

Comprendiendo Solar+Almacenamiento

Respuestas a las preguntas más frecuentes
acerca del almacenamiento de baterías
y energía solar fotovoltaica



CleanEnergyGroup

Acerca de este Informe

Comprendiendo Solar+Almacenamiento proporciona información y orientación para abordar algunas de las preguntas más frecuentes sobre la combinación de sistemas solares fotovoltaicos con tecnologías de almacenamiento de baterías (Solar+Almacenamiento). Los temas incluidos en la guía van desde los factores a considerar al diseñar un sistema de almacenamiento solar, el tamaño de la batería, las consideraciones ambientales y de seguridad, y cómo valorar el almacenamiento solar. La guía está organizada en 12 preguntas de áreas temáticas. Las preguntas y temas discutidos dentro de cada sección fueron investigados y desarrollados por organizaciones comunitarias. La guía fue producida bajo el Proyecto de Resistencia Energética (www.resilient-power.org), un proyecto en conjunto de Clean Energy Group y Meridian Institute. El Proyecto de Resistencia Energética trabaja para acelerar el desarrollo del mercado *en soluciones de energía limpia y resistente* en comunidades desatendidas y de bajos ingresos promoviendo la equidad de energía limpia al garantizar que todas las comunidades tengan acceso a los beneficios económicos, de salud y resistencia que Solar+Almacenamiento pueden proporcionar. El Proyecto de Resistencia Energética cuenta con el apoyo de The JPB Foundation, The Kresge Foundation, Surdna Foundation, Nathan Cummings Foundation, The New York Community Trust, Barr Foundation y Merck Family Fund.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Mayra Cruz de Catalyst Miami, Logan Atkinson Burke de Alliance for Affordable Energy, Shelley Robbins de Upstate Forever, Chelsea Barnes de Appalachian Voices, Timna Zemel y Chris Keast de Simpliphi Power, Will Heegard de Footprint Project, Geoff Oxnam de American Microgrid Solutions y Meghan Monahan de Clean Energy Group por su valiosa contribución y revisión de esta guía. Maria Blais Costello de Clean Energy Group fue responsable de la producción del informe, trabajando con David Gerratt de DG Communications en el diseño del informe. Jorge Guillermo Estrada fue el traductor de la versión original en inglés de este informe al español. Muchas gracias también por el generoso apoyo de las fundaciones y organizaciones que ayudan a financiar este trabajo. Los puntos de vista y opiniones expresados en esta guía reflejan únicamente los de sus autores.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Este documento es únicamente para fines informativos. Los autores no ofrecen garantías, expresas o implícitas, y no asumen ninguna responsabilidad legal por la exactitud, integridad o utilidad de la información proporcionada en este documento. Los puntos de vista y opiniones expresados en este documento no expresan ni reflejan necesariamente los de los patrocinadores o de cualquiera de las organizaciones o individuos que han ofrecido comentarios mientras se redactaba este documento. Los autores son los únicos responsables del contenido de este informe. Antes de actuar usando cualquier información, considere que sea la más adecuada para su situación específica. La información aquí contenida está sujeta a cambios. Está destinada a servir como orientación y no debe utilizarse como sustituto de un análisis exhaustivo de los hechos y la ley. El documento no pretende proporcionar asesoramiento legal o técnico.

Este informe se puede encontrar en el sitio web de Clean Energy Group en <https://www.cleangroup.org/ceg-resources/resource/understanding-solar-storage>.

Comprendiendo Solar+Almacenamiento

Respuestas a las preguntas más frecuentes
acerca del almacenamiento de baterías y energía solar fotovoltaica



Marriele Mango | Seth Mullendore

CLEAN ENERGY GROUP

DICIEMBRE 2020



Contenido

- 5** Glosario de términos
- 9** Introducción
- 14** P1: ¿Qué factores debo tener en cuenta al diseñar un sistema de Solar+Almacenamiento?
- 20** P2: ¿Qué diferentes tipos de baterías están disponibles (y cuál es la adecuada para mí)?
- 25** P3: ¿Qué tamaño de batería necesito?
- 30** P4: ¿Es Solar+Almacenamiento una solución eficaz de energía de respaldo?
- 36** P5: ¿Se puede agregar almacenamiento a un sistema solar existente?
- 41** P6: ¿Cuánto dura un sistema de Solar+Almacenamiento?
- 45** P7: ¿Cuánto cuestan las baterías?
- 49** P8: ¿Cómo puedo determinar el valor de la energía Solar+Almacenamiento (ahorros, ingresos, resistencia)?
- 58** P9: ¿Cómo puedo pagar por un sistema de Solar+Almacenamiento (incentivos, subvenciones, financiamiento)?
- 64** P10: ¿Puede Solar+Almacenamiento desarrollarse para beneficiar comunidades de bajos ingresos?
- 70** P11: ¿Es el almacenamiento de la baterías seguro?
- 74** P12: ¿Cuáles son los impactos ambientales del almacenamiento de baterías?
- 79** Conclusión
- 80** Acerca del Proyecto de Resistencia Energética
- 81** Sobre los autores

Glosario de términos

ACUERDO DE COMPRA DE ENERGÍA (PPA): Un tipo de financiamiento de terceros que establece un acuerdo entre un desarrollador y un cliente para instalar un sistema solar (o Solar+ Almacenamiento) en la propiedad de un cliente con poco o ningún costo al mismo. A través del contrato, el cliente paga al tercero una tarifa acordada (dólares por kilovatio-hora) por la energía generada por el sistema.

ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA: La capacidad de reducir el uso de electricidad de la red durante tiempos de alta demanda en el sitio.

ALMACENAMIENTO DE LA BATERÍA: El almacenamiento de baterías es una batería recargable que almacena energía de otras fuentes, como paneles solares o la red eléctrica, para ser descargada y utilizada en un momento posterior. La energía reservada se puede usar para varios propósitos, incluyendo el alternar cuando se consume energía solar en el sitio, alimentar hogares o negocios en caso de un corte de energía y generar ingresos para el propietario del sistema al proporcionar servicios de red.

ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO: Un análisis de costo y beneficio compara los costos y beneficios de una inversión en particular con otras opciones de inversión y / o manteniendo el status quo (es decir, sin realizar una inversión).

ARBITRAJE ENERGÉTICO: El almacenamiento de energía, ya sea de la red o de la generación en sitio, durante los períodos en que los precios de la electricidad son bajos, para ser descargada posteriormente cuando los precios de la electricidad es más alto.

AUTO CONSUMO: Cuando se utiliza una batería u otro tipo de sistema de manejo de energía para maximizar la cantidad de energía solar consumida directamente en sitio y minimizar la cantidad de energía solar generada enviada a la red.

CAPACIDAD DE ENERGÍA: La cantidad total de energía que puede ser almacenada por un sistema de almacenamiento de energía, generalmente medida en kilovatios-hora, o megavatios-hora en sistemas más grandes de almacenamiento.

CARGAS CRÍTICAS: Los equipos y dispositivos eléctricos que son más importantes para mantener la energía durante un corte de red. Las cargas críticas variarán según los tipos de instalaciones y necesidades del cliente. Ejemplos de cargas críticas comunes incluyen iluminación de emergencia, enchufes para cargar dispositivos y refrigeración.

CICLOS: El ciclo es el proceso de carga (almacenamiento de energía) y descarga (liberación de energía) de un sistema de batería. Básicamente, una carga y descarga completa representa un ciclo.

COSTOS EVITADOS POR INTERRUPCIONES: Los costos por cortes evitados representan el valor de las pérdidas en las que se habría incurrido si una instalación experimentara una interrupción de energía sin un sistema de respaldo. Las pérdidas podrían incluir disminución de la productividad de la fuerza laboral, interrupción de servicios e incluso pérdida de vidas debido a la falta de atención médica o servicios de respuesta a desastres.

DEGRADACIÓN: Los paneles solares y los sistemas de almacenamiento de baterías se vuelven menos eficientes con el tiempo de su funcionamiento. En los paneles solares, la cantidad de energía producida disminuye lentamente debido a los efectos de la exposición a los elementos. La capacidad de almacenamiento de energía de la batería disminuye a medida que las baterías se cargan y descargan debido a reacciones químicas que ocurren como parte de los procesos. La tasa de estas disminuciones es la tasa de degradación.

DEMANDA MÁXIMA: El nivel más alto de demanda de energía (kilovatios) durante un período determinado.

DENSIDAD DE ENERGÍA: La medida de cuánta energía (kilovatios-hora) se puede almacenar en una batería por unidad de peso, la cual corresponde normalmente al tamaño de la batería. Por lo general, una batería con mayor densidad energética requerirá menos espacio físico en una instalación.

DETRÁS DEL MEDIDOR: Los sistemas de almacenamiento de energía detrás del medidor, también conocidos como ubicados por el cliente, están ubicados en la propiedad, literalmente detrás del medidor de servicios públicos en el lado del cliente, al contrario del frente del medidor. del lado de los sistemas de servicios, que se encuentran directamente en el sistema de distribución de servicios públicos.

ENERGÍA RESISTENTE: La capacidad de proporcionar a una instalación energía continua, limpia y confiable incluso cuando la red eléctrica se cae.

FIABILIDAD: La capacidad de un sistema de energía de respaldo de mantener energía continua sin depender del acceso a recursos externos que puedan estar experimentando interrupciones.

FUERA DE RED: Sistemas de energía locales que operan completamente separados y desconectados de la red.

FUGAS TÉRMICAS: Un proceso en el que un aumento en la temperatura altera las condiciones de una manera que conduce a mayores aumentos de temperatura. En las químicas de algunas baterías, puede ocurrir una fuga térmica debido a reacciones químicas que pueden hacer que una celda de la batería se sobrecaliente y eventualmente se incendie.

GARANTÍA: La garantía de un producto y / o su desempeño durante un período de tiempo.

INTERCONEXIÓN: El proceso de conectar un sistema de generación distribuida, como la energía solar fotovoltaica y el almacenamiento de baterías, a la red. Las empresas de servicios públicos a menudo exigirán una revisión de la interconexión para garantizar que el sistema propuesto no tenga impactos negativos en la red.

INVERSOR: Un inversor se utiliza para convertir la energía CC generada por el almacenamiento solar y batería en energía de CA para su uso en hogares y negocios y / o energía de CA de la red a CC cuando se carga un sistema de almacenamiento de batería.

KILOWATT: Un kilovatio es una medida de potencia. Un kilovatio equivale a 1,000 vatios.

KILOWATT-HORA: Un kilovatio-hora es una medida de cuánta energía se utiliza. Un dispositivo que requiera 1 kilovatio de energía que se opere durante dos horas utilizará 2 kilovatios-hora de energía. En una factura de servicios públicos, un kilovatio-hora indica cuánta energía fue entregada a un cliente por una compañía eléctrica.

MEDICIÓN DE ENERGÍA NETA (NEM): Los programas de medición de energía neta permiten a los clientes obtener créditos en las facturas de servicios públicos por la electricidad que generan a partir de su matriz solar que no se consume directamente en sitio.

MICRO RED: Una micro red es un sistema de energía local con fuentes de generación en el sitio que pueden desconectarse de la red pública y operar de forma independiente. Una micro red puede estar compuesta por un solo edificio, a veces denominado nano red, o por varios edificios interconectados.

PERÍODO DE REEMBOLSO SIMPLE: El tiempo que toman los ahorros e ingresos de un proyecto en igualar o superar el costo total de instalación del sistema.

PICO AFEITADO: El proceso de reducir la demanda pico mediante la descarga de energía almacenada en los momentos de alto uso de energía.

PLANTA DE ENERGÍA VIRTUAL: La incorporación de muchos, cientos o incluso miles, recursos más pequeños de energía distribuidos detrás del medidor (por ejemplo, energía solar fotovoltaica y almacenamiento de baterías) con el fin de proporcionar servicios de energía a escala de red que normalmente serían atendidos por una empresa de servicios públicos.

POTENCIA NOMINAL: La velocidad máxima a la que una batería puede cargar o descargar energía. La potencia nominal de una batería suele expresarse en kilovatios o megavatios en sistemas de baterías más grandes.

RED: una red que entrega electricidad de productores a consumidores. Las empresas de servicios públicos generalmente operan la red y cobran a los clientes por la energía que utilizan.

REGULACIÓN DE FRECUENCIA: El equilibrio del suministro y la demanda de electricidad para mantener la frecuencia de la red dentro de los límites aceptables para que el sistema de energía eléctrica funcione correctamente.

RESPUESTA A LA DEMANDA: Reducir el consumo de electricidad de la red, ya sea mediante la descarga de energía almacenada o reduciendo el uso de dispositivos, en respuesta a las señales de la red pública. Estos eventos de respuesta a la demanda generalmente ocurren en momentos en que la demanda de electricidad de la red en el sistema completo es alta, como en días calurosos en los que el aire acondicionado consume más energía de lo habitual.

SERVICIOS DE RED: Servicios, como regulación de frecuencia, soporte de voltaje y respuesta a demanda, que apoyan la operación, balance y manejo de la red eléctrica.

SISTEMA HÍBRIDO: Un sistema que incluye componentes de energía renovable y combustibles fósiles. Por ejemplo, un sistema Solar+Almacenamiento con un generador diesel.

SOLAR+ALMACENAMIENTO: Una matriz de energía solar fotovoltaica conectada a un sistema de almacenamiento de batería a través de uno o más inversores.

SOLAR COMUNITARIO: La energía solar comunitaria, también llamada solar compartida, es un acuerdo de compra en el que varios clientes comparten la electricidad o los beneficios económicos de la energía solar de una sola matriz. Las instalaciones solares comunitarias pueden estar ubicadas físicamente en una propiedad compartida por los clientes, como un edificio de apartamentos multifamiliar, o ubicadas en una ubicación remota.

SOLAR LISTO PARA ALMACENAMIENTO: Un sistema solar que se instaló anticipando que el almacenamiento de la batería se instalaría en una fecha posterior. Agregar almacenamiento de batería a un sistema solar listo para almacenamiento es un proceso más fácil y a menudo, menos costoso que agregar almacenamiento de batería a un sistema solar que no planificó la adición de almacenamiento.

TARIFAS POR TIEMPO DE USO: Una estructura de tarifas eléctricas utilizada por algunas empresas de servicios públicos que cobra diferentes tarifas por la electricidad en diferentes momentos del día, con precios más altos que ocurren típicamente durante períodos de alta demanda de electricidad (períodos pico) y precios más bajos que ocurren durante períodos de baja demanda (períodos de menor actividad).

VIDA ÚTIL: La vida útil de un dispositivo representa cuánto tiempo puede funcionar antes de que se haya degradado hasta el punto de que ya no pueda cumplir eficientemente su propósito original.

Muchas de las definiciones utilizadas aquí provienen del informe del 2015 de Clean Energy Group, Almacenamiento de Energía y Mercados de Electricidad (Energy Storage and Electricity Markets), que puede ser encontrado en: <https://www.cleanegroup.org/wp-content/uploads/Energy-Storage-And-Electricity-Mercados-Agosto-2015.pdf>. La definición de energía solar comunitaria se encuentra en un informe de Clean Energy States Alliance, que puede ser encontrado en: <https://www.cesa.org/wp-content/uploads/Consumer-Protection-for-Community-Solar.pdf>.

INTRODUCCION

Comprendiendo Solar+Almacenamiento

Respuestas a las preguntas más frecuentes Acerca del almacenamiento de baterías y energía solar fotovoltaica



Cada día, miles de sistemas solares fotovoltaicos (PV) combinados con almacenamiento de baterías (Solar+Almacenamiento) están operando en hogares y negocios en todo el país para reducir los costos de energía, respaldar la red eléctrica y brindar energía de respaldo durante emergencias. Si bien las cifras de implementación de Solar+Almacenamiento son relativamente pequeñas en comparación con sistemas que solo utilizan energía solar, las tasas de instalación han crecido significativamente en los últimos años y se espera que continúen aumentando rápidamente. Aún así, Solar+Almacenamiento continúa siendo una solución tecnológica poco comprendida por muchos propietarios, administradores de energía y líderes comunitarios, a pesar de ser una combinación de una tecnología de décadas y la expansión de tasas de adopción.

Esta guía está diseñada para servir como punto de partida para establecer una base de conocimiento y comprensión para las personas y organizaciones que comienzan a explorar las opciones de Solar+Almacenamiento.

Al abordar algunas de las preguntas más frecuentes sobre las tecnologías de almacenamiento solar, esta guía está diseñada para conectar algunas brechas fundamentales de conocimiento sobre las tecnologías de almacenamiento solar. Está destinada a servir como punto de partida para establecer una base de conocimiento y comprensión para las personas y organizaciones que comienzan a explorar las opciones de Solar+Almacenamiento para sus hogares, negocios o instalaciones comunitarias.

Para determinar qué brechas de conocimiento existen, Clean Energy Group (CEG) realizó una encuesta para identificar las preguntas más frecuentes sobre Solar+Almacenamiento. Las preguntas y áreas temáticas que se abordan en esta guía se basan en los comentarios de casi cien partes interesadas que enviaron preguntas sobre Solar+Almacenamiento. La guía está organizada en 12 preguntas comunes, cada una de las cuales aborda múltiples temas claves. Las respuestas se basaron en más de seis años de experiencia a través del trabajo de CEG con propietarios, desarrolladores, organizaciones sin fines de lucro y comunidades para promover Solar+Almacenamiento en comunidades desatendidas.

La información que se presenta en esta guía se centra principalmente en las instalaciones de Solar+Almacenamiento detrás del medidor ubicadas por el cliente, aunque gran parte de la información también es relevante a otros tipos de proyectos, incluyendo los de solamente almacenamiento y Proyectos Solar+Almacenamiento en la parte frontal del medidor.

Los temas sobre Solar+Almacenamiento que se abordan incluyen los siguientes:

1. ¿Qué factores debo considerar al diseñar un sistema de solar+almacenamiento?

TEMAS CUBIERTOS: consideraciones físicas y estructurales, permisos e interconexión, consideraciones financieras, acoplamiento de CA y CC, factores adicionales para proyectos de resistencia y algunos casos especiales

2. ¿Qué diferentes tipos de baterías están disponibles (y cuál es la adecuada para mí)?

TEMAS CUBIERTOS: descripción general de las baterías de plomo ácido y de iones de litio, diferencias claves entre las tecnologías (densidad de energía, profundidad de descarga, ciclos, expectativa de vida útil), breve descripción general de otras opciones de almacenamiento

3. ¿Qué tamaño de batería necesito?

TEMAS CUBIERTOS: explicación de la clasificación de potencia de la batería, capacidad de energía y especificaciones de tamaño de duración; consideraciones de tamaño para aplicaciones de energía de respaldo, administración de demanda y aplicaciones de autoconsumo solar; requisitos de espacio físico para sistemas de baterías

4. ¿Es Solar+Almacenamiento una solución eficaz de energía de respaldo?

TEMAS CUBIERTOS: consideraciones de carga crítica, comparación de energía Solar+Almacenamiento versus generadores de combustible fósil, breve discusión de otras opciones de energía de respaldo (soluciones híbridas, sistemas portátiles, únicamente solar, únicamente almacenamiento)

5. ¿Se puede agregar almacenamiento a un sistema solar existente?

TEMAS CUBIERTOS: barreras potenciales para la incorporación de almacenamiento, enfoques para modernizar una instalación solar existente, instalación de un sistema solar listo para almacenamiento

¿Qué es la energía solar fotovoltaica y el almacenamiento de baterías y cómo funcionan?

Este documento responde preguntas sobre el diseño, instalación y economía del almacenamiento solar y de baterías para hogares y empresas. No entra en los conceptos básicos de explicar qué son las baterías o la energía solar fotovoltaica y cómo funcionan.

Para obtener una descripción general de los conceptos básicos de la energía solar, consulte “¿Cómo funcionan los paneles solares?” por EnergySage, disponible en línea en <https://news.energysage.com/solar-panels-work>.

Para obtener una descripción general rápida de la ciencia detrás de las baterías, consulte «¿Cómo funciona una batería?» por la Escuela de Ingeniería del MIT en <https://engineering.mit.edu/engage/ask-an-engineer/how-does-a-battery-work>.

6. ¿Cuánto dura un sistema de Solar+Almacenamiento?

LOS TEMAS INCLUYEN: Expectativa de vida útil y garantías típicas de paneles solares, inversores y baterías

7. ¿Cuánto cuestan las baterías?

LOS TEMAS INCLUYEN: rangos de costos de sistemas de baterías de iones de litio instalados, diferencias entre los precios por kilovatio y por kilovatio-hora, disminución proyectada del costo de almacenamiento de la batería

8. ¿Cómo determino el valor de Solar+Almacenamiento (ahorros, ingresos, resistencia)?

LOS TEMAS INCLUYEN: ahorros en las facturas de servicios públicos, administración de cargos por demanda, servicios públicos y de la red, costos de interrupción evitados, beneficios para la salud y el medio ambiente, y métodos para determinar la rentabilidad del Solar+Almacenamiento

9. ¿Cómo puedo pagar por un sistema Solar+Almacenamiento (incentivos, subvenciones, financiamiento)?

LOS TEMAS INCLUYEN: incentivos fiscales federales, programas de incentivos estatales y de servicios públicos, ejemplos de programas destinados a apoyar el desarrollo en comunidades de bajos ingresos, ejemplos de proyectos que se benefician del apoyo de subvenciones, discusión de opciones de financiamiento

La instalación de almacenamiento solar y de baterías se completó en una estación de bomberos en Humacao, Puerto Rico, a principios de octubre del 2020.

Cortesía de Solar Responders



10. ¿Puede Solar+Almacenamiento desarrollarse para beneficiar a las comunidades de bajos ingresos?

LOS TEMAS INCLUYEN: descripción general de la importancia de los beneficios económicos, de resistencia y ambientales de Solar+Almacenamiento en las comunidades de bajos ingresos, conciencia y barreras de accesibilidad para la adopción de Solar+Almacenamiento, estudio de casos de programas que benefician a los de bajos ingresos

11. ¿Es seguro el almacenamiento de batería?

LOS TEMAS INCLUYEN: descripción general de los riesgos de seguridad del almacenamiento de baterías y consideraciones de ubicación, fuga térmica, riesgos de seguridad cuando ocurre un incendio, recursos recomendados con más información sobre códigos de seguridad, procedimientos y las mejores prácticas contra incendios

12. ¿Cuáles son los impactos ambientales del almacenamiento de baterías?

LOS TEMAS INCLUYEN: impacto social y ambiental de los procesos de minería y fabricación de baterías de plomo ácido y de iones de litio, consideraciones sobre el final de vida útil (reciclaje, reutilización)

Además de la información contenida en este informe, CEG ha recopilado decenas de recursos para profundizar en muchos de estos temas. Algunos de esos recursos se pueden encontrar en las notas finales de cada sección, puede acceder a otros a través del Kit de herramientas del Proyecto de Resistencia Energética de CEG, disponible en www.cleanegroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/toolkit.

¿Por qué Solar+Almacenamiento?

Más de dos millones de proyectos solares se han instalado en los Estados Unidos, la gran mayoría de ellos no incluyen ninguna forma de almacenamiento de energía. Entonces, ¿por qué centrarse en Solar+Almacenamiento ahora?

Hay muchas razones por las que el almacenamiento de baterías se está incorporando cada vez más a los sistemas fotovoltaicos solares. La resistencia energética ha sido el principal impulsor de los proyectos residenciales de almacenamiento y energía solar, ya que casi todos los sistemas solares se apagan cuando se produce una interrupción en la red. Los cargos por servicios públicos relacionados con la demanda han sido una fuerza impulsora para la adopción de almacenamiento entre las propiedades comerciales; Si bien la energía solar puede reducir intermitentemente la demanda de electricidad de la red eléctrica durante el día, solo el almacenamiento puede proporcionar electricidad de manera confiable durante períodos específicos de demanda máxima de energía.

Más allá de las necesidades específicas del cliente para el almacenamiento de energía, la red requerirá cantidades significativas de almacenamiento para finalmente lograr el objetivo crítico de proporcionar electricidad con cero emisiones. A medida que más y más sistemas solares se conectan a la red, esencialmente produciendo energía todos al mismo tiempo, esa energía deberá almacenarse cada vez más y trasladar su uso a períodos del día en que los paneles solares no producen electricidad. Las tarifas de los servicios públicos y los programas de servicios de la red ya están cambiando, reconociendo esta evolución del sistema energético, trasladando los períodos pico de precio de la energía a las mañanas y las noches y los servicios públicos creando nuevos programas de respuesta a la demanda enfocándola en los períodos de máxima demanda de electricidad.

— continúa —

— continúa —

Los sistemas de almacenamiento de baterías también pueden ser instalados sin un sistema solar adjunto. Las baterías pueden ser cargadas desde la red para proporcionar horas o incluso días de energía de respaldo, dependiendo del tamaño del sistema de baterías en relación con las cargas eléctricas que soporta. Los beneficios económicos de las baterías tampoco suelen depender de estar conectados a un sistema solar, aunque las dos tecnologías a menudo se combinan para aprovechar los créditos fiscales federales a la inversión, los cuales no están actualmente disponibles para proyectos exclusivamente de almacenamiento.

Si bien la energía solar y el almacenamiento independientemente pueden brindar beneficios valiosos a los clientes y a la red eléctrica, la combinación de las dos tecnologías puede generar un valor más allá de la suma de sus beneficios individuales. Los beneficios combinados incluyen la capacidad de proporcionar energía de respaldo durante cortes de energía prolongados y la entrega de energía limpia cuando la red más la necesita, no solo cuando el sol está brillando. Por razones como estas, muchos expertos en energía y analistas de mercado están de acuerdo en que es probable que el futuro del sistema energético dependa en gran medida de la combinación de tecnologías solares y de almacenamiento.

El Valor del Almacenamiento

Las tecnologías de almacenamiento de energía tienen la capacidad de beneficiar a cada segmento del sistema eléctrico.

Consumidores Residenciales 	Consumidores Comerciales 	Utilidades 	Operadores de red 
 Respaldo confiable de energía durante estados del tiempo severos y otros apagones	 Mantiene los equipos críticos en línea durante interrupciones de energía	 Incrementa la integración renovable	 Equilibrio de oferta y demanda de electricidad
 Reduce las facturas de servicios públicos y genera ingresos	 Reduce las facturas de servicios públicos y genera ingresos	 Reduce la dependencia de plantas pico de combustibles fósiles	 Mejora la calidad de electricidad y su fiabilidad
		 Reduce gastos de operación	 Evita costosas actualizaciones del sistema

© CLEAN ENERGY GROUP

PREGUNTA 1

¿Que factores necesito considerar al diseñar un sistema Solar+Almacenamiento?

TEMAS CUBIERTOS: Consideraciones físicas y estructurales, permisos e interconexión, consideraciones financieras, acoplamiento de CA y CC, factores adicionales para proyectos de resistencia y algunos casos especiales



Al abordar un nuevo proyecto Solar+Almacenamiento, el primer paso debe ser definir claramente los objetivos del proyecto. ¿Qué quiere que haga el sistema Solar+Almacenamiento? ¿Es el ahorro en la factura de servicios el factor determinante? ¿O es resistencia? ¿O la reducción de emisiones? Las respuestas a estas preguntas ayudarán a guiar e informar el resto del proceso.

Al abordar un nuevo proyecto de Solar+Almacenamiento, el primer paso debe ser definir claramente los objetivos del proyecto. ¿Qué es lo que usted quiere que haga el sistema Solar+Almacenamiento?

El siguiente paso antes de adelantarse mucho en el camino del desarrollo del proyecto, es evaluar la viabilidad de instalar un sistema. Los factores clave y las barreras potenciales a considerar se dividen en tres categorías generales: **físicas y estructurales, permisos e interconexión,** y consideraciones **financieras**. (Ver P1 Figura 1, p.15.)

