tegan 10 horas de parada nocturna y una capacidad de batería de 450kWh, con un cargador de una potencia de 50kW habría suficiente que no tendría un elevado coste. Pero el coste sería diferente con otras condiciones, nos aclaran. Si por el contrario si los autobuses solo hacen una parada nocturna de cinco horas, la potencia debería ser de al menos 100kW, incrementando el coste, no solo del equipo, sino de la instalación eléctrica (a más potencia, necesidades más potentes y costosas, aclaran).

Gbister fija el número mínimo de cargadores necesarios en uno de manguera doble por coche. “El problema en estas instalaciones, viene cuando el número de cargadores demanda una potencia superior a la que la mayoría de las instalaciones de los polígonos tienen”. Esto requiere solicitar la instalación de un centro de transformación, y llevar la corriente en media tensión hasta las instalaciones de la empresa. “Aquí es realmente donde se dispara la inversión” -afirma Gbister- “el precio de los equipos es mínimo en comparación”.



COSTE DE LOS CARGADORES

Pero ¿qué coste tiene realmente un cargador de bus eléctrico?

El responsable de DHEMAX nos da la misma visión y añade: “En este proceso de migración al bus eléctrico, primero es importante que el coste de la operación de la empresa no se vea afectada, en segundo lugar, que sea rentable y en tercer lugar que sea sostenible, dependiendo esto último de la potencia de los cargadores.

Cuando se habla de coste total, es importante que se incluya el vehículo, el cargador, la energía y el mantenimiento. Y que cuando avance la vida útil del vehículo, el valor residual sea aún mayor que el anterior autobús de combustión o gas, “ahí se sabrá realmente el coste de un cargador o una instalación”. Con todo, y teniendo en cuenta, la enorme influencia de los factores variables en cada proyecto, **un cargador se podría valorar en un coste de entre 20.000 y 40.000 euros, nos aclara.**

Una buena solución es el empleo de cargadores con más de una salida

CUÁNTOS CARGADORES Y DÓNDE....

MEJOR CERCA DE LOS VEHÍCULOS

Relacionado con el coste, pero sobre todo con una planificación adecuada de las necesidades de carga, desde Jema Energy se incide en que “el correcto dimensionamiento de la infraestructura de recarga de una cochera de buses eléctricos es muy importante para la optimización del proceso de carga. Si se dispone de espacio, la mejor solución es la instalación de los cargadores cerca de los vehículos pero, en caso contrario, hay diversas opciones; instalando los cargadores en áreas habilitadas para ello y accediendo hasta los vehículos mediante cajas satélite de pequeño tamaño instaladas junto al punto de carga del vehículo”, afirmó su Key Account Manager, Eduardo Segura.

Por otra parte, una buena solución consiste en el empleo de cargadores con más de una salida con el consiguiente ahorro tanto económico como de espacio. Además, “estos cargadores multi-salida permiten el reparto dinámico de la carga, de forma que la potencia se reparte según las necesidades de cada vehículo y, si sólo hay un vehículo conectado, podrá recibir la potencia total del cargador, obteniendo una carga más rápida”.

Según los responsables de Gbister, los tiempos van en requerimiento del cliente, “pero hoy en día el 99% de las flotas están con carga nocturna. Hemos llegado a unas capacidades de batería que permiten que los vehículos funcionen el día entero sin problema. Por tanto, la carga nocturna es la opción más utilizada”.

Algunos trabajos que están fortaleciendo a estas firmas especializadas y que clarifican que cada instalación dependa de factores diferentes. En el caso de DHEMAX, nos ofrece ejemplos como una estación de 36 cargadores para 44 autobuses, oficinas y zona de lavado, que supuso un plazo de instalación y chequeo de ocho meses. O otra instalación de 114 cargadores y 400 autobuses, siendo un proyecto mucho más ambicioso, con un plan de rentabilidad más ágil y que llevó un total de 18 meses.

Desde Jema Energy, destacan que “el tipo de carga que se quiere adoptar en cada ciudad es una decisión que se debe tomar desde el principio del proyecto, ya que afecta a la selección de los buses, por la capacidad de sus baterías y por el tipo de conexión al cargador (manguera o pantógrafo)”. Si se opta por una carga lenta nocturna de entre cuatro y seis horas, se pueden emplear cargadores de menor potencia, sin embargo, las baterías deberán estar dimensionadas para durar toda la jornada. Por el contrario, si se opta por cargas de oportunidad al final de cada trayecto, se deberán implementar cargadores de alta potencia y pantógrafos mientras que los buses estarán equipados con baterías de mucha menor capacidad. “Estas cargas se pueden realizar en menos de cinco minutos, por lo que no afectan al servicio al realizarse al final de la línea”, indica Eduardo Segura.

En cualquier caso, el uso de pantógrafos no es exclusivo de las cargas de alta potencia. También son de gran utilidad para lograr una total automatización del proceso de carga, sin intervención humana. Para ello, se instalan pantógrafos en todas las plazas de las cocheras, tanto de tipo ascendente (panto-up) como invertido (panto-down), y estos se activarán automáticamente durante la noche siguiendo las órdenes del software de gestión de la cochera. “Ejemplos de este tipo de cocheras automatizadas se pueden encontrar en Madrid, Barcelona, San Sebastián y Zaragoza. En Jema tenemos una gran experiencia en ambos tipos de carga, con varios ejemplos instalados por toda Europa”, afirma su Key Account Manager Eduardo Segura.

