

Construyendo un Futuro Energético Resiliente con Sistemas de Almacenamiento de Energía en Baterías



Introducción

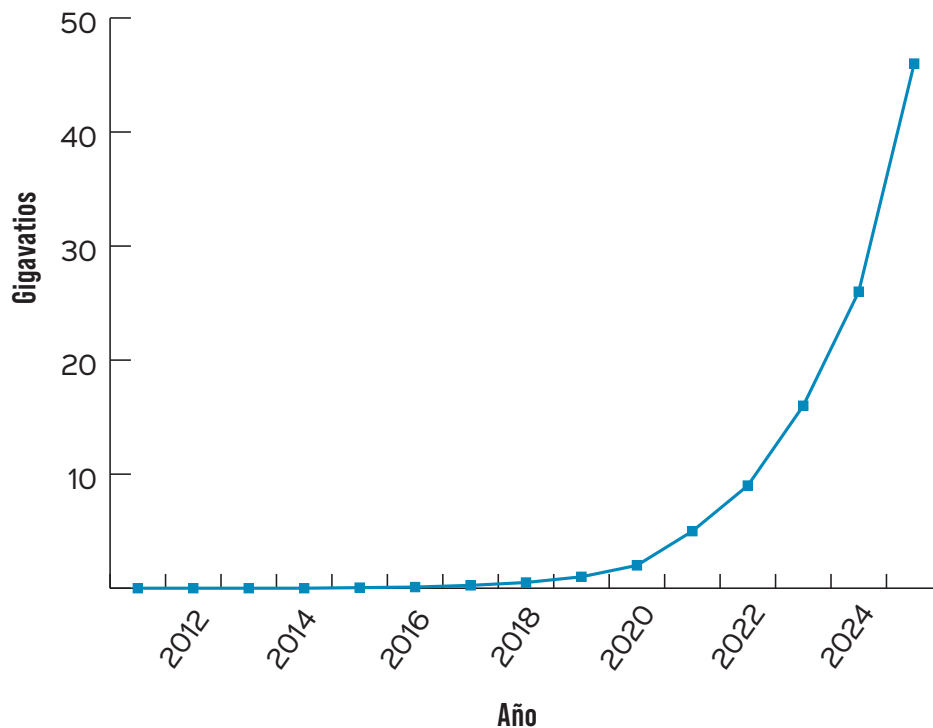
Los sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS por sus siglas en inglés) están transformando la manera en que se gestiona la electricidad y la red eléctrica. Al almacenar energía para su uso bajo demanda, los sistemas estabilizan la red, maximizan la integración de energías renovables y ofrecen ante interrupciones del suministro eléctrico.

Estados Unidos está experimentando un aumento dramático en la capacidad de BESS. En 2023, se añadieron 11.9 gigavatios (GW) de capacidad, lo que representó un

incremento del 55%. En 2024, esta cifra aumentó otro 66%, superando los 26 GW. Esto representa una expansión de cinco veces en tan solo cuatro años.^{1,2}

Los sistemas BESS permiten capturar la electricidad generada por recursos eólicos y solares para su uso posterior, mejorando la confiabilidad y resiliencia de la red eléctrica. La rápida expansión de estos sistemas ha llevado a un número creciente de gobiernos estatales y locales a encargarse de regular esta tecnología.

Figura 1. Capacidad acumulada de almacenamiento de energía en baterías a escala de servicios públicos en Estados Unidos (2011-2025)³



Impulsado por la caída de los costos y los avances tecnológicos, el aumento masivo de la capacidad BESS ha convertido a estos sistemas en una herramienta clave para estabilizar la frecuencia de la red al equilibrar rápidamente la oferta y la demanda.

1 Jacobo, Jonathan Touriño y JP Casey. “Estados Unidos desplegó 11.9 GW de BESS en 2024, y se esperan 18.2 GW adicionales a escala de red en 2025.” Energy Storage News, 26 de febrero de 2025. Consultado en noviembre de 2025.

