

# SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO DE BATERÍAS PARA INSTALACIONES CRÍTICAS

Capítulo Uno:

## LOS COSTOS Y LAS CAUSAS DE LAS CAÍDAS DE LAS INSTALACIONES

Resumen Ejecutivo

Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

El alto costo de las caídas de las instalaciones

Conclusión



## Resumen Ejecutivo

### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

### El alto costo de las caídas de las instalaciones

### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

El sistema de suministro ininterrumpido de energía (UPS, por sus siglas en inglés) es vital para mantener las operaciones críticas de los centros de datos, los servidores públicos y las instalaciones industriales cuando ocurren caídas. Si bien a menudo se hacen evaluaciones y se implementan programas de mantenimiento preventivo para mantener y proteger este sistema, la realidad es que un UPS solo es confiable en la medida en que lo son las baterías que lo respaldan. De hecho, en el “Estudio de 2016 sobre las causas de las caídas de los centros de datos” del Ponemon Institute, los fallos de los UPS causan un 25% de las caídas de las instalaciones críticas.

Una sola celda en mal estado en un banco de baterías puede comprometer todo el sistema de respaldo de unas instalaciones, provocar prolongadas caídas y dejar a una organización sin protección. Cuando se produce una caída, los líderes empresariales buscan al gerente de las instalaciones o al responsable de las operaciones del centro de datos para que explique la causa de la caída y cómo se puede evitar la situación en el futuro.

Los gerentes de instalaciones pueden beneficiarse al trabajar con expertos en centros de datos y técnicos de servicio que realmente entienden el rendimiento de las baterías y cómo sacar el máximo provecho de este crítico activo. Sin embargo, también deben educarse para proteger por completo su negocio y lograr la estabilidad comercial. Este libro digital está destinado a dar la información y herramientas necesarias a los gerentes de instalaciones para que puedan cuidar de manera adecuada las baterías del UPS y, en última instancia, lograr una disponibilidad óptima de su infraestructura crítica. Los temas a tratar incluyen las causas y los costos de las caídas; el cumplimiento de requisitos reglamentarios para evaluar las baterías y lograr un mantenimiento continuo; buenas prácticas del mantenimiento preventivo, diseño y vida útil de las baterías del UPS; y el reemplazo activo de baterías y de otros componentes relacionados.

## Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Resumen Ejecutivo

#### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

#### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

#### El alto costo de las caídas de las instalaciones

#### Conclusión

Las baterías pueden ser el componente más simple en un sistema de UPS pero, durante un reciente análisis de Vertiv sobre las caídas, los fallos relacionados con las baterías representaron la mitad de todos los fallos del sistema del UPS. Esta tasa de fallo incluye baterías que llegaron al final de su descarga.

Al considerar la vida útil de las baterías, es común confundir la vida útil de diseño de la batería con la vida útil de la misma. La vida útil de diseño de la batería la especifica el fabricante y toma en cuenta el diseño de celdas y la antigüedad de la batería bajo condiciones controladas en el laboratorio del fabricante. La vida útil debe tomar en cuenta el impacto en el envejecimiento de la batería que tiene la aplicación, el diseño de la instalación y las prácticas de mantenimiento. En general, la vida útil es mucho más breve que la vida útil de diseño.

### Sistemas de baterías: El enlace más débil en la cadena de suministro Causas de las caídas del centro de datos

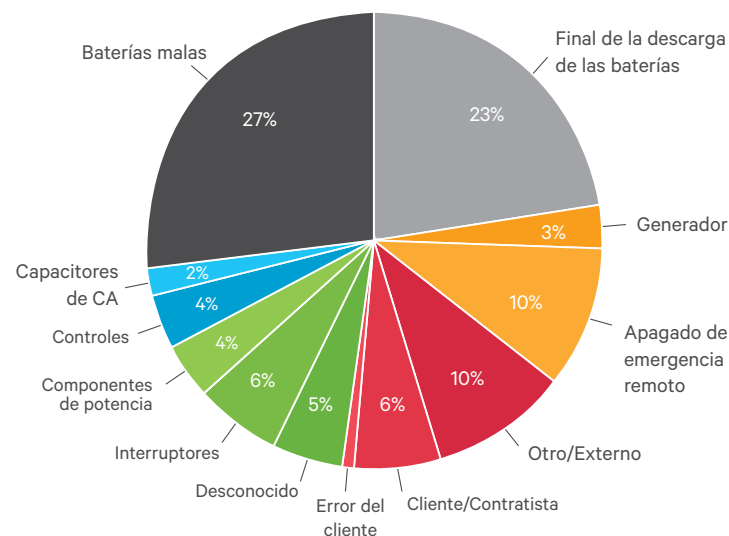


FIGURA 1. Un análisis de Vertiv encontró que las baterías son la causa más frecuente de caídas en los centros de datos.

## Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Resumen Ejecutivo

#### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

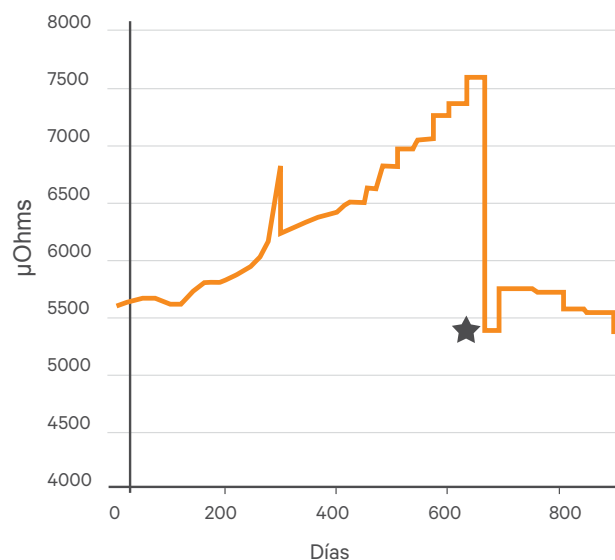
#### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

#### El alto costo de las caídas de las instalaciones

#### Conclusión

Además, un estudio realizado por el equipo de la Organización de Servicios de Vertiv sobre los resultados en el mundo real del rendimiento de las baterías plomo-ácido reguladas por válvula (VRLA) en el entorno del UPS combinado con la amplia experiencia en el campo que tiene la empresa, reveló que la vida útil de las baterías varía demasiado como para confiar en los datos de referencia iniciales del fabricante sobre la resistencia. De hecho, Vertiv encontró que las consideraciones de referencia iniciales se deben realizar 90 días después de la instalación. Cuando se reemplaza una batería nueva debido a un fallo o a una causa prematura, a menudo el cambio inicial de la resistencia tenderá a la baja y luego permanecerá constante. La figura 1 detalla un ejemplo del cambio de una batería que ocurre 600 días después de su vida útil. Tenga en cuenta que la resistencia de referencia inicial de esta batería se establecerá probablemente cerca de los 5250 Ohmios, en lugar de en los 5650 Ohmios observados en su instalación.

Estos malentendidos comunes acerca de la vida útil de las baterías a menudo conducen al mantenimiento inadecuado de estas. Si los gerentes de las instalaciones solo tienen en cuenta la vida útil de diseño del fabricante o las referencias de vida útil publicadas, con frecuencia las baterías se ajustan y luego se ignoran por años, sin darles mantenimiento preventivo o evaluarlas por completo en su ciclo de vida. Esto puede conducir a costosos fallos de las baterías y a caídas de las instalaciones.



**FIGURA 2.** Los resultados de tendencias mostrados arriba son habituales para las baterías VRLA de 70 amperios-hora durante el estudio y han causado que Vertiv reconsidere las referencias provistas por el fabricante. El equipo de servicios encontró que cuando una unidad específica se asienta en su funcionamiento de referencia, la varianza inicial de la referencia del fabricante podría ser hasta de 25%.

## Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Resumen Ejecutivo

#### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

#### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

#### El alto costo de las caídas de las instalaciones

#### Conclusión

En realidad, al respaldar el UPS, las baterías fallan en menos de la mitad del tiempo estipulado para la vida útil de diseño del fabricante debido a diferentes problemas, entre ellos:

- Alteraciones en el suministro eléctrico de entrada que comprometen el UPS.
- Defectos de fabricación.
- Temperaturas de la sala altas o incorrectas.
- Corriente de carga excesiva.
- Sobrecarga y ciclos excesivos.
- Conexiones sueltas.
- Terminales sobrecargadas de las baterías.



