

Incendios en baterías de ion de litio



por ING. JAIME A. MONCADA*

Esta clase de productos merecen un profundo análisis sobre los riesgos y acciones de prevención como potenciales de incendios.

Si bien las baterías de ion de litio normalmente son seguras y han sido diseñadas con varias medidas de seguridad, los riesgos de incendio pueden ocurrir por varios motivos, como defectos de manufactura, defectos en el diseño; como por ejemplo durante su uso compacto en un nuevo automóvil; uso inapropiado o anormal, como cuando están cerca a una fuente de calor; cuando hay problemas con los cargadores que permitan sobre recarga; cuando tienen componentes de baja calidad, o cuando un golpe las daña.

Con su uso cada vez más generalizado desde laptops y celulares, bicicletas eléctricas (e-bikes), motocicletas (e-scooters) y automóviles eléctricos hasta grandes sistemas de almacenamiento de energía, es cada vez más común que conozcamos de un incidente de incendio con este tipo de baterías.



Pruebas de incendios en e-scooters en los laboratorios de UL efectuadas por el Fire Safety Research Institute (Foto cortesía Fire Protection Institute).

Las baterías de ion de litio son hoy día más o menos el 90% de las baterías recargables que se encuentran en el mercado. Uno de los grandes beneficios de las baterías de litio es que en un paquete pequeño y liviano se puede acumular una gran densidad de energía. Acumulan entre 4 a 7 veces más densidad de energía que una pila no recargable¹.

Sin embargo, cada vez que se comprime una gran cantidad de energía en un espacio reducido, existe el riesgo de que se escape esta energía de manera incontrolada. Cuando esto sucede, el fuego es un resultado común. Varios incidentes recientes han demostrado la magnitud de este tipo de incendios, su dificultad en extinguirlos y el riesgo para los bomberos que responden al incendio.

El riesgo de incendio

Aunque se continúa investigando y aprendiendo sobre los incendios en las baterías de litio, sabemos que estas baterías son muy sensitivas a las altas temperaturas y son inherentemente combustibles. El mecanismo de producción de electricidad de la batería está embebido en electrolitos que incluyen un disolvente inflamable de alta viscosidad. En un incendio de una celda de batería de litio ocurre fuga térmica (thermal runaway), o sea una reacción en cadena en la que la reacción exotérmica de una celda de batería que ha fallado sobrecalienta una celda de batería adyacente. Es decir, la celda libera rápidamente su energía almacenada, y cuanto más energía haya almacenada en una celda, más energética y fuera de control será la reacción exotérmica. La batería adyacente falla de manera similar y, a su vez, sobrecalienta otras baterías.

El fuego puede sobrevenir rápidamente después de la evolución de humo, aunque el evento de fuga térmica puede continuar durante horas sin ninguna producción de llama. Durante este período, se producen grandes cantidades de vapores y gases inflamables que si se contienen en un recinto cerrado puede crear una atmósfera explosiva. En muchos casos, sin embargo, se produce una ignición y se desarrolla un incendio. A medida que los componentes de la batería son consumidos por el fuego, el calor del incendio aumenta la velocidad de la fuga térmica, lo que lleva a un evento devastador y difícil de extinguir.

Pruebas en los laboratorios de ensayo al fuego de UL han demostrado la velocidad de estos incendios. Por ejemplo, la batería de una e-scooter dentro de una habitación en la que falla una de sus celdas por sobrecarga; esta batería comienza a humear y solo 15 a 20 segundos después aparece la llama. Un minuto después las condiciones en la habitación ya son insostenibles, y poco después hay un incendio súbito generalizado (flashover)².

Incendios en dispositivos de micromobilidad

Existe un vídeo viral sobre un incendio que ocurrió en Septiembre del 2023 en frente de un complejo residencial en Bogotá, Colombia. En este incendio, una e-scooter se incendia y solo se pudo extinguir luego de que múltiples personas descargaran aproximadamente 20 extintores manuales (ver video), ilustrando la intensidad de estos incendios y la dificultad que existe en extinguirlos.



Incendio en la batería eléctrica de una motocicleta eléctrica tipo "scooter", que finalmente se pudo extinguir después de aplicar aproximadamente 20 extintores, principalmente de 10 lbs de PQS (Foto cortesía Fire Protection Institute).



Haz clic o escanea el código para ver el video.

