

Colabora:



Más de 50 años al servicio de la Seguridad Industrial

... y un gran futuro por delante

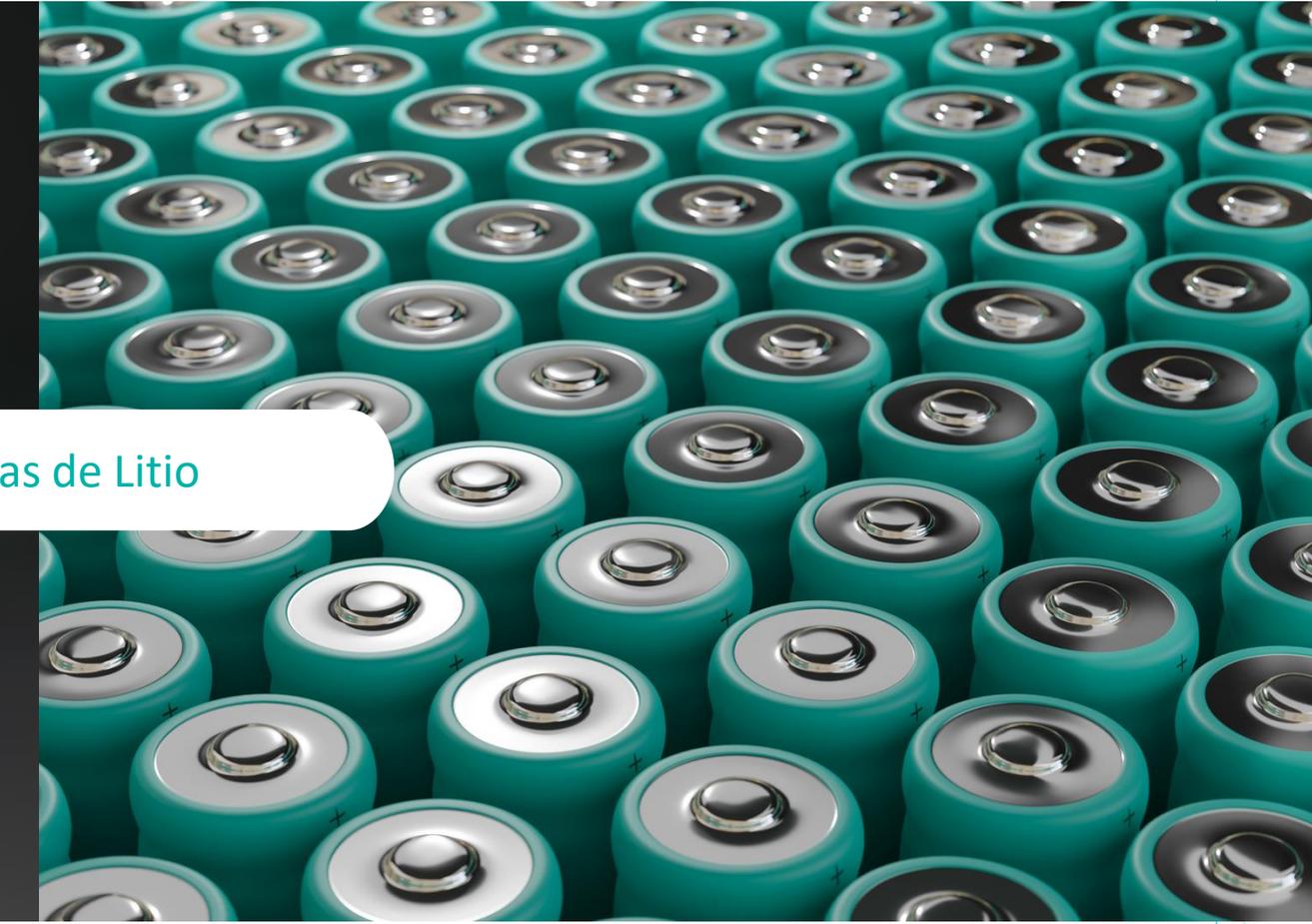
Avances en la segunda versión de la guía de seguridad baterías de litio de BEQUINOR.



