



Reglamento de Construcción de un Vehículo Eléctrico Categoría RACER



Reglamento Versión 2024.0.6





**INCUBADORA DE
TECNOLOGÍA, A.C.**



Campeonato Electratón®

Reglamento de Construcción de un Vehículo Eléctrico Categoría RACER

Versión 2024.0.6

Autores

Ricardo Jesús Rivas Sánchez ^{1,2}, Leopoldo Manuel Ramírez Mena Smith ^{1,2}, Roberto Ladrón de Guevara ², Arturo Cabrera², Sergio Banenelli², Jácome González², Miguel Miranda²

Revisiones

Ricardo Jesús Rivas Sánchez ^{1,2}, Leopoldo Manuel Ramírez Mena Smith ^{1,2}

¹ Incubadora de Tecnología A.C. CDMX

² Electratón® CDMX

Elaborado en Ciudad de México, 14 de febrero de 2026

Electratón® es marca registrada

Reglamento de construcción de un vehículo eléctrico para participar en el evento Electratón®-2026, Categoría Racer, modificado y actualizado por Ricardo Jesús Rivas Sánchez et al, 2025, 2024, 2023, 2022, 2021, 2020, 2019, 2018, (INA-Humberto Herrera, et al; 2009; Fórmula Sol, S.C. Beatriz Padilla et al; 1996)



Categoría

RACER

ES OBLIGATORIO ACCESAR Y REVISAR PERIÓDICAMENTE AL LINK DE NOTAS DEL REGLAMENTO
PARA REVISAR TIPS E INDICACIONES DEL REGLAMENTO:

<https://bit.ly/racer24notes>

Contenido

Contenido	a
Introducción.....	4
Concepto del Electrátón® y la Categoría RACER.....	4
Participantes de Electrátón® RACER.....	5
Requisitos para Escrutinio: Revisión Técnica y Documental.....	5
Reglamento Técnico de la Categoría Electrátón® RACER.....	6
1. Dimensiones del auto.....	6
1.1. Dimensiones mínimas.....	6
1.2. Dimensiones máximas.....	6
1.3. Cabina del piloto.....	7
2. Chasis.....	10
2.1. Materiales.....	10
2.2. Soldadura.....	11
2.3. Estructura.....	11
2.4. Protuberancias del chasis.....	23
2.5. Bordes y proyecciones internas y externas.....	23
3. Asiento del piloto.....	24
3.1. Cabecera del asiento de piloto.....	24
4. Escotillas y acceso en carrocería.....	24
5. Panel de suelo.....	25
6. Elemento anti-enllante.....	26
7. Sistema de Tracción.....	26
7.1. Sujeción de motor.....	26
7.2. Ejes y Flechas.....	26
7.3. Rines y Neumáticos.....	27
8. Guardas.....	27
8.1. Guardas de transmisión.....	27
8.2. Guarda de los neumáticos.....	28
9. Sistema de aceleración y frenos.....	28
9.1. Sistema de Aceleración.....	28
9.2. Sistema de Frenado.....	29

10. Sistema de Dirección.....	30
10.2. Tipos de dirección.....	31
10.3. Elementos del sistema de dirección.....	31
10.4. Cardán y rótulas en sistema de dirección.....	33
10.5. Guarda de la dirección.....	34
10.6. Topes físicos.....	34
10.7. Volante.....	34
11. Sistema de Suspensión.....	35
11.1. Suspensión delantera.....	35
11.2. Suspensión trasera.....	36
11.3. Altura de suspensión.....	36
11.4 Vehículos inclinables.....	36
12. Sistema Eléctrico.....	37
12.1. Diagrama de instalación básica.....	37
12.2 Motores.....	38
12.3 Controladores.....	39
13. Safe to touch led.....	39
14. Energía y Baterías.....	40
14.1 Electratorón® RACER	40
14.2. Banco de baterías principal.....	40
14.5. Baterías complementarias.....	44
15. Extintor.....	45
16. Sistemas de energía diversos.....	46
16.1 Celdas solares.....	46
17. Cables y calibres.....	46
17.1. Aislamiento.....	46
18. Interruptores.....	47
18.1. Interruptor principal.....	47
18.2. Interruptor secundario.....	48
19. Fusibles.....	49
20. Sistema de iluminación.....	50
21. Peso del Piloto y lastre.....	51
22. Seguridad.....	51
22.1. Elementos de sujeción.....	51
23. Cinturones de seguridad.....	52

24. Espejos y visibilidad.....	54
25. Prueba de salida de emergencia.....	55
25.1. Salida de emergencia en autos sin carrocería completa.....	55
25.2. Salida de emergencia en autos con carrocería completa.....	55
26. equipo de seguridad DEL PILOTO.....	55
26.1. Material resistente a flama.....	55
26.3. Casco.....	55
26.4. Guantes.....	57
26.5. Restrictores de muñecas- (restrictores de brazos).....	57
26.6. Vestimenta.....	58
26.7. Calzado.....	58
26.8. Cuellera.....	58
27. Transponder.....	59
28. Carrocería.....	60
28.1 Material de carrocería.....	60
29. PUBLICIDAD EN EL AUTO.....	67
30. Sonido de los autos.....	69
31. Sistema de enfriamiento.....	72
32. Action CAMs.....	72
Anexo A. Químicas comunes de baterías de litio.....	75
A.1. Tipos comunes de Baterías Litio.....	75
REFERENCIAS.....	76
NOTAS.....	76

Introducción



Campeonato Electrátón®

Reglamento de Construcción de un Vehículo Eléctrico Categoría RACER

Versión 2024.0.6

IMPORTANTE:

Este reglamento es complementario al reglamento de competencia. Todos los participantes deberán conocer ambos reglamentos para poder participar. En caso de que haya una discrepancia entre el reglamento de competencia y este reglamento, el orden de importancia en la regla será:

1. *Adendas para la carrera*
2. *Reglamento de competencia*
3. *Reglamento de construcción*

CONCEPTO DEL ELECTRATÓN® Y LA CATEGORÍA RACER

El proyecto Electrátón® tiene sus orígenes en el certamen "Lucas Electrathon", el cual inició en Inglaterra en 1978 con el propósito fundamental de fomentar la educación en el diseño y construcción de vehículos propulsados por energía eléctrica. Durante la década de los 80, la iniciativa se extendió a los Estados Unidos y posteriormente, en 1995, se consolidó en México gracias al impulso de un grupo interuniversitario de estudiantes, responsables de la creación del primer auto solar mexicano: el Tonatiuh.

En 2006, la vertiente mexicana del proyecto recibió un impulso significativo por parte de la Industria Nacional de Autopartes A.C. (INA). Bajo su organización, se incrementó la exigencia técnica de los prototipos con el fin de profesionalizar los recursos humanos y establecer una plataforma de experimentación viable para el sector automotriz. Este periodo se caracterizó por la integración de sistemas de suspensión amortiguada de alta complejidad y una mayor homologación técnica.



A partir de 2017, bajo la gestión de Incubadora de Tecnología A.C., el Electratón® continuó su evolución mediante la creación de la categoría RACER. Esta categoría es el resultado de diversos ciclos de mejora orientados a satisfacer las demandas actuales de la academia y la industria. En la actualidad, los participantes de esta división deben diseñar vehículos de alta complejidad técnica que emplean baterías con tecnología de litio y sistemas de gestión de baterías (BMS, por sus siglas en inglés). La implementación de estas tecnologías ha derivado en un incremento sustancial en la eficiencia y velocidad de los prototipos, lo cual ha hecho necesaria la actualización de los protocolos de seguridad en el presente reglamento, destacando los siguientes puntos:



www.electraton.com

Una nueva forma de medir la energía: se limita el consumo del motor a un tope máximo de 6000Wh. Esto obliga al participante a investigar las tecnologías de baterías existentes en el mercado para elegir la más adecuada.

Estandarización del área de cabina para contemplar pilotos chicos, grandes y enormes, siguiendo las normas del mercado, permitiendo un enfoque a futuro hipotético para su uso urbano.

Aplicando la premisa de ingeniería que dice **“la mejor pieza es la que no se requiere”**, se busca que los equipos puedan desarrollar sus autos en menor tiempo, menor costo, y por lo tanto más competitivos. Sin dejar de observar sus medidas de seguridad y la robustez de sus desarrollos.

Si bien, se procuró realizar dibujos técnicamente viables, se espera que los participantes diseñen completamente su chasis y puedan realizar cambios, modificaciones y ajustes que mejoren o complementen los diseños presentados buscando siempre apegándose al reglamento.

Esta categoría abierta está pensada para participantes con educación de nivel bachillerato, superior/técnico, profesional, posgrado, así como entusiastas.

PARTICIPANTES DE ELECTRATÓN® RACER

En la categoría Electrátón® RACER solo se permite el uso de baterías LiFepO4 (Voltaje 48v+-3.2v y 6kWh) protegidas dentro de un contenedor metálico.

Para 2026 únicamente podrán participar autos Electrátón® RACER contruidos desde el año 2024 que cumplan con los requisitos del reglamento versión 2024.0.6.

REQUISITOS PARA ESCRUTINIO: REVISIÓN TÉCNICA Y DOCUMENTAL

Al inicio del campeonato los jueces técnicos revisarán de manera minuciosa el cumplimiento de las reglas técnicas en un proceso de escrutinio técnico y documental. No cumplir con el reglamento (Técnico y de Competencia) en algún punto, es causa para no permitirle al vehículo competir si la organización así lo considera.

Todos los participantes deberán documentar su proceso de diseño y construcción, así como sus finanzas. Este punto se encuentra detallado en el Reglamento de Competencia, especificando qué debe contener la documentación y cómo presentarla correctamente.

Las escuderías nuevas que reciban un chasis RACER modelo 2024 usado de otro equipo, también deben documentar sus procesos, y adjuntar la documentación del equipo anterior.

La información de cómo documentar y qué puntos cubrir se encuentra en el Reglamento de Competencia

Reglamento Técnico de la Categoría Electrátón® RACER

1. DIMENSIONES DEL AUTO

1.1. Dimensiones mínimas

El vehículo debe de tener un largo total mínimo de **2200 mm**, una anchura total mínima de **1200 mm**, ambas mediciones toman en cuenta las ruedas, puntos más sobresalientes de la estructura y/o carrocería. La altura del piso del auto a la parte superior del Roll bar primario deberá ser mínimo de **900 mm**, y una altura libre al suelo mínima de **50 mm** en condición de operación: con piloto y baterías (Fig. 1)

Tomar en cuenta que la suspensión en máxima compresión deberá dejar por lo menos 25mm de libranza (Ver sección de suspensión).

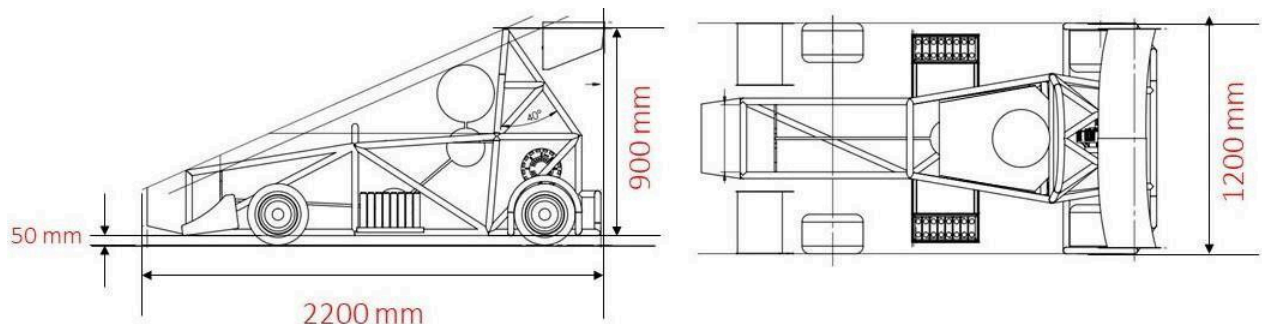


Fig. 1 Dimensiones mínimas

1.2. Dimensiones máximas

La longitud máxima del vehículo debe ser de **2700 mm**, y anchura máxima de **1400 mm**; ambas mediciones toman en cuenta: las ruedas y puntos más sobresalientes de la estructura y/o carrocería. La altura máxima del auto debe ser máximo de **1150 mm** desde la base del chasis al punto más alto del Roll bar primario y una altura libre al suelo máxima de **100 mm** en condición de operación: con piloto y baterías. (Fig. 2).

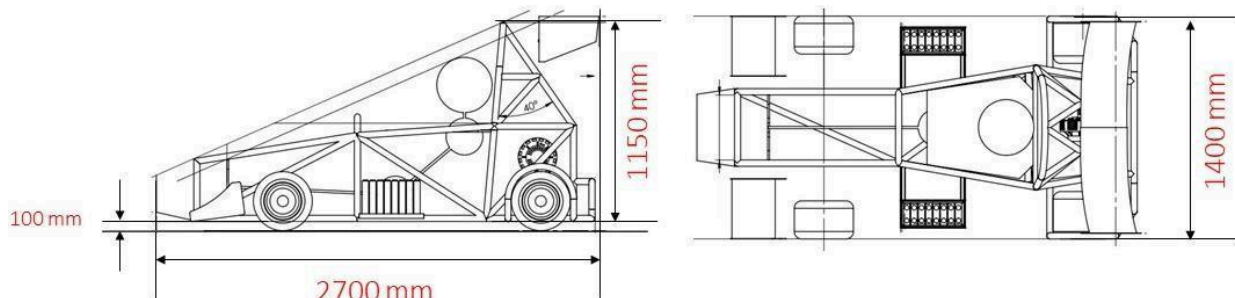


Fig. 2 Dimensiones máximas

Nota: Durante el diseño del auto, es importante considerar las dimensiones del transporte que planean utilizar para trasladarlo a los eventos. Si pretenden utilizar camionetas tipo Van o Pick up, se recomienda un ancho de 1200 mm y una altura máxima del suelo al punto más alto del roll bar primario de 1150 mm.

1.3. Cabina del piloto

La cabina debe poder acomodar la **Plantilla del piloto “Percy o Sir Percy”** (Formula Student Rules 95th percentile male), que está compuesta por los siguientes elementos:

1. Un círculo con diámetro de **200 mm** va a representar la cadera y los glúteos.
2. Un círculo con diámetro de **200 mm** va a representar los hombros y zona cervical.
3. Un círculo con diámetro de **300 mm** va a representar la cabeza con casco.
4. Una línea recta de **490 mm** va a conectar el centro de los dos círculos de **200 mm**.
5. Una línea recta de **280 mm** va a conectar el centro del círculo superior de **200 mm** y el círculo de **300 mm**.

La plantilla del piloto “Percy” (Fig. 3) debe poder colocarse en el interior de la cabina de la siguiente manera:

1. **Remover el asiento**
2. Los pedales deben colocarse en la posición más adelantada y debe existir una distancia mínima de 180 mm entre la estructura delantera de la cabina y los pedales
3. El círculo inferior de **200 mm** debe de apoyarse sobre el piso de la cabina de tal forma que el centro esté a no menos de **915 mm** desde los pedales.
4. El círculo superior de **200 mm**, representando los hombros, deben apoyarse en el respaldo o pared de fuego.
5. El círculo de **300 mm** debe colocarse a no más de **25 mm** de la cabecera donde el piloto colocaría la cabeza normalmente.

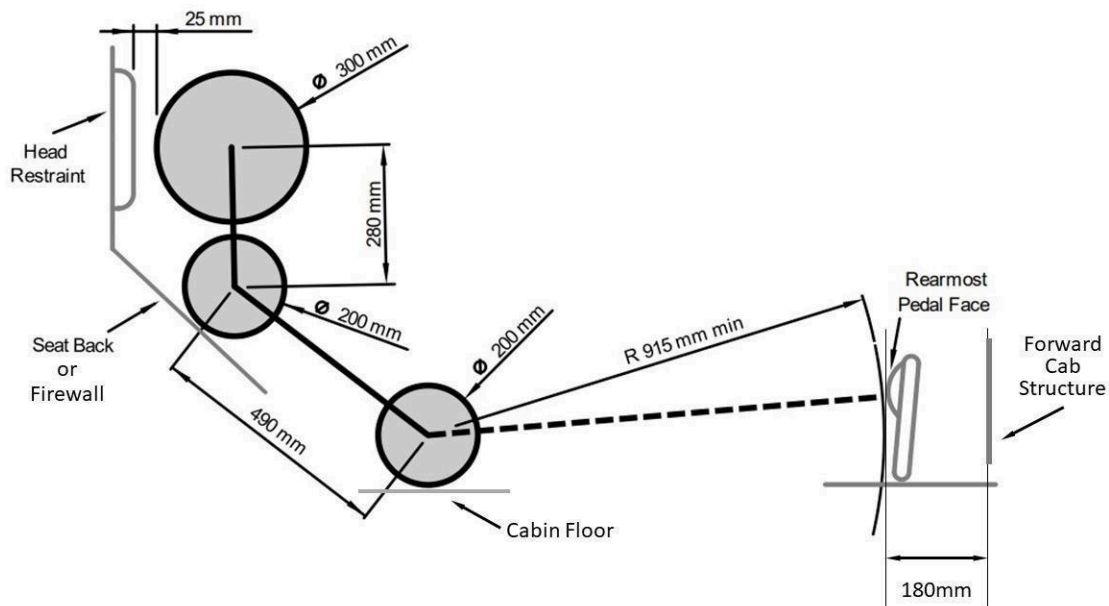


Fig. 3 Plantilla del piloto “Percy” o “Sir Percy” Formula Student Rules 2023 version 1.0, cap. T4.3.2. & T4 3.4. fig. 14

La entrada a la cabina (Fig. 4) debe de ser igual o mayor a las dimensiones de la **Plantilla de la entrada de cabina** de tal manera que ésta pueda deslizarse verticalmente sin obstrucciones. Para la aplicación de esta prueba, el volante necesita ser removido.

Nota: Durante el diseño de la cabina y Roll bar, es importante considerar el espesor del protector de espuma que necesitan llevar los tubos, para que la plantilla entre libremente. (Espesor mínimo de la espuma 12.7mm)

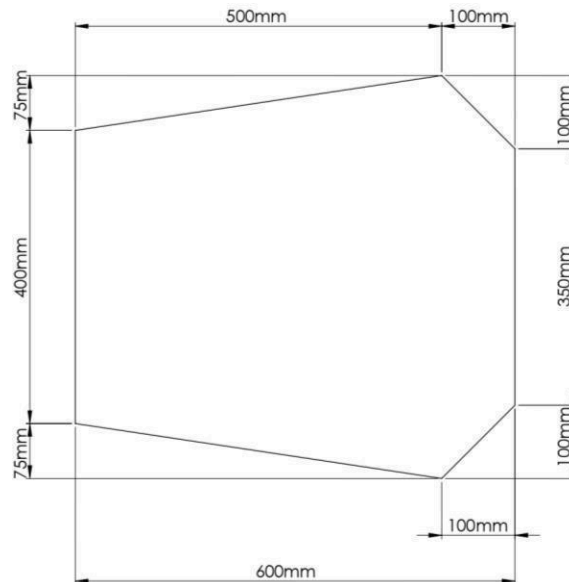


Fig. 4 Plantilla de entrada a la cabina, Formula Student Rules 2023, version 1.0, cockpit opening template, cap. T4.2.1, Fig. 12

El túnel para las piernas del piloto debe construirse de tal forma que el fondo del túnel donde irán los pies pueda acomodar la **Plantilla 1 Espacio de fondo del túnel de piernas**, y permita deslizar sin restricciones la **Plantilla 2 Espacio de entrada a túnel de piernas**. El único componente permitido en esa zona es la columna de dirección la cual debe de estar dentro del área marcada en la Plantilla 2. (Fig. 5)

Fig. 6 Ejemplo de posicionamiento del “Sir Percy” dentro del chasis

2. CHASIS

Importante: Los chasis sólo se pueden usar 2 años, después deberán ser reemplazados o donados (sujeto a validación). Todo chasis debe cumplir los lineamientos técnicos del reglamento 2024. Sin excepción los participantes deben construir la totalidad de sus vehículos. No se permite el uso ni adaptación de chasis comerciales.

Nota: En caso de ingreso extemporáneo al campeonato será sujeto a validación para las subsecuentes fechas.

Nota: Durante los escrutinios, se tomarán los datos del auto para generar un código de fabricación el cual se les colocará al chasis el día de los escrutinios dinámicos. El código estará formado por la siguiente información:

Fecha de fabricación AAAAMM + iniciales de la institución que representan XXXX + entidad federativa YYY, Categoría Z + Número de auto ###.

Nota: Durante el diseño y fabricación del chasis, favor de contactar al comité organizador para mantenerlo informado sobre el diseño y/o posibles dudas y sugerencias con el fin de tener una mayor certeza de pasar el escrutinio.

2.1. Materiales

El diámetro externo mínimo permitido para los miembros estructurales **PRIMARIOS** no debe ser menor al de un tubo cilíndrico de **1 pulgada**, respetando las siguientes especificaciones mínimas de espesor:

- Si el tubo es de acero dulce, calibre 14 (1.9 mm).
- Si el tubo es de acero al cromo molibdeno 4130, con espesor de 0.058" (1.47 mm).
- Si el tubo es de aluminio 6061 T6 o 6063 T6, con espesor de 0.113" (2.87 mm).

El diámetro externo mínimo permitido para los miembros estructurales **SECUNDARIOS** no debe ser menor al de un tubo cilíndrico de **1 pulgada**, respetando las siguientes especificaciones mínimas de espesor:

- Si el tubo es de acero dulce, calibre 16 (1.5 mm) o 18 (1.20 mm)
- Si el tubo es de acero al cromo molibdeno 4130, con espesor de 0.049" (1.24 mm) o 0.035" (0.89 mm)
- Si el tubo es de aluminio 6061 T6 o 6063 T6, con espesor de 0.090" (2.3mm)

Nota: En caso de que se utilice un tubo de sección cuadrangular (PTR), las especificaciones deben respetar las mismas condiciones de resistencia indicadas para los tubos de sección cilíndrica.

Los equipos deben presentar los documentos necesarios (facturas, notas, remisiones, etc.) para comprobar el material utilizado en el chasis.

Los materiales que no se encuentren considerados en la lista anterior, serán permitidos a discreción de los representantes del evento siempre y cuando aprueben satisfactoriamente las evaluaciones previas al campeonato además de presentar pruebas (facturas, notas, remisiones etc.) y cálculos que igualen o superen las especificaciones de los materiales sugeridos anteriormente.

El comité organizador se reserva el derecho de ordenar cambios estructurales y/o de materiales del vehículo, en cualquier momento, para evitar poner en riesgo la seguridad del conductor o de cualquier participante del evento.

2.2. Soldadura

El chasis debe ser tipo *space frame* cuyas uniones estén perfectamente trianguladas y soldadas preferentemente con equipos de soldadura MIG o TIG, o en su imposibilidad con equipos de soldadura autógena utilizando material de aporte de relativa baja temperatura (500-600 grados centígrados) y un mínimo módulo de elasticidad de 100,000 lb/pulgada cuadrada (PSI), construido con cualquiera de los materiales consignados en el Reglamento Técnico.