## Resumen Ejecutivo

### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

### El alto costo de las caídas de las instalaciones

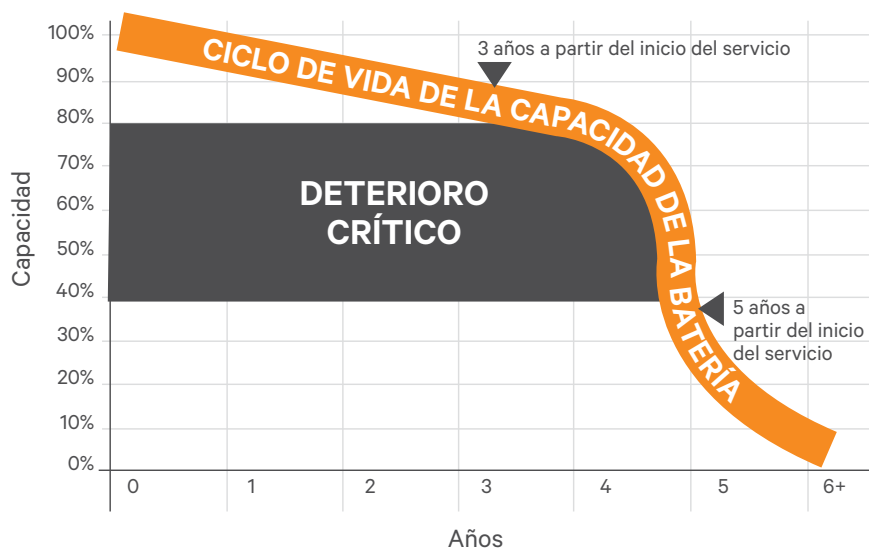
### Conclusión

## Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

Cuando tantas cosas pueden salir mal con las baterías del UPS, además de malinterpretar su verdadera vida útil, es fundamental **el mantenimiento y el reemplazo de las baterías** de manera habitual.

Los gerentes de las instalaciones deben garantizar que se implementan las mejores prácticas de mantenimiento de las baterías para que los sistemas de respaldo de potencia sigan funcionando según lo esperado y así minimizar las caídas de las instalaciones.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) publica normas de mantenimiento y los fabricantes de baterías de UPS ofrecen programas para revisiones de mantenimiento. El adherirse a estas normas y programas garantizará que las baterías obtengan el mantenimiento adecuado y/o se reemplacen antes de que se vuelvan demasiado riesgosas para las instalaciones críticas. (El capítulo dos de este libro digital analizará con más detalle las normas del IEEE y ahondaremos en el mantenimiento preventivo y en el reemplazo en los capítulos tres y cuatro).



**FIGURA 3.** Reemplazo recomendado de las baterías VRLA.

## Resumen Ejecutivo

### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

### El alto costo de las caídas de las instalaciones

### Conclusión

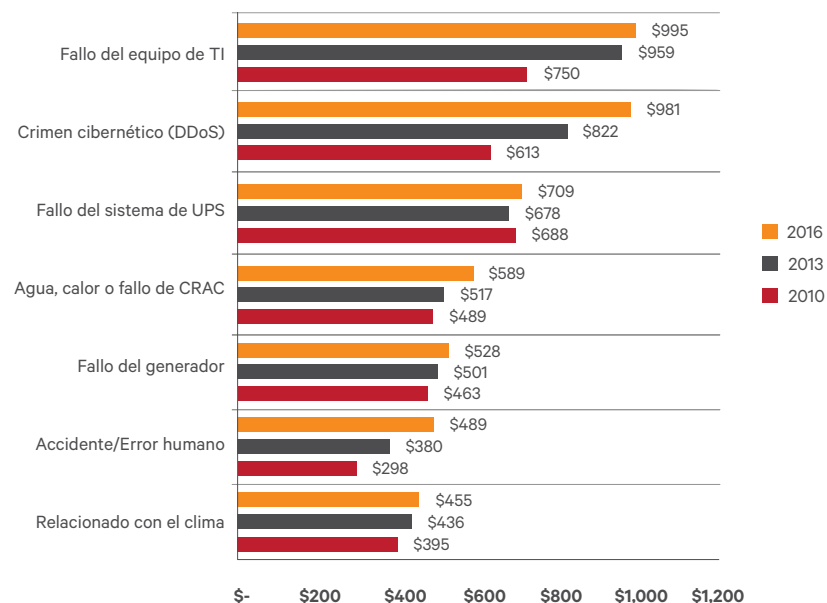
## El alto costo de las caídas de las instalaciones

Malentender la vida útil y no implementar prácticas de mantenimiento de las baterías del UPS para un rendimiento óptimo, pueden tener graves consecuencias en un centro de datos. Un escenario probable es el fallo del sistema de respaldo del UPS lo cual posiblemente provocará una caída con una interrupción prolongada y costosa de los negocios.

En vista de que la alta demanda de datos requiere que las organizaciones estén disponibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana, las caídas son sencillamente inaceptables y, con toda razón, pues el costo promedio por incidente debido a fallos en el sistema del UPS ronda \$995.000. Esta cifra incluye tanto los costos directos e indirectos relacionados con las caídas, tales como:

- Daños a los datos, al equipo y a otros activos críticos para los negocios.
- El impacto negativo en la productividad de la empresa.
- Costos relacionados con la detección y la corrección de la caída.
- El impacto legal y regulatorio.
- Pérdida de confianza de clientes y de otras partes.

**Costo total según las causas principales de las caídas**  
Comparación de los resultados de 2010, 2013 y 2016 (\$1,000 omitido)



**FIGURA 4.** El "Estudio de 2016 sobre los costos de las caídas de los centros de datos" del Ponemon Institute muestra los fallos del sistema del UPS como la tercer causa más costosa de las caídas.

## El alto costo de las caídas de las instalaciones

Las pruebas independientes del consumo de energía del ventilador EC (EF fan) en comparación con el ventilador de velocidad variable encontraron que los ventiladores EC montados dentro de la unidad de enfriamiento generaron un 18 por ciento de ahorro.

En las nuevas unidades los ventiladores se pueden colocar por debajo del piso falso, lo cual podría incrementar el ahorro.

La siguiente tabla muestra los resultados de un análisis independiente que compara la eficacia de ventiladores centrífugos con velocidad variable con la de los ventiladores EC montados debajo del piso. Las pruebas se llevaron a cabo con una unidad de aire acondicionado de precisión Liebert® CW de agua helada.

VELOCIDAD	MODELO FH 600C, 72°F/50% HR, 45E WT, 10" AGUA TD 0.3" PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO SENSIBLE NETA (KBTUH)	KW DEL MOTOR	ÍNDICE DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO (KBTUH/KW)	MÓDULO DEL VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO	AHORROS DESDE LA BASE
100%		284,0	11,0	25,8	17.000	—
		296,0	7,6	38,9	17.000	-30,9 %
90%	Ventiladores centrífugos con ventiladores de velocidad variable	260,0	8,0	32,4	15.300	-27,1 %
		268,0	5,5	48,4	15.300	-49,6 %
80%	--- Hélice motorizada EC debajo del piso	233,0	5,6	41,4	13.600	-48,8 %
		239,0	3,9	61,4	13.600	-64,6 %
70%		192,0	3,8	50,5	10.710	-65,5 %
		194,0	2,6	74,6	10.710	-76,4 %

### Resumen Ejecutivo

### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

### El alto costo de las caídas de las instalaciones

### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

### Las baterías como componentes del UPS con vida útil limitada

### Causas de los fallos de las baterías del UPS que pueden producir caídas de las instalaciones

### El alto costo de las caídas de las instalaciones

## Conclusión

## Conclusión

Sin un funcionamiento confiable de las baterías, ningún sistema de UPS puede proporcionar un rendimiento consistente en los centros de datos ni una estabilidad de los negocios. Este es precisamente el motivo por el cual los gerentes de las instalaciones o los responsables de las operaciones en los centros de datos deben saber con exactitud la vida útil de las baterías y la manera de incorporar un **programa de mantenimiento preventivo** adecuado. Además, los gerentes de las instalaciones deben tener una comprensión clara de los costos directos e indirectos asociados con las caídas y comunicar esos impactos en los negocios a otras personas de la organización para conseguir la aprobación con respecto a la puesta en práctica de un programa de mantenimiento de las baterías del UPS. Aunque es sencillo en apariencia, las baterías son el corazón que apoya las instalaciones críticas y tienen impacto directo en la disponibilidad y en el éxito general de la empresa.

# SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO DE BATERÍAS PARA INSTALACIONES CRÍTICAS

Capítulo Dos:  
**CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS NORMATIVOS  
Y DESCRIPCIÓN DE LAS BUENAS PRÁCTICAS**

[Resumen Ejecutivo](#)

[Lineamientos de IEEE](#)

[Cómo mantener las luces del país encendidas](#)

[Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección](#)

[Buenas Prácticas Recomendadas](#)

[Conclusión](#)



## Resumen Ejecutivo

### Lineamientos de IEEE

### Cómo mantener las luces del país encendidas

### Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

### Buenas Prácticas Recomendadas

### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

En el capítulo uno resaltamos las causas de las caídas de las instalaciones, entre ellas la mala interpretación de la vida útil de las baterías. Además profundizamos en los altos costos, tanto directos como indirectos, asociados con los fallos de las baterías del UPS, los cuales son responsables de las caídas. Para ayudar a evitar las caídas, hemos compartido el dato de que los gerentes de las instalaciones críticas deben comprender a cabalidad la verdadera vida de servicio de las baterías y luego trabajar para implementar un programa de mantenimiento preventivo adecuado.