Comisiones de Seguridad



Baterías de Litio



Asociados CSLi

 asecos

 BASQUEVOLT

 Bcare
tech by CIC energIUNE

 DEKRA

 DENIOS
MEDIO AMBIENTE & SEGURIDAD

 emtezz

 epitécnica

 FALCK

 Engineered
FIRE PIPING

 idelab.
INSTRUMENTACIÓN

 Kemler
Asesoramiento empresarial

 CONSEGU
Consejeros de seguridad

 tandem

 tema
SEGURIDAD
& MEDIO AMBIENTE

 Testicnor

 TUV
SUD

Arturo García Cobaleta

Enrique Sánchez Mota

Marceliano Herrero Sinovas

COLABORAN:

Bomberos Comunidad Madrid

Bomberos Ayuntamiento Madrid





Guía de almacenamiento y uso de baterías de litio (1ª versión)



© INDICE

Cada aplicación de las baterías de litio requiere una solución específica para desarrollarse con seguridad y no existe un concepto de protección que sea igualmente válido para todas las aplicaciones.

Antes de seleccionar el concepto óptimo, deben considerarse el objeto de las medidas, el concepto de protección y los posibles efectos colaterales de las tecnologías seleccionadas. Además de las opciones técnicas disponibles en el mercado, debe tenerse en cuenta también las condiciones ambientales al completo.

El concepto de protección deberá aportar una aproximación holística que incluya:

- Evaluación de riesgos
- Metas y objetivos de la protección
- Protección pasiva / preventiva frente a incendios
- Prevención de expansión del incendio a baterías o áreas adyacentes
- Sistema de Gestión de Baterías / Battery Management System (detección de fallos en las baterías).
- Tipo de sistema de detección de fuego/humo.
- Sistema de detección de gases de escape.
- Sistema de inertización automático.
- Sistema de supresión/extinción automática.
- Efectos colaterales.
- Ventilación / extracción.
- Sistema de alivio de presión.
- Estándares relevantes.
- Reglamentación nacional o regional respecto a incendios.

A continuación, se incluye un esquema orientativo de cómo podría ser dicha evaluación de riesgos

GUÍA DE ALMACENAMIENTO Y USO DE BATERÍAS DE LITIO EN ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENES 29





Guía de almacenamiento y uso de baterías de litio ([1ª versión](#))



