



 **HAWKER**

# **ZeMaRail™**

**Elementos de 2V**



## **MANUAL DE PROPIETARIO**

**de los elementos VRLA TPPL+Sn para vehículos ferroviarios:  
ZeMa200P18, ZeMa270P12, ZeMa340P12 y ZeMa450P21**

# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	<b>3</b>	<b>Mantenimiento</b> .....	<b>17</b>
<b>Acerca de este documento</b> .....	<b>4</b>	Mantenimiento.....	17
Información general .....	4	Inspección .....	18
Términos y abreviaturas.....	4	Comprobación de la carga y la tensión de celda .....	18
Documentos de referencia.....	5	Limpieza e inspección visual .....	19
<b>Seguridad</b> .....	<b>5</b>	Pruebas de capacidad.....	20
Información general de seguridad .....	5	Vida útil de la batería.....	20
<b>Descripción del producto</b> .....	<b>6</b>	Sustitución de la batería.....	21
Uso previsto .....	6	Reparación y reacondicionamiento (mantenimiento curativo) .....	21
Folleto de «Información para la manipulación segura de las baterías de plomo-ácido» .....	6	<b>Retirada de servicio</b> .....	<b>24</b>
Clasificación de advertencias.....	7	Retirada de servicio en el vehículo.....	24
Elementos para vehículos ferroviarios .....	7	Preparación para almacenamiento .....	24
Datos técnicos .....	7	Desmontaje .....	24
Ilustración y partes del elemento .....	9	<b>Reciclaje y eliminación</b> .....	<b>25</b>
Parámetros de carga y descarga .....	9	Reciclaje y eliminación .....	25
Modos de utilización y modos de utilización especiales .....	10	Reciclaje.....	25
<b>Transporte y almacenamiento</b> .....	<b>10</b>	Eliminación.....	25
Recepción .....	10	<b>Resolución de problemas</b> .....	<b>26</b>
Condiciones y tiempo de almacenamiento .....	10	<b>Apéndice</b> .....	<b>27</b>
<b>Montaje</b> .....	<b>12</b>		
Preparación de la instalación.....	12		
Proceso de instalación.....	12		
<b>Puesta en marcha</b> .....	<b>13</b>		
Puesta en marcha.....	13		
<b>Utilización</b> .....	<b>14</b>		
Utilización.....	14		
Carga de baterías para vehículos ferroviarios...	14		
<b>Utilización de la batería</b> .....	<b>17</b>		
Utilización de la batería.....	17		

# INTRODUCCIÓN



## ZeMaRail™

### Elementos de 2V

La información contenida en este documento es esencial para manipular con seguridad y utilizar correctamente los elementos de 2V ZeMaRail™. Este documento contiene las especificaciones globales del sistema, así como las medidas de seguridad y los códigos de comportamiento asociados, una guía de puesta en marcha y el mantenimiento recomendado. Este documento debe conservarse y estar a disposición de los usuarios que trabajen con la batería y sean responsables de ella. Todos los usuarios tienen la responsabilidad de garantizar que el sistema se utilice siempre de forma adecuada y segura en las condiciones previstas o en las que se encuentren durante su uso.

Este manual del propietario contiene instrucciones de seguridad importantes. Antes de utilizar la batería y el equipo en el que esté instalada, lea y comprenda los apartados relativos a la seguridad y el uso de la batería.

El propietario será el responsable de garantizar el uso de la documentación y de cualquier actividad relacionada con la misma, así como de cumplir con todos los requisitos legales aplicables tanto a los usuarios como a los equipos en cada país.

Este manual de propietario no tiene por objeto reemplazar la formación sobre la manipulación y el uso de los elementos de 2V ZeMaRail™ que puedan exigir la legislación local y/o la normativa del sector. Antes de cualquier contacto con el sistema de batería, todos los usuarios deberán haber recibido las instrucciones y la formación adecuadas.

**Para trabajos de mantenimiento, póngase en contacto con su representante de ventas o llame a:**

**EnerSys EMEA**  
EH Europe GmbH  
Baarerstrasse 18  
6300 Zug, Suiza  
Tel.: +41 44 215 74 10

**Sede mundial de EnerSys**  
2366 Bernville Road  
Reading, PA 19605, EE. UU.  
Tel.: +1-610-208-1991  
+1-800-538-3627

**EnerSys APAC**  
N.º 85, Tuas Avenue 1,  
Singapur 639518  
+65 6558 7333

[www.enersys.com](http://www.enersys.com)

**Su seguridad y la de los demás es muy importante**

**⚠ ADVERTENCIA** La inobservancia de estas instrucciones puede causarle lesiones graves o incluso la muerte.

# ACERCA DE ESTE DOCUMENTO

## Información general

Este documento contiene instrucciones e información técnica para el uso y el mantenimiento de elementos de batería para vehículos ferroviarios. Su uso cubre los siguientes elementos de 2V de la gama ZeMaRail™ con tecnología VRLA (AGM), TPPL+Sn:

- ZeMa200P18
- ZeMa270P12
- ZeMa340P12
- ZeMa450P21

NO empiece a usar la batería ni a trabajar en ella sin haber leído atentamente y comprendido este manual de propietario. Conserve la documentación para futuras consultas. Además, estudie los documentos técnicos de su sistema de baterías y su aplicación.

Le recomendamos que estudie detenidamente los documentos técnicos de su sistema de baterías y su aplicación.

Si sigue atentamente estas instrucciones, evitará los peligros potenciales de las baterías, reducirá la necesidad de reparaciones futuras y/o el tiempo de inactividad y contribuirá a alargar la vida útil de la batería. Si no se respetan las instrucciones de uso o se llevan a cabo reparaciones con piezas no originales, la garantía quedará anulada. Cualquier fallo, avería o error que se produzca en la batería, el cargador u otros accesorios deberá notificarse inmediatamente al servicio técnico de EnerSys.

## Términos y abreviaturas

Término/abreviatura	Explicación/Descripción
AGM	Separador absorbente de fibra de vidrio (Absorbent Glass Mat)
PbSn	Aleación plomo-estaño
BMS	Sistema de supervisión de baterías (Battery Monitoring System)
DoD	Profundidad de descarga (Depth of Discharge)
NTC	Coefficiente negativo de temperatura (Negative Temperature Coefficient)
OCV	Tensión de circuito abierto (Open Circuit Voltage)
TPPL	Placas delgadas de plomo puro (tecnología EnerSys)
TPPL+Sn	Placas delgadas de plomo puro con estaño (tecnología EnerSys)
SoC	Estado de carga (State of Charge)
Vpc	Voltios por celda
VRLA	Plomo-ácido regulada por válvula (tipo de batería)
ZeMa	Mantenimiento cero (Zero Maintenance)

## Documentos de referencia

- EN 62485-2: Requisitos de seguridad para baterías secundarias e instalaciones de baterías (norma europea)
- EN 62485-3: Parte 2: Baterías estacionarias  
Parte 3: Baterías de tracción
- EN 60077-1: Aplicaciones ferroviarias. Equipos eléctricos para el material rodante  
Parte 1: Condiciones generales de servicio y reglas generales.
- EN 45545-2: Aplicaciones ferroviarias. Protección contra el fuego en vehículos ferroviarios. Requisitos para el comportamiento frente al fuego de los materiales y componentes.
- EN 50547: Aplicaciones ferroviarias.  
Baterías para sistemas de alimentación auxiliar
- Folleto: Instrucciones para la manipulación segura de baterías ferroviarias de plomo-ácido (EnerSys, diciembre de 2016)

## Información general de seguridad

El manual de usuario, la placa de características, la señales de advertencia, etc. deberán conservarse en planta y, si es posible, estar visibles en el compartimento de la batería.

En principio, se aplicarán las instrucciones internas de la compañía ferroviaria. En la página 27 encontrará una lista completa de señales de advertencia e información.



### Siga las instrucciones

El manual de usuario deberá entregarse al personal competente. Se deberá disponer de una copia en el **espacio de carga**.  
Los trabajos en las baterías solo deberán confiarse a personal cualificado.



### Primeros auxilios

En caso de salpicaduras de ácido en los ojos o en la piel, **lavar con agua corriente limpia**. En caso de contacto con los ojos, consulte inmediatamente con un **médico**. Solicite también atención médica en caso de contacto grave con la piel.  
En caso de salpicaduras de electrolito en los ojos, solicite atención médica inmediata. Las prendas contaminadas con ácido deben lavarse con agua y jabón.



### Preste atención a los peligros potenciales del uso de las baterías.

Preste atención a los peligros asociados con las baterías, como **la energía almacenada, los cortocircuitos, la corriente continua, los gases explosivos y las fugas de electrolito**.



### ¡Tensión eléctrica peligrosa!

Todas las **partes metálicas expuestas** de las celdas de la batería están siempre en tensión. Riesgo de lesiones por descarga eléctrica.  
Toque la batería solo por las superficies de plástico.

