

## 1. OBJETO

El presente documento recoge las especificaciones y requisitos definidos con relación a la seguridad operacional relativa al uso de karts con tren de potencia eléctrico desarrollados por LITTLE e-motorsport durante las pruebas organizadas por la F.G. de A., (de ahora en adelante, el organizador). Este protocolo forma parte como anexo del reglamento deportivo, y por tanto es de **obligada lectura y cumplimiento** por todas las personas involucradas en la celebración de estos eventos deportivos, que admitirán estar convenientemente informados y aceptan los riesgos inherentes al uso de este tipo de tecnología en el karting. En caso de disconformidad con este protocolo, podrán presentar reclamación ante la directiva organizadora del evento, previa realización del mismo.

La tecnología utilizada en los karts eléctricos desarrollados por LITTLE e-motorsport, se basa en sistemas eléctricos que pueden ser de alto voltaje, y en la utilización de baterías de potencia de ion Litio, que han de ser utilizados con precaución ya que pueden derivar en situaciones de **riesgo eléctrico, químico o de incendio**.

Es por esto que LITTLE e-motorsport ha realizado un análisis detallado desarrollando un protocolo de formación y actuación a aplicar para garantizar un alto nivel de seguridad durante las pruebas realizadas con este tipo de karts.

Las tres categorías de karts eléctricos que pueden participar en este tipo de competiciones responden a la siguiente clasificación tecnológica:

- **SKILLED:** sistema eléctrico de **baja tensión** (tensión nominal 50,4v) con pack de baterías de potencia de iones de Litio.
- **MASTER:** sistema eléctrico de **alta tensión** (tensión nominal 100,8v) con pack de baterías de potencia de iones de Litio. Al ser alta tensión, los componentes del powertrain eléctrico estarán claramente identificados con el siguiente anagrama de advertencia:



## 2. DEFINICIONES

- *Alta tensión / alto voltaje*

La clasificación de un componente o circuito eléctrico, si su tensión de funcionamiento es  $> 60 \text{ V}$  y  $\leq 1\,500 \text{ Vdc}$  o  $> 30 \text{ V}$  y  $\leq 1\,000 \text{ Vca}$  en valor eficaz (rms).

- *e-kart*

Vehículo terrestre de cuatro ruedas no alineadas, con dos ejes, incorporando en el delantero el sistema de dirección y en el trasero el sistema de propulsión y con un tren de potencia que está alimentado al 100% por energía eléctrica procedente de un **pack de baterías** embarcado en el mismo e-kart, que suministra dicha energía a un **motor eléctrico** mediante la gestión de un **controlador de potencia**.

- *Pack de baterías de Litio*

Conjunto de celdas de litio que se configuran en serie y en paralelo para alcanzar el voltaje, la capacidad y la potencia deseada, montadas en el interior de una carcasa, en la cual se integran además la electrónica de gestión y la de control de la seguridad, los componentes necesarios para el suministro de potencia y el sistema propio de refrigeración.

- *Motor eléctrico*

Es el sistema que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables. Se compone de dos partes; una fija llamada estator y una móvil llamada rotor, el cual integra el eje de salida en el que se fija uno de los extremos del kit de transmisión. Puede contar con sistema de refrigeración propio.

- *Controlador de potencia*

Sistema electrónico responsable de la adaptación de las variables eléctricas de tensión y corriente entre el punto de aporte de energía (pack de baterías) y el del consumo (motor eléctrico).

- *Powertrain eléctrico*

Conjunto de sistemas necesarios para transmitir la potencia mecánica de propulsión al eje trasero del e-kart, con el objeto de conseguir que este se desplace, mediante el accionamiento del pedal del acelerador por parte del piloto. Está compuesto por los siguientes sistemas principales:

- a. Pack de baterías.
- b. Controlador de potencia
- c. Motor eléctrico.
- d. Refrigeración de los sistemas anteriores.
- e. Soportes a chasis de los sistemas anteriores.
- f. Instalación eléctrica de potencia y control.
- g. Software de control.
- h. Sistema de adquisición y visualización de datos.
- i. Kit de transmisión de piñón-corona y cadena.

