

Fase 1 de la VIII Edición Campeonato Nacional



Desafío 02: Descripción del diseño

Centro: CIFP Juan de Herrera-IES Galileo



Fecha: 20 de diciembre de 2024

Autores: CIFP Juan de Herrera-IES Galileo (Valladolid)

0. Índice

.....	1
1. Introducción	3
2. Consideraciones previas	3
3. Análisis de la competencia.....	4
4. Dimensiones generales	4
5. Tipo de llanta y neumáticos.....	5
6. Definición de la ergonomía del piloto	5
6.1. Posición del piloto.....	5
6.2. Diseño del asiento.....	6
7. Tipo de chasis.....	6
8. Carrocería.....	7
9. Sistema de frenos.....	8
9.1. Elementos que componen el sistema.....	9
10. Tracción y transmisión.....	9
11. Suspensión.....	10
12. Dirección.....	10
13. Sistema eléctrico.....	11
13.1. Sistema eléctrico de tracción.....	11
13.2. Sistema eléctrico auxiliar.....	12
14. Sistema de retención del piloto	12

1. Introducción

Somos primerizos y, ¡se notará! Intentamos a continuación definir el diseño del vehículo eléctrico de competición que estamos desarrollando en Valladolid. En ocasiones, será una mera declaración de intenciones ya que, a medida que avancemos en la ejecución, tendremos que realizar modificaciones en nuestro proyecto inicial.

Agradecemos a la organización toda la información que ha puesto a nuestra disposición y que, como no, nos está ayudando en la definición del vehículo siguiendo en todo momento las pautas que establece el reglamento establecido. Agradecer también a todas las empresas patrocinadoras el interés por este proyecto y su transferencia de conocimiento, es por ello que estamos seguros de que lo podremos conseguir. ¡Que nada nos pare!

2. Consideraciones previas

¿Qué nivel de vehículo queremos hacer?



Vehículo de compromiso



Diseño de alto nivel

¿Qué queremos?



Participar



Competir

El desarrollo de un diseño suele traer complicaciones no esperadas, así que hemos optado por diseños limpios y sencillos como estrategia para acortar los tiempos de desarrollo.

Es importante tener una base sólida, con los menores errores posibles que permitan mejorar el rendimiento en todos los ámbitos para futuras evoluciones

3. Análisis de la competencia.

Durante el curso 23-24 gracias a Euskelec, hemos podido asistir a varios eventos realizados por la organización en el País Vasco.

El primer encuentro al que asistimos fue en Amorebieta, pudimos visitar el AICenter, ver las instalaciones y los proyectos en los que estaban trabajando; el vehículo desarrollado por ellos; las pre-verificaciones en los vehículos de nuestra futura competencia; las pruebas dinámicas y; la presentación de proyectos por parte de algunos centros participantes en esa edición. Todo ello nos ayudó a dimensionar el trabajo a desarrollar con nuestro alumnado y por supuesto, a tener en cuenta que seguir las pautas del reglamento era fundamental. Pudimos realizar ya con esa visita, un análisis de nuestras debilidades y fortalezas, a partir del cual cogimos impulso y nos embarcamos en esta aventura.



Posteriormente, en mayo de 2024, acudimos a la fase final del proyecto: las verificaciones finales, las pruebas dinámicas y, la carrera de eficiencia energética. De esta fase volvimos con los pelos de punta y, cargados de fotos, vídeos e información de todos los competidores pero, sobre todo, con más ganas de que nuestro alumnado tuviera la oportunidad de participar en este campeonato siendo conscientes de la

complejidad del proyecto y con una idea para transmitir y convencer, "lo importante no es el desafío final, son todos y cada uno de los pasos a seguir", es decir el proyecto que intentaríamos implementar en los dos centros para que todos y cada uno de los desafíos, se integraran en nuestros currículos y de manera colaborativa poder trabajar paralela y conjuntamente, transmitiendo y compartiendo el conocimiento para poder conseguirlo.

