

1.- OBJETO

El objeto de esta especificación es la definición técnica de los sistemas de carga y su modo operativo de funcionamiento en los autobuses eléctricos urbanos de T.B.

2.- ALCANCE

Autobuses de nueva adquisición o ya en servicio, previo pacto expreso.

3.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Se procede a especificar las características principales de los sistemas de carga HV con la finalidad de unificarlos. A continuación, se detallarán los requerimientos de HW y SW con los que deben contar los vehículos en función de si carga en calle o en cochera y del tipo de conexionado.

3.1 TIPOS DE CARGA

Existirán dos tipologías de carga: rápida y lenta. Estos dos conceptos se basan en la capacidad/velocidad de recuperación de energía de las baterías de los vehículos.

3.1.1 Carga lenta

La carga de tipo lenta, es aquella que se realiza en depósito con el objetivo de cargar al 100% del SOC y balancear las baterías. Estas cargas se suelen realizar fuera de horario comercial en las cocheras de TMB.

Los dos tipos de vehículos; aquellos que disponen de una autonomía suficiente para poder prestar servicio continuado (vehículos de carga nocturna) y los vehículos que necesitan de cargas recurrentes en calle (vehículos de carga de oportunidad), realizan cargas lentas con el fin de salir al servicio con la máxima capacidad y balancear sus baterías.

Para este proceso el vehículo deberá integrar conexionado mediante pantógrafo y conector manual (Combo 2).

3.1.2 Carga rápida

La carga rápida va asociada a esos vehículos con autonomía insuficiente para poder prestar servicio continuado en las diversas líneas de TMB, obligando a realizar cargas de forma recurrente para poder finalizar el servicio diario.

Este tipo de carga se define principalmente para carga por pantógrafo en infraestructura de calle, pero no exime de la posibilidad de realizar procesos de carga rápida en cochera.

3.2 CARACTERÍSTICAS CONEXIONADO

3.2.1 Carga mediante conector Combo 2

Todo VE, sea cual sea sus dimensiones, equipará una toma de carga manual siguiendo lo especificado en la ETB.028. En dicha ETB también se detallarán el emplazamiento del conector.

3.2.2 Carga mediante pantógrafo en el vehículo

Todo VE, sea cual sea sus dimensiones, equipará una toma de carga por pantógrafo siguiendo lo especificado en la ETB.28. En dicha ETB también se detallarán el emplazamiento de esta tipología de conexión.

Este tipo de conexionado deberá disponer de un registro en el interior, con acceso exclusivo al personal técnico, en el que se encuentre algún tipo de mando o manivela para poder bajar el pantógrafo de modo manual, en caso de fallo del sistema. Siempre que se actúe sobre este sistema, no debe haber tensión en bornes del pantógrafo.

3.3.3 Tarjeta de comunicación VE – Sistema de carga

La tarjeta de interoperabilidad debe estar situada lo más próximo al punto de carga por parte del vehículo (pantógrafo y Combo 2), reduciendo así al mínimo la tirada de cable de comunicación y por consiguiente ruidos en la comunicación.

Independientemente del sistema de carga la longitud máxima del cable de comunicación, entre el pantógrafo/combo y la tarjeta de comunicación, no debe ser superior a los 5 metros.

3.3 REQUERIMIENTOS VEHÍCULOS SEGÚN INFRAESTRUCTURA

En función de las características de los vehículos, éstos podrán realizar cargas en infraestructuras de calle o cargas en infraestructuras de cochera. En ambas tipologías de infraestructura la carga se realizará en corriente continua (DC).

El fabricante del vehículo será el responsable de ajustarse a las necesidades de las infraestructuras de TB, facilitándole todos aquellos datos para poder cumplir con las siguientes necesidades:

3.3.1 Infraestructura de cochera

Las cargas en las infraestructuras de cochera se podrán realizar mediante carga por pantógrafo o por conector Combo 2. A continuación se detallan los requerimientos del vehículo para la compatibilidad con la infraestructura:

- Los vehículos cumplirán obligatoriamente lo descrito en la Norma Técnica de Infraestructuras de TB: **NT.A028** respecto al tipo y modo de recarga en cochera.
- Carga con pantógrafo y conector Combo 2 según IEC 61851-23:2014, DIN-70121:2014 e ISO15118. Es obligatorio que cumpla la norma DIN e ISO.
- Deberá garantizar una carga total de la autonomía de las baterías incluyendo el balanceo.
- El vehículo debe cargar con una potencia nominal constante de 150 kW durante todo su proceso de carga, tanto en pantógrafo como con conector Combo 2, adaptándose a las necesidades de entrega de potencia de la infraestructura. Además, los vehículos de carga de oportunidad el pantógrafo también podrá llegar a cargas de 500 kW.
- El tiempo máximo de recarga no podrá exceder de 5 horas.
- Proceso de carga automático, sin ser necesaria la interacción por parte de la persona que realice la conexión.
- El vehículo deberá estar preparado, para que la estación de carga pueda iniciar el proceso de carga de forma diferida siguiendo la configuración "Smart-Charging" que tenga programada la infraestructura según ISO15118.