- *Categorías de riesgos eléctricos*

Se pueden identificar cinco grupos de riesgos eléctricos en los cuales se indican el tipo de daños que pueden provocar:

- a. Descarga eléctrica: lesiones físicas, llegando a ocasionar la muerte.
- b. Arco eléctrico: quemaduras hasta de cuarto grado, fusión de componentes, liberación de gases, exposición a destellos de luz muy intensos (destello de soldadura) y explosiones.
- c. Descarga electrostática: descarga eléctrica y daños de componentes eléctricos y electrónicos.
- d. Riesgo de incendio: quemaduras y riesgos químicos.
- e. Riesgo químico: lesiones físicas, llegando a ocasionar la muerte, debido a líquidos y gases peligrosos.

### 3. ROLES Y RESPONSABILIDADES

El organizador de la prueba, en colaboración de LITTLE e-motorsport para la parte técnica, designará los siguientes roles dentro de la organización del evento para cubrir los aspectos referentes a la seguridad eléctrica:

- **Especialista eléctrico.**

Esta persona formará parte del equipo de asistencia técnica de LITTLE e-motorsport y tendrá la categoría de ingeniero especialista en electricidad y electrónica, el cual asumirá la supervisión de las incidencias de carácter eléctrico que se puedan dar durante la celebración de los eventos en los que participen los karts eléctricos.

Será experto en seguridad eléctrica en alta tensión y pack de baterías de potencia.

Tendrá al menos, cuatro años de experiencia demostrable en la arquitectura de sistemas de alta tensión de vehículos eléctricos y conocimiento de los estándares y regulaciones europeas referentes a este tema.

Tendrá conocimiento técnico y formación específica acreditable referente al karting eléctrico y a los protocolos de seguridad eléctrica desarrollados por LITTLE e-motorsport.

No puede ser daltónico con acreditación mediante prueba médica justificable con menos de dos años de antigüedad.

A continuación, se recogen sus responsabilidades:

- Deberá estar en contacto directo con el personal encargado de la organización y control del evento (oficiales, comisarios, voluntarios, etc.) y dar soporte en las decisiones que tenga que tomar dirección de carrera relativas a riesgos derivados de los karts eléctricos.
- Será el encargado de seleccionar y nombrar a las personas encargadas de dar soporte eléctrico en pista y en boxes.
- Supervisará el cumplimiento de la reglamentación referente a seguridad eléctrica, incluyendo los procesos de verificación, así como las formaciones de seguridad eléctrica impartidas a todo el personal.
- Revisará el contenido y supervisará la correcta distribución de la reglamentación y formación recogidas en este protocolo.
- Vigilará las nuevas situaciones de riesgos derivados del uso de karts eléctricos que se puedan dar a lo largo del año, y promoverá las correcciones o actualizaciones necesarias al presente protocolo.

- Liderará las operaciones de seguridad eléctrica a desempeñar durante una situación de accidente, parada, salida de pista, etc.
  - Evaluará las condiciones del kart eléctrico y sus sistemas eléctricos en pista y en pitlane, verificando el indicador luminoso de estado del pack de baterías. En cualquier situación distinta a que el indicador se ilumine en color verde, se retirará el kart de pista o pitlane bajo el protocolo de seguridad establecido en este documento.
  - Verificar el uso correcto de los EPIS necesarios frente a riesgo eléctrico por todo el personal que participe en las labores de rescate.
  - Dar las indicaciones necesarias para asegurar la zona en caso de accidente con riesgo eléctrico.
  - Dar asistencia en seguridad eléctrica al equipo de rescate en caso de accidente con riesgo eléctrico.
  - Diagnosticar el estado del pack de baterías y del sistema eléctrico en general del kart en caso de accidente, parada, salida de pista, etc., antes de proceder a las operaciones de rescate.
  - Dar asistencia en seguridad eléctrica al equipo médico en caso de accidente con riesgo eléctrico.
- ***Técnico electromecánico.***

Esta persona formará parte del equipo de asistencia técnica de LITTLE e-motorsport y tendrá la categoría de técnico especialista en electromecánica, con acreditación de formación específica en electricidad o electromecánica de vehículos.