El día del escrutinio, se debe presentar una muestra de soldadura la cual consta de un nodo en forma de T formado por dos tubos del mismo material empleado en el chasis y utilizando el mismo sistema de soldadura, esta muestra deberá haber sido sometida a un esfuerzo de tal forma que se logre doblar o romper el tubo soldado al centro del otro. El objetivo de la prueba es demostrar que la soldadura es resistente y está bien aplicada. (Fig. 7).

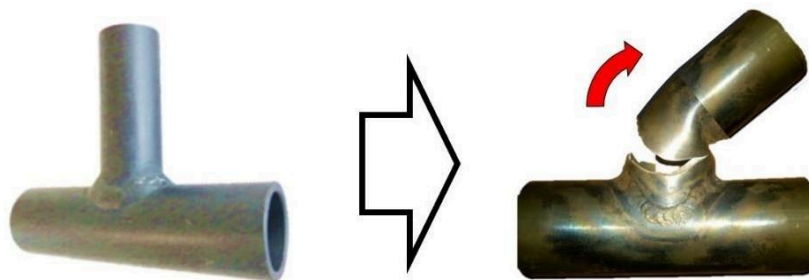


Fig. 7 Muestra de soldadura

2.3. Estructura

El auto debe contar con los siguientes elementos obligatorios en el chasis:

1. Estructura de impacto frontal
2. Defensa delantera
3. Barras de impacto laterales
4. Barra protectora de piernas.
5. Barras de impacto trasera.
6. Roll bar primario y secundario.
7. Barra estructural entre caja de baterías y piloto.
8. Refuerzos en piso del auto, entre la base del roll bar y el frente de la cabina.

Todos los diseños de estructuras primarias deben ser de forma triangulada, con uniones de tubos que converjan en nodos, esto le dará al chasis mayor rigidez y resistencia, así como una mejor transferencia de energía en caso de impacto. En la siguiente imagen (Fig. 8) se observan en verde los nodos correctos, en azul los nodos correctos con espacio para un nodo más, en naranja los nodos débiles por falta de triangulación y en rojo los nodos en posición incorrecta.

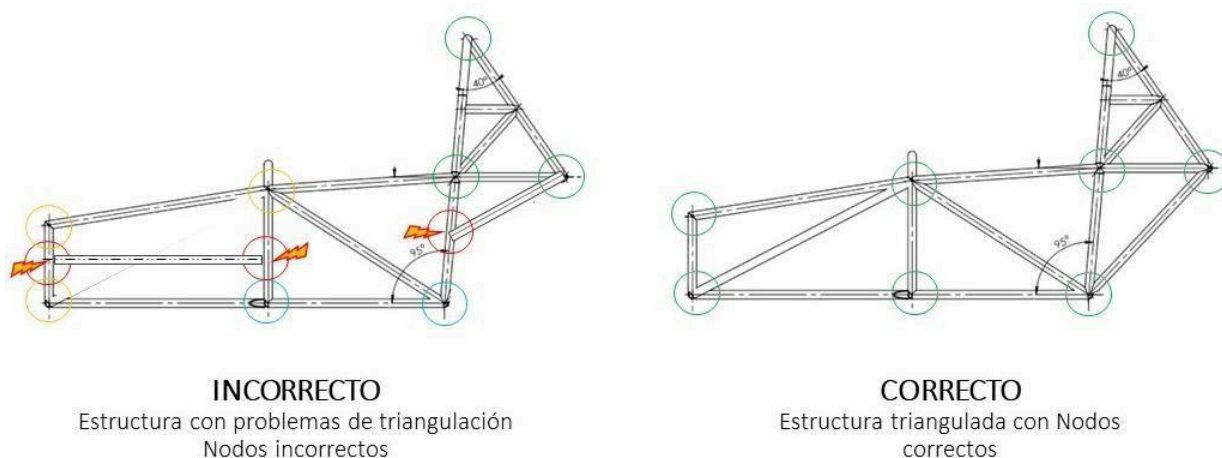


Fig. 8 Estructura principal triangulada y nodos

La finalidad de la estructura de la cabina es generar un espacio que proteja al piloto, por lo mismo, ninguna extremidad puede salir de la estructura (cabeza, hombros, pies, codos, rodillas) y debe mantener al piloto seguro en caso de impacto o volcadura.

La cabina de piloto debe ser diseñada de tal forma que puedan ingresar pilotos de diferentes tallas, desde una persona que mida 1.400 m de altura, hasta un piloto de 1.835 m de altura y un peso de 100 kg, de acuerdo con la plantilla del "Sir. Percy" ver Ref. 6.1.1.2.

El peso del vehículo debe estar apoyado en un mínimo de 4 ruedas y soportar los esfuerzos a los cuales será sometido durante el escrutinio y las competencias.

El cuerpo técnico verificará que el auto se comporte de manera estable durante las pruebas.

2.3.1. Estructura de Impacto Frontal

La función de la estructura de impacto frontal es proteger al piloto en caso de una colisión absorbiendo la mayor parte de la energía del impacto.

El auto debe de tener una estructura específica para absorción de impactos frontales. Debe de estar firmemente sujeta a la cabina del piloto de tal forma que pueda transferir la energía remanente en caso de un impacto.

Placa Anti intrusión

Entre el atenuador de impacto y la cabina del piloto debe de haber una placa anti intrusión con un espesor mínimo de **1.5 mm** de acero sólido o **4.0 mm** de aluminio sólido. Debe cubrir la totalidad del frente de la cabina del piloto. (Fig. 9)

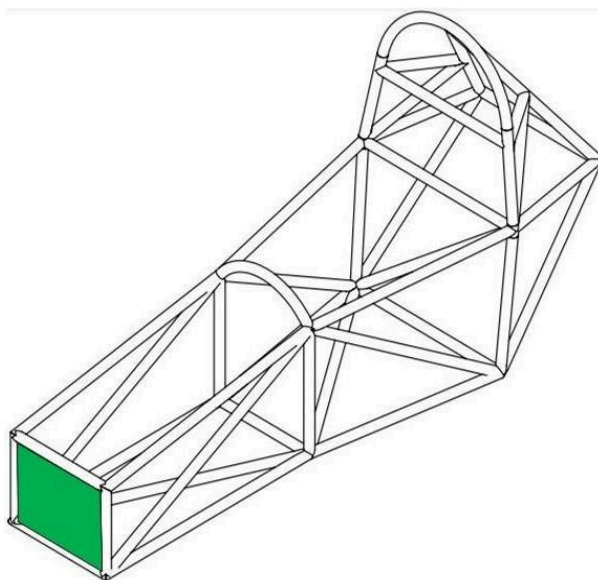


Fig. 9 Placa delantera anti intrusión

Atenuador de impacto frontal

Al auto debe implementarse una estructura secundaria para recibir un posible impacto frontal, tendrá que estar unida firmemente a la cabina del piloto. La estructura atenuadora deberá tener forma triangulada de tal forma que pueda transferir y disipar la energía en caso de un impacto. Esta deberá ser de material menos resistente que la estructura primaria como (tubo de menor calibre, espuma Dow IMPAXX 700, **Foamular 250**). La distancia mínima del atenuador frontal debe ser mínimo de 152 mm y un máximo de 230 mm (Fig. 10)

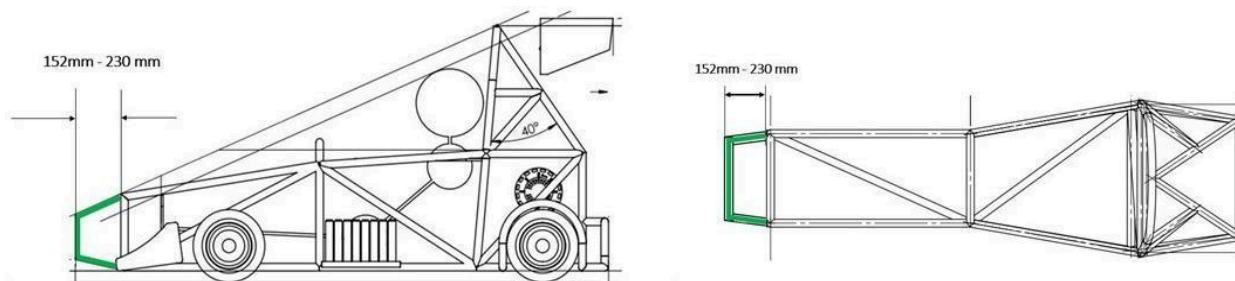


Fig. 10 Atenuador de impacto frontal

Se permite el uso de espuma Dow IMPAXX 700 o **Foamular 250** siempre y cuando se le de forma de tronco piramidal cuadrado y cubra por completo la placa anti intrusión (mamparo delantero) y tenga un largo mínimo de 230 mm de la punta al mamparo. (Fig. 11)

Nota: En caso de usar IMPAX 700 o **Foamular 250**, se recomienda darle forma aerodinámica y forrarlo con algún material compuesto para protegerlo, esto hará que el atenuador de impactos no solo sea un dispositivo seguridad, también aportará al auto funciones aerodinámicas y estéticas.

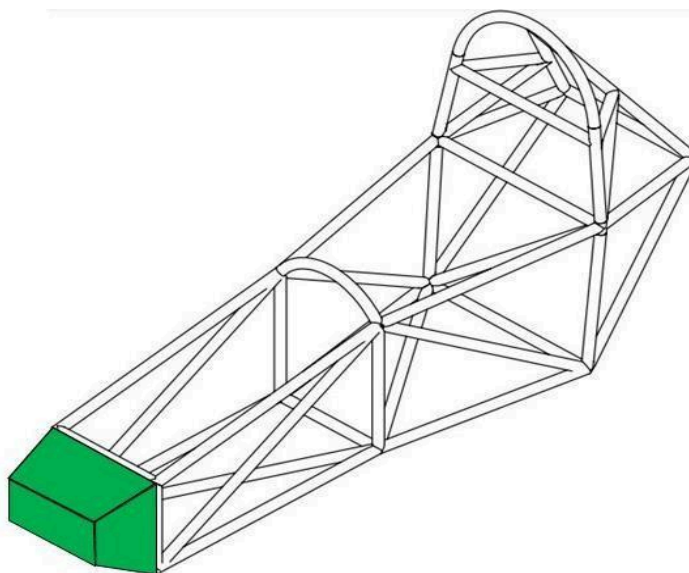


Fig. 11 Atenuador de espuma Dow IMPAXX 700 impacto frontal

2.3.2. Defensa delantera

La función de la defensa es evitar un enlante miento con otro vehículo.

Los autos deben portar una estructura secundaria que evite el enlante en el eje delantero. Las puntas de la defensa deben ser redondeadas libres de filos y debe cubrir entre el 80% y el 100% el ancho total del eje delantero del auto, la defensa puede utilizarse como base del soporte del alerón delantero (Fig. 12).

No se permiten defensas más anchas de la distancia existente entre caras exteriores de las ruedas delanteras, tampoco son permitidas las puntas filosas. (Fig. 13)

Se puede utilizar tubo de 1" de diámetro exterior de material más débil al chasis del vehículo respetando las siguientes especificaciones mínimas:

- Si el tubo es de acero dulce, calibre 16 (1.5 mm) o 18 (1.20 mm).
- Si el tubo es de acero al cromo molibdeno 4130 con espesor de 0.049" (1.24 mm) o 0.035" (0.89 mm)
- Si el tubo es de aluminio 6061 T6 o 6063 T6, con espesor de 0.090" (2.3mm).
- En caso de utilizar otros materiales deben ser igual o más resistentes a los tubos especificados.

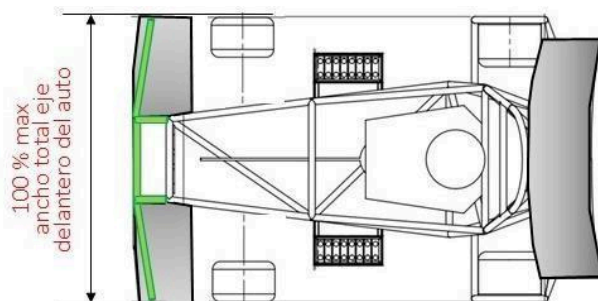
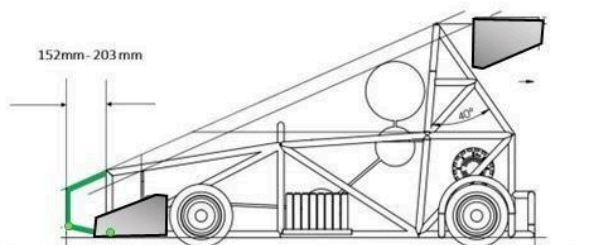


Fig. 12 Defensa delantera



Fig. 13 Defensa delantera

La estructura de la defensa delantera, en las partes salientes del chasis, deberá tener un ángulo entre 10° y 30° (visto desde arriba) con el fin, en lo posible, de desviar hacia los lados del auto los esfuerzos de impacto con algún objeto (Fig. 14)

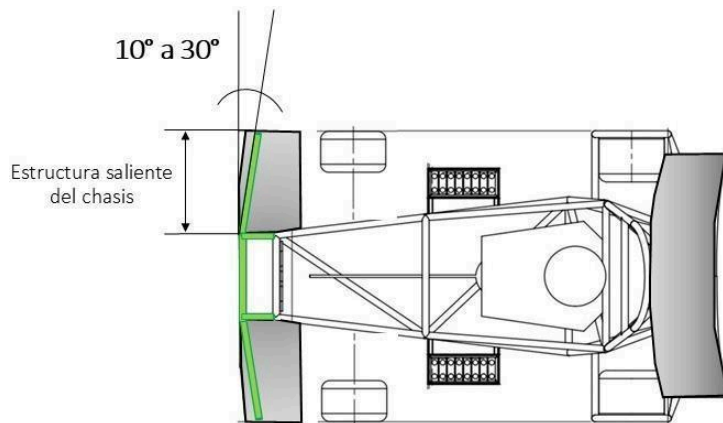


Fig. 14 Estructura de defensa delantera saliente del chasis con ángulos desviadores

2.3.3. Barras de impacto laterales

La función principal de la barra de impacto lateral es proteger al piloto en caso de algún impacto.

Barra de impacto lateral superior

Debe de conectar el roll bar primario y las laterales superiores del roll bar secundario y estar en la totalidad dentro de un área de seguridad entre **355 mm** y **534 mm** arriba de la barra de impacto inferior, indicado en azul en la (Fig. 15).

Barra de impacto lateral inferior

Debe conectar el punto más bajo del roll bar primario con el punto más bajo del roll bar secundario (Fig. 13).

Barra diagonal para impacto lateral

Debe de triangular la unión del roll bar secundario y la barra de impacto lateral superior con la unión de la barra de impacto lateral inferior y el roll bar primario (Fig. 15).

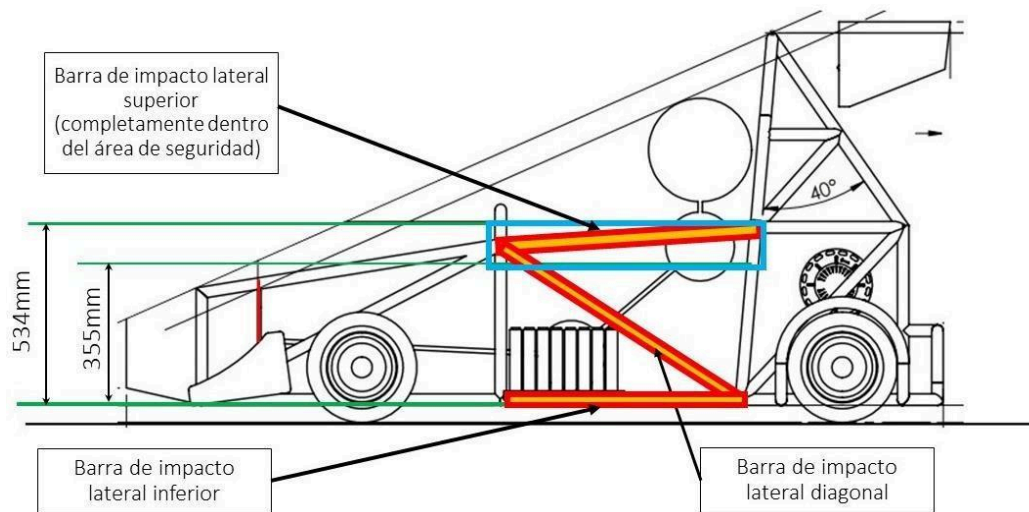


Fig. 15 Barras de impacto lateral

Las barras deben ser del mismo material que el chasis y se debe respetar las características mínimas citadas anteriormente.

Las secciones de esta estructura con posible contacto con el piloto deben estar recubiertas con espuma de celda cerrada con un mínimo de **12 mm** de espesor.

2.3.4. Barras de impacto traseras

El auto debe contar con un parachoques inferior y superior con la finalidad de proteger al piloto en caso de algún impacto. La barra de impacto inferior (Fig. 16) debe estar unida firmemente al chasis.

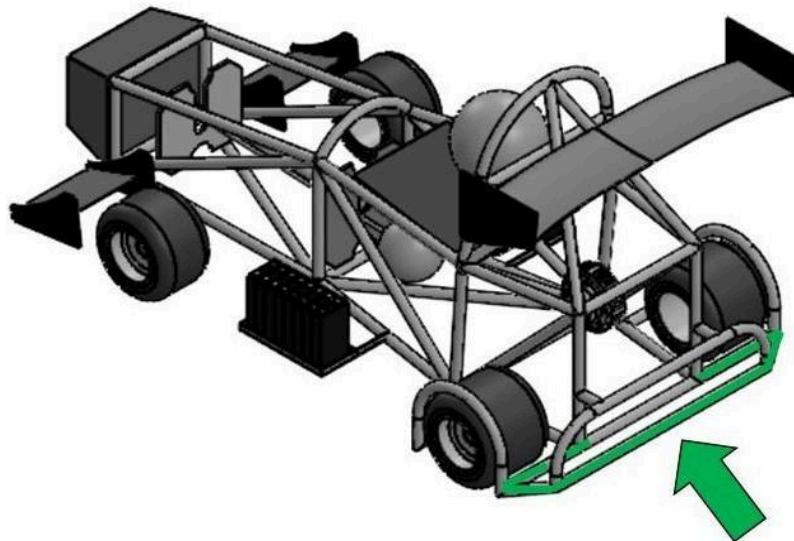


Fig. 16 Barra de impacto trasera

Para la barra de impacto superior (Fig. 17), debe ser colocada a la mitad de la espalda del piloto y tendrá que estar unida firmemente a la estructura.

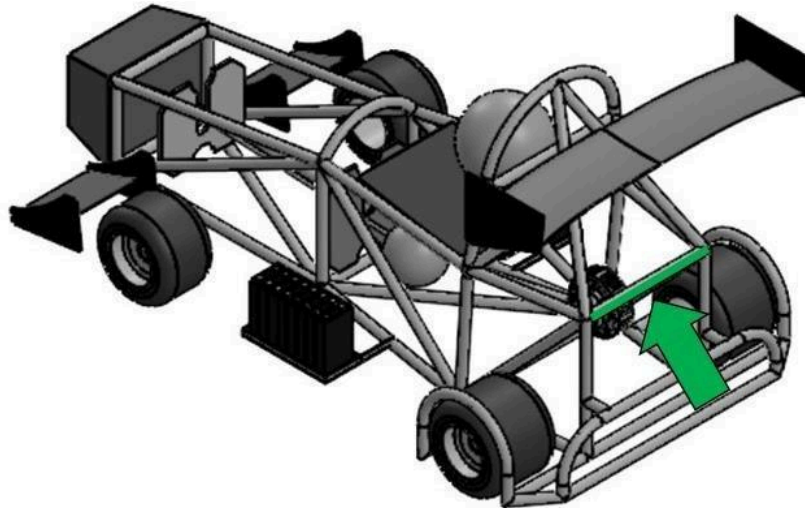


Fig. 17 Barra de impacto superior

Lo mencionado anteriormente debe de cumplir con las características mínimas citadas (**tubo de 1 pulgada**).

2.3.5. Roll Bars

Línea de vida

Es una línea imaginaria (en rojo) trazada desde la parte más alta del Roll Bar Primario hasta la parte más alta delantera de la estructura primaria del chasis. El piloto con casco, sus extremidades y el volante deben quedar por lo menos 75mm por debajo de esta (línea verde). (Fig. 18).

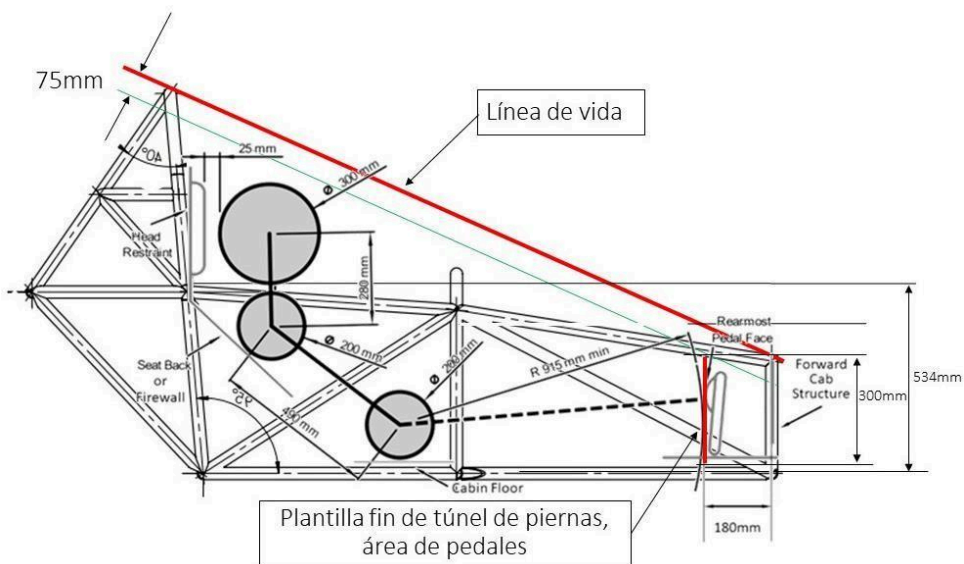


Fig. 18 Línea de vida Roll bar

Roll bar Primario

El Roll Bar Primario es una de las estructuras más importantes del auto. Debe estar posicionado detrás del piloto y diseñado de tal forma que cumpla con el concepto de la *Línea de vida*.

El Roll Bar Primario tendrá que estar sujeto al chasis y reforzado en 7 puntos o nodos con estructuras trianguladas, **el nodo 7 deberá estar en la parte más alta y al centro del roll bar primario** como se muestra en la (Fig. 19).