Física y estructura

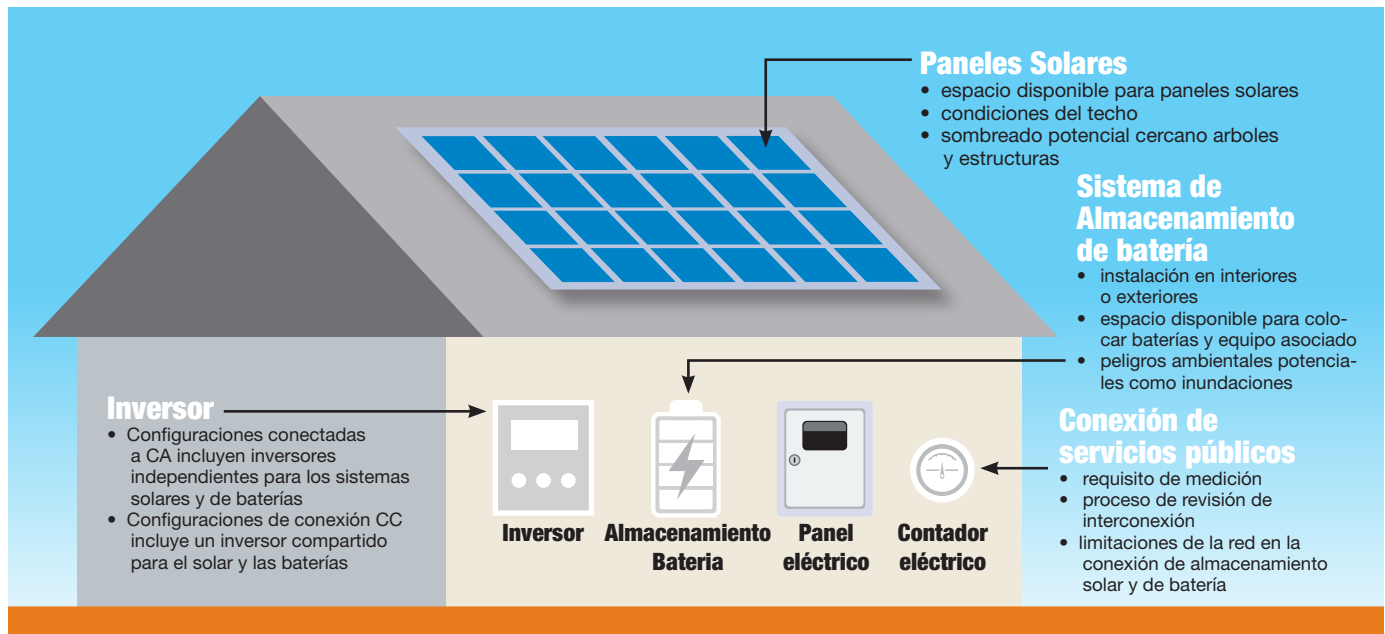
DISPONIBILIDAD SOLAR: Es importante evaluar e identificar cualquier limitación potencial de tamaño del sistema solar, incluyendo las condiciones del techo (espacio disponible, edad, integridad estructural, inclinación, orientación y compensaciones necesarias), posible sombreado de árboles y estructuras cercanas y opciones de ubicación alternativas. como en cocheras y sistemas de montaje en suelo.

COLOCACIÓN DE LA BATERÍA: ¿El sistema de batería será colocado en interiores o exteriores? ¿Cuánto espacio adecuado hay disponible para instalar un sistema de batería y el equipo asociado? ¿Puede el sistema ser aislado de posibles peligros ambientales, como inundaciones?

Permisos e interconexión

REQUISITOS DE PERMISOS: Consulte con las oficinas de permisos locales para obtener una comprensión clara de las regulaciones y requisitos que rigen la instalación de sistemas solares y de almacenamiento de baterías. Un instalador profesional puede ser útil en este proceso y debe tomar la iniciativa para determinar el cumplimiento de los requisitos locales y obtener los permisos necesarios. Debido a que los sistemas de almacenamiento de baterías todavía es una tecnología bastante nueva, es posible que algunas autoridades que otorgan permisos no tengan requisitos de código establecidos para todos los tipos de tecnologías de sistemas de baterías, lo que podría resultar en demoras en los permisos.

P1 FIGURA 1: Factores a considerar al planificar un sistema de Solar+Almacenamiento



© Clean Energy Group

Hay varios factores importantes a considerar al abordar un nuevo proyecto de Solar+Almacenamiento: barreras físicas y estructurales que pueden limitar la ubicación y configuración del sistema, los requisitos de seguridad y permisos locales y los procedimientos de interconexión de servicios públicos. Todos estos factores pueden afectar el costo y la viabilidad de una instalación planificada.

INTERCONEXIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS: Dependiendo de la red eléctrica, es posible que se requiera una revisión de la interconexión antes de que se apruebe un sistema Solar+Almacenamiento para la interconexión con la red, particularmente en sistemas más grandes. También puede haber limitaciones en la cantidad de energía solar y almacenamiento que se puede conectar a ciertas secciones de la red antes de que sea necesaria una actualización de la infraestructura, lo que podría agregar demoras y gastos y hacer que un proyecto no sea viable. Bajo ciertas condiciones, es posible que las empresas de servicios públicos no permitan que ningún sistema solar o de almacenamiento se conecte a partes específicas de la red, aunque los sistemas de baterías diseñados para minimizar o eliminar la cantidad de energía que se exporta a la red pueden estar exentos de estas restricciones.

REQUISITOS DE MEDICIÓN: Para los sistemas Solar+Almacenamiento que pretenden participar en la medición de energía neta u otros programas en los que se obtienen créditos en la factura de servicios públicos por la energía solar producida o exportada a la red, la empresa de servicios públicos puede requerir mediciones adicionales para rastrear y verificar que únicamente la energía solar está recibiendo créditos. En algunos casos, los requisitos de medición pueden agregar costos significativos a un proyecto.

Finanzas

MEDICIÓN DE ENERGÍA NETA: La medición neta, o alguna forma similar de compensación por la energía producida por un sistema solar y exportada a la red, a menudo es fundamental para la economía de la energía solar. Además de comprender los requisitos de medición de la red pública, es importante verificar que las baterías estén permitidas según las políticas de medición de energía solar neta del estado y de la red pública. Algunas configuraciones del sistema

Solar+Almacenamiento, como el acoplamiento de CC (que se analiza más adelante) pueden ser más aceptables según las políticas de medición neta. En los casos en los que la medición neta solar no está disponible o las tasas de compensación son muy bajas para la energía exportada, el almacenamiento puede ser beneficioso al aumentar la cantidad de energía solar consumida directamente en el sitio, limitando o incluso eliminando las exportaciones de energía solar a la red.

La mayoría de las cosas que funcionan con electricidad funcionan con corriente alterna (CA). Por otro lado, la energía solar y las baterías, funcionan en corriente continua (CC). Es por eso que los sistemas solares y de almacenamiento necesitan inversores para convertir la energía CC a energía CA para su uso en hogares y negocios.

INCENTIVOS: Otro factor financiero importante para la economía Solar+Almacenamiento es la disponibilidad de incentivos, en particular incentivos fiscales como el crédito fiscal federal a la inversión (ITC). La guía federal ha indicado que la ITC se puede aplicar a la parte de almacenamiento de un sistema Solar+Almacenamiento, pero únicamente si las baterías se cargan predominantemente con energía solar en el sitio (o solo se cargan con energía solar, en el caso de energía Solar+Almacenamiento residencial. Si el ITC es clave para hacer que la economía de un proyecto funcione, vale la pena considerar una configuración del sistema que garantice que la batería solo se cargue con energía solar en el sitio. Para obtener más información sobre créditos fiscales y financiamiento, consulte la Pregunta 9: *¿Cómo puedo pagar por un sistema Solar+Almacenamiento (incentivos, subvenciones, financiamiento)?*

Un instalador, desarrollador o consultor experimentado en Solar+Almacenamiento puede ayudarlo a trabajar con cada una de estas consideraciones y a tomar decisiones informadas a medida que continúa con el desarrollo del proceso.

CA or CC?

La mayoría de las cosas que funcionan con electricidad, lo hacen con corriente alterna (CA). La energía solar y las baterías, por otro lado, funcionan en corriente continua (CC). Es por eso que los sistemas solares y de almacenamiento necesitan inversores para convertir la energía CC a energía CA para su uso en hogares y negocios. La energía solar y el almacenamiento se pueden acoplar a través de una configuración de CA o una configuración de CC.

El acoplamiento de CC es a menudo la configuración preferida cuando la energía solar y el almacenamiento se instalan al mismo tiempo, aunque no siempre es así. El acoplamiento de CC básicamente significa que la generación del sistema solar pasa directamente al sistema de almacenamiento de la batería, sin pasar por un inversor. El acoplamiento de CC permite que los sistemas solares y de almacenamiento compartan un solo inversor, lo que puede reducir los costos del equipo. Puede ser más fácil verificar que una batería se carga solamente con energía solar en el sitio cuando los sistemas están acoplados con CC, lo cual es importante para calificar para el ITC y algunos programas de medición neta.

En el acoplamiento de CA, los sistemas solares y de almacenamiento son más independientes entre sí. Ambos sistemas tendrán un inversor separado, uno para convertir la energía solar en CA y otro para convertir la energía almacenada de la batería en CA al descargar energía, y para convertir la energía CA de la red o el inversor solar en CC durante la carga. El acoplamiento de CA es común cuando se añade una batería a un sistema solar existente para aprovechar el inversor solar ya instalado; esta es una opción más económica que re cablear el sistema para una conexión de CC detrás de un inversor compartido. Hay algunas pérdidas de eficiencia en el acoplamiento

Una batería residencial se combina con energía solar en viviendas accesibles en el redesarrollo de McKnight Lane en Waltham, VT.

Cortesía de Clean Energy Group



de CA debido a la conversión de energía adicional de CC a CA, y luego de nuevo a CC para cargar la batería con energía solar. Los sistemas acoplados a CA a veces son preferidos incluso cuando la energía solar y el almacenamiento se instalan al mismo tiempo debido a la flexibilidad del acoplamiento de CA, o en los casos en que el sistema solar y las baterías se encuentran a una distancia considerable entre sí. Algunos sistemas de baterías incluyen inversores integrados que pueden hacer imposible el acoplamiento de CC. Los sistemas Solar+Almacenamiento acoplados a CA y CC se abordan con más detalle en la Pregunta 5: *¿Se puede agregar almacenamiento a un sistema solar existente?*

Resistencia

Diseñar un sistema Solar+Almacenamiento para proporcionar resistencia energética durante una interrupción de energía agrega una serie de factores adicionales a considerar. El factor más importante es determinar qué va a ser alimentado por las baterías durante una interrupción y por cuánto tiempo; en otras palabras, identificar qué aparatos y dispositivos se consideran “cargas críticas” que deben funcionar durante una interrupción y qué dispositivos se consideran “no críticos”.

Algo clave de considerar es lo difícil que sería aislar esos dispositivos esenciales (o “cargas”) de las cargas no críticas, asumiendo que no será necesario alimentar todo el edificio. Si el sitio ya tiene un panel de carga crítica existente, o si es necesario respaldar todas las cargas, no se necesitará cableado adicional. Si ese no es el caso, vale la pena explorar una evaluación preliminar de qué cargas críticas pueden y cuáles no pueden aislarse juntas de manera razonable. Tener una idea temprana de las necesidades de energía y los dispositivos críticos puede proporcionar una idea del tamaño del sistema necesario y ayudar a determinar si los objetivos de resistencia

del proyecto se pueden cumplir de manera factible mediante únicamente Solar+Almacenamiento, o si otras formas de generación en el sitio, como generadores combinados de energía y calor y generadores de respaldo tradicionales deben ser considerados.

Otro factor en los sistemas resistentes es la necesidad de soportar condiciones climáticas extremas, ya sea en forma de huracanes, inundaciones, olas de calor, nieve o incendios. Para las áreas propensas a huracanes, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) recomienda que los paneles solares en el techo se instalen en rieles o estantes anclados mecánicamente y tengan suficiente anclaje para evitar daños debido al levantamiento.¹ Los dispositivos de estanterías flexibles pueden permitir que los sistemas solares sobrevivan fuertes vientos huracanados.² Los sistemas de baterías deben instalarse muy por encima del plano de inundación o alojarse en recintos impermeables. En áreas donde frecuentemente las interrupciones son el resultado de condiciones de nieve, la generación solar puede no estar disponible durante períodos prolongados, lo que debe tomarse en cuenta cuando se considere el tamaño. Áreas expuestas a temperaturas extremas de calor o frío deben considerar equipos de regulación de temperatura para garantizar un rendimiento óptimo del sistema de batería y evitar daños. Para obtener más información sobre proyectos de resistencia, consulte la Pregunta 4: *¿Es Solar+Almacenamiento una solución de energía de respaldo efectiva?*



Una residencia de McKnight Lane en Waltham, VT. Cortesía de Clean Energy Group

Factores Adicionales

Las consideraciones detalladas aquí representan solamente un puñado de factores que surgen comúnmente al considerar un proyecto de almacenamiento solar. Será necesario abordar muchos más según el tipo de proyecto deseado. Algunos ejemplos de escenarios más complejos incluyen los siguientes.

Para que los proyectos solares comunitarios combinados con el almacenamiento generen ingresos adicionales, se debe desarrollar una estructura de compensación para definir cómo los ingresos relacionados con el almacenamiento y los pagos por brindar servicios a la red, se compartirán entre los suscriptores.

SOLAR COMUNITARIO: Algunos proyectos solares comunitarios están comenzando a combinarse con el almacenamiento de baterías. Para que los proyectos solares comunitarios combinados con almacenamiento generen ingresos adicionales, se debe desarrollar una estructura de compensación para definir cómo los ingresos relacionados con el almacenamiento y los pagos por brindar servicios a la red, se compartirán entre los suscriptores.³ Para los proyectos de resistencia, las instalaciones solares comunitarias configuradas para enviar energía solo a la red pueden necesitar componentes adicionales para interactuar con un sistema de batería detrás del medidor durante las interrupciones.⁴

VIVIENDA MULTIFAMILIAR: La energía solar para viviendas multifamiliares a veces se configura como energía solar comunitaria, donde parte de la electricidad del sistema solar se asigna para compensar las facturas de electricidad de las unidades individuales. En este escenario, el almacenamiento puede configurarse como un único sistema más grande que proporciona ahorros y / o resistencia para toda la comunidad o con menos frecuencia, configurarse como varios sistemas de baterías más pequeños que brindan beneficios directamente a unidades individuales.⁵

FUERA DE LA RED: Los sistemas Solar+Almacenamiento que operan todo el tiempo completamente fuera de la red, implican un nuevo conjunto de consideraciones, específicamente, cómo atravesar largos períodos de tiempo con una producción solar mínima durante períodos más cortos de luz solar en días de invierno o en época de lluvias.

P1 NOTAS FINALES

- 1 Agencia Federal para el Manejo de Emergencias, “Accesorio de panel solar en la azotea: diseño, instalación y mantenimiento”, Aviso de recuperación 5, abril del 2018, revisado en agosto del 2018, https://www.fema.gov/media-library-data/1535554011182-e061c2804fab7556ec848ffc091d6487/USVI-RA5RooftopSolarPanelAttachment_finalv3_508.pdf.
- 2 Departamento de Energía de EE. UU., “Matriz de desastres de recursos energéticos distribuidos”, Informe de problemas de impacto de desastres de DER, Centro de soluciones para mejores edificios, https://betterbuildingsinitiative.energy.gov/sites/default/files/attachments/DER_Disaster_Impacts_Issue%20Brief.pdf (consultado 5 de octubre del 2020). Para obtener más información sobre el diseño del sistema solar para resistir las condiciones climáticas de los huracanes, consulte Laurie Stone, Christopher Burgess y Justin Locke, “Solar Under Storm for Policymakers”, *Rocky Mountain Institute*, 2020, <https://rmi.org/insight/solar-under-storm>.
- 3 Kelsey Misbrenner, “Clearway completa dos proyectos comunitarios de Solar+Almacenamiento solar en Massachusetts”, *Solar Power World*, 9 de junio del 2020, <https://www.solarpowerworldonline.com/2020/06/clearway-completes-two-community-solar-storage-projects-massachusetts>.
- 4 Clean Energy Group, “Instalaciones de energía resiliente destacadas: Maycroft Apartments”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanenergygroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/maycroft-apartments> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 5 Julian Spector, “‘Transformativo’: Sonnen entregará una red comunitaria de baterías con un contrato de servicios de red”, *GTM*, 27 de agosto del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/sonnen-delivers-long-promised-goal>.

Qué diferentes tipos de baterías están disponibles (y cuál es la adecuada para mí)

TEMAS CUBIERTOS: Resumen general de las baterías de plomo ácido y de iones de litio, diferencias claves entre las tecnologías (densidad de energía, profundidad de descarga, ciclos, estimado de vida útil), breve descripción general de otras opciones de almacenamiento



Seleccionar el sistema de almacenamiento de batería adecuado para un proyecto puede ser una tarea abrumadora. Hay muchos productos diferentes disponibles y sistemas nuevos, a veces exóticos, parecen estar ingresando al mercado todo el tiempo.

Actualmente, la gran mayoría de los proyectos Solar+Almacenamiento incorporan uno de dos tipos de sistemas de baterías: *ácido de plomo* o *iones de litio*, con iones de litio dominando cada vez más el espacio. Existen diferencias significativas entre los dos tipos de tecnología; y dentro de cada categoría amplia, existe una variedad de químicas de baterías, configuraciones y productos individuales.

La gran mayoría de los proyectos Solar+Almacenamiento incorporan uno de los dos tipos de sistemas de baterías: ácido de plomo o iones de litio, con iones de litio dominando cada vez más el espacio.

Baterías de plomo ácido

Las baterías de plomo ácido son una mercancía muy conocida. Han existido durante más de un siglo y han sido la opción tecnológica preferida para los sistemas solares fuera de la red durante décadas. A diferencia de las baterías de plomo ácido que se encuentran en la mayoría de los automóviles, las baterías de plomo ácido más adecuadas para uso con sistemas solares están diseñadas para manejar descargas de energía frecuentes y profundas; se conocen como baterías de plomo ácido de ciclo profundo.

Las baterías selladas de plomo ácido (también conocidas como baterías de plomo ácido reguladas por válvula) son en la actualidad el tipo más común instalado con energía solar, a diferencia de las baterías de plomo ácido inundadas que requieren monitoreo y mantenimiento regular. Dentro de las baterías de plomo ácido selladas, existen diferentes tecnologías, como las baterías de esterilla de vidrio absorbente (AGM), que algunas empresas están mercadeando específicamente para la integración con sistemas solares.

Las baterías de plomo ácido tienden a ser más baratas en dólares por kilovatio-hora, que las de iones de litio, pero tienen algunos inconvenientes, que incluyen una vida útil más corta, menor capacidad para descargar su capacidad total sin degradación y menores densidades de energía, como se describe abajo.

Telsa Powerwall 2 se instala en una estación de bomberos en Puerto Rico.

Cortesía de Hunter Johansson, Solar Responders



Baterías de iones de litio

Las baterías de iones de litio también han existido por mucho tiempo, primero en dispositivos electrónicos pequeños, luego en más grandes como herramientas inalámbricas y ahora en automóviles, edificios y sistemas de energía a gran escala. En los últimos años, las baterías de iones de litio han dominado la industria del almacenamiento estacionario, y en ocasiones representan más del 99 por ciento de las implementaciones de baterías en un período determinado.¹

Varias químicas de diferentes baterías se incluyen bajo el término general de iones de litio. Las dos variedades más comunes son el óxido de litio, níquel, manganeso y cobalto (NMC) y el fosfato de litio y hierro (LFP). Las baterías NMC, que se encuentran en los sistemas de baterías Tesla y LG Chem, son más comunes y generalmente tienen costos iniciales más bajos. Sin embargo, las baterías NMC pueden tener mayores preocupaciones de seguridad debido a la amenaza de “fuga térmica”, una reacción química que puede hacer que una batería se sobrecaliente e incendie. Consulte la Pregunta 11: *¿Es seguro el almacenamiento de la batería?* Hasta la fecha, no han habido casos conocidos de baterías detrás del medidor que se incendien debido a una fuga térmica en los Estados Unidos. Pero aún así, vale la pena señalar el problema. Las baterías LFP, que se encuentran en los sistemas de los fabricantes sonnen y SimpliPhi, actualmente tienen costos iniciales más altos, al igual que algunas ventajas, como una mayor vida útil (más carga y descarga) y mas alta seguridad, en comparación con las baterías NMC.

Ácido de plomo frente a Iones de litio

Si bien las baterías de plomo ácido suelen ser la opción de batería más barata en función de los costos iniciales, durante la vida útil de un sistema, las baterías de iones de litio ganan en otras categorías importantes como, densidad de energía, profundidad de descarga, vida útil cíclica y estimado de vida útil (ver P2 Figura 1, p.23).

DENSIDAD DE ENERGÍA: La densidad de energía es una medida de cuánta energía (medida en kilovatios-hora) se puede empaquetar en una batería por unidad de peso, que normalmente corresponde al tamaño de la batería. Por lo tanto, una batería con una densidad de energía más alta (capaz de almacenar más energía por peso) tenderá a ocupar menos espacio que una batería con una densidad de energía más baja. Las baterías de plomo ácido tienen una densidad de energía más baja que las baterías de iones de litio, por lo que para lograr la misma capacidad de energía, un sistema de batería de plomo ácido será más pesado y ocupará más espacio que un sistema de iones de litio.

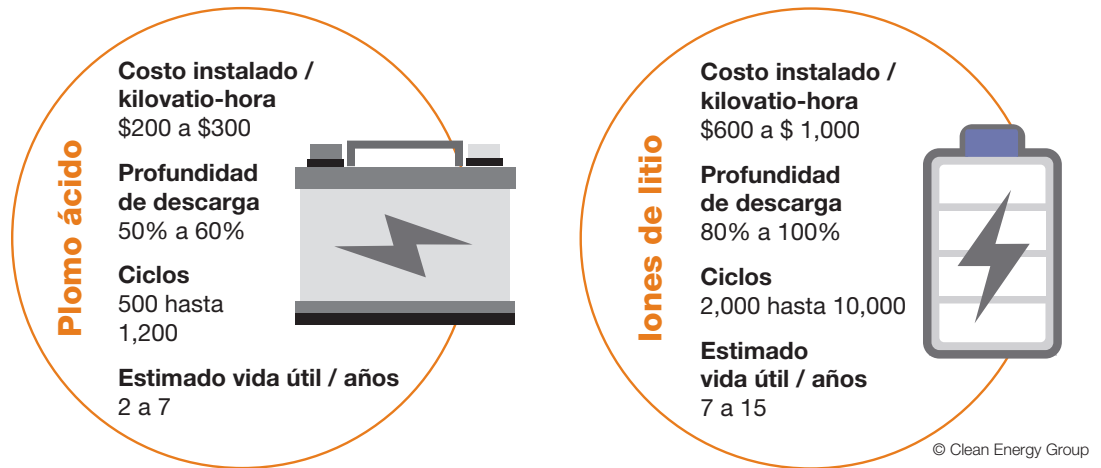
PROFUNDIDAD DE DESCARGA: La profundidad de descarga (DOD) es la medida de cuánta capacidad de energía se puede descargar de una batería antes de que el rendimiento del sistema se vea afectado negativamente. El DOD máximo para las baterías de plomo ácido suele ser de alrededor del 50 por ciento de la capacidad, y muchos propietarios de baterías de plomo ácido mantienen sus baterías entre el 20 y el 30 por ciento de su capacidad para aumentar la vida útil de la batería y mantener su salud. La descarga de una batería de plomo ácido por debajo del 50 por ciento de su capacidad afecta gravemente el rendimiento de la batería y acelera su degradación, acortando su vida útil. Para un sistema de batería de 20 kilovatios-hora, un DOD del 50 por ciento representaría 10 kilovatios-hora utilizables. Para las baterías de iones de litio, el DOD suele estar en el rango del 80 al 100 por ciento. Debido a que las baterías de iones de litio tienen una clasificación DOD mucho más alta, la capacidad de almacenamiento de energía utilizable podría ser de dos a cinco veces mayor que un sistema de plomo ácido con la misma capacidad de energía nominal total, lo que hace a los sistemas iones de litio mucho más rentables.

CICLOS: la vida útil de ciclos representa la frecuencia con la que se puede cargar y descargar un sistema de batería antes de que se produzca una degradación significativa. Básicamente, una carga y descarga completa (hasta el DOD recomendado) representa un ciclo. Cada ciclo tiende a reducir un poco el rendimiento de la batería, hasta que la batería llega al final de su vida útil. El ciclo de vida de una batería varía según su química. Las baterías de iones de litio duran de 2,000 a 10,000 ciclos (por ejemplo, Tesla NMC garantiza 3,000 ciclos, sonnen LFP garantiza 10,000 ciclos). Por otro lado las baterías de plomo ácido, tienden a durar entre 500 y 1,200 ciclos.

Sistema de batería
SimpliPhi de 56
kilovatios-hora en
Maycroft Apartments
en Washington, DC.
Cortesía de SimpliPhi Power



P2 FIGURA 1: **Sistemas de baterías de plomo ácido versus de iones de litio**



ESTIMADO DE VIDA ÚTIL: La vida útil de un sistema de batería representa cuánto tiempo pueden durar las baterías antes de que se degraden al punto que el sistema ya no pueda cumplir con eficacia el objetivo de su propósito. La duración de una batería depende en gran medida de cómo se opere; por ejemplo, si una batería se cicla una vez al día, una batería de plomo ácido puede no durar más de dos años, mientras que una batería de iones de litio podría durar más de 15 años antes de necesitar ser reemplazada. La garantía de una batería a menudo indica cuánto tiempo podría durar el sistema. Las garantías suelen especificar el número de ciclos y años calendario. Las garantías de iones de litio suelen ser de 10 años, mientras que las garantías de baterías de plomo ácido suelen oscilar entre dos y cinco años. Consulte la Pregunta 6: *¿Cuánto dura un sistema de Solar+Almacenamiento?*

En general, las baterías de plomo ácido pueden servir como una opción rentable para los sistemas que no experimentarán mucha carga y descarga, como los sistemas diseñados principalmente para energía de respaldo. Para aplicaciones que implican ciclos más frecuentes las baterías de iones de litio pueden ser más adecuadas.

Sistema de batería de plomo ácido de 16 kilovatios-hora en la Oficina Forestal de Cimarron en Nuevo México.

Cortesía de M. Gaiser, Oficina de Energía del Estado de Nuevo México





Cortesía de Clean Energy Group

Otras Opciones

En la actualidad los iones de litio y el ácido de plomo dominan mucho el mercado de Solar+ Almacenamiento, pero existen otras opciones de almacenamiento. Algunos de los principales competidores alternativos incluyen baterías de flujo (mayor duración, pocos problemas de seguridad, no degradación del rendimiento); baterías de sodio-azufre (alternativa viable para proyectos a gran escala); y zinc-aire (alta densidad energética, materiales abundantes). Luego hay alternativas a gran escala más novedosas, como el almacenamiento de aire comprimido y el almacenamiento de energía por gravedad, donde se alzan trenes o bloques gigantes para almacenar energía y se bajan para generarla.

Sin embargo, durante la última década, ninguna de estas tecnologías ha podido lograr las mismas economías de escala y caídas de precios que han sido generadas por las tecnologías de iones de litio. Eso ciertamente podría cambiar, pero probablemente llevará tiempo que el próximo “gran avance” se convierta en una opción de almacenamiento confiable y ampliamente disponible.

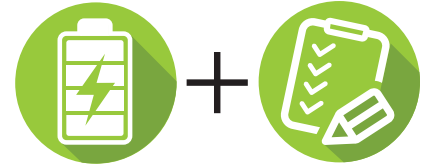
P2 NOTAS FINALES

- 1 Julian Spector, “¿Qué se necesitaría para que EE. UU. Se convirtiera en una potencia de fabricación de almacenamiento de energía?” *GTM*², 13 de enero del 2020, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/can-the-us-claim-dominance-in-energy-storage-manufacturing>.
- 2 El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) define el final de la vida útil de una batería al 80 por ciento de su capacidad nominal original (por ejemplo, una batería de 10 kilovatios-hora habrá llegado al final de su vida útil una vez que se degrade a un 8 kilovatios-hora de capacidad), aunque muchos fabricantes de baterías de iones de litio consideran que haber cumplido la vida útil de la batería cuando el sistema ha alcanzado el 70 por ciento o incluso el 60 por ciento de su capacidad nominal original.

PREGUNTA 3

¿Qué tamaño de batería necesito?

TEMAS CUBIERTOS: Explicación de la clasificación de potencia de la batería, capacidad de energía y especificaciones de tamaño de duración; consideraciones de tamaño para aplicaciones de energía de respaldo, administración de demanda y autoconsumo solar; requisitos de espacio físico para los sistemas de baterías



Antes de dimensionar un sistema de batería, es importante comprender que las baterías tienen dos características claves que se deben considerar: **clasificación de potencia** y **capacidad de energía**.

La potencia nominal (o salida nominal) de una batería representa la velocidad máxima que la batería puede cargar o descargar energía. La potencia nominal de una batería suele expresarse en kilovatios o megavatios en sistemas de baterías más grandes. Si quisiera alimentar 200 bombillas que requirieran 15 vatios de electricidad cada una, necesitaría una batería con una potencia nominal de al menos 3,000 vatios ($200 \times 15 \text{ vatios} = 3,000 \text{ vatios}$) o 3 kilovatios.

El proceso de determinar el tamaño del sistema de almacenamiento de batería más adecuado para un proyecto depende de cómo se utilizará el sistema a lo largo del tiempo.