2 “Capacidad de baterías en EE. UU. aumentó 66% en 2024.” Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA), 12 de marzo de 2025. Consultado en noviembre de 2025.

3 Ibid.

Conceptos básicos de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías

- Los sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS, por sus siglas en inglés) son una serie de dispositivos electroquímicos que capturan y almacenan el exceso de energía eléctrica, generada desde la red o una instalación de generación, para proporcionar energía o servicios a la red en un momento posterior.⁴
- Debido a la fuerte disminución en los costos, las baterías de iones de litio se utilizan en la gran mayoría de los sistemas de almacenamiento a escala de red.⁵
- Los sistemas BESS desempeñan un papel crucial en la estabilización de la red eléctrica y la mejora de la confiabilidad y el suministro de energía a través de varios factores.
 - » El uso principal de los BESS en Estados Unidos es proporcionar funciones de servicios a la red, como la regulación de frecuencia en las líneas de transmisión, para igualar con precisión la oferta y la demanda de electricidad.⁶
 - » Un uso creciente de los BESS es el almacenamiento a largo plazo de la generación de energía a gran escala proveniente de fuentes eólicas y solares. Esto se logra almacenando el exceso de energía producida y liberándola cuando la demanda supera la generación, proceso también conocido como desplazamiento de energía eléctrica. Esto reduce la necesidad de “plantas pico” (centrales eléctricas diseñadas para cubrir la demanda máxima), lo que a su vez disminuye los costos generales de electricidad y reduce la presión sobre la infraestructura de la red.⁷
- El tamaño de los sistemas puede variar desde unidades residenciales pequeñas hasta grandes instalaciones a escala de red. Los sistemas pueden cubrirse con sistemas de generación eléctrica, como la eólica y la solar.
 - » *Ejemplo: el proyecto de almacenamiento de baterías de Lansing, en el condado de Allamakee, Iowa, cuya fecha de finalización es diciembre de 2026, está diseñado para contar con 150 megavatios (MW) de almacenamiento de BESS.⁸ Por otro lado, Decorah, Iowa, opera un proyecto más pequeño de almacenamiento de baterías de 2.5 MW, diseñado para absorber el exceso de energía generada por los clientes mediante sistemas solares en azoteas.⁹*



Jardín Solar Comunitario Cedar Rapids en Deer Run¹⁰

Ubicación: Cedar Rapids, Iowa

Tamaño: 5 MW, 10 MWh (escala comunitaria)

Puesta en servicio: enero de 2022

Número de contenedores para baterías: 6

Número de bastidores para baterías en cada contenedor: 6



Proyecto solar del Condado de Grant¹¹

Ubicación: Potosi, Wisconsin

Tamaño: 100 MW, 400 MWh (escala de servicios públicos)

Puesta en servicio: julio de 2025

Número de contenedores para baterías: 128

Número de bastidores para baterías en cada contenedor: 5

4 Bowen, Thomas, et al. “Almacenamiento de baterías a escala de red.” Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), septiembre de 2019. Consultado en noviembre de 2025.

5 Ibid.

6 Ibid.

7 Ibid.

8 “Sistema de almacenamiento de energía en baterías de Lansing.” Alliant Energy, 2025. Consultado en noviembre de 2025.

9 Bunge, Mike. “El proyecto de baterías de Decorah entra en operación y es considerado un ‘modelo’ para Estados Unidos.” KIMT3 News, 2 de diciembre de 2021. Consultado en noviembre de 2025.