Tendrá conocimientos de seguridad eléctrica en alta tensión y pack de baterías de potencia.

Tendrá al menos, dos años de experiencia demostrable en la arquitectura de sistemas de alta tensión de vehículos eléctricos.

Tendrá conocimiento técnico y formación específica acreditable referente al karting eléctrico y a los protocolos de seguridad eléctrica desarrollados por LITTLE e-motorsport.

No puede ser daltónico con acreditación mediante prueba médica justificable con menos de dos años de antigüedad.

Su responsabilidad será ejecutar todas las tareas en campo de interacción con los karts eléctricos bajo las órdenes expresas del especialista eléctrico, en caso de situaciones con riesgo eléctrico.

- **Equipo médico.**

Estará compuesto por un doctor y un equipo de asistencia médica, los cuales se encargarán de atender al piloto en caso necesario, y estabilizar su condición.

Realizarán intervención médica, con un tratamiento previo a su desplazamiento a un hospital, en caso de ser necesario.

La seguridad frente a riesgo eléctrico ha de ser considerada previamente a la realización de cualquier actividad de asistencia médica. Para esto es obligatorio que todos integrantes del equipo médico tengan formación específica en riesgo eléctrico y se hallan leído el presente protocolo de seguridad en karting eléctrico.

- **Resto de personal**

El resto de personal son todas aquellas personas involucradas en la organización del evento y en especial los que tengan contacto directo con los karts eléctricos (director de carrera y sus adjuntos, cronometraje, comisarios, oficiales, voluntarios, etc.) y todos los pilotos participantes en las mismas sesiones que los karts eléctricos.

Todo este personal está obligado al conocimiento y lectura de este protocolo específico de seguridad para el karting eléctrico, y como consecuencia admitirán estar convenientemente informados y aceptan los riesgos inherentes al uso de este tipo de tecnología en el karting.

En caso de disconformidad con este protocolo, podrán presentar reclamación ante la directiva organizadora del evento, previa realización del mismo.

Es responsabilidad expresa de las escuderías o participantes individuales de las categorías de karting eléctrico, garantizar las cuestiones relativas a seguridad en general y del tren de potencia eléctrico en particular, de todos aquellos karts que salgan de boxes a pitlane, preparrilla y pista, tal y como se recogen en el reglamento técnico específico, con el fin de evitar cualquier incidencia al resto de personal y participantes, así como a ellos mismos.

## 4. ROLES EN CASO DE ACCIDENTE

A continuación, se detallan los principales responsables de cada una de las tareas a realizar en caso de accidente durante una prueba realizada con karts eléctricos:

1. Asistencia al piloto: Comisarios de pista.
2. Retirar el kart fuera del circuito: Solo si el indicador de estado del pack de baterías está iluminado en color verde, el kart eléctrico puede ser retirado sin peligro por los comisarios de pista; en caso contrario, el especialista eléctrico dará las indicaciones oportunas a ejecutar.
3. Limpiar la zona del circuito donde tuvo lugar la incidencia: Comisarios de pista.
4. Intervención médica: Equipo médico.
5. Operaciones de rescate: Equipo de extracción y rescate; si el indicador de estado del pack de baterías no se ilumina en color verde, o el riesgo eléctrico es evidente, se contará con la asistencia del especialista eléctrico en pista.
6. Proceso de desconexión del kart eléctrico en caso de riesgo eléctrico: especialista eléctrico o técnico electromecánico bajo supervisión del especialista eléctrico.

## 5. FORMACIÓN ESPECÍFICA

Este protocolo referente a los riesgos eléctricos y las instrucciones en caso de accidente, serán presentados en una sesión formativa.

Todos los participantes deben atender a la sesión por lo menos una vez al año.

Si es necesario, estas sesiones serán agendadas al comienzo de cada evento para el personal que forme parte en la competición de karts eléctricos por primera vez.

Las sesiones de formación serán impartidas por personal autorizado por el organizador y deberá estar presente el especialista eléctrico, el cual es el responsable de todas las cuestiones relacionadas con la operativa eléctrica del kart, redacción de documentos y aprobación de actualizaciones respecto a la seguridad eléctrica del vehículo.