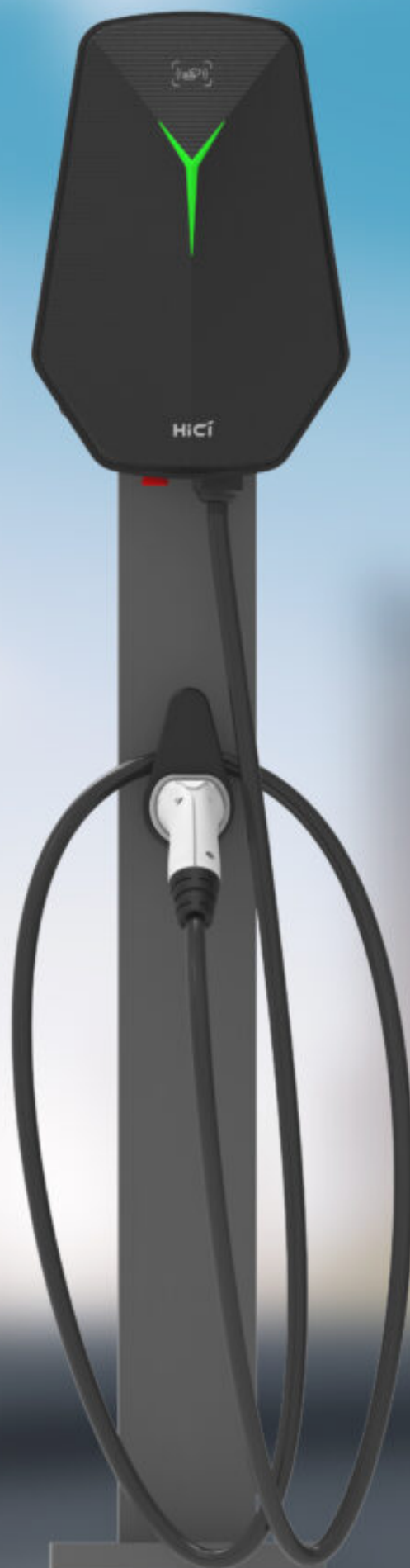
PINCELADAS SOBRE LA ELECTRIFICACIÓN EN OTROS LUGARES DEL MUNDO

DHEMAX promueve la electrificación de flotas a nivel mundial, y en materia de costes y ahorro, ha acumulado una gran experiencia que le sirve para trasladar el enorme beneficio en materia económica que obtienen los operadores con la electrificación. Unos beneficios que se producen en un periodo que oscila entre los dos y los cuatro años, en función de la envergadura de la inversión y de la implantación de la infraestructura.

Con gran trayectoria en China y Chile, los dos países con mayor flota de autobuses eléctricos del mundo, el balance que se hace por parte del gobierno de Chile, es que en 2026 se llegará a un 70% del total de la flota del país con autobuses eléctricos; unos 4.600, en un proyecto que empezó en 2017, apenas hace ocho años, lo que ha supuesto un ahorro de más de 800 millones de dólares hasta la fecha.

¿Por qué este ahorro tan gigantesco?, simplemente por los ahorros de gastos corrientes en la operación y por un correcto diseño de la infraestructura de carga. “Me gustaría afirmar que en todos los casos se ahorra dinero, tenemos ejemplos de ahorro de grandes sumas, es rentable en la mayoría de los casos de última milla y en algunos de transporte pesado de camiones. Esas brechas se van a ir limando con el paso de los años. También lo vemos en el mercado, las grandes empresas, cuando termina la vida útil del diésel, migran automáticamente a eléctrico, lo hacen porque el modelo es bueno y funciona”, afirmó rotundo Zegers.

La empresa que dirige Zegers en España ha liderado la migración a eléctrico de más de 2.200 autobuses hasta la fecha.



LA SEGURIDAD DE LAS ESTACIONES DE CARGA

La seguridad de autobuses e instalaciones despierta cierta preocupación entre los operadores de flotas de autobuses. Las cuestiones están muy claras. Las infraestructuras de recarga de autobuses eléctricos en cocheras son instalaciones eléctricas en baja tensión, sujetas a los mismos requerimientos de estas y ofrecen las mismas garantías. Jema Energy confirma que “están dotadas de los correspondientes aislamientos y protecciones eléctricas, tanto en AC como en DC. Adicionalmente, los cargadores que conforman las infraestructuras de recarga cumplen las normas de seguridad de producto específicos, que verificamos con entidades acreditadas”.

DHEMAX va un paso más allá y recuerda que “se parte de que estadísticamente los vehículos eléctricos en general tienen muchos menos incendios que los vehículos a combustión, en los 2.200 autobuses eléctricos que circulan diariamente en Chile aún no hubo ninguno. Y en segundo lugar, cuando hay un incendio, normalmente los sistemas de protección de un vehículo eléctrico son mejores que los de un vehículo a combustión”, señaló Felipe Zegers, que continuó con unos ejemplos importantes.

“Desgraciadamente, hemos podido comprobar con actos vandálicos muy graves en Chile, con quema de autobuses, enteros, sin contemplaciones, por graves acontecimientos que hubo en el país en el año 2019, y no hay ni punto de comparación de cómo queda el estado de un autobús a combustión y otro eléctrico tras un incendio, la batería quedó intacta en este último”.

“Nosotros como fabricantes, cumplimos con todas las protecciones obligatorias, pudiendo incorporar otras opcionales como por ejemplo la detección y extinción de incendios automática”, afirman también desde Gbister.

En Europa, sí se ha hecho hincapié en más sistemas de seguridad, que minimicen el riesgo de propagación en caso de incendio, muros de protección cada cuatro autobuses, por ejemplo, también en los propios vehículos se están instalando estructuras para colapsar posibles incendios lo antes posible. Otros elementos de protección también se instalan en los mismos cargadores, pero con la misma intención, evitar una posible propagación, ya que, al no haber batería en el cargador, el riesgo ya es residual y totalmente extraordinario.

En Europa se ha hecho hincapié en más sistemas de seguridad para instalaciones de carga eléctrica que minimicen el riesgo de propagación en caso de incendio como muros de protección cada cuatro autobuses, por ejemplo. También en los propios vehículos se están instalando estructuras para colapsar posibles incendios lo antes posible. Otros elementos de protección también se instalan en los mismos cargadores, pero con la misma intención, evitar una posible propagación, ya que, al no haber batería en el cargador, el riesgo ya es residual y totalmente extraordinario.

¿AYUDAS?



Una de las cuestiones en las que más coinciden los agentes del sector es que la electrificación no avanza más rápido por la falta de ayudas. Se puede decir que esta migración tan vertiginosa en Chile se produjo sin ayudas específicas al vehículo eléctrico. “Es decir, en todos los países del mundo, prácticamente, se dan ayudas al transporte público, al transporte en general, cuando se empezó este camino, las ayudas al transporte eléctrico no eran adicionales, competían al mismo nivel que las de combustión en materia de ayudas, y se demostró rápidamente que seguía siendo más rentable lo eléctrico que el diésel”, indicó Zegers de DHEMAX.

Jema Energy constata que los fondos europeos están siendo vitales en este aspecto. “Tanto la adquisición de los vehículos como la infraestructura de carga se realiza actualmente con la ayuda de fondos europeos, como los Next Generation, al tratarse de grandes inversiones iniciales que, afortunadamente, se compensan con el coste bastante inferior de la recarga eléctrica frente al repostaje de combustibles fósiles”.