# Seguridad (cont.)



## ¡El electrolito es altamente corrosivo!

En caso de salpicaduras de electrolito en los ojos, lavar inmediatamente con **abundante agua limpia**. En caso de accidente, solicite atención médica inmediata. En condiciones de funcionamiento normal no hay contacto con el electrolito. Si se rompieran los contenedores de las celdas, el electrolito inmovilizado liberado (ácido sulfúrico gelificado) es tan corrosivo como el líquido.



## ¡Riesgo de explosión e incendio, evite los cortocircuitos!

**¡Atención!** Las partes metálicas de las celdas de una batería están siempre en tensión. **No ponga herramientas ni otros objetos sobre la batería.** En todas las condiciones de funcionamiento puede liberarse hidrógeno por el tapón de ventilación. Ventile suficientemente las salas y los armarios.



## ¡Peligros sistémicos para la salud!

Indica diversos peligros graves para los órganos internos, por ejemplo: Sensibilización respiratoria. Peligro de aspiración. Carcinogenicidad, mutagenicidad en células germinales o toxicidad reproductiva (CMR).

La instalación en cofres cerrados sin ventilación **no está permitida**

Para eliminar riesgos de seguridad, los **requisitos de ventilación de la norma EN 62485-2** «Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Baterías estacionarias» deberán respetarse en todo momento.



## ¡Utilice gafas y ropa de protección!

Cuando trabaje con una batería, utilice gafas y ropa de protección. Respete las normas de prevención de accidentes y las normas DIN EN 62485-3 y VDE 0105 Parte 1.



## ¡Prohibido fumar!

No exponga las baterías a llamas, cuerpos incandescentes ni chispas, ya que podrían provocar la explosión de la batería.

## Uso previsto

Los elementos ZeMaRail™ funcionan como batería de reserva en vehículos ferroviarios como automotores o unidades eléctricas múltiples.

Un uso inadecuado puede provocar daños tanto personales como materiales. El montaje, la utilización y el mantenimiento de las baterías deberán confiarse a personal cualificado.

## Folleto «Instrucciones para la manipulación segura de baterías ferroviarias de plomo-ácido»

Para obtener más información sobre la manipulación segura de las baterías de plomo-ácido, lea el folleto informativo de EnerSys «Instrucciones para la manipulación

segura de baterías ferroviarias de plomo-ácido». Esta pequeña guía ofrece asesoramiento y ayuda en materia de conformidad con los requisitos legales.

# DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

## Clasificación de las advertencias

Tenga siempre en cuenta las advertencias de la sección «Información general de seguridad» cuando manipule la batería. De este modo, reducirá el riesgo de lesiones personales y el riesgo de daños materiales o medioambientales.

Este manual de uso contiene otras advertencias de peligro, así como reglas sobre lo que se debe y lo que no se debe hacer, las cuales deberán respetarse en cada modo de funcionamiento o cada trabajo descrito.

## Elementos para vehículos ferroviarios

Estas instrucciones son válidas para los siguientes elementos VLRA AGM:

- ZeMa200P18
- ZeMa270P12
- ZeMa340P12
- ZeMa450P21

## Datos técnicos

de los elementos de **2V ZeMaRail™** para vehículos ferroviarios

Tecnología	: VRLA (AGM), TPPL+Sn
Tensión nominal	: 2 V
Cofre de batería ignífugo	: PC+ABS FR o Estaprop, sin halógenos
Impactos y vibraciones	: Categoría 1, clase B (EN 61373)

Los elementos se suministran cargados y listos para usar.

# DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

## Datos técnicos<sub>(cont.)</sub>

### Elementos para vehículos ferroviarios **ZeMa200P18**

Capacidad nominal	: 206 Ah C <sub>10</sub>
Referencia	: SR70770206
Dimensiones (an. x pr. x al.)	: 125 x 157 x 259 mm
Terminales	: M10 x 20 de profundidad, rosca hembra
Peso	: 14,5 kg ± 2 %

Encontrará más datos técnicos en la ficha técnica de referencia:  
Datos técnicos EMEA ZeMaRail 200P18

### Elementos para vehículos ferroviarios **ZeMa270P12**

Capacidad nominal	: 270 Ah C <sub>10</sub>
Referencia	: 1896504V0CP
Dimensiones (an. x pr. x al.)	: 83 x 198 x 370 mm
Terminales	: M10 x 22 de profundidad, rosca hembra
Peso	: 16,3 kg ± 2 %

Encontrará más datos técnicos en la ficha técnica de referencia:  
Datos técnicos EMEA ZeMaRail 270P12

### Elementos para vehículos ferroviarios **ZeMa340P12**

Capacidad nominal	: 340 Ah C <sub>10</sub>
Referencia	: 1898204V0CP
Dimensiones (an. x pr. x al.)	: 83 x 198 x 435 mm
Terminales	: M10 x 22 de profundidad, rosca hembra
Peso	: 19,5 kg ± 2 %

Encontrará más datos técnicos en la ficha técnica de referencia:  
Datos técnicos EMEA ZeMaRail 340P12

### Elementos para vehículos ferroviarios **ZeMa450P21**

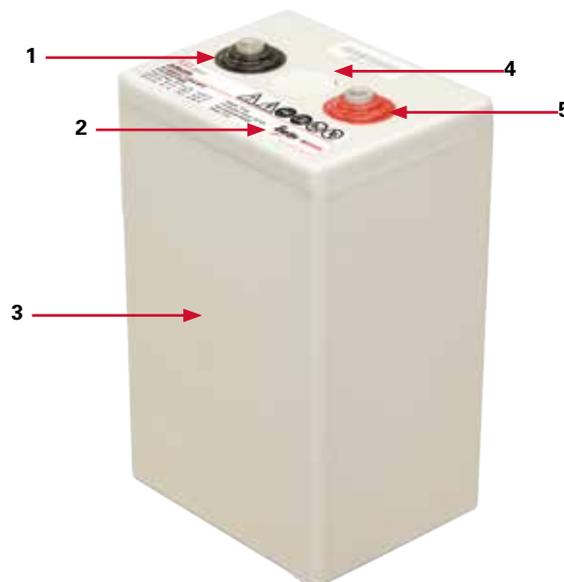
Capacidad nominal	: 450 Ah C <sub>10</sub>
Referencia	: 1890507V0CHA
Dimensiones (an. x pr. x al.)	: 137 x 198 x 370 mm
Terminales	: M10 x 22 de profundidad, rosca hembra
Peso	: 27,9 kg ± 2 %

Encontrará más datos técnicos en la ficha técnica de referencia:  
Datos técnicos EMEA ZeMaRail 450P21

# DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

## Ilustración y componentes del elemento

Ref	Componente	Cantidad
1	Recipiente	1
2	Tapa	1
3	Terminales	2
4	Cortafuegos orificios de ventilación	1
5	Etiqueta de características	1



Componentes de los elementos de 2V ZeMaRail™

## Parámetros de carga y descarga

### Monoblocs de 12V ZeMaRail™

$U_N$	: 12 V	Tensión nominal
$C_{10}$	: XX Ah	Capacidad nominal para 1,80 Vpc a 20 °C hasta 10,8 V
$I_{10}$	: XX/10 A	Corriente de descarga para $C_{10}$
$I_{Consumo}$	: según Perfil de carga A	Corriente de descarga según perfil de carga del cliente
$U_{final}$	: 10,8 V	Tensión final de carga para $I_{10}$ (hasta 1,8 Vpc)
$I_{Carga\ máx.}$	: 0,45*XX A	Corriente de carga para perfiles IU o IU0U (mínimo para uso en ciclos: 0,25*XXA)
$U_{Refuerzo}$	: 14,4 V	Tensión de refuerzo a 20 °C (2,40 V)
$U_{Tren}$	: de 13,8 V a 14,1 V $\pm$ 1%	Tensión constante o inferior en aplicaciones ferroviarias a 20 °C, 2,30 ... 2,35 Vpc (ciclos no intensivos ... intensivos)
$I_{cambio}$	: 0,012*XX A	
$U_{flotación}$	: 13,74 V $\pm$ 1 %	Tensión de flotación a 20 °C, 2,29 Vpc (> 24 h)

Compensación manual de la tensión de carga en función de la temperatura:  
-24 mV/°C Electrolito: temperatura entre -20 °C y +45 °C (-4 mV/por celda)

Consulte la hoja de datos técnicos del monobloc para conocer sus parámetros específicos

# DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

## Modos de funcionamiento y modos de funcionamiento especiales

También puede encontrar más información sobre estos modos en «Modos de funcionamiento».

### **Funcionamiento (paralelo) en espera (carga)**

Mientras la alimentación eléctrica esté asegurada a través de la red de suministro, la batería de reserva estará continuamente cargada. La corriente de carga dependerá del estado de carga de la batería. En carga continua, la corriente desciende a valores muy bajos para mantener la batería completamente cargada.

### **Utilización de la batería (descarga)**

Si la fuente de alimentación se apaga o falla, la alimentación de los consumos de CC vendrá de la batería. El tiempo de reserva dependerá de la demanda de corriente de consumo de CC.

Para evitar una descarga profunda perjudicial, los consumos deberán desconectarse antes de que se alcance la tensión de final de descarga de la batería.