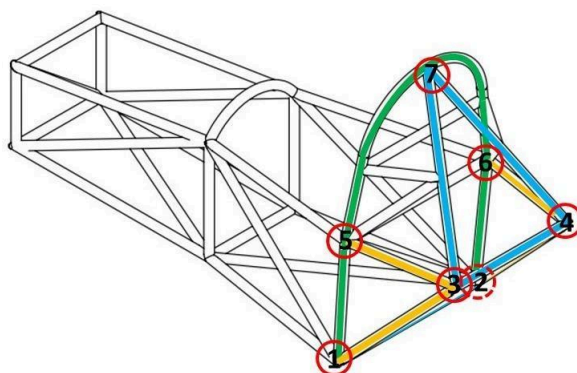


Fig. 19 Siete puntos de apoyo del Roll Bar Primario

Únicamente se permiten dos formas de anclar el Roll Bar Primario a la estructura:

1. Soldado firmemente a la estructura.

2. Desmontable de la estructura principal en al menos cuatro puntos (1, 2, 5 y 6), cada punto de anclaje debe tener dos orejas soldadas firmemente a la estructura y entre ellas un buje soldado al tubo de la estructura desmontable, se debe unir con un tornillo de 3/8" grado 4 o 6 con tuerca de seguridad. El arco del Roll bar indicado en verde, debe mantenerse en una sola pieza, sin cortes ni agregados. (Fig. 20)

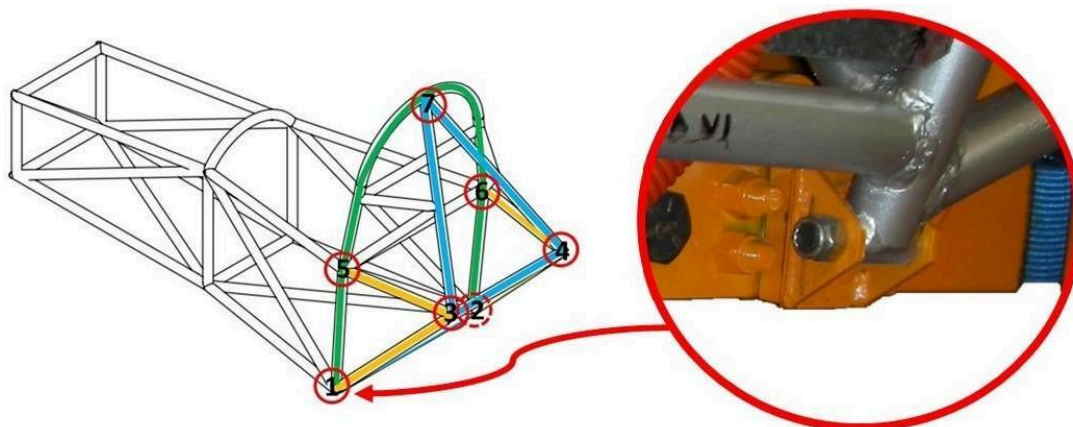


Fig. 20 Puntos de anclaje para Roll Bar Primario desmontable y ejemplo de punto de anclaje.

El arco del Roll Bar Primario debe estar construido en una sola pieza, es decir, no debe estar soldado por secciones y debe estar posicionado entre **0° y 5°** con respecto a la vertical desde el piso del auto hasta la parte más alta (Fig. 21) y debe cumplir con el concepto de Línea de vida.

El volante del vehículo no debe ser considerado como parte estructural del auto ni límite superior de apoyo para la línea imaginaria.

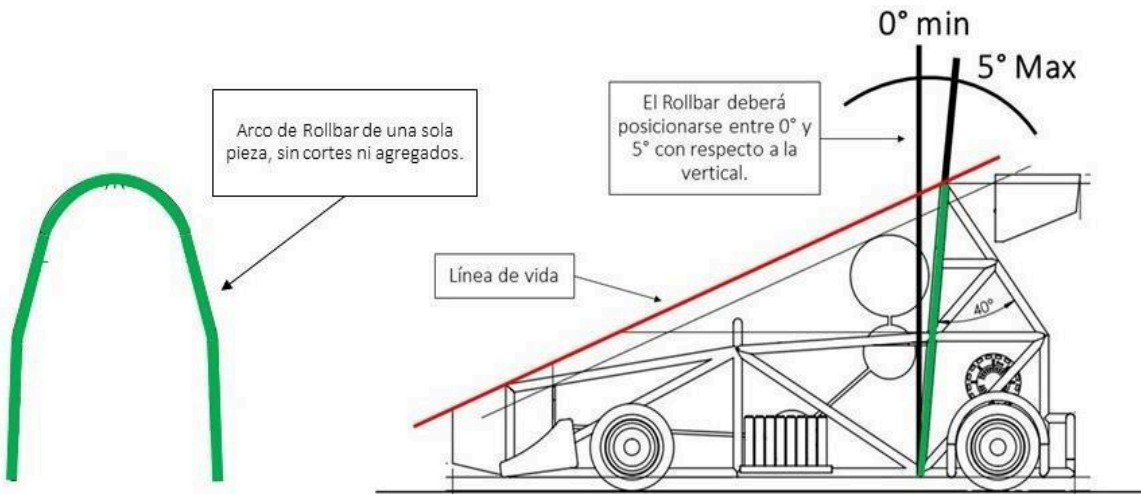


Fig. 21 Ángulo máximo del Roll Bar Primario

La estructura del roll bar primario debe estar triangulada para otorgarle una mayor rigidez. También se debe incorporar una lámina que sirva como pared de fuego.

La lámina de la pared de fuego puede ser de aluminio calibre 18 o de lámina de hierro calibre 20. Se puede fijar con tornillos de 1/8", o se puede soldar directamente al roll bar (Fig. 22).

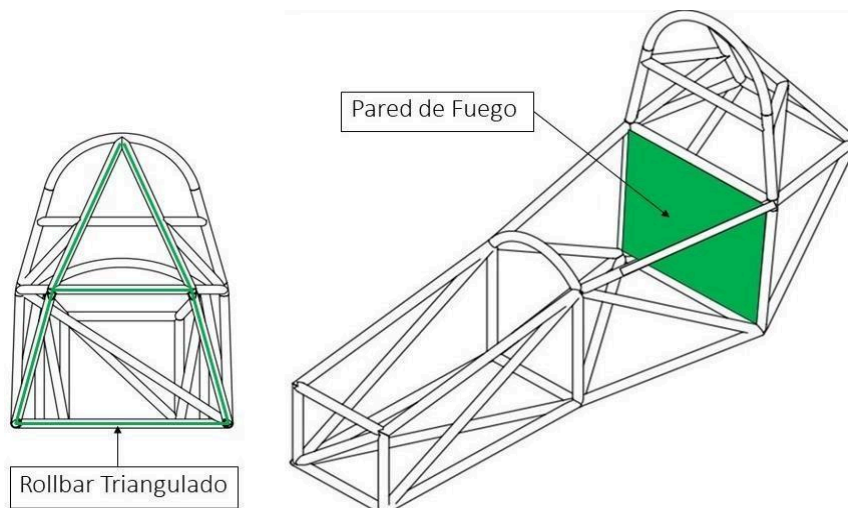


Fig. 22 Roll Bar Primario triangulado y pared de fuego

El Roll Bar Primario tendrá que estar acojinado para prevenir que el conductor pueda lastimarse en caso de contacto contra la barra en un accidente. El acojinamiento debe tener 1/2" (12.7 mm) de espesor como mínimo y debe estar hecho de espuma de celdas cerradas.

El Roll Bar Primario debe tener un ancho interno mínimo de **550 mm (Plantilla de entrada a la cabina) + 25.4 mm acojinamiento = 575.4 mm** a la altura de los hombros del piloto. (Ver 1.3, Fig. 3) Los hombros del piloto no deben sobresalir en ningún caso de la estructura del roll bar. La *Plantilla de entrada a la cabina* debe entrar libremente con la protección instalada. (Fig. 23)

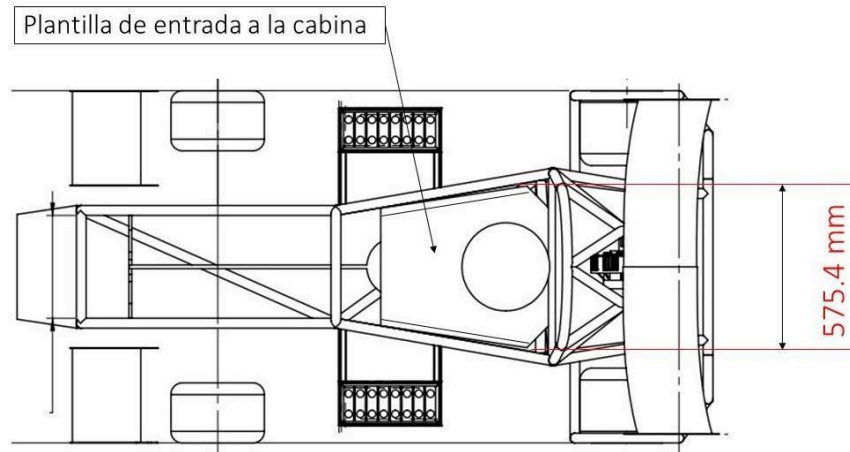


Fig. 23 Ancho mínimo del Roll Bar Primario

El Roll Bar Primario debe contar con un diseño triangular que permita la distribución de fuerzas de forma eficiente en caso de volcadura (Fig. 24).

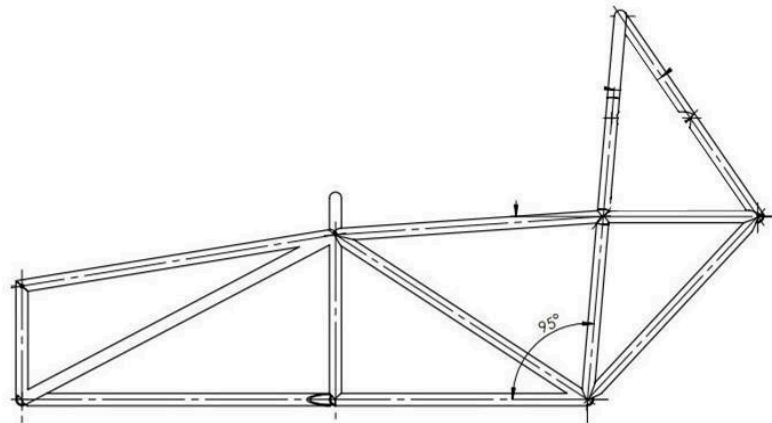


Fig. 24 Estructura del Roll bar Primario

En la (Fig. 25) se muestra un roll bar primario carente de refuerzo y propenso a doblarse con facilidad hacia adelante o hacia atrás por falta de apoyos en el sentido de esfuerzos longitudinales.

Diseño estructural NO permitido.

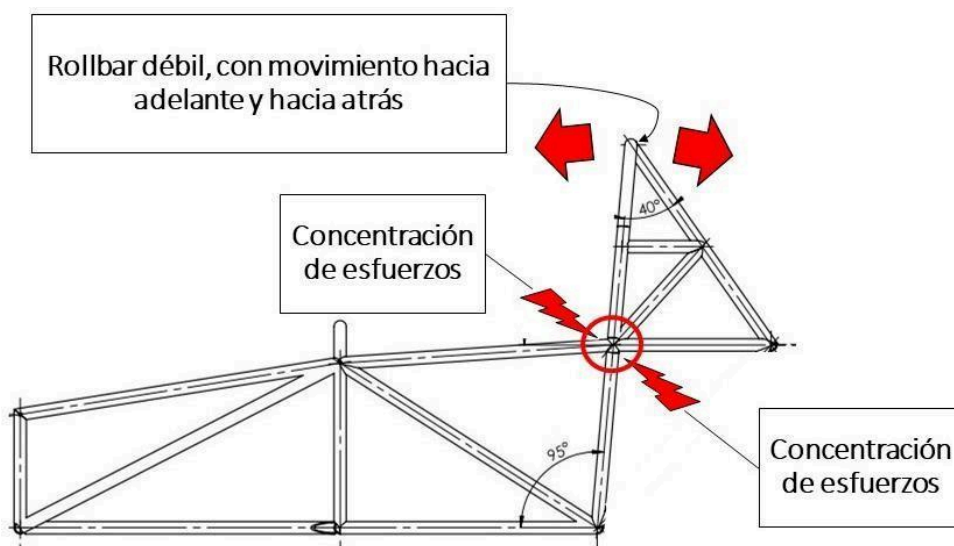


Fig. 25 Ejemplo de estructura del Roll Bar Primario frágil

La estructura triangulada del Roll Bar Primario, viendo el auto de lado, debe tener como mínimo un ángulo de 30° como se muestra en la figura (Fig. 26)

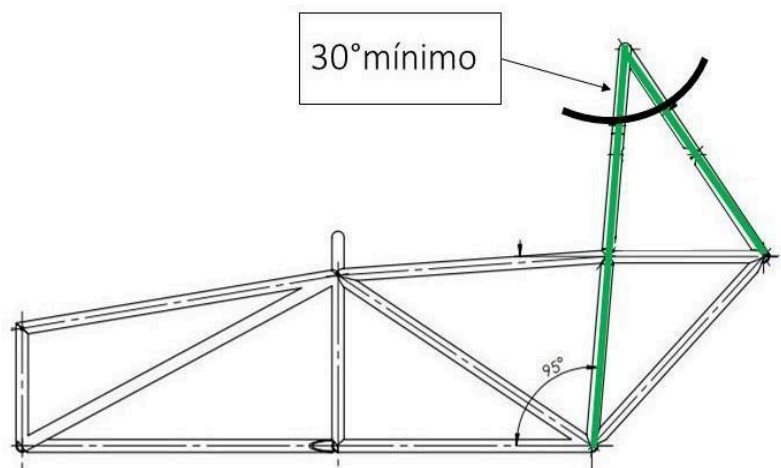


Fig. 26 Ángulo de 30° mínimo en estructura triangular del Roll bar primario

El cuerpo técnico revisa exhaustivamente estos puntos el día del escrutinio, de no cumplir con lo mencionado el auto **no puede participar en el campeonato**.

Roll bar Secundario

Los autos deben tener un arco que cubra las piernas para protegerlas de algún golpe directo y las mantenga dentro del auto en caso de algún alcance o volcadura; en este último escenario debe tener la altura y rigidez suficiente para soportar, junto con el Roll Bar Primario, el peso del vehículo e impedir que el piloto tenga contacto con el piso. (Fig. 27) Idealmente el Roll bar secundario se complementa con el primario en caso de vuelco.

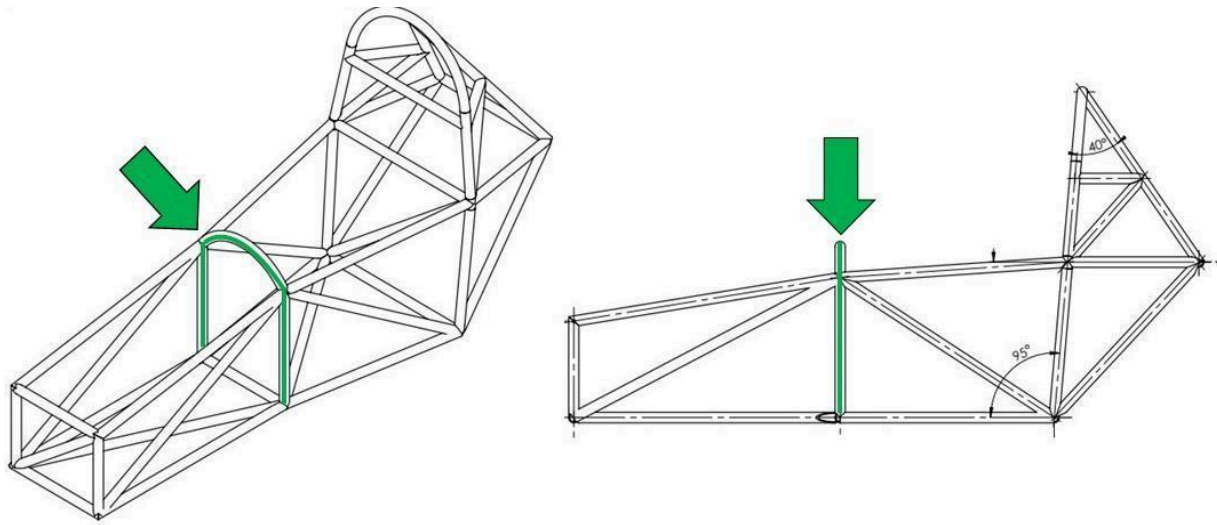


Fig. 27 Roll bar secundario

2.3.6. Barra estructural entre caja de baterías y piloto.

Debe existir un miembro estructural primario entre la caja de baterías y el cuerpo del piloto. Tal miembro estructural debe estar sujeto a la estructura principal del chasis, debe contemplar el nivel de resistencia similar o superior al del resto de la estructura (Fig. 28).

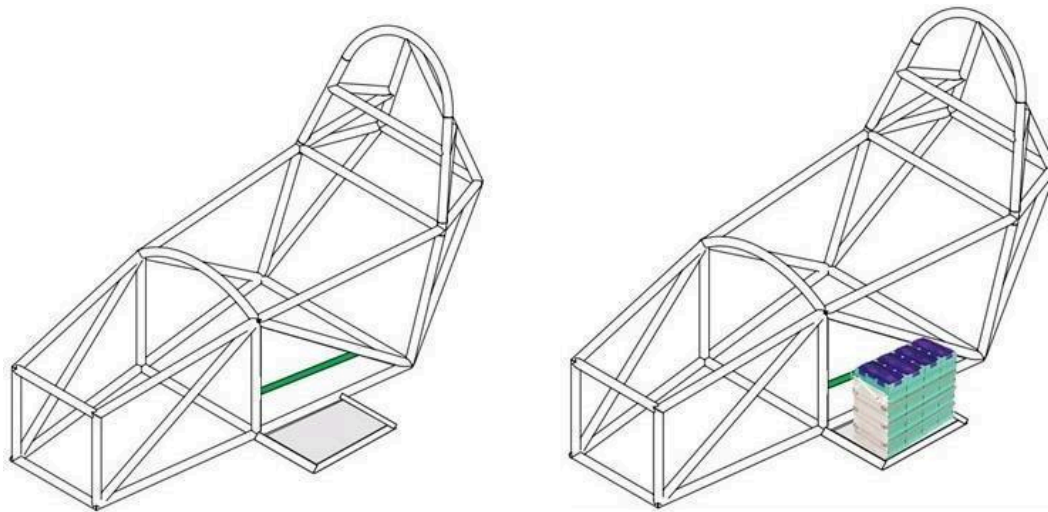


Fig. 28 Elemento estructural primario entre caja de baterías y piloto

2.3.7. Refuerzos para torsiones transversales

La cabina debe tener refuerzos triangulados para soportar tensiones transversales y longitudinales que le otorguen rigidez, resistencia, durabilidad y seguridad. (Fig. 29)

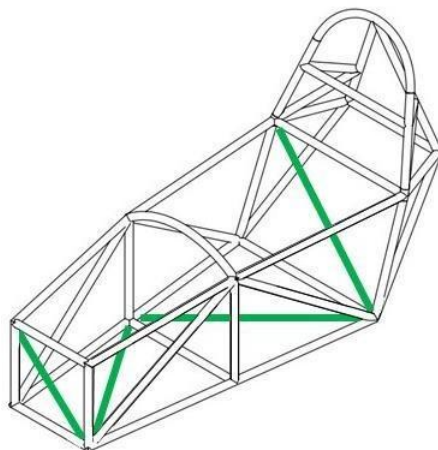


Fig. 29 Refuerzos en piso, roll bar y frente de la cabina

Nota: Durante el diseño y fabricación del chasis, favor de contactar al comité organizador para mantenerlo informado sobre el diseño y/o posibles dudas y sugerencias con el fin de tener una mayor certeza de pasar el escrutinio.

2.4. Protuberancias del chasis.

Los vehículos no deben tener protuberancias estructurales que sobresalgan de la forma básica del vehículo para evitar contactos riesgosos, así mismo ninguna parte del cuerpo del piloto debe salir del chasis. Cualquier protuberancia deben tener un radio mínimo de 38 mm y extenderse al menos 45° desde el frente hacia arriba, abajo y los lados. (Fig. 30).



Fig. 30 Ejemplo de protuberancias no permitidas

2.5. Bordes y proyecciones internas y externas.

Todos los bordes y proyecciones internas y/o externas que estén en contacto con el piloto o el personal técnico deben ser redondeados con un radio mínimo de 38 mm para evitar lesiones.

En caso de usar cinchos deben estar debidamente recortados y cubiertos con cinta para evitar puntas.

3. ASIENTO DEL PILOTO

El asiento debe de ser rígido y debe de mantener al piloto en la posición de diseño en todo momento, es decir, no debe de permitir el desplazamiento o deslizamiento del piloto en ninguna situación. No debe de interferir con el funcionamiento de los cinturones de seguridad.

El asiento debe poder atornillarse para ajustar la ubicación al tamaño del piloto y deberá ser fácilmente removible para revisar que se cumpla con el espacio de la cabina estándar con el Sir Percy ([Ver sección 1.3. Cabina del piloto](#), Fig. 3, 4, 5 y 6 así como la sección 2.3.5 Roll Bars, línea de vida Fig. 16)

3.1. Cabecera del asiento de piloto.

El asiento debe contar con una cabecera absorbente de impactos que proteja al piloto en caso de impacto trasero. Debe estar fija al asiento y tener una altura mínima de **280 mm**, un espesor mínimo de **38 mm** y un ancho mínimo de **150 mm**.

El material de la cabecera debe de cumplir con SFI Spec. 45.2 o esté listado en el FIA Technical List No. 17 como “Type B Material for single seater cars”. Materiales recomendados son:

- CONFOR M foam CF-42 (pink)
- CF-42M (pink).
- CF-42AC (pink).

El material absorbente de impactos debe estar forrado con un material delgado y flexible que no interfiera con las propiedades de deformación de la cabecera.

En caso de utilizar un asiento comercial, este deberá contar con la cabecera integrada.

4. ESCOTILLAS Y ACCESO EN CARROCERÍA

En el caso de tener carrocerías cerradas o semicerradas se permite el uso de escotillas para el piloto o para acceso al mantenimiento del vehículo, siempre y cuando se mantengan en su posición cerrada todo el tiempo y permitan una fácil abertura en caso de emergencia, tanto por la parte interna de la cabina como por la parte exterior del vehículo. (Se pondrá especial atención en este punto de las escotillas que sirvan de ingreso /egreso del piloto) (Fig. 31).



Fig. 31 Escotilla y acceso en carrocería

5. PANEL DE SUELO

La cabina del auto debe tener el suelo cubierto y firmemente instalado de manera que no haya contacto directo entre la pista y el cuerpo del piloto y evite la entrada de piedras u otros objetos que puedan estar accidentalmente en la pista. Las zonas que no estén en contacto con el piloto están exentas de esta regla.

El material del suelo debe ser de lámina de **acero con un espesor mínimo de 1.5 mm** o lamina de **aluminio con un espesor mínimo de 1.9 mm** (Fig. 32). En caso de usar otro material se debe comprobar que iguale o supere las especificaciones mínimas requeridas (la validación del material se tendrá que hacer a través de cálculos).