Felipe Zegers, de DHEMAX, matiza que “el concepto que hay que cambiar en esta coyuntura es el de las formas de financiación”, la dificultad de emigrar a eléctrico no es un problema de “si es más caro o es más barato”, es un problema de formas de financiación. Hay que hacer entender a los bancos que la electrificación no se puede adaptar a las formas más convencionales de financiación, sino que ha de ser al revés. Los bancos deben entender que son grandes inversiones, entre los autobuses y los sistemas de carga, con un retorno de la inversión con un plazo de 2 a 4 años. Deben diseñar productos financieros adaptados a la nueva realidad que supone la electrificación. Y, además, por supuesto acompañarlo de fondos estatales y comunitarios, en planes que han de ser más continuos.

Por su parte, la marca Gbister nos comenta que ha desarrollado planes en función del tamaño de la empresa, con ayudas que han ido desde el 20% al 50% de la inversión. “Estas ayudas si no se prorrogan, terminarán a final de este año”.

En ese sentido, continúan desde DHEMAX, “aún no se sabe por qué en España no se ha publicado el último plan de ayudas, España es cierto que ha ido un poco por detrás que otros países de Europa, con respeto a la financiación de buses, pero también es cierto que España ha tenido buenos números en crecimiento de buses y de furgonetas eléctricas en los últimos años. Y todo partiendo de las propias empresas españolas, que ya no han querido esperar más”.

Es de vital importancia conceptuar, en este aspecto de mercado, que el activo principal es la batería, que las ayudas han de ser a fondo perdido y que se conozcan mejor los modelos de cómo se evalúa una flota eléctrica con respecto a seguros y a valores residuales del vehículo.

DHEMAX y otras empresas especializadas ya están trabajando con una serie de bancos para que puedan evaluar de forma adecuada, con datos contrastables, la depreciación de una batería, sus garantías y unos modos más fiable de evaluación de las inversiones.

Las ayudas en España acaban a finales de este año y la industria no entiende por qué no se ha aprobado un nuevo plan



Soluciones de **Transporte**

**DISBUS.**

Sistema de ticketing y pago en autobuses

**DISBUS Lite.**

Sistema de ticketing y pago en autobuses

**DISBUS 360.**

Sistema de ticketing y pago en autobuses

**DISBUS V.**

Sistema de ticketing y pago en autobuses



ADSCREEN. App para pedir y reservar taxis.



TIMECAR. Sistema de gestión de flotas

**TIMEBUS.**

Sistema de ayuda a la explotación SAE

**TIMEBUS.**

Software integral para el transporte

**BUSKBUS.**

App informativa del tiempo de llegada del autobús

**NTAXI.**

App para pedir y reservar taxis.

**SMART COUNTER.**

Sistema de conteo de pasajeros

¿PLAZOS?

Uno de los aspectos más importantes a la hora de avanzar el proyecto de electrificación son los plazos de instalación de las plantas de carga. Diferenciando claramente entre carga pública y privada. En la primera, todos los agentes implicados coinciden que la lentitud es por la burocracia y la demora en las autorizaciones. En el ámbito privado los trabajos se pueden extender en un plazo medio de 12 a 18 meses, dependiendo de la potencia y siendo siempre principalmente en cocheras. La carga de oportunidad con pantógrafos aún es incipiente en España.

En cuanto a los tiempos de carga, la adaptación de las infraestructuras es clave, y va en función del tiempo que tenga el bus para cargar y el espacio. De algo más o menos normal que pueden ser seis o siete horas por la noche, hay otros vehículos; en función de la rotación, que requieren una carga rápida de tres o cuatro horas, pero todo dependerá del diseño de la estación de carga.

Jema Energy ha querido resaltar que su actividad se centra en el diseño y fabricación de cargadores para vehículos eléctricos pesados como autobuses y camiones. “Nuestros cargadores son completamente interoperables y pueden ser usados con todas las marcas de vehículos del mercado. Tenemos una gran experiencia en Europa, especialmente en España, Francia e Italia donde hemos desarrollado cocheras de todo tipo, así como cargadores de oportunidad en final de línea”, comenta Eduardo Segura.



Cabe destacar proyectos como el de Schaffhausen (Suiza), para vbsh, donde instalaron 13 cargadores de oportunidad de 600kW en una antigua cámara subterránea bajo la calle principal, conectados a 13 campanas de carga para pantógrafo ascendente instaladas a lo largo de dicha calle. También el proyecto de la cochera de Zona Franca de TMB en Barcelona, donde se suministraron 41 cargadores de 150kW completamente integrados dentro de la estructura soporte de la campana de conexión con el pantógrafo. Y, finalmente, el proyecto de la cochera de Carabanchel de la EMT de Madrid donde suministraron 60 cargadores, cada uno conectado a 3 pantógrafos invertidos que pueden cargar 3 autobuses a la vez, cada uno con 120kW, o un solo vehículo a 360kW.

DHEMAX cuenta en España con dos proyectos con empresas tan fuertes como ALSA o Mutua, y también opera en Portugal en alianza con otras firmas. La firma sigue evolucionando en países como México, con Metrobús en la capital, Colombia, Uruguay, Panamá, Chile por supuesto; donde además están abriendo camino a la migración de camiones y otros vehículos pesados. “Estamos seguros, que la apuesta tan fuerte que se está viviendo ahora en España dará también una velocidad de cruce en la electrificación de toda la flota nacional”, concluyó Felipe Zegers.

En el ámbito privado los tiempos de instalación de las plantas de carga se pueden alargar hasta 18 meses

los fabricantes están desarrollando cargadores que ofrecen múltiples posibilidades de carga



Gbister destaca en sus líneas de trabajo en materia de cargadores que han “suministrado cargadores a varias empresas de transporte de pasajeros españolas”, pero con su proyecto más grande en Rumanía, donde instalaron más de 100 pantógrafos invertidos para el transporte urbano. “Nuestros cargadores cuentan con la última tecnología, contamos con una planta de I+D en fábrica que nos permite desarrollar cualquier requerimiento que un cliente nos pida, y todo esto con una calidad insuperable a unos precios muy competitivos”, continúan al resaltar sus estándares de calidad. Su personal se distribuye por toda Europa, para cooperar en cualquier estación de carga, y con una formación de alta actitud y cualificación en la materia.