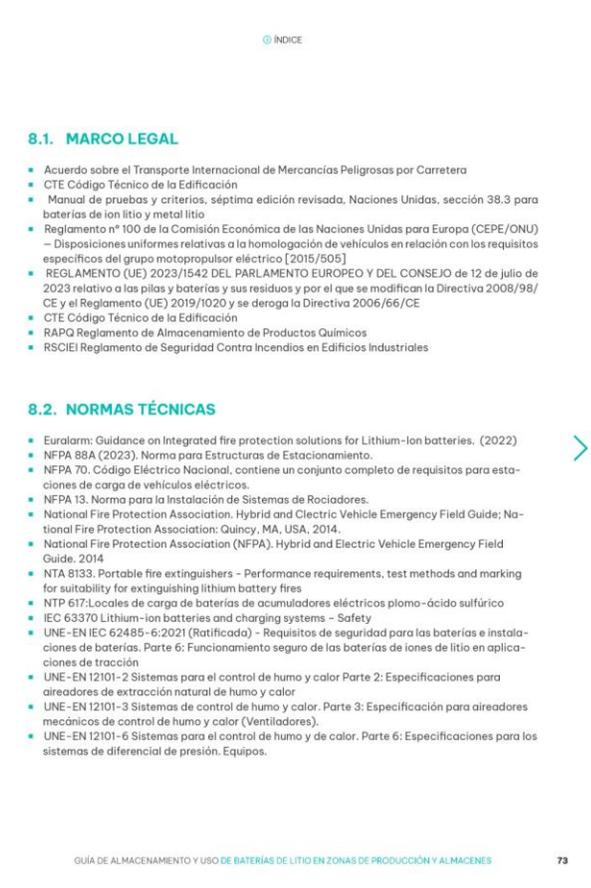
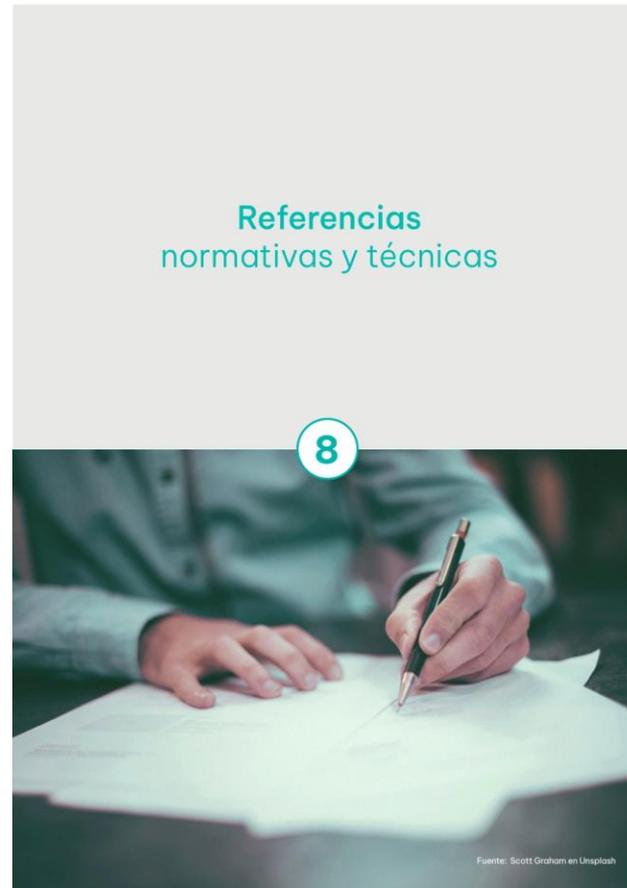
7. BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD:

- Almacenes de baterías o mercancías equipadas con baterías
- Zonas de carga de vehículos de mantenimiento y limpieza
- Vehículos eléctricos
- Gestión de residuos
- Emergencias





Guía de almacenamiento y uso de baterías de litio (1ª versión)





Guía de almacenamiento y uso de baterías de litio

Junio, 2024

 BEQUINOR

2ª versión



7. BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD:

- Sistemas estacionarios de almacenamiento de energía (BESS)



Colabora:



Ingeniería y consultoría al
servicio de la seguridad



Más de 50 años al servicio de la Seguridad Industrial

... y un gran futuro por delante

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 1ª VERSIÓN Y AMPLIACIÓN DEL ALCANCE

1ª VERSIÓN DE LA GUÍA - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Colabora:



RSCIEI

Reglamento de Seguridad Contra Incendios en
Establecimientos Industriales

RD 2267/2004

ANEXO I	Caracterización del Establecimiento
ANEXO II	Protección Pasiva
ANEXO III	Protección Activa

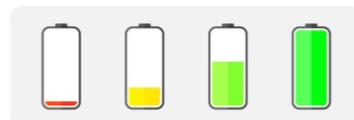


Determinación de la carga de fuego y nivel de riesgo intrínseco

Factores clave:



Tamaño y Tecnología



Estado de carga



Energía almacenada



Características constructivas



Sistema de almacenamiento

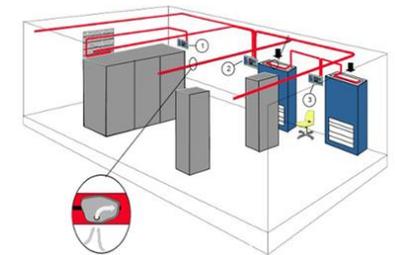
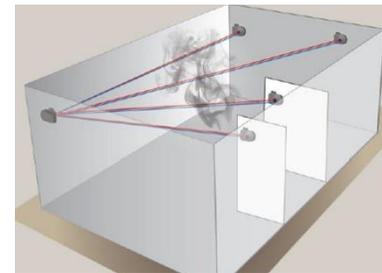
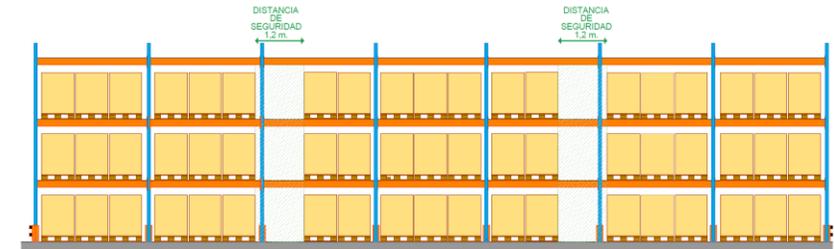
1ª VERSIÓN DE LA GUÍA - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Colabora:



MEDIDAS DE SEGURIDAD ADICIONALES SEGÚN NIVEL DE PELIGROSIDAD

1. Sectorización y separación
2. Bloques de almacenamiento y alturas y volúmenes de pila máximos
3. Detección de incendios automática
4. Sistema de Monitorización de temperatura
5. Instalación Rociadores automáticos
6. Superficie de alivio de presión
7. Sistema de detección de gases



2ª VERSIÓN DE LA GUÍA - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Colabora:



RSCIEI

Reglamento de Seguridad Contra Incendios en
Establecimientos Industriales

RD 2267/2004

ANEXO I	Caracterización del Establecimiento
ANEXO II	Protección Pasiva
ANEXO III	Protección Activa



RD 164/2025

ANEXO I	Caracterización del Establecimiento
ANEXO II	Protección Pasiva
ANEXO III	Protección Activa
ANEXO IV	Zonas con Condiciones Particulares



**Determinación de la carga de fuego y nivel
de riesgo intrínseco**

Colabora:



2ª VERSIÓN DE LA GUÍA - PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

SIGUIENTES PASOS

- Ampliación de la información sobre Protección contra Incendios en Almacenes de Baterías de Litio

AGENTES Y SISTEMAS DE EXTINCIÓN

- Introducción de Requisitos de Protección Contra Incendios en BESS

1. Ubicación
2. Medidas Estructurales
3. Sectorización y separación
4. Medidas de Instalación
5. Medidas Organizativas

Colabora:



Más valor.
Más confianza.



Más de 50 años al servicio de la Seguridad Industrial

... y un gran futuro por delante

GUÍA BEQUINOR BATERÍAS DE LITIO

CAPACITACIÓN COLECTIVOS ESPECÍFICOS

Colabora:



Capacitación Colectivos Específicos

Marco actual: No existe una capacitación específica para personal que trabaje con baterías de litio con temario orientado expresamente a sus riesgos y particularidades.



En cualquier caso, es de aplicación:

Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95): art 18º y 19º Información y Formación
→ casuísticas particulares de cada puesto de trabajo conforme RD específicos.....



Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.



Más valor.
Más confianza.



Capacitación Colectivos Específicos



Colabora:



Capacitaciones específicas para nuevos profesionales de colectivos que operan sobre vehículos eléctricos/híbridos

- ❖ Real Decreto 265/2021, sobre vehículos al final de su vida útil, que establece la necesidad de que los profesionales de los **CAT (Centros Autorizados para el Tratamiento de los Vehículos al final de su vida útil)** que trabajen con vehículos eléctricos y/o híbridos posean una capacitación mínima que les permita realizar su trabajo de forma segura, dedicando su Anexo VI a la cualificación necesaria para estos profesionales.
- ❖ Real Decreto 281/2021, que tiene por objeto el establecimiento del curso de especialización en **Mantenimiento de vehículos híbridos y eléctricos**, con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como de los aspectos básicos de su currículum.
- ❖ Real Decreto 019/2022, que tiene por objeto el establecimiento del curso de especialización en **Mantenimiento y seguridad en sistemas de vehículos híbridos y eléctricos** con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como de los aspectos básicos de su currículum.