La capacidad de energía de un sistema de batería representa la cantidad total de energía que la batería puede almacenar o descargar con el tiempo. La capacidad de energía generalmente se da en kilovatios-hora.¹ Por lo tanto, para mantener esas 200 luces encendidas durante cuatro horas, necesitaría una batería con una capacidad de energía de al menos 12 kilovatios-hora ($3 \text{ kilovatios} \times 4 \text{ horas} = 12 \text{ kilovatios-hora}$). A veces, la capacidad de energía de una batería está representada por la cantidad de tiempo que ella puede descargarse a su potencia máxima. En este caso, el sistema de batería de 3 kilovatios / 12 kilovatios-hora también puede describirse como un sistema de 3 kilovatios / 4 horas de duración.

Es importante tener en cuenta que una batería de cuatro horas de duración puede alimentar dispositivos durante más de cuatro horas, según las cargas que está soportando. Si la potencia necesaria para soportar las cargas es inferior a la potencia nominal máxima del sistema, durará más. Si solo se necesitan 2 kilovatios de energía para mantener las luces encendidas, un sistema de 12 kilovatios-hora podría mantener las luces encendidas durante seis horas. Si solamente se necesitara 1 kilovatio para mantener las luces encendidas, el sistema de batería podría mantener las luces encendidas durante 12 horas.



Sistema de almacenamiento de batería Sonnen en un apartamento en Soleil Lofts en Utah.

Cortesía de sonnen

¿Cómo dimensionar un sistema de batería?

El proceso de determinar el tamaño del sistema de almacenamiento de batería más adecuado para un proyecto depende de cómo se utilizará el sistema a lo largo del tiempo. Esto se debe a que dimensionar un sistema para administrar la demanda de energía o maximizar el autoconsumo solar es un proceso muy diferente al dimensionar un sistema de batería para proporcionar energía de respaldo.

Los sistemas de almacenamiento pueden diseñarse para hacer muchas cosas diferentes. En esta sección, nos centraremos en las consideraciones de tamaño para tres aplicaciones comunes: **energía de respaldo, administración de demanda, y autoconsumo solar.**

ENERGIA DE RESPALDO: La resistencia energética es el objetivo principal de la mayoría de los proyectos de almacenamiento de baterías residenciales, y también de un número cada vez mayor de proyectos comerciales. El dimensionamiento de los sistemas para la energía de respaldo depende de dos factores principales: cargas críticas y duración de las interrupciones. Las cargas críticas representan todas las cargas eléctricas que deben ser soportadas por el sistema de respaldo, que podrían ser una casa o instalación completa, pero más comúnmente es un subconjunto de cargas seleccionadas para minimizar el costo del sistema de energía de respaldo. Para determinar la potencia nominal de un sistema de batería de respaldo, deben sumarse las potencias nominales máximas de todas las cargas críticas. Esto asegurará que la batería tenga el tamaño suficiente para manejar el peor de los casos cuando todas las cargas estén funcionando al mismo tiempo a la máxima potencia.

La duración / capacidad de energía del sistema de batería se puede determinar multiplicando las necesidades promedio de energía de las cargas críticas durante un tiempo específico. Por ejemplo, si el consumo máximo de energía para un conjunto de cargas es de 60 kilovatios y el consumo de energía promedio es de 20 kilovatios, una batería del tamaño suficiente para

mantener las cargas funcionando durante seis horas sería una batería de 60 kilovatios / 120 kilovatios-hora. La disponibilidad de energía solar para compensar algunas de las cargas críticas o recargar el sistema de batería puede aumentar el tiempo que una batería puede alimentar cargas durante una interrupción, aunque la energía solar no siempre estará disponible.

Para un sistema Solar+Almacenamiento aunque el sistema de batería se descargue completamente durante una interrupción, podrá volver a suministrar energía de respaldo cuando haya suficiente energía solar disponible para recargar las baterías. La incorporación de otras fuentes de generación, como los sistemas combinados de calor y energía o los generadores tradicionales, pueden aumentar el tiempo que las cargas críticas sean soportadas y deben tomarse en cuenta al considerar el dimensionamiento de la energía de respaldo. Consulte la pregunta 4: *¿Es Solar+Almacenamiento una solución de energía de respaldo efectiva?*

Para maximizar el autoconsumo solar, un sistema de baterías debe dimensionarse para capturar la mayor cantidad posible de generación solar. Esta energía almacenada se puede utilizar más tarde cuando la generación solar sea menor o inexistente.

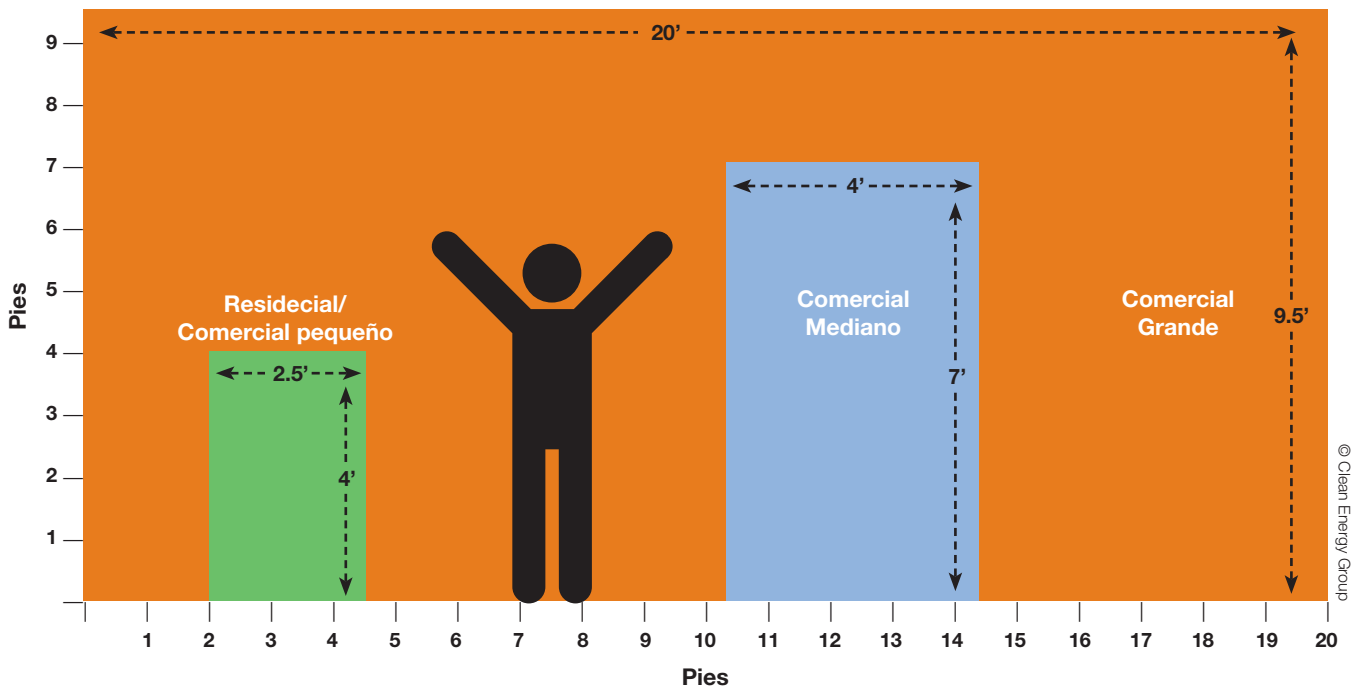
ADMINISTRACIÓN DE DEMANDA: La administración de carga de demanda sigue siendo uno de los principales impulsores para los clientes comerciales que instalan el almacenamiento de baterías. A los clientes con un componente de cargo por demanda en sus facturas de electricidad, común para los clientes comerciales y poco común para los clientes residenciales, se les cobra según la tarifa máxima por la electricidad que consumen (medida en kilovatios), junto con los cargos típicos de consumo de energía (medidos en kilovatios -horas).² Con el almacenamiento de la batería, un cliente puede descargar la energía almacenada durante los momentos en que una instalación está consumiendo electricidad a su tasa más alta (durante los momentos de alta demanda de electricidad) o durante los momentos en que los precios por demanda son más altos (durante momentos de máxima demanda de la empresa de servicios públicos). Este proceso de utilizar el almacenamiento para reducir la demanda a menudo se denomina reducción máxima. Para optimizar la administración de demanda, una batería debe tener un tamaño que

reduzca los kilovatios máximos de demanda (potencia nominal) durante un período de tiempo más corto (duración / capacidad de energía) para maximizar los ahorros y minimizar el costo del sistema de batería. Las instalaciones con picos en demanda de energía durante períodos cortos de tiempo tendrán el mejor caso económico para reducir las facturas con el almacenamiento de baterías. La situación ideal ocurre cuando un sistema de batería con una alta relación de potencia a capacidad energética puede reducir efectivamente los picos de demanda.

AUTO CONSUMO SOLAR: Hay una variedad de razones por las cuales puede ser el mejor interés económico de un propietario maximizar la cantidad de energía solar consumida directamente en el sitio y minimizar la cantidad de generación solar que se envía a la red. Bajo ciertas políticas solares, los créditos solares para la energía exportada pueden valer significativamente menos que los ahorros en facturas logrados mediante la compensación directa del consumo de electricidad de la red. En otros casos, las exportaciones de energía solar a la red pueden no estar permitidas en lo absoluto, por lo que cualquier generación mayor que la cantidad de electricidad utilizada directamente por la propiedad no tendría ningún valor económico.

Para maximizar el autoconsumo solar, se debe dimensionar un sistema de baterías para capturar la mayor cantidad posible de energía solar generada. Esta energía almacenada se puede utilizar más tarde cuando la generación solar sea menor o inexistente. La potencia nominal del sistema de almacenamiento debería ser suficiente para capturar de forma rentable la energía solar que ingresa a la batería, que puede ser la potencia nominal total en kilovatios del sistema solar.

P3 FIGURA 1: ¿Qué tamaño tiene un sistema de almacenamiento de batería de iones de litio?



Los sistemas de almacenamiento de baterías vienen en una variedad de formas y tamaños según la química del sistema de baterías y su fabricante. En general, los sistemas de almacenamiento residenciales y comerciales pequeños ocupan aproximadamente el mismo espacio que un refrigerador de dormitorio o un refrigerador doméstico muy delgado (rectángulo verde). Los sistemas comerciales medianos tienen un tamaño similar al de un refrigerador comercial (rectángulo azul). Los sistemas grandes de escala de megavatios a menudo se encuentran en un contenedor de envío de 20 o 40 pies (rectángulo naranja).

P3 TABLA 1: Comparación de los requisitos de espacio de batería en diversas químicas y clasificaciones de potencia / capacidad del sistema

Tipo de Sistema	Marca	Potencia Nominal (kilovatios)	Capacidad energética (Horas Kilovatios)	Altura (Pies)	Ancho (Pies)	Profundidad (Pies)	Espacio Total (pies cúbicos)
Batería de plomo ácido sencilla	Trojan SAGM 12 105 ^a	0.5	1.3	0.8	0.6	1.1	0.5
Batería de plomo ácido residencial	Trojan SAGM 12 105 (12)	6	15	3.8	2.2	1.1	9
Iones de litio residencial	SimpliPhi AmpliPHI ^b	1.9	3.8	1.2	1.1	0.7	0.9
Iones de litio residencial	sonnen eco 8.2/16 ^c	2	16	6	2	0.7	8
Iones de litio residencial	Tesla Powerwall 2.0 ^d	5	14	4	2.5	0.5	5
Iones de litio residencial	Blue Ion ^e	8	16	3.5	2	2	14
Iones de litio comercial	Samsung SDI E3-R256 ^f	128	256	9	3	2.5	68
Iones de litio comercial	Tesla Powerpack ^g	130	232	7	4	3	84
Iones de litio de grande escala	GE Reservoir Storage Unit 4000 ^h	1,300	4,184	9.5	8	20	1,520

a "Hoja de datos de SOLAR SAGM 12 105. Trojan Battery Company, 2019, https://www.trojanbattery.com/pdf/SAGM_12_105_AGM_DS.pdf.
 b "Hoja de datos de la BATERÍA AmpliPHI 3.8™", SimpliPhi Power, Inc., <https://simpliphipower.com/wp-content/uploads/documentation/ampliphi-series/simpliphi-power-ampliphi-3-8-kwh-100-amp-specification-sheet.pdf>, consultada el 9 de septiembre del 2020.
 c "Datos técnicos Hoja de datos de SonnenBatterie", Sonnen, https://sonnenbatterie.de/sites/default/files/161018_datasheet_sonnenbatterie.pdf, consultada el 3 de septiembre del 2020.
 d "Hoja de datos de PowerWall", Tesla, Junio 11 del 2019, https://www.tesla.com/sites/default/files/pdfs/powerwall/Powerwall%20AC_Datasheet_en_northamerica.pdf.
 e "Hoja de datos del sistema de almacenamiento de energía Blue Ion 2.0", Blue Planet Energy, https://blueplanetenergy.com/pdfs/Blue_Ion_2.0_datasheet_Nov2019_DIGITAL.pdf, consultada el 3 de septiembre del 2020.
 f "Baterías ESS de Samsung SDI", Samsung SDI, https://www.samsungsdi.com/upload/ess_brochure/201902_Samsung%20SDI%20ESS_EN.pdf, consultado el 9 de septiembre del 2020.
 g "Powerpack: almacenamiento de energía para empresas y servicios públicos", Tesla, <https://www.tesla.com/powerpack>, consultado el 3 de septiembre del 2020.
 h "Unidad de almacenamiento de energía GE RSU-4000 GE Renewable Energy, https://www.ge.com/renewableenergy/sites/default/files/related_documents/RSU-4000_Data%20sheet_0.pdf, consultado el 9 de septiembre del 2020.

La capacidad de energía debe dimensionarse en función de la economía de almacenamiento de energía frente al costo de la capacidad de almacenamiento adicional, es decir, el valor de los kilovatios-hora solares adicionales consumidos directamente durante la vida útil del sistema de almacenamiento, versus al costo inicial de comprar kilovatios adicionales para almacenar energía solar que de otro modo se exportaría o reduciría. El dimensionamiento del sistema de almacenamiento sería un proceso similar para *el cambio de tiempo solar*, también conocido como *arbitraje de energía*, donde la energía solar generada durante períodos de precios bajos se almacena para ser utilizada en momentos en que los precios de la electricidad son más altos.

Cuando se trata de desarrollar proyectos Solar+Almacenamiento, el tamaño ideal de un sistema de baterías a menudo depende de equilibrar múltiples factores, como los costos del sistema, los beneficios económicos y los beneficios de la resistencia. El tamaño del sistema también puede depender de cuales sistemas estén disponibles y sean más rentables para cada proyecto. Una herramienta gratuita que puede ser útil como primer paso para dimensionar un sistema de batería es REopt Lite (<https://reopt.nrel.gov/tool>) desarrollado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable.

¿Cuánto espacio necesito para una batería?

Otra consideración clave para determinar el tamaño correcto el sistema de batería para un proyecto, es la cantidad de espacio físico disponible para instalar una batería. Esto es particularmente importante cuando las posibles ubicaciones donde se encontrarán las baterías estarán limitadas dentro de una propiedad de una propiedad existente donde el espacio interior o exterior disponible puede ser limitado.

Los diferentes productos de almacenamiento de baterías varían en requisitos de espacio. En general, los sistemas de baterías de iones de litio residenciales y comerciales pequeños tienen un tamaño similar al de un refrigerador de dormitorio o un refrigerador de tamaño completo muy delgado. Los sistemas comerciales de baterías de iones de litio más grandes tienden a tener el tamaño de un refrigerador grande, dependiendo de su capacidad de energía. Los sistemas de baterías más grandes, a escala de megavatios, y sus componentes asociados, a menudo se encuentran en contenedores de envío de 20 pies o 40 pies. (Ver P3 Figura 1.) Los sistemas de plomo ácido tienden a ocupar más espacio, una típica batería de plomo ácido de alrededor de un kilovatio-hora ocupa aproximadamente el mismo espacio que una caja de zapatos, lo que resulta en un sistema de batería completo que requiere entre 20 y 50 por ciento más espacio que un sistema comparable de batería de iones de litio. (Consulte P3 Tabla 1.)

Además del tamaño físico del sistema de batería, se deben considerar los requisitos de espacio de construcción y permisos, como distancias de espacio libre y medidas de seguridad, al determinar los requisitos de espacio mínimo para un sistema de batería.

P3 NOTAS FINALES

- 1 Las clasificaciones de capacidad de energía de la batería a veces se dan en amperios-hora en lugar de kilovatios-hora. Los sistemas de baterías de plomo ácido se clasifican comúnmente en amperios-hora. Los amperios-hora se deben multiplicar por el voltaje nominal de la batería para convertir el valor nominal a kilovatios-hora, por lo que una batería de 100 amperios-hora / 12 voltios tendría una capacidad de energía de 1,200 vatios-hora o 1,2 kilovatios-hora.
- 2 Para más información sobre los cargos por demanda y el almacenamiento de energía, consulte: "Una introducción a los cargos por demanda", Clean Energy Group y National Renewable Energy Laboratory en <https://www.cleangroup.org/wp-content/uploads/Demand-Charge-Fact-Sheet.pdf> (consultado el 3 de septiembre del 2020).

PREGUNTA 4

¿Es Solar+Almacenamiento una solución de energía de respaldo?

TEMAS CUBIERTOS: Consideraciones de carga crítica, comparación de energía Solar+Almacenamiento versus generadores de combustibles fósiles, breve discusión sobre otras opciones de energía de respaldo (soluciones híbridas, sistemas portátiles, solo solar, solo almacenamiento)



En muchos casos, un sistema Solar+Almacenamiento puede ser muy adecuado para satisfacer las necesidades de energía de respaldo de un edificio; en otros casos, no tanto, o puede ser solamente una pieza de una estrategia de energía de respaldo más amplia. El hecho de que Solar+Almacenamiento represente una solución viable y rentable para sus necesidades de energía de respaldo depende de varios factores, pero aun más importante, ¿qué se necesita respaldar y por cuánto tiempo?

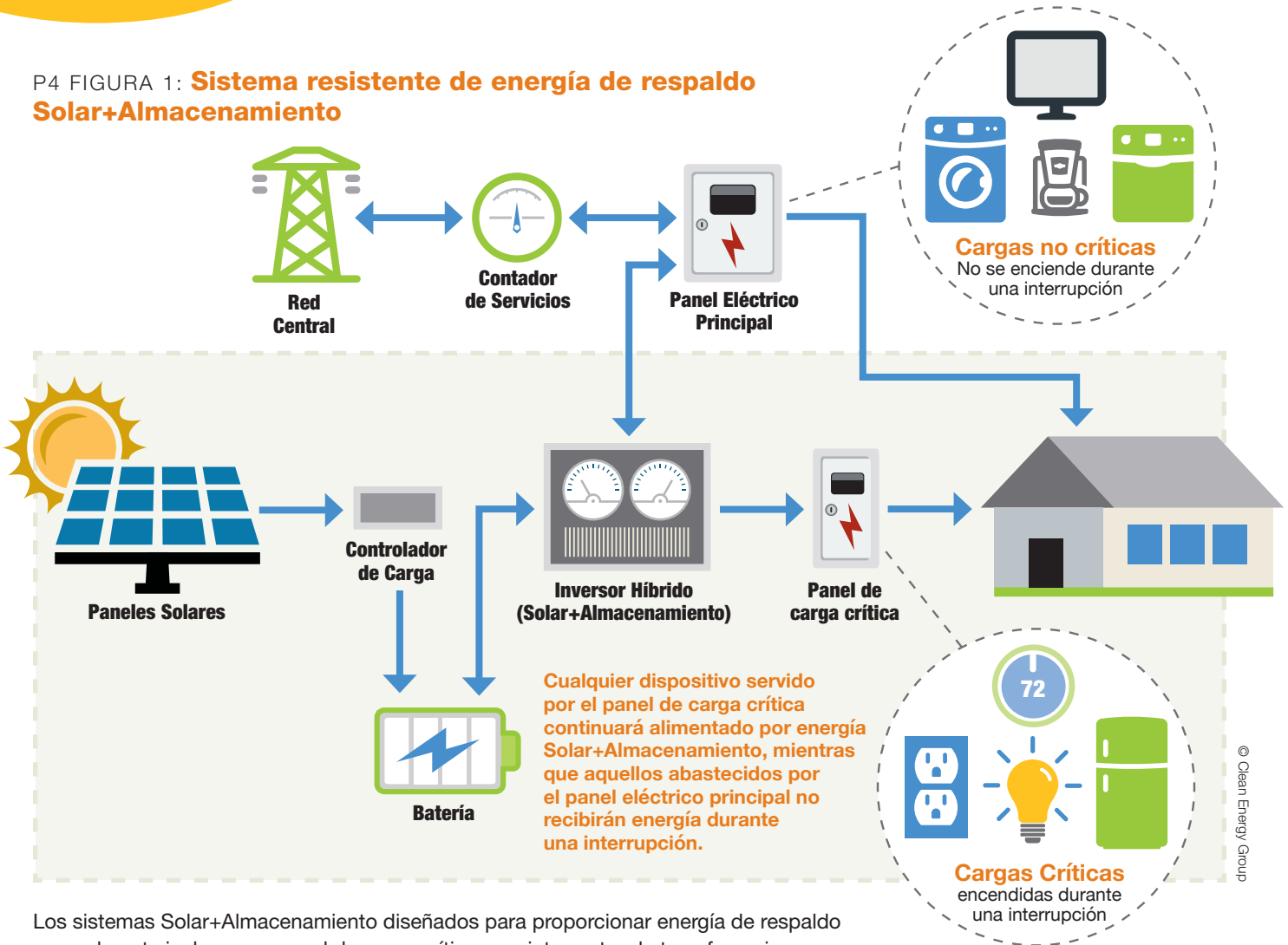
A menudo no es práctico diseñar un sistema de respaldo Solar+Almacenamiento con el objetivo de alimentar todas las cargas eléctricas de un edificio durante una interrupción de la red, aunque si es posible hacerlo. La barrera es más un problema económico que técnico.

A menudo no es práctico diseñar un sistema de respaldo Solar+Almacenamiento con el objetivo de alimentar todas las cargas eléctricas de un edificio durante un corte de red, aunque si es posible hacerlo. La barrera es más un problema económico que técnico. Aunque las baterías siguen bajando de precio, siguen siendo tecnologías caras. Debido a esto, los sistemas Solar+Almacenamiento instalados para energía de respaldo generalmente están conectados a un panel de carga crítica, que solamente incluye cargas que necesitan ser alimentadas durante una interrupción.

Si bien un sistema Solar+Almacenamiento puede ayudar a alimentar todas las cargas eléctricas cuando la red está funcionando normalmente, los sistemas generalmente están diseñados para alimentar solo cargas críticas designadas cuando la red está inactiva. (Ver P4 Figura 1.) En la mayoría de los casos, el sistema puede cambiar entre energía de red y energía de respaldo automáticamente, un proceso casi instantáneo. Las cargas también pueden ser encendidas y apagadas manualmente, incluso hay nuevas generaciones de paneles de carga avanzados que permiten que los circuitos sean administrados de forma remota a través de una interfaz en línea, lo que permite que las cargas críticas se enciendan y apaguen a través de una aplicación(app) en su teléfono.

Las cargas comúnmente designadas como críticas incluyen los siguientes dispositivos: iluminación, ventiladores, bombas de pozo y tomacorrientes para alimentar cargas conectables como refrigeradores, dispositivos de calefacción y enfriamiento, computadoras, módems y routers, cargadores de teléfonos y dispositivos médicos. Para edificios más grandes, es posible que las

P4 FIGURA 1: **Sistema resistente de energía de respaldo Solar+Almacenamiento**



Los sistemas Solar+Almacenamiento diseñados para proporcionar energía de respaldo generalmente incluyen un panel de carga crítica y un interruptor de transferencia para desconectarse de la red pública. El interruptor de transferencia a menudo se incorpora como un componente del inversor híbrido del sistema, que se muestra aquí en una configuración acoplada a CC. Cuando ocurre una apagón, el interruptor de transferencia aísla el sistema Solar+Almacenamiento de la red junto con el panel de carga crítica.

cargas como los ascensores y los sistemas de HVAC también deban designarse como críticas durante una interrupción, aunque estos tipos de cargas de alta potencia pueden tener un costo prohibitivo para que un sistema Solar+Almacenamiento pueda respaldarlos solo.

Solar+Almacenamiento versus Generadores de Combustibles fósiles

¿Es Solar+Almacenamiento más barato que un generador tradicional de gas o diesel? La respuesta es no, si solamente se consideran los costos iniciales del sistema. Sin embargo, esa respuesta puede cambiar cuando el sistema Solar+Almacenamiento puede ofrecer beneficios económicos junto con energía de respaldo. También se ha descubierto que Solar+Almacenamiento es menos costoso que los generadores de combustibles fósiles en casos en que los cortes ocurren frecuentemente o duran largos períodos de tiempo.

COSTOS VERSUS BENEFICIOS: Los generadores de gas y diesel prácticamente están allí parqueados esperando hacer una cosa, entregar energía durante una interrupción de energía. También tienden a fallar a un ritmo alarmante cuando se necesitan o se requiere que funcionen durante largos períodos de tiempo. Solar+Almacenamiento, por otro lado, puede brindar beneficios durante todo el año, con o sin interrupciones. La energía solar ofrece ahorros en las facturas de electricidad al compensar el consumo de electricidad de la red, y el almacenamiento puede reducir los cargos por demanda de servicios públicos o cambiar el consumo de la red de períodos de electricidad de alto costo a momentos en que los precios de la electricidad son más bajos. Incluso, Algunas empresas de servicios públicos están aprovechando pequeños sistemas Solar+Almacenamiento diseñados como energía de respaldo para reducir sus costos operativos o para reemplazar las plantas de energía de combustibles fósiles.¹ Consulte la Pregunta 8: *¿Cómo puedo determinar el valor de Solar+Almacenamiento (ahorros, ingresos, resistencia)?*

Aunque las baterías tienen un suministro limitado de electricidad almacenada, la energía solar en sitio está lista para ofrecer un suministro de energía renovable confiable para recargar continuamente baterías y cargas de energía.

COSTOS DE ENTRADA VERSUS COSTOS DE POR VIDA: A diferencia de los generadores de combustibles fósiles, Solar+Almacenamiento no tiene costos de combustible y requiere un mantenimiento mínimo a lo largo del tiempo. Aunque los sistemas Solar+Almacenamiento cuestan más por adelantado, los ahorros de combustible y mantenimiento pueden hacer que ellos sean una opción de energía de respaldo más rentable que los generadores a lo largo del tiempo. Investigadores de la Universidad de Washington descubrieron después de 60 días de funcionamiento, que pequeños sistemas Solar+Almacenamiento desplegados en Puerto Rico después del huracán María fueron más rentables de operar que los generadores diesel. Esto podría ocurrir durante un evento mayor de larga duración, como un huracán, o con múltiples eventos de interrupción más cortos durante la vida útil de los sistemas.²

FIABILIDAD Y RESISTENCIA: Si bien siguen siendo la solución más usada para energía de respaldo, los generadores tradicionales de combustibles fósiles tienen un historial desafortunado de fallas cuando ocurren desastres importantes. Durante cortes prolongados, los suministros de combustible a menudo se ven limitados, lo que genera dificultades en el reabastecimiento cuando los suministros en el sitio se agotan. Los generadores también son propensos a fallas mecánicas debido a la falta de pruebas y mantenimiento adecuadas, o cuando se esfuerzan para operar períodos más largos. Por el contrario, los sistemas Solar+Almacenamiento suelen operar todos los días, lo que reduce la posibilidad de fallas inesperadas cuando se necesitan en casos de emergencia.

Aunque las baterías tienen un suministro limitado de electricidad almacenada, la energía solar en sitio está lista para ofrecer un suministro de energía renovable confiable para recargar continuamente baterías y cargas de energía.

La intermitencia de los recursos solares puede resultar en algunas brechas en la disponibilidad de energía y puede haber ocasiones en las que se produzca una interrupción y el sistema de batería no esté completamente cargado, pero un sistema Solar+Almacenamiento bien diseñado debería poder alimentar cargas críticas durante días, semanas o incluso meses, sin depender de acceso a recursos externos que pueden estar experimentando sus propias interrupciones.

SEGURIDAD: Es una lamentable realidad que la intoxicación por monóxido de carbono aumenta cuando ocurren desastres naturales debido al funcionamiento inadecuado de los generadores diesel.³ Junto con los gases de efecto invernadero, los generadores liberan emisiones tóxicas



Remolque móvil Solar+Almacenamiento diseñado por Footprint Project con financiamiento de Empowered by Light y ensamblado en Puerto Rico por Sail Relief Team y la Estación de Bomberos de Humacao.