Jema Energy se ha caracterizado en sus proyectos, a tenor de las exigencias de los clientes, por la versatilidad en todo el rango de potencias, desde 60kW a 1200kW y con todo tipo de configuraciones en cuanto a los interfaces de conexión al vehículo (CCS, HPC, MCS, pantógrafos ascendentes o invertidos), para cargas simultáneas de hasta seis vehículos conectados a un mismo cargador, completamente personalizables en función de las necesidades de cada cliente.

“Asimismo, tenemos ingeniería propia y contamos con otra división dedicada a las energías renovables, podemos disponer de estas sinergias para ofrecer equipos BESS que aporten valor añadido a los proyectos (peak shaving, carga en picos de demanda, etc.). En cuanto al servicio postventa, podemos atender las necesidades de mantenimiento de los equipos mediante personal propio o con un servicio técnico local para intervenciones más rápidas” comentaron desde la dirección comercial europea de la firma.

Por otro lado, atendiendo a la demanda de cargas de alta potencia para camiones eléctricos, Jema Energy acaba de presentar un nuevo modelo de cargador con múltiples posibilidades de carga; desde una salida única de 1200kW hasta seis salidas de 200kW con reparto dinámico de la potencia, pasando por diversas combinaciones intermedias de potencia y número de salidas. Al no disponer los camiones de carga por pantógrafo, estos cargadores se conectarán al vehículo bien mediante HPC (conector CCS2 con refrigeración líquida) o MCS. Estos conectores permiten la circulación de corrientes superiores, llegando a cargas de entre 500kW y 3.000kW.

LA EXPERIENCIA DE LOS OPERADORES CON LA CARGA DE BUSES ELÉCTRICOS

Los operadores son los medidores más fiables de esta dinámica de migración hacia el vehículo eléctrico. Y como pilar más fundamental en los últimos años nos referimos a las empresas de transporte urbano, donde más se está notando esta electrificación.

En TUSAM Sevilla, la empresa municipal de transporte urbano de la capital andaluza, ya se ha superado el 8% del total de su flota en cuanto a vehículos eléctricos, 37 de los 450 totales con los que cuenta. Si bien es cierto que el 67,5% de los mismos usan el Gas Natural Comprimido como combustible, mucho más eficiente y limpio que el diésel. De los 37 autobuses eléctricos, 23 disponen de pantógrafo invertido y el resto son con conector y cable. En Sevilla, todos los autobuses están en la misma cochera y cada zona, en función de si es de combustión o eléctrico, cumple con las normativas de seguridad asignadas, según las legislaciones vigentes.

En Moventis, más del 50 % de los autobuses destinados a los servicios urbanos corresponde a vehículos sostenibles. “En las bases desde las que operamos servicios con vehículos eléctricos, contamos con los cargadores instalados dentro de las propias instalaciones. Además, en algunas localidades disponemos de pantógrafos que permiten realizar cargas de oportunidad durante la prestación del servicio”, comentan desde Moventis. En todas las bases de servicios urbanos, Moventis dispone de cargadores eléctricos.

En Vectalia cuentan actualmente con 23 vehículos 100% eléctricos, siendo el objetivo de llegar a un total de 42 en 2032, sin ninguno por ahora de hidrógeno, y también combinan en sus cocheras del transporte urbano de Alicante tanto a los vehículos eléctricos como a los de motor de combustión. Cuentan con una zona de aparcamiento diferenciada donde se encuentra la infraestructura de recarga, sin requisitos de seguridad diferenciados.



“Actualmente no existe ninguna norma o reglamento que regule las necesidades en cuanto a seguridad de aparcamiento de vehículos eléctricos. Pero, yendo un paso más allá, la UTE MIA implementa tanto en vehículos como cargadores, todas las protecciones de seguridad preventivas que ofrecen las marcas, como sensores de temperatura, cortocircuitos, fallos de aislamiento, etc., además en la zona de aparcamiento se cuenta con carros extintores específicos para fuego de vehículos eléctricos y se ha habilitado una zona de cuarentena en las cocheras en caso de emergencia”, señalan desde Vectalia.

ALSA cuenta con más de 220 unidades eléctricas entre sus centrales de servicio de España, Portugal y Suiza, disponiendo en cada una de ellas de instalaciones independientes dotadas con los requisitos de seguridad establecidos por las distintas normativas de aplicación.

Los autobuses eléctricos no están suponiendo problemas para las empresas operadoras

Otro gigante del transporte de nuestro país, AMB, la entidad responsable del Área Metropolitana de Barcelona, también define su flota como un paso decidido hacia la sostenibilidad plena y la electrificación más efectiva, con un total de 322 autobuses eléctricos (15,31 % del total de la flota), 46 de hidrógeno (2,19% del total) y 957 híbridos, un 45,51% total de la flota nada menos. “Los autobuses eléctricos necesitan una cochera específica que disponga de cargadores eléctricos, pero no tiene por qué ser una instalación completamente independiente del resto de vehículos de otras tecnologías”, comentan desde AMB. Además, se deben adaptar las instalaciones para la prevención en caso de incendios. Los buses de hidrógeno requieren de espacios de repostaje y de mantenimiento específicos, por los requisitos de seguridad en caso de fuga.

En lo que respecta a otro pilar importante del mundo de los operadores de transporte, Moventis no cuenta con una previsión cerrada en cuanto a la incorporación de nueva flota eléctrica o de hidrógeno, ni sobre la ampliación de infraestructura de carga. “La planificación depende de las necesidades y requisitos de las distintas concesiones en las que operamos”, señalan desde la firma. En cualquier caso, la tendencia actual es que las administraciones y organismos competentes solicitan cada vez más vehículos eléctricos siempre que el tipo de servicio lo permite, y Moventis se adapta de forma flexible a esta demanda para incorporar las tecnologías más adecuadas en cada caso.