Más valor.
Más confianza.



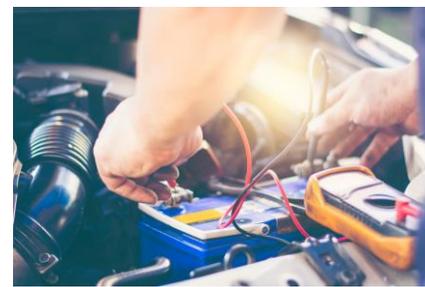
Colabora:



Capacitación Colectivos Específicos

Capacitaciones específicas para profesionales que ya estuvieran ejerciendo su actividad de colectivos que operan sobre vehículos eléctricos/híbridos

- ❖ España: no existe ninguna regulación específica adicional
- ❖ Referencias Europeas con criterios formativos, niveles de cualificación y métodos de trabajo:
 - Alemania: DGUV 209-093 (anterior 200-005 y BGI /GUV -8686), imprescindible para operar en este tipo de vehículos.
 - Francia: NFC 18-550



Más valor.
Más confianza.





Más de 50 años al servicio de la Seguridad Industrial

... y un gran futuro por delante

Evaluación de riesgos en baterías de litio

EVALUACIÓN DE RIESGOS EN BATERÍAS DE LITIO

OBJETIVO:

➔ Identificación de peligros.

➔ Estimación de los riesgos.

SEVERIDAD	CATASTRÓFICO	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
	MUY GRAVE	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red
	GRAVE	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
	SERIO	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
	LEVE	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
		EXCLUIDO	IMPROBABLE	EXTREMADAMENTE RARO	RARO	PROBABLE	OCASIONAL	HABITUAL
		10^{-6} a 10^{-7}	10^{-5} a 10^{-6}	10^{-4} a 10^{-5}	10^{-3} a 10^{-4}	10^{-2} a 10^{-3}	10^{-1} a 10^{-2}	10^0 a 10^{-1}
		FRECUENCIA						

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN:

Tempranas:

- HAZID (Hazard Identification): lluvia de ideas estructurada
- What-If: "¿qué pasa si...?"
- **Checklist: listas de verificación**

Avanzadas:

- FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)
- Árbol de eventos / de fallos
- LOPA (Layer of Protection Analysis)
- Análisis cuantitativo (modelos, simulaciones...)

POSIBLES CONSECUENCIAS:

- Fuego
- Gases tóxicos
- Explosiones

Impacto a:

- Personas
- Medio Ambiente
- Económico
- Reputación

Factores que influyen en la gravedad:

- Energía almacenada
- Propagación
- Proximidad a personas / áreas sensibles

RIESGO

=

Probabilidad de ocurrencia

×

Severidad de la consecuencia

ESTIMACIÓN DE FRECUENCIAS/PROBABILIDADES

CAUSAS INICIADORAS

RIESGO

=

Probabilidad de
ocurrencia

×

Severidad de la
consecuencia

ORIGEN DEL FALLO	DESCRIPCIÓN DEL FALLO	FRECUENCIA DE FALLO APROX.
Origen eléctrico	Fallo del BMS (sistema de gestión de batería)	1 cada 10 años
	Fallo del convertidor de corriente	1 cada 10 años
	Anomalías en la red eléctrica (p. ej. sobretensión)	Depende de la fiabilidad de la red
Origen mecánico	Daño físico por impacto fuerte durante mantenimiento (cortocircuito interno)	1 cada 100 años
	Daño físico por impacto durante el transporte (cortocircuito interno)	1 cada 100 años
	Defecto de fabricación (cortocircuito interno) que afecta a múltiples celdas	1 cada 1 millón de celdas (durante su vida útil)
Origen ambiental	Temperaturas extremas, actividad sísmica, humedad	Depende de condiciones locales
Fallo térmico	Fallo de climatización (HVAC) del contenedor	1 cada 10 años
Fallo térmico	Fallo del sistema de refrigeración del BESS	1 cada 10 años
Error humano	Error humano durante puesta en marcha, instalación, reparación...	1 cada 100 años