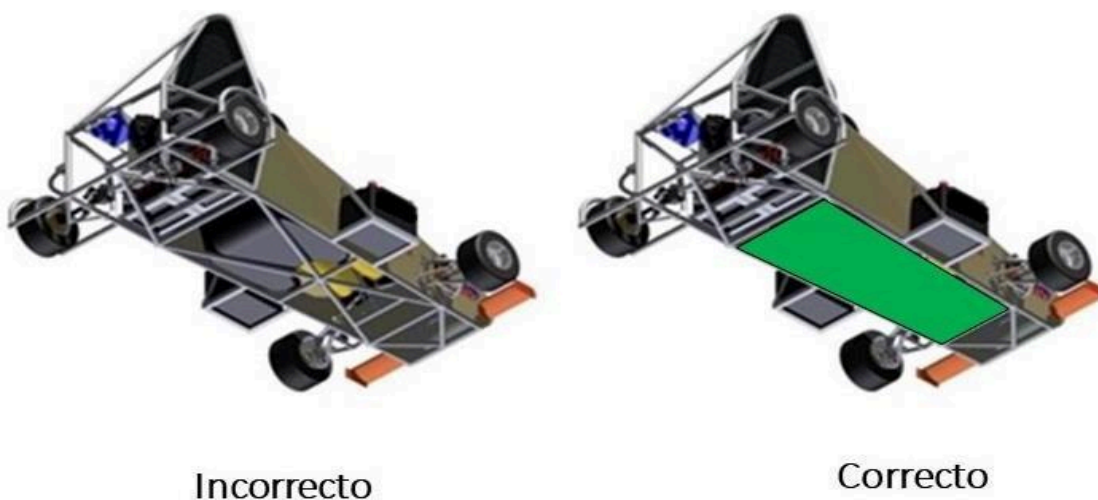


Fig. 32 Ejemplo de panel de suelo

6. ELEMENTO ANTI-ENLLANTE.

Los autos deben portar una estructura que evite el enllante en el eje trasero. Debe de cubrir el total del área delante y detrás de las llantas delimitada verticalmente por el ancho máximo de la llanta y la mitad del ancho de la llanta. Verticalmente por la mínima altura libre al suelo del vehículo y el punto más alto de la llanta.

No debe de tener un espacio mayor a **50 mm** desde el perímetro de la llanta ni deformarse en caso de impacto lateral.

Para el caso de ruedas que no sean de kart, las llantas traseras deberán ir cubiertas con lámina como elemento protector de tal forma que sirva como guardafangos y como protector anti-enllante.

No debe presentar bordes filosos que puedan ocasionar la pinchadura o corte de una llanta al momento de entrar en contacto (Fig. 33).



Fig. 33 Elemento antienllante

7. SISTEMA DE TRACCIÓN.

7.1. Sujeción de motor.

El motor eléctrico debe estar sujeto con tornillos de un **mínimo de ¼ de pulgada** con tuercas de seguridad.

7.2. Ejes y Flechas

Los ejes de las ruedas deben estar contruidos en **barra sólida de acero** de grado (6 - 8), y deben tener un diámetro **no menor a 5/8 de pulgada**. Se permite usar juntas homocinéticas y/o crucetas.

Se permite el uso de flechas huecas siempre y cuando sean comerciales de marca conocida tipo karting respaldado con documentación que compruebe su validación. (factura y/o ficha técnica)

En caso de utilizar otro material y/o diseño, quedará a consideración de la Organización siempre y cuando sea justificado y se toque el tema con anticipación para no perjudicar al equipo en caso de no ser aprobado (la validación del material se tendrá que hacer a través de cálculos).

7.3. Rines y Neumáticos

Se permite el uso de rines tipo gokart con diámetro de 5 pulgadas y neumáticos con ancho máximo de 7.10 pulgadas o rines tipo motoneta/motocarro con diámetro mínimo de 8 pulgadas y máximo de 18.5 pulgadas con neumáticos con un ancho máximo de 4.5 pulgadas.

Quienes utilicen neumáticos tipo slick, obligatoriamente deberán contar con al menos un juego de rines con neumáticos con dibujo que permita el funcionamiento seguro en condiciones de piso mojado o sucio. (Fig. 34).



Ruedas para Gokart rin 5"

Ruedas para Moto/Motocarro rin 8" a 18.5"

Fig. 34 Ejemplo de ruedas permitidas, Rin 5" tipo gokart, Rines tipo motoneta/Motocarro 18.5", 13", 10", 8"

8. GUARDAS.

8.1. Guardas de transmisión.

Los elementos de transmisión deben estar cubiertos completamente para evitar el contacto accidental por parte del piloto o del personal de pista. La guarda debe formar una barrera efectiva entre el piloto y la transmisión de manera que en caso de falla los elementos que salgan disparados por fuerza centrífuga no lastimen al piloto, personal de la pista o espectadores.

La guarda debe estar sujeta firmemente y no debe permitir la inserción de los dedos dentro de ella y debe cubrir por completo el sistema de transmisión.

Solo se permite el uso de **Lámina de acero con un espesor de al menos 1.5 mm** (Fig. 35).

En caso de usar un material compuesto como fibra de carbono o fibra de vidrio, se debe comprobar que iguale o supere las especificaciones mínimas requeridas (la validación del material se tendrá que hacer a través de cálculos).

No se permite usar espuma de poliuretano, cartón, lonas o mallas metálicas como guarda de transmisión.

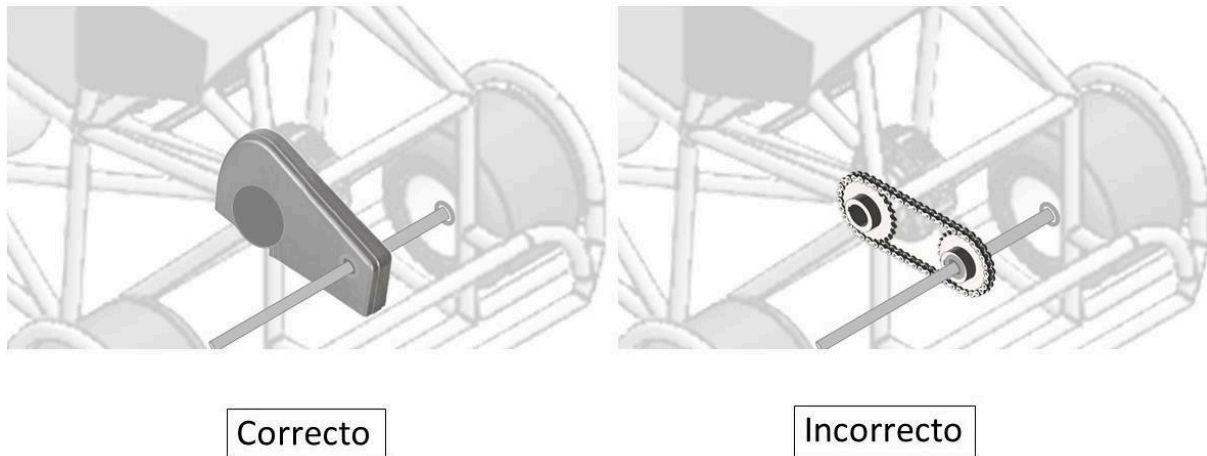


Fig. 35 Ejemplos de guarda de transmisión

8.2. Guarda de los neumáticos.

Las llantas deben estar cubiertas si presentan algún riesgo de contacto físico con el piloto. Los materiales por utilizar deben cumplir las mismas características que las guardas del sistema mecánico.

9. SISTEMA DE ACELERACIÓN Y FRENOS.

9.1. Sistema de Aceleración.

9.1.1. Acelerador.

El mecanismo del acelerador debe ser tal que al soltarse regrese a la posición cero de manera inmediata y corte completamente la potencia de los motores.

La construcción del acelerador debe ser tal que garantice que el regreso a cero funcione toda vez que sea accionado el acelerador, de no ser así, se debe integrar un resorte como apoyo para regresar a su posición cero.

El pedal del acelerador debe tener **topes físicos**, mismos que fijarán su recorrido máximo, esto evitará que el pedal se quede atorado por la presión que ejerce el piloto y pueda regresar a su estado original, y evitará que regrese de más.

El equipo técnico revisará este punto exhaustivamente.

9.1.2. Mecanismos de aceleración especiales.

Los aceleradores electrónicos, por arreglo de resistencias, de interruptor múltiple y otros son permitidos siempre y cuando cumplan la condición de regreso a cero "0" en todo momento y en cualquier condición de operación al soltar o dejar de presionar algún interruptor que corte completamente la potencia de los motores.

9.2. Sistema de Frenado

El sistema de frenado debe detener el vehículo completamente desde una velocidad de **40 km/hr** en una distancia menor a **9 m**. El auto debe ser capaz de mantenerse dentro del área de frenado la cual consiste en un pasillo de 2 metros de ancho, acotado por conos. El auto debe ingresar aplicando los frenos a fondo y no debe perder trayectoria.

Solo se permiten frenos hidráulicos de disco, preferentemente de Gokart o de motocicleta, los discos deben tener un espesor mínimo de 3mm. (Fig. 36)

No se permiten frenos eléctricos

No se permiten frenos con Calipers mecánicos accionados por chicote o palancas.

No se permiten componentes de freno de bicicleta

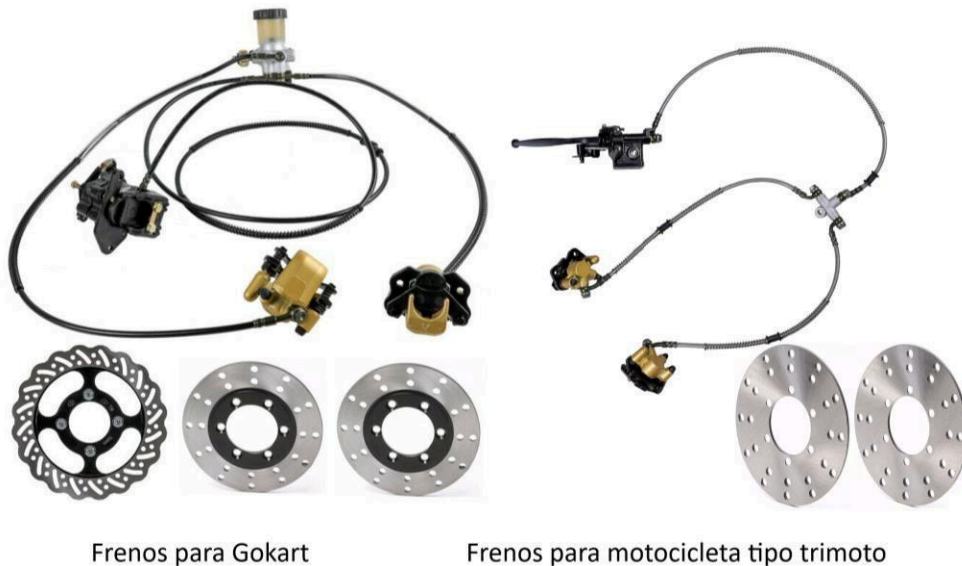


Fig. 36 Tipos de frenos recomendados

Nota: Si se utilizan ruedas de Gokart, tener cuidado al elegir el diámetro de los discos de freno, es importante considerar que estos no vayan a tener contacto con el piso en caso de pinchadura del neumático.

En cada carrera se realizará una prueba de frenado para asegurar el sistema de frenado. Los autos que no cumplan o no realicen la prueba no pueden participar en la carrera.

9.2.1. Posicionamiento del sistema de frenado.

El sistema de frenado hidráulico debe utilizar doble circuito para independizar los frenos delanteros de los traseros. Se permite mecanismo para regular la distribución de frenado entre los dos ejes, (Fig. 37)



Fig. 37 Cilindro maestro para gokart doble circuito con ajuste mecánico

Todas las ruedas deben contar con su respectivo freno, en caso de usar una sola flecha o barra para dar tracción a las dos ruedas traseras simultáneamente, sin diferencial, se permite usar un solo freno para el eje trasero, si se opta por tener tracción en una sola rueda, se tendrá que contar con freno independiente por rueda.

El auto debe ser capaz de mantener su capacidad de frenado a pesar de que haya un evento de rotura de cadena o falla de transmisión.

9.2.2. Sistema de frenado regenerativo.

El frenado regenerativo está permitido como medio de recarga del banco de baterías de propulsión y como complemento al sistema de frenado por fricción. El sistema debe de ser independiente al freno de fricción.

10. SISTEMA DE DIRECCIÓN.

10.1. Radio de giro.

El sistema de dirección debe estar diseñado de tal forma que el auto sea capaz de realizar lo siguiente:

Radio de giro interno mayor a 2 m, tomando como referencia la cara exterior de la rueda trasera interna a la curva (Fig. 38), el sistema deberá tener sus topes físicos (Fig. 43) ajustados de tal forma que el radio de giro interno no sea menor a 2m.

Radio de giro externo menor a 4.5 m, ajustado de tal forma que la esquina delantera exterior del auto no sobresalga del radio indicado con la dirección al tope máximo para dar vuelta (Fig. 38).

Aplica para ambos lados.

El volante no debe girar más de 200 grados de cada lado.

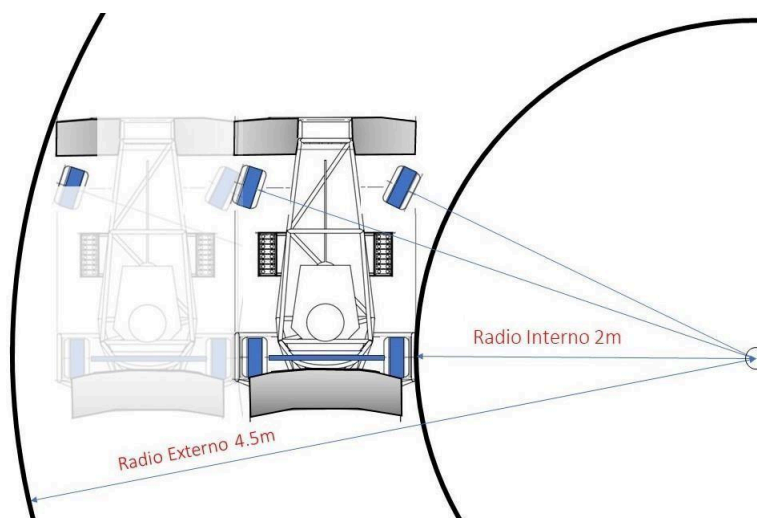


Fig. 38 Radio de giro

10.2. Tipos de dirección.

Si bien no hay restricciones sobre el tipo de dirección a utilizar: piñón y cremallera, cadena, directa, horquilla etc. (Fig. 39) El equipo técnico verificará que esté firmemente sujeto y que no presente juego en falso. La instalación debe ser de tal manera que no presente riesgos al piloto o al comportamiento del auto.



Fig. 39 Ejemplos de algunos tipos de dirección

10.3. Elementos del sistema de dirección.

La dirección es uno de los sistemas más importantes puesto que en conjunto con los demás sistemas es determinante para la seguridad y puesta a punto del auto, por ello debe diseñarse y construirse teniendo especial cuidado con los siguientes puntos:

- **Geometría de dirección de Ackermann.** Debe cumplir con lo dispuesto en el punto 10.1 Radio de Giro. Cálculo y Diseño de brazos de dirección (Fig. 40)
- **Scrub Radius o pivot angle radius.** A consideración de diseño y puesta a punto. Se recomienda un Scrub Radio de Cero a Positivo.
- **Ángulo Caster.** Debe ser positivo con un ángulo mínimo de 7° y máximo de 12° con respecto a la vertical. (Fig. 41)
- **Ángulo Camber.** A consideración de diseño y puesta a punto. Se recomienda un ángulo Camber de Cero a Negativo. (Fig. 42)

- **Ángulo TOE.** A consideración de diseño y puesta a punto.
- **Bump Steer.** A consideración de diseño y puesta a punto.

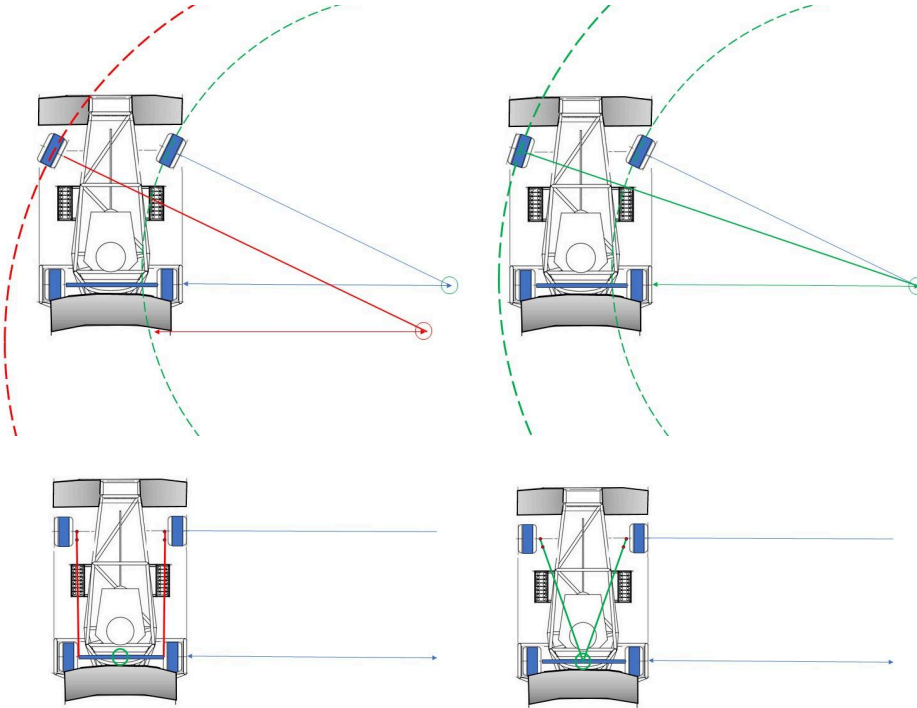


Fig. 40 Geometría Ackermann Incorrecta y Geometría Ackermann correcta

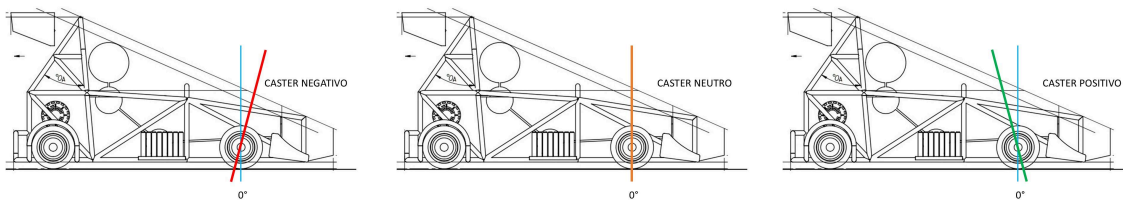


Fig. 41 Caster negativo, neutro y positivo

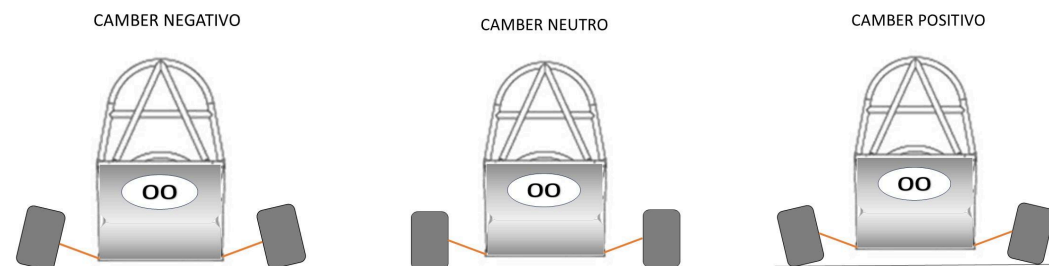


Fig. 42 Camber negativo, neutro y positivo

Un diseño de dirección fácil de girar demostrará un diseño correcto. **NO SE PERMITE LA PARTICIPACIÓN DE AUTOS CON DIRECCIONES DIFÍCILES DE GIRAR POR DEFICIENCIA DE DISEÑO O MANUFACTURA.**

Nota: Considerar que los brazos de dirección y rótulas debe ser suficientemente resistentes para soportar las maniobras de conducción deportiva, sin embargo, también debe actuar como “fusible de dirección” para que en caso de impacto estos se doblen o rompan para evitar lesiones al piloto provocadas por las fuerzas transmitidas de las llantas al volante.

Los brazos de dirección, los espárragos de las rótulas y los tornillos para sujetar todos los componentes de la dirección deben ser no más débiles que una barra de acero de **(0.250 pulgadas), 6.35 mm** de diámetro mínimo en área de cuerdas y **(0.393 pulgadas), 10 mm** de diámetro nominal máximo en área de cuerdas (para tuercas M10). El uso de espárragos de acero dulce NO está permitido. (Fig. 43).



Fig. 43 Ejemplos de espárragos de acero dulce

Los pernos guía del conjunto de la dirección deben estar hechos de un material tan resistente como una barra sólida de acero de **5/8 de pulgada**.

Los brazos de dirección deben usar tuercas de seguridad con seguro de nylon o tuercas ranuradas para fijar con chavetas (Fig. 44) para evitar que se desalinee accidentalmente o bien que las barras de dirección se salgan de su lugar. Los brazos de dirección deben estar protegidos contra impactos frontales (defensa delantera 7.3.2), se recomienda colocar los brazos de dirección por detrás del eje delantero.



Fig. 44 Tuerca de seguridad con seguro de Nylon y tuerca ranurada para fijación con chaveta

Todas las tuercas que sirvan como fijación de piezas móviles (tales como rótulas o ejes) **deben ser de seguridad (con inserto de nylon o ranurados para fijarse con chaveta)**. En caso de no conseguirlas, pueden utilizarse tuercas normales, siempre y cuando éstas estén frenadas con alambre. (Fig. 45).

Al girar el tornillo A hacia la izquierda se tensa el alambre



Al girar el tornillo B hacia la izquierda el alambre se destensa.



Fig. 45 Freno de alambre

10.4. Cardán y rótulas en sistema de dirección.

El uso de cardanes (Juntas Universales o Nudo Toma de Fuerza) en la columna de dirección está permitido, sin embargo, se revisará que esté bien sujeto y que no presente juegos que pongan en riesgo la conducción. (Fig. 46).



Nota: Se prohíbe utilizar Nudos Universales para dados de herramienta.

Fig. 46 Cardán para columna de dirección.

Las rótulas de dirección deben ser mínimo de 3/8 de pulgada, los tornillos que se utilicen para atornillar la rótula con el brazo de dirección deben ser grado 4 o 6 con tuercas de seguridad o con chaveta. (Fig. 47).



Fig. 47 Rótulas de varilla de dirección

10.5. Guarda de la dirección.

El sistema de dirección debe estar protegido con una guarda con la finalidad de prevenir que el piloto se enrede con el sistema de dirección. La guarda puede ser de lámina de acero, acero inoxidable o aluminio (min 2 mm espesor), plástico PVC, Trovicel o algún material similar. El uso de lona, estireno o cualquier otro material queda estrictamente prohibido.