Carril BUS también tuvo la ocasión de contar con la aportación de uno de los principales operadores privados de transporte en Europa, Arriva, con una flota de más de 12.000 autobuses. “Contamos con vehículos eléctricos en prácticamente todos los países en los que operamos, además de autobuses de hidrógeno en los Países Bajos, y participamos activamente en la prueba y operación de todos los sistemas de propulsión sostenible disponibles en la actualidad”

Desde 2020, Arriva ha avanzado de forma decisiva en la transición de sus flotas hacia tecnologías más ecológicas y en la electrificación de sus operaciones, además de poner en marcha iniciativas para el uso más eficiente de los recursos y la energía. Como las dos instalaciones de carga para vehículos eléctricos con las que cuenta en Madrid y en Galicia (Arteixo), donde también disponen de cargadores para operar los vehículos cero emisiones. Arriva inauguró su central de carga en Alcorcón en 2023 y en 2024 en Móstoles. Actualmente, la empresa está dando continuidad a su plan de electrificación con la construcción de una nueva cochera con instalaciones para la carga de vehículos eléctricos aledaña a su sede central en Alcorcón, cuya inauguración está prevista para 2026.

las instalaciones de carga de buses de hidrógeno requieren mayores niveles de seguridad por la posibilidad de fuga de gases





FORMACIÓN EN ELECTRIFICACIÓN

“Nuestro personal se ha tenido que formar en la manipulación de todos los componentes de alta presión cuando ingresaron los coches de GNC y ahora con los eléctricos” comentó Manuel Rosendo, director de calidad y de proyectos I+D+i de TUSAM. Estamos ya a velocidad de cruce de esta era de la electrificación y la formación es fundamental.

La formación ha sido también una parte importante en Vectalia, para que el personal pueda mantener los vehículos eléctricos, al igual que en ALSA; incluyendo al personal de conducción. En AMB, el personal de taller suscribe cursos realizados por personal técnico especializado de las marcas fabricantes, para las tareas de mantenimiento del motor eléctrico, sistemas eléctricos, etc y para controlar el mantenimiento de las baterías en el caso de los eléctricos y de la pila de combustible en el caso de los vehículos de hidrógeno. Los conductores también realizan cursos para una conducción eficiente, ya que el estilo de conducción repercute especialmente en el consumo de los vehículos y por lo tanto en la evolución de descarga de las baterías.

“La formación del personal de mantenimiento y la adaptación del taller para las nuevas tareas de entretenimiento son clave al tiempo que las flotas y los equipos van cambiando. Este es uno de los puntos más importantes dentro de las distintas acciones incluidas en el plan de electrificación”, afirman desde Arriva.

En Moventis, el personal se encuentra en un proceso continuo de formación. Además de la capacitación específica para el personal de taller en el mantenimiento de vehículos eléctricos y de nuevas tecnologías, también se ha impartido formación orientada a mejorar la eficiencia en la conducción, a la correcta realización de los procesos de carga y a los procedimientos de seguridad, incluyendo protocolos de actuación en caso de incendio.

***personal técnico de taller y
personal de conducción deben
recibir formación en los nuevos
sistemas***



Solaris Urbino 12 electric
Nueva generación de autobuses eléctricos

CAF



EVOLUCIÓN CONSTANTE

“En las cocheras del transporte urbano de Alicante contamos con 22 cargadores que permiten la carga simultánea de hasta 44 vehículos. En las cocheras del transporte urbano de Alcoy contamos con dos cargadores con capacidad para recargar cuatro autobuses eléctricos y en las cocheras del transporte urbano de Cáceres contamos con un cargador con capacidad para cargar dos buses eléctricos”, relatan desde el operador Vectalia.

En ALSA disponen de 23 instalaciones de carga eléctricas para el conjunto de su flota electrificada, mientras que AMB ha activado cargadores eléctricos en gran parte de las instalaciones desde donde se prestan servicios en el área metropolitana de Barcelona. “Existen hoy en día 115 cargadores eléctricos de carga lenta nocturna (con potencia aproximada 100 kw), repartidos en siete instalaciones de empresas operadoras privadas que prestan los servicios de transporte mediante gestión indirecta” en la capital catalana.

Además, cuentan con 46 cargadores eléctricos de oportunidad (de unos 50 kw) y 139 cargadores eléctricos de carga lenta nocturna (de unos 150 kw) repartidos en tres instalaciones de la explotación de autobuses gestionada por TMB (gestión directa). Adicionalmente, se disponen un total 11 puntos de carga de oportunidad de alta potencia (aprox. 500 kw) instalados en el espacio público, repartidos en seis cabeceras de líneas operadas con buses eléctricos articulados.

En relación con la única estación de repostaje de hidrógeno que proporciona energía a los 46 buses actualmente en servicio, se encuentra en las proximidades de las cocheras donde se estacionan los buses de este tipo. Esta estación está explotada por un tercero que genera y se compromete a proporcionar hidrógeno verde a la flota de buses de hidrógeno.

El camino hacia la movilidad más sostenible en AMB prevé, en un plan hasta el año 2028, la incorporación de 450 nuevas unidades de autobuses eléctricos y 20 de hidrógeno. En relación con los cargadores eléctricos en el ámbito de gestión indirecta, 16 nuevos en Gavà en primer semestre de 2026, siete nuevos en Sant Boi en esta misma fecha y nueve en Badalona en el primer semestre de 2027.

Los planes de futuro de Arriva tampoco se quedan cortos, seguirán incorporando vehículos eléctricos a su operativa al ritmo que los avances en electrificación de flotas urbanas e interurbanas permitan sustituir un vehículo diésel por uno eléctrico. “En nuestra opinión, en estos momentos, los vehículos de batería eléctrica son la opción que técnicamente ha dado la mejor respuesta en términos de calidad y de coste”. TUSSAM dispone actualmente de 23 cargadores con pantógrafo, de los que dos pueden suministrar hasta 500kW y el resto son de 150kW por cable, sin previsión de incorporar aún vehículos de hidrógeno.

En cuanto a las ayudas, gran parte del sector, las tildan de insuficientes, pero sí han contando con respaldo económico de los fondos europeos Next Generation para la compra de vehículos (TUSSAM, Vectalia, ALSA, AMB), pero no para el montaje de las infraestructuras (TUSSAM). En el caso de AMB, para los buses de hidrógeno; por su mayor inversión, las ayudas son destinadas a compensar el diferencial de coste respecto el precio de adquisición del bus eléctrico. También se cuenta con ayudas para la financiación, préstamos del BEI, así como otras ayudas para la adquisición de puntos de recarga eléctricos o para la infraestructura de repostaje de hidrógeno.

Moventis afirma que, actualmente no recibe ayudas a pesar de ser necesarias. En esa misma línea se mueve Arriva, que piensa que “sería muy positivo que se activasen nuevas líneas de subvenciones para sustituir vehículos diésel o gas por vehículos cero emisiones, ya que sería un elemento que aceleraría la transición hacia energías limpias. Dado que actualmente no existen programas de ayudas a la compra de autobuses eléctricos, el plan de transición hacia una movilidad más sostenible que está llevando a cabo Arriva está siendo financiado al 100% por la empresa”.