Como mínimo, deberán asistir a estas formaciones los siguientes grupos:

- Personal responsable de la organización.
- Director de carrera.
- Comisarios, oficiales y voluntarios de pista.
- Equipo médico.

- Equipo de rescate.
- Pilotos, y sus representantes en caso de ser menores de edad.

## 5.1. CONTENIDO DE LA FORMACIÓN

- Arquitectura del kart eléctrico.
- Riesgos de los sistemas eléctricos de potencia que forman parte del kart eléctrico.
- Riesgos del pack de baterías.
- Medidas de protección y mandos de acción (indicador de estado del pack de baterías, mandos del tren de potencia eléctrico, interruptor de emergencia, etc.).
- Procedimiento en caso de accidente.
- EPIS.

## 6. EPIS ESPECÍFICOS PARA RIESGO ELÉCTRICO

Los siguientes EPIS específicos para riesgo eléctrico han de estar disponibles y son de obligatorio uso para los comisarios y equipos de rescate que tengan que asistir en caso de accidente de un kart eléctrico en cualquier parte del circuito y puedan estar en contacto con el kart eléctrico.

- Guantes clase 0 (EN 60903). Capaces de soportar tensiones de hasta 1000 voltios.
- Guantes de trabajo de cuero.
- Ropa ignífuga.
- Traje clase 2 para protección frente a arco eléctrico y fuego.
- Máscara de respiración frente a gases peligrosos.
- Botas de seguridad S3; ofrecen resistencia a la perforación, propiedades antiestáticas y absorción de energía.
- Manta aislante de alto voltaje clase 0 (EN 61111). Capaces de soportar tensiones de hasta 1000 voltios.
- Extintor de CO<sub>2</sub>.
- Extintor ABC de polvo químico industrial. Válido para sólidos combustibles, líquidos y gases combustibles y equipos eléctricos.
- Eslinga de remolcado. Debe estar aislada eléctricamente.



El buen estado de los EPIs es crucial para ofrecer una correcta eficiencia y deben estar en perfectas condiciones. Por este motivo se debe crear un checklist de todo el equipamiento disponible y controlar el estado de estos. Como mínimo, se debe incluir en la lista:

- Inspección técnica: Inspección visual y test funcional.
- Comprobación del equipamiento de protección del personal:
  - Ropa/trajes de protección.
  - Guantes aislantes clase 0.
  - Guantes de cuero.
  - Máscara.
  - Manta aislante clase 0.
- Comprobación de los extintores.
- Comprobar visualmente que se distinguen los extintores de CO2 frente el ABC.

## 7. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

Los comisarios de pista son los primeros en intervenir ante un accidente en la pista, puesto que se encuentran próximos las curvas más peligrosas del circuito.

Al producirse un accidente, avisan a los comisarios que están situados en los Puestos de Señalización y Dirección de Carrera para ejecutar los procedimientos especificados en los planes contraincendios y de asistencia médica.

Los comisarios colaborarán en la extinción del fuego y ayudarán al conductor en la medida de lo posible, recordando siempre que la primera intervención médica debe ser realizada por el servicio médico y que no debe ser movido en caso de lesión; cualquier piloto que tenga dificultades para salir del vehículo sin ayuda externa no debe intentar abandonar el kart por su cuenta, sino esperar la llegada de los servicios de rescate especializados.

En cualquier caso, los comisarios no deben sacar por sí mismos a un piloto que se haya visto implicado en un accidente (salvo circunstancias excepcionales: incendio, peligro inminente, etc.), sino que sólo pueden velar por su seguridad mientras esperan la llegada de los servicios de salvamento especializados.

Si el vehículo queda parado en mitad de la pista, los comisarios ondearán la bandera amarilla.

Los comisarios evaluarán la situación, y ante la menor duda se solicitará que el equipo médico, junto con el especialista eléctrico acudan lo más rápido posible al lugar de los acontecimientos.