### **Almacenamiento y operaciones de taller (carga, pruebas de capacidad, etc.)**

Durante el almacenamiento o el mantenimiento, la batería podrá desconectarse del cargador y de cualquier consumo para medir su tensión de circuito abierto.

El estado de carga también se deberá controlar durante el almacenamiento de la batería. Podrá mantener una carga completa con un cargador de taller trabajando a la tensión de flotación.

## Recepción

Cuando reciba el envío, compruebe que los artículos entregados no presenten daños y se ajusten a la documentación del transportista. Notifique cualquier daño o artículo faltante al transportista. Su proveedor no será responsable de ningún daño o artículo faltante en el envío si el destinatario no se los notifica al transportista.

## Condiciones y período de almacenamiento

Si una batería no pudiera instalarse inmediatamente, deberá almacenarse en un espacio limpio, fresco y seco.

Las baterías no deben apilarse. Para facilitar la manipulación durante el transporte y el almacenamiento, recomendamos poner los elementos en un palé e inmovilizarlos. Proteja los elementos del polvo y la contaminación con una funda de plástico.

La humedad relativa (HR) no deberá superar el 90 % (sin condensación).

La temperatura ambiente de almacenamiento deberá ser de entre -15 °C y 30 °C. Para obtener más información al respecto, consulte la sección «Limpieza e inspección visual».

No exponga los elementos ni las baterías de forma prolongada a la luz solar directa.

## Condiciones y período de almacenamiento<sup>(cont.)</sup>

Se deberá prestar atención a la limpieza. Durante la limpieza, tenga en cuenta las indicaciones del apartado «Limpieza e inspección visual».

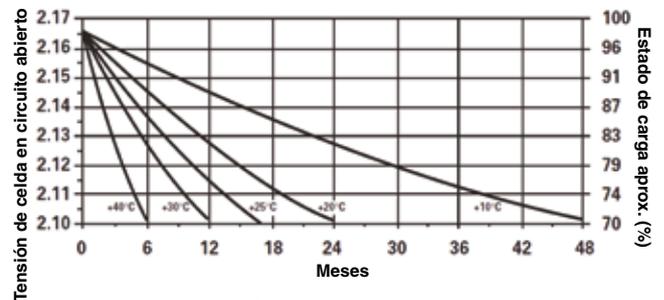
Durante el almacenamiento, las baterías pierden capacidad por autodescarga.

Las altas temperaturas aumentan la velocidad de autodescarga y reducen el tiempo de almacenamiento.

El gráfico de la **figura 1** muestra la relación entre la tensión de circuito abierto (OCV) y el tiempo de almacenamiento a distintas temperaturas.

Los tiempos de almacenamiento máximos antes de que se requiera una carga de mantenimiento y los intervalos recomendados de medición de la tensión de circuito abierto son:

Temperatura (°C)	Período de almacenamiento (meses)	Intervalo medición OCV (meses)
+10	48	6
+15	34	6
+20	25	4
+25	17	4
+30	12	3
+35	8,5	2
+40	6	2



**Figura 1:** Autodescarga: tensión de celda en circuito abierto y % de carga aprox.

Los elementos ZeMaRail™ deben recargarse cuando sus tensiones de celda se acerquen a 2,10 V o cuando se alcance el tiempo máximo de almacenamiento, lo que ocurra primero.

Si la tensión de celda desciende por debajo de 2,02 V, es posible que se hayan producido daños durante el almacenamiento. En tal caso, la batería deberá recargarse y probarse en un taller antes de utilizarse.

## Preparación de la instalación

Los elementos se cargan y se entregan listos para usar. Antes del montaje, lleve a cabo las siguientes etapas de comprobación y preparación:

Asegúrese de que no se haya producido ningún daño durante la entrega y el transporte.

Compruebe la tensión de celda en circuito abierto (OCV). Una tensión de celda inferior a 2,10 V indica un mal estado de carga del elemento. Asegúrese de que las baterías se carguen de forma constante

72 horas antes (o justo después) de la instalación. Una tensión de celda inferior a 2,02 V sería indicativa de daños irreversibles, probablemente debidos al transporte y al almacenamiento, en cuyo caso se recomienda comprobar o sustituir la unidad afectada.

Para limpiar las baterías, tenga en cuenta las instrucciones del apartado «Limpieza e inspección visual».

## Proceso de instalación

**Tenga presente el contenido de este manual antes de la instalación** y consérvelo para futuras consultas.

Durante el montaje, siga estas instrucciones: La inserción del cofre de la batería deberá llevarse a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante del vehículo y las instrucciones internas existentes del operador ferroviario. Los trabajos deberán confiarse a personal capacitado.

Debido a su elevado peso, las baterías de plomo-ácido deberán manipularse con la ayuda de una carretilla elevadora o una grúa.

No aplique grasa en las guías del bastidor ni en los bornes. Si se requiere grasa para proteger las conexiones, utilice **únicamente** grasa de silicona pura (peligro de daños en las carcasas de plástico).

**No se permite el montaje en alojamientos cerrados sin ventilación.** Durante la instalación, compruebe que el compartimento de la batería del tren permita un intercambio de aire suficiente.

El cumplimiento de la normativa aplicable es esencial durante la instalación (y el uso posterior) de su sistema de baterías estacionario móvil.

En particular:

- EN 62485-2: 2019  
«Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías»
- Reglamentación local para instalaciones de baja tensión.

Abra y asegure el interruptor de la instalación eléctrica a la caja de la batería para que, durante el montaje, los cables de la batería conectados al rectificador de carga y los consumos estén totalmente aislados y la batería esté en tensión «flotante».

Una batería desconectada del cargador o del circuito externo también tendrá **tensión eléctrica** y podrá liberar pequeñas cantidades de gas de hidrógeno. Durante la instalación, evite las llamas abiertas, las descargas electrostáticas, las chispas y los cortocircuitos con prendas, joyas, relojes o herramientas.

Compruebe que, durante el funcionamiento, haya **suficiente circulación de aire para garantizar la disipación del calor** fuera del compartimento. Compruebe que los filtros de la ventilación no estén obturados.

## Proceso de instalación (cont.)

### Inspección del conjunto, conexión

**NOTA:** durante la instalación:

Siga el apartado «Puesta en marcha» y las instrucciones del proveedor del sistema (caja de baterías, alimentación auxiliar).

Compruebe la polaridad de la batería y de los elementos. Los elementos o las baterías se conectan en serie desde el borne negativo al borne positivo de la siguiente batería.

No conecte la batería sin haber comprobado la polaridad correcta de la batería al cargador o al equipo de consumo.

Cuando se conecten, podría producirse una pequeña chispa dependiendo de la secuencia de conexión.

Compruebe que las baterías estén bien inmovilizadas en su posición.

## Puesta en marcha

La puesta en servicio del sistema completo deberá llevarse a cabo según las especificaciones del fabricante del vehículo y de los proveedores de equipos (alimentación eléctrica auxiliar), y respetando las normas internas del operador ferroviario.

Asegúrese de que los ajustes y los parámetros de carga y de supervisión se correspondan con la información de estas instrucciones de uso y mantenimiento. Para la carga, el uso, la inspección y la supervisión de la batería, deberán respetarse estas instrucciones de uso y mantenimiento.

Ahora, cierre el disyuntor que protege la caja de la batería según las instrucciones del fabricante del vehículo y del proveedor del equipo.

Compruebe la tensión de carga y asegúrese de que **durante la carga a tensión constante se pueda medir el valor de tensión recomendado en los bornes de la batería.**

**NOTA:** este valor dependerá de las condiciones de carga y temperatura, y durante la comprobación la carga deberá estar en la fase de tensión constante. Esto dependerá del estado de carga de las baterías y se producirá al cabo de 9 horas de carga.

Después de la comprobación de carga, realice una descarga con consumos del vehículo y verifique el **funcionamiento del relé de protección contra descargas profundas** cuando se alcance la tensión de final de descarga. Registre el consumo medio de corriente, la duración de la descarga y la tensión de final de descarga (tensión mínima de la batería antes de que se produzca la desconexión).

Compruebe que la batería no tenga consumos tras la desconexión. Es importante recordar que dichos consumos podrían descargar profundamente la batería. Si no hay carga en el tiempo previsto, el consumo deberá desconectarse manualmente. Recargue por completo la batería inmediatamente después de la prueba y manténgala en carga continua durante al menos 48 horas.

# UTILIZACIÓN

## Utilización

Aquí encontrará información importante sobre el uso normal y seguro de las baterías de reserva. Las baterías tienen una vida útil limitada y se consumen durante su uso. Siga las instrucciones de carga para alcanzar una vida útil prolongada.

### Modos de funcionamiento

Las baterías de reserva ferroviarias son un componente importante de la alimentación eléctrica auxiliar en automotores o unidades eléctricas múltiples. La batería suele estar instalada en modo de espera, por lo que siempre estará conectada al suministro eléctrico.