- Monitorización local y remota del estado de la estación de carga y de los datos de carga de cada bus conectado para su almacenamiento desde el centro de control de bus de TB (ordenador central). La responsabilidad del fabricante del vehículo se circunscribe en el envío de la información requerida por TB en formato y forma especificados mediante el Gateway FMS (ver ETB.10).
- Distorsión armónica máxima THD de intensidad no puede ser superior al 6% y THD en tensión no superior al 1,5%.
- Factor de potencia ($\cos \phi$) entre 0,9 y 1 por vehículo.
- El autobús trabajará en un entorno OCPP 1.6 Ext TMB. En este caso, el autobús deberá pasar a la infraestructura la identificación del vehículo mediante "Media Access Control" (MAC) de la tarjeta de comunicaciones y otros parámetros de la norma ISO15118; siguiendo las recomendaciones VDV261 y REST VDV 463.
- El cable que transporta la información de la tarjeta de comunicaciones del pantógrafo y el pantógrafo, deberá ser de categoría VI extra-flexible para aplicaciones dinámicas y de cobre pulido flexible según determina la S/UNE-EN 60228. Dicho cableado deberá estar libre de halógenos (CEI-20-37 y EN/IEC60754-1).
- El vehículo deberá estar preparado para los VAS (Value added services de ISO15118) relacionados con "preconditioning" mediante comunicaciones en PLC.
- Los elementos de acoplamiento, de los conectores de carga, quedarán desenergizados cuando no exista acoplamiento entre vehículo e infraestructura de recarga.
- No existirá asignación fija de vehículo a punto de carga por lo que será necesaria la identificación del vehículo en cada punto de carga.
- Modo "Sleep Mode" para permitir gestión de demanda (punto 8.4.2 de la ISO 15118-2).

3.3.1 Infraestructura de calle

Las cargas en las infraestructuras de calle se realizarán mediante carga por pantógrafo. Los vehículos deberán cumplir los mismos requerimientos que los detallados en el anterior

punto de infraestructura de cochera a excepción de la potencia nominal de carga que deberá ser de 500 kW.

4.- MODO OPERATIVO

4.1. MANIOBRA DE APROXIMACIÓN SISTEMA DE CARGA EN CALLE

El sistema de aproximación dependerá de si el vehículo es de carga de oportunidad o de carga nocturna:

- Carga de oportunidad: El fabricante deberá presentar una propuesta técnica de un sistema de aproximación según lo descrito en la ETB.31
- Carga nocturna: el vehículo deberá disponer de un sistema semiautomático, según lo descrito en la ETB.31.

4.2. MANDOS SISTEMA DE CARGA

Los mandos del sistema de carga que se describirán a continuación serán idénticos tanto para vehículos de carga **de oportunidad como carga lenta**. En la consola lateral izquierda del puesto de conducir se instalarán los siguientes mandos, que podrán ser sustituidas por imágenes, indicadoras y/o actuadores específicos de cada fabricante, pero garantizando las funcionalidades que se describen a continuación:

4.2.1 Pulsador de “MARXA”

Este punto aplica solo a los vehículos de carga de oportunidad.

Consistirá en un pulsador ubicado en el display o en la consola lateral izquierda, cuya misión será la de poder iniciar la marcha del vehículo después del proceso de carga. El accionamiento de éste procederá a la recogida del pantógrafo y habilitación de la tracción.

El pulsador sólo se activará en función del estado de carga, es decir, si no se llega a un mínimo requerido, que garantice el viaje hasta el siguiente cargador, no ejercerá ningún efecto sobre el vehículo. El mínimo anteriormente citado, se pactará con el fabricante, pero

será aproximadamente entorno el 60% del SOC del vehículo. Una vez alcanzado el mínimo, esté pasará a estar activo.

Para garantizar en qué estado se encuentra el vehículo, el botón de marcha dispondrá de una luz verde que empezará a parpadear de forma intermitente mientras este en proceso de carga. Cuando llegue a un nivel mínimo de SOC%, cambiará su estado a verde fijo, con la confirmación intrínseca de que el vehículo podrá realizar ese trayecto de ida, sin entrar en restricciones (punto 4.3 de la presente ETB).