Cortesía de Footprint Project

que pueden resultar en impactos negativos para la salud de poblaciones cercanas, particularmente aquellas con condiciones respiratorias existentes. Las baterías ciertamente tienen sus propios problemas de seguridad, pero los sistemas Solar+Almacenamiento ofrecen una alternativa limpia y silenciosa a los generadores ruidosos y contaminantes (consulte la Pregunta 11: *¿Es seguro el almacenamiento de baterías?*).

UBICACIÓN: Solar+Almacenamiento puede ser la única solución viable de energía de respaldo en algunos casos donde los permisos o las limitaciones de espacio dificultan o imposibilitan la instalación de un generador. Los paneles solares se pueden colocar en estructuras existentes y el almacenamiento se puede ubicar en el interior, en tejados o en el exterior de los edificios. Los sistemas Solar+Almacenamiento pueden ser la única opción en lugares donde los límites regulatorios sobre ruido y / o emisiones dificultan la ubicación y operación de generadores.

SOLAR+ALMACENAMIENTO HÍBRIDO: A pesar de los muchos beneficios que Solar+Almacenamiento puede ofrecer sobre los generadores de combustible fósil, existen algunos casos en que los generadores continúen siendo una parte necesaria en la solución de energía de respaldo. Algunas cargas de alta potencia pueden no ser económicas de soportar solo con Solar+Almacenamiento y los requisitos regulatorios pueden dictar que ciertas cargas críticas deben ser respaldadas por generadores tradicionales. En estos casos, una solución híbrida que combine energía solar, almacenamiento en batería y un generador puede ofrecer la solución más resistente y rentable. La incorporación de energía solar y almacenamiento con un generador tradicional puede extender la vida útil de un generador, reducir el consumo y emisiones de



Edificio de apartamentos de varias unidades con paneles solares en Vermont.

Cortesía de Clean Energy States Alliance

combustible y proporcionar una capa adicional de confiabilidad para un subconjunto de cargas críticas esenciales.

Sistemas Portátiles

Al igual que los generadores tradicionales, los sistemas de respaldo Solar+Almacenamiento también están disponibles en unidades portátiles más pequeñas. En lugar de soportar directamente los circuitos del edificio durante una interrupción, los sistemas portátiles Solar+Almacenamiento ofrecen enchufes y puertos de carga USB para mantener los dispositivos individuales encendidos y cargados. Estos sistemas pueden variar desde un par de cientos de vatios para dispositivos pequeños hasta unos pocos kilovatios de tamaño, con sistemas más grandes capaces de soportar cargas grandes como la de un refrigerador. Algunas empresas incluso, han desarrollado plataformas móviles de almacenamiento y energía solar, que pueden ser desplegados durante emergencias para alimentar grandes cargas como edificios.⁴

Solar sin Almacenamiento

Algunos inversores solares permiten continuar alimentando algunos dispositivos cuando la red se cae incluso sin almacenamiento de batería. A diferencia de la mayoría de los inversores que automáticamente se apagan durante una interrupción, estos inversores ofrecen una o dos salidas para conectar dispositivos. Por supuesto, los dispositivos solo se encenderán cuando haya suficiente energía solar disponible para soportar la carga.

Almacenamiento sin Solar

El almacenamiento de baterías sin energía solar es otra opción viable para la energía de respaldo, particularmente en lugares donde puede ser difícil instalar energía solar, como apartamentos y entornos urbanos densos. El principal inconveniente de depender de baterías sin solar es que ellas tienen una capacidad limitada para proporcionar energía antes de necesitar ser recargadas. Sin energía solar o alguna otra forma de generación en sitio, no hay nada disponible para recargar las baterías hasta que se restablezca la energía de la red. Sin embargo, cuando tienen el tamaño adecuado, las baterías por sí solas pueden alimentar cargas eléctricas durante períodos prolongados horas o incluso días, lo que puede ser crítico para las poblaciones que dependen de electricidad para necesidades críticas como dispositivos médicos o refrigeración de medicamentos.⁵

P4 NOTAS FINALES

- 1 Julian Spector, "Baterías frente a apagones: 1,100 hogares alimentados a través de Vermont con interrupciones con almacenamiento", *GTM*², 7 de noviembre del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/green-mountain-power-kept-1100-homes-lit-up-during-storm-outage> and Julian Spector "Sunrun gana otro contrato de capacidad para almacenamiento en el hogar agregado", *GTM*², 18 de julio del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/east-bay-power-purchaser-signs-distributed-capacity-contract-with-sunrun>.
- 2 Chanaka Keerthisinghe, et al., "Sistemas de baterías fotovoltaicas para cargas críticas durante emergencias: un estudio de caso de Puerto Rico después del huracán María", *IEEE Power and Energy*, Volumen 17, Edición: 1, 9 de enero del 2019, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8606510>.
- 3 Shahed Iqbal, et al., "Una revisión de la intoxicación por monóxido de carbono relacionada con desastres: vigilancia, epidemiología y oportunidades de prevención", *American Journal of Public Health* 102 (10): octubre del 2012; pag. 1957–1963, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3490658>.
- 4 "Vieques Remolque de gestión de emergencias," *Clean Energy Group*, 2020, <https://www.cleanenergygroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/vieques-emergency-management-trailer>.
- 5 Annie Shapiro y Marriele Mango, "Cuidado de la salud en el hogar en la oscuridad: por qué el clima, los incendios forestales y otros riesgos exigen nuevas soluciones de almacenamiento de energía resistente para proteger a los hogares médicamente vulnerables a los cortes de energía", *Clean Energy Group*, junio del 2019, <https://www.cleanenergygroup.org/ceg-resources/resource/battery-storage-home-healthcare>.

PREGUNTA 5

¿Se puede agregar almacenamiento a un sistema solar existente?

TEMAS CUBIERTOS: Posibles barreras para incorporar almacenamiento, formas para modernizar una instalación solar existente, instalación de un sistema solar listo para almacenamiento



En la mayoría de los casos, la respuesta corta es sí, se puede agregar almacenamiento de batería a un sistema solar existente. Que tanta dificultad exista para agregar almacenamiento y la mejor manera de hacerlo depende de algunos factores. Los desafíos y costos asociados con la adición de almacenamiento a una matriz solar existente varían según algunos factores claves, que incluyen:

1) la estructura de propiedad de la matriz solar existente, 2) cómo se aborda el almacenamiento en las políticas de medición neta y 3) si el sistema solar se instaló como “listo para almacenamiento”.

Para nuevos proyectos, es importante tener claros los términos del contrato al instalar un sistema solar que luego pueda incorporar almacenamiento.

Posibles Barreras

Las barreras potenciales más comunes para modernizar un sistema solar existente con almacenamiento de batería tienen que ver con **la estructura de propiedad solar, las garantías de los equipos y las políticas de medición neta.**

ESTRUCTURA DE PROPIEDAD SOLAR: La primera pregunta a abordar es: ¿quién es el propietario del sistema solar existente? Si el sistema solar es propiedad del residente o del dueño de la propiedad, debería haber pocos problemas para incorporar el almacenamiento de la batería. Los sistemas que son propiedad de un tercero, ya sea a través de un contrato de arrendamiento o de compra de energía, podrían complicar la actualización del almacenamiento. Los términos de un acuerdo de propiedad de terceros pueden prohibir la adición de almacenamiento o violar alguna parte del acuerdo de financiamiento. En sistemas que son propiedad de terceros, es importante discutir la adición de almacenamiento de batería con todas las partes involucradas en la propiedad del sistema solar antes de continuar. En proyectos nuevos, es importante tener claros los términos del contrato al instalar un sistema solar que luego pueda incorporar almacenamiento.

GARANTÍAS DEL EQUIPO: Otra barrera potencial pueden ser las restricciones de garantía en el equipo solar existente que podrían evitar la adición de almacenamiento. Esto es principalmente una preocupación para los inversores más antiguos que especifican que agregar almacenamiento anularía la garantía del equipo. Si las reglas con respecto al almacenamiento de la batería no están claras según los manuales del equipo y los documentos de garantía (muchos de los cuales están disponibles en línea), los proyectos que busquen agregar almacenamiento deben consultar con los desarrolladores y proveedores de equipos para asegurarse de que las garantías permanezcan intactas. Para equipos más antiguos que estén cercanos al final de su vida útil, el

reemplazo puede tener más sentido como parte de la actualización del almacenamiento, en cuyo caso las garantías existentes ya no constituyen un problema.

MEDICIÓN DE ENERGÍA NETA: La mayoría de los sistemas solares existentes participan en algún tipo de programa de medición de energía neta, donde obtienen créditos por cualquier energía solar exportada a la red. Diferentes estados tienen diferentes políticas sobre cómo se maneja el almacenamiento bajo un arreglo de medición neta.

En Nueva York, por ejemplo, se permite el almacenamiento de baterías con medición neta si el sistema cumple uno de los siguientes criterios: 1) el sistema de almacenamiento se apaga cuando se exporta energía a la red, 2) el sistema de almacenamiento solo se carga con energía solar (sin carga de la red), o 3) el sistema de almacenamiento solo se usa como fuente de energía de respaldo durante interrupciones de la red.¹ Es importante consultar con su empresa de servicios públicos para verificar si y cómo se puede agregar almacenamiento a un sistema solar con medidor neto .

Agregando Almacenamiento

Una vez que se ha determinado que el almacenamiento de batería se puede agregar a un sistema solar sin poner en peligro los acuerdos de propiedad existentes, las garantías de los equipos o los contratos de medición neta, el siguiente paso es decidir cuál es el mejor enfoque para integrar un sistema de almacenamiento de batería.

El mejor escenario es cuando un sistema solar ya está diseñado teniendo en cuenta el almacenamiento, conocido como sistema solar listo para almacenamiento. Cuando un sistema solar está listo para almacenamiento, el agregarlo debe ser un proceso fácil, tan solo como conectar y encender (más sobre cómo preparar un sistema solar listo para el almacenamiento

Sistema de almacenamiento de batería residencial LG Chem.

Cortesía de Cinnamon Energy Systems



a continuación). Desafortunadamente, la mayoría de los sistemas solares existentes no previeron agregar baterías cuando se instalaron por primera vez, por lo que el proceso de agregar almacenamiento puede ser más complejo y costoso.

Hay dos formas básicas de agregar almacenamiento, a través de acoplamiento de CA o acoplamiento de CC (consulte P5, Figura 1). Para los sistemas solares existentes, el acoplamiento CA suele ser la opción preferida.

MODIFICACIÓN ACOPLADA CA: Para una modernización acoplada a CA, los inversores solares conectados a la red existentes permanecen en su lugar y se agrega un nuevo inversor híbrido o basado en batería para el sistema de almacenamiento. La elección del acoplamiento CA permite reutilizar el cableado y los equipos solares existentes y ofrece flexibilidad para instalar el nuevo sistema de batería y el equipo asociado. Algunas baterías, como la Tesla Powerwall 2, incluyen un inversor incorporado, lo que hace que el acoplamiento de CA sea un enfoque simple. El acoplamiento de CA es a menudo una opción de actualización de menor costo que el acoplamiento de CC.

Si el sistema de batería se está agregando para proporcionar energía de respaldo durante interrupciones de la red, otra consideración importante es verificar que los inversores solares existentes puedan comunicarse con el nuevo inversor basado en batería. La falta de comunicación adecuada podría causar problemas que impidan que el sistema funcione correctamente durante una interrupción y posiblemente causar daños al sistema de batería. Los posibles problemas de compatibilidad deben ser explorados por un desarrollador de proyectos experimentado antes de comenzar una actualización.

Debido a que el acoplamiento de CA no implica el intercambio de equipos existentes, es menos probable que agregar almacenamiento entre en conflicto con acuerdos de propiedad o garantías de terceros.

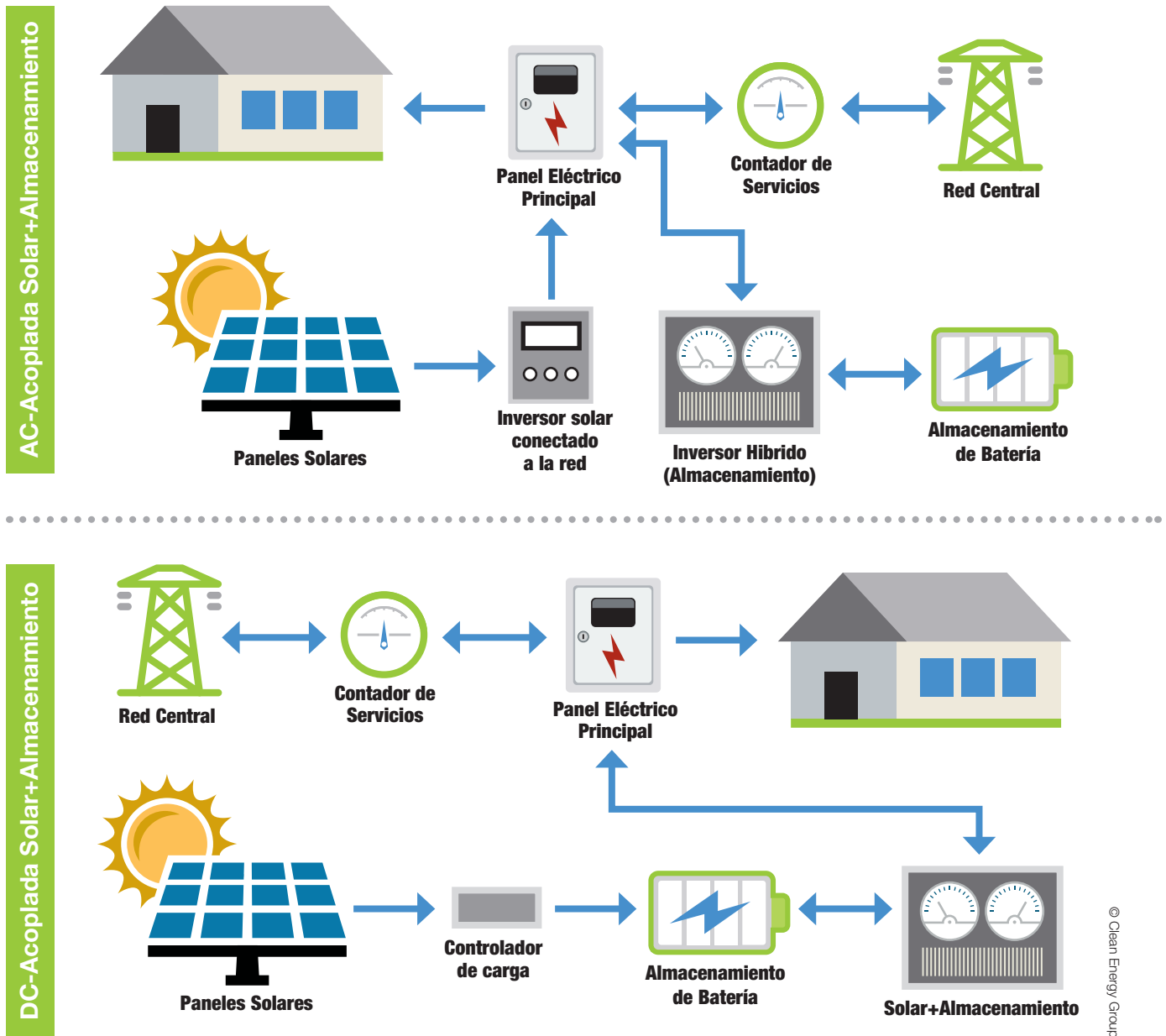
ACTUALIZACIÓN ACOPLADA DE CC: La energía solar y el almacenamiento de acoplamiento CC dan como resultado una mejor eficiencia general del sistema debido a menos conversiones de energía CA / CC, pero puede resultar en una actualización más costosa a un sistema solar existente. Sin embargo, para los sistemas solares con equipos antiguos, como los inversores que se acercan al final de su vida útil, una actualización acoplada a CC puede ser una opción viable.

En una actualización acoplada a CC, los inversores existentes se reemplazan con un controlador de carga y un inversor híbrido que interactúa tanto con el sistema de batería como con el sistema solar. La actualización puede incluir un rediseño significativo y un recableado del sistema, aunque no siempre es el caso. Además de costar más, una actualización acoplada a CC también puede ser más limitante en la ubicación del nuevo inversor y el sistema de batería que el acoplamiento CA para evitar largas distancias entre la batería y los sistemas solares.

Interconexión

Una última consideración al agregar almacenamiento de batería a un sistema solar existente es el proceso de interconexión de servicios públicos. En algunos casos, es posible que se deba presentar un nuevo acuerdo de interconexión a la empresa de servicios públicos para ser aprobado antes de incorporar almacenamiento a un sistema solar existente. Es posible que los sistemas de almacenamiento que no interactúan con la red, como los diseñados para entregar únicamente energía de respaldo, no tengan que pasar por un nuevo proceso de interconexión. Es una buena

P5 FIGURA 1: **AC y DC acoplada Solar+Almacenamiento**



Los sistemas de almacenamiento solar y de energía se pueden integrar a través de configuraciones acopladas en CA o CC. La principal diferencia entre el acoplamiento de CA y CC es que, en un sistema de acoplamiento CC, los componentes solares y de almacenamiento comparten un inversor híbrido, mientras que, en el acoplamiento de CA, los componentes solares y de almacenamiento tienen sus propios inversores separados.

idea consultar con su empresa de servicios públicos para comprender el proceso de interconexión al actualizar su sistema solar con almacenamiento.

Hacer la energía solar “lista para el almacenamiento”

Si está instalando un sistema solar ahora pero no está listo para agregar almacenamiento de batería, puede valer la pena considerar tener su sistema solar listo para almacenamiento. Incluso si no tiene sentido hoy en día, el cambio de cargas eléctricas, la evolución de las estructuras de tarifas de servicios públicos y la caída de los costos de almacenamiento podrían hacer que el almacenamiento de baterías sea una opción rentable en el futuro. Si bien la instalación de un sistema solar listo para almacenamiento cuesta más por adelantado, los ahorros de costos que se obtienen al incorporar el almacenamiento de batería más adelante pueden compensar mucho la inversión inicial.

Como cualquier sistema Solar+Almacenamiento, un sistema listo para almacenamiento puede diseñarse acoplado en CA o CC. Para preparar un sistema solar listo para almacenamiento acoplado a CC, se sustituye el inversor solar habitual conectado a la red por un inversor híbrido. Sin embargo, muchos inversores híbridos requieren una batería como fuente de alimentación, así que asegúrese de consultar con el fabricante del inversor que su producto se puede utilizar como inversor conectado a la red (no requiere batería) y como inversor híbrido. Para el acoplamiento de CA, todavía se usa un inversor conectado a la red para el sistema solar, pero se puede instalar haciendo cableado adicional hasta la ubicación final del inversor híbrido basado en batería y el equipo adicional de almacenamiento.

Independientemente de la configuración, se debe identificar y reservar el espacio adecuado para el sistema de batería y equipo asociado durante el proceso de diseño del sistema solar. Los sistemas que pretenden incorporar almacenamiento para energía de respaldo deben identificar y aislar las cargas esenciales en un panel de carga crítica e instalar un interruptor de transferencia si es necesario (consulte la Pregunta 4: *¿Es Solar+Almacenamiento una solución de energía de respaldo efectiva?*).²

P5 NOTAS FINALES

- 1 CUNY, LNational Renewable Energy Laboratory y Meister Consultants Group, “Pautas de preparación para el almacenamiento y reacondicionamiento fotovoltaico resistente: hoja informativa”, revisión 8 de agosto del 2016, *NY Solar Map*, https://nysolarmap.com/media/1655/dghubresiliencyretrofitfactsheet_8_8_16.pdf (evaluado el 5 de octubre del 2020).
- 2 Muchos inversores híbridos basados en baterías incluyen un interruptor de transferencia incorporado.

QUESTION 6

¿Cuánto tiempo dura un sistema Solar+Almacenamiento?

TEMAS CUBIERTOS: Vida útil estimada y garantías típicas de paneles solares, inversores y baterías



Un sistema Solar+Almacenamiento consta de tres equipos principales: **paneles solares, inversores y baterías**. La vida útil de todo el sistema depende de la durabilidad de cada uno de estos tres componentes principales. A lo largo de la vida útil de un sistema Solar+Almacenamiento, es probable que ciertos componentes deban reemplazarse en diferentes momentos. Por ejemplo,

los paneles solares pueden funcionar correctamente durante 25 años o más, pero es posible que sea necesario reemplazar el inversor después de 10 años y la batería a los 15 años. (Ver P6 Figura 1, p 44.)

Comprender las diferentes garantías y expectativas de vida de cada tipo de equipo proporcionará a los propietarios la información necesaria para tomar una decisión sensata sobre el tipo de sistema que desean instalar y planificar financieramente futuras actualizaciones al sistema.

Comprender las diferentes garantías y expectativas de vida de cada tipo de equipo proporcionará a los propietarios la información necesaria para tomar una decisión sensata sobre el tipo de sistema que desean instalar y planificar financieramente futuras actualizaciones al sistema.

Paneles Solares

VIDA ÚTIL: Los paneles solares se degradan con el tiempo y producen menos electricidad. La tasa anual de degradación es muy pequeña, con el promedio de la industria por debajo del 1 por ciento; algunos fabricantes tienen tasas de degradación inferiores al 0.5 por ciento anual.¹ Debido a esta degradación, la mayoría de las garantías garantizan el producto y su rendimiento por un número determinado de años; sin embargo, incluso después de que la garantía haya expirado, los paneles pueden seguir funcionando.

La vida útil de los paneles solares se mide por la duración de la garantía de rendimiento, que se describe con más detalle en la siguiente sección.

GARANTÍA: Los paneles solares tienen dos tipos diferentes de garantías: producto y rendimiento. La garantía del producto cubre el equipo (los paneles solares) en caso de que haya un defecto o falla del equipo, como un panel defectuoso. La mayoría de las garantías de productos son de 10 a 12 años, con solamente unos pocos fabricantes brindando hasta 25 años de cobertura.² Sin embargo, incluso después de que expire la garantía del producto, los paneles pueden seguir funcionando. Por ejemplo, usando una tasa de degradación del 1 por ciento, un panel podría producir aún un 70 por ciento de potencia nominal después de 30 años.

Afortunadamente, los paneles solares son muy duraderos y la mayoría están probados para resistir condiciones climáticas adversas como el granizo.³ Los paneles solares también pueden soportar fuertes vientos. Después de que el huracán Irma aterrizara en Carolina del Norte en el 2017, la empresa de servicios públicos local informó que dos sistemas Solar+ Almacenamiento en instalaciones críticas (una estación de bomberos y una torre de comunicaciones) permanecieron operativos durante el huracán, a pesar de las interrupciones generalizadas en comunidades vecinas.⁴

Después de 25 años de funcionamiento, la mayoría de los sistemas solares fotovoltaicos seguirán produciendo al menos el 80 por ciento de la energía que generaron cuando se instalaron por primera vez.

Mientras que la garantía de producto se centra en el equipo, una garantía de rendimiento garantiza la producción de electricidad del panel solar, asegurando que los paneles solares mantengan un nivel de producción de electricidad durante un cierto período de tiempo. La mayoría de los fabricantes garantizan la producción de paneles solares al 90 por ciento durante los primeros 10 años y al 80 por ciento hasta por 25 años; por lo tanto, después de 25 años de funcionamiento, el sistema fotovoltaico solar seguirá produciendo al menos el 80 por ciento de la energía que tenía cuando se instaló por primera vez.⁵

Inversor Solar

Los sistemas solares se basan en inversores de cadena o micro inversores. Un inversor de cadena es una sola unidad, instalada dentro o fuera de un edificio, que sirve a varios paneles en el sistema. Para muchos sistemas más pequeños, es posible que solo se requiera un inversor de cadena. Alternativamente, un sistema de micro inversores consta de un pequeño inversor instalado debajo de cada panel solar. (Para leer más sobre cómo funcionan los inversores, consulte la sección Pregunta 1: *¿Qué factores debo tener en cuenta al diseñar un sistema Solar+Almacenamiento?*)

VIDA ÚTIL: Las condiciones ambientales (como el calor y la humedad) y el programa de mantenimiento del sistema pueden afectar la vida útil de un inversor. La vida útil promedio de la mayoría de los inversores de cadena suele ser entre 10 y 15 años, aunque algunos pueden durar hasta 20. Los micro inversores tienen una vida útil más larga entre 20 y 25 años, similar a la de los paneles solares⁶

GARANTÍA: Las garantías del inversor se alinean con la vida útil prevista del mismo. Los inversores de cadena tienen, en promedio, una garantía de 10 años y los micro inversores suelen tener una garantía de hasta 25 años. Vale la pena señalar que un sistema que utiliza micro inversores puede ser significativamente más caro que uno que utiliza inversores de cadena. Por ejemplo, optar por micro inversores en un sistema residencial de 5 kilovatios puede aumentar el precio total del sistema más de \$1,000 en comparación con el mismo sistema con un inversor de cadena estándar.⁷

Almacenamiento de Batería

Si bien existen muchos tipos de almacenamiento de baterías, para los propósitos de esta guía, revisaremos dos de los tipos más comunes: iones de litio y ácido de plomo.

VIDA ÚTIL: La vida útil promedio de una batería es de cinco a 15 años.⁸ Este amplio rango se debe a una multitud de factores, principalmente la química, el uso y el mantenimiento de



Cortesía de Clean Energy Group

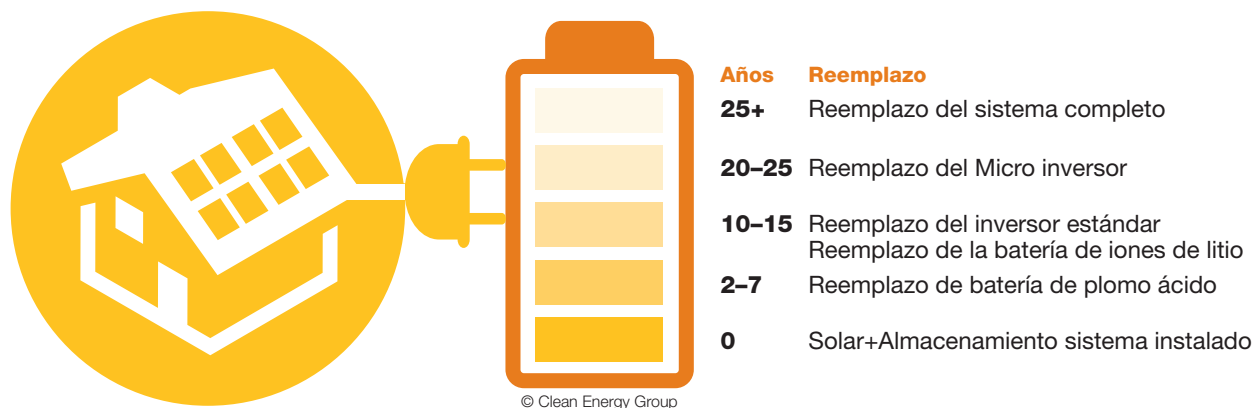
la batería. Las baterías de iones de litio generalmente tienen una vida útil más larga porque los ciclos de iones de litio son más eficientes que las baterías de plomo ácido, con un promedio de hasta 10,000 ciclos de vida útil.⁹ Comparativamente, las baterías de plomo ácido tienen una vida útil más corta de 500 a 1,200 ciclos de vida útil.¹⁰ Para obtener más información sobre los diferentes tipos de baterías, consulte la Pregunta 2: *¿Qué diferentes tipos de baterías están disponibles (y cuál es la adecuada para mí)?*

Por ejemplo, una batería de iones de litio que se usa cuatro veces al año para la resistencia (es decir, para proporcionar energía de respaldo cuando la electricidad de la red no está disponible) probablemente tendrá una vida útil más larga que una batería de iones de litio que se usa para maximizar la autonomía solar y por lo tanto requiere ciclos diarios. Las baterías que se reciclan con frecuencia se degradarán más rápidamente que las baterías que solo se usan con poca frecuencia, como en el caso de una interrupción.

GARANTÍA: Al igual que las garantías de los paneles solares, los fabricantes de baterías ofrecen dos tipos de garantías: años operativos garantizados y ciclos garantizados (o rendimiento energético garantizado). Como se describe en las secciones de vida útil de esta guía, la vida útil de una batería y cuántas veces puede realizar un ciclo durante su vida útil depende de su composición química. Para iones de litio, la garantía suele ser de 10 años de funcionamiento o hasta 10,000 ciclos. Una batería de ácido suele tener entre dos y cinco años de funcionamiento.¹¹

El rendimiento energético se puede considerar como la cantidad total de energía que se espera que una batería proporcione a lo largo de su vida útil. Muchos fabricantes de baterías incluyen ahora el rendimiento energético como parte de su garantía. Además, es probable que el instalador también proporcione algún tipo de garantía sobre el trabajo asociado con la instalación (como el cableado eléctrico).