Fuente: DNV whitepaper "Risk assessment of battery energy storage facility sites" (2024)

ESTIMACIÓN DE FRECUENCIAS/PROBABILIDADES

SALVAGUARDAS

RIESGO

=

Probabilidad de
ocurrencia

×

Severidad de la
consecuencia

TIPO DE SALVAGUARDA	EJEMPLOS DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	PF
Diseño inherentemente seguro	Diseño de baterías basado en normas de seguridad y pruebas de abuso	0,1
Controles básicos	Controles activos de refrigeración / gestión térmica HVAC con redundancia	0,1
Sistemas de seguridad	BMS (sistema de gestión de batería) que puedan aislar racks de baterías. Controladores maestros que pueden aislar sistemas de baterías y equipos de media tensión externos al BESS.	0,1 (o mejor si fiabilidad certificada)
Protección eléctrica	Fusibles e interruptores automáticos	0,1
Protección contra explosiones	Paneles de venteo de explosión en armarios	0,01
Supresión de incendio	Sistemas de supresión HVAC de emergencia	0,1
Procedimental	Monitorización continua y posibilidad de aislamiento	0,1

Fuente: DNV whitepaper "Risk assessment of battery energy storage facility sites" (2024)

CHECKLIST DE VERIFICACIÓN

ESCENARIOS TIPO

Posibles causas:

- Defecto de diseño/fabricación
- Error durante el proceso de carga
- Envejecimiento durante el almacenamiento
- Cortocircuito por agua
- Impacto de rayo
- Radiación externa
- **Impacto mecánico desde el exterior**
- Daño por caída
- Influencia de otras sustancias (almacenamiento mixto)

Posibles consecuencias:

- **Incendio**
- Sobrepresión o explosión
- Liberación de sustancias corrosivas y tóxicas
- Escalada

Medidas para: **IMPACTO MECÁNICO**

- ✓ Formación (general y específica manejo baterías)
- ✓ Formación conductores vehículos internos
- ✓ Estanterías adecuadas (+ protección contra choques, inspecciones periódicas, procedimientos reparación)
- ✓ Restricción de acceso
- ✓ Almacenamiento especial para baterías dañadas (o caídas sin signos externos de daño)
- ✓ Señalización de peligros

Fuente: Adaptado de directriz neerlandesa PGS 37-2:
"Portadores de energía que contienen litio: Almacenamiento"

Medidas para: **INCENDIO**

- ✓ Sistemas de detección temprana (CO y H2 / calor / incendio)
- ✓ Sistema de control y extinción de incendios
- ✓ Suministro agua contra incendios (capacidad)
- ✓ Resistencia al fuego mínima
- ✓ Plan de emergencia interior
- ✓ Accesibilidad bomberos
- ✓ Rutas de escape e iluminación de emergencia
- ✓ Inspecciones periódicas (sistemas detección, extinción, ventilación...)



Más de 50 años al servicio de la Seguridad Industrial

... y un gran futuro por
delante.