4. Dimensiones generales

Nuestro vehículo tiene un **ancho total** de 1.020 mm y un **largo total** de 2.230 mm, lo que lo hace lo suficientemente compacto para un manejo eficiente en diferentes condiciones.

La **altura total** será de 928 mm, contribuyendo en lo posible a un perfil bajo y mejor control aerodinámico.

La **distancia entre ejes** es de 1.100 mm.

La **suspensión** se fundamentará en el principio de barra de torsión, ofreciendo un diseño compacto y ligero. La flexibilidad del sistema se adapta a distintas configuraciones de instalación, proporcionando un buen equilibrio entre rendimiento y espacio.

La **masa** del vehículo oscilará entre 150 kg y 250 kg. tratando de buscar el mínimo peso posible y teniendo en cuenta mantener un buen balance de distribución de pesos.

5. Tipo de llanta y neumáticos.

Las **llantas** elegidas son unas "Dagani" multiradio fabricadas de aluminio 6082 con un peso de 720g. Su orificio central para el buje tiene un diámetro de 45mm, posee 12 orificios de fijación de 6mm formando un círculo de 58mm.

Los **neumáticos** son unos MITAS B5 SUPER 4.00-8 TT 71J, de 4" de anchura y 8" de diámetro. Se ha optado por estos por su banda de rodadura tipo balón obteniendo agarre suficiente y a su vez una huella de rodadura pequeña, minimizando el rozamiento.



6. Definición de la ergonomía del piloto.

6.1. Posición del piloto.

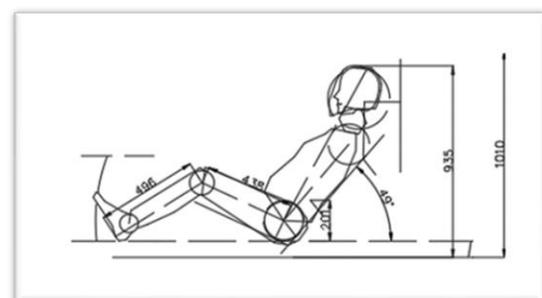
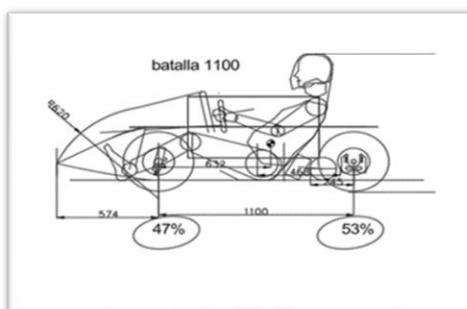
El **reparto de pesos** en este vehículo está distribuido de la siguiente manera: 47% en el eje delantero y 53% en el eje trasero. Este reparto se traduce en un mayor control sobre las ruedas traseras, lo que favorece la tracción y la estabilidad en maniobras de alta velocidad.

La **distancia entre el eje delantero y el morro de la carrocería** es de 574mm, lo que influye en la aerodinámica y la distribución del peso hacia el eje delantero, ayudando en la agilidad y respuesta del vehículo.

En cuanto a la **distancia total entre los ejes delantero y trasero** es de 1.100mm, lo que da como resultado una batalla relativamente corta, ideal para mejorar la maniobrabilidad y la respuesta rápida en curvas cerradas.

La **altura** medida desde la parte inferior de la rueda del eje trasero hasta la cabeza del piloto es de 928 mm, una dimensión clave para la ergonomía del piloto y la protección en caso de impacto.

En nuestro diseño colocamos la batería y el motor eléctrico entre el asiento y el eje trasero, lo que contribuye al **reparto de pesos** óptimo y al bajo centro de gravedad, mejorando la estabilidad y el rendimiento general.