Q6 FIGURA 1: ¿Cuánto dura un sistema Solar+Almacenamiento?



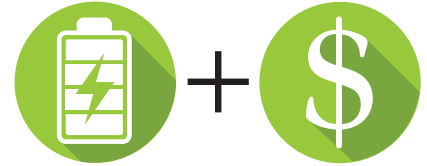
P6 NOTAS FINALES

- 1 Para obtener más información sobre la degradación de los paneles solares, consulte “¿Cuánto duran los paneles solares?” *EnergySage*, <https://news.energysage.com/how-long-do-solar-panels-last> (consultado el 8 de septiembre del 2020).
- 2 “Qué debe saber sobre la garantía de un panel solar”, *EnergySage*, <https://news.energysage.com/shopping-solar-panels-pay-attention-to-solar-panels-warranty> (consultado el 8 de septiembre del 2020).
- 3 Para obtener más información sobre la certificación UL, consulte “Certificación”, *UL*, <https://www.ul.com/certification> (consultado el 8 de septiembre del 2020).
- 4 Lisa Cohn, “Las micro redes verdes de Duke Energy funcionan sin problemas a través de la tormenta”, *Microgrid Knowledge*, 20 de octubre del 2017, <https://microgridknowledge.com/green-microgrids-duke>.
- 5 “Lo que necesita saber sobre las garantías de paneles solares”, *Going Solar*, <https://goingsolar.com/what-you-need-to-know-about-solar-panel-warranties> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 6 ¿Cuánto duran los inversores solares? (Guía 2020), *Those Solar Guys*, <https://thosesolarguys.com/how-long-do-solar-inverters-last> (consultado el 5 de octubre del 2020).
- 7 “Comparación de microinversores con inversores de cadena, además de otros tipos de inversores”, *Reseñas de energía solar*, *Solar Reviews*, actualizado el 29 de mayo del 2020, <https://www.solarreviews.com/blog/pros-and-cons-of-string-inverter-vs-microinverter>.
- 8 “¿Son las baterías solares de iones de litio la mejor opción de almacenamiento de energía?” *Solar Reviews*, actualizado el 29 de julio del 2020, <https://www.solarreviews.com/blog/are-li-ion-or-lead-acid-batteries-better-for-home-energy-storage>.
- 9 oferta.
- 10 “¿Cuál es la vida útil de una batería de plomo ácido?” *Wisdom Power News*, 19 de marzo del 2020, <https://www.bullsbattery.com/industry-news/what-is-the-lifespan-of-a-lead-acid-battery.html>.
- 11 “¿Son las baterías solares de iones de litio la mejor opción de almacenamiento de energía?” *Solar Reviews*, actualizado el 29 de julio del 2020, <https://www.bullsbattery.com/industry-news/what-is-the-lifespan-of-a-lead-acid-battery.html>.

PREGUNTA 7

¿Cuánto cuestan las baterías?

TEMAS CUBIERTOS: Rangos de costos de sistemas de baterías de iones de litio instalados, diferencias de precios entre kilovatio y kilovatios-hora, proyecciones de disminución del costo de almacenamiento de baterías



El costo del almacenamiento de baterías es una pregunta común y aparentemente sencilla. Desafortunadamente, tratar de precisar una respuesta no siempre es fácil.

Para simplificar un poco las cosas, esta sección se enfocará en la química de las baterías de litio. Para algunos proyectos, las baterías de plomo ácido avanzadas pueden ser una opción viable

y rentable para explorar, especialmente si las baterías solo proporcionarán energía de respaldo. Otras químicas más novedosas de baterías también podrían ser una opción, pero es posible que en este momento no sean prácticas para muchos proyectos. Para obtener más información sobre los tipos de baterías, consulte la Pregunta 2: *¿Qué diferentes tipos de baterías están disponibles (y cuál es la adecuada para mí)?*

A diferencia de la energía solar, hay poca información disponible al público que compare los costos del sistema de almacenamiento de baterías entre tipos de tecnología, fabricantes, tamaños de sistemas y ubicaciones.

Una de las razones por las que las preguntas sobre los costos de las baterías no son fáciles de responder se debe a la falta de transparencia del mercado con respecto a cuánto cuestan realmente las baterías. A diferencia de la energía solar, hay poca información disponible al público que compare los costos del sistema de almacenamiento de baterías entre tipos de tecnología, fabricantes, tamaños de sistemas y ubicaciones. Esto se debe en gran parte a que el mercado de baterías de iones de litio para aplicaciones domésticas y comerciales es aun relativamente nuevo, lo que significa que la industria se está esforzando mucho para ganar posición en el mercado,

así como una gran fluctuación en el precio de los sistemas. Además, mucho depende de cómo esté configurado el sistema para los diferentes usos; por ejemplo, un sistema de batería de corta duración y alta potencia para la reducción de la demanda frente a un sistema de batería de mayor duración utilizado para la energía de respaldo. Debido a esto, puede ser difícil describir el precio de la batería en términos generales.

El mayor nivel de transparencia se puede encontrar en el mercado de almacenamiento de baterías residenciales. Los sistemas de almacenamiento para el hogar suele venderse a costos comparables a ofertas de productos estándar, y algunas empresas facilitan el acceso a información sobre sus precios. Por ejemplo, en el sitio web de Tesla, la compañía cotiza un precio de \$6,500 por un Tesla Powerwall de 13.5 kilovatios-hora, más \$1,100 adicionales por equipo de soporte, dando un precio total de \$7,600.¹ Sin embargo, el costo del equipo no incluye ninguna actualización eléctrica, impuestos, tarifas de permisos u otros costos involucrados en la instalación de un

sistema, que podrían llegar a costar alrededor de \$1,000 adicionales. Con todo esto, el sistema Tesla debería tener un costo total de instalación de entre \$8,500 y \$9,500, o alrededor de \$650 por kilovatio-hora. (Es importante tener en cuenta que el precio por kilovatio-hora de un sistema de batería no representa el costo de la electricidad descargada de la batería, conocido como costo nivelado de la energía.)

Tesla tiende a estar en el lado más bajo del espectro en costos para los sistemas de baterías residenciales: un sistema de baterías doméstico BrightBox de Sunrun cuesta entre \$6,500 y \$8,000 por 9,3 kilovatios-hora de almacenamiento, alrededor de \$750 por kilovatio-hora.² Una batería inteligente Pika Energy Harbor tiene un precio inicial de instalación de alrededor de \$12,000 por 11.4 kilovatios-hora, o \$1,050 por kilovatio-hora.³ Generalmente las baterías de plomo ácido cuestan menos, en el rango de \$200–\$300 por kilovatio-hora, incluyendo batería e instalación, pero las baterías de plomo ácido no duran tanto como los sistemas de iones de litio, especialmente cuando se cargan y descargan con frecuencia.



Los sistemas de baterías residenciales y comerciales pequeños, como este eco 14 sonnen de batería de 14 kilovatios-hora en una escuela remota en Orcovis, Puerto Rico, tiende a tener un costo promedio de instalación de entre \$800 y \$1,000 por kilovatio-hora.

Cortesía de sonnen



Los sistemas de baterías en el rango de 100 a 500 kilovatios-hora, como este sistema en un supermercado Safeway en San José, CA, generalmente cuestan menos que los sistemas más pequeños, alrededor del rango de \$600 a \$800 por kilovatio-hora.

Cortesía de ENGIE

Si bien el precio es ciertamente importante, no es el único factor a considerar al comprar un sistema de almacenamiento de batería. La duración de la garantía, tanto en años calendario como en número de ciclos (cargas y descargas), es extremadamente importante y puede afectar considerablemente los precios. La garantía proporciona una indicación de cuándo será necesario reemplazar una batería, lo cual es fundamental para determinar el costo real de las baterías durante un período prolongado; por ejemplo, cuando las baterías se combinan con paneles solares, que normalmente tienen una vida útil mucho más larga. (Consulte la Pregunta 6: *¿Cuánto tiempo dura un sistema Solar+Almacenamiento?*) El tipo de química de la batería, que podría afectar su funcionamiento, las consideraciones de seguridad y las opciones del sistema de gestión (flexibilidad en lo que puede hacer el sistema), también son importantes de considerar al seleccionar un sistema de almacenamiento.

Puede haber variaciones importantes en los costos de instalación según su complejidad y las variaciones locales en los procesos de permisos e interconexión. Los precios de los sistemas de baterías tienden a estar en constante movimiento.

Otra complejidad en el precio del sistema de baterías es comprender la diferencia entre kilovatios y kilovatios-hora. Los precios de las baterías se pueden representar en cualquiera de estos valores. Presentar los precios en kilovatios-hora (capacidad de energía) en lugar de kilovatios (potencia nominal) parece haberse convertido en una práctica estándar, pero sigue siendo común que se utilicen ambas. La diferencia puede ser confusa y, en ocasiones, puede llevar a comparaciones de costos engañosos. Por ejemplo, una batería de 10 kilovatios / 40 kilovatios-hora con un precio de \$2,000 por kilovatio puede parecer más cara que una batería de 10 kilovatios / 10 kilovatios-hora que cuesta \$1,000 por kilovatio, pero la capacidad más alta es de 40 kilovatios-hora. La batería es mucho mejor por kilovatio-hora: \$500 por kilovatio-hora frente a \$1,000 por kilovatio-hora.

Entonces, ¿qué pasa con el costo de los sistemas de baterías más grandes? En general, cuanto más grande es el sistema, menor es el costo relativo de instalación por kilovatio-hora. Los sistemas comerciales pequeños, de entre 10 y 50 kilovatios-hora de tamaño, tienden a caer en un

Los sistemas de baterías a gran escala, como este sistema de 1.2 megavatios-hora en los apartamentos Marcus Garvey en Brooklyn, NY, a menudo tienen costos de instalación de \$600 por kilovatio-hora o menos.

Cortesía de Demand Energy



rango similar al de los sistemas de almacenamiento residencial, alrededor de \$800 a \$1,000 por kilovatio-hora. Los sistemas de mayor escala, entre 100 y 500 kilovatios-hora deberían costar un poco menos, en el rango de \$600 a \$800 por kilovatio-hora. Los sistemas de baterías a gran escala, que alcanzan un megavatio-hora o más, pueden ver costos de instalación de \$600 por kilovatio-hora o quizás menos.

Puede haber variaciones importantes en los costos de instalación según su complejidad y las variaciones locales en los procesos de permisos e interconexión. Los precios de los sistemas de baterías tienden a estar en constante movimiento.

Esto lleva a otra dificultad para determinar el costo de las baterías: los precios siguen bajando cada año. El precio de los paquetes de baterías de iones de litio (no el costo total del sistema) cayó casi un 90 por ciento durante la última década, pasando de un promedio de \$1,100 por kilovatio-hora en 2010 a \$156 por kilovatio-hora en 2019. Los analistas esperan que una disminución significativa de los costos continuará durante los próximos años, acercándose a \$100 por kilovatio-hora para el 2023.⁴

Claramente, \$156 por kilovatio-hora es mucho más bajo que los precios de sistemas mencionados anteriormente. Esto se debe a que los paquetes de baterías son solamente una pieza del sistema de almacenamiento de batería completo. Un sistema de almacenamiento de batería incluye muchos componentes adicionales, como un inversor, un contenedor, sistemas de control de clima y un sistema de gestión de batería, para nombrar solo algunos. A medida de que los precios de las baterías han bajado, estos componentes adicionales se han convertido en partes cada vez mayores del costo total, que a menudo representan de la mitad a tres cuartas partes del costo total del sistema. Es por eso que los precios de los sistemas de baterías van desde unos pocos cientos de dólares por kilovatio-hora hasta más de mil, en lugar de \$156 por kilovatio-hora.

La buena noticia es que también se espera que se produzcan caídas de precios para el resto de un sistema de batería, y algunos analistas esperan que las reducciones en los costos que no sean de los paquetes de baterías representen la mayoría de las caídas de precios del sistema en los próximos años.⁵ Similar a la evolución de las disminuciones de los costos de sistemas solares, donde el precio de las células solares disminuyó rápidamente con el tiempo, mientras que los costos totales del sistema disminuyeron más lentamente, y las células solares representan una fracción cada vez más pequeña del costo total instalado.

P7 NOTAS FINALES

- 1 "Powerwall", *Tesla*, <https://www.tesla.com/powerwall> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 2 Mark Harrington, "Instalador solar venderá batería de 10 horas en casa con LI", *Newsday*, 19 del diciembre del 2017, <https://www.newsday.com/business/solar-sunrun-battery-brightbox-1.15523096>.
- 3 "¿Cómo se comparan las baterías solares? Tesla Powerwall vs. Sonnen eco vs. LG Chem RESU vs. Pika Energy Smart Harbo", *EnergySage*, <https://news.energysage.com/tesla-powerwall-vs-sonnen-eco-vs-lg-chem> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 4 "Los precios de los paquetes de baterías caen a medida que el mercado aumenta con un promedio del mercado de \$156 / kWh en 2019", *Bloomberg NEF*, 3 de diciembre del 2019, <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-as-market-ramps-up-with-market-average-at-156-kwh-in-2019>.
- 5 Mitalee Gupta, "Balance de costos decayendo en sistema para almacenamiento no residencial", *GTM²*, 25 de octubre del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/balance-of-systems-costs-falling-for-non-residential-storage>.

¿Cómo determino el valor de Solar+Almacenamiento (ahorro, ingresos, resistencia)?

TEMAS CUBIERTOS: Ahorros en facturas de servicios públicos, administración de cargos por demanda, servicios de redes y servicios públicos, costos de interrupción evitados, beneficios para la salud y el medio ambiente y métodos para determinar la rentabilidad de Solar+Almacenamiento



Hay varias medidas y consideraciones que pueden ayudar a determinar si un sistema Solar+Almacenamiento es una inversión rentable y económicamente beneficiosa. La evaluación de varias corrientes de valor es importante al calcular la viabilidad económica de un proyecto. Esta sección se centra en comprender las medidas que ayudan a determinar la viabilidad financiera, incluyendo ahorros en servicios públicos, período de recuperación y análisis de costo-

beneficio. Sin embargo, también es importante considerar otras medidas, como el retorno de la inversión (ROI), la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VPN) y las tasas de descuento.¹

Los otros beneficios positivos de un sistema Solar+Almacenamiento pueden ser más difíciles de monetizar (como las pérdidas evitadas al tener energía de respaldo y los beneficios ambientales y de salud).

Además de los beneficios financieros (como ahorros en las facturas de servicios públicos), otros beneficios positivos de un sistema Solar+Almacenamiento pueden ser más difíciles de monetizar (como las pérdidas evitadas al tener energía de respaldo durante una interrupción y los beneficios ambientales y de salud). Se deben tener en cuenta otros beneficios al determinar si un sistema de almacenamiento de batería es una inversión que vale la pena. Esta sección explora los potenciales beneficios económicos del almacenamiento solar y de baterías, incluyendo una introducción a los programas de almacenamiento de baterías de servicios públicos existentes y descripciones generales de cómo calcular si un proyecto Solar+Almacenamiento es económicamente viable.

Solar

El valor de la energía solar es relativamente simple. Los paneles solares generan energía que puede compensar la electricidad de la red, lo que reduce las facturas de servicios de electricidad.

CORRIENTES DE VALOR SOLAR COMUNES

- **Facturas de servicios públicos más bajas.** La generación de energía solar en su sitio compensa el consumo de electricidad de la red. En lugar de comprar toda su energía de una empresa de servicios públicos, algunas de las necesidades de electricidad de un cliente se cubrirán con su matriz solar. Usar menos electricidad de la empresa de servicios públicos se traduce en facturas mensuales más bajas durante todo el año.

- **Medición de energía neta.** Los programas de medición de energía neta permiten a los clientes obtener créditos en la factura por la electricidad que generan a partir de su matriz solar que no se consume directamente en el sitio. Cualquier exceso de generación solar fluye hacia la red. Los clientes que participen en programas de medición neta verán un crédito en su factura de electricidad que indica cuánta energía generada por su matriz solar se exportó a la red y cuánto ganó esa electricidad en créditos de factura. Los programas de medición neta y el valor de los créditos por el exceso de generación varían ampliamente según el estado y el programa de servicios públicos.²
- **Certificados de Energía Solar Renovable (SRECs).** Un SREC es básicamente un crédito de energía solar renovable. Un sistema solar gana un SREC por cada 1,000 kilovatios-hora de electricidad producida. Una vez que se obtiene un SREC, el propietario del sistema puede

venderlo a su compañía eléctrica.³ Los valores de SREC varían según el estado; Los precios de SREC en Washington DC son más de \$400 por 1,000 kilovatios-hora, mientras que en Ohio están alrededor de \$7.50 por 1,000 kilovatios-hora. Los SREC se ofrecen en la mayoría de los estados que tienen estándares o metas de cartera de productos renovables.

Para los clientes con servicios públicos que tienen tarifas por tiempo de uso, las baterías se pueden manejar para que se carguen cuando los precios de la electricidad son bajos y se descargan más tarde cuando las tarifas son más altas. Para los clientes de servicios públicos con cargas de alta demanda, el almacenamiento de baterías puede ser utilizado para reducir estas cargas a través de administración de la demanda.

Almacenamiento de batería

El valor del almacenamiento de baterías puede ser un poco más complejo. Las baterías permiten a los usuarios almacenar electricidad para su uso posterior. Para los clientes con servicios públicos que tienen tarifas por tiempo de uso, las baterías se pueden administrar para que se carguen cuando los precios de la electricidad son bajos y descargar más tarde cuando las tarifas son más altas.⁴ Para los clientes de servicios públicos con cargos de alta demanda (es más probable que los clientes comerciales estén sujetos a cargos por demanda), el almacenamiento de baterías se puede utilizar para reducir estos cargos a través de la administración de demanda.⁵ Las baterías también pueden generar ingresos al brindar valiosos servicios al operador de red local o regional.

FLUJOS COMUNES DE VALOR DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS

- Facturas de servicios públicos más bajas. Las baterías generalmente pueden reducir las facturas de servicios públicos de dos maneras:
 - 1) reducción de cargos relacionados con la demanda y 2) arbitraje energético.
 - La *administración de carga por demanda* con baterías reduce los gastos de servicios públicos relacionados con la demanda de un cliente mediante el despliegue de la energía almacenada durante los momentos en los que se utiliza mucha electricidad en poco tiempo, como cuando se activan dispositivos de alta potencia como calentadores o bombas de agua. En algunas áreas, los cargos por demanda pueden representar más de la mitad de la factura de electricidad de un cliente comercial.⁶
 - Las baterías también pueden reducir las facturas de servicios públicos a través del *arbitraje de energía* al cargar y descargar las baterías según los períodos de precios a lo largo del día. El arbitraje de energía es el proceso de cargar una batería durante períodos de precios de electricidad bajos (no pico) y luego descargarla (utilizando la energía

Blue Lake Rancheria Microgrid

En el condado de Humboldt, California, **la micro red de Blue Lake Ranchería** es un ejemplo de cómo Solar+Almacenamiento puede proporcionar beneficios económicos de una variedad de redes.⁹ Propiedad de una tribu nativa americana reconocida a nivel federal en el noroeste de California, el proyecto de micro red Blue Lake Ranchería, proporciona electricidad a las oficinas de gobierno de la tribu, estaciones de carga de vehículos eléctricos y un hotel y casino. Adicionalmente para proporcionar al menos siete días de energía de respaldo, la micro red de Blue Lake Ranchería proporciona servicios de regulación de frecuencia y arbitraje de energía y está equipado para participar en los programas de respuesta a la demanda de servicios públicos. Estos servicios de red, combinados con los ahorros en la factura de energía solar, dan como resultado un rendimiento anual anticipado de \$200,000.00.

almacenada en la batería) cuando los precios de la electricidad son más altos (pico), por lo que hay menos necesidad de comprar energía de la red durante esos momentos de precios pico. Cuando existe una gran diferencia entre el precio de las tarifas de electricidad en horas pico y fuera de horas pico, las baterías utilizadas para el arbitraje de energía pueden ser una inversión valiosa.

- **Genere ingresos proporcionando servicios públicos.** Las baterías pueden proporcionar servicios útiles a la red eléctrica. Los tipos más comunes de programas de servicios públicos disponibles para compensar el almacenamiento de la batería para los servicios de la red son los programas de respuesta a demanda. El objetivo de un programa de respuesta a la demanda es reducir el uso de electricidad por parte de los clientes de servicios públicos durante los momentos de alta demanda (“pico”) en todo el sistema. Las baterías pueden participar en la respuesta a la demanda al descargar la electricidad almacenada para satisfacer la necesidad en el sitio o exportar energía a la red durante los períodos de máxima demanda, aliviando la carga de energía en el sistema eléctrico. Los programas de respuesta a la demanda de almacenamiento de baterías ayudan a las empresas de servicios públicos a reducir costos al evitar el uso de plantas de energía costosas e ineficientes o incluso evitar cortes en momentos en que la demanda de electricidad está cerca de exceder el suministro de red disponible.⁷
- **Genere ingresos prestando servicios de red.** Las baterías tienen el potencial de proporcionar muchos servicios valiosos diferentes para respaldar el funcionamiento de la red eléctrica; sin embargo, actualmente muchos de estos valores no son fáciles de monetizar. Una de las corrientes de valor más comunes disponibles para el almacenamiento de baterías es la carga y descarga en respuesta a fluctuaciones en la red, conocida como *regulación de frecuencia*.⁸

Un sistema de almacenamiento de baterías puede participar en todos, algunos o ninguno de estos servicios (mucho depende de la empresa de servicios públicos que preste servicio en el área).

El almacenamiento de baterías y la energía solar proporcionan ventajas económicas independientes y únicas por sí solas; pero los sistemas combinados Solar+Almacenamiento podrían generar beneficios adicionales, como mayores ahorros en las facturas de servicios públicos y acceso a incentivos fiscales para el almacenamiento solar y de baterías. Además, al instalar

Cómo valorar los beneficios Solar+Almacenamiento

ESTUDIO DE CASO: Socios de vivienda de Boulder (Boulder Housing Partners)

UBICACIÓN: Boulder, Colorado

RESUMEN: Además de ser un desarrollador líder de viviendas accesibles y la autoridad de vivienda de la ciudad de Boulder, Boulder Housing Partners (BHP) también brinda servicios de puesto de mando a más de 3,000 residentes de bajos ingresos durante emergencias. BHP exploró Solar+Almacenamiento como una opción para su sede en el norte de Boulder. Su objetivo principal era permanecer abierto y operativo durante una interrupción de energía.

El costo total de la instalación Solar+Almacenamiento fue de \$143,476. Después de tener en cuenta varias corrientes de valor, la recuperación estimada fue de aproximadamente 19 años.

Los elementos que se enumeran a continuación destacan las corrientes de valor que BHP consideró al evaluar los beneficios que Solar+Almacenamiento podría agregar a sus oficinas centrales. Algunos beneficios tenían un valor que es posible monetizar, mientras que otros no.

Más información y recursos relacionados con el proyecto Solar+Almacenamiento de BHP están contenidos en un extenso estudio de caso, que puede ser encontrado en <https://www.cleangroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/boulder-housing-partners>.

Beneficios Monetizables



Ahorros en facturas de servicios de energía solar

\$1,145 de ahorros en la factura eléctrica anualmente



Ahorros en la factura de servicios públicos por el almacenamiento de la batería y el sistema de control inteligente

Ahorros en servicios eléctricos de carga de demanda de \$ 456 en un solo mes



Costo de cortes evitados

Estimado de \$ 6,295 ahorrados cada año manteniendo los servicios, en lugar de tener que cesar las operaciones, durante una interrupción.

Beneficios No monetizables



Reducción de emisiones

Solar+Almacenamiento compensa 40,000 libras de emisiones de CO₂ durante la vida útil del sistema



Resistencia

Energía de respaldo confiable y automática en caso de una interrupción



Emisiones evitadas

BHP pudo instalar un generador de gas que funciona con menos frecuencia al priorizar Solar+Almacenamiento

energía solar fotovoltaica y almacenamiento de baterías al mismo tiempo, los ahorros en los costos de equipos y la optimización del sistema pueden reducir el costo de instalación de un sistema de baterías en más del 25 por ciento (en comparación con la instalación de una batería independiente).¹⁰

Para hogares vulnerables médicamente, los sistemas residenciales (o sistemas instalados en espacios comunitarios de propiedades multifamiliares) pueden proporcionar energía de respaldo para equipos médicos que dependen de la electricidad, como concentradores de oxígeno, cuando la red eléctrica no está disponible.

Beneficios más difíciles de monetizar

No es sencillo poner precio a todos los servicios. (Consulte el recuadro: *Cómo valorar los beneficios Solar+Almacenamiento*, p.52). Solar+Almacenamiento tiene numerosos beneficios que no tienen un valor obvio o fácil de calcular, incluyendo los siguientes.

COSTOS EVITADOS POR INTERRUPCIONES: Los costos evitados por apagones representan el valor de las pérdidas que se habrían incurrido si una instalación experimentara un corte de energía sin un sistema de respaldo.¹¹ Las pérdidas podrían incluir productividad de la fuerza laboral, interrupción de servicios e incluso pérdida de vidas debido a falta de atención médica o servicios de respuesta a desastres. Por lo general, los costos evitados por interrupción no se incluyen al evaluar el valor económico de la energía Solar+Almacenamiento porque es difícil calcular y monetizar las pérdidas relacionadas con algo como por ejemplo los impactos negativos en la salud. Sin embargo, algunas instalaciones críticas han podido incluir los costos evitados por interrupción en sus cálculos de valor de energía Solar+Almacenamiento. Un proveedor líder de viviendas accesibles en Boulder, Colorado, descubrió que Solar+Almacenamiento ahorraría a sus instalaciones aproximadamente \$2,500 en costos de tiempo de inactividad evitados por cada hora de corte de energía. Con un promedio de 2.5 horas de cortes por año, eso equivale a un ahorro estimado de más de \$6,000 por año.¹²

SALUD: Solar+Almacenamiento puede mejorar los resultados de salud pública en caso de una interrupción al proporcionar a instalaciones críticas comunitarias e instituciones médicas con una confiable energía de respaldo en emergencias, lo que permite a los proveedores de servicios permanecer abiertos y operando para apoyar a las comunidades durante una interrupción. Además de mantener las operaciones comerciales, Solar+Almacenamiento en instalaciones también puede respaldar los sistemas de refrigeración y calefacción; un servicio crítico cuando las temperaturas son peligrosamente altas o bajas. Para hogares médicamente vulnerables, los sistemas residenciales (o sistemas instalados en espacios comunitarios de propiedades multifamiliares) pueden proporcionar energía de respaldo para equipos médicos que dependen de la electricidad, como concentradores de oxígeno, cuando la red eléctrica no está disponible. Además, el almacenamiento de batería de cero emisiones es una alternativa a los generadores diesel, que emiten contaminantes que impactan negativamente la salud pública (especialmente condiciones respiratorias). Para obtener más información sobre los impactos en la salud de los generadores diesel, consulte la sección “Solar+Almacenamiento versus generador de combustible fósil” de la Pregunta 4: *¿Es Solar+Almacenamiento una solución de energía de respaldo eficaz?*

MEDIO AMBIENTE: Reemplazar un generador diesel con un sistema Solar+Almacenamiento reduce las emisiones tóxicas que contribuyen a la mala calidad del aire y al cambio climático. Solar+Almacenamiento también compensa la cantidad de energía requerida de la red, que

Programas de almacenamiento de batería de utilidad



Sistema de batería residencial Tesla.

Cortesía de NREL / Dennis Schroeder

Cada vez más, las empresas de servicios públicos reconocen el valor que los sistemas de almacenamiento de energía distribuida aportan tanto a los clientes como a la red. El resultado ha sido programas innovadores en todo el país que incentivan el almacenamiento de baterías detrás del medidor en un esfuerzo por agregar cientos, en algunos casos miles, de baterías más pequeñas en una región para usarlas en servicios a escala de red, estas adiciones son a veces conocidas como centrales eléctricas virtuales. Los siguientes programas son ejemplos de programas de almacenamiento de batería que ofrecen las empresas de servicios públicos.