10 Fotografía del jardín solar comunitario de Cedar Rapids, proporcionada por Alliant Energy, diciembre de 2025.

11 Fotografía del sitio solar del condado de Grant, proporcionada por Alliant Energy, diciembre de 2025.

Consideraciones de seguridad y estándares

- El principal problema de seguridad que pueden presentar las baterías de iones de litio es el descontrol térmico (thermal runaway), una condición en la que una celda dentro del sistema BESS se sobrecalienta y puede provocar incendios. Aunque los incendios en baterías suelen recibir mucha atención mediática, son relativamente poco frecuentes en comparación con el número total de instalaciones.
 - » *Ejemplo: El Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI) mantiene una base de datos de incendios relacionados con sistemas BESS conectados a la red, obtenida a partir de informes de medios de comunicación. En 2023, EPRI identificó 14 incidentes en Estados Unidos, con un total de 491 proyectos de gran escala, lo que representa una tasa de incidentes del 2.9%.¹⁶ No se ha registrado ninguna pérdida de vidas en Estados Unidos debido a un incendio de BESS.¹⁷*
- Para limitar el potencial de fuga térmica, se recomienda a los desarrolladores de sistemas BESS, o en algunos casos, se les exige, que sigan estándares específicos como UL 9540 y la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) 855.
- La norma UL 9540 es el estándar integral de seguridad de productos BESS que garantiza que el sistema esté diseñado y construido para minimizar los riesgos de seguridad, incluidos los riesgos asociados con el descontrol térmico.¹⁸
 - » El objetivo principal de esta norma es garantizar que todos los componentes funcionen juntos de forma segura y que el sistema esté diseñado para contener posibles fallas y evitar su propagación.
 - » Este estándar también requiere que los operadores del sistema monitoreen las celdas de las baterías, detecten anomalías como sobrecalentamiento o sobrecarga y tomen las medidas adecuadas para evitar el descontrol térmico.

Tamaño del sistema y duración de la operación

- La duración del funcionamiento del BESS depende del tamaño del sistema, específicamente de su capacidad energética medida en megavatios-hora (MWh) y de su potencia nominal medida en MW.¹²
 - » Los sistemas diseñados principalmente para servicios de red generalmente proporcionan energía durante una o dos horas, mientras que los sistemas diseñados para el cambio de electricidad pueden proporcionar energía durante cuatro a ocho horas a su máxima capacidad.¹³
 - » *Ejemplo: Un sistema de almacenamiento de energía en baterías de 100 MW, operando a máxima potencia, puede proporcionar aproximadamente 400 MWh de energía, suficiente para abastecer alrededor de 83,300 hogares durante cuatro horas.¹⁴*
- La vida útil de las baterías se mide en ciclos, que corresponden al número de veces que la batería se carga y descarga completamente, así como en años.
 - » Las baterías modernas de iones de litio pueden durar entre 4,000 y 6,000 ciclos y tienen una vida útil estimada de 10 años, aunque algunas pueden durar mucho más.¹⁵

12 Linga, Vikram. “La duración de las baterías a escala de servicios públicos depende de su uso.” Administración de Información Energética de EE. UU., 25 de marzo de 2022. Consultado en noviembre de 2025.

13 Ibid.

14 “Uso de la energía explicado: consumo eléctrico en los hogares.” Administración de Información Energética de EE. UU., 18 de diciembre de 2023. Consultado en noviembre de 2025.

15 “Ciclos de carga y vida útil en sistemas BESS.” Pebblex Energy, 31 de octubre de 2023. Consultado en noviembre de 2025.

16 Srinivasan, Lakshmi, et al. “Análisis de la base de datos de incidentes de fallas en sistemas BESS del EPRI.” Electric Power Research Institute, mayo de 2024. Consultado en noviembre de 2025.

17 “Hecho: No se han registrado muertes derivadas de instalaciones de almacenamiento de energía en Estados Unidos.” Advanced Power Alliance, 20 de noviembre de 2024. Consultado en noviembre de 2025.

18 “Mejorando la seguridad de los sistemas de almacenamiento de energía: evolución de pruebas de incendios a gran escala y exigencias regulatorias.” Underwriters Laboratories Solutions, 2025. Consultado en noviembre de 2025.