La batería tiene efectos importantes en la tensión de la línea de alimentación de CC. Mientras el pantógrafo esté levantado (alimentación de corriente de la línea de contacto conectada), el convertidor de potencia funcionará con la tensión de carga. Así, suministrará corriente a los equipos de consumo y cargará simultáneamente la batería con una corriente que dependerá de los parámetros de consumo y del estado de carga. Cuando el pantógrafo baje, la batería actuará

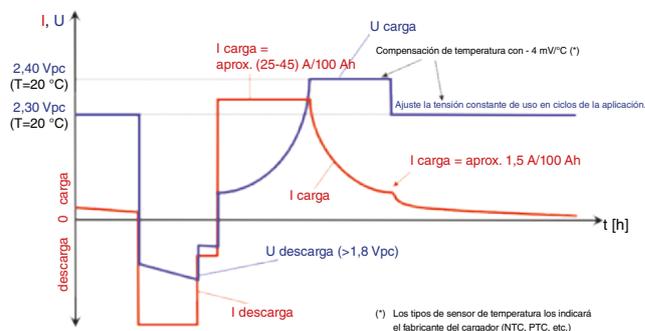


Figura 2: Modos de funcionamiento carga-descarga-carga con curva característica de carga IU0U.

como fuente de energía (descarga) y alimentará los equipos de consumo. Esto reduce la tensión en la barra de CC con la profundidad de descarga de la batería. Para no dañar la batería, la gestión de consumos cortará parcialmente el consumo durante la descarga y la protección de descarga profunda desconectará los consumos de la batería cuando se alcance la tensión de final de descarga.

## Carga de baterías ferroviarias

**⚠ ADVERTENCIA** Estas baterías deben cargarse con los métodos de carga IU0U o IU descritos (según DIN 41772 y DIN 41773-1). De lo contrario, existirá el riesgo de dañar la batería.

Para usarla en vehículos ferroviarios, la batería deberá cargarse según EN 50547 «Aplicaciones ferroviarias. Baterías para los sistemas de alimentación eléctrica auxiliar» y siguiendo una **curva característica de carga IU0U** (DIN 41772) con compensación de temperatura (véase «Compensación de la tensión de carga en función de la temperatura»). Esta compleja tecnología de carga, junto con la compensación de temperatura y el estado de carga en función de la carga de refuerzo, permite una recarga rápida y una carga continua suave de la reserva.

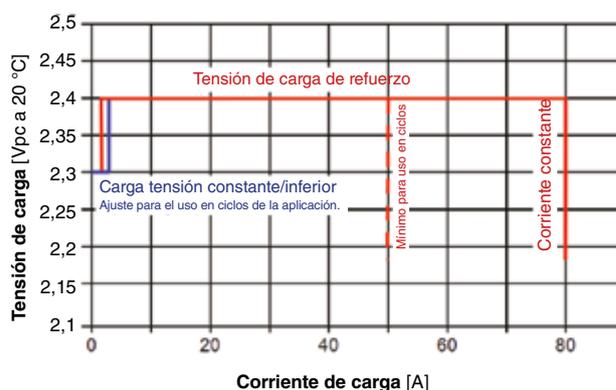


Figura 3: Curva característica de carga IU0U para ZeMa200P18\*

## Carga de baterías ferroviarias (cont.)

Para baterías ferroviarias con elementos de 2V ZeMaRail™, se recomienda la curva característica de 2 niveles de carga. La carga IUOU comienza con una fase de corriente constante y una tensión que aumenta en función del estado de carga (SoC) de la batería. Con una carga aproximada del 80 %, la batería alcanzará la tensión de la fase de carga de refuerzo y la corriente de carga disminuirá.

Con una carga aproximada del 95 %, la corriente será tan baja que el controlador de carga pasará a la carga de tensión constante. Así, la batería quedará completamente cargada y se mantendrá una pequeña corriente de carga para compensar la autodescarga y la recombinación. La temperatura de referencia es de 20 °C.

Parámetros ZeMa200P18* a 20 °C	Elemento 2 V	Batería 24 V	72 V	108 V
Corriente de carga máx.:	80 A			
Tensión de refuerzo $U_{Boost}$	2,40 V	28,80 V	86,4 V	129,6 V
Tensión de nivel inferior $U_{Tren}$	2,30 V	27,6 V	82,8 V	124,2 V
Compensación de temperatura	-4 mV/°C	-48 mV/°C	-144 mV/°C	-216 mV/°C

\*La corriente de carga depende de la capacidad de celda; para otros elementos, consulte la hoja de datos

El cambio entre las tensiones de carga de refuerzo  $U_{Boost}$  y la carga de tensión constante (inferior)  $U_{Tren}$  tiene lugar de acuerdo con los siguientes criterios:

Descenso de $U_{Boost}$ a $U_{Tren}$ :	Cuando la corriente de carga caiga por debajo de 3 A ( $\pm 1$ A)
Ascenso de $U_{Tren}$ a $U_{Boost}$ :	Cuando la corriente de carga suba por encima de 5 A ( $\pm 1$ A)

Para limitar la duración de la carga de refuerzo, además de la corriente de carga deberá definirse como criterio de cambio un tiempo máximo de 12 horas para la carga de refuerzo.

Las interrupciones de la carga de menos de 2 minutos no requerirán reiniciar dicho tiempo.

El cambio a la tensión constante (inferior)  $U_{Tren}$  deberá ser progresivo, de modo que siempre haya una corriente de carga superior a 0 A.

Si el consumo del vehículo somete la batería a descargas diarias de una profundidad de más del 5 %, se ajustará la tensión de carga inferior de su sistema.

### Compensación de la tensión de carga en función de la temperatura

La temperatura de trabajo y la temperatura ambiente afectan a la vida útil de la batería. Por ello, es recomendable que el cargador detecte la temperatura de la batería con un sensor y compense la curva de carga como se especifica en el apartado «Datos técnicos».

**⚠ ADVERTENCIA** Si la tensión de carga continua  $U_{Tren}$  no tiene compensación de temperatura y la **temperatura ambiente de su instalación de baterías va a estar permanentemente fuera de un intervalo de 18 °C a 25°C**, corrija manualmente la tensión de carga  $U_{Tren}$  según la tabla de la página siguiente.

## Carga de baterías ferroviarias (cont.)

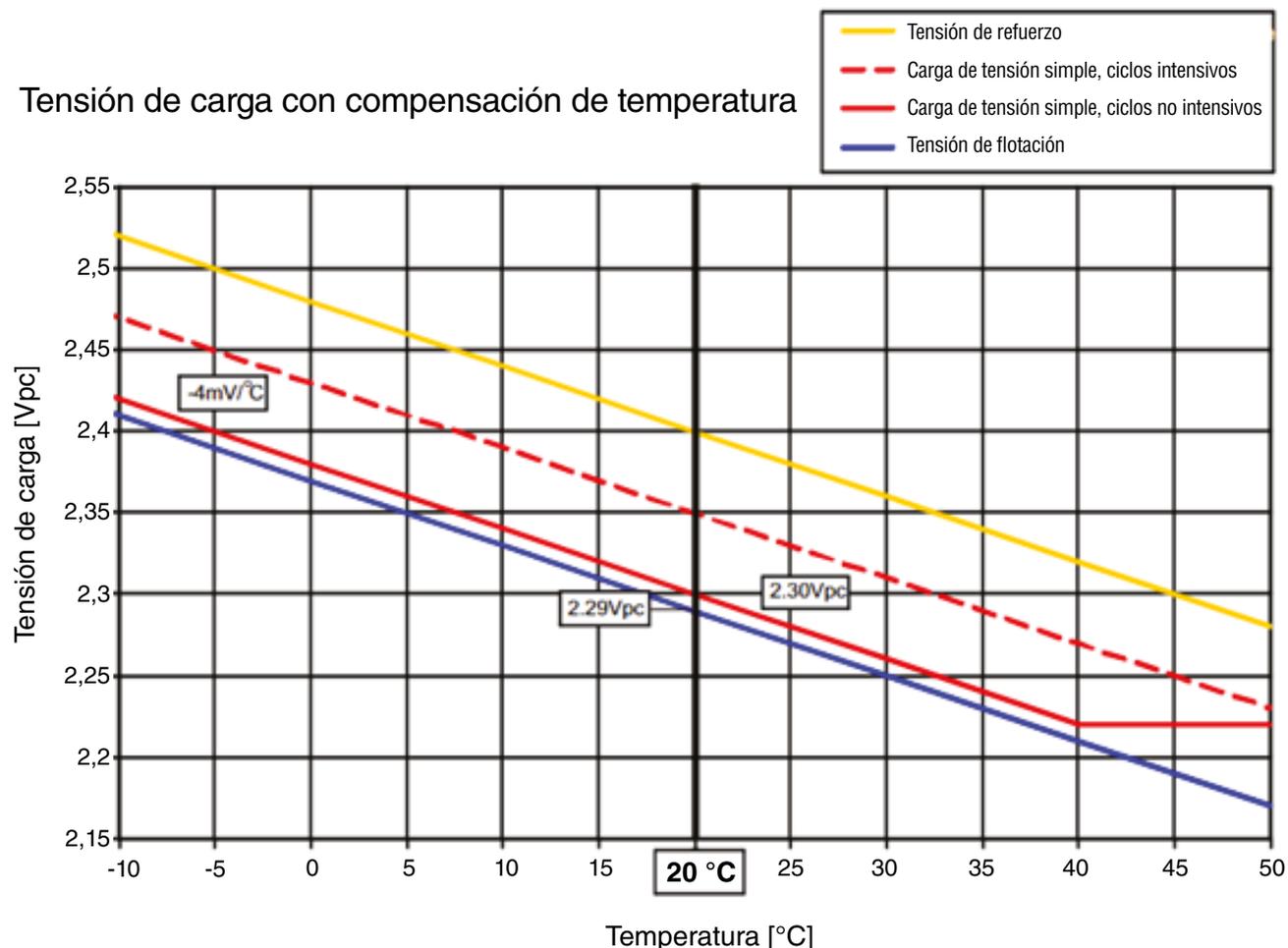


Figura 4: Tensión de carga con compensación de temperatura

Definir manualmente la compensación de temperatura con un gradiente negativo de:

- 4 mV/°C por celda si la temperatura está entre -25 °C y 40 °C. Esto corresponde a
- 48 mV/°C para un sistema de batería de 24 V.