4.2.2 Pulsador paro de emergencia:

Ante la necesidad de una desconexión forzosa por un evento fortuito se precisará un pulsador para tal fin. A continuación, se detalla los requerimientos de dicho dispositivo:

- Se instalará un pulsador de color **ROJO** cuya activación suponga la detención del sistema de carga de manera segura y ordenada.
- Su activación implicaría la activación de una alarma sonora en el puesto de conducción, que durará todo el proceso de desconexión y bajado de pantógrafo. La activación del pulsador de emergencia, implicará la comunicación automática de dicha emergencia al Centro de Control de TB (vía FMS).
- El sistema se mantendrá en emergencia, sin tensión. En el caso de que la conexión en ese preciso instante sea mediante pantógrafo este se recogerá, y si es mediante Combo 2 éste quedará liberado para su desconexión.
- La situación de emergencia se desactivará cuando se resetee el mando de paro de emergencia, mediante el reinicio del vehículo.
- El mando estará identificado con la indicación "**EMERGÈNCIA**".

4.2.3 Pulsador sistema de aproximación/conexión manual pantógrafo:

Se instalará un pulsador que poseerá funcionalidades compartidas entre sistema de aproximación y sistema de conexión manual del pantógrafo.

A continuación, se detalla los requerimientos de dicho dispositivo:

- Sistema de aproximación, ver ETB.31.
- Conexión manual del pantógrafo:
 - La subida del mecanismo se realizará mediante una pulsación continuada de 2 segundos, omitiendo la funcionalidad de sistema de aproximación.
 - La bajada del pantógrafo se realizará con el pulsador “MARXA”, pero adicionalmente, se habilitará el pulsador del sistema de aproximación de tal manera que si se mantiene presionado durante 2 segundos el pantógrafo baje.
 - Este pulsador únicamente estará operativo con freno de estacionamiento activo y contacto encendido (KL15).

La activación del pantógrafo supone automáticamente la activación del freno de parada y la desactivación del sistema de tracción tanto si se ha utilizado el procedimiento de sistema de aproximación como la conexión manual.

4.2.4 Interruptor “FIN DE AUTONOMÍA”:

Se instalará un interruptor de emergencia dentro de un **cuadro eléctrico**, que no sea accesible al conductor. Dispondrá de una tapa con la indicación “Tracción Emergencia”. Se admitirá interruptor tipo seta de emergencia.

Dicho elemento permitirá activar el sistema de tracción, incluso por debajo del nivel establecido con el fabricante de “Fin Autonomía” (sólo personal autorizado). La funcionalidad del dispositivo se podrá consultar en el punto 4.3 Prestaciones reducidas para vehículos de carga de oportunidad y carga nocturna.

4.3 PRESTACIONES REDUCIDAS PARA VEHÍCULOS DE CARGA DE OPORTUNIDAD Y CARGA NOCTURNA

4.3.1 Prestaciones reducidas vehículos carga de oportunidad

El vehículo informará siempre del **nivel útil** del SOC% de las baterías o RESS sin extrapolación ni ponderación por parte del fabricante. Los procedimientos de seguridad se establecerán según lo descrito a continuación:

4.3.1.1 MÍNIMA AUTONOMÍA

- Activación automática a 30% SOC. A definir con el fabricante.
- Aviso de **FALLO LEVE (Triángulo amarillo fijo)** del cuadro de instrumentos.
- Se indicará en cuadro del conductor con el texto explicativo: “Mínima Autonomía”.
- Aviso acústico instantáneo al llegar a mínima autonomía.
- Este nivel coincidirá con el **SOCw** o Warning SOC para el protocolo de cálculo de ciclo ESORT para vehículos eléctricos.
- Reducción de consumos auxiliares innecesarios mientras el nivel de SOC% esté por debajo del límite indicado (compresor de AA (pero no turbinas), luz interior al 30%).

4.3.1.2 AUTONOMÍA CRÍTICA

- Activación automática a 20% SOC. A definir con el fabricante.
- Activará el Aviso de **FALLO LEVE (Triángulo amarillo fijo)** del cuadro de instrumentos.
- Se indicará en display del conductor con el texto explicativo: “Autonomía Crítica”.
- Aviso acústico instantáneo al llegar a autonomía crítica.

- Cuando el vehículo alcance la velocidad al 0km/h, a partir de ese instante la velocidad quedará limitada a **40 km/h**. Este nivel coincidirá con el **SOCw** o Warning SOC para el protocolo de cálculo de ciclo ESORT para vehículos eléctricos.
- Su activación enviará una señal al sistema de telecomunicaciones de TB para su monitorización remota.
- Mantendrá desconectados los consumos de auxiliares innecesarios, comentados en el punto de mínima autonomía.