10.6. Topes físicos.

El sistema de dirección debe tener topes físicos que limiten su carrera para evitar un exceso de giro en las ruedas y para evitar que se atore el mecanismo en caso de un giro abrupto con fuerza. Los topes físicos deben funcionar en toda condición de operación, si se usa dirección tipo piñón y cremallera, **el tope físico deberá estar en el mecanismo del mismo**, en caso de utilizar otro tipo de dirección, el tope físico únicamente deberá estar entre el brazo de nudo de dirección y el soporte del nudo de dirección como se indica en la siguiente imagen. (Fig. 48)



Fig. 48 Tope Físico de dirección

Nota: Se permite poner el tope físico en la caja de los sistemas de piñón y cremallera. Los sistemas comerciales normalmente ya los incluyen.

10.7. Volante

10.7.1. Volante fijo.

Los volantes deben ser comerciales, preferentemente tipo Karting, con un mínimo de tres barrenos al centro para sujetarlo, (Fig. 49)



Fig. 49 Volantes tipo karting

En caso de utilizar un volante de diseño y fabricación propio, este debe contar una “alma” metálica, tanto para dar resistencia al volante como para poder atornillarse al soporte del poste de la dirección. El “alma” del volante tendrá que ser fabricado con placa de acero al carbón con espesor mínimo de 1/8 in o placa de aluminio con espesor mínimo de 3/16 in.

Los tornillos que sujetan el volante al soporte del poste de la dirección deben tener cabeza plana con el objetivo de quedar ocultos o tener cabeza de bola para proteger al piloto contra lesiones, tales tornillos deben tener un **diámetro mínimo de 0.250” in (M6)**, grado 4 o 6, sujetos con tuercas de seguridad (Fig. 50)



Fig. 50 Tornillos cabeza plana avellanada y tornillos con cabeza tipo bola

10.7.2. Mecanismos para volante desprendible.

El volante desprendible está permitido siempre y cuando utilice un mecanismo comercial preferentemente de marca conocida. En caso de utilizar un mecanismo de diseño y fabricación propio deben presentarse los cálculos estructurales y demostrar un funcionamiento confiable (Fig. 51)



Fig. 51 Mecanismo para volante desprendible

11. SISTEMA DE SUSPENSIÓN

Los vehículos tendrán que contar con sistema de suspensión en el eje delantero y en el eje trasero que le permita filtrar la mayoría de las irregularidades del camino, deberán contar con amortiguadores, resortes o muelles con un recorrido de compresión mínimo de **25 mm**.

11.1. Suspensión delantera

Solo se permiten suspensiones independientes

11.2. Suspensión trasera

Se permiten suspensiones independientes y dependientes

11.3. Altura de suspensión

La altura máxima permitida del piso del auto con respecto al suelo es de 100 mm, la altura mínima permitida al suelo es de 50 mm, dichas alturas con el auto a su máxima capacidad de carga (piloto, baterías etc. en condiciones de carrera)

La altura del piso del auto con respecto al suelo no deberá reducirse más de 25 mm durante su compresión máxima en cualquiera de sus ruedas cuando el auto se encuentre en una superficie plana.

Esta altura se comprobará haciendo pasar el auto, con la suspensión completamente comprimida, sobre un bloque de madera o tubo con una altura de 25 mm, si el auto arrastra el bloque, la prueba se considerará No superada teniendo que realizar los ajustes necesarios. (Fig. 52)

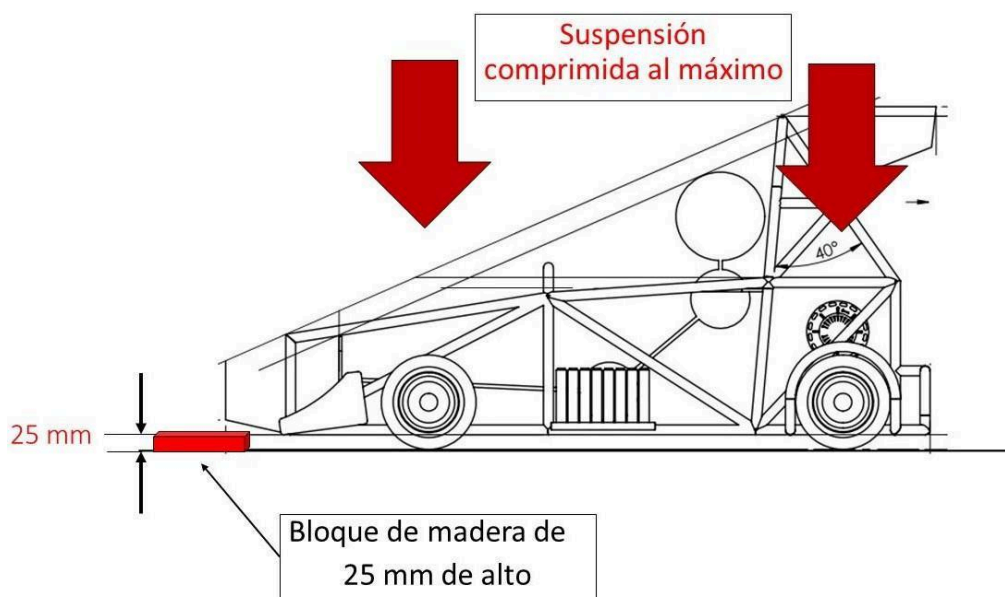


Fig. 52 Altura mínima libre al suelo con la suspensión completamente comprimida

11.4 Vehículos inclinables

También se permite el uso de vehículos inclinables, siempre y cuando:

- El sistema de inclinación no comprometa la estabilidad (Dinámica y estática) del vehículo.
- El sistema de inclinación no haga que el piloto tenga contacto con otros elementos del auto o salga parcial o totalmente del chasis.
- El vehículo cumpla con los requisitos del chasis actual.
- Tenga al menos 4 ruedas. Cumplir con los reglamentos técnicos de 2024.

12. SISTEMA ELÉCTRICO

El voltaje máximo permitido en el banco de batería es de **48 volts +/- 3.2 volts** y debe cumplir con el límite máximo establecido de **6000 Wh** durante la hora de la carrera.

Sugerencias de proveedores de componentes eléctricos para vehículos eléctricos en México:

- **Electricmotorsport:** Raul Aguilar Iñárritu ventas@electricmotorsport.com
- **EnergyEV:** Roberto Pichardo rpichardo@energyev.com , www.energyev.com 55 56309429
- **Tronix:** Ing. Juan Francisco Márquez francisco.tronix@gmail.com , www.tronixtechnology.com.mx 6623573549

12.1. Diagrama de instalación básica

Ejemplo de una instalación eléctrica básica de un auto a 48 volts, con motor brushless. En el diagrama se muestran los elementos de control, monitoreo y seguridad necesarios (Fig. 53)

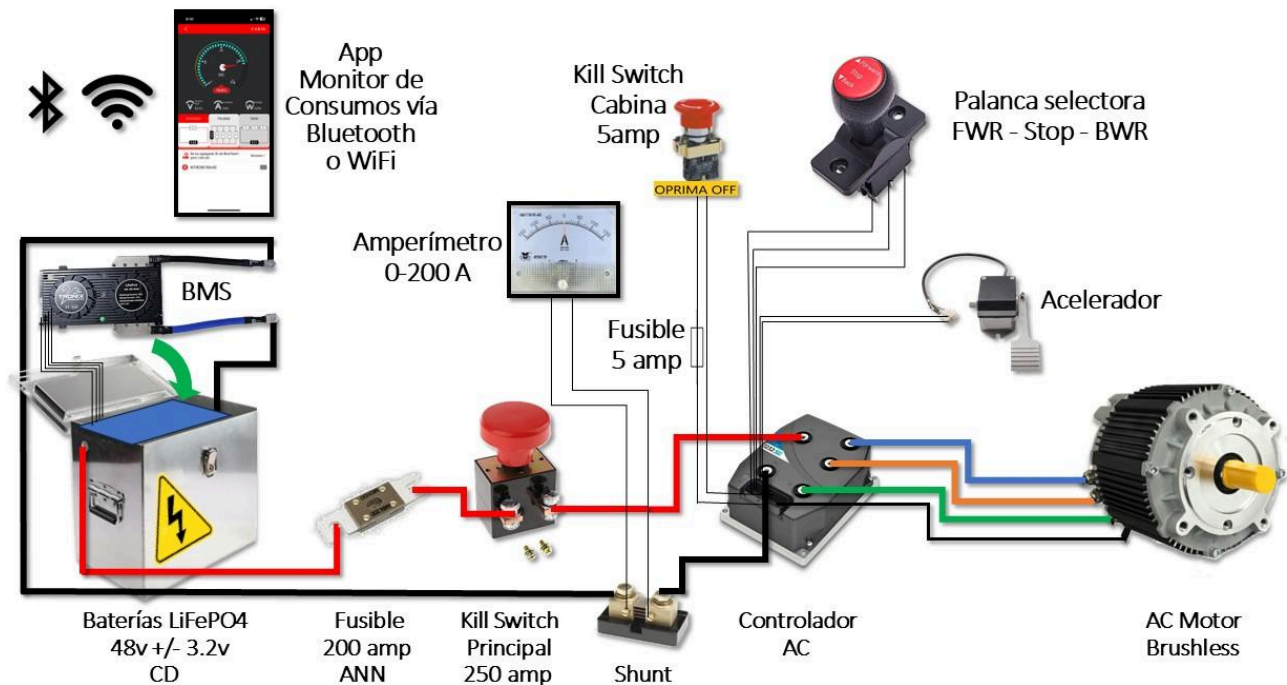


Fig. 53 Diagrama de Instalación básica para un motor AC Brushless

Deberán instalar en el tablero un Voltímetro y un Amperímetro, este último se recomienda del tipo análogo, las lecturas de estos instrumentos le serán de gran utilidad al piloto para saber los consumos al momento de acelerar y así tomar mejores decisiones al conducir y administrar la energía. (Fig. 54)



Fig. 54 Tablero de instrumentos

12.2 Motores

Los vehículos pueden utilizar motores de Corriente Directa o Alterna con escobillas o sin escobillas. No hay restricciones en cuanto a modelo y características técnicas. El participante tiene libertad en elegir el motor eléctrico que requiera utilizar, ya sea de origen comercial o de fabricación propia.

Se recomiendan los motores de flujo axial, Brushless, que funcionen a 48 volts (Fig. 55)



Fig. 55 Ejemplo de Motor Brushless Motenergy ME1718, 48-72V

12.3 Controladores

Los vehículos deben utilizar un controlador electrónico acorde a las especificaciones del motor. No hay restricciones en cuanto a modelo y características técnicas, el participante tiene libertad en elegir el controlador que desee utilizar, ya sea de origen comercial o de fabricación propia.

Nota: En caso de optar por utilizar un controlador de fabricación propia, este debe tener un sistema que evite su funcionamiento en caso de tener el acelerador activado al momento de encender el auto, el controlador sólo puede encenderse cuando el acelerador esté sin activarse.

Para motores brushless se recomienda un controlador CA de acuerdo las especificaciones del motor brushless. (Fig. 56)



Fig. 56 Ejemplo de controlador CA 1232SE

13. SAFE TO TOUCH LED

De manera opcional, se sugiere idear un circuito que incluya una luz de aviso bitono que indique que el sistema eléctrico del auto esté funcionando correctamente. Que encienda en color verde cuando esté correcto y cambie a color rojo cuando el circuito esté fallando y pueda significar un riesgo. Esta luz deberá estar entre la punta del auto y el tablero, a la vista del piloto y del personal externo. (Fig. 57)

Luz roja/verde
SAFE TO TOUCH LED

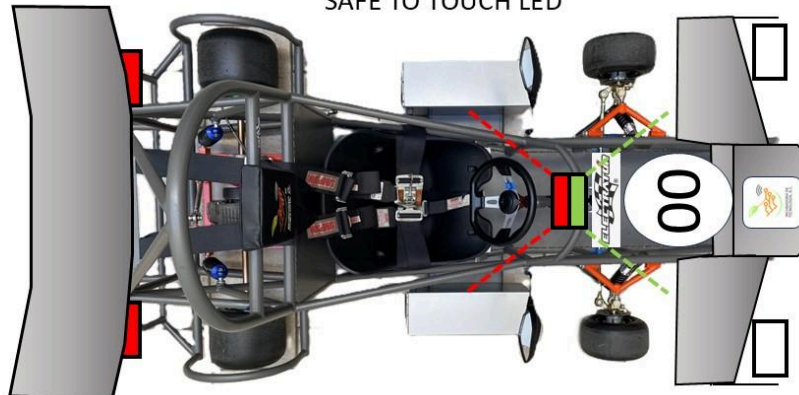


Fig. 57 Safe to Touch Led

14. ENERGÍA Y BATERÍAS

La categoría Electrátón® RACER limita el consumo eléctrico del motor a un tope máximo de 6000W y deberá cumplir con lo siguiente:

- Únicamente química de Litio ferrofosfato - LiFePO_4 (también conocida como LFP)
- La capacidad máxima del banco de baterías principal: 6000Wh
- Se permite utilizar hasta 48V+/-3.2v.
- El banco completo de baterías con BMS y caja no puede sobrepasar los 55 Kg.
- Las baterías serán pesadas solo en el escrutinio, en caso de realizar un cambio o modificación, deberán ser pesadas nuevamente por la organización.
- En cualquier momento del campeonato la organización podrá solicitar el pesaje de los bancos de batería.
- En caso de que las baterías hayan sido modificadas y exceda el peso declarado en los escrutinios, **Descalificación de la carrera.**

14.1 Electrátón® RACER

Únicamente podrán utilizar baterías LiFePO_4 .

14.2. Banco de baterías principal

El banco de baterías principal **NO** se podrá utilizar para la alimentación de circuitos auxiliares como luces, accesorios, sonido, periféricos, etc..

La capacidad del banco de baterías principal debe ser máximo de 6000 Wh. Se permite utilizar hasta 48V+/-3.2v. El banco completo de baterías con caja, cables, conectores y BMS no puede sobrepasar los **55Kg.**

Sólo se permiten baterías comerciales tipo LiFePO_4 por demostrar ser más seguras en caso de impactos, cortos y quemaduras.

El equipo deberá presentar la hoja técnica de sus baterías como parte de la documentación. La información mínima que deberá contener la hoja técnica es: Voltaje del Banco, Vatios/hora almacenados, y química de la batería LiFePO_4 .

14.2.1. Pesaje de baterías

Los equipos deberán acudir a pesar su banco de baterías **durante los escrutinios**. Los equipos que no realicen el pesaje de sus baterías durante los escrutinios lo tendrán que hacer antes de la siguiente carrera y se harán acreedores de una **penalización**.

Nota: El listado de penalizaciones se puede consultar en el Reglamento de Competencia.

Los equipos que realicen algún cambio o modificación de sus baterías para la carrera deberán informar al comité organizador para pesarlas nuevamente y comprobar que cumplan con el reglamento.

El banco de baterías para la carrera debe ser marcado con alguna etiqueta para poderlas diferenciar del paquete de baterías que se utilice para pruebas.

El pesaje de baterías se podrá solicitar en cualquier momento por el comité organizador, en caso de detectar un peso mayor al indicado en los escrutinios, el auto será **DESCALIFICADO** de la carrera.

El peso de las baterías se realizará según la siguiente tabla (Fig. 58)

Categoría	LiFePO4	Densidad energética			Bancos	Cambio piloto
Electratón	Peso Máx. Kg	Wh/Kg Min	Wh/Kg Max	Wh prom.	No cambio	Opcional
RACER	46	100	132	6000	-	1

Fig. 58 Tabla de pesos y energía de baterías

Nota: Las puras celdas deberán tener un peso máximo de 46 kg y hasta 55 Kg con su contenedor, cables, conectores y BMS.

Al término de la competencia los primeros tres lugares deben acudir al centro de control para la revisión de baterías para corroborar condición y/o peso en caso de que el juez lo determine.

14.2.2. Ubicación de las baterías.

Se permite colocar las baterías en las siguientes posiciones:

- Posición 1: En un conformado de dos grupos, de dos paquetes de baterías, cada uno colocadas en los laterales del vehículo, a nivel del piso del auto. (Fig. 59)
- Posición 2: Un paquete de baterías en la parte trasera del roll bar, atrás de la pared de fuego y adelante del eje trasero y las otras 2 colocados en los laterales del vehículo a nivel del piso del auto. (Fig. 60).

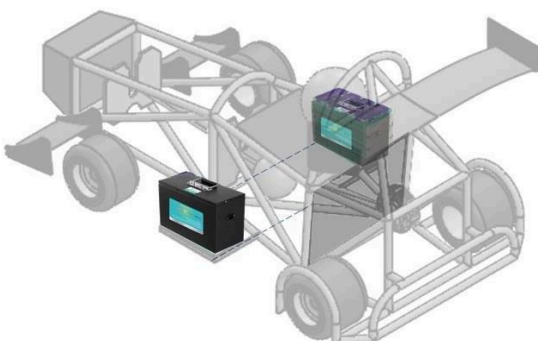


Fig. 59 Posición uno

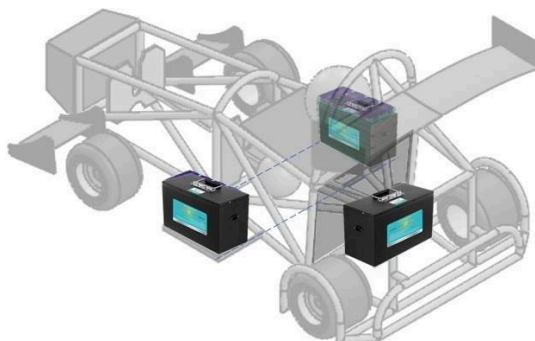


Fig. 60 Posición dos

Las siguientes ubicaciones no están permitidas:

- No se permite colocar ninguna batería delante del eje delantero y detrás del eje trasero.
- No se permite colocar ninguna batería cerca de las defensas delantera y trasera.

- No se permite colocar ninguna batería en posiciones elevadas cuya base sobrepase 100mm por arriba del piso del auto.
- No se permite colocar ninguna batería dentro de la cabina del piloto salvo la siguiente excepción: *Para vehículos inclinables o diseño especial que obligue a colocar las baterías bajo el piloto, serán permitidos siempre y cuando sean LiFePO4 y se justifique y compruebe con argumentos razonables ante el comité organizador.*
Las baterías deberán estar estrictamente protegidas y aisladas dentro de un contenedor de lámina de acero calibre 14 cerrado, antiderrames y con escape de gases o fuego que garantice la protección del piloto, estar bien sujetas, no afectar algún mecanismo y deberá tener un miembro estructural protector entre las baterías y el piloto que evite el contacto entre ellos en caso de un golpe fuerte.
Las Baterías TRONIX Technology, <https://www.tronixtechnology.com.mx> por haber demostrado ser seguras al pasar pruebas rigurosas realizadas por Electromobility Firefighting Agency, pueden colocarse dentro de la cabina sin mayor problema siguiendo las recomendaciones antes mencionadas.

14.3. Protección de baterías LiFePO4.

Tanto el banco de baterías principal como el banco de baterías opcional adicional para pruebas libres y de calificación, deben estar totalmente contenidas dentro de una caja resistente a impactos y capaz de contener y canalizar los gases o flama de tal forma que no afecten al piloto y este pueda evacuar con seguridad.

Se deben utilizar desde el ingreso a las instalaciones de la pista, es decir, todas las baterías deben portar su caja de protección en todo momento (ingreso a pits, pesaje de baterías y retirada) con la finalidad de manipularlas fácilmente sin dañarlas.

14.3.1. Caja de las baterías.

Las cajas de baterías deben tener las siguientes características

- Letrero de 12 x 12 cm, letra color negro y fondo amarillo, con la leyenda: **"Precaución batería litio" Química: LiFePO4.**
- Letrero de 12 x 12 cm, letra color negro y fondo amarillo, con la leyenda: **"Peligro Alto Voltaje".**
- Las cajas deben tener ventilación adecuada de manera que, en caso de fuga de gases, estos sean dirigidos de tal forma que no afecten al piloto y este pueda evacuar el auto con seguridad.
- Letrero de 12 x 12 cm, letra color negro y fondo amarillo, con la leyenda: *En caso de incendio usar solo Extintores de Agente Encapsulador F-500.*

El equipo que no cumpla con lo mencionado anteriormente, se hará acreedor a una **penalización**.

Nota: El listado de penalizaciones se puede consultar en el reglamento de competencia.

14.3.2. Sujeción de baterías LiFePO4

Las baterías deben estar dentro de un contenedor resistente.

Las baterías tipo Prismáticas adicionalmente deberán estar contenidas en una caja de lámina de acero con espesor mínimo calibre **18 de 1.2mm** (Fig. 61) y sujetar con herrajes y tornillos al chasis (Fig. 62).

Las baterías tipo celda, deberán estar contenidas dentro de una caja de lámina de acero con espesor mínimo calibre **14 de 1.9mm** (Fig. 58) y firmemente sujetas al chasis con herrajes y tornillos (Fig. 59).

Nota: No se permite el cambio de baterías durante la carrera, por lo cual deben quedar atornilladas para que, incluso en el caso de volcadura, las baterías permanezcan en su lugar.



Fig. 61 Tipos de contenedores para baterías de Litio



Fig. 62 Tipos de soportes y cubiertas de baterías de Litio LiFePO4

14.4. Wattímetro (Wattmeter) para monitoreo de consumo de las baterías principales

Nota: Las baterías de química Litio (Etiquetadas como ion-litio, Li-poli, Li-Pol, LiPo, LiP, PLI o LiP) por su peligrosidad en caso de daño, **ESTÁN PROHIBIDAS**.

Los autos sólo pueden consumir un tope de 6000 Wh en el transcurso de la carrera.

Para la obtención de mediciones de consumo de las baterías en tiempo real, después de realizar varias pruebas con diferentes dispositivos (Fig. 63), se determinó que la manera más eficiente, confiable y precisa de obtener lecturas exactas es a través de los **BMS Tronix 200 Amp**, el cual tiene la capacidad de arrojar datos vía Bluetooth o WiFi, que permiten obtener información en tiempo real del estado de la batería.



Fig. 63 Ejemplos de un Medidor NO FIABLE de kWh Corriente Directa

Al término de cada carrera, a los autos ganadores se les tomará lectura del estado de sus baterías por medio de la app del BMS Tronix 200A de la batería que estén utilizando. Si no cuentan con el BMS Tronix deberán adquirirlo ([Links a manual de usuario y video de instalación](#)).

Ejemplo de obtención de mediciones de consumo de las baterías en tiempo real por medio de la app de baterías Tronix Technology MX (Fig. 64)



Fig. 64 BMS Tronix y Datos precisos que se obtienen vía Bluetooth o WiFi

El auto que supere el límite máximo de consumo establecido y no se haya detenido, al menos 10 m antes de la línea de meta cuando la bandera a cuadros sea mostrada, **será descalificado**.

Es responsabilidad de cada escudería el monitoreo de consumo del banco de sus baterías, pueden incorporar telemetría al tablero de instrumentos del auto o monitorear vía WiFi a distancia e informar por radio a su piloto la situación de consumo. (Monitoreo vía WiFi disponible en BMS TRONIX)

14.5. Baterías complementarias.

Se consideran baterías complementarias aquellas utilizadas únicamente para energizar dispositivos que no sean motor del tren motriz.