En este capítulo, veremos recomendaciones consensuadas para el mantenimiento preventivo, entre ellas las normas de la industria indicadas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) y los requisitos de normativas específicas de redes eléctricas que estipula la Corporación de la Confiabilidad Eléctrica de América del Norte (NERC, por sus siglas en inglés).

En vista de que estas normas y reglamentos esbozan actividades de mantenimiento mínimas, también compartiremos cómo es que muchas instalaciones críticas pueden y deben ir más allá de estos requisitos mínimos para procurar una protección adicional del sistema y una mayor tranquilidad.

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

### Cómo mantener las luces del país encendidas

### Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

### Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión



## Lineamientos de IEEE

Como empresa líder en el desarrollo de normas de la industria en una amplia gama de tecnologías, la IEEE cuenta con las normas más conocidas relativas a las prácticas de mantenimiento de las baterías del UPS, entre ellas las inspecciones y las pruebas de capacidad. De hecho, los fabricantes de baterías a menudo citan las normas y exigen la adhesión a las mismas con el fin de conservar una garantía válida para el producto.

Ya sea que se trate de un centro de datos, de instalaciones industriales o de servicios públicos, Vertiv alienta la adhesión a las siguientes normas con base en el tipo de batería a la que se le da servicio:

- **IEEE 450** para baterías de plomo-ácido con ventilación (VLA).
- **IEEE 1188** para baterías plomo-ácido, reguladas por válvula (VRLA).
- **IEEE 1106** para baterías de níquel-cadmio (NiCad).

Todas estas normas establecen las prácticas recomendadas para el mantenimiento, las pruebas y la sustitución de baterías para aplicaciones estacionarias. Éstas abordan la frecuencia y el tipo de mediciones que se deben adoptar para validar el estado de la batería.

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

## Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión

## Lineamientos de IEEE

### Inspecciones

Las medidas necesarias, como el voltaje del banco/celda o la corriente de carga lenta y continua para mantener la carga de la batería (float charging), se obtienen con base en inspecciones mensuales, trimestrales y anuales. Cuanto más frecuentes sean las inspecciones o los intervalos de evaluación, mejor. La recolección de datos de manera más frecuente puede ser muy útil entender las tendencias de rendimiento de la batería y, en última instancia, para ampliar la vida útil de estos activos críticos.

### Pruebas de capacidad

Las recomendaciones para evaluar la capacidad de las baterías de plomo-ácido con ventilación (VLA) y las baterías de plomo-ácido reguladas por válvula (VRLA) son muy similares. Ambas serán evaluadas en la instalación, durante los intervalos periódicos (no mayores al 25% de la vida útil esperada) y cada año cuando la batería muestre signos de deterioro y haya alcanzado el 85% de la vida útil esperada. Sin embargo, las baterías de plomo-ácido con ventilación deben someterse a una prueba de capacidad/descarga en los dos primeros años de servicio y las baterías con válvula reguladora plomo-ácido deben ser evaluadas cuando los valores óhmicos internos hayan cambiado de forma significativa entre lecturas o se hayan producido cambios físicos. Para estos dos grupos de baterías, existe una degradación cuando la capacidad de la batería cae más de un 10% de su capacidad con respecto a la prueba de capacidad anterior o está por debajo del 90% de las especificaciones del fabricante.

Para las baterías de níquel-cadmio, la prueba de capacidad/descarga debe hacerse dentro de los dos primeros años de servicio en intervalos de cinco años hasta que la batería muestre signos de pérdida excesiva de capacidad y anualmente cuando haya pérdida excesiva de capacidad.

### Reemplazo de baterías

Tanto IEEE 450 como 1188 recomiendan reemplazar la batería si su capacidad es inferior al 80% de las especificaciones del fabricante. El tiempo máximo para la sustitución es de un año. Características físicas como la condición de la placa o temperaturas anormalmente altas suelen ser indicadores de que es hora de reemplazar la batería completa o las celdas individuales.

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

## Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión

## Cómo mantener las luces del país encendidas

La Corporación de la Confiabilidad Eléctrica Nacional (NERC) revisó su normativa PRC-005, la cual ahora se conoce como PRC-005-2 y está vigente desde 2013. La norma revisada se aplica a los servicios públicos de electricidad, incluidas todas las entidades funcionales de servicios eléctricos como subestaciones y plantas generadoras de energía. Esta establece ciertos requisitos mínimos de mantenimiento para las baterías que respaldan los equipos conectados al sistema eléctrico masivo, que es la red eléctrica responsable de la energía a través de grandes regiones de los Estados Unidos, dentro de una cierta cantidad de tiempo.

PRC-005, y por lo tanto PRC-005-2, existen debido al gran apagón del 14 de agosto de 2003 en la que más de 50 millones de personas se quedaron sin electricidad. La tormenta perfecta la crearon una red eléctrica avejentada, problemas de tecnología y árboles que incidían en las líneas eléctricas. Todo esto provocó una serie de apagones en cascada desde Nueva York y Ohio hasta Ontario en Canadá. Poco después, se ideó NERC para crear normas que garanticen la fiabilidad total en los sistemas eléctricos masivos.



## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

## Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión

### Norma NERC PRC-005-2: Mantenimiento del Sistema de Protección

PRC-005-2 incluye los reglamentos que requieren que la batería de respaldo del servicio eléctrico “se desempeñe según su fabricación”. Sin embargo, existe cierta controversia sobre la norma PRC-005-02 pues dicta que solo es obligatorio realizar el mantenimiento mínimo requerido y eso podría provocar que las baterías que respaldan la seguridad del sistema eléctrico masivo sean menos confiables. La norma PRC-005-2 recomienda que los técnicos de servicio utilicen las buenas prácticas de mantenimiento de la batería publicadas por IEEE.

Además, la norma permite realizar pruebas óhmicas que miden las cualidades internas de la celda de una batería VRLA y VLA, en lugar de hacer pruebas de rendimiento, siempre y cuando el usuario pueda verificar que la batería estacionaria se pueda desempeñar conforme a su fabricación. Los fabricantes de baterías y otros expertos de la industria no están de acuerdo con que las pruebas óhmicas cumplan con este requisito. De hecho, un estudio realizado por el Instituto de Investigaciones de Energía Eléctrica concluyó que las mediciones óhmicas internas pueden dar una idea de la degradación interna pero las mediciones óhmicas por sí solas “no necesariamente proporcionan una verificación absoluta de la capacidad de una batería; solo una prueba de capacidad de la batería puede establecer la capacidad total de la batería”. Si el supuesto de que existe un uso generalizado de las mediciones óhmicas más rápidas y menos costosas es cierto, esto también aumenta la preocupación de que las empresas de servicios públicos pueden seguir la norma PRC-005-2 y aun así no tener un respaldo confiable con baterías.

La norma PRC-005-2 para el mantenimiento del sistema de protección combina las siguientes normas más antiguas:

- PRC-005-1 – Mantenimiento y evaluación de la transmisión y generación del sistema de protección.
- PRC-008-1 – Mantenimiento del equipo por desconexión de la carga debido a una baja frecuencia.
- PRC-011-1 – Mantenimiento y evaluación del equipo por desconexión de la carga debido a un bajo voltaje.
- PRC-017-1 – Mantenimiento y evaluación del sistema de protección especial.

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

## Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión

## Norma NERC PRC-005-2: Mantenimiento del Sistema de Protección

La Sección 4.1 de la nueva norma cubre los requisitos de mantenimiento y evaluación de las baterías estacionarias (estado en espera/respaldo). Para las baterías estacionarias, la norma PRC-005-2 requiere un mantenimiento con base en tiempo. Esto significa que los sistemas de protección se mantienen o se verifican de acuerdo con un horario de tiempo definido.

Las Tablas 1-4(a), (b) y (c) cubren los requisitos del suministro de corriente directa (CD) para la estación del sistema de protección con baterías VLA, VRLA o de níquel-cadmio. Las siguientes tablas muestran el componente del sistema; las actividades de mantenimiento para cada tipo de batería y la cantidad de tiempo máximo antes de que la batería deba someterse a un nuevo mantenimiento.



