



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Definición de un conjunto funcional para la  
conversión de un cuadríciclo de combustión a  
eléctrico

Autor/es

Jorge Lafuente Torres

Director/es

Santiago Baselga Ariño

María Rosario González Pedraza

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad de Zaragoza

2016



DECLARACIÓN DE  
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. JORGE LAFUENTE TORRES

con nº de DNI 73020104-A en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
GRADO \_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

DEFINICIÓN DE UN CONJUNTO FUNCIONAL PARA LA CONVERSIÓN DE UN  
CUADRICICLO DE COMBUSTIÓN A ELECTRICO

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 18 DE NOVIEMBRE DE 2016

Fdo:  \_\_\_\_\_

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN

2 OBJETO

3 ALCANCE

4 REFERENCIAS

5 DESARROLLO

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA CONVERSION

5.2 ELEMENTOS PARA REALIZAR LA CONVERSIÓN

5.2.1 MOTOR

5.2.2 CONTROLADOR

5.2.3 BATERÍA

5.3 PROCESO DE CÁLCULO DEL VEHÍCULO

5.4 ELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA CONVERSIÓN

5.5 DISEÑO DEL CONJUNTO FUNCIONAL

5.5.1 COMPONENTES COMERCIALES

5.5.2 UBICACIÓN

5.5.3 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS NO COMERCIALES

5.5.4 FABRICACIÓN

5.5.5 INSTALACIÓN

5.5.6 CONJUNTO FUNCIONAL

## 5.6 CÁLCULO

### 5.6.1 PROCESO DE CÁLCULO

### 5.6.2 RESULTADOS

### 5.6.3 OTRAS COMPROBACIONES

## 5.7 ESTUDIO DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

### 5.7.1 AUTORIZACIÓN DEL CONJUNTO FUNCIONAL

### 5.7.2 AUTORIZACIÓN DE LA REFORMA

## 6 CONCLUSIONES

## 7 BIBLIOGRAFIA

## ANEXOS

### ANEXO I: ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO DE HOMOLOGACIÓN

- Anexo I.A. Estudio de aplicación del R.D. 866/2010
- Anexo I.B. Manual de Reformas de Vehículos
- Anexo I.C. Aplicación del Manual de Reformas de Vehículos y Actos Reglamentarios afectados

### ANEXO II: PRESUPUESTO

### ANEXO III: PLANOS

### ANEXO IV: TEST DINÁMICO DEL MOTOR ELÉCTRICO

### ANEXO V: FICHA TÉCNICA Y PERMISO DE CIRCULACIÓN

## 1 INTRODUCCIÓN

El objeto de este proyecto es la conversión y homologación de un vehículo, de combustión interna, a propulsión eléctrica impulsada por baterías para poder circular legalmente por la vía pública. Dicha conversión se realizará de forma teórica debido al alto coste de la adquisición de los elementos necesarios para la transformación: batería, motor, controlador, etc.

La movilidad eléctrica tiene muchas ventajas frente a la quema de combustibles fósiles ya que se trata de una energía más limpia, especialmente si procede de fuentes de energía renovables como la solar o eólica, que no genera emisiones contaminantes y reduce la contaminación acústica. El coste por kilómetro recorrido es menor y el mantenimiento se reduce ampliamente (no necesita cambios de aceite, bujías, reglajes de válvulas, filtros, caja de cambios,..). Al carecer del tren alternativo cilindro-pistón, se reducen las vibraciones mejorando el confort del usuario, a la vez que la entrega de par que desarrolla el motor eléctrico es lineal permitiendo una mejor aceleración y mejores actitudes todo terreno.

Aunque el coste por kilómetro sea menor en un vehículo eléctrico frente a su homólogo de combustión, no hay que olvidar que el coste de adquisición de los componentes eléctricos es mucho mayor, especialmente en cuanto a las baterías del vehículo. Actualmente el coste de la reforma de un vehículo de combustión a eléctrico es elevado y la tecnología existente en cuanto a baterías no permite alcanzar una autonomía exagerada, por lo que su rango de acción es menor, debido a la necesidad de recargar las baterías durante varias horas en puntos de recarga adaptados.

En todo caso, la realidad es que cada año aumentan las ventas en vehículos eléctricos e híbridos en todo el mundo debido al aumento de los precios de los combustibles fósiles, a una mayor concienciación de la sociedad con los problemas derivados de la contaminación atmosférica de los vehículos de combustión y a los avances en materia de baterías y motores eléctricos. La investigación en el campo de la movilidad eléctrica está dando como resultado una gama de vehículos impulsados con baterías cada vez más competitivos frente a los propulsados por combustibles fósiles.