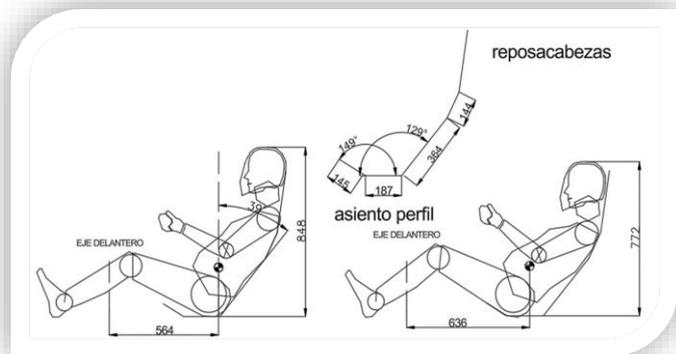


La seguridad del piloto es una prioridad y, el diseño del vehículo incluye varias características cruciales en cuanto a los **arcos de seguridad** que se describen posteriormente en el apartado de chasis.

6.2. Diseño del asiento.

En cuanto a la disposición y el perfil del asiento, se ha diseñado para ofrecer el máximo confort y seguridad, adaptándose a las necesidades del piloto:

- + **Zona de las piernas:** el asiento presenta una inclinación hacia arriba de 149° y una longitud de 145mm, lo que asegura que el piloto esté en una postura ergonómica y cómoda para controlar los pedales y mantener una posición óptima durante la conducción.
- + **Zona del sacro:** el asiento tiene una longitud de 187mm, proporcionando un soporte adecuado para el piloto, ayudando a la distribución de la presión y evitando incomodidades durante largos períodos de conducción.
- + **Zona de la espalda y reposacabezas:** tiene una longitud de 364 mm, y el reposacabezas, con una longitud de 144mm, está inclinado y adaptado de forma personalizada al cuerpo del piloto, ofreciendo un soporte adecuado y reduciendo el riesgo de lesiones en caso de impacto.



- + **Altura desde la parte baja del asiento hasta la cabeza del piloto:** existen dos configuraciones de altura: una más inclinada de 772mm y otra en la que el piloto está menos inclinado, con una altura de 848mm. Estas opciones permiten ajustar la postura del piloto según sus preferencias y las necesidades específicas de cada carrera, asegurando tanto comodidad como seguridad.

7. Tipo de chasis.

Los criterios prioritarios que se han considerado en su diseño son los siguientes:

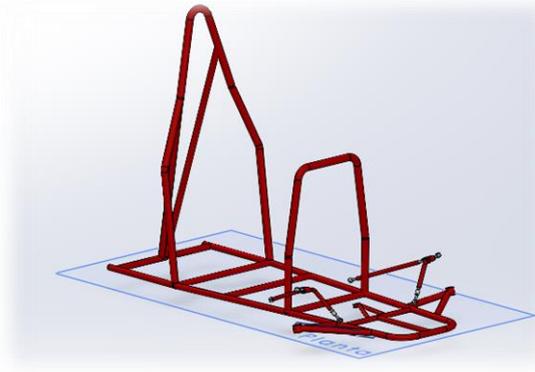
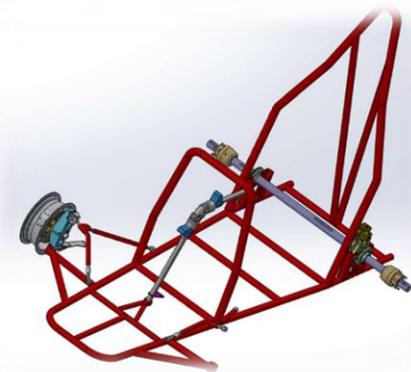
- + Las características mecánicas de material utilizado en función de los esfuerzos a los que se somete (flexión o torsión) y los parámetros establecidos en el reglamento.
- + La sección del material en función de la economía y la resistencia.
- + La geometría del tren delantero, regulable para facilitar encontrar los reglajes de mayor rendimiento.
- + El tren trasero está diseñado con eje rígido y transmisión a las dos ruedas.
- + La suspensión por torsión y flexión del chasis.