Consideraciones de seguridad y estándares, continuación

- La norma NFPA 855, estándar para la Instalación de Sistemas de Almacenamiento de Energía Estacionarios, se centra en la instalación para reducir los riesgos generales que presenta la fuga térmica. NFPA 855 requiere que cualquier sistema BESS con una capacidad superior a 20 kilovatios-hora (kWh) esté certificado conforme a los estándares establecidos en UL 9540 y UL 9540A.
 - » Este estándar establece requisitos sobre las distancias adecuadas y la separación respecto a otras estructuras, así como lineamientos obligatorios, y describe elementos clave de seguridad como el análisis de mitigación de riesgos, un plan de respuesta a emergencias y los detalles de todos los sistemas de seguridad.
 - » Además, el estándar exige sistemas adecuados de gestión de baterías para controlar la temperatura, el voltaje y el estado de carga.
 - » La norma UL 9540A es una prueba en la que se crea intencionalmente una fuga térmica para guiar las características de diseño para contener fallas de la batería.
- La norma NFPA 855 se ha adoptado a nivel estatal en Washington, Michigan, Indiana, Nueva York, Massachusetts, Maryland y Connecticut. Actualmente se encuentra en consideración en Texas, California, Colorado, Iowa, Illinois y Virginia.¹⁹

Consideraciones para ordenanzas de los sistemas de almacenamiento de energía de baterías

Los responsables locales de la toma de decisiones podrían encargarse de promulgar ordenanzas para regular la ubicación (siting) y la concesión de permisos BESS. Algunos temas clave que deben considerarse incluyen definiciones, normas de ubicación y zonificación, planes de seguridad y emergencia, y desmantelamiento.

Definiciones^{20,21}

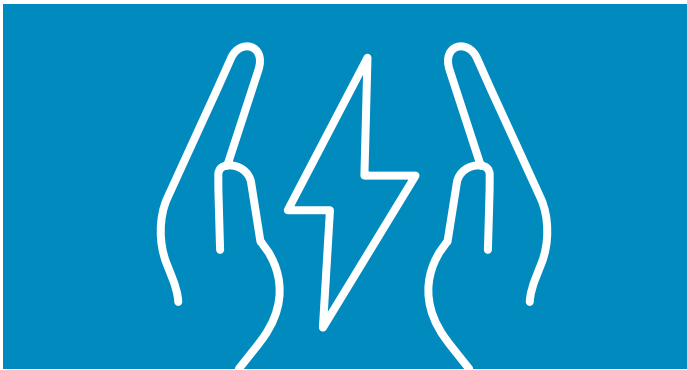
- Las ordenanzas deben definir “sistema de almacenamiento de energía de baterías” y otros términos clave para que el tipo de sistema de baterías y su uso regulado estén claramente definidos y se apliquen de manera consistente.

Estándares de ubicación (siting)^{22,23,24}

- Las distancias de separación (setbacks) pueden variar dependiendo del tamaño del sistema o de la zona (por ejemplo, pueden diferir entre zonas residenciales e industriales). Una distancia común es de 50 a 150 pies desde los límites de la propiedad. Además, la norma NFPA 855 incluye requisitos de separación y zonas de amortiguamiento (buffer).
- Los responsables pueden optar por variar los requisitos según el tamaño o el nivel del sistema.
- Se pueden abordar aspectos del diseño del sitio como el ruido, el impacto visual, las cercas, la iluminación y la señalización.

Distritos de zonificación y usos permitidos²⁵

- Las ordenanzas deben definir los distritos en los que los sistemas BESS están permitidos o son de uso condicional, y en los que los BESS son usos primarios o accesorios que pueden ubicarse junto con la generación eléctrica, como la eólica y la solar, o cerca de subestaciones.



19 “Almacenamiento de energía en baterías: compromiso con la seguridad y confiabilidad.” American Clean Power, 2025. Consultado en noviembre de 2025.

20 Ross, Brian y Monika Vadali. “Prácticas de zonificación: sistemas de almacenamiento de energía en baterías.” American Planning Association, marzo de 2024. Consultado en noviembre de 2025.