En el pasado fue posible acceder a algún tipo de ayudas a través de los programas NextGen o Moves, si bien ninguna de esas actuaciones cubría la diferencia entre el importe de un vehículo eléctrico y su equivalente diésel o de GNC. Y las ayudas para infraestructura eran bastante limitadas. De modo que aun accediendo a esas ayudas el esfuerzo inversor seguía recayendo mayoritariamente en el operador.

LAS CLAVES DE LAS CARGAS SEGÚN LOS OPERADORES

Frente a los tiempos de carga de un vehículo convencional, un autobús “eléctrico tiene un tiempo de recarga de horas... que además han de ser nocturnas, justo en el momento de realizar los mantenimientos a los coches, el hidrógeno mejora bastante, pero de igual manera es muy superior a los convencionales”, comentó en cuanto a la eficacia para una flota urbana Manuel Rosendo, de TUSSAM. La misma dinámica siguen en ALSA, “la prioridad es hacerlo cuando no hay servicio”, apuntan.

“Está claro que es el gran reto del vehículo eléctrico ya que una carga se dilata de 4 a 6 horas”, inciden desde Vectalia. Mientras que en la gestión de la carga de los vehículos, desde TUSSAM se hace hincapié en la influencia de una variable más, “que es la potencia eléctrica contratada, un factor que nos puede alargar los tiempos de recarga”.

Misma dinámica llevan en AMB con las cargas nocturnas, pero potenciando también ya desde hace tiempo la carga de oportunidad en parada terminal, en la cual el tiempo de carga oscila entre 5-10 minutos, aprovechando el tiempo de regulación y descanso del personal de conducción en la misma operativa de la línea. Este proceso de carga se realiza en un rango de potencias elevadas, alrededor de 500 kw. Los tiempos de carga de hidrógeno se asemejan más a los de un bus de motor de combustión, pero requieren de unos sistemas de compresión avanzados para poder hacerlo en condiciones de seguridad, según nos comentan desde AMB.

En el caso de Arriva, la clave es la planificación y gestión operativa, la carga de los autobuses eléctricos se realiza en las cocheras, mediante cargadores rápidos de corriente continua (DC) que permiten una carga completa en unas 3-4 horas. Este proceso está automatizado y supervisado para optimizar el uso de la energía y garantizar la disponibilidad de los vehículos al inicio del servicio.

en TUSSAM son categóricos sobre los próximos pasos a dar en la electrificación, “la recarga ha de mejorar mucho más, aunque es cierto que ya hay marcas que permiten cargas de 300kW, el tiempo de las recargas sigue siendo superior a una hora”.

Según los responsables de AMB, hay varios condicionantes que repercuten en la gestión de la carga, como son:

- 1- la interoperabilidad de cargadores/bus,
- 2- la potencia disponible de la distribuidora eléctrica en el ámbito de cada instalación,
- 3- las herramientas tecnológicas para implementar sistemas de smartcharging,
- 4- el precio de la energía (kwh)
- 5- la relación entre tiempo de carga y la capacidad de las baterías y
- 6- el estado de la batería (SOC) en el momento de llegar a la cochera.

En los procedimientos para la compra de vehículos y cargadores se incluyen de forma obligatoria un periodo de garantía y de mantenimiento adicional para garantizar el servicio de todos los elementos. Añaden que, sobre la postventa, la atención a todo lo referente a baterías, bms, etc, debe mejorar. Eso sí, no se suelen dar incidencias de falta de carga en los servicios, es difícil que eso ocurra.

Para finalizar, en TUSSAM son categóricos sobre los próximos pasos a dar en la electrificación, “la recarga ha de mejorar mucho más, aunque es cierto que ya hay marcas que permiten cargas de 300kW, el tiempo de las recargas sigue siendo superior a una hora”.

En Vectalia, califican la experiencia hasta el momento de positiva con los vehículos eléctricos, también en la gestión de carga y en la postventa; al igual que ALSA, sin más incidencias que las que puedan dar los vehículos convencionales y plantearía como próximo gran objetivo en esta carrera hacia la electrificación que “la conectividad entre los cargadores y los vehículos sea más abierta y accesible a la hora de compartir datos tan básicos como los kilómetros recorridos del autobús”.

En AMB ponen el acento en que las incidencias no se producen, además de por el propio funcionamiento del sistema, porque también se planifican ya los servicios a realizar por buses con batería, teniendo en cuenta la autonomía de cada vehículo, así como el consumo por las líneas por las que circulan. Además, el conductor cuenta con un aviso en el display del bus que indica el SOC a tiempo real, con el porcentaje de carga disponible para la finalización de la ruta y de la propia carga. Adicionalmente se realiza un estudio eléctrico inicial de viabilidad para garantizar la adecuación de los vehículos eléctricos o de hidrógeno en función de la operativa real, y otros factores como orografía, climatología etc.

En el contexto de la actividad, Moventis afirma que “cada vehículo se asigna a la línea más adecuada en función de su autonomía y del kilometraje previsto, lo que garantiza que pueda completar el servicio sin incidencias. Siempre que se siguen correctamente los protocolos de carga y se realiza el seguimiento durante la conducción, no deberían producirse problemas relacionados con falta de carga, por lo que este tipo de incidencias es excepcional”.

la buena planificación de los servicios con buses eléctricos y la tecnología de aviso de las baterías evita las paralizaciones por falta de batería durante el servicio

TUSSAM
AMB
ARRIVA
VECTALIA
ALSA
MOVENTIS



La experiencia es positiva para ARRIVA. Los vehículos eléctricos han desempeñado su función sin problemas. No hemos tenido diferencias en los servicios de postventa respecto a los vehículos diésel o híbridos. Los usuarios viajan de manera más cómoda; en las paradas hay menos contaminación al ser silenciosos y cero emisiones.

“Hasta la fecha, no se han producido incidencias por falta de carga que hayan afectado al servicio. La gestión energética y de carga se planifica cuidadosamente con antelación, teniendo en cuenta las rutas, la orografía y las condiciones de tráfico, lo que garantiza que los vehículos puedan completar sus trayectos sin contratiempos. Además, los sistemas telemáticos instalados en los autobuses permiten monitorizar en tiempo real el estado de la batería, anticipando cualquier eventualidad”.