Con estas consideraciones previas y, las normas establecidas en el reglamento se ha diseñado un chasis de **estructura tubular en acero 25CrMo4** en diámetros de 25/35mm y espesores de 1,5/2,5mm teniendo en cuenta las especificaciones de los arcos de seguridad.

La aleación de acero 25CrMo4/AISI 4130 pertenece a la familia de las aleaciones de cromo molibdeno, que se caracteriza por su alta resistencia con buena ductilidad y tenacidad; excelente resistencia a la fatiga y a los impactos; buena soldabilidad y formabilidad; excelente templabilidad y resistencia al calor; resistente al desgaste y la abrasión.

Propiedades mecánicas

Material	Condición	Tensión de rotura (MPa)	Límite elástico (MPa)	Elongación en 5 cm [%]	Dureza (Rockwell)
4130	Obtenidos en frío—normalizada	590–760 MPa	480–590 MPa	20–30	B 90–96



Se incorporarán dos **paragolpes**, uno delantero y otro trasero y cuatro laterales realizados todos ellos en aluminio y, dos puntos de remolque, delantero y trasero.

La **base** estará hecha con aluminio presentando la estabilidad suficiente para evitar pandeo.

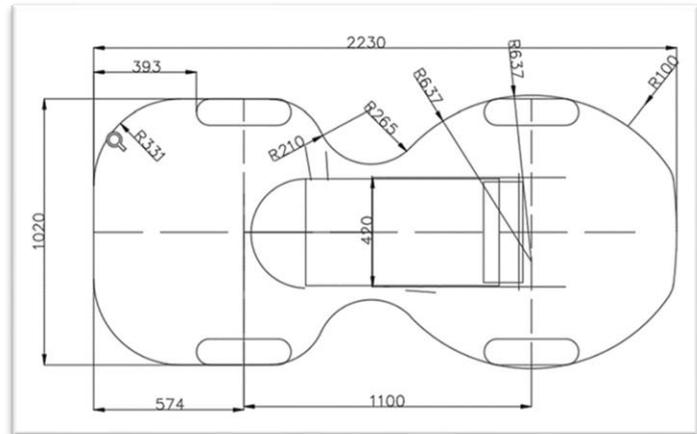
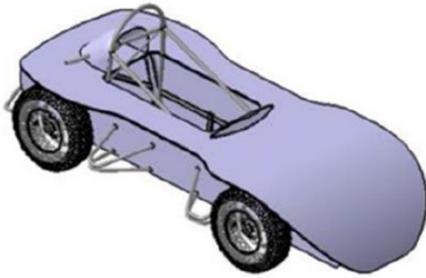
Dada la importancia de seguridad se ha prestado especial atención a los **arcos de seguridad**:

- ✚ **Altura del arco trasero:** se encuentra detrás del piloto tiene una altura de 1.107mm y una inclinación de 85° proporcionando protección en caso de vuelco, manteniendo una estructura resistente y adecuada para evitar que el piloto quede expuesto.
- ✚ **Arco delantero:** situado frente al piloto, tiene una inclinación de 96 grados, optimizando la rigidez estructural y la protección en caso de impacto frontal.
- ✚ **Distancia entre el techo del vehículo y la cabeza del piloto:** varía entre 103mm y 157 mm, un rango que asegura que haya suficiente espacio para la seguridad del piloto sin comprometer la rigidez del habitáculo.
- ✚ **Altura de la barra antivuelco:** es de 1.102mm, ofreciendo un refuerzo adicional a la estructura del vehículo para proteger al piloto en situaciones de vuelco.

Todos los elementos de contacto con el piloto irán acolchados con espuma de mínimo 10mm de espesor.