## Norma NERC PRC-005-2: Mantenimiento del Sistema de Protección

### Tablas de mantenimiento de las baterías PRC-005-2 número 1-4 (a), (b) y (c)

TABLA 1-4 (A)			
TIPO DE COMPONENTE: SUMINISTRO DE CORRIENTE DIRECTA (CD) PARA LA ESTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN MEDIANTE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO CON VENTILACIÓN (VLA) EXCEPTO EN DESCONEXIÓN DE LA CARGA ANTE FRECUENCIA MÍNIMA (UFLS) DISTRIBUIDA Y DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE BAJO VOLTAJE (UVLS) DISTRIBUIDA.			
SE EXCLUYE EL SUMINISTRO DE CD A LA ESTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN UTILIZADO SOLO PARA DISPOSITIVOS DE INTERRUPTOR QUE NO SON PARTE DEL SISTEMA ELÉCTRICO MASIVO PARA SISTEMAS DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SPS), SISTEMAS NO DISTRIBUIDOS DE DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE FRECUENCIA MÍNIMA O SISTEMAS NO DISTRIBUIDOS DE DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE BAJO VOLTAJE.			
Atributos del componente	Intervalo de mantenimiento máximo	Actividades de mantenimiento	
Suministro de corriente directa (CD) para la estación del sistema de protección que utiliza baterías de plomo-ácido con ventilación sin los atributos de monitoreo de la Tabla 1-4(f)	4 meses calendario	<b>Verifique:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje de suministro de CD.</li> </ul>	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de electrolito.</li> <li>Conexiones a tierra involuntarias.</li> </ul>
	18 meses calendario	<b>Verifique:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje flotante del cargador de la batería.</li> <li>Continuidad de la batería.</li> <li>Resistencia de la conexión terminal de la batería.</li> <li>Resistencia de la conexión de la batería entre celdas o unidad a unidad.</li> </ul>	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La condición de todas las celdas individuales de la batería en las que las celdas sean visibles o mida los valores óhmicos internos de la celda/ unidad de la batería donde las celdas no sean visibles.</li> <li>Estado físico del rack de baterías.</li> </ul>
	18 meses calendario -o- 6 años calendario	Compruebe que la batería estacionaria puede desempeñarse según las especificaciones de fabricación al evaluar las mediciones de rendimiento de la celda/unidad de la batería (p. ej., los valores en ohmios o la corriente de flotación) en comparación con las especificaciones de la batería estacionaria. -o- Compruebe que la batería estacionaria puede desempeñarse según las especificaciones de fabricación al llevar a cabo una prueba de rendimiento o de capacidad de rendimiento modificado de todo el banco de baterías.	

[Resumen Ejecutivo](#)

[Lineamientos de IEEE](#)

[Cómo mantener las luces del país encendidas](#)

[Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección](#)

[Buenas Prácticas Recomendadas](#)

[Conclusión](#)

## Norma NERC PRC-005-2: Mantenimiento del Sistema de Protección

### Resumen Ejecutivo

### Lineamientos de IEEE

### Cómo mantener las luces del país encendidas

### Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

### Buenas Prácticas Recomendadas

### Conclusión

TABLA 1-4 (B)			
TIPO DE COMPONENTE: SUMINISTRO DE CORRIENTE DIRECTA (CD) PARA LA ESTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN MEDIANTE BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO REGULADAS POR VÁLVULA (VRLA) EXCEPTO EN DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE FRECUENCIA MÍNIMA (UFLS) DISTRIBUIDA Y DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE BAJO VOLTAJE (UVLS) DISTRIBUIDA.			
SE EXCLUYE EL SUMINISTRO DE CD A LA ESTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN UTILIZADO SOLO PARA DISPOSITIVOS DE INTERRUPTOR QUE NO SON PARTE DEL SISTEMA ELÉCTRICO MASIVO PARA SISTEMAS DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SPS), SISTEMAS NO DISTRIBUIDOS DE DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE FRECUENCIA MÍNIMA O SISTEMAS NO DISTRIBUIDOS DE DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE BAJO VOLTAJE.			
Atributos del componente	Intervalo máximo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	
Suministro de corriente directa con baterías de plomo-ácido reguladas por válvula sin los atributos de monitoreo de la Tabla 1-4(f)	4 meses calendario	<b>Verifique:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje de suministro de CD.</li> </ul>	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conexiones a tierra involuntarias.</li> </ul>
	6 meses calendario	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>El estado de todas las unidades individuales al medir los valores óhmicos internos de la celda/unidad de la batería.</li> </ul>	
	18 meses calendario	<b>Verifique:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje flotante del cargador de la batería.</li> <li>Continuidad de la batería.</li> <li>Resistencia de la terminal de conexión de la batería.</li> <li>Resistencia de la conexión de la batería entre celdas o unidad a unidad.</li> </ul>	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estado físico del rack de baterías.</li> </ul>
	6 meses calendario -o- 3 años calendario	<p>Compruebe que la batería estacionaria puede desempeñarse según las especificaciones de fabricación al evaluar las mediciones de rendimiento de la celda/unidad de la batería (p. ej., los valores en ohmios o la corriente de flotación) en comparación con las especificaciones de la batería estacionaria.</p> <p style="text-align: center;">-o-</p> <p>Compruebe que la batería estacionaria puede desempeñarse según las especificaciones de fabricación al llevar a cabo una prueba de rendimiento o de capacidad de rendimiento modificado de todo el banco de baterías.</p>	

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión

<b>TABLA 1-4 (C)</b> <b>TIPO DE COMPONENTE: SUMINISTRO DE CORRIENTE DIRECTA (CD) PARA LA ESTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN MEDIANTE BATERÍAS DE NÍQUEL-CADMIO (NICAD) EXCEPTO EN DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE FRECUENCIA MÍNIMA (UFLS) DISTRIBUIDA Y DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE BAJO VOLTAJE (UVLS) DISTRIBUIDA.</b> <b>SE EXCLUYE EL SUMINISTRO DE CD A LA ESTACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN UTILIZADO SOLO PARA DISPOSITIVOS DE INTERRUPCIÓN QUE NO SON PARTE DEL SISTEMA ELÉCTRICO MASIVO PARA SISTEMAS DE PROTECCIÓN ESPECIAL (SPS), SISTEMAS NO DISTRIBUIDOS DE DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE FRECUENCIA MÍNIMA O SISTEMAS NO DISTRIBUIDOS DE DESCONEXIÓN DE CARGA ANTE BAJO VOLTAJE.</b>			
Atributos del componente	Intervalo máximo de mantenimiento	Actividades de mantenimiento	
Suministro de corriente directa con baterías de plomo-ácido reguladas por válvula sin los atributos de monitoreo de la Tabla 1-4(f)	4 meses calendario	<b>Verifique:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje de suministro de CD.</li> </ul>	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de electrolito.</li> <li>Conexiones a tierra involuntarias.</li> </ul>
	18 meses calendario	<b>Verifique:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Voltaje flotante del cargador de la batería.</li> <li>Continuidad de la batería.</li> <li>Resistencia de terminal de conexión de la batería.</li> <li>Resistencia de la conexión de la batería entre celdas o unidad a unidad.</li> </ul>	<b>Inspeccione:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de la celda de todas las celdas individuales de la batería.</li> <li>Estado físico del rack de baterías.</li> </ul>
	3 años calendario	Compruebe que la batería estacionaria puede desempeñarse según las especificaciones de fabricación al llevar a cabo una prueba de rendimiento o de capacidad de rendimiento modificado de todo el banco de baterías.	

## Exclusiones para los dispositivos y sistemas de monitoreo del Suministro de Corriente Directa para la estación del sistema de protección 1-4(f)

La Sección 1-4(f) cubre las exclusiones de los dispositivos y sistemas de monitoreo del Suministro de Corriente Directa para la estación del sistema de protección. Hablaremos en detalle del monitoreo de baterías en el capítulo tres de este libro digital; sin embargo, tenga en cuenta que los requerimientos de PRC-005-2 permiten excepciones cuando existe un sistema de monitoreo instalado. Esta sección de PRC-005-2 muestra cuáles procedimientos de evaluación y mantenimiento no es necesario aplicar con base en la duración del monitoreo de la batería.



[Resumen Ejecutivo](#)

[Lineamientos de IEEE](#)

[Cómo mantener las luces del país encendidas](#)

[Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección](#)

[Buenas Prácticas Recomendadas](#)

[Conclusión](#)

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

## Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión

Por ejemplo, cualquier batería estacionaria VRLA o VLA con valor óhmico interno o monitoreo de corriente flotante y alarma (que evalúe los valores presentes relativos a los valores óhmicos internos de referencia en cada celda), no requiere una evaluación periódica respecto a las mediciones de referencia para comprobar que puede desempeñarse según las especificaciones de fábrica. Otros atributos de los componentes que podrían excluirse de las actividades de mantenimiento periódico incluyen los siguientes:

- Cualquier suministro de CD de la estación con un monitoreo de alto o bajo voltaje y alarmas de voltaje del cargador de las baterías.
- Cualquier suministro de CD basado en la batería con monitoreo y alarma del nivel de electrolito en cada celda.
- Cualquier suministro de CD a la estación con monitoreo y alarma de conexión a tierra de CD accidental.
- Cualquier suministro de CD a la estación con monitoreo y alarma de voltaje flotante del cargador.
- Cualquier suministro de CD basado en la batería con monitoreo y alarma de la continuidad del banco de baterías.
- Cualquier suministro de CD basado en la batería con monitoreo y alarma de la conexión entre celdas y/o detalle de la resistencia de la terminal de conexión de la batería completa.

Al observar todas las exclusiones descritas en la Tabla 1-4(f), queda claro que la implementación de una solución de monitoreo de la batería puede simplificar notablemente los esfuerzos necesarios para cumplir con PRC-005-2.

## Resumen Ejecutivo

## Lineamientos de IEEE

## Cómo mantener las luces del país encendidas

## Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección

## Buenas Prácticas Recomendadas

## Conclusión



## Buenas prácticas recomendadas

La razón para evaluar y dar mantenimiento a las baterías con regularidad, ya sea en un centro de datos, en una empresa de servicios eléctricos o en una instalación industrial, es ofrecer protección contra las caídas de las instalaciones. Cuando las baterías respaldan el equipo crítico es preferible prestar más atención al mantenimiento de las baterías.