Para hablar del avance en el campo de la movilidad eléctrica es importante recalcar la importancia del apoyo desde las autoridades locales a la compra y al uso de este tipo de vehículos menos contaminantes atmosférica y acústicamente. Aunque insuficiente por intereses económicos es de esperar un mayor apoyo en el futuro, con mejores ayudas para la compra, reducción de impuestos y estabilidad y seguridad para la adquisición de este tipo de vehículos, ya que la principal desventaja que presenta en la actualidad este tipo de movilidad

es su coste, el desconocimiento por parte de la población de las ventajas derivadas del uso de energías menos contaminantes o la escasez de puntos adaptados para la recarga.

Aun con todo existen multitud de particulares y empresas que han apostado por este tipo de vehículos. Casi todas las marcas de automóviles y motocicletas punteras cuentan en la actualidad con modelos eléctricos en su catálogo y cada día aumentan su presupuesto en I+D+I en el campo de la movilidad eléctrica pensando en el futuro de este sector.

Fuera de las grandes multinacionales existen una gran cantidad de aficionados y defensores de este tipo de vehículos que con un presupuesto más ajustado modifican sus propios coches y motos personalmente, defensores de la capacidad de este tipo de propulsión frente a la convencional y contaminante quema de combustibles fósiles. La fabricación de un vehículo eléctrico es muy sencilla en comparación con la tecnología e inversión necesaria para la fabricación de un vehículo con motor de combustión, por eso las grandes empresas que han apostado por los combustibles fósiles no van a dejar que una empresa o particular externo pueda probar un trozo del gran pastel que es el sector de la movilidad mundial.

Un ejemplo de particulares y pequeñas empresas que se dedican a la modificación de vehículos obsoletos se da en China, donde un gran número de usuarios de scooters de combustión acaban modificando en sus garajes las motocicletas, sustituyendo carburador, motor y depósito de gasolina por baterías, controlador y motor eléctrico. La popularidad de este tipo de conversión es debida a varios factores, entre ellos el más importante es la gran evolución tecnológica en motores eléctricos y baterías que han mejorado su eficiencia, aumentado su autonomía y son mucho más fiables que en sus inicios. Pero ello no explica por qué en China se ha popularizado mientras en otros países, por ejemplo España, sigue sin despuntar. Aquí entra en juego la legislación propia de cada país, mucho más permisiva o inexistente en China en pro del uso y transformación de vehículos eléctricos.

En Europa existe una regulación clara para los vehículos y transformaciones eléctricas que desincentiva a los usuarios por las trabas del proceso, las restricciones y tasas impuestas para la homologación y circulación de bicicletas, motocicletas, automóviles y furgonetas eléctricos.

## 2 OBJETO

El objetivo del proyecto es la conversión y homologación del vehículo de combustión interna elegido, un vehículo tipo quad o cuadriciclo, al mismo vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado con baterías. Se trata de la definición de un conjunto funcional destinado a la sustitución de la unidad motriz de combustión por otra eléctrica, cumpliendo con la legislación vigente en España; y planteamiento de la documentación necesaria para la comercialización del conjunto funcional y la legalización de la reforma.

La metodología a seguir será analizar la documentación y normativa exigible para la realización de un proyecto de conversión y legalización de este tipo de reforma. Posteriormente se seleccionará el procedimiento de homologación más adecuado y se analizará en profundidad. Llegado este punto se comenzarán a seleccionar los elementos comerciales necesarios para llevar a cabo la conversión y el diseño del conjunto funcional que permitirá su instalación en el vehículo seleccionado.

### 3 ALCANCE

El conjunto funcional a definir está destinado a la conversión de un quad de combustión tipo cuatriciclo ligero, que son aquellos cuatriciclos cuya masa en vacío es inferior o igual a 400 kg. (550 kg. para vehículos destinados al transporte de mercancías), no incluida la masa de las baterías para los vehículos eléctricos, y potencia máxima inferior o igual a 15 kW. Para su estudio y posterior diseño del conjunto funcional se selecciona el siguiente vehículo de características estándar, similares a los vehículos de su categoría y al que se tiene acceso para poder tomar medidas del chasis, carrocería, transmisión etc. Se trata de un cuatriciclo que se encuentra homologado y matriculado. Como vehículo apto para circular por la vía pública tiene un permiso de circulación en regla y una ficha técnica que se adjuntan en el Anexo V.

A continuación se exponen las especificaciones técnicas del vehículo.



*Imagen 1. Vehículo original*



Especificaciones técnicas:

Marca: Access

Modelo: Tomahawk 400

Motor: 4T, 1 cil.; 2 Válvulas

Alimentación: Carburador

Cilindrada: 359,3cc

Refrigeración: Líquida

Arranque: Eléctrico y manual

Potencia fiscal: 2'73 C.V.F.