En Vectalia, califican la experiencia hasta el momento de positiva con los vehículos eléctricos, también en la gestión de carga y en la postventa; al igual que ALSA, sin más incidencias que las que puedan dar los vehículos convencionales y plantearía como próximo gran objetivo en esta carrera hacia la electrificación que “la conectividad entre los cargadores y los vehículos sea más abierta y accesible a la hora de compartir datos tan básicos como los kilómetros recorridos del autobús”.

En AMB ponen el acento en que las incidencias no se producen, además de por el propio funcionamiento del sistema, porque también se planifican ya los servicios a realizar por buses con batería, teniendo en cuenta la autonomía de cada vehículo, así como el consumo por las líneas por las que circulan. Además, el conductor cuenta con un aviso en el display del bus que indica el SOC a tiempo real, con el porcentaje de carga disponible para la finalización de la ruta y de la propia carga. Adicionalmente se realiza un estudio eléctrico inicial de viabilidad para garantizar la adecuación de los vehículos eléctricos o de hidrógeno en función de la operativa real, y otros factores como orografía, climatología etc.

En el contexto de la actividad, Moventis afirma que “cada vehículo se asigna a la línea más adecuada en función de su autonomía y del kilometraje previsto, lo que garantiza que pueda completar el servicio sin incidencias. Siempre que se siguen correctamente los protocolos de carga y se realiza el seguimiento durante la conducción, no deberían producirse problemas relacionados con falta de carga, por lo que este tipo de incidencias es excepcional”.

la mayor preocupación de los operadores es conseguir la energía eléctrica por parte de las empresas distribuidoras de forma más rápida, ALSA





ALSA enfatiza, en este camino de no retorno que se ha iniciado de la migración a vehículos eléctricos, en que “la mayor demanda de los operadores es conseguir la energía por parte de las empresas distribuidoras de forma más rápida, ya que los plazos de tramitación son muy largos y esto hace que un proyecto de electrificación se alargue por encima de un año y medio.

Desde Moventis, confirman, en términos generales, “estar satisfechos con los sistemas de carga que utilizamos actualmente. En ocasiones puede existir un periodo de adaptación entre el software del vehículo y el de los cargadores, pero estas cuestiones suelen resolverse con rapidez y no afectan de manera significativa a la operativa”.

A modo de conclusión, Arriva confirma que la valoración; hasta el momento, de la electrificación, es satisfactoria. Los sistemas de carga implementados han demostrado ser fiables, seguros y eficientes.

La integración entre la infraestructura eléctrica y el software de gestión energética ha permitido optimizar los tiempos de carga y reducir el consumo en horas punta. No obstante, Arriva sigue trabajando en la mejora continua. Entre las demandas principales destacan:

Mayor entre cargadores y vehículos de distintos fabricantes.

Optimización del suministro energético, mediante acuerdos con proveedores eléctricos que permitan tarifas más flexibles y sostenibles. Soluciones de carga inteligente (Smart Charging) que integren almacenamiento local y energías renovables.

Apoyo institucional para la ampliación de infraestructura eléctrica en cocheras, dado que la capacidad actual se irá ajustando al ritmo de crecimiento de la flota eléctrica.

En conjunto, Arriva considera que el avance en las tecnologías de carga y gestión energética es clave para consolidar su compromiso con una movilidad urbana limpia, eficiente y 100% sostenible.



CONTACTOS

- 1.- Jema Energy - Eduardo Segura (Key Account Manager) - 673 190 923 - e.segura@jemaenergy.com
- 2.- Gbister - Mery Romero (Responsable de Administración y Marketing) - 659 97 72 62 - notificaciones@gbisterenergy.com
- 3.- DHMAX -Juan Ernesto Monterrey (International Business Manager) - jemonterrey@dhemax.com
- 4.- Ataway - Alexandre Sadone - Desarrollo de Negocio - 655 17 07 31 - a.sadone@ataway.com

el avance en las tecnologías de carga y gestión energética es clave para consolidar su compromiso con una movilidad urbana limpia, eficiente y 100% sostenible. ARRIVA



Estaciones **de carga** de hidrógeno

ENTREVISTA CON ALEXANDRE SADONE, BUSINESS DEVELOPER/
RESPONSABLE COMERCIAL ESPAÑA DE ATAWAY

Actualmente, varias ciudades y empresas en España están utilizando autobuses de hidrógeno, aunque la flota total es reducida y se encuentra en una fase inicial de despliegue, con planes de expansión significativos para los próximos años. EMT Madrid puso en marcha la primera hidrogenera de autobuses de Europa y cuenta con autobuses de hidrógeno operativos, que comenzaron a prestar servicio en noviembre de 2024. Estos autobuses tienen una autonomía de unos 280 kilómetros.

TMB fue pionera y cuenta con 46 autobuses de hidrógeno en servicio, incluyendo los primeros autobuses articulados de este tipo en España, mientras que ALSA opera la primera línea de autobús urbano de hidrógeno permanente en España, en Torrejón de Ardoz. El autobús sigue siendo un abanderado en la introducción de esta fuente de energía, aún incipiente, en el parque móvil nacional y en la movilidad en España. Una fuente de energía más limpia y eficiente, pero todavía costosa y desconocida en nuestro país.

Entrevista

Carril BUS habla con uno de los agentes que más trayectoria está atesorando en los últimos años en esta materia, la firma Atawey, que diseña, fabrica e instala estaciones de suministro de hidrógeno.

“La infraestructura completa de recarga se compone de varios módulos clave: el módulo de importación, el sistema de compresión, los almacenamientos de media y alta presión, los grupos frigoríficos para la refrigeración durante la compresión y dispensado y los dispensadores”, comentó Alexandre Sadone, Business Developer/ Responsable Comercial España de ATAWÉY.

Una estación varía entre unos cientos de miles de euros para las estaciones denominadas compactas (porque integran todos los módulos que componen una estación completa dentro de un contenedor y con una capacidad diaria de unos 150 kg), y se van incrementando con la capacidad de la estación, número de dispensadores, etc

Las estaciones de gran capacidad están diseñadas para permitir la conexión de módulos adicionales (importación, volumen de almacenamiento, surtidores, sistemas de refrigeración) en función de la evolución de los usos. El precio más elevado se justifica por la incorporación de estos módulos, que aumentan la capacidad de compresión, el número de compresores, la capacidad de almacenamiento y el número de surtidores. Todo ello permite una redundancia de los equipos y garantiza una mayor disponibilidad operativa.