Al compararlas con el costo de una caída, las baterías del UPS son baratas. Vertiv recomienda las siguientes actividades como parte de las buenas prácticas recomendadas para el mantenimiento de las baterías:

- Asegúrese de que las baterías están cargadas por completo y que están instaladas de manera correcta a nivel físico, eléctrico y del entorno, antes de su puesta en servicio.
- Verifique el estado de las baterías después de la instalación para reducir al mínimo la probabilidad de realizar costosas reevaluaciones y de que ocurran daños en el equipo.
- Inspeccione las baterías antes del arranque y/o de realizar pruebas de carga para recoger información valiosa que se puede aplicar de inmediato y que puede servir de referencia para todas las pruebas realizadas durante toda la vida útil de las baterías. Si no se recoge, analiza y entiende esta información básica no existe garantía de que las baterías se desempeñen según sea necesario y se dificulta el análisis de tendencias.
- Poner en práctica una solución de monitoreo de las baterías para mejorar el tiempo promedio entre fallos (MTBF), por sus siglas en inglés.
- Seguir las buenas prácticas del IEEE para el tipo de batería que está utilizando.
- Utilizar un proveedor de servicios con experiencia específica en su aplicación y uno que sea experto en requisitos de normativas.

[Resumen Ejecutivo](#)

[Lineamientos de IEEE](#)

[Cómo mantener las luces del país encendidas](#)

[Norma NERC PRC-005-2 Mantenimiento del Sistema de Protección](#)

[Buenas Prácticas Recomendadas](#)

**Conclusión**

## Conclusión

Los gerentes de las instalaciones deben estar familiarizados con las regulaciones que afectan el mantenimiento de las baterías y deben seguirlas para conservar la validez de las garantías de los productos y evitar caídas inesperadas del centro de datos. Tal vez lo más importante para un operario de una instalación crítica, en cualquier sector de la industria, sea comprender cómo es que las buenas prácticas de evaluación y mantenimiento de las baterías pueden ir más allá de los requisitos reglamentarios mínimos para optimizar el rendimiento del sistema y mejorar la disponibilidad.

Trabajar con una organización de servicios profesionales con experiencia que sea bien versada en requisitos reglamentarios y en las buenas prácticas de la industria puede darle más confianza a los gerentes de las instalaciones. Un programa de mantenimiento adecuado garantiza que sus baterías respaldarán su generación de energía y sus sistemas de transmisión y distribución o que su sistema de energía de emergencia estará listo cuando se necesite.

# SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO DE BATERÍAS PARA INSTALACIONES CRÍTICAS.

## Capítulo Tres: MANTENIMIENTO PREVENTIVO INTEGRAL

### Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión



## Resumen Ejecutivo

Como se destacó en el **capítulo uno** de este libro digital, el UPS que respalda sistemas críticos es confiable en la medida en que lo sean sus baterías, y éstas a menudo son el eslabón más débil del sistema completo. Si se presenta un corte eléctrico, incluso una sola celda dañada en un banco de baterías puede comprometer el sistema de respaldo de potencia completo y generar una caída de las instalaciones. Ninguno de los gerentes de las instalaciones desea experimentar una caída y la subsiguiente interrupción de los negocios, la pérdida de ingresos y el posible impacto en la reputación de su empresa; sin embargo las baterías a menudo no reciben la misma atención que otros componentes del sistema de potencia. En el **capítulo dos**, abordamos la importancia del mantenimiento preventivo de las baterías, incluida la necesidad de cumplir con los requisitos de normativas de las organizaciones tales como el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y la Corporación de la Confiabilidad Eléctrica de América del Norte (NERC). Además, intercambiamos buenas prácticas para cumplir con estos requisitos y garantizar la disponibilidad.

En este capítulo, hablaremos sobre maneras de reducir el riesgo de caídas, las cuales van más allá de los requisitos mínimos de mantenimiento; las características de un programa de mantenimiento preventivo continuo; y cómo al incorporar el monitoreo en el programa de mantenimiento se puede mejorar significativamente la gestión y disponibilidad de activos.

### Resumen Ejecutivo

#### Métodos para mantener el estado de la batería

#### Mantenimiento preventivo integral

#### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

#### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

### Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

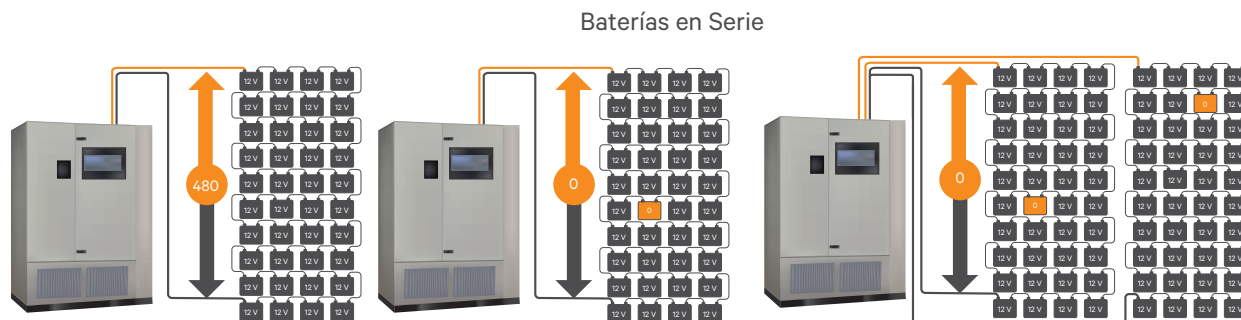
### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión

Los sistemas de baterías del UPS pueden ser como las luces festivas viejas. Solo hace falta que una bombilla esté mala para que se afecte todo el banco. Mientras que las luces festivas son fáciles de comprar y sustituir, los sistemas de baterías del UPS no son tan simples. Agregar un segundo banco de baterías ofrece cierta protección (consulte la Figura 1). Pero, si solo uno de los bancos tiene una batería dañada y existe una mala conexión entre bancos, aun se puede caer la carga. Por estas razones, es muy importante tener un plan para hacer frente al riesgo de fallos de las baterías.

Como se señaló en los capítulos uno y dos de este libro digital, la razón para mantener las baterías en buenas condiciones de trabajo es evitar las caídas y minimizar los costos asociados. En la figura de la página 4 se muestra el costo de construir la infraestructura de unas instalaciones críticas incluido el equipo de TI, y el costo de las caídas en industrias específicas.



**FIGURA 1.** En unidades de UPS con un banco de baterías único o con varios bancos para agregar capacidad, una celda abierta durante el corte eléctrico provocará que se caiga la carga. Al agregar un segundo banco redundante, se añade una capa de protección, aunque no se elimina el riesgo.

## Métodos para mantener el estado de las baterías

Para instalaciones de cinco nuevas (Tier 2), los costos de la infraestructura son alrededor de \$1000 por pie cuadrado y los costos del equipo de TI, \$50.000 por rack (excluido el software). A esto hay que agregar los ingresos generados por las aplicaciones en los servidores y una hora de inactividad puede generar un impacto negativo considerable al final.

## Costo del Entorno Tier 2

TIER	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	CAÍDAS/AÑO	\$EDIFICIO	\$CAPITAL
1	99,99% (4)	52 min	 \$1000/pie cuadrado	 \$50mil/Rack
2	99,999% (5)	5 min		
3	99,9999% (6)	30 sec		
4	99,99999% (7)	3 sec		

PROMEDIO DE	COSTO/HORA DE LA INDUSTRIA
Operación de corretaje	\$7.840.000
Operación de tarjetas de crédito	\$3.160.000
Pago por ver	\$183.000
Series de catálogo	\$109.000
Reserva de vuelos	\$108.000
Ventas de tiquetes por teléfono	\$83.000

**FIGURA 2.** El alto costo de las caídas justifica el mantenimiento y el monitoreo preventivo continuos de las baterías.

### Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión

## Métodos para mantener el estado de las baterías

Existen cuatro enfoques para mitigar el riesgo de fallos de las baterías y las costosas caídas resultantes: reactivo, con base en el tiempo, predictivo y proactivo.

### Reactivo

Este enfoque, también conocido como reparación/arreglo, es el método más riesgoso para determinar el estado del banco de baterías. En este caso, la adopción de medidas correctivas se toma solo cuando se produce una caída. Este no es un método para instalaciones Tier 2.

A menudo, es el enfoque que se utiliza cuando las consecuencias de las caídas no son consideradas como críticas para el negocio o cuando el presupuesto es muy limitado.

### Con base en el tiempo

Con un enfoque basado en el tiempo, las instalaciones reciben visitas de mantenimiento preventivo de forma periódica en las que las baterías se inspeccionan de manera visual y se les da mantenimiento. Esto es mucho mejor que no tener ninguna medida preventiva pero no incluye la supervisión de las baterías aparte de estas visitas periódicas. Este enfoque sigue siendo riesgoso debido a los factores externos que pueden provocar que la vida útil se acorte más allá de lo esperado por el gerente de las instalaciones críticas.