8. Carrocería.

Siguiendo la geometría descrita en el reglamento, el diseño de la carrocería que se propone es el que se ilustra en la siguiente fotografía, donde se pueden apreciar la cotas y los radios del diseño:



Se utilizará **policarbonato celular transparente de 6mm**, que aportará buen conformado longitudinal para adaptarnos a las curvaturas exigidas además de ligereza y resistencia, rematada toda ella con un junquillo para evitar cortes.

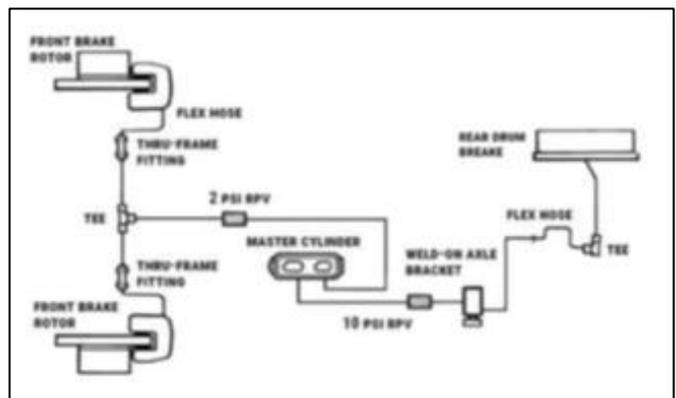
A este policarbonato se fijarán unos **perfiles de estabilización** de la carrocería que asegurarán las condiciones de resistencia exigidas y que, a su vez, servirán para realizar los seis puntos de anclaje al chasis.

En los laterales del vehículo se instalarán **flectores que canalizarán el aire** hacia la batería y motor sirviendo de sistema de refrigeración.

La carrocería se personalizará utilizando técnicas de **pintado y con vinilos publicitarios**.

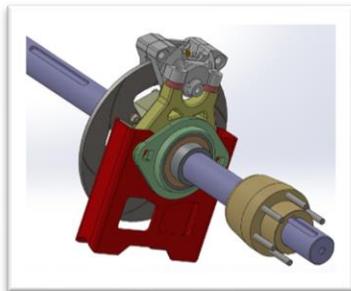
9. Sistema de frenos.

Se ha diseñado teniendo en cuenta que el eje trasero es rígido, por ello la frenada se logra mediante un disco de freno montado directamente en el mismo, lo que asegura que ambas ruedas traseras reduzcan la velocidad de manera uniforme, además de los discos de frenos en las ruedas delanteras. El sistema de accionamiento es hidráulico. Este sistema es crucial para garantizar el control y la seguridad durante la conducción. El pedal de freno es el punto de entrada de la fuerza generada por el piloto, esta fuerza se transmite de forma directa hacia dos bombas de freno de motocicleta, una para el eje delantero y otra para el trasero, generando la presión hidráulica. Esta presión es transmitida gracias al líquido hidráulico a través de los latiguillos y, consigue mover los pistones de las pinzas, que empujan las pastillas contra el disco, creando fricción. La fricción reduce la velocidad del eje trasero / delantero y, finalmente la del vehículo.



9.1. Elementos que componen el sistema.

- ✚ **Pedal de freno:** solidario a un eje para transmisión directa de la fuerza. En el eje se dispone de dos levas regulables para poder compensar la frenada en mayor medida hacia un eje u otro según nuestros ensayos dinámicos. Conecta con la instalación eléctrica 12v, el Interruptor de luz de freno, conectando el movimiento del pedal y luz trasera de freno.
- ✚ **Depósitos y líquido de freno DOT4.**
- ✚ **Bombas de freno traseras de moto:** dos unidades, una por eje. Son de mando directo y fabricadas en aluminio para resistir altas presiones y temperaturas.
- ✚ **Latiguillos:** dispuestos en "Y" para el eje delantero, con conexiones tipo banjo. Con capa interior trenzada de acero inoxidable, que evita eficazmente problemas como la expansión y daños del tubo de aceite. La capa exterior está envuelta en PVC con función de aislamiento térmico. Unen los depósitos con las bombas y las pinzas de freno.
- ✚ **Pinzas de freno:** de diseño compacto y ligero, fabricadas con aleación ligera. De un pistón las delanteras y doble pistón la trasera.
- ✚ **Discos de freno delanteros:** son dos discos delanteros de 150mm y uno trasero de 170mm, de acero aleado perforado y estriado.
- ✚ **Pastillas de freno sinterizadas:** de cobre y compatibles con los discos de freno elegidos.