El coste total hace referencia al precio de los equipos, pero incluye también todos los servicios asociados de diseño, ingeniería, instalación y puesta en marcha.

En cuanto a las necesidades de seguridad, para Atawey es fundamental garantizar la seguridad de los usuarios y operadores en todo momento.

“Contamos con protocolos de seguridad sólidos, lo que garantiza que las personas en el sitio estén protegidas, ya sea en una situación normal o en una emergencia”.

El diseño del sistema ATAWÉY se basa en los estándares europeos, ISO y la normativa española, dentro del diseño de la estación se incluyen los estudios siguientes:

- HAZOP (Estudio de Peligros y Operatividad)

- ATEX (Atmósferas Explosivas)

- LOPA (Análisis de capa de protección)

- Niveles de apagado de emergencia (ESD)

- Niveles del Sistema de Integridad Funcional (FIS)

- Sistema SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos)

- Sistema ATA'Check, un sistema de autocomprobación automática de cualquier fuga.

Atawey también desarrolló un sistema de seguridad automática que permite la monitorización continua de estados y detección automática de problemas gracias a numerosos sensores. Además, todos los módulos de seguridad funcionan automáticamente en caso de problema o shutdown.



Alexandre Sadone, Business Developer/ Responsable Comercial España de ATAWÉY

Una estación varía entre unos cientos de miles de euros para las estaciones denominadas compactas y varios millones de euros (entre 2 y 5 millones, o más) para las de gran capacidad

AYUDAS

En España se han desarrollado varias líneas de ayuda para la producción de hidrógeno (Programas Pioneris I y II) así como numerosas ayudas a los vehículos eléctricos (Planes Moves III), pero no existen ayudas específicas ni para las estaciones de hidrógeno ni para los vehículos de hidrógeno. En este sentido creemos que es fundamental el apoyo a la demanda (ayudas a los vehículos) así como la ayuda a las infraestructuras.

A nivel europeo las mayores ayudas son las de la Connecting Europe Facility (CEF) destinadas al desarrollo de infraestructuras de combustibles alternativos en la red TEN-T (un corredor definido y específico para bajas emisión). Las ayudas se destinan a puntos de repostaje de hidrógeno o de recarga eléctrica para vehículos pesado, transporte público o ferroviario. Varios proyectos promovidos por actores importantes en España (Repsol, Enagas, FRV) han obtenido fondos y se encuentran en fase de desarrollo, aunque en algunos casos no es suficiente con las ayudas a la inversión que reciben estos proyectos ya que no existen estímulos para la demanda.

Es importante destacar que, aunque las ayudas para la producción de hidrógeno renovable (European Hydrogen Bank, IPCEI, etc) no se centran en la infraestructura de carga, tendrán un impacto y influencia sobre su despliegue (escala de producción permitirá precios competitivos del kg/h₂)

ESTACIONES MÁS RELEVANTES

El desarrollo en España aún es incipiente, pero hay casos que dan mucha esperanza al sector y a los impulsores de esta fuente de energía. Alexandre Sadone destaca “un caso inspirador para ayuntamientos, regiones o consorcios que quieren crear hubs de movilidad H₂ es el caso de Hymplulsion. Hymplulsion es la empresa que desarrolla la Red H₂AuRA (Auvergne-Rhône-Alpes, Francia), y donde nació Atawey, considerada uno de los mejores modelos regionales de despliegue de hidrógeno renovable en Europa.

Hymplulsion se creó como una sociedad de propósito específico (SPV) con una gobernanza y un accionariado mixto público privado. Las ventajas del modelo es que permitieron repartir el riesgo, atraer financiación pública y asegurar una coordinación regional. Opera bajo un enfoque red primero, volumen después. Permite la instalación de una red de 20 estaciones H₂ en una misma región, todas interconectadas, con estándares comunes y 350 y/o 700 bar según necesidad de flota. “La producción de hidrógeno se hace in situ en alguna estación y el resto está abastecidas por electrolizadores o logística H₂ regional”, resaltó Sadone. El modelo económico funciona porque combina ayuda al CAPEX pública y privada con contratos a largo plazo para asegurar la rentabilidad económica del proyecto (tarifas estables o indexadas, acuerdos de volúmenes mínimos). Elimina el riesgo del “huevo y la gallina” del despliegue de estaciones de H₂.

En Italia, por ejemplo, el gobierno ha incentivado la construcción mediante un concurso para conceder fondos públicos del plan de recuperación europeo al CAPEX de estaciones. También se han subvencionados Hydrogen valleys de menos tamaño 2-5 MW enfocados a la movilidad, con una producción centralizada que alimenta a 2-3-4 hidrogeneras.

PLAZOS DE INSTALACION

El tiempo total de instalación, desde la orden de compra hasta la puesta en marcha (COD), varía en función de la capacidad de la estación, entre 7 y 8 meses para las estaciones de menor capacidad, y entre 15 y 18 meses para las estaciones de gran capacidad. Una vez entregados los equipos, la instalación in situ (cableado, piping, integración con las utilidades, etc.) requiere solo unos días en el caso de las estaciones compactas y varias semanas en el caso de las estaciones de gran capacidad.

Atawey está trabajando activamente en la optimización de sus procesos de fabricación e instalación, con el objetivo de reducir estos plazos en varios meses y así acelerar la puesta en servicio de las estaciones.

El tiempo de carga depende de la capacidad del depósito y de la presión de repostaje (350 bar o 700 bar):
Vehículos ligeros (LDV) a 700 bar:
o Depósito de ~5kg (equivalente a un Toyota Mirai o Hyundai Nexo).
o Con protocolos de llenado según SAE J2601 1.
o Tiempo estimado de llenado: aproximadamente 3 minutos.
Vehículos pesados (HDV) a 350 bar:
o Depósito de ~20kg (ejemplo: autobuses de hidrógeno).
o Con protocolos de llenado según SAE J2601 1.
o Tiempo estimado de llenado: aproximadamente 15 minutos.
Las estaciones están listas para dispensar en “High Flow”, es decir aumentar la capacidad de dispensado (a 120g/s a 350b vs 60g/s actualmente y para el dispensado a 700B a 90g/s vs 60g/s actualmente).

Redactor: Luis Fernando Prieto



Feria Internacional del Autobús y del Autocar

LIVE  Connect
IMPACTA 365D · CREA COMUNIDAD · CRECE



Liderando la movilidad.

22-24
Sep

2026
ifema.es