## Métodos para mantener el estado de las baterías

### Predictivo

La aplicación de un enfoque predictivo combina el monitoreo de las baterías con visitas habituales de mantenimiento preventivo que añaden una capa de protección. Con teléfonos celulares o con tecnología de monitoreo integrada los técnicos pueden medir la impedancia de CA y la resistencia de CD. Si bien las pruebas de impedancia de CA son generalmente más asequibles, la resolución de evaluar los datos no es tan precisa como la evaluación de la resistencia de CD. Además, la evaluaciones de la resistencia de CD son un enfoque que a menudo conduce a un mejor costo total de propiedad.

- Con la impedancia de CA, se inyecta una señal de corriente alterna en la batería de CD. Esto no siempre dará una idea exacta debido a que el ruido del bus de CD afectará la señal de evaluación de CA. Tampoco es útil para proporcionar una alerta temprana que indique que la resistencia interna de la batería está aumentando, lo cual es un signo de degradación de la batería. Cuando finalmente se da un aviso la batería ya está comprometida.
- Con resistencia de CD, se aplica una carga momentánea mientras el voltaje de la batería se monitorea para asegurarse que la batería no está puesta en un estado de descarga. La resistencia interna de la batería puede medirse en términos de la corriente que fluye a través de ella. La evaluación se detiene antes de que la batería cruce el nivel del voltaje de circuito abierto (OCV). Determinar el estado de la batería de esta manera es coherente con la manera en la que se diseñó la batería para funcionar. Este es el enfoque que mide la resistencia interna con más precisión.

Si bien es cierto que este enfoque tiene muchas ventajas, el mantenimiento predictivo por sí solo no es suficiente para garantizar la disponibilidad de Tier 2. Es muy recomendable agregar otra capa de protección.

### Resumen Ejecutivo

#### Métodos para mantener el estado de la batería

#### Mantenimiento preventivo integral

#### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

#### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

## Métodos para mantener el estado de la batería

## Mantenimiento preventivo integral

## Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

## Conclusión

## Mantenimiento preventivo integral

Como se vio en el enfoque proactivo, se necesitan varias capas de protección para reducir al mínimo el riesgo de que se presente una caída provocada por fallos de las baterías. La primera capa es un programa de mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo puede incluir actividades como inspecciones, evaluaciones, mediciones, ajustes, sustitución de piezas y prácticas generales de orden y limpieza.

Un programa de mantenimiento preventivo integral para el sistema de protección de energía es la clave para garantizar la máxima confiabilidad en los equipos críticos al detectar y corregir las fallas incipientes que se pueden traducir en imprevistos y en costosas caídas. Al identificar problemas potenciales antes de que se conviertan en problemas grandes y costosos, los programas de mantenimiento preventivo realmente reducen el costo total de propiedad.

La cantidad de visitas de mantenimiento preventivo tienen un impacto sustancial en la confiabilidad del sistema y en las caídas. El retorno de la inversión del mantenimiento preventivo se puede observar al calcular el tiempo promedio entre fallos, el cual constituye una reconocida medición de disponibilidad en el sector que utiliza la cantidad y los tipos de fallos que realmente sufren los productos en aplicaciones reales. Un número mayor en el tiempo promedio entre fallos indica que una unidad está más tiempo disponible.

El mantenimiento preventivo regular aumenta el tiempo promedio entre fallos. En un estudio que contempló 185 millones de horas de funcionamiento, más de 5000 unidades de UPS trifásicos y más de 450 millones de horas de funcionamiento en más de 24.000 bancos de baterías, fue evidente el impacto del mantenimiento preventivo regular en la confiabilidad del UPS. Este estudio reveló que el tiempo promedio entre fallos de las unidades que recibieron dos visitas de servicio de mantenimiento preventivo al año es 23 veces mejor que el de un UPS que no recibe visitas de mantenimiento preventivo. Según el estudio, la confiabilidad continuó aumentando de manera constante con las nuevas visitas cuando éstas fueron realizadas por técnicos muy capacitados.

## Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión



## Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

Tras el mantenimiento preventivo, el monitoreo es la segunda capa de protección contra fallos de las baterías. En lugar de esperar a que ocurra un fallo inevitable o de sustituir las baterías antes de tiempo para evitar problemas, el monitoreo de las baterías permiten a las empresas seguir utilizando sus baterías por más tiempo, y, con confianza, al tener acceso a información en tiempo real de todos los parámetros de las baterías. Un sistema de monitoreo de baterías permite una vigilancia continua de las baterías para determinar su estado real.

La mejor práctica es implementar un sistema de monitoreo que se conecte y dé seguimiento al estado de cada batería dentro de un banco. Los sistemas de monitoreo de baterías más eficaces dan seguimiento continuo a todos los parámetros de las baterías mediante la evaluación de la CD para garantizar precisión en la medición y repetibilidad. Al estar respaldado por un proceso bien definido para el mantenimiento preventivo y la sustitución, el monitoreo de baterías puede reducir de manera significativa el riesgo de desconexión de cargas por fallos de las baterías y optimizar la vida útil de estas.

En vista de que los gerentes de las instalaciones tienen sus platos llenos con las responsabilidades de un funcionamiento eficiente, disponible y optimizado de las instalaciones, el monitoreo de las baterías puede caer en la lista de prioridades. En algunos casos, las empresas no tienen suficiente personal interno como para asignar esta tarea a alguien.

## Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión

En estos casos, los servicios remotos, administrados por una empresa con recursos destinados al monitoreo de baterías, puede ser una buena solución. Esta empresa es el tercer nivel de protección contra los fallos de las baterías. Los servicios remotos levantan la carga de la supervisión de la infraestructura al personal interno. Permiten diagnósticos en tiempo real y la notificación casi inmediata cuando se produce un problema. Cuando los datos de rendimiento reales recaen fuera de los parámetros establecidos, lo cual señala la degradación del rendimiento, se puede transmitir una alerta a los ingenieros del sistema de potencia remoto y/o a los expertos en el producto para que evalúen la situación mediante el análisis de datos. Esto, a su vez, puede generar una orden de trabajo para inspeccionar, reparar o reemplazar la pieza que provocó la alerta.

Además de una mejora en la utilización de los recursos, una empresa dedicada al monitoreo puede responder más rápidamente a los problemas de infraestructura mayores. Por ejemplo, al monitorear los datos de múltiples instalaciones, pueden ser alertados de un problema causado por el equipo de algún fabricante en particular. Rápidamente se puede notificar al fabricante para evitar que ocurra un problema potencial a través de cientos de instalaciones, muchas de las cuales contienen equipo similar.

Una solución de monitoreo remoto también puede incluir a ingenieros en el personal para analizar los datos devueltos de manera remota y quienes examinen sistemáticamente los datos. Por ejemplo, el monitoreo remoto da seguimiento a la frecuencia del suministro eléctrico entrante proporcionada a un UPS. Si el UPS está recibiendo el suministro eléctrico de la red eléctrica pública, la frecuencia de entrada será precisamente de 60 Hz. Cuando el personal encargado del monitoreo observa que la frecuencia de entrada varía entre 58-61 Hz, reconoce de inmediato que el generador ha comenzado a trabajar y que está dando el suministro eléctrico, pero potencialmente en el momento equivocado y por la razón equivocada. Esto es un ejemplo de la importancia de las tendencias de datos y de datos históricos que pueden recopilarse con un servicio de monitoreo remoto. Estos datos le pueden ayudar a los técnicos a identificar las condiciones que se desvían de las condiciones normales de funcionamiento pero no disparan una alarma. Las anomalías como estas podrían indicar problemas de equipo inminentes y los técnicos los pueden pasar por alto con facilidad cuando no tienen acceso a datos de tendencias que puedan compilarse en perfiles por equipo.

## Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Resumen Ejecutivo

### Métodos para mantener el estado de la batería

### Mantenimiento preventivo integral

### Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos

### Conclusión

Por último, el monitoreo basado en telemetría permite la administración remota de los sistemas que estén autorizados y permiten al socio de monitoreo el control de los sistemas a distancia. Esto es particularmente útil cuando la instalación se encuentra en pleno proceso de cambios y actualizaciones.

Existe una ventaja inherente al tener un grupo de expertos centralizado que pueda llevar a cabo análisis detallados y gestionarlos de forma proactiva. Si se produce un problema ellos pueden alertar al personal sobre la situación, diagnosticar el problema, solucionarlo antes del deterioro o fallo y enviar un técnico si es necesario.



## [Resumen Ejecutivo](#)

## [Métodos para mantener el estado de la batería](#)

## [Mantenimiento preventivo integral](#)

## [Cómo agregar protección con monitoreo y servicios remotos](#)

## [Conclusión](#)

### Conclusión

Las baterías son los componentes menos confiables de sistemas de potencia crítico. Son un dispositivo electroquímico con vida útil finita y pierden su capacidad con el tiempo. Las condiciones adversas como los ciclos excesivos, la corriente de carga excesiva y las altas temperaturas aceleran su proceso de envejecimiento. Sin embargo, estas condiciones no tienen por qué conducir a los efectos adversos de las caídas.