Sobre este tema, el primero en sonar la alarma fue el departamento de bomberos de la Ciudad de Nueva York (FDNY), quienes en el 2019 empezaron a percibir esta nueva tendencia. En el año 2023, el FDNY contabilizó 268 incendios con baterías de litio que le costaron la vida a 18

personas e hirieron a 150 más³. Por otro lado, la Brigada de Bomberos de Londres indica que las e-bikes, es el riesgo de incendio de más alto crecimiento⁴.

Grandes sistemas de almacenamiento de energía

Un Sistema de Almacenamiento de Energía en Batería (SAEB) es un medio para almacenar electricidad en un grupo de baterías para su uso posterior. Un SAEB puede variar desde sistemas de tamaño residencial hasta grandes conjuntos de uso comercial.

Tal vez el uso más popular es el almacenamiento del exceso de producción de energía a partir de fuentes renovables, como en un parque eólico o una granja solar, la cual, durante los períodos de baja producción de energía puede utilizar y poner en línea esta energía almacenada.

Las baterías de iones de litio juntas, en una carcasa o contenedor, se llaman "celdas". Un SAEB puede contener docenas a miles de celdas para almacenar energía. Las celdas generalmente se empaquetan en módulos sostenidos en bastidores, y los bastidores normalmente se almacenan en estructuras como puede ser un contenedor.

Por ejemplo, en Julio del 2021, en Australia ocurrió un incendio en un parque de SAEBs llamado "Victorian Big Battery". Este parque estaba compuesto de 212 SAEBs, que conjuntamente tenían una capacidad instalada de 300 MW. La investigación del incendio apuntó a una fuga de refrigerante líquido que causó arcos en las celdas de batería, escape térmico y una reacción en cadena. El incendio duró cuatro días y los bomberos tuvieron problemas importantes durante el ataque del incendio y solo pudieron refrigerar los contenedores adyacentes no incendiados, para que no creciera el incendio.

Para darles una idea, un incendio de un vehículo eléctrico con baterías de litio puede ser un incendio mucho más intenso que el de un vehículo de combustión y puede durar mucho más. El fabricante de automóviles Tesla indica que un incendio de un automóvil eléctrico puede durar 24 horas en extinguirse.

La NFPA recientemente desarrolló la norma NFPA 855, Norma para la Instalación de Sistemas Estacionarios de Almacenamiento de Energía. Esta norma establece criterios mínimos para mitigar los riesgos asociados con sistemas de almacenamiento de baterías y se puede utilizar cuando las baterías de litio exceden una capacidad agregada de 20 kWh. Esta norma por ejemplo establece criterios de

separación, e indica cuando se debe usar detección de incendios o sistemas de rociadores automáticos.

Cuando se usen sistemas de extinción que no sean rociadores se deben analizar las opciones con gran cautela. La norma también establece recomendaciones durante el combate del incendio. Como ocurre con otras normas de la NFPA, esta norma debe ser utilizada con el apoyo de un consultor en ingeniería de incendios con experiencia en la utilización de esta norma.

Almacenamiento de las baterías de litio

Como ya mencioné existen hoy día miles de diferentes artefactos que contienen baterías de litio. Por consecuencia, existen inmensas bodegas que almacenan las baterías que se usan para reemplazar desde las baterías de celulares, laptops, herramientas hasta e-bikes. Por esa razón, el sector asegurador ha estado muy preocupado sobre cómo proteger el almacenamiento de baterías de litio en bodegas pues no existe en la NFPA 13, la norma de diseño de rociadores automáticos, criterios de cómo proteger este riesgo.

A raíz de esto la Fire Protection Research Foundation de la NFPA evaluó este problema, con el apoyo de FM Global, y las conclusiones muestran que bajo ciertas condiciones las baterías se pueden proteger con rociadores.

FM Global, por ejemplo, recomienda el uso de rociadores dentro de las estanterías (in-rack). Sin embargo, estas investigaciones aún preliminares no han producido un criterio consensuado de protección. La mejor manera de evaluar las opciones de protección para este riesgo es con el apoyo de un ingeniero de protección contra incendios.

Sobre el uso del agua como medio de extinción debo mencionar que existe una idea errónea de que el agua aumenta el peligro en un incendio de batería de iones de litio. Esta idea equivocada se debe a la confusión de las baterías de iones de litio (UN 3480) con las baterías de metal de litio (UN 3090), las cuales son normalmente no recargables. Las baterías de metal de litio contienen metal de litio libre, y si se aplica agua durante la combustión del metal de litio, se liberarán cantidades considerables de hidrógeno. Este gas se quemará, intensificando el fuego, lo que resultará en un rápido aumento de calor y una reacción similar a una explosión. Sin embargo, a diferencia de las baterías de metal de litio, no hay metal de litio libre dentro de una batería de iones de litio, por lo que este fenómeno no puede ocurrir.