4.3.1.3 FIN AUTONOMÍA

- Activación automática a 10% SOC. A definir con el fabricante.
- Mantendrá el aviso de **FALLO GRAVE (triángulo rojo fijo)** del cuadro de instrumentos y un aviso acústico fijo.
- Se indicará en el cuadro de instrumentos, de forma constante, el texto explicativo: **“Fin autonomía: Detenga el vehículo”** constantemente y la indicadora de nivel de carga estará en rojo. Alcanzado este nivel el vehículo deberá ser atendido por personal técnico y remolcado hasta la estación de carga.
- Continuará limitada la **velocidad máxima a 40 km/h**. Este nivel coincidirá con el **SOCw** o Warning SOC para el protocolo de cálculo de ciclo E-SORT para vehículos eléctricos.
- Desconectando todos los consumos, excepto los de emergencia (alumbrado de señalización exterior y sistema de radio).
- Al activar el freno de mano, eliminará la posibilidad de activar el sistema de tracción del vehículo. La activación del botón de “Fin Autonomía” permitirá volver activar el sistema de tracción en condiciones de “Fin Autonomía”.
- La activación de este nivel enviará una señal al sistema de telecomunicaciones de TB para su monitorización remota.

En el caso de que el vehículo circulase de forma continuada sin cumplir los condicionantes de detención y freno de mano, el vehículo debería llegar hasta SOC 0%.

4.3.2 Prestaciones reducidas vehículos de carga nocturna

El vehículo informará siempre del **nivel útil** del SOC% de las baterías o RESS sin extrapolación ni ponderación por parte del fabricante. Los procedimientos de seguridad se establecerán según lo descrito a continuación:

4.3.2.1 MÍNIMA AUTONOMÍA

- Activación automática a 15% SOC. Este parámetro se negociará con el operador siempre y cuando el fabricante lo documente técnicamente la necesidad.
- Aviso de **FALLO LEVE (Triángulo amarillo fijo)** del cuadro de instrumentos.
- Se indicará en cuadro del conductor con el texto explicativo: “Mínima Autonomía”.
- Aviso acústico instantáneo al llegar a mínima autonomía.
- Este nivel coincidirá con el **SOCw** o Warning SOC para el protocolo de cálculo de ciclo ESORT para vehículos eléctricos.

4.3.2.2 AUTONOMÍA CRÍTICA

- Activación automática a 10% SOC. Este parámetro se negociará con el operador siempre y cuando el fabricante lo documente técnicamente la necesidad.
- Aviso de **FALLO LEVE (Triángulo amarillo fijo)** del cuadro de instrumentos.
- Se indicará en display del conductor con el texto explicativo: “Autonomía Crítica”. Acompañado de un aviso acústico intermitente.
- Su activación enviará una señal al sistema de telecomunicaciones de TB para su monitorización remota.
- Reducción de consumos auxiliares innecesarios mientras el nivel de SOC% esté por debajo del límite indicado (compresor de AA (pero no turbinas), luz interior al 30%).

4.3.2.3 FIN AUTONOMÍA

- Activación automática a 5% SOC. Este parámetro se negociará con el operador siempre y cuando el fabricante lo documente técnicamente la necesidad.
- Mantendrá el aviso de **FALLO GRAVE (triángulo rojo fijo)** del cuadro de instrumentos y un aviso acústico fijo.
- Se indicará en el cuadro de instrumentos, de forma contante, el texto explicativo: **“Fin autonomía: Detenga el vehículo”** y la indicadora de nivel de carga estará en rojo. Alcanzado este nivel el vehículo deberá ser atendido por personal técnico y remolcado hasta la estación de carga.
- Cuando el vehículo alcance la velocidad de 0km/h, a partir de ese instante la velocidad quedará limitada **a 40 km/h**.
- Este nivel coincidirá con el **SOCw** o Warning SOC para el protocolo de cálculo de ciclo ESORT para vehículos eléctricos.
- Desconectando todos los consumos, excepto los de emergencia (alumbrado de señalización exterior, GPS y sistema de radio).
- Al activar el freno de mano, eliminará la posibilidad de activar el sistema de tracción del vehículo. La activación del botón de “Fin Autonomía” permitirá volver a activar el sistema de tracción en condiciones de “Fin Autonomía”.
- La activación de este nivel enviará una señal al sistema de telecomunicaciones de TB para su monitorización remota.

En el caso de que el vehículo circulase de forma continuada sin cumplir los condicionantes de detención y freno de mano, el vehículo debería llegar hasta SOC 0%.

4.4 PROCEDIMIENTO DE CARGA

Durante el proceso de carga existirá un sistema de monitorización embarcada que informe al conductor del estado del proceso y su evolución, como mínimo tendrá que advertir en display el proceso de conexión, seguido del proceso de carga y finalización de carga. Dicha monitorización será requisito imprescindible para conexión mediante pantógrafo y Combo 2.