- Limitado a 10Kg en total de baterías complementarias.
- Sólo se admite el uso de baterías recargables Plomo-Ácido y LiFePO4

- Las baterías Pb/ácido deberán estar dentro de un contenedor que evite derrames y contacto con el piloto, las baterías LiFePO4 deberán estar dentro de un contenedor metálico, ver cap. 14.3.2
- Todas las baterías complementarias deben estar en circuitos independientes, por seguridad.
- Cada circuito conectado a la batería complementaria deberá contar con su correspondiente fusible.

En caso de que el dispositivo tenga una batería interna, tal como cámaras de acción, o transponder, no se considerará dentro del peso de baterías complementarias permitido.

La batería o juego de baterías complementarias se pesarán en el escrutinio y nuevamente antes de alguna carrera, según lo determine algún juez del comité organizador Electrátón, en caso de notar alguna discrepancia.

Las baterías complementarias **sí** pueden ser reemplazadas durante la carrera, y deben estar conectadas de tal manera que **NO AYUDEN A LA PROPULSIÓN DIRECTAMENTE** (energizar motor).

Todas las baterías complementarias deben estar perfectamente sujetas al chasis con herrajes mínimo con dos puntos de sujeción utilizando tornillos de 5/16", además tendrá que ser colocada en un lugar donde no tenga contacto con el piloto o algún mecanismo, y deben indicar claramente: qué tipo de batería es y qué alimenta.

Nota: Se entenderá por la palabra "tablero de instrumentos" todo dispositivo que sirva para obtener datos de medición, tales como: amperímetros, sistemas de telemetría, luces, indicadores de estado, etcétera.

15. EXTINTOR

En la zona de pits se debe contar con **información** del tipo de batería que se está utilizando, así como la forma de manipularlas en caso de daños o incendio.

Se debe contar con un extintor capaz de apagar fuegos tipo A, B, C y D de manera inmediata, el equipo debe estar en condiciones óptimas de funcionamiento y cumplir con especificaciones **tipo Agente Encapsulador F-500** de al menos 4 Kg. (Fig. 65)



Sabes por qué es tan complicado apagar un incendio en un Vehículo Eléctrico?

Porque en él se presentan varios tipos de Fuego

- Fuego Clase A**
(celulosa, telas, goma, plásticos, hule).
- Fuego Clase B**
(Líquidos combustibles inflamables, Gasolina).
- Fuego Clase C**
(Materiales eléctricos y electrónicos).
- Fuego Clase D**
(Metal combustible).

La temperatura es mayor de 1,000 grados centígrados. Los incendios pueden durar horas ó días. Incluso, los vehículos pueden volver a incendiarse después de haber sido apagados.

Incendios de Baterías de Iones Litio = Reacciones Electroquímica en Cadena.



Fig. 65 Extintor tipo Agente Encapsulador 4Kg, Electromobility Firefighting Agency EFA

Cada escudería debe tener a una persona identificada responsable del extintor dentro del área de pits y que esté atenta ante cualquier corto o flamazo. Sin embargo, **cada integrante de la escudería debe contar con conocimientos en el manejo de extintor y manipulación de las baterías LiFePO4.**

Cada auto registrado debe contar con lo mencionado anteriormente.

16. SISTEMAS DE ENERGÍA DIVERSOS

Además de baterías, está permitido utilizar frenos regenerativos y sistemas fotovoltaicos durante la carrera (ver secciones correspondientes a celdas solares y frenado).

En caso de que estos sistemas aporten energía al motor, también entrarán en el límite total de 6000Wh.

16.1 Celdas solares.

Se permite colocar sobre el vehículo hasta un metro cuadrado de celdas solares (captación fotovoltaica), siempre y cuando solo alimenten la batería complementaria de accesorios.

Las celdas deben estar montadas sobre la carrocería de tal manera que no sobresalgan de ésta, generando apéndices o salientes que pongan en riesgo al resto de los vehículos o personal de apoyo en la pista o pits.

Nota: El uso de celdas solares es opcional. Quien lo aplique, además de obtener 40 puntos extra en la Lista de Revisión previo al campeonato, será elegible para recibir un reconocimiento especial por su innovación.

17. CABLES Y CALIBRES

La especificación del calibre de los cables de potencia que conectarán a las baterías con el controlador y el motor debe estar determinado según las tablas NEC (National Electrical Code) para la corriente esperada.

Todos los cables deben sujetarse de manera que el piloto o alguna otra parte mecánica no se enrede en ellos. Pueden ocuparse cinchos o elementos similares para este fin.

Los cables deben estar cortados y conectados correctamente para evitar cortos.

17.1. Aislamiento

17.1.1 Aislamiento del chasis.

El chasis debe estar totalmente aislado eléctricamente. Todas las conexiones y cables deben estar sujetas firmemente para evitar que se liberen y puedan tocar el chasis y causar una descarga eléctrica.

Las escuderías que piensen en implementar el Safe to Touch Led deberán encender la luz roja en caso de que el chasis esté en riesgo de dar una descarga eléctrica.

17.1.2. Aislamiento de terminales y cables.

Todas las terminales eléctricas deben estar debidamente aisladas para evitar contactos accidentales.

Todos los cables deben estar colocados adecuadamente y protegidos por una tubería de aislamiento. Los cables utilizados para alto voltaje deben utilizar tubería protectora exclusivamente en color naranja o roja. Los demás cables deben estar protegidos por tubería en colores distintos al naranja o rojo (Fig. 66)



Fig. 66 Ejemplo de tubería de aislamiento

17.1.3 Aislamiento a tierra del chasis.

Todos los vehículos deberán cumplir con lo siguiente:

El sistema de 12v correspondiente a los accesorios deberá estar aterrizado a tierra del chasis.

El sistema de **48v +/- 3.2v correspondiente al tren motriz no deberá estar aterrizado a tierra del chasis**, este sistema tendrá que estar perfectamente aislado del chasis (aislamiento galvánico). Durante los escrutinios o en cualquier momento que se requiera, un juez podrá solicitar una prueba la cual consistirá en dos mediciones:

- 1) Con el auto apagado y cargas remanentes descargadas se realizará una medición de conductividad:

*Para sistemas DC con motores brushed, la medición de conductividad se realizará entre el chasis y las terminales M-, B+, B+, A2 del controlador. No deberá presentar conductividad.

*Para sistemas AC con motores brushless, la medición de conductividad se realizará entre el chasis y las terminales B+, F+, B-, U, V, W del controlador. No deberá presentar conductividad.

En caso de utilizar un Mega Ohm meter para mayor precisión, la lectura deberá ser mayor a 500 Ω/V
Ref. NHTSA GTR No. 13

- 2) Con el auto encendido se realizará una medición de voltaje:

*Para sistemas DC o AC con motores Brushed o Brushless, la medición de voltaje entre el chasis y la terminal B+ deberá ser de 0.0v

El aislamiento del sistema eléctrico de alto voltaje utilizado en los trenes motrices de los autos eléctricos es un tema de seguridad muy importante el cual no debe tomarse a la ligera. La mayoría de los EV's utilizan voltajes entre 300V y 600V, la ausencia o falla de este aislamiento es fatal.

En Electrátón se utilizan voltajes considerados de bajo riesgo, 36V a 60V CD no letal. En condiciones de trabajo se suele establecer 50V CD como límite máximo, sin embargo, una exposición prolongada puede ser peligrosa, ref. *NOM-029-STPS*. Razón suficiente para aislar el chasis del sistema motriz obteniendo los siguientes beneficios:

- *Mayor protección para el piloto y pit crew
- *Reducción de riesgo de un corto considerable en caso de contacto accidental entre un cable con carga de alto voltaje y el chasis.
- *Facilita el diagnóstico para determinar la condición eléctrica del sistema motriz.
- *Evitar daños por posibles descargas eléctricas no deseadas en los sistemas electrónicos de voltajes inferiores.
- *Concientización del participante para tener presente las precauciones necesarias al manipular altos voltajes utilizados en los autos eléctricos.

18. INTERRUPTORES.

18.1. Interruptor principal.

Todos los vehículos deben contar con un fusible y un interruptor eléctrico entre el controlador y la batería. Puede usarse un contactor o un kill Switch.

El interruptor maestro debe estar accesible tanto para el piloto como para cualquier persona de apoyo u oficial de pista y debe estar posicionado del **lado derecho** del auto en la unión de la barra lateral de impacto y el roll bar (Fig. 67).

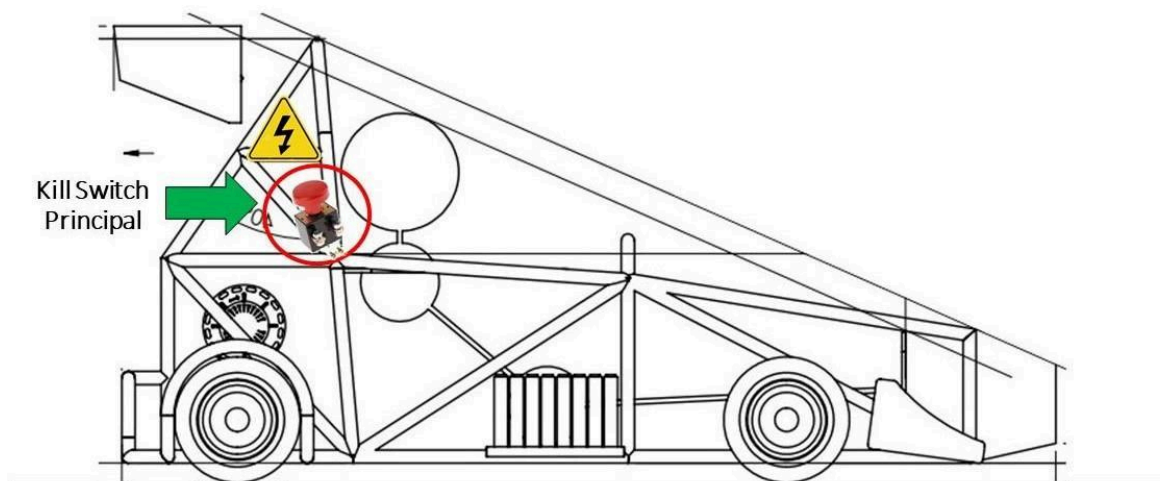


Fig. 67 Posición del interruptor principal

El interruptor debe ser capaz de detener cualquier suministro de corriente al motor a plena carga.

El interruptor principal debe funcionar de tal forma que al girar u oprimir una perilla o botón pueda detener el paso de la corriente (on – off). Debe estar marcado con un triángulo equilátero (mínimo 10 cm. por lado), con fondo en color amarillo, de contorno negro y con un rayo en color negro al centro, indicando la posición de encendido y apagado según el tipo de interruptor. (Fig. 68).



Fig. 68 Letrero de alta tensión

El interruptor no debe regresar a posición de encendido a menos de que se tenga que realizar alguna acción como jalar el interruptor o girarlo para activarlo de nuevo. (Fig. 69)



Contactor 250 A
con Kill Switch 1 A



Kill Switch 250 A
Tipo Push Button



Tipo perilla

Fig. 69 Ejemplos de contactores y Kill switch permitidos

18.2. Interruptor secundario.

Se debe contar con un interruptor secundario (tipo kill switch) en la parte interna del auto de fácil acceso para el piloto, sin que tenga que sacar las manos de la estructura del auto, este debe estar en el lado derecho del tablero o en el costado interno derecho del chasis siempre y cuando no tenga contacto con la pierna del piloto al salir o entrar al auto (Fig. 70)

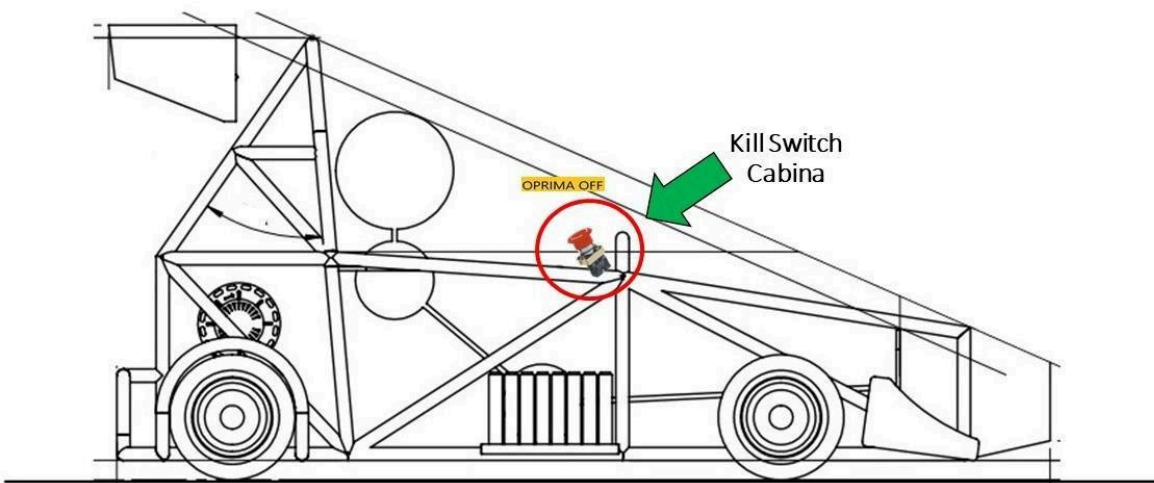


Fig. 70 Posición del interruptor secundario

El interruptor Kill Switch secundario sirve para encender o apagar el controlador, éste sólo debe estar en posición de ON cuando el piloto esté a bordo o el auto se encuentre con la rueda de tracción sin tocar el suelo. No se permite el uso de interruptores sencillos sin mecanismos que eviten encender el auto accidentalmente. Sólo se permiten interruptores tipo "Push Button" y debe contar con un letrero con la leyenda "**OPRIMA OFF**" con letra negra y fondo amarillo de 7 cm x 1.5 cm. (Fig. 71)



Fig. 71 killswitch 1 A y letrero

19. FUSIBLES.

Todos los vehículos deben tener un fusible de capacidad no mayor a 150% de la máxima corriente esperada (se sugiere utilizar el fusible recomendado por el fabricante de los componentes electrónicos del vehículo). El fusible debe estar conectado en serie con el banco de baterías, en la terminal positiva, sin que haya ningún otro componente entre ellos. (Fig. 72)

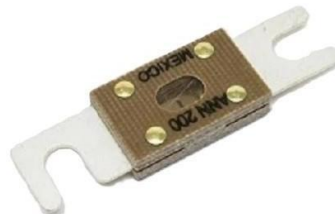


Fig. 72 Fusible 200 Amp Tipo ANN, (Fusible Rápido)

No está permitido utilizar interruptores termomagnéticos como fusible principal

20. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Los vehículos deben tener luces de posición en las 4 esquinas y deben permanecer encendidas durante la totalidad de la carrera. Las luces deben ser en color rojo para la parte trasera y color blanco en la parte frontal.

Cada juego de luces debe contar con una tira de al menos 4 leds de 12v. Esto quiere decir que en la parte trasera deben tener 8 leds luz roja fija y en la parte delantera deben que tener 8 leds luz blanca. Si un led se quema no debe causar la falla de los demás leds. (Fig. 73)

Adicionalmente deben contar con una luz de freno roja con una superficie luminosa de al menos 15 cm^2 montada al centro y a la altura de los hombros del piloto verticalmente.

Si se utilizan LED sin difusor no deben tener una separación menor a **20 mm** entre sí. Al utilizar una línea de LED la longitud mínima es de **150 mm**.

Para alimentar las luces, deben usar una batería complementaria.

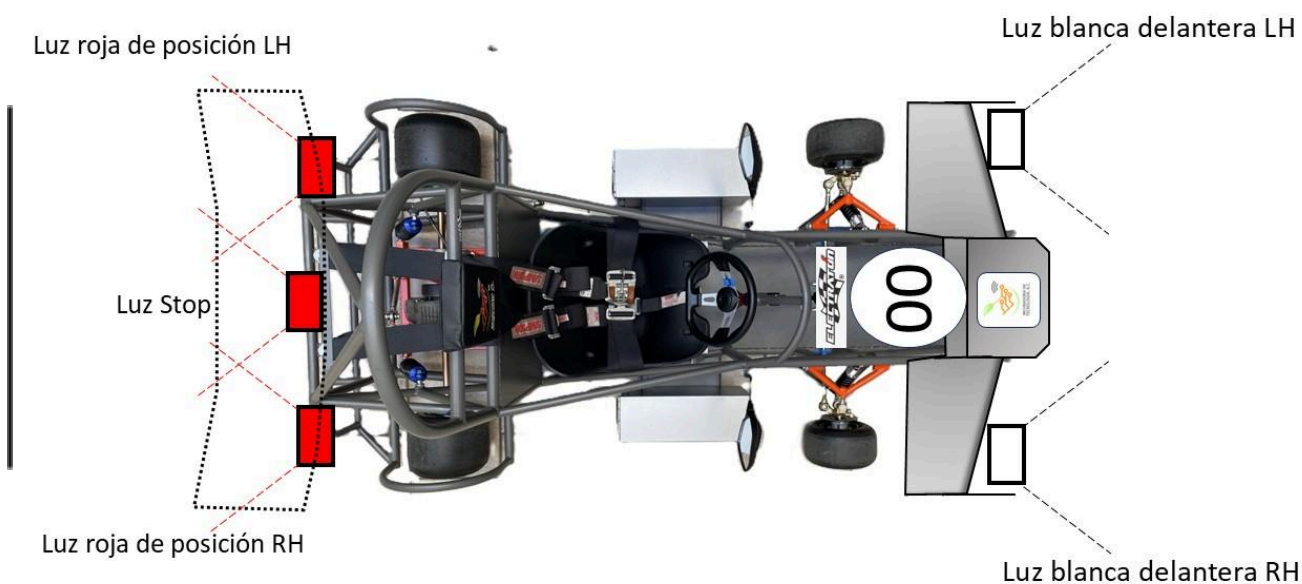


Fig. 73 Posición de luces

Este punto se evaluará desde el día de los escrutinios y en cada carrera por el cuerpo técnico.

21. PESO DEL PILOTO Y LASTRE.

El peso mínimo del es de 70Kg (no hay límite superior para el peso del piloto). En caso de que el piloto tenga un peso menor, se debe lastrar para llegar al peso mínimo. Los únicos lastres permitidos serán, un bloque o lingote metálico de acero, aluminio, cobre etc., firmemente sujeto a la estructura del auto con ayuda de tornillos y tuercas de seguridad. Dicho lastre debe contar, como mínimo, con dos puntos de sujeción utilizando **tornillos de 5/16"**. El lastre deberá estar debidamente marcado con el número del auto, **si el lastre se cae durante la carrera el auto será descalificado**.

Nota: El listado de penalizaciones se puede consultar en el Reglamento de Competencia.

No se permite el uso de cinchos, cuerdas, cintas adhesivas etc. para sujetarlo, únicamente tornillos.

El uso de herramientas, piedras o cualquier otro material está estrictamente prohibido. El lastre debe ser pesado y registrado por el juez encargado en la carpa de control o donde se indique durante la junta de pilotos.

El lastre deberá ser desmontable con relativa facilidad y colocarse únicamente sobre el piso del auto, en el punto que mejor les funcione para ajustar el centro de gravedad del auto. Si el lastre está en contacto directo con el piloto, este se deberá cubrir con espuma o algún material suave.

Al término de la carrera, los pilotos de los tres primeros lugares serán pesados antes de que los autos ingresen a pits. El lastre podrá quedarse en el auto, salvo sea solicitado por el juez.

Considerando la deshidratación del piloto, si se detecta una diferencia considerable, serán acreedores a una **penalización**.

No es saludable ni recomendable el tomar un exceso de agua para alcanzar el peso, considerar el tiempo que pasa entre el pesaje de piloto y el fin de la carrera.

22. SEGURIDAD.

22.1. Elementos de sujeción.

Todos los elementos que estén en los siguientes sistemas deben cumplir las condiciones que se mencionan:

- Transmisión. Frenos.
- Motor.
- Restrictores de movimiento (cinturones y asiento). Dirección.
- Suspensión.
- Elementos estructurales de la cabina (roll bar atornillable).

Toda la tornillería debe ser por lo menos de **grado 4**, a menos de que se indique lo contrario, y encontrarse en óptimas condiciones (se revisará que no presenten fatiga, oxidación o daños).

En caso de aplicaciones ciegas, el tornillo debe ser alambrado para evitar que se afloje. El alambre debe ser de acero con un **calibre mínimo de 16**. No se permite el uso de sellador de cuerda (pegamento).

En caso de aplicaciones no ciegas se debe usar **tuercas de seguridad** las cuales deben ir debidamente apretadas y **el tornillo debe sobresalir mínimo dos cuerdas del cuerpo de la tuerca de seguridad** (Fig. 74). El uso de rondanas de presión no exenta el uso de tuercas de seguridad.



Fig. 74 Dos cuerdas sobresalientes sobre la tuerca de seguridad

Todos los tornillos que sobresalgan más de 2-3 cuerdas del cuerpo de la tuerca de seguridad deberán ser recortados o sustituidos por tornillos de la longitud adecuada con la finalidad de evitar protuberancias.

El uso de tuercas de corona y chavetas en lugar de las tuercas de seguridad está permitido siempre y cuando estén debidamente instaladas.

Los jueces se reservan el derecho de solicitar la aplicación de alambrado o tuercas de seguridad si lo consideran necesario en algún sistema que no se menciona en la lista anterior.

23. CINTURONES DE SEGURIDAD.

El vehículo debe de contar con cinturones de seguridad de 5, 6 o 7 puntos, seguro “abrefácil” que suelte con un solo movimiento todas las cintas (Fig. 75) y que cumplan con al menos una de las siguientes especificaciones.

- a. SFI Specification 16.1
- b. SFI Specification 16.5
- c. FIA specification 8853/98
- d. FIA specification 8853/2016



Fig. 75 Ejemplo de cinturón profesional de 5 puntos, con seguro abrefácil

Los cinturones deben mantener las etiquetas originales del fabricante y fecha de caducidad.

Deben estar dentro del periodo de caducidad o a criterio de juez.

Deben mantenerse en óptimas condiciones sin señales de desgaste, cortes u otros problemas.

Deben estar sujetos de acuerdo con las especificaciones del fabricante sin modificar sus componentes.

El cinturón de seguridad debe estar instalado de manera tal que pase por los huesos largos del cuerpo (pelvis, caja torácica) y no oprima el abdomen del piloto en caso de impacto (Fig. 76).



Fig. 76 Posición del cinturón de seguridad

Los puntos de anclaje de los cinturones deben estar colocados respetando los siguientes ángulos. (Fig. 77).



Fig. 77 Ángulos del cinturón de seguridad

Las cintas del cinturón deben estar sujetas a placas cuyos bordes tendrán que estar redondeados y cuyo espesor mínimo sea de 1/8", con barrenos de 3/8" de diámetro. Estas placas deben estar soldadas a la estructura y sujetar el cinturón por medio de **tornillos de 3/8"** grado 4 o 6 y tuercas de seguridad. Solo las dos cintas superiores pueden ser sujetas opcionalmente con tornillos en las placas soldadas a la estructura o sujetándolas firmemente directamente rodeando el tubo horizontal que va a la altura de los hombros, siempre y cuando se respeten los ángulos solicitados y el tubo sea del mismo calibre que el tubo del Roll Bar primario y colocando unos topes que eviten que las cintas se deslicen de su posición.