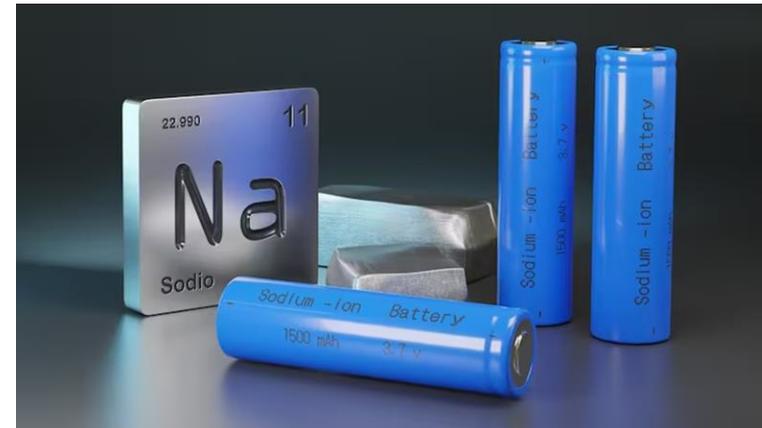
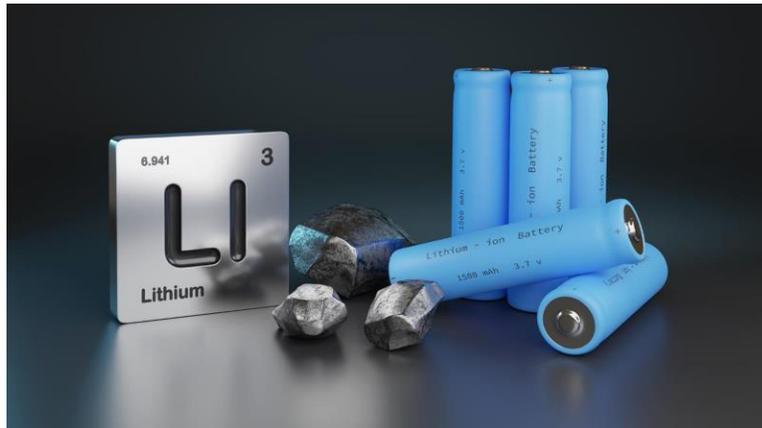
TRANSPORTE DE BATERÍAS DE LITIO

TRANSPORTE DE BATERÍAS DE LITIO



1

- Metal litio
- Ion litio
- Ion sodio (ADR 2025)



2

- Batería SUELTA
- Batería INSTALADAS o EMBALADAS
- VEHICULO propulsado por baterías



3

- Sin daños 
- Dañada o defectuosa 
- Crítica 



Sin daños	Dañada o defectuosa	Crítica
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Correcto estado físico y sin deformaciones.<input type="checkbox"/> No presenta fugas ni marcas de humedad.<input type="checkbox"/> Presencia de protectores de la batería.<input type="checkbox"/> Ausencia de olores.	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Presentan daños físicos en su estructura.<input type="checkbox"/> Falta de piezas o componentes.<input type="checkbox"/> No conformes con los criterios constructivos.	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Presentan daños críticos en su estructura.<input type="checkbox"/> Fuga de gases o electrolito.<input type="checkbox"/> Desprendimiento de calor.<input type="checkbox"/> Presentan reacciones peligrosas.

4



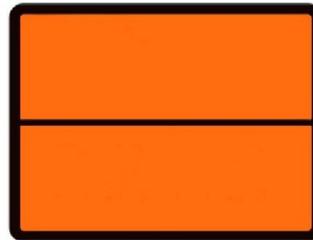
- PILAS**
- Metal litio < 1gr de litio
 - Ion litio < 20Wh
- BATERÍAS**
- Metal litio/< 2gr
 - Ion litio/**Ion sodio** < 100Wh



< 333 Kg



> 333 Kg



ADR

- 1 Metal litio
 Ion litio
 Ion sodio

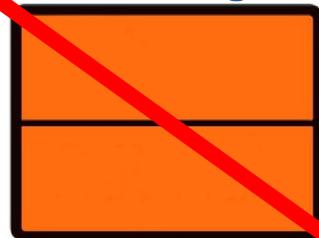
- 2 Batería SUELTA
 Batería INSTALADAS o EMBALADAS
 VEHICULO propulsado por baterías

- 3 Sin daños 
 Dañada o defectuosa 
 Crítica 

4



< 333 Kg



> 333 Kg



Disposiciones Especiales
3.3 ADR

PILAS

- Metal litio < 1gr de litio
- Ion litio < 20Wh

BATERÍAS

- Metal litio/< 2gr
- Ion litio/Ion sodio < 100Wh

Colabora:



Muchas gracias a todos los que nos habéis ayudado a ser un referente.