Al ir más allá del enfoque reactivo para abordar el mantenimiento preventivo y la estratificación en niveles de protección mediante el monitoreo, preferiblemente de manera simultánea con los servicios remotos, los gerentes de las instalaciones amplían la vida útil de las baterías y logran una reducción importante del riesgo de desconexión de cargas y garantizan la disponibilidad del sistema.

# SOLUCIONES DE MANTENIMIENTO DE BATERÍAS PARA INSTALACIONES CRÍTICAS

## Capítulo Cuatro: VIDA ÚTIL Y REEMPLAZO ACTIVO

[Resumen Ejecutivo](#)

[Pruebas reales](#)

[Reemplazos de las batería y del capacitor](#)

[Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio](#)

[Conclusión](#)



## Resumen Ejecutivo

En capítulos anteriores de este libro digital, comentamos la necesidad de contar con programas de mantenimiento preventivo que cumplan con las normas para cuidar la unidad de suministro ininterrumpido de energía (UPS) y las baterías, y para evitar las posibles repercusiones devastadoras de las caídas de las instalaciones. Además, en el **capítulo tres** resaltamos cuatro enfoques para mitigar el riesgo de las caídas. Llegamos a la conclusión de que el enfoque reactivo (también conocido como reparación/arreglo) en el cual solo se toma una medida correctiva cuando se produce una caída, y el enfoque basado en tiempo en el cual se reemplazan los bancos de baterías en intervalos específicos ya sea que lo necesiten o no, son los medios menos eficaces de gestionar riesgos. Los enfoques predictivo y activo que combinan el mantenimiento habitual con el monitoreo son mucho mejores estrategias para tratar de eliminar el riesgo de sufrir fallos de las baterías.

En este capítulo continuaremos hablando sobre las causas de las caídas relacionados con las baterías y sobre cómo prevenirlas. Veremos qué nos revelaron las evaluaciones reales respecto a las referencias sobre baterías y la vida útil publicada por los fabricantes; cuándo se deben reemplazar las baterías y los capacitores; y por qué es beneficioso conservar repuestos en las instalaciones.

### Resumen Ejecutivo

### Pruebas reales

### Reemplazos de las batería y de los capacitores

### Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

### Pruebas reales

### Reemplazos de las batería y de los capacitores

### Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

### Conclusión

## Pruebas reales

La Organización de Servicios de Vertiv realizó un análisis de baterías plomo-ácido, reguladas por válvula (VRLA) en entornos de UPS de la vida real para evaluar la precisión de las especificaciones y las estimaciones de la vida útil publicados por el fabricante. Además se evaluó la experiencia de campo con más de 40.000 bancos de baterías y 600.000 visitas de inspección o de mantenimiento preventivo.

Una importante conclusión de esta investigación es que los ciclos de vida útil de las baterías pueden variar demasiado como para depender exclusivamente de las especificaciones y estimación de la vida útil publicados por el fabricantes al establecer cuándo se deben reemplazar las baterías.

Con el fin de obtener las mediciones de referencia de la resistencia más precisas de los miles de baterías VRLA del estudio, se eligieron instrumentos de resistencia fija debido a que otros métodos populares no podían indicar el estado de la batería en implementaciones de UPS de alto voltaje y con muchas unidades. En este estudio, también se consideró que un método basado en alarmas era particularmente adecuado para aumentar la disponibilidad. En comparación, los métodos de resistencia constituyeron un indicador de los datos sobre el estado de la batería. Esto fue especialmente cierto cuando se compararon los datos con toda la vida útil de una unidad determinada, así como con una referencia inicial.



## Resumen Ejecutivo

### Pruebas reales

### Reemplazos de la batería y de los capacitores

### Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

### Conclusión

## Pruebas reales

Fue importante que los análisis capturaron lecturas precisas de resistencias periódicas y de resistencias de referencia de situaciones y unidades específicas. Como tales, utilizar instrumentos fijos fue una buena opción para tomar mediciones más frecuentes debido a que es un método de bajo costo y uno que permite un alto grado de repetibilidad.

Lo que se encontró durante el análisis es que la medición de resistencia inicial de referencia debe tomarse 90 días después de la instalación. Cuando se reemplaza una batería nueva debido a un fallo prematuro, a menudo el cambio inicial de la resistencia tenderá a la baja y luego permanecerá constante. En un ejemplo anterior, con un cambio de batería que se produjo después de 600 días de vida útil, la resistencia inicial de referencia se estableció cerca de 5250 Ohmios en lugar de en los 5650 Ohmios vistos al momento de la instalación **(consulte el capítulo uno, Figura 2)**. La captura de la referencia real del reemplazo de la batería requiere un instrumento fijo que proporcione mediciones confiables.

Varias unidades experimentaron este mismo resultado que ha provocado que muchos duden de las especificaciones proporcionadas por el fabricante. El estudio encontró que cuando una unidad específica se asienta en su funcionamiento de referencia, la varianza inicial de las especificaciones del fabricante podría ser hasta de un 25 por ciento. Se recomienda que los gerentes de las instalaciones vigilen estrechamente que las baterías sean un 40 por ciento superiores a las especificaciones iniciales reales. Se considera que una batería falla en un 50 por ciento por encima de la referencia real.

## Reemplazos de las baterías y de los capacitores

Es fundamental conocer cuándo se considera que fallan las baterías relativas a la referencia real para evitar caídas debido a los fallos de estas. Conocer la vida de servicio real de las baterías en comparación con la vida útil de diseño en las especificaciones de los fabricantes también es importante para prevenir los fallos de la baterías.

### Reemplazo de baterías

Un segundo hallazgo importante de las evaluaciones de Vertiv en el mundo real es que las baterías pierden capacidad en tan solo tres años debido a varios factores, entre ellos el uso, el entorno de funcionamiento y el mantenimiento.

Aunque los fabricantes de baterías para UPS pueden comercializar baterías de 10 años o más de vida útil o de vida útil de diseño, la realidad es que la vida útil real de la batería será mucho menor debido a factores externos que las degradan. Varios de los problemas que pueden acortar la vida útil de los bancos de baterías incluyen los siguientes:

- Fallos en la potencia de entrada comprometen el UPS.
- Temperaturas de la habitación altas o incorrectas.
- Voltaje de carga alto o bajo.
- Corriente de carga excesiva.
- Defectos de fabricación.
- Sobrecarga y ciclos excesivos.
- Conexiones sueltas.
- Terminales sobrecargadas de las baterías.
- Mantenimiento inadecuado o deficiente.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) afirma que la vida útil de las baterías del UPS termina cuando ya no puede suministrar el 80% de su capacidad nominal en horas-amperio. Es en ese momento cuando una batería debe reemplazarse porque se acelera el proceso de envejecimiento.

**(consulte el capítulo uno, Figura 3).**

### Resumen Ejecutivo

### Pruebas reales

### Reemplazos de la batería y de los capacitores

### Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

### Conclusión

## Resumen Ejecutivo

## Pruebas reales

## Reemplazos de las batería y de los capacitores

## Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

## Conclusión

## Reemplazos de las baterías y de los capacitores

Debido a los muchos de los factores que pueden afectar la vida útil de las baterías de los UPS, es importante que en cuanto se pone en marcha se le dé mantenimiento con un programa que identifique anomalías del sistema y monitoree las tendencias del final de su vida útil. Las baterías que comienzan a fallar provocan un desequilibrio que afecta negativamente la vida de otras baterías del banco y éstas deben ser retiradas del servicio.

### Reemplazo de los capacitores

Si bien no hemos comentado anteriormente sobre los capacitores en este libro digital, son un componente importante de los sistemas de UPS y afectan a las baterías. Cuando la alta confiabilidad es una necesidad, se debe proporcionar un mecanismo para mantener la estabilidad del suministro eléctrico hacia los módulos del UPS durante una breve interrupción del suministro eléctrico. Este es el trabajo de los capacitores. Los módulos del UPS se conectan a un bus de CD que contiene un gran banco de baterías y un banco de capacitores de CD que almacena energía y permite que el bus de CD siga funcionando durante un fallo. También filtra ruidos y voltaje irregular de la corriente directa. Al igual que las baterías, los capacitores pueden fallar de manera inesperada y al igual que las baterías los capacitores deben ser monitoreados y cambiados antes de que se produzca un fallo.