Se mantiene la tolerancia permisible de  $\pm 1\%$  para la tensión de carga constante  $U_{Tren}$  correspondiente.

Ejemplo:

Una batería de 24 V que realice pocos ciclos (2,30 Vpc) y con una temperatura media del electrolito de 10 °C se cargaría con 28,08 V.

- $12 \text{ celdas} * 2,30 \text{ Vpc} + (-10 \text{ °C} * -0,048 \text{ V/°C}) = 28,08 \text{ V}$

**⚠ ADVERTENCIA ¡Atención! El aumento de la temperatura de trabajo provocará el envejecimiento prematuro de los acumuladores.**

Los ensayos prácticos muestran que un aumento de 10 °C de la temperatura de la batería con respecto a la temperatura nominal de 20 °C reduce la vida útil en un 50 %.

# UTILIZACIÓN DE LA BATERÍA

## Utilización de la batería

Las baterías de reserva ferroviarias ZeMaRail™ solo se pueden descargar hasta la **tensión de celda** especificada  $U_{final}$ . Para conocer los valores de su sistema, consulte sus datos técnicos específicos (posición « $U_{final}$ »).

**⚠ ADVERTENCIA** Después de cada descarga, **recargue inmediatamente el sistema de baterías** de acuerdo con las normas descritas en la sección anterior.

Es muy importante **no mantener la batería sin carga completa durante un tiempo prolongado**. Así evitará que su sistema se deteriore.

En caso de **interrupción** (por ejemplo, si el equipo falla), se permite una descarga a 1,65 Vpc. A continuación, la batería se deberá recargar por completo inmediatamente y se deberá comprobar su tensión total. En caso de fallos repetitivos, recomendamos realizar en taller una carga completa preventiva de la batería como se indica en el apartado «Carga de compensación».



### ¡Riesgo de explosión!

Independientemente de las condiciones de uso, **puede liberarse hidrógeno** por las válvulas del elemento.

Los espacios y los armarios en los que se utilicen las baterías deberán estar suficientemente ventilados.

Para evitar el riesgo de explosión, respete estrictamente las reglas de ventilación de la norma EN 62485-2: 2019 «Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías».

Cuando el tren se ponga fuera de servicio, deberá evitarse la descarga por consumo. Mantenga las baterías en carga de mantenimiento o trátelas como se indica en el apartado «Retirada de servicio en el vehículo».

## Mantenimiento

Los elementos de 2V ZeMaRail™ para baterías ferroviarias están diseñados con celdas selladas sin mantenimiento (VRLA) rellenas de electrolito inmovilizado (AGM). Estas celdas no deben rellenarse con agua.

**⚠ ATENCIÓN** Está prohibido abrir la carcasa de la celda para llenarla con agua u otras sustancias.

Para un uso duradero y sin problemas, la tecnología de carga deberá estar correctamente parametrizada para las condiciones de funcionamiento. Familiarícese con las condiciones de utilización y asegúrese de conocer y comprender la tecnología de carga utilizada (tenga también en cuenta las indicaciones del apartado «Utilización»).

Asegúrese de que solo el personal debidamente cualificado y protegido tenga acceso al sistema de baterías, y de que dicho personal conozca bien el contenido de estas instrucciones de uso y mantenimiento, en especial las instrucciones de manipulación segura de las baterías descritas en el apartado «Seguridad». Las baterías están **siempre en tensión**, incluso cuando se encuentran desconectadas del cargador o del circuito externo. Preste atención durante la inspección y la reparación de componentes en tensión y evite las llamas abiertas, las descargas electrostáticas, las chispas y los cortocircuitos con prendas, joyas, relojes o herramientas. Asegúrese de utilizar siempre herramientas aisladas.

# MANTENIMIENTO

## Inspección

Compruebe periódicamente que el sistema de baterías funcione correctamente.

Procedimientos de mantenimiento preventivo	Apartado	Frecuencia
Tensión constante de carga en los bornes de la batería	Comprobación de la carga y la tensión de celda	Durante la puesta en marcha y, a continuación, con una frecuencia de entre 4 y 12 meses
Limpieza e inspección visual	Limpieza e inspección visual	Cada 12 meses

## Comprobación de la carga y la tensión de celda

Herramientas para este tipo de inspección:

Denominación	Observaciones
Voltímetro digital con puntas de medición delgadas (el orificio de medición de la cubierta del conector es de 2 mm)	Medición de la tensión de CC con una precisión de indicación de 0,001 V a la tensión de celda
Medidor de pinza de CC	Diámetro del cable aprox. 15 mm para valores medidos <1A y <60 A
Medidor de temperatura	Si es posible con sensor externo
Herramienta de acceso	Según la documentación de la caja de baterías correspondiente

**⚠ ADVERTENCIA** Compruebe y **ajuste la tensión de carga constante al menos una vez al año** de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cargador. Al mismo tiempo, mida y registre las tensiones individuales de los elementos.

Las siguientes mediciones deberán llevarse a cabo y registrarse con regularidad. Seleccione la frecuencia de medición con arreglo a la importancia funcional del sistema de baterías

(por ejemplo, su relevancia para la seguridad de las personas). En el caso de aplicaciones con BMS, esta función puede automatizarse parcialmente y solo será necesario realizar las mediciones si se produce un mensaje de error.

Compruebe el ajuste del controlador de tensión del cargador con una frecuencia de entre 6 y 12 meses. Integre esta medición con la frecuencia adecuada en el procedimiento de inspección.

Parámetro	Medición	Frecuencia de medición
Tensión de carga continua en los bornes de la batería*	$>U_{\text{Batería}}$	En la puesta en marcha y, después, entre cada 4 y 12 meses
Corriente de carga continua*	$<3 \text{ A}$	Después de la carga completa, entre cada 6 y 18 meses
Tensiones de celda*	$>2 \text{ V}$	En la puesta en marcha y, después, entre cada 6 y 18 meses
Temperatura de la batería	$^{\circ}\text{C}$	Una vez en verano y cuando se requiera*

\*Efectúe las mediciones eléctricas cuando la carga esté en la fase de carga continua/tensión constante y sin que la carga se haya interrumpido durante un periodo de 9 horas. Registre la temperatura de la batería para mejorar la interpretación de los valores medidos.

## Comprobación de la carga y la tensión de celda (cont.)

Verifique la tensión de carga del cargador y asegúrese de que la tensión de carga constante en los bornes de la batería corresponda al valor recomendado (recuerde que, en este caso, el valor dependerá de las condiciones de carga y temperatura concretas, y que la tensión de carga constante también depende de ello).

**En caso de desviación, ajuste** el sistema de carga siguiendo las instrucciones del fabricante del cargador.

Archive los datos recopilados sobre el sistema de batería y analícelos a lo largo del tiempo de utilización. Deberían observarse desviaciones

significativas. Para sistematizar el análisis, utilice el «Árbol de análisis de desviaciones de tensión» del «Apéndice A1».

Cuando interprete los valores medidos de las tensiones de celda, compruebe que la tensión correcta de carga de las celdas a 20 °C y en condiciones de carga completa se encuentre dentro de una tolerancia de  $\pm 0,3V$  por elemento de 2V. Los valores bajos requieren atención, especialmente si tienden a seguir disminuyendo. Esto puede ser indicativo de un cortocircuito interno en alguna de las celdas. Lo normal es que los valores altos de tensión de celda disminuyan a lo largo de la vida útil.

## Limpieza e inspección visual

Lista de herramientas para esta operación:

Denominación	Observaciones
Paños húmedos	
Herramienta de acceso	Según la documentación de la caja de baterías correspondiente

La batería deberá estar siempre limpia y seca.

### **ADVERTENCIA** ¡Riesgo de formación de chispas de descarga electrostática!

Limpie las superficies sucias de las baterías y las celdas con un paño humedecido con agua. No deben usarse otros productos de limpieza ni ninguna otra sustancia. Las baterías de plomo-ácido no se deben limpiar con paños secos ni con plumeros.