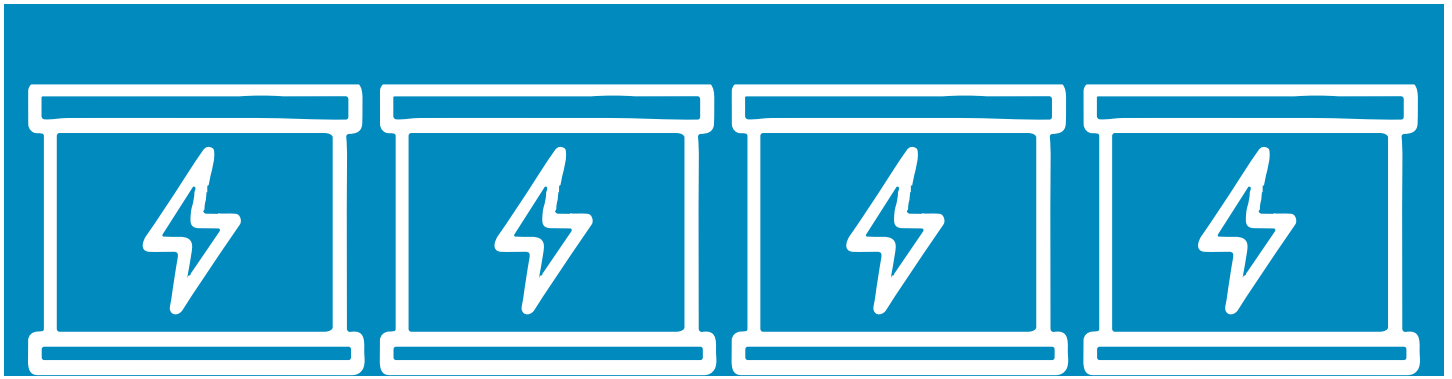
21 Powell, Devyn W. y Jeremy B. Twitchell. “Resumen de ordenanzas locales de zonificación para sistemas BESS.” Pacific Northwest National Laboratory, 9 de octubre de 2023. Consultado en noviembre de 2025.

22 Ibid.

23 “Ordenanza modelo: sistemas de almacenamiento de energía en baterías a escala de servicios públicos.” American Clean Power. Consultado en noviembre de 2025.

24 Ross, Brian y Monika Vadali. “Prácticas de zonificación: sistemas de almacenamiento de energía en baterías.” American Planning Association, marzo de 2024. Consultado en noviembre de 2025.

25 Ibid.



Consideraciones para ordenanzas de sistemas de almacenamiento de energía en baterías, continuación

Emergencia y seguridad^{26,27}

- Se recomienda a las autoridades que exijan el cumplimiento de la versión más reciente de NFPA 855, que proporciona los requisitos integrales más actualizados para el diseño, la instalación y el funcionamiento de sistemas BESS para minimizar los incendios y otros riesgos.
- Plan de respuesta a emergencias: Un plan detallado como parte del proceso de solicitud de permiso BESS puede incluir elementos como:
 - » Exigir a los propietarios de BESS que proporcionen capacitación a los departamentos de bomberos locales en caso de fuga térmica;
 - » Disposición de las instalaciones y puntos de acceso para el personal de emergencia;
 - » Procedimientos para responder a diversas emergencias, como procedimientos de apagado de emergencia; o
 - » Información de contacto de los operadores del proyecto, incluido un número de emergencia las 24 horas.

Desmantelamiento²⁸

- Las autoridades deben incluir disposiciones para el desmantelamiento de los proyectos, las cuales contemplan estándares para la restauración del sitio y un plan de garantía financiera que asegure el cumplimiento de estas obligaciones.

26 “Ordenanza modelo: sistemas de almacenamiento de energía en baterías a escala de servicios públicos.” American Clean Power. Consultado en noviembre de 2025.

27 Bowen, Thomas, et al. “Almacenamiento de baterías a escala de red.” Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), septiembre de 2019. Consultado en noviembre de 2025.

28 “Ordenanza modelo: sistemas de almacenamiento de energía en baterías a escala de servicios públicos.” American Clean Power. Consultado en noviembre de 2025.