24. ESPEJOS Y VISIBILIDAD.

Todos los vehículos deben tener mínimo dos espejos retrovisores, uno a cada costado respectivamente. Si los espejos son cuadrados, sus dimensiones mínimas deben ser de 4" x 4" (101.6mm x 101.6mm), si son circulares, el diámetro mínimo permitido debe ser de **2.5 pulgadas** (63.5mm).

Los espejos deben estar sujetos perfectamente a la estructura para evitar que las vibraciones los muevan de su posición original. Un auto que no presente espejos (o cámaras) en todo momento, no puede participar en la competencia.

Los espejos deben permitir tener una visión trasera de 120° sin que el piloto tenga que mover en exceso la cabeza. No debe haber estructuras que interrumpan la línea de visión entre los espejos y la pista ni entre los espejos y el piloto.

El conductor debe ser capaz de tener una visibilidad, sin obstrucciones, de por lo menos 160° hacia el frente sin incluir la visibilidad de la pista mediante los espejos. La visibilidad hacia el frente, obstruida por miembros estructurales tubulares del vehículo estará exenta de esta regla siempre y cuando tales miembros no sobrepasen 1 1/2" (38.1 mm) de grosor.

El conductor debe ser capaz de ver un punto en el suelo que se encuentre a dos metros de distancia por delante de la punta del vehículo y a dos metros detrás del vehículo en el rango de visión establecido por los espejos.

Se revisará antes y durante de cada carrera que los espejos estén firmemente sujetos a la estructura del auto.

25. PRUEBA DE SALIDA DE EMERGENCIA.

25.1. Salida de emergencia en autos sin carrocería completa.

Para comprobar la seguridad del piloto en caso de emergencia, el sistema de abrochamiento de los cinturones de seguridad y las dimensiones del habitáculo del piloto, deben estar diseñados para permitir que el conductor, teniendo todos los aditamentos de competencia puestos (casco, guantes, restrictores de extremidades, etc.), pueda salir del vehículo sin ayuda en un lapso máximo de **7 segundos**. El piloto debe realizar la maniobra de apagado del auto, desabrochar el cinturón y salir de la línea de paso del vehículo. Cada piloto tendrá **3 oportunidades** como máximo.

El cuerpo técnico revisará de manera exhaustiva este punto y pueden requerir que esta prueba sea realizada por cualquier miembro del equipo.

25.2. Salida de emergencia en autos con carrocería completa.

En caso de que el auto tenga una carrocería completa (cerrada) el tiempo máximo de egreso del auto no debe rebasar los **12 segundos** en las mismas condiciones citadas en la regla 14.4.1. Ésta es la única excepción a la regla del tiempo de egreso. Cada piloto tendrá **3 oportunidades** como máximo.

26. EQUIPO DE SEGURIDAD DEL PILOTO.

Todos los pilotos deben contar con el siguiente equipo para poder competir, probar y operar el auto. Se penalizará fuertemente al equipo que opere su auto sin el equipo de seguridad correspondiente (antes, durante y después de la competencia y en pruebas) Y se prohibirá la participación al equipo que no presente su equipo de seguridad completo:

Casco	Manga Larga	Cueller	Guantes completos
Pantalón largo que cubra las piernas	Goggles o Visor	Restrictores de muñecas (Handstraps)	Zapatos Cerrados

26.1. Material resistente a flama

En esta sección algunos, pero no todos, los materiales aprobados son: Carbon X, Indura, Nomex, Polybenzimidazole (nombre común PBI) y Proban.

26.2. Materiales sintéticos Prohibidos

Playeras, calcetines y otras prendas compuestas por nylon o cualquier otro material sintético que puede derretirse durante la exposición al fuego o altas temperaturas están prohibidos.

26.3. Casco.

El piloto debe portar un casco que:

- Sea cerrado.
- Contiene un visor o protector de ojos

- c. Cumpla con algún estándar aprobado
- d. Está claramente mercado como aprobado por el

estándar Los estándares aprobados son:

- a. Snell K2005, K2010, K2015, K2020, M2005, M2010, M2015, M2020, SA2005, SA2010, SAH2010, SA2015, SA2020, EA2016
- b. SFI Specs 31.1/2005, 31.1/2010, 31.1/2015, 41.1/2005, 41.1/2010, 41.1/2015
- c. FIA Standards FIA 8860-2004, FIA 8860-2010, FIA 8860-2018, FIA 8859-2015
- d. ECE R22-05
- e. DOT Certificación restringida, **ver notas**.

Notas:

Los cascos que solo cuenten con la certificación **DOT** y ninguna otra de las certificaciones solicitadas en la lista anterior, será necesario mostrar los resultados aprobatorios de seguridad del casco, esta búsqueda la podrá realizar en: <https://www.nhtsa.gov/compliance/#/helmets>

Si el casco con certificación DOT cumple con la NOM, Norma Oficial Mexicana, se deberá presentar la papelería correspondiente para sustentarlo. Pueden consultar la Norma NOM: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7152/salud11_C/salud11_C.html

Antes de comprar un casco, cerciorarse de acudir a una tienda formal, revisar que el casco sea de marca conocida, actualmente hay infinidad de cascos piratas muy llamativos con buena apariencia, sin embargo, los materiales son de mala calidad, por seguridad, este tipo de cascos están prohibidos.

Cómo identificar un verdadero casco certificado DOT:

https://www.youtube.com/watch?v=Mz_uf_mGDHI

El casco debe estar vigente. Los cascos se deben usar con las cintas de la barba correctamente aseguradas en todo momento y no presentar daños importantes a su estructura. Debe cubrir completamente la cabeza del piloto y ser de la medida adecuada.

Se recomienda preferentemente utilizar cascos para Karting, en caso de usar cascos tipo Motocross, este debe usarse en conjunto con su correspondiente visor especial (Fig. 78).



Fig. 78 Ejemplo de cascos

El uso de lentes y/o lentes oscuros como protección de los ojos como sustituto del visor o goggles está prohibido.

El casco debe tener el nombre del piloto y su tipo de sangre con el siguiente formato: “Inicial del nombre. Apellido. Tipo de Sangre con RH” Ejemplo: *S. Herrera A+*. En caso de padecer alguna alergia importante a algún fármaco o alguna enfermedad especificar (diabetes, hipertensión etc.), de no presentar alguna alergia se debe portar la leyenda “Sin Alergias”.

26.4. Guantes.

Los guantes deben ser de un material aprobado y cubrir la totalidad de la mano y la muñeca, no se permiten los guantes con dedos recortados.

26.5. Restrictores de muñecas- (restrictores de brazos).

Los restrictores de muñecas (**handstraps**) o también conocidos como restrictores de brazos, evitan que las manos y los brazos se salgan de la estructura del auto en caso de impacto o volcadura, por lo que son un elemento básico de seguridad por lo que todos los pilotos deben contar con ellos sin excepción.

Los restrictores (Fig. 79) deben ser de tipo comercial y con una fecha de fabricación no mayor a 3 años (bajo criterio del juez) y que cumplan con la norma internacional SFI 3.3. Se pueden conseguir por internet o bien en tiendas especializadas en kartismo y automovilismo deportivo.



Fig. 79 Ejemplo de restrictores de muñecas o brazos permitidos

No se permiten bandas, listones, cuerdas, cables, velcro o restrictores hechos de manera artesanal y que no sean los reglamentarios.

Los restrictores se deben fijar apropiadamente al cinturón de seguridad, no a la columna de dirección ni a otro elemento estructural del vehículo y deben ser instalados de tal manera que, al liberarse el cinturón, el piloto salga con los restrictores puestos.

Los restrictores deben estar ajustados de manera que el piloto no pueda sacar los brazos de la estructura del auto en ninguna circunstancia y alcance el corte de energía, esto se revisará en cada carrera de manera estricta.

26.6. Vestimenta.

Se requiere que el piloto porte un traje de una pieza con un mínimo de dos capas de material resistente al fuego que cubra el cuerpo desde el cuello hasta los tobillos y las muñecas. Cada traje debe de cumplir con alguno de los siguientes estándares y estar debidamente marcado como tal:

- SFI 3.2A/5 (or higher ex: /10, /15, /20)
- FIA Standard 1986

El personal que se encuentre en el área de pits debe portar manga larga con pantalones y/o utilizar un overol. El material de la vestimenta debe ser algodón.

Durante las competencias, los integrantes de cada escudería deben portar prendas que los distingan fácilmente del público y de otras escuderías.

26.7. Calzado.

Se requiere que el calzado del piloto sea cerrado y se encuentre en buenas condiciones. No debe interferir con la operación de los controles del auto.

26.8. Cuellera.

La cuellera debe dar total soporte al cuello del piloto y tendrá que ser de marca reconocida (Fig. 80). Requerirá estar en buen estado y tener una fecha de fabricación NO mayor a 5 años o bajo criterio del juez.



Fig. 80 Ejemplo de cuellera permitida.

27. TRANSPONDER.

A cada equipo, el día de la carrera, se le entregará un transponder **MyLaps Amarillo** debidamente validado por la torre de control. (Se contará con el servicio externo de cuentavueltas)

Cada equipo, al recibir el transponder, será responsable del mismo y de verificar que funcione adecuadamente. Para saber si el transponder está cargado, basta con ver las veces que parpadea el led en color verde, el cual corresponde al número de días que tendrá de vida, el transponder debe emitir por lo menos dos parpadeos para el día de la carrera.

No se permite el intercambio de transponders entre autos ni equipos durante el transcurso de la carrera y el campeonato.

La falta a esta regla será causa de descalificación de la carrera.

Nota: El listado de penalizaciones se puede consultar en el Reglamento de Competencia.

El transponder debe ser colocado en la parte delantera izquierda del auto, entre la nariz y la suspensión delantera. Tendrá que estar ubicado por fuera de la carrocería y de manera vertical a una altura máxima de 150 mm con respecto al suelo. **No debe colocarse sobre alguna estructura, tubo o lámina metálica.** Se debe asegurar de tal forma que no caiga por vibraciones durante las pruebas o carrera. **La base del cargador** del transponder no deberá usarse para colocar el transponder, y las terminales deberán taparse con cinta para evitar que hagan contacto con alguna superficie metálica (Fig. 81).

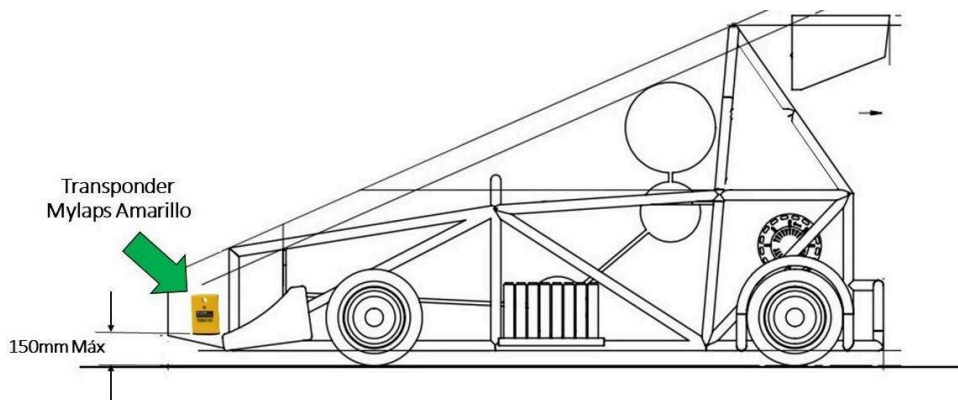


Fig. 81 Ejemplo de posición del transponder.

El transponder que se les prestara puede ser como los siguientes. (Fig. 82)



Modelo anterior



Modelo nueva generación

Fig. 82 Transponder permitido

Para su conocimiento:

Los transponders requieren al menos 14 horas de carga, una vez desconectado del cargador, si la batería está en buen estado, durará de dos a tres días, si al recibirlo el testigo no enciende esporádicamente en verde o enciende en rojo o no hace nada, la batería del transponder ya no sirve y deberán notificarlo a la organización. Este tipo de transponders traen una batería de 12v encapsulada en resina, por lo que se dificulta bastante el cambiarla.

28. CARROCERÍA.

28.1 Material de carrocería

Todos los autos deben tener una carrocería que cubra **al menos el 80% de la estructura, incluyendo parte del Roll Bar Primario.**

La carrocería debe estar construida por materiales compuestos o lámina de aluminio o placa sólida de Policarbonato, por ejemplo, fibra de vidrio, fibra de carbono, kevlar, termoformados de placa de policarbonato, placa PVC o Trovicel etc. (Fig. 83)



Fig. 83 Ejemplos, Carrocería de placa sólida de policarbonato Auto 00 y carrocería en fibra de vidrio Auto 10

En caso de utilizar placa policarbonato para la construcción de la carrocería, el espesor **mínimo de éste debe ser de 1.5 mm**. En caso de utilizar placa de PVC o Trovicel, el espesor **mínimo de este debe ser de 3 mm**. El diseño de la carrocería debe ser complejo, es decir, el moldeo y la unión al chasis deben ser realizados con esmero y se debe persistir en lograr acabados atractivos. Si se utiliza este material y no se cumple con los requisitos mencionados anteriormente, el cuerpo técnico le solicitará a la escudería que realice un nuevo diseño.

En caso de utilizar lámina de aluminio requerirá especial atención en evitar dejar salientes que puedan lesionar al piloto o al personal de apoyo, el grosor mínimo de la lámina deberá ser de 0.89 mm, (cal. 20).

LOS MATERIALES COMO TELA, ESTIRENO, CARTULINA, LONA Y CUALQUIER OTRO MATERIAL NO INDICADO EN ESTE REGLAMENTO NO SON PERMITIDOS

Nota: Quien utilice una carrocería completa que cubra las llantas puede obtener 10 puntos extra en el escrutinio.

28.1.1. Materiales compuestos

Nota: Sección de materiales compuestos son una traducción con modificaciones Cabrera A. (2023) de los subcapítulos: T3.4, T3.5, T3.6, T3.7, T3.8, T3.9, T3.10, T3.11. de Formula Student Rules, (2023).

Requisitos

Si se utiliza cualquier material compuesto u otro, el equipo debe presentar la documentación del material empleado (factura, documento de envío o carta de donación) y las propiedades del material; enviar detalles de la técnica de colocación compuesta, así como del material estructural utilizado (tipo de fibra, peso y tipo de resina, número de capas, material del núcleo y material del recubrimiento si es de metal).

Presentar cálculos que demuestren la equivalencia de su estructura compuesta a una de similar geometría hecha a los requisitos mínimos de lámina de policarbonato sólido de 1.5 mm. Los cálculos de equivalencia deben ser sometido a disipación de energía, rendimiento y fuerzas máximas en flexión, pandeo y tensión; así como una disposición con igual resistencia y rigidez de la fibra en cualquier orientación de la muestra (Distribución Cuasi-isotrópica, 0°, 45°, -45°, 90° en la dirección de las fibras)

28.1.1.1. Prueba de laminado

Los equipos deben construir paneles de prueba representativos para cada programa de capas que se utilizarán en las regiones del chasis como panel plano y realizar una prueba de flexión de 3 puntos en estos paneles.

Los paneles de prueba deben sujetarse a las siguientes especificaciones:

- Medida 275 mm x 500 mm
- Tener un punto de apoyo a una distancia de 400 mm.
- Tener una superficie igual para el recubrimiento superior e inferior.
- Tener bordes desnudos, sin material de

recubrimiento. El SES (Tabla de Equivalencias

Estructurales) debe incluir:

- Datos de las pruebas de flexión de 3 puntos.
- Imágenes de las muestras de prueba.
- Una imagen de la muestra de prueba y la configuración de prueba que muestra una medición que documenta la distancia de alcance admitida utilizada en el SES.

Los resultados del panel de prueba se deben utilizar para obtener rigidez, límite elástico, resistencia máxima y propiedades de energía absorbida por la fórmula SES con el propósito de calcular paneles laminados de equivalencia correspondiente a las regiones de la estructura primaria del chasis.

28.1.1.2. Prueba de comparación

Los equipos deben realizar una prueba equivalente que determinará cualquier cumplimiento en la plataforma de prueba y establecerá un valor energético absorbido de los tubos de referencia.

- La prueba de comparación debe utilizar dos tubos de acero de impacto lateral con estas características:
 - ☐ Área mínima Momento de inercia (8509 mm^4)
 - ☐ Área de sección transversal mínima (114 mm^2)
 - ☐ Diámetro exterior mínimo (25.0 mm)
 - ☐ Mínimo espesor de pared (1.2 mm)
- [P. ej.- Tubo Circular de 25.4x1.6 mm]
- Los tubos de acero deben ser probados a un desplazamiento mínimo de 19.0 mm.
- El cálculo de la energía absorbida debe usar la integral de la fuerza por el desplazamiento desde el inicio de la carga a un desplazamiento de 19.0 mm.

28.1.1.3. Realización de la prueba

- El aplicador de carga utilizado para probar cualquier panel / tubo debe ser:
 - ☐ Metálico

☐ Radio 50 mm

- El aplicador de carga debe sobresalir de la pieza de prueba para evitar la carga del borde.
- No se debe colocar ningún otro material entre el aplicador de carga y los elementos en prueba.

28.1.1.4. Prueba de corte perimetral

- La prueba de corte perimetral debe completarse midiendo la fuerza requerida para empujar o tirar un punzón plano de 25 mm de diámetro a través de una muestra laminada plana.
- La muestra debe:
 - ☐ Medir al menos 100 mm x 100 mm
 - ☐ Ser idéntica a los utilizados en la aplicación real en cuanto a espesor y recubrimiento
 - ☐ Fabricarse con los mismos materiales y procesos.
- El dispositivo debe soportar toda la muestra, excepto un orificio de 32 mm alineado coaxialmente con el impacto.
- La muestra no debe sujetarse al dispositivo.
- El borde del punzón y el agujero en el accesorio pueden incluir un filete opcional hasta un radio máximo de 1 mm.
- Los datos de fuerza y desplazamiento y las fotos de la configuración de prueba deben incluirse en el SES.
- El primer pico en la curva carga-deflexión debe usarse para determinar la resistencia al corte de la cubierta; esto puede ser menor que la fuerza mínima requerida por **26.1.9.3** ^a y **26.1.9.5** ^a
- La fuerza máxima registrada debe cumplir los requisitos de **26.1.9.3** ^a (4 kN) y **26.1.9.5** ^a (7.5 kN)

28.1.1.5. Pruebas adicionales

Cuando un material laminado NO es una disposición cuasi-isotrópica (**26.1.1**):

- Los resultados de la prueba de flexión de 3 puntos se asignarán a la dirección de colocación 0.
- El monocasco debe tener la dirección de colocación probada normal a las secciones transversales utilizadas para equivalencia en el SES, con tolerancia para el ahusamiento del monocasco normal a la sección transversal.
- Todas las propiedades del material en la dirección más débil deben ser al menos el 50% de las propiedades de la dirección más fuerte calculada por el SES.

28.1.1.6. Prueba de junta de vueltas

- La prueba de junta de solapa debe completarse midiendo la fuerza requerida para separar una junta compuesto por dos muestras de laminado que se adhieren entre sí.
- La muestra debe:
 - ☐ Tener el plano de adhesión paralelo a la dirección de tracción.
 - ☐ Tener espesores del recubrimiento idénticos a los utilizados en el monocasco real
 - ☐ Elaborarse utilizando los mismos materiales y procesos
- Los datos de fuerza y desplazamiento y las fotos de la configuración de prueba deben incluirse en el SES.
- La resistencia al corte del enlace debe ser mayor que la UTS de la cubierta.

28.1.1.7. Módulo de pandeo- Cálculo de panel plano equivalente.

- Cuando se especifica el módulo de pandeo (EI) del chasis, debe calcularse como el EI de un panel plano con la misma composición del chasis sobre el eje neutro del laminado.
- La curvatura del panel y la sección transversal geométrica del chasis deben ignorarse para estos cálculos.
- Los cálculos de EI que no hacen referencia a esta sección pueden tener en cuenta el valor real de la geometría del chasis.

28.1.1.8. Monocasco

Requisitos generales

La hoja de cálculo de equivalencia estructural debe demostrar que el diseño es equivalente a un marco soldado en términos de disipación de energía, rendimiento y resistencia máxima en flexión, pandeo y tensión.

Los monocascos compuestos y metálicos tienen los mismos requisitos.

28.1.1.9. Monocascos compuestos

Los monocascos compuestos deben cumplir con los requisitos de materiales en **26.1.1 (Materiales compuestos)**

Los datos de los resultados de las pruebas de laminado deben usarse como base para cualquier cálculo de resistencia o rigidez.

28.1.1.10. Mamparo frontal

Cuando se modela como una sección en forma de "L", el módulo de pandeo (EI) del mamparo delantero tanto del eje vertical como del eje lateral debe ser equivalente al de los tubos especificados para el Mamparo Delantero según **26.1.3** (tubo de circular de 25.4x1.6mm)

La longitud de la sección perpendicular al Mamparo Delantero puede ser de un máximo de 25 mm. medido desde la cara posterior del tabique frontal.

Cualquier mamparo frontal que soporte la placa IA debe tener una resistencia al corte perimetral equivalente a una **placa de acero de 1,5 mm de espesor**.

28.1.1.11. Refuerzo del aro frontal

El aro delantero debe estar unido mecánicamente al monocasco y debe cumplir con **(26.1.9.7)**

El aro frontal puede estar completamente laminado en el monocasco

- Laminar completamente significa encapsular el aro frontal con un número apropiado y arreglo de capas.
- La equivalencia de al menos seis monturas que cumplan con **26.1.9.7** debe mostrarse en el SES.
- El adhesivo no debe ser el único método para unir el aro frontal al monocasco.

28.1.1.12. Estructura de impacto lateral

Zona de impacto lateral: La región longitudinalmente hacia adelante del aro principal y hacia atrás del aro delantero, y verticalmente desde 534 mm por encima del punto más bajo de la superficie superior del piso hasta la parte inferior de la superficie del piso del monocasco.

La zona de impacto lateral debe tener un módulo de pandeo (EI) igual a tres (3) tubos de acero (26.2.2) que reemplaza.

La porción de la zona de impacto lateral que está verticalmente entre la superficie superior del piso y 534 mm por encima del punto más bajo de la superficie superior del piso (Fig. 15) debe tener:

- Módulo de pandeo (EI) equivalente a dos (2) tubos de acero (26.1.3) por (26.1.8)
- Una absorción de energía equivalente a dos (2) tubos de acero (26.1.3). La Prueba de equivalencia de absorción de energía se determina mediante pruebas físicas según (26.1.2 y 26.1.3)

La mitad del piso horizontal debe tener un módulo de pandeo (EI) equivalente a un tubo de acero por 26.1.8

^^ La resistencia al corte perimetral del laminado monocasco debe ser de al menos **7.5 kN** para una sección con un diámetro de 25 mm. Esto debe probarse mediante una prueba física completada según 26.1.5 y los resultados incluidos en el SES.

28.1.1.13. Refuerzo del aro principal

El aro principal debe estar unido mecánicamente al monocasco y debe cumplir con 26.1.9.7.