**¡Utilice gafas y ropa de protección! Protéjase los ojos** cuando se acerque a la batería; los líquidos y los gases explosivos pueden provocar ceguera

y otras lesiones.

Para **trabajar con las baterías**, respete las normas de prevención de accidentes y las normas EN 62485-2 y -3 y EN 50110-1.



**¡Riesgo de daños en la carcasa!** Existe el riesgo de que los **productos químicos** dañen las carcasas de plástico. No utilice aerosoles, sustancias

químicas, disolventes ni productos similares para limpiar la batería.

Los sistemas diseñados para aplicaciones ferroviarias a menudo tienen conectores totalmente aislados. Esto ayuda a evitar las fugas de corriente debidas a la suciedad en el contenedor de la batería. Si la suciedad fuera importante, interrumpa la carga con el interruptor de la batería. A continuación, desconecte el conjunto de la batería con el conector de la batería y limpie la superficie con un paño humedecido con agua.

Inspeccione las celdas, los conectores y el cofre para detectar cualquier defecto: orientación y posición de los componentes, grietas en el material, signos de sobrecalentamiento, marcas anormales en la cubierta de las válvulas, fugas de electrolito (gel), conectores sueltos, etc.

Si limpia una batería desmontada con un chorro de agua, utilice una manguera para bombear el agua que se acumule en el cofre. Asegúrese de que no quede agua en las cabezas de los tornillos de los conectores y de que la batería esté completamente seca antes de volver a ponerla en servicio.

## Pruebas de capacidad

Lista de herramientas para esta operación:

Denominación	Observaciones
Cargador y resistencia de descarga	Con la tensión, las corrientes y la conexión que correspondan a su sistema
Voltímetro digital con puntas de medición delgadas (el orificio de medición de la cubierta del conector es de 2 mm)	Medición de la tensión de CC con una precisión de indicación de 0,001 V a la tensión de celda
Herramienta de acceso	Según la documentación de la caja de baterías correspondiente

Las pruebas de capacidad permiten verificar la funcionalidad de los sistemas de baterías. Una batería de diseño estándar es operativa si la capacidad actual de la batería  $C_{act}$  es superior al 80 % de su capacidad nominal  $C_r$  (medición según IEC/EN 60689-21/22).

**⚠ ADVERTENCIA** La mejor forma de comprobar el estado de la batería es una prueba periódica de capacidad.

La descarga de prueba ejercerá una gran demanda en la batería, y la **tensión de los elementos no deberá caer por debajo de 1,6Vpc**.

Realice una carga rápida completa rápida de la batería antes y después de la prueba.

Pruebe la batería completamente cargada tras una pausa de 6 horas con una corriente constante  $C_{10}$  durante 8 h (prueba funcional menos exigente) o hasta alcanzar una tensión final correspondiente a 1,8Vpc (prueba de capacidad actual).

## Vida útil de la batería

Los elementos de 2V ZeMaRail™ para baterías ferroviarias tienen una vida útil limitada. El trabajo en ciclos consume la masa activa de las placas positivas y la carga continua tenderá a secar el electrolito.

La batería llegará al final de su vida útil cuando la capacidad disponible en condiciones de carga completa sea solo del 80 % de la capacidad nominal. La reducción de capacidad se refleja en la rapidez con la que disminuye la tensión durante el uso de la batería (descarga). El medidor de Ah del BMS (sistema de gestión de la batería) puede determinar la disminución de la capacidad e indicará el final de la vida útil.

Las baterías ZeMaRail™ deberán usarse siempre en las siguientes condiciones:

- Rendimiento energético máximo: dependiendo del proyecto
- Temperatura media: 20 °C - 25 °C
- Temperatura de trabajo máxima: hasta +40 °C

Además, deberán respetarse en todo momento los requisitos, las instrucciones y la documentación del fabricante de las baterías ZeMaRail™.

Las baterías ZeMaRail™ funcionan en todo el intervalo de temperaturas de la norma EN 50125-1, tabla 2, clase T3 (-25 °C / + 45 °C).

A bajas temperaturas, el consumo de carga se reduce y la batería no se puede recargar completamente. Las altas temperaturas constantes aceleran el envejecimiento de la batería.

El tiempo dependerá en gran medida de las condiciones de uso reales (tecnología de carga, efectos del calor, trabajo en ciclos, ...).

Para evaluar el estado de salud de la batería, se puede llevar a cabo una prueba de capacidad  $C_5$  o  $C_{10}$ . Debido al tiempo prolongado de comprobación en general, la batería se debe desmontar del vehículo.

El aumento de la corriente de carga continua es indicativo de un tiempo de utilización avanzado. Sin embargo, no es una señal inequívoca del final de la vida útil.

Recomendamos que el operador ferroviario defina una vida útil máxima esperada de la batería en sus vehículos y con sus condiciones de utilización y que sustituya preventivamente la unidad con este criterio.

## Sustitución de la batería

Para minimizar el tiempo de inactividad del vehículo si se produce una avería que no se pueda subsanar en poco tiempo o cuando se alcance el tiempo máximo de utilización, recomendamos sustituir rápidamente el sistema de baterías del vehículo.

### Desmontaje de las baterías

Siga las instrucciones del apartado «Desmontaje». Registre los datos del contador uso, disponibles en el BMS.

### Instalación de las baterías de sustitución

Siga las instrucciones de los apartados «Montaje» y «Puesta en marcha». Reinicie los contadores del BMS (o introduzca los valores intermedios de la batería de sustitución).

## Reparación y reacondicionamiento (mantenimiento curativo)



**¡Riesgo de explosión e incendio, evite los cortocircuitos!**

**¡Atención!** Las partes metálicas de las celdas de una batería están siempre

en tensión. **No se permite colocar herramientas ni otros objetos** sobre la batería.

En todas las condiciones de uso se puede liberar hidrógeno a través de los tapones de ventilación. Ventile adecuadamente los espacios y los armarios.

No está permitido cargar en espacios cerrados sin ventilación.

Para eliminar riesgos de seguridad, los requisitos de ventilación para cargas en taller según

**EN 62485-3:2015** «Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 3: baterías de tracción» deberán respetarse en todo momento.

Cuando trabaje con un cargador de baterías, asegúrese de seguir las instrucciones del equipo y verifique que el ajuste de los parámetros sea correcto.

### Recarga de la batería en el taller

Para recargar la batería en el taller a 20 °C, utilice una carga de corriente constante de al menos I10 (ZeMa200P18\*: 20,8 A) y una tensión carga de mantenimiento de 2,29 Vpc.

Carga con $*I_{10} = 20,8 \text{ A}$	Elemento 2 V	Batería 24 V
Tensión constante = carga de mantenimiento	2,29 V	27,5 V
Tensión de carga de refuerzo (máx. 10h)	2,40 V	28,8 V

\*La corriente de carga depende de la capacidad de la celda; para otros elementos, consulte la hoja de datos

Si utiliza un cargador IU0U moderno, puede ajustar la tensión de carga de refuerzo a 2,40 Vpc. Asegúrese de que la 1ª fase esté limitada a 10 horas.

Si la temperatura de la batería en el taller difiere de manera permanente en más de 5 °C, la tensión de carga deberá ajustarse como se indica en «Compensación de la tensión de carga en función de la temperatura».

El tiempo de recarga de la batería dependerá de su estado de descarga (profundidad de descarga, tiempo de descarga). La recarga de una batería completamente descargada con carga IU requerirá:

aprox.	9 horas para	el 75 % de la capacidad
aprox.	14 horas para	el 85 % de la capacidad
aprox.	30 horas para	el 100 % de la capacidad

Con una corriente de carga mayor y una fase de carga de refuerzo es posible reducir el tiempo.

# MANTENIMIENTO

## Reparación y reacondicionamiento (mantenimiento curativo) (cont.)

Cuando la batería esté completamente cargada con la tensión de carga recomendada, la corriente de carga continua será de aproximadamente 1 mA/Ah. A lo largo de la vida útil de la batería, esta corriente de mantenimiento puede aumentar hasta 6 mA/Ah. Prolongar la carga de mantenimiento entre 48 y 72 horas contribuirá a mantener la electroquímica de su batería.

### Carga de compensación

Los elementos ZeMa de 2V no requieren carga de compensación periódica. En las baterías VRLA no se produce estratificación. Tras una descarga

profunda o si las diferencias de tensión entre las celdas indican que hay sulfatación, se puede llevar a cabo una carga de compensación.

Este tratamiento se realiza después de cargar la batería totalmente y tras una pausa de al menos una hora (gasificación, enfriamiento) y requiere un rectificador de carga especial.

El procedimiento consiste en aplicar durante un tiempo limitado una corriente de carga pequeña (<10 % I10) a los elementos de 2V conectados en serie. Durante esta carga a corriente constante, el límite de tensión se elevará a 2,8 Vpc.