Tracción: Trasera

Caja de cambios: Automática con reductora y marcha atrás integrada

Transmisión: Cadena

Capacidad depósito: 14,8 litros

Peso en seco: 215 kg

Largo x Ancho x Alto: 1.825 x 1.230 x 1.140 mm

Distancia entre ejes: 1.260 mm

Neumáticos: 21x7-10 / 20x11-10

Chasis: Tubular acero

Suspensión delantera/trasera: Doble trapecio/Basculante

Frenos: Hidráulicos

Homologación: Cuadriciclo

Nº de plazas: 2

Características del vehículo original extraídas del manual:

Potencia máxima real: 17'5 kW

Régimen potencia máxima: 7.000 rpm

Par máximo: 24'2 N·m

Régimen par máximo: 5.750 rpm

Es importante conocer cara a la conversión que se propone la velocidad máxima que desarrolla el vehículo original con el fin de compararla al nuevo vehículo. Para ello se estudia la relación de transmisión.

Cálculo de la velocidad máxima:

Piñón: diámetro 94 mm y 18 dientes

Plato/corona: diámetro 205 mm y 39 dientes

A máximo régimen  $\omega_{\text{piñón}} = 7.000 \text{ rpm}$

$$\omega_{\text{plato}} = \frac{94}{205} \cdot \omega_{\text{piñón}} = 3210 \text{ rpm}$$

Rueda trasera 20": diámetro 500mm

$$\omega_{\text{rueda}} = \frac{205}{500} \cdot \omega_{\text{plato}} = 1316'1 \text{ rpm} = 137'8 \text{ rad/s}$$

Velocidad del vehículo:

$$v = \omega_{\text{rueda}} \cdot R = 137'8 \cdot 0'25 = 34'46 \text{ m/s} = 124'0 \text{ km/h}$$

#### 4 REFERENCIAS

Tras consultar con el Laboratorio de Automóviles del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza (LAIMUZ) sobre los requisitos de homologación que tiene que cumplir un vehículo, localizamos la bibliografía relativa a la reforma.

Se va a realizar una conversión a eléctrica sustituyendo la unidad motriz original por una eléctrica y para ello se estudia la siguiente normativa (se incluyen los enlaces a la normativa en la bibliografía):

- Real Decreto 750/2010 por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor, así como de sistemas partes y piezas de dichos vehículos. A efectos de homologación del conjunto funcional diseñado para la sustitución de la unidad motriz.
- Real Decreto 866/2010 por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. Para la autorización de la instalación del conjunto funcional y la nueva unidad motriz y la tramitación de la reforma.
- Manual de Reformas de Vehículos. Establece los criterios, procedimientos y requisitos que se deben cumplir para la tramitación de las reformas de vehículos.
- Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones ITV.
- Directiva 93/14/CEE relativa al frenado de los vehículos de motor.
- Directiva 93/93/CEE relativa a las masas y dimensiones de los vehículos a motor.
- Directiva 97/24/CE Capítulo 3 relativa a los salientes exteriores de los vehículos de motor.
- Directiva 97/24/CE Capítulo 5 relativa a las medidas contra la contaminación atmosférica de los vehículos a motor.
- Directiva 97/24/CE Capítulo 6 relativa a los depósitos de combustible de los vehículos de motor.
- Directiva 97/24/CE Capítulo 8 relativa a la compatibilidad electromagnética de los vehículos de motor.
- Directiva 97/24/CE Capítulo 9 relativa al nivel sonoro y los dispositivos de escape de los vehículos de motor.
- Directiva 95/1/CE relativa a la velocidad máxima de fábrica, al par máximo y a la potencia máxima neta del motor de los vehículos de motor
- Directiva 93/29/CEE relativa a la identificación de los mandos, testigos e indicadores de los vehículos de motor.
- Reglamento nº 10 Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que concierne a su compatibilidad electromagnética.

## 5 DESARROLLO

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA CONVERSIÓN

El objetivo de la conversión es sustituir el motor de combustión y depósito de combustible originales por un motor eléctrico junto con sus respectivas baterías y acoplar el conjunto en el mismo emplazamiento del motor dentro del chasis del vehículo.

El primer paso para la conversión es desmontar todos los elementos del motor de combustión original que no van a ser necesarios cuando se instale el motor eléctrico. Como estas piezas, aunque usadas, están en buen estado pueden venderse posteriormente para reducir el coste de la conversión. Se trata del motor completo (cilindro, bujía, pistón, biela, cigüeñal, caja de cambios, etc.), el depósito de combustible, carburador, radiador, filtros de aire y aceite, motor de arranque, bomba de gasolina, bobina de encendido, bomba de aceite, cárter, colector y escape. En función del uso y del estado de todas estas partes se puede reducir considerablemente el coste total de la conversión a eléctrico vendiendo estas partes por separado en el mercado de segunda mano.