La operación se realizará sin intervención por parte del conductor de manera totalmente automatizada y monitorizada desde el puesto de conducir, estación de carga, así como de manera remota desde el Centro de Control de TB.

La componente de apreciación del tiempo del ser humano, no es matemática, por lo que en aquellas circunstancias en las que se requiera la actuación de una persona sobre un pulsador, de un tiempo determinado, el sistema deberá ser capaz de discriminar un cortocircuito del accionador del sistema y una pulsación prolongada. Para que esta discriminación sea clara, el umbral de interpretación será el resultado de la multiplicación por 5 del tiempo requerido por el actuador.

Ante el supuesto fallo del sistema de carga, una vez la “pulsación” exceda el tiempo requerido por el multiplicador, el vehículo no deberá entrar en bucle realizando subidas y bajadas del pantógrafo de forma continuada. Ante este evento, el vehículo deberá proteger el sistema, asegurando que el pantógrafo permanecerá en estado de reposo y notificar en el display que el “Botón pantógrafo manual activado”.

4.4.1 Carga en cochera

4.4.1.1 Procedimiento por pantógrafo

El procedimiento de carga en cochera se iniciará, sea cual sea el porcentaje de SOC, mediante la activación manual del sistema de recarga, es decir no existirá activación del sistema de aproximación. Para la activación de dicho sistema de carga manual presionar el pulsador del sistema de aproximación durante 2 segundos de forma continuada. Para que la activación sea posible, deberá existir el accionamiento previo del freno de mano con la consecuente desactivación del sistema de tracción. En caso de pulsar el mando de activación manual con el freno de estacionamiento desenclavado, el pantógrafo no se

elevará y un aviso en el display advertirá **“Activar freno de estacionamiento para iniciar carga”**.

Cuando el vehículo se encuentre posicionado en la zona correcta de parada y se eleve el pantógrafo, al conectar el cabezal con la campana de la estación de carga, deberá comenzar el proceso de comunicación entre vehículo y cargador. Si transcurrido 120 segundos el proceso de comunicación no se ha iniciado, se entenderá que no ha sido correcto y el pantógrafo deberá recogerse automáticamente.

Se deberá garantizar la entrada de freno de parada siempre que se detecte el pantógrafo elevado o en maniobra de elevación/descenso, para evitar que, en caso de una señal errónea de activación de freno de mano o inicio de la marcha de forma rápida, se produzca el desplazamiento del vehículo con el pantógrafo elevado.

Si con el pantógrafo elevado se realiza una desconexión del freno de estacionamiento o pulsación del interruptor de “Paro de emergencia”, el vehículo procederá a la finalización CONTROLADA de la carga y procederá a la recogida del pantógrafo. Cuando suceda dicho evento, el vehículo advertirá de forma acústica y mediante mensaje de texto “Proceso de carga interrumpido” en display que la maniobra no ha sido correcta, durante un periodo de 30 segundos.

Así mismo, si mientras el vehículo se encuentra conectado a la estación, se detiene la carga debido a una incidencia, sea del vehículo o del cargador, el pantógrafo se ha de recoger. De este modo se dispondrá de información visual que el vehículo no está cargando y que debe iniciar nuevamente la maniobra de elevación para comenzar un nuevo proceso de carga.

El proceso de carga, entre vehículo e infraestructura, una vez el conductor ha accionado el pulsador manual de pantógrafo, se iniciará automáticamente sin ser necesaria la interacción humana.

Una vez iniciado el proceso de comunicación entre vehículo e infraestructura y el autobús empiece a cargar, el conductor podrá desconectar la señal de contacto (KL15). Cuando se haya desconectado el contacto, el vehículo deberá desconectar el resto de sistemas auxiliares innecesarios (excepto el sistema de Telecomunicaciones, que dispone de un gestor de energía independiente).

En caso que el conductor no desconecte el contacto (KL15), cuando la carga de las baterías de Alta Tensión finalice o transcurrida 1 hora de inactividad, el vehículo deberá apagar contacto, siempre que el freno de estacionamiento se encuentre activado.

Se considerará finalización de la carga cuando el vehículo haya llegado a un SOC del 100% y haya realizado el balanceo de las celdas de la batería. Una vez se produzca este evento, el pantógrafo permanecerá elevado, interrumpiendo el proceso de carga y entrando en un estado de "Sleep Mode" (punto 8.4.2 de la ISO 15118-2) permitiendo la reconexión en caso de necesidad.

Finalizado el proceso de carga del vehículo, éste tendrá que estar programado con los requisitos mencionados en el punto "3.3.1 Infraestructura de cochera", para poder realizar reconexiones de carga (Smart Charging).