Carga de compensación	Corriente de carga	Duración	Sistema de 24 V
ZeMa200P18	máx. 2,08 A	máx. 10 h	33,6 V
ZeMa270P12	máx. 2,70 A		
ZeMa340P18	máx. 3,70 A		
ZeMa450P21	máx. 4,50 A		

Durante este procedimiento, se deberá observar la reacción térmica de la batería. Si una celda de la batería supera la temperatura de 45 °C, se deberá interrumpir la carga de compensación.

Limite la duración de la carga de compensación a 10 horas. Una exposición prolongada a la carga de compensación puede dañar la batería y consumir una parte considerable de su vida útil.

### Recarga tras una descarga profunda

La recarga tras una descarga profunda accidental puede requerir demasiado tiempo en el vehículo e interrumpir su servicio diario.

Recargue las baterías completamente descargadas lo antes posible en el taller a 20 °C con una corriente reducida de I24 (ZeMa200P18\*: 9,8 A) durante 26 horas. Limite la tensión de carga a 2,35 Vpc:

Tras esta etapa, vuelva a ajustar el rectificador de carga a una tensión de carga de mantenimiento de 2,29 Vpc. Una recarga posterior de al menos 72 horas contribuirá a mantener la electroquímica de la batería.

Corriente de recarga I <sub>24</sub> = 9,8 A	Elemento 2 V	Batería 24 V
Limitación de tensión, para 26 h	2,35 V	28,2 V
Carga de mantenimiento, mín. 72 h	2,29 V	27,5 V

\*La corriente de carga depende de la capacidad de la celda; para otros elementos, consulte las hojas de datos

Después de haber efectuado una recarga correcta, la batería estará lista para entrar en servicio. Una prueba de capacidad (consulte la sección «Prueba de capacidad») le permitirá verificar la funcionalidad.

**NOTA:** las descargas profundas ejercen una gran demanda en la batería y consumen proporcionalmente su vida útil.

### Daños mecánicos violentos (p. ej., accidentes)

Las caídas, los impactos fuertes o el contacto con productos químicos agresivos pueden destruir la carcasa de las celdas, exponiendo los electrolitos conductores con el riesgo de que pueda producirse un cortocircuito interno.

### ⚠ PRECAUCIÓN ¡Peligro de cortocircuito!

Todas las partes metálicas expuestas de las celdas de una batería están en tensión. Peligro de lesiones por descarga eléctrica o cortocircuito.

Toque la batería únicamente por las superficies de plástico.

No ponga herramientas ni otros objetos sobre la batería.



**¡Utilice gafas y ropa de protección! Protéjase los ojos** cuando se acerque a la batería; los líquidos y los gases explosivos pueden provocar ceguera y otras lesiones. Cuando trabaje con las baterías, respete las normas de prevención de accidentes y las normas EN 62485-2 y -3 y EN 50110-1.

Si la batería dañada está conectada a un circuito: Desconecte la batería con el dispositivo de aislamiento eléctrico instalado en el circuito de carga (interruptor de la batería; cuando no haya tensión: botón de emergencia, conector de la batería o conectores de los elementos).

## Reparación y reacondicionamiento (mantenimiento curativo) (cont.)

En caso de accidente, deberá neutralizar el electrolito derramado con cal. Los residuos deberán eliminarse de forma respetuosa con el medio ambiente y el material no deberá verterse en ningún caso con otros residuos.

Consulte el folleto «Instrucciones para la manipulación segura de las baterías ferroviarias de plomo-ácido». Si tiene más preguntas, póngase en contacto con el servicio técnico de EnerSys.

En caso de salpicaduras de ácido en los ojos o en la piel, lave la zona afectada con agua corriente limpia. En caso de contacto con los ojos, acuda inmediatamente a un médico. Póngase en contacto con un médico también en caso de contacto grave con la piel.

**⚠ PRECAUCIÓN** ¡Las baterías de plomo-ácido son muy pesadas!

Preste atención a la seguridad durante la instalación y utilice solo equipos de manipulación y elevación adecuados.

Se deberán adoptar precauciones especiales si el cofre de la batería presenta grietas o daños mecánicos.

### Sustitución de un segmento de batería o de celdas individuales

Denominación	Observaciones
Herramientas de elevación y otras herramientas mecánicas	Dependiendo del diseño del sistema
Llave dinamométrica aislada	Tuercas adaptadas al diseño del sistema
Estropajo Scotch-Brite	Limpieza de las superficies de contacto

En la documentación del sistema encontrará un plano de conjunto y una lista de piezas.

Si su sistema está compuesto por varias baterías (por ejemplo, en cofres) o por elementos individuales en serie y tuviera que sustituir parcialmente un segmento o un elemento en el taller de servicio, lea la siguiente información:

- Combine únicamente baterías o elementos con el **mismo estado de carga**. Lo mejor es someter a los diferentes grupos a una carga previa de 72 horas con tensión de flotación y asegurarse de que todos estén totalmente cargados.
- Combine solo baterías o elementos que tengan aproximadamente la **misma antigüedad** y, si reutiliza elementos, tómelos de aplicaciones similares. Nuestra experiencia demuestra que los elementos nuevos son problemáticos si se instalan en baterías que ya se han utilizado durante más de 2 años.

Trabaje con **herramientas aisladas**. Cuando instale los elementos, compruebe la correcta polaridad y el correcto montaje de los conectores (consulte el plano del sistema). Durante la instalación, asegúrese de que todas las superficies de contacto estén limpias. Los restos de fijador de roscas se pueden eliminar con un estropajo Scotch-Brite seco.

En los terminales ponga siempre tornillos nuevos sin estrenar y utilice fijador de roscas (masilla gris-azul). No supere el **par de apriete** recomendado de los tornillos de los terminales:

Celdas	Par de apriete	Unidad
ZeMa200P18, ZeMa270P12, ZeMa340P12, ZeMa450P21	25,0 ± 0,9	Nm

Los tornillos de los terminales deberán apretarse rápidamente al atornillarlos, ya que cuando el fijador de tornillos endurezca impedirá un apriete normal.

# RETIRADA DE SERVICIO

## Retirada de servicio en el vehículo

En el vehículo, las baterías de reserva estarán siempre cargadas al 100 %. Antes de retirar un vehículo del servicio, se deberá completar dicha carga.

Asegúrese de que el dispositivo de carga se haya ajustado al nivel de carga continua y que la corriente de carga de la batería haya descendido a la corriente de mantenimiento mínima.

Si pone el vehículo fuera de servicio, desconecte todos los consumos de la batería. De este modo, evitará una descarga profunda perjudicial de la batería y, cuando vuelva a ponerla en marcha, dispondrá de una gran capacidad. Para poner el vehículo fuera de servicio, siga tanto las instrucciones del fabricante del tren como las del operador ferroviario. Para recargar la batería, siga las instrucciones del apartado «Condiciones y período de almacenamiento».

## Preparación para el almacenamiento

Si almacena una batería en buen estado fuera del vehículo, asegúrese de cargarla completamente con una carga de 48 horas en el taller (consulte el apartado «Carga de la batería en el taller»).

Durante el almacenamiento, siga las instrucciones de la sección «Condiciones y período de almacenamiento».

## Desmontaje

**Antes del desmontaje, lea atentamente el contenido de este manual** y siga estas instrucciones:

Cuando retire la batería del vehículo, respete las instrucciones del fabricante del vehículo y cualquier otra instrucción interna del operador ferroviario. Los trabajos deberán confiarse a personal capacitado y dotado con el equipo de seguridad adecuado.

### **⚠ PRECAUCIÓN ¡Peligro de cortocircuito!**

Todas las **partes metálicas** de las celdas de una batería están en tensión. Peligro de lesiones por descarga eléctrica o cortocircuito.

Toque la batería únicamente por las superficies de plástico.

No ponga herramientas ni otros objetos sobre la batería.

Abra y asegure el interruptor de protección de la instalación eléctrica a la caja de baterías, de modo que los cables desmontados sean «flotantes» y estén aislados del rectificador de carga y de los consumos.

Debido al elevado peso de las baterías de plomo-ácido, deberá emplearse un dispositivo mecánico de elevación adecuado.

Incluso al final de su vida útil, y una vez desconectada del cargador o del circuito externo, una batería está **en tensión**. Durante el desmontaje, evite las llamas abiertas, las descargas electrostáticas, las chispas y los cortocircuitos con prendas, joyas, relojes o herramientas. Utilice únicamente herramientas aisladas.

Aísle y asegure los cables de conexión del vehículo durante la operación.

# RECICLAJE Y ELIMINACIÓN

## Reciclaje y eliminación

Cuando desmonte una batería, recuerde los riesgos descritos anteriormente. Si los bornes de la batería se encuentran en buen estado, la batería estará protegida contra posibles cortocircuitos. Asegúrese de que no se pueda modificar de modo alguno la batería mientras esté almacenada o cuando se envíe para su reciclaje.