CONNECTED SOLUTIONS (CT, NH, MA Y RI).¹⁶ Connected Solutions es un programa de almacenamiento de baterías de servicio público que actualmente está disponible en cuatro estados del noreste (Connecticut, New Hampshire, Massachusetts y Rhode Island) y está siendo considerado por otros.¹⁷ Connected Solutions es único en el sentido de que está financiado a través de los presupuestos estatales de eficiencia energética como una medida de reducción de la demanda, en lugar de una iniciativa de energía limpia o un programa de respuesta a la demanda de servicios públicos. A través de un contrato de cinco años entre el cliente y su empresa de servicios públicos, Connected Solutions compensa a los propietarios de almacenamiento de baterías que descargan sus sistemas para reducir la demanda de energía cuando la empresa de servicios públicos lo solicita. Esto le ahorra dinero a la empresa de servicios públicos al reducir sus gastos de demanda pico. Cuando no se solicita la energía, los clientes pueden usar el sistema de batería como lo deseen, para reducir las facturas de servicios públicos, participar en otros programas y proporcionar energía de respaldo durante interrupciones. Durante el primer año de operación del programa en el territorio de Red Nacional (National Grid) en Massachusetts, el cliente residencial promedio que participó en el programa habría ganado \$1,375 por año.¹⁸ Los clientes de Massachusetts también pueden acceder a incentivos a través del programa Solar Massachusetts Renewable Target (SMART), un programa que ofrece incentivos para sistemas solares, así como incentivos adicionales para los sistemas que incluyen almacenamiento de baterías, además pueden participar en el nuevo Clean Peak Standard, un programa que requiere que las empresas de servicios públicos obtengan energía renovable para períodos de máxima demanda.

GREEN MOUNTAIN POWER (VT).¹⁹ La empresa de servicios públicos Green Mountain Power (GMP) en Vermont ha creado un programa de baterías residenciales en el que arrienda a los clientes dos Tesla Powerwalls por \$55 por mes, durante 10 años (o un pago por adelantado de \$5,500).²⁰ GMP también ofrece un programa Bring-Your-Own-Device (BYOD) (traiga su propio equipo), que proporciona pagos por adelantado a los clientes de \$850 por kilovatio de almacenamiento.²¹ Los programas le dan a GMP control sobre las baterías para reducir sus costos operativos, y están disponibles a los hogares como energía de respaldo durante interrupciones de la red. Después de una tormenta de invierno en el 2019, más de 400 Tesla Powerwalls mantuvieron energía de respaldo durante un promedio de 13 horas a los clientes que experimentaron cortes en todo el territorio de servicio de GMP.²² En el 2020, GMP informó haber ahorrado \$3 millones en costos de servicios públicos a todos los clientes de GMP al utilizar sistemas de baterías en su territorio de servicio durante épocas de alta demanda regional de electricidad.²³ Otras empresas de servicios públicos han lanzado programas similares de almacenamiento de baterías, incluyendo New Hampshire, Nueva York y Oregón.



Hospital de campo de micro redes de Solar+Almacenamiento en el campamento de migrantes de Matamoros en la frontera de México con los EE. UU., que alimenta la primera unidad móvil médica de cuidados intensivos del campamento para tratar pacientes con COVID-19 operado por Global Response Management.

Cortesía de Footprint Project

probablemente sea generada por combustibles fósiles. Por ejemplo, Solar+Almacenamiento en la sede de Boulder Housing Partners en Colorado compensó 40,000 libras de dióxido de carbono que de otra manera se habría emitido como producto de la electricidad suministrada por la red.¹³

Determinando el valor de Solar+Almacenamiento

Existen varios métodos para determinar si Solar+Almacenamiento es una solución rentable. Dos de los cálculos más sencillos son el *período de recuperación* y el *análisis de costo-beneficio*.

PERÍODO DE REEMBOLSO SIMPLE: El período de reembolso simple es el tiempo que tardan los ahorros e ingresos de un proyecto Solar+Almacenamiento en igualar o superar el costo inicial del sistema. Una forma rápida de calcular el período de recuperación simple en años es dividir los costos totales de su sistema (equipo e instalación menos cualquier incentivo) por los ahorros anuales promedio proyectados del sistema y las corrientes de ingresos (como ahorros en facturas, ingresos del programa de servicios públicos y costos evitados por interrupción). Cuanto más corto sea el período de recuperación simple, mejor. El período de recuperación debe ser menor que la vida útil del sistema para que sea una solución rentable.

Para un sistema Solar+Almacenamiento, la recuperación de la inversión varía mucho dependiendo, principalmente, de las estructuras de tarifas de los servicios públicos y la disponibilidad de programas o incentivos para instalaciones solares y de almacenamiento. Por ejemplo, se estimó

que un sistema de almacenamiento solar comercial instalado en una instalación en Piqua, Ohio, donde los cargos por demanda comercial son muy altos, tendría una recuperación de la inversión en menos de ocho años. En el caso de Piqua, incluir el almacenamiento de baterías con el sistema solar redujo el período de recuperación de todo el sistema de 14 años (para un sistema solar independiente) a ocho años.¹⁴ Alternativamente, en Nueva Orleans, donde las tarifas eléctricas son muy bajas y los cargos por demanda son difíciles de reducir, la recuperación de la inversión por un sistema Solar+Almacenamiento en una instalación comercial podría ser de más de 30 años, mucho más allá de la vida útil y el período de garantía de un sistema típico.¹⁵

Los programas estatales y de servicios públicos pueden proporcionar incentivos monetarios para mejorar en gran medida la recuperación de la inversión de un sistema de almacenamiento de baterías al reducir los costos iniciales o brindar oportunidades de generación de ingresos. Para obtener más información sobre los programas de utilidad, consulte el cuadro sobre Programas de almacenamiento de batería de utilidad. Puede encontrar más información sobre los incentivos estatales en la Pregunta 9: *¿Cómo pago por un sistema Solar+Almacenamiento (incentivos, subvenciones, financiamiento)?*

ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO: Un análisis de costo-beneficio compara los costos y beneficios de una inversión en particular con otras opciones de inversión y / o manteniendo el status quo (es decir, sin realizar una inversión). El almacenamiento independiente se puede comparar con un sistema combinado Solar+Almacenamiento, o solamente con energía solar fotovoltaica. Los generadores de gas o diesel, junto con el mantenimiento anual y los costos de combustible, probablemente se incluirían en los proyectos que consideren tecnologías alternativas de energía de respaldo. Cada opción debe evaluarse en función de factores económicos, como los costos de instalación, costos de mantenimiento y operativos y el reembolso, así como los beneficios no monetarios (o más difíciles de monetizar), como la confiabilidad, los impactos ambientales y los costos evitados por interrupción.



Cortésia de Clean Energy Group

P8 NOTAS FINALES

- 1 Para obtener más información sobre el retorno de la inversión, la tasa interna del retorno y las tasas de descuento, consulte “Finanzas 101 para profesionales solares”, *CED Greentech*, febrero del 2018, <https://www.cedgreentech.com/article/finance-101-solar-professionals> consultado el 9 de septiembre del 2020; o Dr. Martin Gill, “Retorno de la inversión al agregar almacenamiento de batería a un sistema solar existente”, *Dr. Gill Martin*, 2016, <http://www.drmartingill.com.au/wp-content/uploads/2016/01/Return-On-Investment-from-Battery-Storage-v01.pdf>.
- 2 Para ver qué estados ofrecen programas de medición neta, visite “Net Metering”, *Solar Energy Industries Association*, <https://www.seia.org/initiatives/net-metering> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 3 Para obtener más información sobre los SREC, consulte “SREC: Comprensión de los créditos de energía solar renovable”, *EnergySage*, actualizado el 15 de julio del 2020, <https://www.energysage.com/solar/cost-benefit/srecs-solar-renewable-energy-certificates> (consultado el 5 de octubre del 2020).
- 4 “Preguntas frecuentes sobre el Proyecto de Resistencia Energética: ¿Cuál es el valor de instalar un sistema de almacenamiento+solar resistente?” *Clean Energy Group*, <https://www.cleanenergygroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/faqs/#toggle-id-3> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 5 “Seminario web sobre almacenamiento de energía para la gestión de la carga por demanda”, *Clean Energy Group*, 24 de junio del 2015, <https://www.cleanenergygroup.org/webinar/energy-storage-for-demand-charge-management>.
- 6 “Introducción a los cargos por demanda” *Clean Energy Group*, <https://www.cleanenergygroup.org/ceg-resources/resource/demand-charge-fact-sheet> (consultado el 3 de septiembre del 2020).
- 7 Seth Mullendore, “Mercados de almacenamiento de energía y electricidad”, *Clean Energy Group*, agosto del 2015, <https://www.cleanenergygroup.org/wp-content/uploads/Energy-Storage-And-Electricity-Markets-August-2015.pdf>.
- 8 Ibid.
- 9 Comisión de Energía de California, “Demostración de una micro red comunitaria segura, confiable y baja en carbono en Blue Lake Rancheria—Informe final del proyecto”, División de Investigación y Desarrollo de Energía, CEC-500-2019-011, enero del 2019, <https://ww2.energy.ca.gov/2019publications/CEC-500-2019-011/CEC-500-2019-011.pdf> y página de inicio de Blue Lake Rancheria, <https://bluelakerancheria-nsn.gov> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 10 Jason Finkelstein, Sean Kane, y Matt Rogers “Cómo el almacenamiento de energía residencial podría ayudar a respaldar la red eléctrica”, *McKinsey & Company*, marzo 20 del 2019, <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/how-residential-energy-storage-could-help-support-the-power-grid>.
- 11 Para obtener más información sobre los costos de interrupción evitados y cómo estos costos pueden afectar la economía de un sistema solar+almacenamiento, consulte Marriele Mango y Seth Mullendore, “Resilient Southeast: Exploring Opportunities for Solar+Storage in Five Cities”, *Clean Energy Group*, abril 25 del 2019, <https://www.cleanenergygroup.org/ceg-resources/resource/resilient-southeast>; y “Valorar la resistencia proporcionada por los sistemas de almacenamiento de energía solar y de batería”, *National Renewable Energy Laboratory*, <https://www.nrel.gov/docs/fy18osti/70679.pdf> (consultado el 3 de septiembre del 2020).
- 12 Marriele Robinson, “Mejoras de resistencia en Boulder Housing Partners”, *Clean Energy Group*, noviembre del 2018, <https://www.cleanenergygroup.org/wp-content/uploads/BHP-Case-Study.pdf>.
- 13 Ibid.
- 14 Ryan Shea y Madeline Tyson, “¿Piensas que el almacenamiento distribuido con energía solar no es rentable? Piensa otra vez”, *Rocky Mountain Institute*, enero 6, del 2020, <https://rmi.org/think-distributed-solar-plus-storage-isnt-cost-effective-think-again>.
- 15 Seth Mullendore, Marriele Robinson y Logan Burke, “Sureste Resistente: Explorando oportunidades para Solar+Almacenamiento en New Orleans, LA”, *Clean Energy Group*, abril del 2019, <https://www.cleanenergygroup.org/wp-content/uploads/Resilient-Southeast-New-Orleans.pdf>.
- 16 Todd Olinsky-Paul, “ConnectedSolutions Primeros Resultados: El innovador programa de eficiencia de las baterías de los clientes de Massachusetts recibe su primera boleta de calificaciones”, *Clean Energy Group*, julio 20 del 2020, <https://www.cleanenergygroup.org/connectedsolutions-first-results>.
- 17 El programa se llama ConnectedSolutions en MA, donde se originó, pero puede tener otros nombres en otros estados. Por ejemplo, en NH se llama “Rendimiento de almacenamiento”. Sin embargo, la estructura del plan es la misma.
- 18 “Utilice su dispositivo de almacenamiento de batería para hacer que la red sea más sostenible”, *Mass Save*, <https://www.masssave.com/saving/residential-rebates/connectedsolutions-batteries> (consultado en 9 de septiembre del 2020).
- 19 Seth Mullendore, “Los pequeños sistemas solares y de almacenamiento de baterías están derribando plantas de energía”, *Clean Energy Group*, 24 de junio del 2019, <https://www.cleanenergygroup.org/small-solar-and-battery-storage-systems-are-toppling-power-plants>.
- 20 “Tesla Powerwall”, *Green Mountain Power*, <https://greenmountainpower.com/product/powerwall> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 21 “Traiga su propio dispositivo”, *Green Mountain Power*, <https://greenmountainpower.com/bring-your-own-device>.
- 22 “Los clientes de GMP mantienen las luces encendidas con energía almacenada con bajo contenido de carbono durante cortes de tormenta”, *Green Mountain Power*, 13 de diciembre del 2018, <https://greenmountainpower.com/news/gmp-customers-keep-lights-on-with-stored-low-carbon-energy-during-storm-outages>.
- 23 “Los programas de almacenamiento de energía de GMP les ahorraron a los clientes \$ 3 millones durante los picos de energía”, *Green Mountain Power*, 29 de septiembre del 2020, <https://vermontbiz.com/news/2020/september/29/gmp%E2%80%99s-energy-storage-programs-saved-customers-3-million-during-energy-peaks>.

PREGUNTA 9

¿Cómo puedo pagar por un sistema Solar+Almacenamiento (incentivos, subvenciones, financiamiento)?

TEMAS CUBIERTOS: incentivos federales fiscales, programas de incentivos estatales y de servicios públicos, ejemplos de programas destinados a apoyar el desarrollo de comunidades de bajos ingresos, ejemplos de proyectos que se benefician del apoyo de subvenciones, discusión de opciones de financiamiento



Si bien el precio de las tecnologías de almacenamiento solar y de baterías ha caído drásticamente en los últimos años, aún pueden ser demasiado costosas para muchos clientes. El costo inicial de un sistema Solar+Almacenamiento puede ser una barrera importante para muchos proyectos, particularmente cuando la obtención de financiamiento es un desafío. En regiones donde las oportunidades de ahorro e ingresos no son lo suficientemente sólidas para asegurar fácilmente financiamiento, los incentivos y las oportunidades de subvenciones desempeñan un papel importante en acelerar el despliegue de Solar+Almacenamiento. Dependiendo de la ubicación del proyecto, puede haber múltiples fuentes de fondos y financiamiento para ayudar a pagar una instalación Solar+Almacenamiento.

Los programas de incentivos que asignan fondos a las poblaciones de bajos ingresos garantizan que las tecnologías sean accesibles a más comunidades.

Incentivos para almacenamiento de baterías y energía solar

Los incentivos estatales, federales y de servicios públicos ayudan a impulsar el desarrollo del mercado de almacenamiento y energía solar al reducir los costos iniciales y mejorar la economía del sistema.¹ Los programas de incentivos que otorgan fondos a las poblaciones de bajos ingresos van un paso más allá garantizando que las tecnologías sean accesibles a más comunidades. En algunos casos, es posible combinar el almacenamiento de baterías y los incentivos solares, compensando el significativo gasto del proyecto.

INCENTIVOS FEDERALES: Cuando se combina la energía solar fotovoltaica y el almacenamiento de baterías estos son elegibles para el crédito fiscal federal por inversión (ITC). Los hogares y las organizaciones que tienen suficientes ingresos imponibles, califican para un crédito fiscal por inversión del 26 por ciento (también conocido como crédito fiscal federal por energía solar) para compensar los costos de la energía solar.² El nivel de incentivo fiscal se fijó en 30 por ciento para los sistemas que comenzaron a construirse antes de fines del 2019, se redujo al 26 por ciento en el 2020, y se reducirá al 22 por ciento en el 2021, antes de eliminarse por completo para los clientes residenciales y reducirse al 10 por ciento para clientes comerciales en el 2022.



El sistema de almacenamiento de baterías del Departamento de Luz Municipal de Sterling proporciona energía de respaldo a la estación de policía de la ciudad.

Cortesía de Clean Energy States Alliance

Para que el almacenamiento califique para el ITC, los sistemas de baterías comerciales deben cargarse principalmente con energía solar en el sitio (al menos el 75 por ciento del tiempo). Los sistemas de baterías residenciales deben cargarse completamente con energía solar para calificar para el crédito fiscal federal. Actualmente, no existe un incentivo fiscal federal para proyectos de almacenamiento independientes o baterías que no se cargan con energías renovables en sitio.

INCENTIVOS ESTATALES: Más estados están comenzando a ofrecer incentivos para el almacenamiento de baterías. El incentivo de almacenamiento de baterías de Nueva York brinda a los clientes (residenciales, industriales y comerciales) un único pago inicial para un proyecto de almacenamiento de energía. Dependiendo de la ubicación del proyecto propuesto, los incentivos pueden variar entre \$125 y \$350 por kilovatio-hora.³ Durante los dos años que el programa ha estado disponible, los incentivos han cubierto, en promedio, aproximadamente el 18 por ciento de los costos del proyecto.⁴

En Maryland, el incentivo por almacenamiento de baterías está estructurado como un crédito fiscal estatal. El crédito fiscal por almacenamiento de Maryland fue el primero de este tipo en el país. El crédito fiscal es por el 30 por ciento de los costos totales de un sistema con un premio máximo de \$5,000. Los certificados de crédito fiscal se emiten en orden de llegada (quien llegue primero) con fondos separados asignados a proyectos residenciales y comerciales. Algunos estados también ofrecen incentivos fiscales para la energía solar. Carolina del Sur y Nueva York, por ejemplo, ofrecen créditos de energía solar de hasta el 25 por ciento de los costos del sistema.⁵

INCENTIVOS PARA BAJOS INGRESOS: Algunos estados han ido un paso más allá al estructurar incentivos para asignar fondos adicionales a proyectos en comunidades de bajos ingresos. Los siguientes programas estatales de incentivos se destacan por priorizar los fondos para el desarrollo del almacenamiento de baterías en comunidades de bajos ingresos:

- **Programa de incentivos de autogeneración de California (SGIP).** SGIP proporciona diferentes niveles de compensación de reembolso para el almacenamiento de baterías según ciertos criterios, principalmente ingresos y proximidad a áreas de alto riesgo de incendios forestales. El programa se divide en tres categorías principales de incentivos: Base, Equidad y Equidad de Resistencia. Los incentivos Equidad y Equidad de Resistencia están diseñados específicamente para comunidades de bajos ingresos y alto riesgo. Las instalaciones y resi-

dencias críticas en comunidades de bajos ingresos y comunidades desfavorecidas definidas por el estado en todo California son elegibles para el incentivo de equidad, que cubre aproximadamente el 80 por ciento del costo para instalar un sistema de almacenamiento de batería. El incentivo Equidad de Resistencia ofrece la tasa de compensación más alta (\$1,000 / kWh), suficiente para compensar el costo total de instalación de un sistema de almacenamiento de baterías. Este incentivo es específicamente para clientes de bajos ingresos, desfavorecidos y médicamente vulnerables que viven en zonas de alta amenaza de incendios forestales o en áreas que han experimentado múltiples interrupciones debido a cortes de energía de seguridad pública (PSPS) relacionados con incendios forestales (tanto las instalaciones críticas como las residencias son elegibles).⁶

Los programas de servicios públicos generalmente brindan al cliente el beneficio de sistemas de almacenamiento de baterías de bajo o reducido costo que pueden proporcionar energía de respaldo resistente en caso de una interrupción.

- **Objetivo renovable solar de Massachusetts (SMART).** SMART está estructurado como un programa de incentivos basado en la producción, que garantiza una cierta tasa de compensación por cada kilovatio-hora de energía solar generada por un sistema. Aunque el programa SMART se lanzó principalmente para incentivar la energía solar, el programa incluye un “sumador” (fondos adicionales) para sistemas que incluyen almacenamiento de baterías. SMART también ofrece sumadores de tasas de compensación a proyectos en comunidades de bajos ingresos. La tasa de incentivo SMART para un cliente depende de la empresa de servicios públicos, el tamaño del sistema y la ubicación del proyecto.⁷

INCENTIVOS PARA LOS SERVICIOS PÚBLICOS: Los servicios públicos ofrecen cada vez más incentivos a los clientes y oportunidades de programas para instalar sistemas de almacenamiento de baterías. Los programas de servicios públicos generalmente brindan a los clientes el beneficio de sistemas de almacenamiento de baterías de bajo o reducido costo que pueden proporcionar energía de respaldo resistente en caso de una interrupción, mientras que los servicios públicos se benefician al aprovechar las baterías para servicios valiosos de la red, como satisfacer la necesidad de demanda pico del sistema. La disponibilidad de programas de servicios públicos de varios años como fuente de ingresos por almacenamiento de baterías puede mejorar en gran medida el financiamiento de un proyecto Solar+Almacenamiento. Para obtener más información sobre los programas de almacenamiento de baterías de servicios públicos, consulte el cuadro sobre *Programas de almacenamiento de baterías de servicios públicos*.

Subsidios

Aunque los costos de las baterías están bajando y los programas de financiamiento y servicios públicos se están expandiendo, Solar+Almacenamiento sigue siendo antieconómico para muchas personas y organizaciones. Las subvenciones, incluidas las fuentes federales, estatales, de servicios públicos y fundaciones, pueden proporcionar los fondos necesarios para muchos proyectos de almacenamiento y energía solar. Dependiendo de la fuente, estas subvenciones pueden

ofrecerse en apoyo de iniciativas de innovación energética, convocatorias de proyectos de demostración o para promover objetivos en beneficio de comunidades o poblaciones específicas. A menudo, las subvenciones no cubren todos los costos del proyecto, sino que ayudan a reducir los costos iniciales.

Las subvenciones pueden ser especialmente útiles para compensar los costos asociados con algunos de los pasos preliminares en el proceso de desarrollo del proyecto: realizar evaluaciones de viabilidad de energía Solar+Almacenamiento. Las subvenciones de asistencia técnica permiten a las organizaciones contratar la experiencia de terceros para analizar una instalación y crear un informe sobre cómo sería un posible proyecto Solar+Almacenamiento, incluyendo el costo, el tamaño del sistema, los beneficios económicos y la duración de la energía de respaldo para cargas críticas.⁸

Otros programas de subvenciones apoyan la implementación de proyectos o una combinación de implementación de proyectos y asistencia técnica. Southface Institute, una organización sin fines de lucro con sede en Atlanta, ofrece el programa GoodUse (Buen Uso) que brinda asistencia técnica y subvenciones para la implementación de proyectos a organizaciones sin fines de lucro en el sureste. El programa GoodUse (Buen Uso) compensa en gran medida los costos asociados con las mejoras de energía, incluyendo el almacenamiento de energía solar y de baterías.⁹ En Maryland, el programa Resiliency Hub de la Administración de Energía de Maryland (MEA) proporciona subvenciones a organizaciones sin fines de lucro, gobiernos locales y empresas que apoyan la instalación de energía Solar+Almacenamiento en comunidades de alta densidad y de ingresos bajos a moderados.¹⁰

Los siguientes son ejemplos de varios proyectos Solar+Almacenamiento, que se beneficiaron de diversas formas de asistencia en forma de subvenciones:

- **El Departamento de Luz Municipal de Sterling** en Massachusetts se benefició de subvenciones estatales y federales para respaldar un proyecto de almacenamiento de baterías vinculado a una granja solar dedicada a alimentar instalaciones críticas que brindan servicios de primeros auxilios.¹¹ Más del 75 por ciento de los costos del proyecto de Sterling fueron cubiertos por subvenciones. El Departamento de Recursos Energéticos de Massachusetts otorgó una subvención de \$1.465 millones y la Oficina de Electricidad del Departamento de Energía de los EE. UU. Otorgó una subvención adicional de \$250,000 a través de la Asociación de Avance de Tecnología de Almacenamiento de Energía, junto con asistencia técnica gratuita.
- **El proyecto Solar+Almacenamiento de los Apartamentos Maycroft** en Washington, DC fue el primer desarrollo de viviendas accesibles en la ciudad en alimentar completamente un centro de resistencia a través de Solar+Almacenamiento. Jubilee Housing recibió una subvención de asistencia técnica de Clean Energy Group para realizar la evaluación inicial de viabilidad de Solar+Almacenamiento, así como una subvención de \$65,000 de la fundación de la empresa de servicios públicos local, La fundación PEPCO, la cual financió parcialmente el sistema de almacenamiento de baterías.¹²
- **El Centro Comunitario POWER House**, ubicado en la comunidad más grande de viviendas públicas de Baltimore, está equipado con Solar+Almacenamiento brindando servicios de emergencia en caso de interrupciones. Durante las operaciones regulares, el centro ofrece programación comunitaria, incluyendo servicios de educación y desarrollo profesional. POWER House se benefició de una subvención de \$250,000 a través del programa MEA Resiliency Hub.¹³

Financiamiento

Hay varias herramientas de financiamiento disponibles para proyectos solares y de almacenamiento. Los mercados convencionales y de bajos ingresos requieren diferentes modelos de financiamiento para abordar sus necesidades específicas. Los préstamos convencionales, las inversiones de capital fiscal y el financiamiento de arrendamiento tradicional son ejemplos de opciones que se ajustan mejor a varios segmentos de clientes comerciales convencionales habilitados para crédito. Los proyectos Solar+Almacenamiento para viviendas accesibles e instalaciones

comunitarias sin fines de lucro requieren diferentes estructuras de financiamiento y modelos de propiedad.¹⁴

Los proyectos Solar+Almacenamiento para viviendas accesibles e instalaciones comunitarias sin fines de lucro requieren diferentes estructuras de financiamiento y modelos de propiedad.

El financiamiento de terceros, que ha sido una opción popular para financiar sistemas solares en el pasado, se está volviendo más popular como herramienta para financiar el almacenamiento de baterías. Un tipo de financiamiento de terceros, es un acuerdo de compra de energía (PPA), que significa un acuerdo entre un desarrollador y un cliente para instalar un sistema solar (o Solar+Almacenamiento) en la propiedad de un cliente con poco o ningún pago inicial.¹⁵

El desarrollador es propietario de la energía generada por el sistema y vende esa electricidad al cliente a una tarifa acordada. Esta tarifa suele ser más baja que la que cobra la empresa de servicios públicos, lo que genera ahorros para el cliente y un pago mensual al desarrollador.

Agregar almacenamiento de batería a un PPA solar aumenta la cantidad que paga un cliente por kilovatio-hora, pero, dependiendo del proyecto, ese aumento puede ser muy bajo.¹⁶ En algunos casos, las partes de almacenamiento solar y de batería de un proyecto pueden ser financiados a través mecanismos independientes, como un PPA para la generación solar y un arrendamiento mensual del sistema de almacenamiento.

Las fundaciones también están interviniendo para crear modelos de financiamiento que apoyen el desarrollo de proyectos Solar+Almacenamiento de bajos ingresos. En enero de 2020, The Kresge Foundation, Clean Energy Group y la Corporación de Eficiencia Energética de la Ciudad de Nueva York (NYCEEC) anunciaron la “iniciativa de Financiamiento de Energía Resistente”, un esfuerzo multimillonario para acelerar el desarrollo del mercado de Solar+Almacenamiento en comunidades históricamente desatendidas a través de una garantía de pago de préstamo.¹⁷ Como parte de esta iniciativa, las organizaciones elegibles pueden acceder a subvenciones de asistencia técnica para cubrir los costos de contratar a un ingeniero externo para realizar una evaluación de viabilidad de Solar+Almacenamiento en una propiedad específica o cartera de propiedades.