Cuando se proceda a la retirada del vehículo del punto de carga, será necesaria la activación de tensión de contacto (KL15), para realizar la bajada del pantógrafo. Para la recogida del pantógrafo, será suficiente con el pulsador de "Marxa" (si está disponible), pero de no ser posible también se podría forzar la bajada de forma manual con el pulsador del sistema de aproximación presionándolo durante 2 segundos.

La funcionalidad del pulsador "MARXA" está definida en el punto 4.2 de la presente ETB.

El vehículo durante el periodo de carga ha de permitir, mediante activación de un pulsador presente en el salpicadero, activar las luces interiores al 100% durante 1 hora para la limpieza del bus. Además, el mismo pulsador ha de poder activar los servicios SIE's del vehículo.

4.4.1.2 Procedimiento por conector Combo 2

El procedimiento de carga en cochera se iniciará, sea cual sea el porcentaje de SOC.

A diferencia de la carga por pantógrafo existirá una acción humana en el exterior del vehículo, para poder conectar el autobús a la infraestructura de recarga.

El proceso de carga se podrá iniciar independientemente de su estado KL15 conectado o desconectado. Para que el proceso de carga se pueda iniciar, el vehículo deberá tener el

freno de estacionamiento activado. Si no existiese esta condición, el vehículo no podría realizar la carga y deberá advertir en el display con un mensaje de texto que diga **“Activar freno de estacionamiento para iniciar carga”**. Igualmente, la tapa del conector dispondrá de un sensor, de tipo inductivo según lo descrito en la ETB.28.

Para poder iniciar el proceso de carga, se realizará el conexionado del vehículo a la infraestructura suministradora de la corriente eléctrica de forma manual y seguida de otra acción humana para la confirmación del suministro de energía en el cargador. Un led de color verde, al lado del conector del vehículo, se iluminará de forma fija advirtiendo del correcto conexionado de la toma de corriente, para ello se deberá garantizar el enclavamiento del conector que ha de evitar una retirada del mismo de forma fortuita.

Una vez conectado el vehículo al suministro eléctrico, un led en el mismo emplazamiento deberá advertir con color azul intermitente que el vehículo está comunicando con la infraestructura de carga. Cuando haya terminado la comunicación y se inicie el proceso de carga, el led pasará a un estado de azul fijo permanente.

Si transcurrido 120 segundos el proceso de comunicación no se ha iniciado, se entenderá que no ha sido correcto y tendrá que avisar con la iluminación de un led rojo en la propia zona del conector de recarga del vehículo y se deberá desenclavar el conector para su extracción. Si sucede dicho evento, se tendrá que volver a reiniciar el proceso de carga por parte del personal de TMB.

Así mismo, si mientras el vehículo se encuentra conectado a la estación, se detiene la carga debido a una incidencia, sea del vehículo o del cargador, el vehículo iluminará led de color rojo en la zona de la toma de carga del vehículo. De este modo se dispondrá de información visual que el vehículo no está cargando y que debe iniciar nuevamente la maniobra para comenzar un nuevo proceso de carga.

En caso que el conductor no desconecte el contacto (KL15), cuando la carga de las baterías de Alta Tensión finalice o transcurrida 1 hora de inactividad, el vehículo deberá apagar contacto, siempre que el freno de estacionamiento se encuentre activado.

Si con el Combo 2 conectado, se realiza una desconexión del freno de estacionamiento o pulsación del interruptor de “Paro de emergencia”, el vehículo procederá a la finalización CONTROLADA de la carga. Sólo existirá un paro de emergencia que se ubicará en el

puesto del conductor (ver punto 4.2), no admitiendo ninguno en la zona de carga del vehículo, ya que existe el de la propia infraestructura. Cuando suceda dicho evento, el vehículo advertirá de forma acústica y mediante mensaje de texto “Proceso de carga interrumpido” en display que la maniobra no ha sido correcta, durante un periodo de 30 segundos.

Para evitar un arrancamiento fortuito de la instalación de carga, el vehículo no podrá traccionar teniendo que emitir un mensaje en display al retirar el freno de mano, en el que diga “Active freno de estacionamiento-Desconexión conector de carga”.

Se considerará finalización de la carga cuando el vehículo haya llegado a un SOC del 100% y haya realizado el balanceo de las celdas de la batería, interrumpiendo el proceso de carga y entrando en un estado de “Sleep Mode” (punto 8.4.2 de la ISO 15118-2) permitiendo la reconexión en caso de necesidad.

Finalizado el proceso de carga del vehículo, éste tendrá que estar programado con los requisitos mencionados en el punto “3.3.1 Infraestructura de cochera”, para poder realizar reconexiones de carga (Smart Charging).