 <p>Pb Recicle la batería</p>	<p><b>Riesgo medioambiental.</b> <b>Riesgo de contaminación por plomo.</b> <b>Devolver al fabricante</b> Las baterías con este símbolo se deben reciclar. Las baterías que no se devuelvan para seguir el proceso de reciclaje se deberán eliminar como residuos peligrosos. <b>Cuando se utilicen baterías de tracción y cargadores, el personal deberá cumplir la normativa, la legislación, los reglamentos y las regulaciones vigentes en el país en el que se usen.</b></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Los elementos de batería ZeMaRail™ son reciclables. Las baterías usadas deben embalsarse y transportarse de acuerdo con las normas y regulaciones vigentes para su transporte.

Embálelas de forma segura y adjunte la información de seguridad de transporte requerida. Para simplificar el proceso de recogida y reciclaje o reprocesamiento, las baterías de plomo-ácido usadas no deben mezclarse con otras baterías.

## Reciclaje

Material	% en masa	Observaciones
Caja, separador AGM	~ 7	Reciclabilidad del 90 %
Plomo (rejilla, masa activa)	~ 64	Reciclabilidad del 100 %
Ácido sulfúrico	~ 29	Reciclabilidad del 100 %

## Eliminación

Las baterías usadas deberán eliminarse de acuerdo con la legislación local y nacional a través de un agente de reciclaje con licencia o certificación para baterías de plomo-ácido.

En nuestro punto de venta le ayudarán a recuperar las baterías usadas y devolverlas a los fundidores de plomo secundario para su procesamiento.

## Resolución de problemas

Las baterías ferroviarias con elementos de 2V ZeMaRail™ son muy fiables si las condiciones de carga son correctas y se adaptan a las condiciones de utilización en el tren.

El fallo de un elemento de la batería suele provocar una pérdida de capacidad del conjunto de la batería, que se traduce para el operador en un tiempo de reserva reducido en modo batería (apartado «Utilización de la batería»):

- los grupos de consumo tardan menos en desconectarse porque la tensión de descarga de la batería  $U_{\text{final}}$  se alcanza antes, o
- la capacidad es insuficiente para elevar el pantógrafo o arrancar el tren (la batería respondería al mayor consumo de energía con una caída de tensión).
- Un BMS podría detectar un comportamiento desequilibrado de los elementos de la batería, si la tensión de descarga de uno de ellos cayera demasiado pronto.

Para posibilitar el análisis posterior, recomendamos medir y registrar las tensiones individuales de los elementos cuando se produzca un fallo. También recomendamos registrar las condiciones en las que se llevaron a cabo estas mediciones:

- ¿La batería estaba cargando o descargando o se había desconectado del vehículo? (y, en caso afirmativo, ¿durante cuánto tiempo?)
- Estado de carga estimado de la batería
- Temperatura de la batería Preste atención a las diferencias entre celdas individuales.
- Una tensión baja en alguno de los elementos durante la descarga puede ser indicativa de un cortocircuito interno en esa celda o de una descarga excesiva.

Tras un fallo de este tipo, se recomienda cargar la batería lo antes posible.

- Decida, en función de sus condiciones de servicio, si esta carga debe llevarse a cabo en el vehículo o en el taller. **En el vehículo**, evite las descargas durante el uso semanal de la batería reduciendo al mínimo las desconexiones del vehículo de la red eléctrica.
- Aunque requiera más tiempo, es mejor y más seguro efectuar en el taller una carga completa de 72 horas como se indica en «Recarga de la batería en el taller», en la página 21.

Si decide desmontar la batería, mida las tensiones de circuito abierto de los elementos antes de ponerlos a cargar.

Al cabo de 24 horas, la tensión de circuito abierto será indicativa del estado de carga del elemento:

- Una tensión superior a 2,14Vpc equivale a una carga del 100 %.
- Los valores inferiores a 1,97Vpc corresponden a una carga residual inferior al 20 % o a una descarga de más del 80 % de la capacidad (DoD >80 %).
- Si la mayoría de los elementos están descargados hasta esa profundidad, recomendamos cargarlos de acuerdo con el apartado «Recarga tras una descarga profunda».

Para comprobar el funcionamiento y la capacidad de la batería, realice una descarga de acuerdo con el apartado «Prueba de capacidad».

Si algún elemento presentara un fallo y hubiera que sustituirlo, proceda de acuerdo con «Sustitución de un segmento de batería o de celdas individuales».

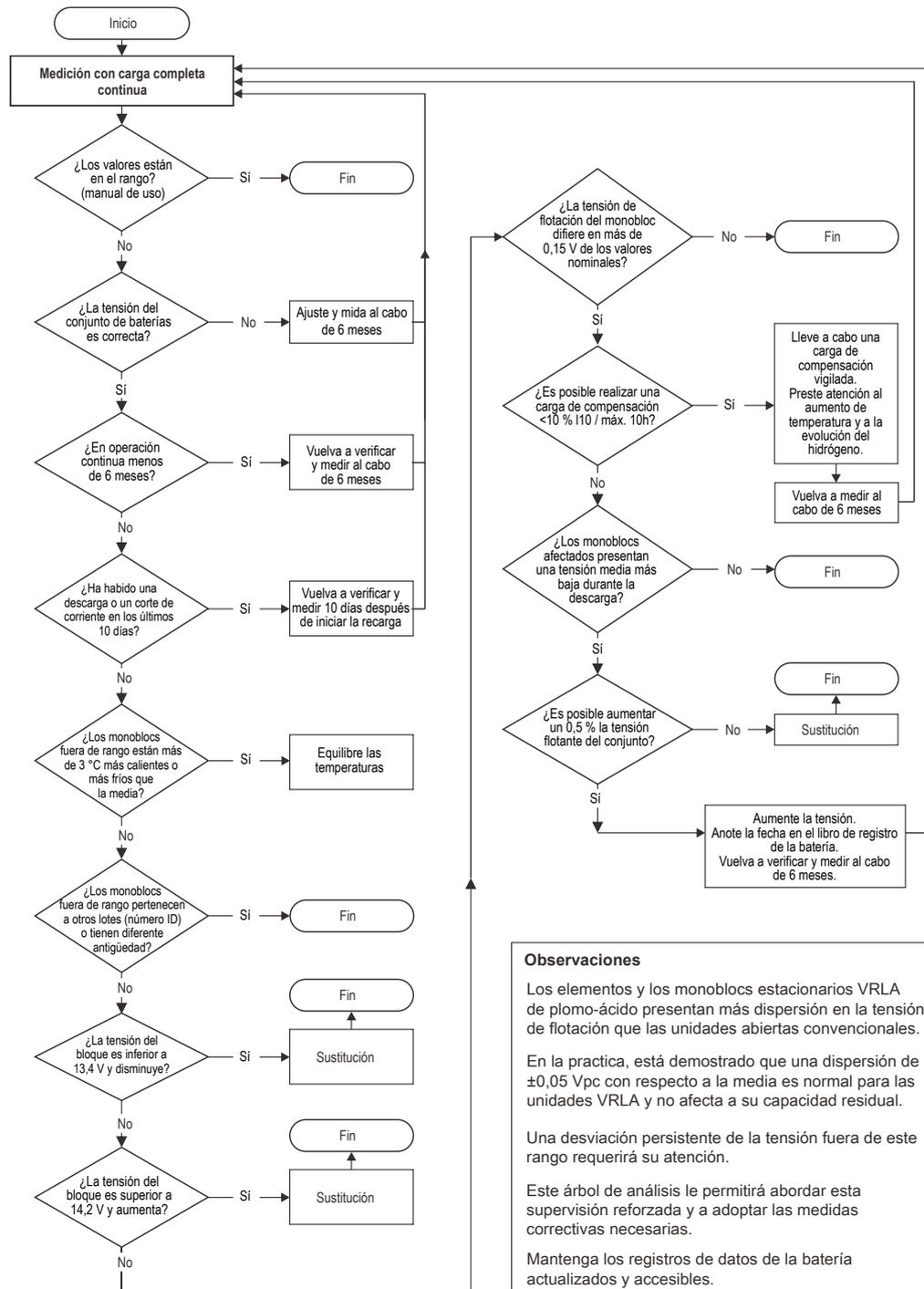
Si continúa utilizando las baterías en el tren o si no se encuentran fallos en la batería desmontada, verifique las condiciones de uso y el correcto funcionamiento del sistema de baterías. Consulte el apartado «Comprobación de la carga y la tensión de celda.»

# APÉNDICE

## Apéndice A1

Árbol de análisis de desviaciones de tensión (monoblocs y celadas de 2V ZeMaRail™ con carga continua)

Árbol de análisis de desviaciones de tensión (monoblocs de 12 V con carga continua)



[www.enersys.com](http://www.enersys.com)

© 2024 EnerSys. Todos los derechos reservados. Se prohíbe la distribución no autorizada. Las marcas registradas y los logotipos son propiedad de EnerSys y sus filiales, a excepción de UL, CE, UKCA y Scotch-Brite, que no pertenecen a EnerSys. Sujeto a revisiones sin previo aviso. SALVO ERROR U OMISIÓN.

EMEA-ES-OM-ZR-CL-1024

***EnerSys***<sup>®</sup>

*Power/Full Solutions*