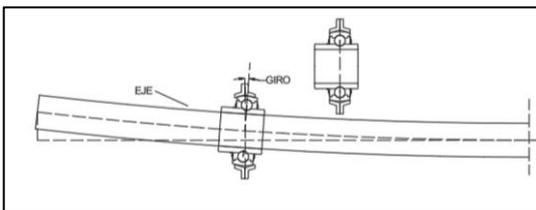
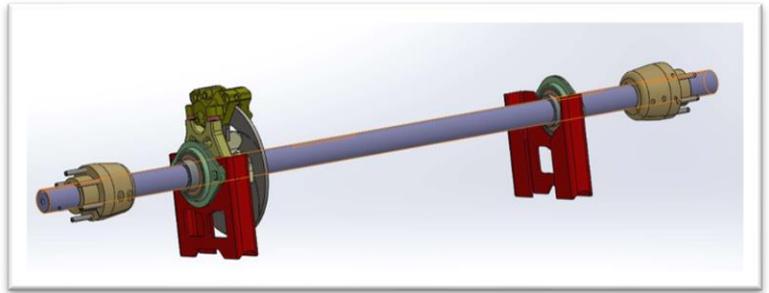
10. Tracción y transmisión.

Hemos incorporado **propulsión trasera** que contribuye a un mejor comportamiento dinámico y por su simplicidad a la hora de implementarlo en el diseño del coche, dejando el tren delantero libre de partes que transmitan movimiento y ayudando a que el reparto de pesos se acerque al objetivo de 50-50. El eje trasero es un eje rígido al que se le acopla un buje y, a éste una corona, haciendo el conjunto solidario. Al eje del motor se le acopla un piñón. Para transmitir el movimiento del motor a la corona se ha optado por cadena de eslabones de paso 219 ofreciendo la mínima resistencia.

En el piñón o en la corona se implementará un **mecanismo de rueda libre** para evitar que, en las retenciones, los neumáticos arrastren el motor y poder circular ciertos metros con la inercia del vehículo y en determinadas bajadas sin acelerar, contribuyendo a un menor gasto de energía por vuelta.

El sistema de propulsión se ha diseñado para alcanzar una velocidad objetivo de unos 50km/h. Una vez definidos el piñón y la corona a utilizar, se calculará la relación de transmisión.

Dado que el eje trasero es rígido y **no se incorpora diferencial**, en las curvas se produciría un arrastre de la rueda interior de la curva, ya que no puede girar más lento que la exterior. Este inconveniente lo solventamos dotando al tren delantero de unas cotas de avance y salida grandes, de modo que, al girar, la rueda interior despegue del suelo unos centímetros y gire en el aire, quedando como rueda propulsora únicamente la rueda exterior.



Este eje rígido será soportado por dos rodamientos de perfil exterior esférico que permitirán flexibilidad del eje y el giro del rodamiento en su soporte.

11. Suspensión.

Hemos decidido no incorporar sistema de suspensión, para simplificar el chasis, ya que el objetivo es obtener un coche con el menor peso posible, y si finalmente es necesario, añadir peso en las zonas con menor distancia al suelo para bajar el centro de gravedad del vehículo, repartido de tal forma que el reparto de pesos de los ejes sea 50/50 y que todas las ruedas soporten el mismo peso estáticamente.

Sin embargo, no tener suspensión no implica que cada rueda no pueda absorber irregularidades del terreno, **se prevé un efecto de suspensión debido a la flexión y torsión del chasis**, conseguido por un cuidadoso estudio del diseño y elección de materiales para su construcción.