Cuando se proceda a la retirada del vehículo del punto de carga, será necesario el accionamiento del pulsador al lado del conector (ver ETB.28) para finalizar la carga o si ya ha llegado al 100% de SOC, para advertir de la voluntad de la desconexión con el consiguiente desenclavamiento del conector.

El vehículo dispondrá de un acceso al desenclavamiento manual del conector Combo 2, con el objetivo de poder extraer el conector en caso de fallo del sistema. El desenclavamiento manual de conector implicará la interrupción inmediata del proceso de carga de forma controlada.

El vehículo durante el periodo de carga ha de permitir, mediante activación de un pulsador/botón presente en el salpicadero, activar las luces interiores durante 1 hora para la limpieza del bus. Además, el mismo pulsador/botón ha de poder activar los servicios SIE's del vehículo.

4.4.2 Carga en calle

El procedimiento de carga en calle se realizará mediante conexión por pantógrafo. El procedimiento de carga podrá ser accionado de diferentes maneras:

- **Sistema de aproximación óptico:** Mediante la activación del sistema de aproximación para vehículos de carga de oportunidad de hasta 500 kW. (ver ETB 31).
- **Sistema de aproximación semiautomático:** Mediante la activación de una cámara en el pantógrafo, para vehículos de carga nocturna de hasta 150 kW (ver ETB 31).
- **Manual:** Mediante pulsación continuada de 2 segundos del pulsador del sistema de aproximación como en el caso de carga en cochera por pantógrafo (ver punto 4.4.1.1)

El proceso de carga, entre vehículo e infraestructura, una vez el conductor ha accionado el pulsador de sistema de aproximación en modo manual, semiautomático o automático, se iniciará forma autónoma sin ser necesaria la interacción humana.

Si con el pantógrafo elevado se realiza una desconexión del freno de estacionamiento o activación del pulsador de “Paro de emergencia”, el vehículo procederá a la finalización CONTROLADA de la carga y proceder a la recogida del pantógrafo. Cuando se suceda dicho evento el vehículo advertirá de forma acústica y mediante mensaje de texto “Proceso de carga interrumpido” en display que la maniobra no ha sido correcta, durante un periodo de 30 segundos.

Así mismo, si mientras el vehículo se encuentra conectado a la estación, se detiene la carga debido a una incidencia, sea del autobús o del cargador, el pantógrafo se ha de recoger. De este modo se dispondrá de información visual que el vehículo no está cargando y que debe iniciar nuevamente la maniobra de elevación para comenzar un nuevo proceso de carga.

Cuando se inicie el proceso de carga del vehículo en el pulsador “MARXA” (punto 4.2.1) se encenderá una luz verde de forma intermitente. Dicho pulsador mientras se encuentre en este estado no será funcional, es decir, no tendrá ningún efecto sobre el vehículo. Esta luz alcanzará un estado fijo cuando el vehículo haya llegado a un nivel mínimo de energía, que

permita al autobús hacer un trayecto de ida de la línea. En este nuevo estado el pulsador sí que ejercerá influencia sobre el vehículo

Si durante el proceso de carga, siempre que el pulsador “MARXA” este en verde fijo, se procede a presionar éste, la carga se dará por finalizada y el pantógrafo se recogerá de forma automática.

Una vez el vehículo haya llegado al 90% del SOC, se realizará la finalización de la carga de forma automática y se recogerá el pantógrafo, es decir, sin intervención alguna por parte del conductor.

Cuando se haya finalizado la carga, el vehículo quedará en el mismo estado previo a la carga. Si el vehículo se encuentra en orden de marcha (tracción habilitada) en el momento de elevar el pantógrafo, este quedará en ese mismo estado cuando se recoja el pantógrafo.

Cuando el vehículo se encuentre posicionado en la zona correcta de parada y se eleve el pantógrafo, al realizar conexión deberá comenzar el proceso de comunicación entre vehículo y cargador. Si transcurrido 120 segundos el proceso de comunicación no se ha iniciado, se entenderá que no ha sido correcto y el pantógrafo deberá recogerse automáticamente.

Así mismo, si mientras el vehículo se encuentra conectado a la estación, se detiene la carga debido a una incidencia, sea del vehículo o del cargador, el pantógrafo se ha de recoger. De este modo el conductor, en caso de encontrarse fuera del vehículo, dispondrá de información visual que el vehículo no está cargando y que debe iniciar nuevamente la maniobra de elevación para comenzar un nuevo proceso de carga.

4.4.3. Registro de cargas fallidas

El vehículo debe mandar un registro a los equipos SIE's de toda carga fallida que tenga el vehículo. La información de los registros será entregada según en lo especificado en la ETB.10_Datos_telemáticos.

- El registro debe contener:
 - Todos los pasos del proceso de carga (cable check, precarga, identificación... etc) según normativa ISO 15118.