P9 NOTAS FINALES

- 1 El Centro de Tecnología de Energía Limpia de Carolina del Norte ofrece la “Base de datos de incentivos estatales para energías renovables y eficiencia”, que brinda una descripción general completa de los incentivos por estado y está disponible en <https://www.dsireusa.org>.
- 2 “Crédito fiscal por inversión para energía solar”, actualizado el 15 de julio del 2020, *EnergySage*, <https://www.energysage.com/solar/cost-benefit/solar-investment-tax-credit>.
- 3 “Panel de incentivos”, *New York State Energy Research and Development Authority*, <https://www.nyserda.ny.gov/All-Programs/Programs/Energy-Storage/Developers-Contractors-and-Vendors/Retail-Incentive-Offer/Incentive-Dashboard> (consultado el septiembre del 2020).
- 4 Julian Spector, “Dos años después, el mercado de almacenamiento de Nueva York ha crecido ‘Más rápido de lo que esperábamos’”, *GTM*, 5 de marzo del 2020, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/two-years-in-new-york-storage-market-has-grown-faster-than-we-expected>.
- 5 Para obtener más información sobre los incentivos estatales de energía solar, visite “Incentivos Solares por Estado, *Sunrun*, <https://www.sunrun.com/solar-lease/cost-of-solar/state-rebates> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 6 Para obtener más información sobre el programa SGIP de California, consulte “Programa de incentivos de autogeneración”, *Comisión de Servicios Públicos de California*, <https://www.cpuc.ca.gov/sgip> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 7 Para obtener más información sobre el programa SMART de Massachusetts, consulte “Programa Solar Massachusetts Renewable Target (SMART)”, *Departamento de Recursos Energéticos de Massachusetts*, <https://www.mass.gov/info-details/solar-massachusetts-renewable-target-smart-program> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 8 A través de su Proyecto de Resistencia Energética, Clean Energy Group estableció un programa nacional de asistencia técnica que otorga pequeñas subvenciones a entidades sin fines de lucro para evaluaciones de viabilidad de almacenamiento y energía solar. El programa se centra en apoyar proyectos en comunidades de bajos ingresos y comunidades de color, proporcionando subvenciones para respaldar la evaluación de solar+almacenamiento para más de 150 instalaciones, incluyendo viviendas accesibles, centros comunitarios y proveedores de servicios críticos. Para obtener más información sobre algunos de los proyectos que han recibido subvenciones a través del Fondo de asistencia técnica de Clean Energy Group, consulte “Instalaciones de energía resistentes destacadas”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanenergy.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations>.
- 9 Para obtener más información sobre el programa GoodUse que ofrece Southface, visite “GoodUse”, *Southface*, <https://www.southface.org/our-work/programs/newe-gooduse> (consultado el 8 de septiembre del 2020).
- 10 “Centro de resistencia”, *Administración de Energía de Maryland*, <https://energy.maryland.gov/Pages/Resiliency-Hub.aspx> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 11 Para obtener más información sobre el proyecto del Departamento de Luz Municipal de Sterling, visite “Instalaciones de energía resistente destacadas: Sistema de almacenamiento de energía del Departamento de Luz Municipal de Sterling”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanenergy.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/sterling-energy-storage> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 12 Para obtener más información sobre el proyecto de apartamentos de Maycroft, visite “Instalaciones de energía resistentes destacadas: Apartamentos de Maycroft”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanenergy.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/maycroft-apartments> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 13 Para obtener más información sobre el proyecto resistente, visite “Centros de resistencia de Maryland: Invitación abierta para ayudar a los vecindarios”, *Administración de Energía de Maryland*, 8 de noviembre de 2018, <https://news.maryland.gov/mea/2018/11/08/resiliency-hubs-are-an-open-invitation-to-help-neighborhoods> y “Nuestros Programas,” *Fundación de Aulas Vivas*, <https://livingclassrooms.org/programs/power-house-community-center> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 14 Para obtener más información sobre estas herramientas de financiamiento, consulte Robert Sanders y Lewis Milford, “Poseyendo los Beneficios de Solar+Almacenamiento”, *Clean Energy Group*, febrero del 2018, <https://www.cleanenergy.org/wp-content/uploads/Ownning-the-Benefits-of-Solar-Storage.pdf>.
- 15 “Acuerdo de Compra de Energía Solar”, *Solar Energy Industries Association*, <https://www.seia.org/research-resources/solar-power-purchase-agreements> (consultado el 9 de septiembre del 2020).
- 16 Para ver un ejemplo de cómo se puede agregar almacenamiento de batería a un PPA solar, consulte Florian Mayr, “¿Almacenamiento de batería a US \$20 / MWh? Desglosando los PPA de almacenamiento y energía solar de bajo costo en los EE. UU. ”, *Energy Storage News*, 23 de marzo del 2020, <https://www.energy-storage.news/blogs/battery-storage-at-us20-mwh-breaking-down-low-cost-solar-plus-storage-ppas>.
- 17 El territorio de servicio de NYCEEC incluye Nueva York, Pensilvania, D.C., Maryland, Delaware, Nueva Jersey, Connecticut, Rhode Island y Massachusetts. Para obtener más información sobre la iniciativa Financiamiento de Energía Resistente, consulte la “Hoja informativa sobre el financiamiento de energía resistente”, *Clean Energy Group*, actualizada el 24 de septiembre del 2020, <https://www.cleanenergy.org/ceg-resources/resource/financing-resilient-power-fact-sheet> (consultado el 5 de octubre del 2020).

¿Puede Solar+Almacenamiento ser desarrollado para beneficiar a las comunidades de bajos ingresos?

TEMAS CUBIERTOS: Resumen de la importancia de los beneficios económicos, de resistencia y ambientales de Solar+Almacenamiento para las comunidades de bajos ingresos, barreras de concientización y accesibilidad para la adopción del Solar+Almacenamiento, estudios de caso de proyectos que benefician a los de bajos ingresos



Por muchas razones, la implementación de Solar+Almacenamiento se debe priorizar en las comunidades de bajos ingresos primero, no como un segundo pensamiento, como ha sido el caso de otras soluciones de energía limpia y medidas de eficiencia. Las poblaciones de bajos ingresos enfrentan mayores cargas de energía que otras comunidades, lo que significa que

Las poblaciones de bajos ingresos enfrentan mayores cargas de energía que otras comunidades, lo que significa que los residentes pagan una mayor proporción de sus ingresos a los servicios públicos en comparación con los residentes de ingresos medios o áreas de altos ingresos.

los residentes pagan una mayor proporción de sus ingresos en costos de servicios públicos en comparación con los residentes en áreas de ingresos medios o altos.¹ Las comunidades de ingresos bajos también son más vulnerables a los impactos climáticos adversos y es más probable que estén sujetos a mayores cargas ambientales, como los contaminantes de la industria de combustibles fósiles. Sin embargo, existen barreras para el desarrollo de Solar+Almacenamiento en comunidades de bajos ingresos que pueden hacer que los proyectos sean más desafiantes. Estas barreras deben abordarse para garantizar una distribución más equitativa de los recursos.

Solar+Almacenamiento puede beneficiar a las comunidades de bajos ingresos de tres formas importantes: **económicamente, resistencia y ambiental.**

Beneficios económicos

Solar+Almacenamiento puede generar beneficios económicos durante todo el año. Los ahorros e ingresos generados por Solar+Almacenamiento son especialmente críticos en las comunidades de bajos ingresos, donde los hogares sufren una mayor carga de energía y las instalaciones comunitarias a menudo deben lidiar con presupuestos reducidos y problemas de capacidad. Los sistemas residenciales instalados en áreas de servicios públicos que tienen programas amigables con el almacenamiento, como los programas ofrecidos por Green Mountain Power en Vermont (vea el recuadro sobre Programas de almacenamiento de baterías de servicios públicos, p.67), pueden recibir baterías subsidiadas y / o pagos por permitir que el servicio público utilice su batería para servicios de la red. Algunos programas estatales también ofrecen incentivos más altos específicamente para poblaciones de bajos ingresos o médicamente vulnerables (tanto clientes residenciales como comerciales). Estos incentivos y flujos de valor pueden hacer que



Nuevo sistema solar instalado en una estación de bomberos en Yauco, Puerto Rico como parte de un sistema resistente Solar+Almacenamiento.

Cortesía de Solar Responders

el sistema Solar+Almacenamiento sea más accesible, en algunos casos compensando la mayor parte o incluso la totalidad del costo de un sistema de baterías.

Para las instalaciones comunitarias que atienden a poblaciones de bajos ingresos, Solar+Almacenamiento a menudo puede reducir los costos de servicios públicos mediante la gestión de la demanda en sitio. Las instalaciones críticas tienen el beneficio económico adicional de evitar impactos financieros potencialmente significativamente negativos durante interrupciones de energía, que de otro modo podrían equivaler a miles de dólares perdidos en caso de un corte. Por ejemplo, una clínica de salud en California, perdió cientos de miles de dólares en medicamentos / vacunas reguladas por temperatura cuando un apagón dejó la clínica sin refrigeración.²

Beneficios de resistencia

Las baterías pueden proporcionar horas, o incluso días, de energía en caso de una interrupción, dependiendo de las cargas que soporta el sistema y si está emparejado con energía solar en el sitio. Los residentes de bajos ingresos enfrentan impactos desproporcionados cuando ocurren interrupciones. Los cortes de energía planificados en California en octubre del 2019 dejaron sin energía a los más vulnerables, incluyendo 300,000 personas con Medi-Cal (un programa de seguro médico para bajos ingresos en California) y 51,000 hogares que dependen de asistencia alimentaria.³ Sin energía, la comida que se pierde debido a la falta de refrigeración puede provocar problemas de seguridad alimentaria. Para los residentes vulnerables médicamente, el almacenamiento de la batería podría ser compatible con equipos críticos médicos, como concentradores de oxígeno o refrigeración para medicamentos sensibles a la temperatura.

Combinado con energía solar, el almacenamiento de baterías puede alimentar cargas críticas por más tiempo. Un residente en Vermont informó que su sistema Solar+Almacenamiento alimentó su hogar por 82 horas durante un corte de energía.⁴ Las instalaciones comunitarias equipadas con Solar+Almacenamiento pueden proporcionar servicios de emergencia a los vecindarios circundantes durante una interrupción de energía. Solar+Almacenamiento también puede alimentar espacios comunitarios de viviendas accesibles, instalaciones de vida independiente y viviendas para personas mayores, lo que permite a los residentes acceder a energía local y confiable en caso de un corte para cargar dispositivos médicos, tener acceso a calefacción / refrigeración y almacenar productos perecederos en un refrigerador comunitario. Al equipar estas instalaciones con sistemas confiables Solar+Almacenamiento, los miembros de la comunidad tienen un recurso de energía de respaldo invaluable mientras los esfuerzos de respuesta y recuperación de desastres estén trabajando, lo que permite que esas instalaciones continúen sirviendo como una confiable institución local que está disponible para proporcionar energía de emergencia cuando sea necesario.

Beneficios ambientales

Solar+Almacenamiento compensa las emisiones de gases de efecto invernadero al reducir la dependencia a la red de un edificio y puede reducir la necesidad de plantas de energía de combustibles fósiles en tiempos de alta demanda de energía. La energía durante estos períodos de demanda máxima a menudo se satisface con plantas de energía ineficientes conocidas como picos que generalmente se encuentran en comunidades minoritarias y de bajos ingresos.⁵ El almacenamiento de baterías también puede reducir o reemplazar la necesidad de generadores de respaldo diesel o de gas. Actualmente, las instalaciones críticas con un sistema de energía de respaldo probablemente dependen de generadores tradicionales de diesel o gas, que emiten contaminantes tóxicos que contribuyen a la contaminación del aire y son dañinos para la salud pública. De hecho, un estudio encontró que el 83 por ciento de las intoxicaciones fatales por monóxido de carbono relacionadas con desastres en los Estados Unidos se atribuyeron al uso inadecuado de generadores.⁶ El almacenamiento de batería puede servir como un recurso de energía de respaldo confiable que no emite contaminantes dañinos.

Barreras para la adopción de Solar+Almacenamiento

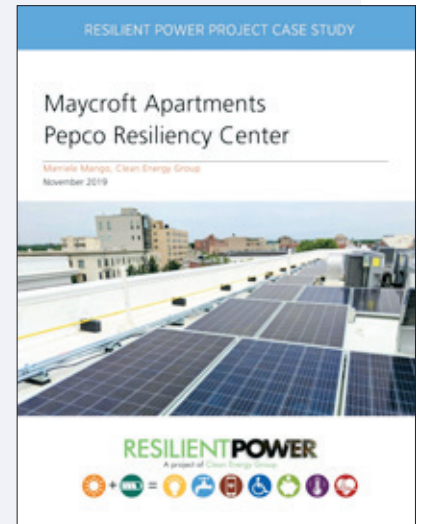
La adopción de Solar+Almacenamiento está creciendo rápidamente, pero la mayoría de las comunidades de bajos ingresos siguen sin poder acceder por completo a las tecnologías de almacenamiento solar y de baterías. Los principales obstáculos para el desarrollo de Solar+Almacenamiento en comunidades de bajos ingresos se relacionan con el conocimiento y la accesibilidad.

CONOCIMIENTO: La mayoría de residentes y proveedores de servicios en comunidades de bajos ingresos tienen un conocimiento limitado o nulo de las tecnologías de almacenamiento de baterías; en muchos casos, incluso la energía solar puede ser muy poco entendida. La educación es un tema importante; Por ejemplo, pocos estados ofrecen programas de almacenamiento de baterías que educan y / o incentivan el almacenamiento de baterías para comunidades de bajos ingresos, a diferencia del mercado solar de bajos ingresos que se ha beneficiado por años de programas de incentivos estatales y federales dedicados.⁷ Estos programas no solo mejoraron la economía de la energía solar, sino que también promovieron la expansión del mercado al incentivar a los desarrolladores a expandir sus mercados a comunidades de bajos ingresos. Algunos estados se

Estudios de caso Solar+Almacenamiento

Los primeros en adoptar Solar+Almacenamiento proporcionan estudios de casos del mundo real sobre cómo funcionan los sistemas de almacenamiento solar y de baterías en entornos comunitarios. Los proyectos Solar+Almacenamiento en instalaciones críticas que sirven a comunidades de bajos ingresos, especialmente, brindan información valiosa sobre cómo estos sistemas pueden servir a la comunidad en general, tanto a través de beneficios económicos como de resistencia. Aquí exploraremos cuatro estudios de caso: viviendas accesibles, escuelas, proveedores de servicios sin fines de lucro y centros comunitarios.

APARTAMENTOS MAYCROFT, DC: Solar+Almacenamiento en los apartamentos Maycroft de Jubilee Housing proporciona energía de emergencia de respaldo a un espacio comunitario. En caso de un apagón, los residentes, muchos de los cuales dependen de la electricidad para fines médicos, pueden usar el espacio comunitario para acceder a calefacción / aire acondicionado, un televisor, refrigeración para productos perecederos y medicamentos sensibles a la temperatura, así como enchufes para cargar teléfonos celulares y equipo médico dependiente de electricidad. El sistema de batería de 46 kilovatios / 56 kilovatios-hora, conectado a un panel solar en la azotea de 62,4 kilovatios, también alimenta la iluminación de escaleras y pasillos en todo el complejo. Además de la capacidad de resistencia, la matriz solar comunitaria le ahorrará a cada hogar aproximadamente \$40 por mes en sus facturas de servicios públicos.¹⁰



ALBERGUES DE EMERGENCIA SUNSMART, FL: La Oficina de Energía de la Florida y los socios estatales crearon el programa Florida SunSmart E-Shelter para equipar a 112 escuelas públicas con pequeños sistemas Solar+Almacenamiento (por lo general, 10 kilovatios de energía solar combinados con un sistema de batería de 40 kilovatios-hora). Los sistemas proporcionan suficiente energía de respaldo para mantener la iluminación, los enchufes eléctricos y el equipo de comunicaciones, lo que permite que las escuelas actúen como centros de recursos de emergencia en caso de un corte de energía. Cada refugio puede brindar servicios de 100 a 500 personas. Durante el huracán Irma en el 2017, 41 escuelas abrieron como refugios usando sus sistemas de almacenamiento solar. Durante las operaciones regulares, el sistema solar reduce los costos de servicios eléctricos. Se prevé que cada escuela ahorrará entre \$1,500 y \$1,600 en costos de energía cada año.¹¹

VIA SERVICIOS DE MOVILIDAD, CO: Via Servicios de Movilidad (Via), el principal proveedor de servicios de movilidad sin fines de lucro en Boulder, trabajó con la ciudad de Boulder para desarrollar un sistema Solar+Almacenamiento para su centro de transporte. Via opera una variedad de programas de transporte para personas mayores, personas con discapacidades y otras personas que viven con limitaciones de movilidad en Colorado. El sistema Solar+Almacenamiento consta de una matriz solar de 10.7 kilovatios y una batería de óxido de titanio y litio de 57.2 kilovatios. El sistema alimenta cargas de TI críticas (como teléfonos y computadoras) en todo momento. En el caso de una interrupción, el sistema también suplente iluminación, HVAC y carga a buses eléctricos. En el verano del 2018, después de que se instaló el sistema, Via experimentó una interrupción. El sistema funcionó como se esperaba, proporcionando energía automática a las cargas críticas durante la interrupción.¹²

CENTRO COMUNITARIO TISH NON, CA:¹³ El Bear River Band de Rohnerville Rancheria, una tribu de nativos americanos en el norte de California reconocida por el distrito federal, instaló un sistema híbrido de Solar+Almacenamiento y sistema eólico (de viento) en su Centro Comunitario Tish Non, que consiste en una matriz solar de 100 kilovatios montada en el suelo, un sistema de almacenamiento de batería de 30 kilovatios / 60 kilovatios-hora y 20 micro turbinas eólicas (de viento). El Centro Comunitario Tish Non ofrece servicios comunitarios vitales, incluyendo programas educativos y una guardería y también alberga una variedad de programas comunitarios importantes. El sistema híbrido sostendrá cargas críticas durante una interrupción. Además, se estima que el período de recuperación del sistema es de solo 10 años, principalmente debido a los ahorros en las facturas de servicios públicos, el sistema proporciona el 40 por ciento anual de energía usada y reduce las cargas de demanda a través de rebajas del pico.

asociaron con organizaciones comunitarias para divulgar y maximizar la educación solar.⁸ Incluso en los estados que han desarrollado incentivos para impulsar la absorción de almacenamiento en las comunidades de bajos ingresos, han tendido a tener poca aceptación debido a la limitada visibilidad del programa, su deficiente diseño y su inadecuada participación comunitaria.

Los programas diseñados para mejorar la educación y la adopción necesitan ser implementados para que el almacenamiento de baterías sea accesible a personas de bajos ingresos y comunidades desfavorecidas.

Es necesario implementar programas diseñados para mejorar la educación y la adopción para que el almacenamiento de baterías llegue a las comunidades desfavorecidas y de bajos ingresos. Crear conciencia sobre la resistencia energética es especialmente difícil porque, a diferencia de la energía solar fotovoltaica, el almacenamiento de baterías a menudo compite con otra tecnología distribuida que está beneficiada por décadas de dominio en el mercado: los generadores diesel. A pesar de los riesgos a la salud, como la intoxicación por monóxido de carbono, las emisiones de gases tóxicos y los desafíos operativos (por ejemplo, los generadores diesel requieren un reabastecimiento de combustible frecuente), los generadores diesel (y cada vez más, los generadores de gas natural) son la opción de acceso más fácil durante una interrupción. Los programas que incorporan educación sobre el almacenamiento de baterías son necesarios para crear conciencia sobre ellos, especialmente en comunidades de bajos ingresos.

ACCESIBILIDAD: Con algunas excepciones, el almacenamiento de baterías sigue siendo en gran medida inaccesible para personas y organizaciones que carecen de recursos financieros. Los proveedores de servicios que operan en comunidades de bajos ingresos a menudo se enfrentan a problemas de capacidad y recursos presupuestarios limitados, lo que hace que el desarrollo del almacenamiento de baterías sea un esfuerzo especialmente difícil de realizar. Sin incentivos económicos y oportunidades de financiamiento, Solar+Almacenamiento seguirá siendo antieconómico para la mayoría de los miembros de comunidades de bajos ingresos.

Los programas que asignan fondos destinados y niveles más altos de incentivos para apoyar el desarrollo de Solar+Almacenamiento en comunidades de bajos ingresos reducen los riesgos asociados con financiamiento y las inversiones de bolsillo. El Programa de incentivos de autogeneración de California (SGIP), por ejemplo, ofrece incentivos de almacenamiento de baterías mucho más grandes para los clientes de comunidades de bajos ingresos, en particular aquellos que están en riesgo de sufrir cortes de energía debido a incendios forestales. De manera similar, el programa Solar Massachusetts Renewable Target (SMART) proporciona un complemento (incentivos aumentados) para proyectos en comunidades de bajos ingresos y proyectos que incluyen almacenamiento de baterías con energía solar. Para leer una revisión más detallada de los programas de incentivos, consulte la Pregunta 9: *¿Cómo puedo pagar por un sistema Solar+Almacenamiento (incentivos, subvenciones, financiamiento)?*

Adicionalmente, la asistencia técnica de financiamiento para compensar costos previos al desarrollo y las innovadoras oportunidades de financiamiento adaptadas a las necesidades de las comunidades de bajos ingresos pueden ayudar a las instalaciones comunitarias críticas a superar los obstáculos financieros asociados con la comprensión y el pago de un sistema Solar+Almacenamiento.⁹

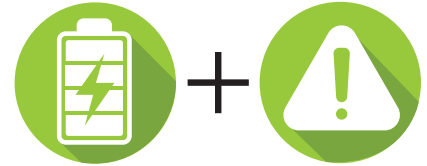
P10 NOTAS FINALES

- 1 Para obtener más información sobre el término “carga energética” y cómo los hogares de bajos ingresos se ven afectados de manera desproporcionada, visite <https://climateralityproject.org/blog/energy-burden-what-it-and-how-renewables-can-help>.
- 2 Maya Earls, “Clínicas en crisis durante apagones intencionales”, *Climate Wire*, 13 de noviembre del 2019, <https://www.eenews.net/climatewire/stories/1061524971>.
- 3 Joaquin Palomino y Cynthia Dizikes, “Los cortes de energía golpearon duramente a algunas de las comunidades más pobres del estado”, *San Francisco Chronicle*, 3 de noviembre del 2019, <https://www.sfchronicle.com/california-wildfires/article/Power-outages-hit-some-of-state-s-poorest-14804853.php>.
- 4 Julian Spector, “Baterías frente a apagones: 1,100 hogares alimentados a través de Vermont apagones con almacenamiento”, *GTM²*, 7 de noviembre del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/green-mountain-power-kept-1100-homes-lit-up-during-storm-outage>.
- 5 “Proyectos: Eliminación gradual de los picos”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanegroup.org/ceg-projects/phase-out-peakers> (consultado el 10 de septiembre del 2020).
- 6 Shahed Iqbal, PhD et al., “Una revisión del envenenamiento por monóxido de carbono relacionado con desastres: vigilancia, epidemiología y oportunidades para la prevención”, *American Journal of Public Health*, 102 (10): 1957–1963, octubre del 2012, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3490658>.
- 7 Bentham Paulos, “Llevando los beneficios de la energía solar a los consumidores de bajos ingresos: una guía para estados y municipios”, *Clean Energy States Alliance*, 2017, <https://www.cesa.org/wp-content/uploads/Bringing-the-Benefits-of-Solar-to-Low-Income-Consumers.pdf>.
- 8 “SOMAH y socios comunitarios”, *Solar en Viviendas Accesibles Multifamiliares (SOMAH)*, <https://calsomah.org/somah-and-community-based-partners> (consultado el 10 de septiembre del 2020).
- 9 Para obtener más información sobre *Financiamiento de resistencia energética*, una iniciativa de \$3.3 millones de The Kresge Foundation, en asociación con Clean Energy Group, para acelerar el desarrollo del mercado de tecnologías de almacenamiento de energía solar fotovoltaica más baterías (solar almacenamiento) en comunidades históricamente desatendidas, consulte “Hoja de datos sobre financiamiento de resistencia energética”, *Clean Energy Group*, actualizada el 24 de septiembre del 2020, <https://www.cleanegroup.org/ceg-resources/resource/financing-resilient-power-fact-sheet>.
- 10 “Instalaciones de resistencia energética destacadas: Maycroft Apartments”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanegroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/maycroft-apartments> (consultado el 4 de septiembre del 2020).
- 11 “Instalaciones de resistencia energética destacadas: Programa de refugios de emergencia SunSmart”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanegroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/sunsmart-emergency-shelters-program> (consultado 10 de septiembre del 2020).
- 12 “Instalaciones de resistencia energética destacadas: a través de servicios de movilidad”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanegroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/via-mobility-services> (consultado el 10 de septiembre del 2020).
- 13 “Instalaciones de resistencia energética destacadas: Tish Non Community Center”, *Clean Energy Group*, <https://www.cleanegroup.org/ceg-projects/resilient-power-project/featured-installations/tish-non-community-center> (consultado 10 de septiembre del 2020).

PREGUNTA 11

¿Es seguro el almacenamiento de la batería?

TEMAS CUBIERTOS: Descripción general de los riesgos de seguridad del almacenamiento de baterías y consideraciones de ubicación, fugas térmicas, riesgos de seguridad cuando ocurre un incendio, recursos con más información sobre los códigos recomendados de seguridad contra incendios, procedimientos y las mejores prácticas



Al igual que con cualquier tecnología energética, existen ciertas inquietudes de seguridad que deben abordarse al considerar instalar un sistema de almacenamiento de baterías. Sin embargo, según numerosos estudios y decenas de miles de implementaciones, se ha descubierto que las

tecnologías de baterías de fabricantes confiables son seguras para aplicaciones de almacenamiento de energía en sitio cuando son instaladas por profesionales experimentados que siguen los procedimientos recomendados. Los tipos de tecnologías actuales de baterías que se implementan comúnmente en las instalaciones de almacenamiento de energía no emiten gases nocivos durante su funcionamiento y presentan pocos riesgos graves al implementarse las medidas de seguridad adecuadas durante el proceso de instalación.

La seguridad del almacenamiento de baterías comienza con la ubicación adecuada del sistema en función de una evaluación de peligros potenciales, como condiciones climáticas extremas o fenómenos meteorológicos. Las baterías ubicadas en climas más cálidos pueden requerir medidas de enfriamiento adicionales. Las baterías ubicadas en áreas sujetas a inundaciones deben instalarse elevadas más altas por encima del plano de inundación o en recintos impermeables. Las consideraciones de ubicación también deben garantizar un acceso adecuado y claramente marcado al sistema de batería y equipo relacionado, en caso de incendio u otras emergencias en las que el sistema deba desactivarse para proteger la seguridad de los socorristas.

La mejor manera de minimizar y prevenir lesiones cuando ocurren incendios en sitios con sistemas de almacenamiento de baterías es incorporar dispositivos de monitoreo que detecten riesgos de incendio y alerten al personal en el sitio, junto con sistemas de supresión y ventilación.

Seguridad contra incendios

La mayoría de las inquietudes de seguridad asociadas con los sistemas de almacenamiento de baterías están relacionadas con los riesgos de incendio. Esto se puede dividir en dos grupos:

1) el riesgo de que un sistema de almacenamiento se encienda y pueda iniciar un incendio y
2) el riesgo para las personas en sitio y quienes responden cuando ocurre un incendio en una instalación con almacenamiento de baterías. La gravedad de ambos riesgos a menudo tiene menos que ver con la química específica del almacenamiento de energía que se utiliza (aunque esto puede ser un factor) y más con las medidas de contención, extinción y seguridad de incendios que se hayan implementado. Se han diseñado códigos y estándares para las baterías a fin

de minimizar los riesgos de seguridad, al brindar orientación sobre las mejores prácticas al ubicar e instalar un sistema de almacenamiento.

INICIANDO UN INCENDIO: Han existido algunos casos de alto perfil de baterías de iones de litio en productos electrónicos de consumo que se han incendiado, como el Samsung Galaxy Note 7 que fue prohibido en vuelos comerciales debido a problemas de seguridad. Más tarde se descubrió que el Galaxy Note 7 sufría de baterías de tamaño irregular y otros problemas de fabricación.¹

Al igual que con los teléfonos Samsung defectuosos, la mayoría de incendios causados por baterías de iones de litio se deben a algún tipo de error de diseño o fabricación. La producción defectuosa de la batería puede provocar que los sistemas de almacenamiento de energía se sobrecalienten, lo que resulta en una falla del sistema conocida como “fuga térmica”. La fuga térmica básicamente significa que la batería no puede eliminar el calor tan rápido como se genera. En estas condiciones, la temperatura puede aumentar hasta el punto que la celda de la batería se incendia. Si no se contiene adecuadamente, la fuga térmica puede propagarse a las celdas cercanas, lo que resulta en una falla del sistema en cascada y una mayor gravedad del fuego.

Ciertas tecnologías de baterías conllevan un mayor riesgo de fuga térmica debido a la composición química subyacente de sus células.

Ciertas tecnologías de baterías conllevan un mayor riesgo de fuga térmica debido a la composición química subyacente de sus células. Por ejemplo, los sistemas de baterías de iones de litio que utilizan celdas de níquel-manganeso-cobalto (NMC) conllevan un mayor riesgo de fuga térmica; mientras que las celdas de batería de litio-hierro-fosfato (LFP) no lo hacen (consulte la Pregunta 2: *¿Qué tipos diferentes de baterías están disponibles*

(y cuál es la adecuada para mí?)). Incluso en los productos químicos que conllevan algún riesgo de fuga térmica, el riesgo se puede minimizar mediante el diseño adecuado del sistema y la implementación de sistemas de detección temprana y apagado de la batería. Es importante investigar cualquier producto de batería que se esté considerando para un proyecto y así asegurarse de que el fabricante tenga un historial probado de implementaciones, para verificar que la tecnología de la batería haya sido completamente probada y certificada, y para asegurarse de que la batería esté respaldada por una garantía confiable. Un ejemplo de esto es verificar que la tecnología de batería que se está considerando haya recibido la certificación UL.²

CUANDO OCURRE UN INCENDIO: En el 2019, ocurrió un incendio en una instalación grande de almacenamiento de baterías en Arizona.³ Esta fue la primera instancia documentada de un incendio grave en una instalación de baterías de iones de litio en los Estados Unidos. Varios bomberos resultaron heridos por una explosión en el sitio cuando respondieron al incidente. Una extensa investigación sobre el evento encontró que, aunque el incendio comenzó debido a una celda de batería defectuosa, las lesiones podrían haberse evitado si se hubieran implementando algunas medidas de seguridad adicionales, incluyendo sensores para detectar fallas en el sistema de la batería, ventilación para eliminar la acumulación de gases explosivos liberados durante la combustión y un entrenamiento más extenso de los socorristas.⁴

La mayoría de los expertos en seguridad y de la industria están de acuerdo en que la mejor manera de minimizar y prevenir lesiones cuando ocurren incendios en sitios con sistemas de almacenamiento de baterías es incorporar dispositivos de monitoreo que detecten riesgos de incendio y alertaren al personal en el sitio, junto con sistemas de supresión y ventilación para minimizar el riesgo cuando lleguen los socorristas. Dependiendo del tamaño, la ubicación y el tipo de sistema de batería que se instale, se pueden recomendar sistemas de ventilación

specializados o en algunos casos requeridos, como parte de una instalación de almacenamiento de energía. Es posible que los sistemas más pequeños y los instalados al aire libre no necesariamente requieran ventilación adicional.