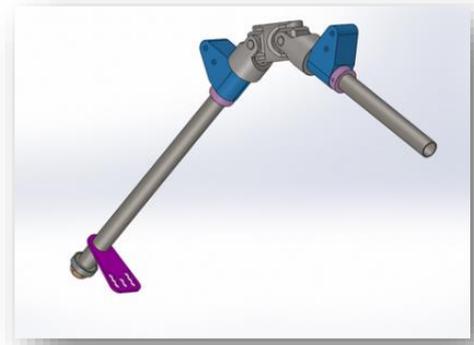
12. Dirección.

En el sistema de dirección recae gran parte del comportamiento dinámico que tenga un vehículo, ya que por un lado es el sistema que se encarga de orientar las ruedas para que el coche pueda girar y, por otro es el elemento que da al piloto ese feeling necesario a la hora de pilotar, para poder sentir lo que ocurre entre los neumáticos y el asfalto.

Comenzamos a detallar el sistema de dirección **desde el volante hacia las ruedas**:

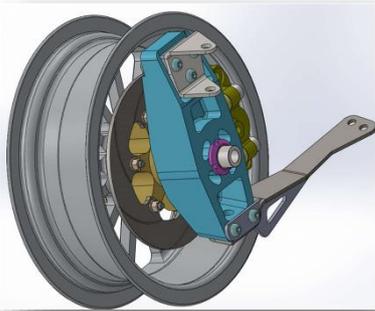
✚ **Volante:** se prevé su diseño y fabricación en material plástico utilizando impresión 3D. Esto nos da la posibilidad de rebajar peso respecto el uso de metal, y a la vez de fabricarlo con material reciclado. Ya que el sistema de dirección va a ser muy directo, es decir, con poco radio de giro del volante se espera gran giro de las ruedas, no es necesario que sea totalmente redondo, siendo aplanado por su parte superior e inferior. Su diámetro máximo será de unos 300mm.

- Caña de dirección:** debido a la posición del piloto y la configuración del sistema en sí, necesitamos disponer de dos barras que transmitan el giro del volante hasta las ruedas. La barra que va unida al volante se sitúa en posición casi horizontal, mientras que la otra tiene una inclinación de unos 45° hacia abajo con respecto a la horizontal. Entre ellas se coloca una doble junta cardan para poder transmitir el movimiento con gran desfase angular, y obteniendo un movimiento de salida uniforme que no se consigue con una única cardan. Ambas cañas van sujetas al chasis por medio de soportes.



Al final de la caña que baja a 45° se sitúa una leva con 8 orificios, cuyo cometido es que cada barra de acoplamiento entre la caña de dirección y la mangueta tenga 4 posiciones diferentes, para tener un "Ackerman" variable. Dicha caña descansará finalmente sobre un rodamiento.

- Barras de acoplamiento:** consisten en tubos con los extremos roscados interiormente, para colocar rotulas de dirección con contratuerca, uniendo la leva de la caña de dirección y la mangueta. La longitud total de la barra de acoplamiento se puede variar roscando más o menos las rotulas y fijándolas con su contratuerca.



- Conjunto de mangueta:** consiste en un cuerpo de aluminio mecanizado por CNC al que se fijan el eje, buje de rueda, pinza de freno y los soportes para la unión a los trapecios mediante rótulas. Está diseñado para que todas las cotas de dirección sean modificables. Del mismo modo que la leva de la caña de dirección tiene 4 posiciones diferentes para cada barra de acoplamiento, la bieleta de la mangueta tiene 2 posibles combinaciones de acople, obteniendo un total de 8 combinaciones de "Ackerman". La definitiva será la más ventajosa para el comportamiento dinámico del coche.