Protección de baterías pequeñas

A raíz de la tendencia creciente de este tipo de incendios, los códigos constructivos como el International Building Code (IBC) y el Código de Prevención de Incendios (NFPA 1), en sus últimas actualizaciones del 2024, han incluido por primera vez requerimientos para el uso de baterías en dispositivos de micromovilidad.

Estos requerimientos son aplicables cuando se carguen más de cinco dispositivos motorizados dentro de un edificio o a no más de 3 m de un edificio o estructura, y se resumen a continuación:

1. Los dispositivos tienen que ser listados de acuerdo con UL 2272, Sistemas Eléctricos para Dispositivos Personales de Movilidad Eléctrica, o UL 2849, Sistemas Eléctricos para Bicicletas Eléctricas, según corresponda.
2. Los dispositivos se deben cargar de acuerdo con su listado y las instrucciones del fabricante utilizando el equipo de carga listado suministrado por el fabricante del equipo original, o el equipo de carga listado especificado en las instrucciones del fabricante.
3. La carga de la batería de los dispositivos se debe realizar en conformidad con todo lo siguiente:

- El equipo de carga para cada dispositivo se debe enchufar directamente a un receptáculo listado.
- No se deben utilizar cables de extensión ni tomas eléctricas reubicables.
- No se permite el almacenamiento de materiales combustibles, desechos combustibles o materiales peligrosos a menos de 3 m del equipo de carga.
- La operación de carga no se debe ubicar en ningún pasillo de acceso de salida ni en ningún medio de evacuación.

4. Se debe mantener una distancia mínima de 46 cm entre las baterías de cada dispositivo de micromovilidad durante las operaciones de carga. La habitación o área interior debe estar protegida por un sistema de alarma contra incendios que utilice detectores de humo por aspiración de aire. Nota: La Ciudad de NY está requiriendo protección con rociadores automáticos en este tipo de recintos.

Recomendaciones para evitar un incendio

Las autoridades de protección a la seguridad del consumidor⁵ así como la NFPA⁶ han indicado las siguientes recomendaciones:

- Nunca deje cargando la batería en la noche mientras usted esté durmiendo. Es decir nunca deje desatendida la batería cuando se esté cargando.
- Siga las recomendaciones del fabricante. No cambie el cargador o la batería por otra que no sea del mismo fabricante.
- No ponga la batería a cargar en la vía de evacuación.
- No ponga la batería a cargar cerca de otra (use un espacio de 46 cm min.), o de una fuente de ignición o de elementos combustibles (use un espacio de 3 m min.).

- Ubique el dispositivo en una zona ventilada como una terraza, lo más alejada posible de las zonas habitables del domicilio.
- Utilice dispositivos con baterías listadas u homologadas por un laboratorio de ensayos de incendio idóneo.
- No limpie el dispositivo con agua a presión. El agua podría introducirse en las celdas de la batería, ocasionando un cortocircuito. Además, es recomendable no cargar el dispositivo si está mojado o tiene humedad.
- Evite cargar el dispositivo después de un golpe en la batería. Si observa daños o averías, no lo use, y llévelo a un taller especializado lo antes posible. ✓

Referencias:

1. "Increase Use of Lithium-Ion Batteries", por Engèle Morcos y Jens Vollweiller, FM Global, Diciembre 2016.
2. Examining the Fire Safety Hazards of Lithium-Ion Battery Powered e-Mobility Devices in Homes, Fire Safety Research Institute – UL, 2023.
3. After Deadly Fires, New York Tries Public E-Bike Charging Hubs", por Winnie Hu, New York Times, Febrero 29, 2024.
4. "How E-Bike Battery Fires Became a Deadly Crisis in New York City", por Winnie Hu, New York Times, Junio 21, 2023.
5. "Micromobility: E-Bikes, E-Scooters, and Hoverboards", United States Consumer Product Safety Commission, cpsc.org.
6. "Safety with E-Bike and E-Scooters", Electrical Safety, NFPA.org.

Jaime A. Moncada, PE es director de Fire Safety Consulting (IFSC), una firma consultora en ingeniería de protección contra incendios con sede en Washington, DC. y con oficinas en Latinoamérica. Él es ingeniero de protección contra incendios graduado de la Universidad de Maryland, coeditor del Manual de Protección contra Incendios de la NFPA y exVicepresidente de la Sociedad de Ingenieros de Protección contra Incendios (SFPE). El correo electrónico del Ing. Moncada es jam@ifsc.us.