- Corriente solicitada por el vehículo, corriente máxima del cargador, corriente entregada por el cargador, tensión de cargador y baterías, temperatura de baterías.
- Motivo del error o fin de carga (por ejemplo, solicitud de aborto por parte de cargador, sobretensión en las baterías, fallo comunicación en el paso X, timeout en el paso X... etc.)
- Hora y fecha de la carga, así como calca del vehículo.
- Que se considera carga fallida*:
 - Siempre que se levante el pantógrafo y no se inicie la comunicación (por no detección de CP o cualquier otro motivo).
 - Cuando se inicie el proceso de comunicación, entre cargador y vehículo, y este falle o se interrumpa, sea cual sea el motivo.
 - Cuando durante el proceso de carga la comunicación falle, el cargador aborte la carga o el vehículo aborte la carga.
 - Cuando la potencia de carga baje del 80% de la potencia objetivo (el proceso de finalización de carga, <90% de SOC o el definido por el fabricante, o balanceo de baterías no se tendrá en cuenta para este punto).

* En cualquier caso si la carga finaliza por una acción voluntaria del conductor, como puede ser la activación de bajado manual del pantógrafo, no se considera carga fallida.

4.5. SISTEMA DESCONEXIÓN 24 V

Cuando la tensión de las baterías de 24 V reduzca su voltaje y llegue a la tensión mínima con la cual el vehículo pueda arrancar de forma independiente, se procederá de dos formas (ambos procedimientos serán aplicables a todos los vehículos eléctricos sean de carga rápida o lenta):

4.5.1 Existencia comunicación con infraestructura de recarga:

El vehículo estará conectado a la infraestructura de carga y dispondrá de comunicación con ella. El autobús al detectar la tensión del umbral mínimo de baterías, realizará el siguiente protocolo:

- Avisará encendiendo los “warnings” y reproduciendo el sonido del claxon 3 veces. El aviso deberá tener un tiempo prudencial para que cualquier trabajador pueda interrumpir su labor.
- Reconectar las baterías de alta tensión HV.
- Las baterías de almacenamiento HV alimentarán y recargarán las baterías de 24V.
- Una vez recargadas las baterías de 24V, se desconectará las baterías de alta tensión.

Si al reconectar las baterías de alta tensión, estas llegan al 95% de su SOC el vehículo procederá a iniciar un proceso de carga de las baterías de almacenamiento mediante el pantógrafo o conector Combo 2.

4.5.2 Inexistencia comunicación con infraestructura de recarga:

El vehículo al detectar la tensión del umbral mínimo para el encendido del autobús, desconectará las baterías de 24V. Siendo necesaria una intervención física por parte del conductor o personal de mantenimiento, para volver a conectar el sistema de 24V y garantizar el encendido del vehículo. Si pasado 120 segundos, el vehículo no se ha conectado, las baterías de 24 voltios se volverán a desconectar.

5.- TEST SISTEMA DE CARGA

Para corroborar que lo detallado en los procedimientos de carga se está cumpliendo, los vehículos de carga de oportunidad y carga nocturna, deberá superar las pruebas del siguiente ensayo:

- Carga con una potencia media de 480 kW de más de 70 kWh (dejando que las condiciones de la prueba las establezca el fabricante) – Así se garantiza que el vehículo de carga de oportunidad puede llegar a esa potencia y la puede mantener durante 9 minutos.

- Prueba de la capacidad de refrigeración del sistema de baterías, marcando una temperatura que deberá establecer el fabricante, pero con un pequeño margen de variabilidad de 2 grados que demuestre que su dimensionamiento es correcto. Por ejemplo, se puede marcar $30^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ}$ durante más de 3 horas en un entorno de 50 grados (precalentamiento mínimo de 30 minutos).
- Tensión de los módulos individuales. No permitir una variabilidad superior a $\pm 10\%$ de la tensión media entre módulos.
- Tiempo de protocolo: desde la conexión física del conector de carga (CP baja de tensión) hasta alcanzar los 250 kW (50% de la potencia máxima) no tarde más de 20 segundos.
- Nivel de capacidad remanente en SOC% y en kWh a la activación de la lámpara de alerta de "Autonomía crítica" (luz amarilla).
- Nivel de capacidad remanente en SOC% y en kWh a la activación de la lámpara de fin de autonomía (luz roja).

- Actualizaciones ETB:

ETB		CARACTERÍSTICAS SISTEMA RECARGA EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS (VE)
	ver. 21.01	Marzo de 2021
	ver. 21.02	Septiembre de 2021
	ver. 21.03	Octubre de 2021
	ver. 23.01	Enero de 2023
	ver. 26.01	Enero de 2026