El procedimiento a seguir en caso de accidente con karts eléctricos es el siguiente:

1. El piloto tiene que **pulsar el botón rojo de la seta de parada de emergencia**; puede darse el caso de que el piloto no pueda realizar esta acción por las condiciones específicas del accidente; serán por tanto los comisarios de pista los encargados de verificar que la seta está pulsada. Al pulsar esta seta, se interrumpe el suministro de corriente eléctrica procedente del pack de baterías, minimizando de esta forma las situaciones derivadas de riesgo eléctrico.
2. El siguiente paso es **ver los indicadores luminosos de estado del pack de baterías**. Todos los karts eléctricos tienen que incluir uno o dos indicadores luminosos que darán la siguiente información en función de su activación:

Color Indicador	Estado del pack de baterías
Verde	SEGURO
Rojo (Intermitente)	PELIGRO (Sistema en Defecto)

Mientras el e-Kart esté activo en boxes, en preparrilla, en pit lane, en circuito o en tránsito entre cualquiera de estos sitios, los indicadores luminosos de estado del pack de baterías han de estar siempre activos.

Tras un accidente en pista, se pueden dar las siguientes situaciones:

2.1. Indicador luminoso del pack de baterías en **color verde**.

Esto es indicativo de que la electrónica que controla el pack de baterías no detecta ninguna anomalía en el sistema, y, por lo tanto, no hay riesgo eléctrico, químico o de incendio.

En este caso, el piloto se bajará del kart y los comisarios procederán a su retirada en condiciones normales.

2.2. Cualquier situación diferente al caso anterior: Indicador luminoso en **rojo de forma intermitente**, o se produce cualquier otro estado que no sea únicamente **el verde encendido de forma continua** (p.e. el/los indicadores apagados, en rojo de forma continua, o incluso, los indicadores se han dañado o destruido durante el accidente.)

Si se enciende el indicador en color rojo de forma intermitente, la electrónica de control indica que pueden darse varias situaciones (temperaturas altas en el pack de baterías, fallos de aislamiento eléctrico, fallos activos en la electrónica de control del pack de baterías, etc.) que pueden derivar en riesgos eléctricos, químico o de incendio.

Puede ser que, debido a la gravedad del accidente, ninguno de los indicadores esté activo, o hasta darse el caso de que estos indicadores se rompan durante el incidente. En este caso se procederá de la misma manera que si el indicador rojo este activo intermitente.

Ante esta situación, **se requiere de forma inmediata la presencia del especialista eléctrico en el lugar del accidente.**

El piloto abandonará el kart lo antes posible, evitando tocar de forma directa partes metálicas del chasis o componentes del powertrain; apoyándose con los pies en el piso y las manos en el volante o el asiento.

Si por la gravedad del accidente, son los comisarios los que tienen que sacar al piloto antes de que lleguen los servicios médicos y el especialista eléctrico, lo harán utilizando los EPIs correspondientes y evitando tocar partes metálicas del chasis o componentes del powertrain.

Todos los implicados permanecerán a una **distancia de seguridad mínima de 20 metros** hasta que el especialista eléctrico indique lo contrario.

En caso de haber riesgo de fuego, los comisarios deben emplear los extintores indicados para sofocarlo lo antes posible.

NOTA: Aunque no se produzca una situación de accidente, si en cualquier momento el indicador luminoso **no ilumina en color verde**, es obligatorio proceder como en caso de accidente; pulsar seta de emergencia, bajar del kart, mantener la distancia de seguridad y avisar a los comisarios, que a su vez reclamarán la intervención del especialista eléctrico, el cual será el encargado de dar las indicaciones oportunas a seguir.

### 3. Remolcado del kart fuera de pista

Los comisarios de pista se encargan de remolcar el kart. Para ello emplean una eslinga de remolcado que está aislada eléctricamente. Una vez queda libre la pista, el kart queda a disposición del especialista eléctrico para realizar el proceso de desconexión oportuno.

### 4. Limpieza del lugar del accidente

Los comisarios de pista deben limpiar la pista lo antes posible para reanudar la carrera. En caso de haber vertidos líquidos sobre la pista, se empleará Trivorex para neutralizar y absorber el vertido.

---

## **5. Intervención médica**

Tras ser evacuado del kart, el piloto pasa a disposición del equipo médico, que valorará si precisa ser desplazado hasta un hospital o se puede dar asistencia médica en las instalaciones del circuito.