## Reemplazos de las baterías y de los capacitores

### Resumen Ejecutivo

### Pruebas reales

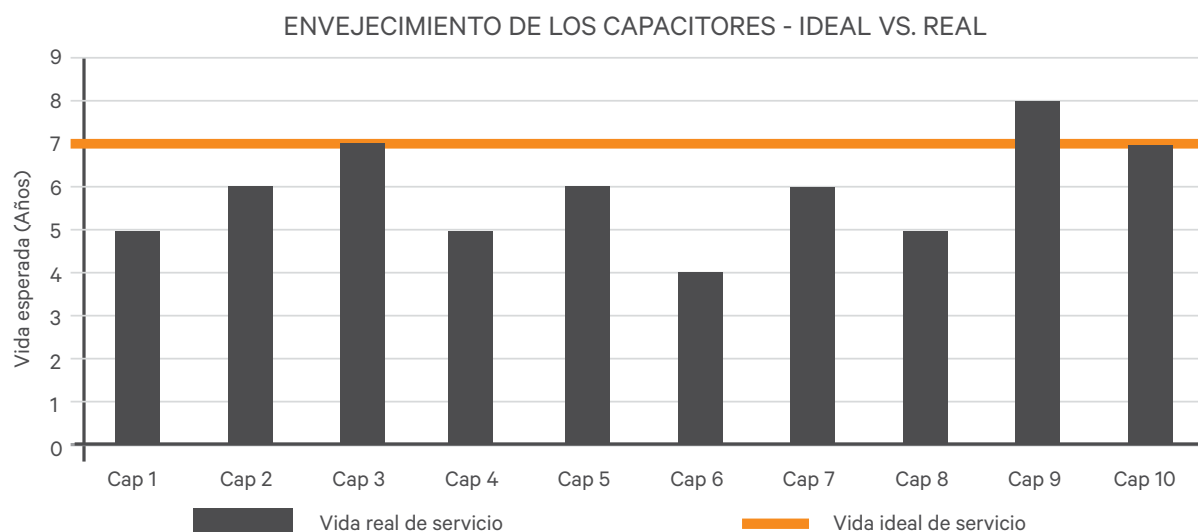
### Reemplazos de la batería y de los capacitores

### Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

### Conclusión

Los sistemas de UPS utilizan grandes bancos de capacitores compuestos por electrolito de CD y capacitores con cobertura polimérica de CA, y estos pueden degradarse en el entorno del UPS. Las reacciones químicas por calor, oxígeno y humedad provocan que los materiales que pueden resistir el alto voltaje aplicado a los capacitores se deterioren. Todos los materiales aislantes experimentan alguna fuga de corriente que fluye a través de un pequeño canal y da lugar al calor localizado.

Los capacitores no son componentes eléctricos estáticos que funcionan en un circuito. Con el tiempo, su capacidad para resistir los cambios de voltaje y presión disminuyen y esto puede producir caídas. La Figura 1 del artículo técnico de Vertiv **Antigüedad de los capacitores y la vida útil de los capacitores tiene un final** muestra la diferencia entre la antigüedad ideal del capacitor (vida útil de diseño) y la antigüedad real (vida útil). Al reemplazar los capacitores antiguos contribuirá a prolongar el tiempo promedio entre fallos (MTBF) del UPS y la vida útil de las baterías.



**FIGURA 1.** Diversos factores como las condiciones de funcionamiento y la carga provocan que la vida útil real de los capacitores se desvíe de la ideal. Este gráfico ilustra las tasas de fallo presenciadas en el campo cuando un grupo de capacitores con el mismo número de modelo funcionan bajo las mismas condiciones nominales máximas.

## Reemplazos de las baterías y de los capacitores

### Resumen Ejecutivo

### Pruebas reales

### Reemplazos de las batería y de los capacitores

### Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

### Conclusión

La mayoría de los fabricantes de capacitores ofrecen especificaciones sobre la vida útil de diseño del capacitor. Estas especificaciones son, en el mejor de los casos, una pauta. El número carece de la suficiente precisión como para utilizarse para predecir el momento en el que fallará el primer capacitor de un grupo grande. Los modelos de fallo del capacitor se pueden utilizar para generar un periodo de fallo para una tasa de fallo determinada pero, desafortunadamente, el número contiene una gran variación que trae consigo un bajo nivel de confianza.

Debido a que la vida útil prevista de los capacitores puede variar de forma significativa, reemplazarlos antes de que fallen o muestren señales importantes de degradación ayudará a lograr una larga vida de servicio y ayudará a las instalaciones críticas a evitar caídas.

La Figura 2 muestra las horas de reemplazo para ambos tipos de capacitores en condiciones particulares con base en los años de experiencia de Vertiv en el campo.

COMPONENTE	PELÍCULA POLIMÉRICA DE CA	ELECTROLITO DE ALUMINIO DE CD
Vida útil esperada en condiciones nominales máximas	60.000 a 150.000 horas	1.000 a 12.000 horas
Condiciones habituales de la evaluación de la vida útil	Nominal acelerada (125% del voltaje nominal y 10°C por encima del entorno máximo)	Nominal máx
Condiciones habituales de la evaluación del tiempo y la vida útil	2000 a 3000 horas	2000 a 5.000 horas
Vida útil esperada en condiciones de funcionamiento	100.000 horas	150.000 horas
Tiempo de reemplazo recomendado	45.000 a 50.000 horas	45.000 a 50.000 horas

**FIGURA 2.** Programa recomendado para la antigüedad del capacitor.

Idealmente, un programa de reemplazo debe basarse en datos históricos en el campo. Esta es la forma más confiable de predecir el mejor tiempo de reemplazo. Un sistema de monitoreo predictivo puede proporcionar ese tipo de información. Cuando se vuelva necesario, los capacitores pueden reemplazarse durante una visita de mantenimiento preventivo sin daños al UPS.

## Resumen Ejecutivo

## Pruebas reales

## Reemplazos de las batería y de los capacitores

## Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

## Conclusión



## Cómo conservar las baterías de repuesto en el sitio

Habiendo visto que las especificaciones del fabricante no son el mejor indicador de los ciclos de vida de la batería o del capacitor y que los programas de reemplazo pueden superar estos problemas, ahora se puede pensar en el tema de costos.

Las baterías son baratas en comparación con el costo de las caídas de las instalaciones críticas. Si las baterías de repuesto no se mantienen en el lugar y una de ellas falla, el sistema del UPS estará caído hasta que llegue una nueva batería. Entonces el impacto en los ingresos y en la reputación puede entrar en juego.

Por lo general, un sistema respaldo con baterías estará formado por uno o más bancos, cada uno compuesto de muchos contenedores. Los contenedores dentro de un banco se conectan en serie, es decir, el fallo de un solo contenedor degradará todo un banco y a menos que existan varios bancos redundantes que den potencia al propio equipo, el sistema de protección carecerá de potencia de respaldo. Además, la ubicación de baterías diferentes o nuevas en un banco de las baterías viejas disminuye las características de la batería nueva y afecta de forma negativa la vida útil y la disponibilidad del sistema.

## Resumen Ejecutivo

## Pruebas reales

## Reemplazos de la batería y de los capacitores

## Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio

## Conclusión

La corriente toma el trayecto de menor resistencia, por lo que colocar una batería nueva de fábrica en un banco de baterías viejas con distintos niveles de resistencia interna provoca que la batería nueva de fábrica se sobrecargue. Con el tiempo, esto puede acortar la vida útil del banco completo y disminuir el rendimiento de la inversión en la batería.

Idealmente, las instalaciones deben tener baterías cargadas por completo, listas para instalarse en el sitio y que coincidan con el tipo y el estado de las baterías en servicio. Esto se puede llevar a cabo con un gabinete de baterías de repuesto equipado con un cargador integrado. Este suministro de baterías es compatible con un primer arreglo rápido y elimina los problemas relacionados con la mezcla de baterías nuevas y viejas en un banco.

En función de cuán crítica sea la instalación y el tipo de batería, se recomienda que los centros de datos tengan suficientes baterías de repuesto como para cubrir entre el cinco y el diez por ciento de las baterías en cada gabinete conectado, las cuales deben albergarse de forma similar a las baterías en servicio. Las baterías de repuesto envejecerán al mismo tiempo que el banco de baterías principal lo cual hará que el reemplazo sea más rápido y más estable.

Aunque es imposible reproducir exactamente las mismas condiciones, el reemplazo de una batería que está fallando por una de la misma antigüedad, aunque si existe alguna variación en la condición de las baterías, es más seguro que sustituirla con una batería nueva.

Otras ventajas de mantener baterías de repuesto en el sitio, incluyen las siguientes:

- Las baterías de repuesto se cargarán y estarán listas cuando más las necesite.
- Se reduce la cantidad de visitas para reparar un banco de baterías.
- Se minimiza el riesgo de obsolescencia de las baterías VLA o VRLA.

[Resumen Ejecutivo](#)[Pruebas reales](#)[Reemplazos de la batería y de los capacitores](#)[Cómo conservar la baterías de repuesto en el sitio](#)[Conclusión](#)

## Conclusión

El análisis de las evaluaciones en casos reales y los datos de campo de Vertiv muestran que la vida útil de diseño publicada por el fabricante para las baterías es muy superior a la vida útil real de las baterías que funcionan en un entorno de UPS. El mismo tipo de desconexión también ocurre cuando se trata de capacitores pues pueden fallar de forma inesperada y afectar el rendimiento y vida útil de las baterías.

Queda claro que las baterías y los capacitores deben incluirse en programas de mantenimiento preventivo para mitigar los fallos del UPS y evitar las caídas de las instalaciones. También queda claro que ser proactivos al dar mantenimiento y reemplazar estos componentes clave del UPS genera las mejores ventajas en términos de rendimiento y disponibilidad del sistema.