Las placas de montaje soldadas al Roll Hoop deben ser de acero de espesor mínimo de 2,0 mm.

Fijación del soporte estabilizador del Roll Bar: Fijación del arriostamiento al aro delantero o al monocasco debe cumplir con 26.1.9.7.

28.1.1.14. Adjuntos

^^ Cada punto de unión entre el monocasco y la otra estructura primaria debe poder llevar una carga mínima de **30 kN** en cualquier dirección.

Cuando un Roll Hoop se conecta en tres ubicaciones a cada lado, los accesorios deben ubicarse en la parte inferior, superior y una ubicación cerca del punto medio.

^^ Cuando un Roll Hoop se une solo en la parte inferior y un punto entre la parte superior y el punto medio en cada lado, cada uno de los cuatro accesorios debe mostrar una resistencia de carga de **45 kN** en todas las direcciones

El laminado, los soportes, las placas de apoyo y los insertos deben tener suficiente rigidez, área de corte, área de apoyo, área de soldadura y resistencia para transportar la carga especificada en (^^) en cualquier dirección. Deben usarse los datos obtenidos de la prueba de resistencia al corte perimetral del laminado para demostrar que el área de corte prevista es adecuada.

La prueba de que los soportes son adecuadamente rígidos debe documentarse en el SES, por uno de:

- Cálculos manuales
- **FEA** con cálculos manuales de apoyo. El uso de FEA solo, no es aceptable.

^B^ Cada punto de fijación requiere no menos de dos sujetadores de 8 mm o 5/16 " de diámetro mínimo crítico.

Cada punto de fijación requiere placas de respaldo que cumplan con uno de:

- Acero con un espesor mínimo de 2 mm.
- Materiales alternativos, si se aprueba la equivalencia

Los refuerzos del aro delantero, aro principal, y los soportes de arriostramiento del aro principal, solo pueden usar sujetadores críticos con un diámetro mínimo de 10 mm o 3/8", consulte T.8.2 como alternativa a **^B^** anterior si el perno está en la línea central del tubo, similar a la figura que a continuación se muestra. (arriostrar>estabilizar)

No se permite el aplastamiento del núcleo.

28.1.1.15. Carrocería y dispositivos aerodinámicos

La carrocería NO debe de tener aperturas hacia el habitáculo desde el frente del vehículo hasta el hoop principal exceptuando lo requerido para la entrada del piloto y aperturas mínimas para componentes de suspensión.

Todas las aristas frontales de la carrocería las cuales puedan impactar personas u otro vehículo, incluyendo la nariz, debe de tener un radio mínimo de 38 mm. Este radio mínimo debe de extenderse al menos 45° desde el frente hacia arriba, abajo y los lados.

Todos los bordes delanteros de alerones, splitters, etc. deben tener un radio mínimo de 5 mm para los bordes horizontales y 3 mm para los bordes verticales.

28.2. Alerones

Se permite la colocación de alerones siempre y cuando cumplan con lo siguiente:

28.2.1. Alerón trasero

- Fabricado con materiales resistentes.
- Envergadura máxima: 95% del ancho total del eje trasero del auto.
- Envergadura mínima: 80% del ancho total del eje trasero del auto.
- Cuerda máxima: 400 mm (15.75in).
- Cuerda mínima: 200 mm (7.87 in).
- Estar perfectamente sujeto con al menos 4 puntos.
- Soportar una carga mínima de 10Kg, en cualquiera de las puntas, sin presentar movimiento y deformación.
- Debe estar por detrás del Roll bar.
- Colocarse a una altura entre la parte superior del anti enllante y a menos de 100 mm sobre el Roll bar.
- No debe sobrepasar por más de 200 mm la defensa trasera del auto.
- Debe contar con documentación que respalde su funcionamiento aerodinámico.
- Contar con winglets curvos o planos y que no rebasen 100 mm sobre la altura del RollBar con área mínima de 140 X 140 mm
- Ver ejemplo (fig. 81)

Nota: El alerón trasero es obligatorio, no tenerlo serán acreedores a una penalización.

28.2.2. Alerón delantero

- Fabricado con materiales resistentes.
- Envergadura máxima: 100% del ancho total del eje delantero del auto.
- Envergadura mínima: 80% del ancho total del eje delantero del auto.
- Cuerda máxima: 400 mm (15.75 in).
- Cuerda mínima: 100 mm (4 in).
- Estar perfectamente sujeto con al menos 4 puntos.
- Soportar una carga mínima de 10Kg, en cualquiera de las puntas, sin que toque el piso.
- Debe estar por delante de la suspensión delantera y no sobrepasar la estructura anti-impacto delantera.
- Debe contar con documentación que respalde su funcionamiento aerodinámico y estructural por tratarse de un elemento con doble función, defensa y alerón.
- Ver detalles (Fig. 84)

Nota: El alerón delantero como cubierta de la defensa delantera es obligatorio, no tenerlo serán acreedores a una penalización.

Nota: El ancho total del eje delantero o eje trasero es la medida entre caras exteriores de las ruedas del mismo eje.

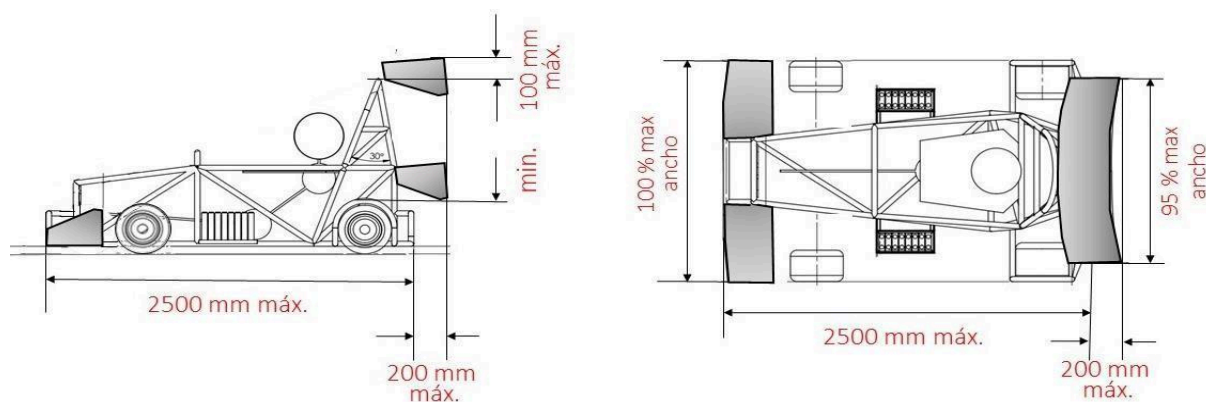


Fig. 84 Posición de Alerones

29. PUBLICIDAD EN EL AUTO.

Debe contar con espacios con buena visibilidad para colocar las calcomanías de los patrocinadores del campeonato durante el tiempo especificado por la Organización, las calcomanías de estos logotipos serán proporcionadas una vez por el comité organizador.

En caso de volver a solicitar los logotipos, únicamente se les proporcionará vía electrónica para que el equipo realice los estampados o bordados necesarios.

29.1. Otros logotipos

Queda permitido colocar logotipos de patrocinadores exclusivos de cada escudería, siempre y cuando respeten los espacios para las calcomanías de patrocinadores del campeonato.

Por la naturaleza del evento está prohibido el patrocinio de bebidas alcohólicas, cigarros y partidos políticos.

29.2. Número del Auto

Cada auto posee un número específico en cada campeonato, los equipos pueden solicitar un número en particular al momento de inscribirse al campeonato. En caso de que un auto deje de participar el número se tornará libre para que otro equipo lo use.

El número 01 estará reservado para el auto que terminó en primer lugar en el campeonato anterior.

En caso de un conflicto con la numeración la Organización resolverá la diferencia.

Los números deben ser a dos dígitos (Ej. 01, 02, 10, 22, etc.) tendrán que ser legibles en alto contraste, negro sobre blanco) y mostrarse en la parte frontal y laterales del auto (Fig. 85)

El número debe ser en un material mate para que evite la reflexión especular



Fig. 85 Ejemplo de números negros en fondo blanco

Para el panel frontal superior del auto “cofre”, las dimensiones de cada número deben ser mínimo de 22 cm de alto y un ancho mínimo de 10 cm, en color negro, sobre un círculo en color blanco con diámetro mínimo de **30 cm**, lo anterior con el fin de facilitar el conteo de vueltas, ya sea manual, reconocimiento de imagen o en video. El tipo de fuente del número, deberá ser Arial o similar.

El número debe colocarse entre los logos de Electrátón y la Institución que representan en el siguiente orden de adelante hacia atrás (Fig. 86):

1. Logo de la Institución que representan.
2. Número del auto.
3. Logo Electrátón®.



Fig. 86 Institución, Número y Logo Electrátón®

Para los costados, las dimensiones de cada número serán mínimo de 11 cm de altura y un ancho mínimo de 5 cm, en color negro, sobre un círculo en color blanco con diámetro mínimo de 18 cm, lo anterior con el fin de facilitar el conteo de vueltas, ya sea manual, reconocimiento de imagen o en video. El tipo de número deberá ser Arial o similar.

En ambas *laterales* del coche se debe colocar el Logo de la institución o equipo que representan, la bandera de México y el número del auto. Nota: Los números se pueden colocar en los costados de la carrocería o en las laterales de los Winglets del alerón trasero (Fig. 87).

Nota: Las calcomanías oficiales serán entregadas por el comité Organizador, favor de considerar los espacios solicitados

Nota: El logo de Electrátón® oficial será proporcionado para descarga electrónica por el comité organizador, cada escudería lo imprimirá y colocará, así como el escudo de su universidad. El no seguir estos requerimientos se penalizará según lo estipulado por el Reglamento de Competencia.



Fig. 87 Número del auto y publicidad

30. SONIDO DE LOS AUTOS.

Debido a que los motores de los autos eléctricos tienen un sonido casi imperceptible, las fábricas automotrices se han enfocado en implementar un sonido para los autos eléctricos con el fin de alertar sobre todo a los peatones acerca de la proximidad de un auto. Aunado a estos estudios, tanto de las empresas de los seriales de Fórmula E, como WRC E y varios más, se han preocupado por desarrollar sistemas que ayuden a desarrollar esta sonorización.

Con el fin de irnos adentrando en estos estudios, habremos de incluir en nuestras unidades un sistema de sonorización característico de nuestros autos, para lo cual requerimos un diseño del sonido compuesto ya sea por un BARRIDO DE FRECUENCIAS de acuerdo con la aceleración o frenado de la unidad o un GENERADOR DE TONOS que sea variable y coincida con los efectos de aceleración-desaceleración.

La fuente de alimentación debe ser diferente a la del banco de baterías de propulsión y puede incluir un sistema de recarga (paneles solares, mini-generator eólico, dínamo, etc.)

Las principales características recomendadas para lo anterior serían:

- Al momento de prender el automóvil debe escucharse el mismo sonido en todos los autos (descargar [audio](https://www.electraton.com/wp-content/uploads/2023/02/Proton_PackstartCombo.mp3) https://www.electraton.com/wp-content/uploads/2023/02/Proton_PackstartCombo.mp3), después de este sonido cada escudería usará el suyo distintivo que debe escucharse hasta que se apague el vehículo.
- Rango de frecuencias libre, Se permite el uso de loops de audio pregrabado (escuchar [ejemplo](https://www.youtube.com/watch?v=vXfpKzh0-50) <https://www.youtube.com/watch?v=vXfpKzh0-50>.)

Intensidad de sonido variable de 2 etapas:

- Audible hasta 5m de distancia para bajas velocidades (hasta 7km/h) 70dB aprox
- Audible hasta 75m de distancia para altas velocidades (más de 7km/h) 90dB aprox
- Evitar que ese sonido sea molesto para las personas, pero si advierta de vehículo en movimiento.
- Para lo anterior se les podría recomendar basarse en los siguientes diseños

Generador de Tonos o Sonidos



<https://youtu.be/c3DEbM-LhiE>

Amplificador de Sonido

<https://youtu.be/Cs99LV400-I>

A continuación, se muestra un circuito compuesto como una **sugerencia para la generación del sonido**, para lo cual habrá que hacer las modificaciones y/o adaptaciones pertinentes para obtener el sonido deseado y la coincidencia con los efectos de aceleración o desaceleración de la unidad. Ver el diagrama eléctrico del generador de audio (Fig. 88)

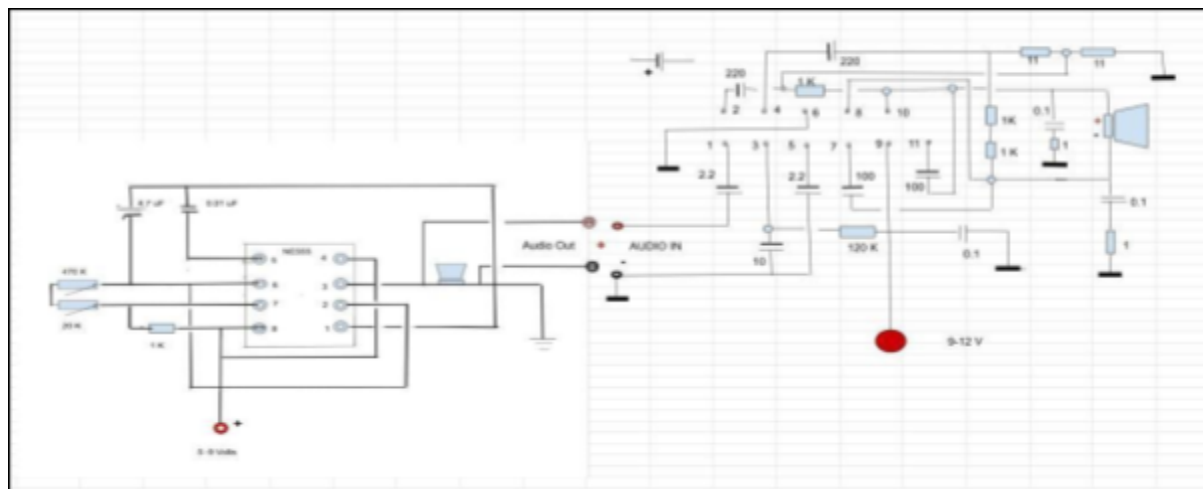


Fig. 88 Diagrama de Generador de sonido

Protoboard: Generador de audio (David Turushina)

<https://www.youtube.com/watch?v=XxhGX2EWbBY>

MATERIALES:

1. 1 resistencia de 1 k Ω
2. 1 resistencia de 6.8 k Ω
3. 1 resistencia de 1k Ω
4. 1 resistencia de 10 Ω
5. 1 resistencia de 220 Ω
6. 1 potenciómetro de 100k Ω
7. 1 condensador cerámico de 0.1 μ F
8. 1 transistor NPN (2N 3904)
9. 1 circuito integrado 555
10. 1 parlante
11. Cables de conexión
12. 1 porta baterías
13. 1 batería de 9V

Nota: El dispositivo de sonido es obligatorio, no se permite formarse en la parrilla de salida al auto que no cuente con el dispositivo funcional y será acreedor a una penalización.

Circuito reproductor de MP3 (por Aswinth Raj)

Para utilizar MP3, se sugiere utilizar el siguiente circuito reproductor de MP3 o cualquier otro que el participante desee implementar. (Fig. 86)

[DIY MP3 Player Circuit Diagram \(circuitdigest.com\)](http://circuitdigest.com)

<https://circuitdigest.com/electronic-circuits/diy-mp3-player-circuit-diagram>

Lista de componentes:

- GPD2846 Módulo reproductor de MP3
- 3 botones push button (para pruebas)
- 3.3V Regulador de voltaje
- Botón On/Off
- Bocina
- Placa de circuito

- Cables para conexión
- 220K resistencia
- 0.1uF Capacitor
- Batería 9V
- Kit para soldar

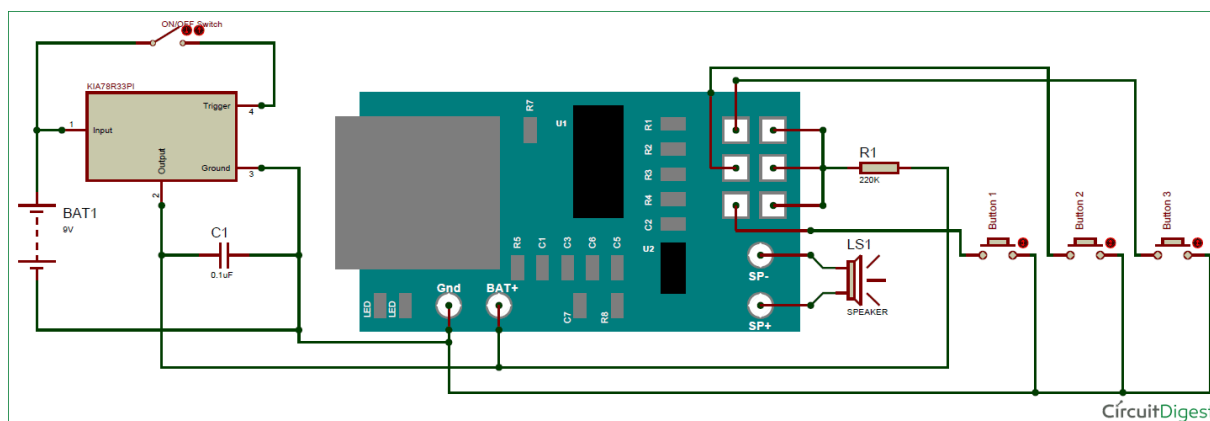


Fig. 86 Circuito de reproductor MP3

31. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

Los autos que busquen la mayor eficiencia de sus motores y protección pueden contar con un sistema de enfriamiento en sus motores. Este puede ser por flujo líquido o aire. (Fig. 87)

Notas:

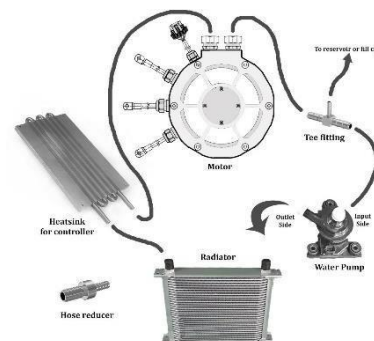
- En caso de usar flujo líquido este no debe ser inflamable, como alcohol con agua, entre otros. El sistema debe estar libre de fugas.
- Los motores que cuentan con ventilador o disipador de fábrica, es suficiente.



Disipador de calor integrado en carcasa



Disipador de calor con ventilador externo



Disipado de calor con radiador de agua

Fig. 87 Ejemplos de sistemas de enfriamiento

32. ACTION CAMS

Cada auto debe contar con una cámara de video a bordo tipo "Action CAM" con lente gran angular (por ejmplo GoPro) capaz de grabar video estabilizado en full HD (1920x1080@60) con batería suficiente para 1 hr de video. Debe tener preparación de montaje apoyada en el roll bar procurando que quede en cuadro el frente del auto: llantas defensas, casco, volante y la pista al frente como muestra la (Fig. 88).



Fig. 88 Ejemplo de encuadre de action cam a bordo



ESTE REGLAMENTO TÉCNICO ESTÁ DISEÑADO PARA REDUCIR RIESGOS Y AUMENTAR LA SEGURIDAD DE LOS VEHÍCULOS, PILOTOS, MECÁNICOS, OFICIALES DE PISTA Y PÚBLICO EN GENERAL.

EL INCUMPLIMIENTO DE ESTE "REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN" y/o el "REGLAMENTO DE COMPETENCIA" OCASIONARÁ PENALIZACIONES QUE PUEDEN VARIAR DESDE LA RETENCIÓN DEL AUTO EN PITS POR UNA FRACCIÓN DE TIEMPO, SANCIONES EN EL NÚMERO DE VUELTAS Y PÉRDIDA DE PUNTOS, HASTA LA EXPULSIÓN PARA NO VOLVER A PARTICIPAR, TOTAL O PARCIALMENTE, EN LOS EVENTOS RELACIONADOS CON EL CAMPEONATO ELECTRATÓN®

NOTA: VER LISTADO DE PENALIZACIONES EN REGLAMENTO DE COMPETENCIA EN ELECTRATON CLUB

RECORDEMOS QUE LA DISCIPLINA Y EL PROFESIONALISMO EN CONJUNTO CON LA RECREACIÓN, FOMENTAN LA INVENTIVA Y EL ESPÍRITU CREATIVO.

Anexo A. Químicas comunes de baterías de litio

Utilizar baterías de litio LiFePO_4 .

A.1. Tipos comunes de Baterías Litio

Dado que actualmente existe una gran variedad de químicas de baterías, para la aplicación en Electrátón solo se permitirán las mejor conocidas como LiFePO_4 por tener las siguientes características (Fig. 89)

- **LiFePO_4 Fosfato de litio y fierro**, mejor conocidas como baterías litio Fosfato o litio Ferroso se caracterizan por:
 - Ligeras
 - Buena densidad Energética
 - Durabilidad, el doble de ciclos que las demás baterías de litio comunes
 - Soportan altas temperaturas
 - Reciclables con relativa facilidad
 - En caso de sobrecarga o perforación no generan flama o en caso de hacerlo es controlable.
- Desventajas
 - No son capaces de entregar descargas de energía rápidas
 - Si se perfora genera gases



Fig. 89 Comparativo de seguridad

REFERENCIAS

NOM-029-STPS 2011

NHTSA GTR No. 13 2015

Formula Student Anthropometric Reference Data 5th Percentile Female & 95th Percentile Male 2023.

Formula Student Rules 2023 version 1.0, Rules 2023 version 1.0, cap T4.3.2. & T4 3.4. fig. 14.

Electromobility Firefighting Agency EFA

Arturo Cabrera, 2023. Traducción con modificaciones de los subcapítulos: T3.4, T3.5, T3.6, T3.7, T3.8, T3.9, T3.10, T3.11. Formula Student Rules, 2023. versión 1.0, páginas 28-32.

Herrera Humberto, Soberanis Edmundo, Roblero Alan, Albor Armando, Mejía José, Galván Julio César y Díaz Rodrigo, 2009, Reglamento de Construcción y Competencia, Industria Nacional de Autopartes, A.C. para la competencia TOYOTA-ELECTRATÓN® LTH.

Padilla Beatriz, Amador Daniel, Rodríguez Jorge, Margules Guillermo, Zolla Cecilia, Cohen Lily, Zacate Juan Carlos y Tapia Berenice, 1996, Curso de Diseño y Construcción de Vehículos Eléctricos, Editado por Formula Sol, S.C.

Rivas Ricardo J., Ramírez Leopoldo M., Ladrón de Guevara Roberto, Cabrera Arturo, Baneneli Sergio, Gonzalez Jacome, Miranda Miguel, 2020, 2019, 2018, 2024 Reglamento de Construcción de un Vehículo Eléctrico para Participar en el Evento ELECTRATÓN®-2025, Categoría Racer, Incubadora de Tecnología A.C.®

NOTAS

Este reglamento está registrado en Derechos de Autor y rige todos los eventos ELECTRATÓN® marca registrada, organizados por Incubadora de Tecnología A.C.® marca registrada.