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) comenzó a desarrollar un estándar para la instalación de tecnologías de almacenamiento de energía en el 2016, NFPA 855.⁵ El objetivo del documento de orientación es establecer un estándar de las medidas de seguridad contra incendios y establecer requisitos mínimos para mitigar los peligros asociados con las instalaciones de almacenamiento de energía. Entre los temas tratados por NFPA 855 se encuentran métodos seguros para enfriar y extinguir incendios en sistemas de almacenamiento de energía. Según la norma, se ha descubierto que el agua es un “agente extintor eficaz” para la mayoría de los incendios de almacenamiento de energía, incluyendo las químicas de baterías de iones de litio.

El grupo industrial, Asociación de Almacenamiento de Energía (ESA), también ha creado documentos de orientación de seguridad para el almacenamiento de energía. A través de la Iniciativa de Responsabilidad Corporativa de la organización, la ESA publicó un documento de pautas de seguridad operativa de almacenamiento de energía y un modelo de plan de respuesta a emergencias de almacenamiento de energía.⁶ Los documentos de ESA incluyen recomendaciones prácticas de seguridad, como garantizar que los sistemas de almacenamiento de energía estén claramente marcados e informar al departamento de bomberos local de métodos apropiados de extinción de incendios, capacitación en seguridad para el personal en el sitio e instalación de rociadores y sistemas de ventilación según corresponda.

P11 FIGURA 1: **Medidas de seguridad para el almacenamiento de baterías**



Peligros Ambientales

La seguridad del almacenamiento de la batería comienza con la ubicación adecuada para garantizar que el sistema esté aislado de posibles peligros ambientales, como condiciones climáticas extremas e inundaciones.



Controles de Temperatura

Algunos sistemas de almacenamiento pueden requerir sistemas de calefacción y / o refrigeración dedicados a regular la temperatura para funcionar correctamente.



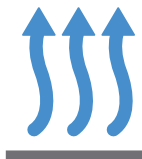
Codigos y estándares

Siga los códigos y estándares más actualizados e implemente las mejores prácticas de seguridad al instalar un sistema de almacenamiento



Conciencia

Las áreas que contienen sistemas de almacenamiento de baterías deben estar claramente marcadas y el todo el personal debe estar informado de cualquier peligro a la seguridad. Los sistemas de advertencia deben alertar inmediatamente al personal del sitio y de primeros auxilios de cualquier falla del sistema



Ventilación

Los sistemas de batería contenidos en áreas cerradas pueden requerir ventilación para evitar la acumulación de gases explosivos durante una falla del sistema.



Supresión de incendios

Un equipo de extinción de incendios eficaz debe ser instalado en caso de que ocurra un incendio. Se debe informar a los socorristas locales y regionales de peligros potenciales y recibir el entrenamiento pertinente.

P11 NOTAS FINALES

- 1 Matt Swider, “He aquí por qué las baterías del Samsung Galaxy Note 7 se incendiaron y explotaron”, *Techradar*, 23 de enero del 2017, <https://www.techradar.com/news/samsung-galaxy-note-7-battery-fires-heres-why-they-exploded>.
- 2 Las certificaciones UL, como UL 9540: Estándar para sistemas y equipos de almacenamiento de energía, incluyen requisitos de prueba para verificar que un producto de almacenamiento de energía cumple con ciertos umbrales mínimos de estándares de seguridad. Consulte “Norma ANSI / CAN / UL para sistemas y equipos de almacenamiento de energía”, *UL Standards Sales Site*, https://standardscatalog.ul.com/standards/en/standard_9540, (consultado el 8 de septiembre del 2020).
- 3 Julian Spector, “La explosión de la batería de Arizona está cambiando la sabiduría convencional sobre seguridad”, *GTM*², 10 de octubre del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/arizona-battery-explosion-conventional-wisdom-safety>.
- 4 DNV GL Energy Insights USA, Inc., “Recomendaciones y análisis técnicos de eventos del sistema de almacenamiento de energía de batería McMicken”, *Servicio público de Arizona*, 18 de julio del 2020, <https://www.aps.com/-/media/APS/APSCOM-PDFs/About/Our-Company/Newsroom/McMickenFinalTechnicalReport.ashx?la=en&hash=50335FB5098D9858BFD276C40FA54FCE>.
- 5 “Norma para la instalación de sistemas de almacenamiento de energía estacionarios: 2020”, *National Fire Protection Association*, <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=855> (consultado el 10 de septiembre del 2020).
- 6 “Iniciativa de responsabilidad corporativa de la ESA: Directrices de seguridad operativa de almacenamiento de energía de EE. UU.”, *Energy Storage Association*, 17 de diciembre del 2019, <https://energystorage.org/wp/wp-content/uploads/2019/12/U.S.-Energy-Storage-Operational-Safety-Guidelines.pdf> y “Plan de respuesta ante emergencias de la iniciativa de responsabilidad corporativa de almacenamiento de energía”, *Energy Storage Association*, actualizado el 20 de septiembre del 2019, <https://energystorage.org/wp/wp-content/uploads/2019/09/Corporate-Responsibility-Initiative-Emergency-Response-Plan.pdf>.

PREGUNTA 12

Cuáles son los impactos ambientales del almacenamiento de baterías?

TEMAS CUBIERTOS: Impacto ambiental y social de la excavación y procesos de fabricación de baterías de plomo ácido y de iones de litio, consideraciones sobre el final de la vida útil (reciclaje, reutilización)



El desarrollo de baterías de plomo ácido y de iones de litio conlleva impactos tanto sociales como ambientales. Aquí nos centraremos en tres etapas del ciclo de vida de la batería para medir el impacto ambiental y humano: **extracción**, **producción** y **final de vida**.

Existen preocupaciones sociales y ambientales asociadas con la excavación y fabricación de baterías de iones de litio y plomo ácido. Ambos están compuestos por recursos finitos que impactan el medio ambiente a través de procesos de minería y fabricación.

Extracción y producción

Existen preocupaciones sociales y ambientales asociadas con la minería y la fabricación de baterías de iones de litio y plomo ácido. Ambas están compuestas por recursos finitos que impactan el medio ambiente a través de procesos de minería y manufactura y pueden estar asociadas con prácticas de explotación debido a regulaciones laxas (o inexistentes). (Consulte la tabla 1 de P12).

La principal preocupación de fabricación y minería asociada con las baterías de plomo ácido está relacionada con el plomo. No existe un nivel seguro de exposición al plomo para los seres humanos e incluso una exposición modesta durante un período de tiempo puede provocar complicaciones de salud importantes, como fallos en los órganos internos. El suelo o el polvo contaminado puede y ha causado envenenamientos y muertes por plomo, especialmente en los países en desarrollo donde la minería es común y las regulaciones son laxas.¹ Para el medio ambiente, la exposición al plomo relacionada con la minería puede contaminar el agua, el suelo y los cultivos. Un estudio encontró impactos generalizados en la salud de las comunidades en China que rodean las minas de plomo.² Las baterías de plomo ácido

también requieren prácticas de procesamiento intensivas en energía, lo que resulta en tasas más altas de contaminación que las de iones de litio.

Las baterías de iones de litio requieren una cantidad significativamente menor de materias primas que las baterías de plomo ácido y, por lo tanto, tienen un impacto menor en el medio ambiente cuando se están excavando.³ Además, los materiales que entran en una batería de iones de litio son menos peligrosos que el plomo, que es un metal pesado tóxico, lo que hace que la contaminación sea un problema menor. Sin embargo, la extracción de iones de litio tiene sus propios problemas ambientales. Las prácticas actuales de extracción de litio pueden incluir procesos de extracción invasivos y requieren una cantidad significativa de agua. De hecho, comunidades

P12 TABLA 1: **Pros y contras de las baterías de iones de litio y de plomo ácido**

Baterías de Iones de litio	
Pros	Contras
<p>Minería: menor impacto ambiental las baterías de iones de litio requieren significativamente menos materias primas que las de plomo ácido.</p> <p>Minería y fabricación: menor riesgo de contaminación ambiental y de salud Los componentes de las baterías de iones de litio son menos peligrosos que los de plomo; las preocupaciones por la contaminación son un problema menor.</p> <p>Minería y Manufactura: Opciones alternativas Algunos proveedores de baterías de iones de litio utilizan productos químicos que no contienen cobalto (aunque estas opciones suelen costar más que otras).</p> <p>Reciclaje: duración de la batería Las baterías de iones de litio duran más que otras químicas de baterías; por lo tanto, los sistemas requieren menos reemplazos de baterías.</p> <p>Reutilización: baterías EV Las baterías de vehículos eléctricos pueden ser recicladas, re fabricadas y reutilizadas en sistemas de almacenamiento de baterías estacionarias.</p>	<p>Minería: prácticas laborales de explotación El cobalto, un componente necesario de algunas químicas comunes de baterías de iones de litio, está vinculado a prácticas laborales de explotación y abusos de los derechos humanos a nivel internacional.</p> <p>Minería: prácticas ambientalmente invasivas Procesos de extracción invasivos que requieren una cantidad significativa de agua.</p> <p>Reciclaje: industria de reciclaje limitada Se recicla menos del 5% de las baterías de iones de litio. La cantidad de componentes de las baterías dificulta el reciclaje. El reciclaje también requiere instalaciones costosas con una energía intensiva, lo que hace que el proceso sea menos rentable.</p> <p>Reciclaje: instalaciones contaminantes El reciclaje generalmente requiere instalaciones costosas que operan con procesos contaminantes que consumen mucha energía. Lo que hace este proceso un desperdicio, por que se recicla menos de las baterías.</p>
Baterías de plomo ácido	
Pros	Contras
<p>Reciclaje: se recicla fácilmente Casi el 100% de las baterías de plomo ácido se reciclan. El plomo ácido se beneficia de una industria desarrollada y una química de batería más simple, lo que hace que el reciclaje sea más fácil, consume menos energía y sea más rentable.</p>	<p>Minería, fabricación y reciclaje: Riesgos de salud No existe un nivel seguro de exposición al plomo para humanos e incluso una exposición modesta durante un período de tiempo puede resultar en serias complicaciones de salud.</p> <p>Minería: contaminación ambiental La exposición al plomo relacionada con la minería puede contaminar el agua, el suelo y los cultivos.</p> <p>Fabricación: intensiva en energía Requiere más energía para procesar que las de iones de litio, lo que resulta en tasas comparativamente más altas de contaminación.</p>

enteras en Chile (que tienen una de las reservas de litio más grandes del mundo) se han quedado sin agua o están lidiando con la contaminación del agua debido a la minería de litio.⁴

Además de los problemas ambientales, el cobalto, un componente necesario de algunas químicas comunes de las baterías de iones de litio, está vinculado a prácticas laborales de explotación. Los abusos de los derechos humanos, además de muchas otras violaciones ambientales y laborales, se han relacionado con la extracción de cobalto en la República Democrática del Congo, que produce el 50 por ciento del suministro mundial de cobalto.⁵ Algunos desarrolladores de baterías, como Tesla, están siguiendo estrategias para reducir el nivel de cobalto requerido en sus productos de baterías. Los investigadores también están buscando prácticas mejoradas de fabricación de desarrollo de baterías que reducirían la cantidad de cobalto requerida.⁶ Ambos esfuerzos señalan un cambio en la industria de la minería de cobalto. Otros proveedores de baterías, como Sonnen, usan productos químicos de iones de litio que no contienen cobalto, pero tienden a ser más costosos.

Fin de vida

RECICLAJE: Hoy en día, casi el 100 por ciento de las baterías de plomo ácido se reciclan, en comparación con menos del 5 por ciento de las baterías de iones de litio. El plomo ácido es una tecnología más antigua (las baterías de plomo ácido han sido un componente integral de la industria del transporte durante más de un siglo) y se beneficia de una industria de fabricación y reciclaje establecida que se ha desarrollado durante los últimos 100 años.⁷ El plomo ácido también es un método más simple de química de baterías (el 60 por ciento del peso de una batería de plomo ácido es plomo) que la de iones de litio, lo que hace que el proceso de reciclaje sea más fácil y eficiente.⁸

A pesar de ser una industria bien desarrollada, el reciclaje de plomo sigue siendo problemático debido a las consecuencias para la salud por la exposición al plomo. Aunque la industria de reciclaje de plomo en los Estados Unidos es una de las más reguladas del mundo, aun se reportan casos por envenenamiento de plomo en las plantas de reciclaje. Hasta que se cerró en 2015, una planta de reciclaje de plomo en California liberó 3,500 toneladas de plomo al aire durante su vida útil. La exposición al plomo podría resultar en complicaciones crónicas de salud a los 250,000 residentes cercanos a la planta.⁹

La química de las baterías de iones de litio y la cantidad de componentes, que pueden incluir una mezcla de compuestos de cobalto, manganeso, fosfato de hierro o níquel, así como aluminio, cobre y grafito. Esto hace que el reciclaje sea más desafiante.¹⁰ Además, la industria de iones de litio solo ha comenzado a despegar en las últimas dos décadas y el desarrollo de una industria de reciclaje ha pasado a un segundo plano en la construcción de una industria competitiva en costos y tecnología.

Las prácticas actuales de reciclaje de iones de litio generalmente se basan en costosas instalaciones que operan con procesos contaminantes que requieren mucha energía y que requieren técnicas de fundición a alta temperatura para separar los componentes de las baterías. Además, estos procesos no pueden captar una parte de los compuestos de iones de litio que podrían reutilizarse (como el litio y el aluminio).¹¹ Alternativamente, el 100 por ciento del plomo de las baterías de plomo ácido se puede extraer y reciclar a lo largo de múltiples vidas útiles sin degradarse.¹²

A pesar del sombrío panorama del reciclaje actual, existe la esperanza de una industria mejorada de reciclaje de iones de litio en el futuro. Se dedican más investigaciones a comprender el potencial del reciclaje de iones de litio, y se están formando empresas para abordar metodologías nuevas y mejoradas de reciclaje. Se están poniendo en funcionamiento plantas de reciclaje de productos químicos que utilizan productos químicos en lugar de altas temperaturas en el proceso. Estas plantas consumen menos energía y son menos costosas que sus contrapartes de fundición y pueden reciclar más componentes de la batería.¹³ Las baterías de iones de litio también duran más que otras químicas y por lo tanto, requieren menos reemplazos. Además, muchos de los componentes principales de las baterías de iones de litio se pueden utilizar para fabricar nuevas baterías. Si el proceso de reciclaje puede hacerse más eficiente y rentable, la industria y el medio ambiente se beneficiarían; ya que los metales costosos se reciclaran en nuevas baterías y se requerirá menos extracción de nuevos recursos.

REUTILIZACION: Las baterías de vehículos eléctricos (EV) suelen tener una vida útil de 10 años. Sin embargo, los procesos de reciclaje y re fabricación pueden preparar baterías de los vehículos eléctricos para una segunda vida en los sistemas de almacenamiento de baterías estacionarias, que pueden aprovechar la vida útil significativa que queda a las baterías de los vehículos eléctricos y no se rigen por las mismas limitaciones de espacio y peso que el transporte.¹⁴

El Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) publicó recientemente un estudio que identifica cómo las baterías de vehículos eléctricos podrían usarse en aplicaciones estacionarias y si los sistemas serían económicos.¹⁵ En un escenario hipotético de una granja solar a escala de red en California, los investigadores encontraron que un sistema de baterías usadas de vehículos eléctricos podría ser una inversión rentable en comparación con una instalación de baterías nuevas del mismo tamaño, lo cual no era económicamente viable.¹⁶

Los proyectos de demostración han comenzado a demostrar la viabilidad de reutilizar baterías de vehículos eléctricos en sistemas Solar+Almacenamiento. Un proyecto en California está desarrollando un sistema Solar+Almacenamiento con baterías usadas de vehículos eléctricos para proporcionar resistencia energética a una cooperativa de alimentos en una comunidad de bajos ingresos.¹⁷ Otro es el uso de baterías renovadas de vehículos eléctricos para proporcionar resistencia a una librería que requiere control constante de temperatura y humedad.¹⁸

P12 NOTAS FINALES

- 1 "Envenenamiento por plomo y salud", *World Health Organization*, 23 de agosto del 2019, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>.
- 2 Xiuwu Zhang, et al., "Impactos de la extracción y fundición de plomo / zinc en el medio ambiente y la salud humana en China", Evaluación y monitoreo ambiental, *National Center for Biotechnology Information*, 2012, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21573711> (consultado el 5 de octubre del 2020).
- 3 AllCell Technologies, LLC, "Una comparación de ácido de plomo con iones de litio en aplicaciones de almacenamiento estacionario", *Battery Power Online*, marzo del 2012, <https://www.batterypoweronline.com/wp-content/uploads/2012/07/Lead-acid-white-paper.pdf> (consultado el 5 de octubre del 2020).
- 4 Nicole Karlis, "Los automóviles eléctricos siguen siendo mejores para el medio ambiente. Pero la minería de litio tiene algunos problemas" *Salon*, 17 de junio del 2019. <https://www.salon.com/2019/06/17/lithium-mining-for-green-electric-cars-is-leaving-a-stain-on-the-planet>.
- 5 Mitch Jacoby, "Es hora de tomarse en serio el reciclaje de baterías de iones de litio", *Chemical & Engineering News*, Volumen 97, Número 28, 14 de julio del 2019, <https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28> (consultado el 5 de octubre del 2020).
- 6 Jason Deign, "Cómo el sector de las baterías busca mejorar los iones de litio", *GTM²*, 17 de octubre del 2019, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/how-the-battery-sector-is-looking-to-improve-lithium-ion>.
- 7 "Plomo vs. Reciclaje de baterías de litio", *Waste Advantage Magazine*, 18 de julio de 2018, <https://wasteadvantagemag.com/lead-vs-lithium-battery-recycling>.
- 8 Mitch Jacoby, "Es hora de tomar en serio el reciclaje de baterías de iones de litio", *Chemical & Engineering News*, Volumen 97, Número 28, 14 de julio del 2019, <https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28>.
- 9 Leigh Hopper, "Se encontró contaminación por plomo en los dientes de leche de los niños que viven cerca de la planta de baterías Exide", *USC News*, 6 de mayo del 2019, <https://news.usc.edu/156523/lead-in-baby-teeth-exide-battery-plant>.
- 10 "Plomo vs. Reciclaje de baterías de litio", *Waste Advantage Magazine*, 18 de julio del 2018, <https://wasteadvantagemag.com/lead-vs-lithium-battery-recycling>.
- 11 Mitch Jacoby, "Es hora de tomarse en serio el reciclaje de baterías de iones de litio", *Chemical & Engineering News*, Volumen 97, Número 28, 14 de julio del 2019, <https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28>.
- 12 Kelly Pickerel, "La importancia del reciclaje de baterías en proyectos solares", *Solar Power World*, 24 de octubre del 2019, <https://www.solarpowerworldonline.com/2019/10/a-qa-on-battery-recycling>.
- 13 Mitch Jacoby, "Es hora de tomarse en serio el reciclaje de baterías de iones de litio", *Chemical & Engineering News*, Volumen 97, Número 28, 14 de julio del 2019, <https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28>.
- 14 Para obtener más información sobre el reciclaje y la reutilización de baterías de vehículos eléctricos para aplicaciones estacionarias, consulte Hauke Engel, Patrick Hertzke y Giulia Siccario, "Baterías de vehículos eléctricos de segunda vida: el grupo de valor más nuevo en almacenamiento de energía", *McKinsey & Company*, 30 de abril del 2019, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/second-life-ev-batteries-the-newest-value-pool-in-energy-storage>.
- 15 David L. Chandler, "Las granjas de energía solar podrían ofrecer una segunda vida a las baterías de vehículos eléctricos", *MIT News*, 22 de mayo del 2020, <http://news.mit.edu/2020/solar-energy-farms-electric-vehicle-batteries-life-0522>.
- 16 Las baterías de vehículos eléctricos usados tendrían que costar menos del 60 por ciento de su precio original para que el sistema sea económico.
- 17 Ethan Howland, "California otorga \$10.8 millones para reutilizar baterías de vehículos eléctricos en proyectos solares y de microrred", *Microgrid Knowledge*, 15 de julio del 2020, <https://microgridknowledge.com/repurposing-used-batteries-electric-vehicles>.
- 18 Julia Pyper, "Segunda Vida: los fabricantes de automóviles y las empresas emergentes de almacenamiento se toman en serio la reutilización de baterías", *GTM²*, 30 de junio del 2020, <https://www.greentechmedia.com/articles/read/car-makers-and-startups-get-serious-about-reusing-batteries>.

Conclusión

El panorama económico, de mercado y regulatorio para Solar+Almacenamiento está en constante evolución. Las respuestas que se presentan aquí representan el estado de Solar+Almacenamiento en un periodo de tiempo específico, que probablemente cambiará drásticamente en los próximos años, particularmente con los avances anticipados en las tecnologías de almacenamiento de baterías y la introducción de nuevas corrientes de valor a medida que las empresas de servicios públicos y los operadores de redes se sientan más cómodos con el almacenamiento de energía y las regiones persigan más objetivos agresivos de energía limpia. Las nuevas oportunidades y los nuevos desafíos generarán inevitablemente nuevas preguntas en el futuro.

A medida que cambie el panorama Solar+Almacenamiento, Clean Energy Group seguirá proporcionando información actualizada a través de publicaciones, seminarios web y tutoriales. Nuevos recursos, juntamente con numerosos recursos existentes, estarán disponibles a través de nuestro sitio web, en www.cleanenergygroup.org y www.resilient-power.org. Alentamos a las organizaciones y las personas a que se comuniquen con nosotros con cualquier pregunta que puedan tener sobre Solar+Almacenamiento.

2013-2020

Acerca del Proyecto de Resistencia Energética

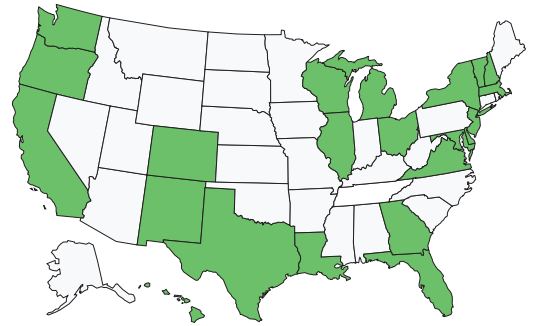
El Proyecto de Energía Resistente, es una iniciativa conjunta de Clean Energy Group y Meridian Institute, se centra en acelerar el desarrollo del mercado de soluciones de energía limpia y resistentes para viviendas accesibles e instalaciones comunitarias críticas en comunidades desfavorecidas y de bajos ingresos. El proyecto tiene como objetivo el despliegue de energía solar fotovoltaica combinada con almacenamiento de energía (Solar+Almacenamiento), para alimentar servicios esenciales durante cortes de energía prolongados y reducir la carga económica de los costos de energía en comunidades vulnerables. El objetivo es promover la equidad de la energía limpia asegurando que todas las comunidades tengan acceso a los beneficios económicos, de salud y resistencia que las tecnologías solares y de almacenamiento de energía pueden proporcionar. Obtenga más información en www.resilient-power.org.

Más de 200 Instalaciones Comunitarias



El **Proyecto de Resistencia Energética** ha avanzado en la exploración de Solar+Almacenamiento resistente en **247** instalaciones comunitarias de **89** comunidades desatendidas y de bajos ingresos en **25** estados y territorios estadounidenses.

25 Estados y Territorios



\$850,000 en Premios de Subvenciones

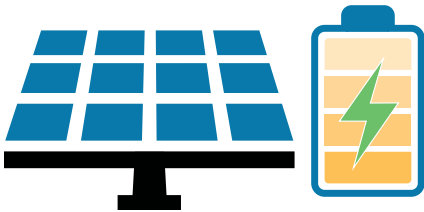


Clean Energy Group ha otorgado **80** premios de subvenciones de asistencia técnica y creación de capacidad con un total de **\$ 850.000** a **48** organizaciones locales sin fines de lucro que trabajan en sus comunidades promoviendo Solar+Almacenamiento resistente

48 Organizaciones locales sin fines de lucro



6.5 MW Solar + 10.6 MWh Almacenamiento



Estas colaboraciones han dado como resultado **25** proyectos completados, entregando **6.5** megavatios de energía solar y **10.6** megavatios-hora de capacidad de recuperación de energía de almacenamiento de baterías a **22** comunidades, incluyendo **2.500** unidades de viviendas accesibles.

2,500 Unidades de Vivienda Accesible



Acerca de los Autores

Marriele Mango

DIRECTORA DE PROYECTOS

marriele@cleanegroup.org

Marriele Mango es directora de proyectos de Clean Energy Group (CEG). En ese rol, Marriele ayuda al vicepresidente a administrar la asistencia técnica y los programas de desarrollo de capacidades para apoyar el desarrollo de proyectos de almacenamiento de baterías y energía solar que benefician a las comunidades de bajos ingresos y desfavorecidas. Es una profesional de políticas con más de siete años de experiencia en el liderazgo de programas de energía renovable, eficiencia y resistencia energética. El trabajo de Marriele con CEG se centra en proyectos que le dan prioridad a la justicia ambiental y la viabilidad financiera. Ha dirigido diversas actividades de coordinación y participación de ambas partes interesadas. Marriele tiene experiencia en manejo de desastres con la Oficina de Manejo de Emergencias del Condado de Marion en Salem, Oregon, donde se enfocó en desarrollar estrategias de energía limpia para iniciativas de mitigación y respuesta a emergencias. Antes de su trabajo en Oregon, se desempeñó como Coordinadora de Proyectos en un programa de eficiencia energética sin fines de lucro destinado a ayudar a las comunidades de bajos recursos e instituciones religiosas en Long Island. Marriele tiene un M.S. en Política Ambiental y Gestión de la Sostenibilidad de The New School.

Seth Mullendore

VICE PRESIDENTE CEG, DIRECTOR DE PROYECTOS

seth@cleanegroup.org

Seth Mullendore es vicepresidente y director de proyectos de CEG, y supervisa proyectos que van desde el almacenamiento de baterías y energía solar ubicadas por el cliente hasta el reemplazo de plantas de energía con tecnologías limpias. Seth trabaja con formuladores de políticas, desarrolladores de proyectos, industria, defensores y grupos comunitarios de justicia ambiental para promover políticas y proyectos de energía limpia, enfocándose en lograr un mayor acceso a tecnologías de almacenamiento solar y de baterías para comunidades desfavorecidas. Gran parte de su trabajo se enfoca en la investigación y presentación de informes sobre tecnologías, políticas y estructuras de mercado de apoyo para el almacenamiento de energía. Antes de unirse a CEG, Seth se desempeñó como Becario de Energía Sostenible con La Unión De Científicos Alarmados (Union of Concerned Scientists) y trabajó con Comunidades Limpias de Maine (Maine Clean Communities) para ayudar a promover iniciativas de transporte limpio. Seth tiene un M.S. en Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Stanford, y un B.S. en Geociencias de la Universidad del Sur de Maine.

Acerca de Clean Energy Group

Clean Energy Group (CEG), una organización líder nacional de defensa sin fines de lucro, promueve programas innovadores de políticas, tecnología y finanzas en las áreas de energía limpia y cambio climático. CEG promueve políticas efectivas de energía limpia, desarrolla estrategias de innovación tecnológica con bajas emisiones de carbono y trabaja en nuevas herramientas financieras para promover el mercado de energía limpia y una transición equitativa a ella. Los proyectos de CEG se concentran en asuntos climáticos y de energía limpia a niveles locales, estatales, nacionales e internacionales mientras trabajamos con partes interesadas de comunidades, gobiernos, sectores privados y organizaciones sin fines de lucro. CEG creó y administra The Resilient Power Project (www.resilient-power.org) para respaldar nuevas políticas públicas y herramientas de financiamiento, facilitar el desarrollo de proyectos comunitarios y trabajar con líderes estatales, municipales y comunitarios para apoyar una mayor inversión en resistencia energética, con el objetivo de llevar los beneficios de la energía solar fotovoltaica más el almacenamiento de baterías a las comunidades desatendidas. Clean Energy Group tiene su sede en Montpelier, VT y está financiada por importantes fundaciones, así como por agencias de energía estatales y federales. Obtenga más información en www.cleanegroup.org.



CleanEnergyGroup

50 State Street, Suite 1, Montpelier, VT 05602

802.223.2554 | info@cleanegroup.org | www.cleanegroup.org