13. Sistema eléctrico.

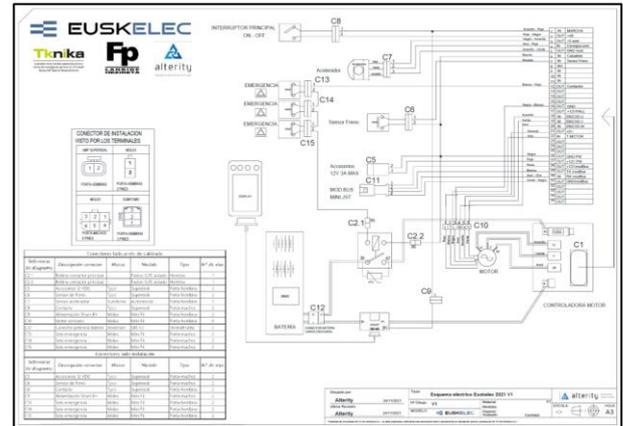
13.1. Sistema eléctrico de tracción.

- Motor trifásico** de imanes permanentes EUS21 colocado en la parte trasera del vehículo, detrás del asiento del conductor.
- Batería** de litio Alterity EUS20 colocada junto al motor en la parte trasera.
- Controladora** de motor Guilera EUS21 ubicada en la parte trasera con fácil acceso para revisión de precintos y/o verificaciones pertinentes.
- Contactora** de tracción EUS20.
- Pedal de acelerador** EUS20, situado en la parte delantera accionado con el pie derecho.

✚ Kit de fabricación de arnés de conexionado eléctrico Alterity EUS20. Las instalaciones eléctricas del cableado se sitúan en zonas de fácil acceso para facilitar el montaje y desmontaje e irán sujetas al chasis mediante bridas.

✚ Display indicador y cableado de display EUS20, instalado en el tablero de mandos.

✚ Desconectador manual de mantenimiento EUS20, se instalará para garantizar la ausencia de tensión en el vehículo antes de realizar cualquier trabajo, colocado entre la batería de tracción y la controladora del motor.



13.2. Sistema eléctrico auxiliar.

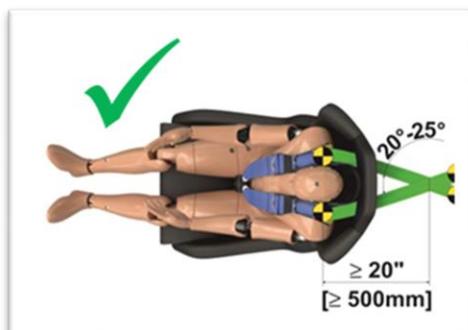
Este sistema será alimentado por un acumulador auxiliar de 12VCD, fabricado con celdas de litio que irán conectadas hasta obtener una tensión nominal de 12,8V y una capacidad de 7A/h, suficiente para alimentar los circuitos auxiliares durante dos horas. Para la gestión de carga y descarga se opta por un BMS con balanceo activo de celdas y configuración por Bluetooth. La carcasa la fabricaremos por impresión 3D.

Elementos del circuito:

- ✚ Luz de posición trasera tipo LED visionada a más de 50m ue se encenderá al iniciar la marcha.
- ✚ Luz de freno central accionada a través de un interruptor en el pedal de freno.
- ✚ Claxon (80dBa) accionado con un pulsador por el piloto.
- ✚ Parada de emergencia con 3 interruptores tipo rotativo, 2 situados en lugar accesible uno a cada lado del vehículo y con la posibilidad de ser accionados desde el exterior y, otro de menor tamaño, accionado por el piloto desde el interior del habitáculo. Todos ellos estarán debidamente señalizados.



14. Sistema de retención del piloto



Equiparemos al vehículo con un cinturón de seguridad de 4 puntos de anclaje, diseñado específicamente para cumplir con los estándares FIA 8853-2016. Este cinturón asegura que, en caso de accidente, el piloto permanezca en su asiento y se eviten movimientos indeseados del torso hacia delante o hacia arriba. Estará anclado en 4 puntos al chasis, puntos que soportarán individualmente una carga de 70 Kg.