### 5.2 ELEMENTOS PARA REALIZAR LA CONVERSIÓN

Existen en el mercado una gran cantidad de componentes para transformar un vehículo en eléctrico y como cada vez es más popular este tipo de transformaciones también han surgido multitud de empresas que se dedican a la venta y distribución de kits de conversión eléctricos para todo tipo de vehículos: bicicletas, triciclos, vehículos para personas con movilidad reducida, motocicletas, coches, buggies, barcos...

La adquisición de kits de conversión a través de estas empresas puede hacer que el precio aumente pero ofrece ciertas ventajas sobre adquirir todas las piezas de forma individual y contactando directamente con el fabricante. Se trata de kits completos (motor, baterías controlador, acelerador, etc.) que ya han sido testados por usuarios privados o talleres, que se dedican a transformar vehículos de combustión, de forma lúdica o profesional, por lo que existen pruebas de usuario y garantizan la calidad y el buen funcionamiento de los kits eléctricos. También aseguran la compatibilidad de todos los elementos electrónicos sin necesidad de ser programados por un usuario no especializado. También supone que en caso de problemas o dudas durante el montaje se podrá contactar con el distribuidor o empresa y que garantice la calidad y correcta instalación del kit.

Tras analizar el mercado y las empresas que comercializan estos productos se constata que una de las empresas más potentes que ofertan estos kits de conversión es “Golden Motor” una compañía china (China es un país pionero en este tipo de conversiones) que exporta más del 80% de su producción a mercados internacionales y con distribuidores en la mayoría de países donde comercializa sus productos, incluido España. Sus productos están bien valorados por los clientes y el feedback es muy positivo, además algunos distribuidores han realizado videos explicativos sobre el montaje y la conexión de todos los elementos para que el usuario pueda instalar los kits paso a paso sin dificultades. Finalmente se elige a Golden Motor para la adquisición de todos los elementos de esta conversión por su fiabilidad y su compromiso con el cliente.

A continuación se presentan todos los elementos comerciales necesarios para la conversión y los distintos modelos de cada uno de los elementos ya que existen varias opciones en función de las necesidades del usuario y del vehículo a transformar.

### 5.2.1 MOTOR

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas, pueden ser impulsados por fuentes de corriente continua (DC), y por fuentes de corriente alterna (AC).

La corriente continua proviene de las baterías, los paneles solares, dinamos o fuentes de alimentación instaladas en el interior de los aparatos que operan con estos motores.

En los motores de corriente continua tradicionales la energía de las baterías transmite la potencia al eje rotor del motor, que gira en un campo magnético. Para generar esta rotación, la conexión entre el bobinado del rotor y la parte fija del motor se realiza mediante las escobillas, unos bloques que presionan el eje. El problema de este tipo de motores es el desgaste de las escobillas por el uso y a la fricción generada por éstas en la rotación.

Existe un tipo de motor de corriente continua sin escobillas o BLDC (Brushless Direct Current) que no necesita escobillas y funciona mediante un dispositivo electrónico que las sustituye, mejorando el rendimiento del motor y evitando el desgaste. No solo reduce el mantenimiento del bloque motor, también pesa menos, son más silenciosos y sus dimensiones son reducidas comparados con los motores de escobillas.

Golden Motor comercializa motores brushless de distinta potencia y en un rango de voltajes normalizados para cada tipo de uso (triciclos, motocicletas, carritos de golf, coches, etc):

### Motor BLDC 3kW



Potencia media: 2-3KW

Velocidad: 3000-5000rpm

Par medio: 10 Nm

Par máximo: 25 Nm

Peso: 8 kg

Refrigerado por aire, voltaje 48 o 72V

### Motor BLDC 5kW



Potencia media: 3-7.5KW

Velocidad: 2000-5000rpm ajustable

Par medio: 20 Nm

Par máximo: 40 Nm

Peso: 11 kg

Refrigerado por aire, voltaje 48/ 72/ 96V

### Motor BLDC 10kW



Potencia media: 8-20 KW

Velocidad: 2000-5000rpm ajustable

Par medio: 40 Nm

Par máximo: 80 Nm

Peso: 17 kg

Refrigerado por aire, voltaje 48/ 72/ 96V

### Motor BLDC 20kW



Potencia media: 20-25 KW

Velocidad: 3200-5000rpm ajustable

Par medio: 80 Nm

Par máximo: 160 Nm

Peso: 39 kg

Refrigerado por líquido, voltaje 48/ 72/ 96V

## 5.2.2 CONTROLADOR

Para que el motor funcione, controlar su velocidad, la torsión y toda la electrónica, se emplea un controlador, un dispositivo electrónico que analiza las señales transmitidas desde el acelerador por una serie de resistencias y relés para saber la energía que debe mandar al motor en cada momento. El controlador puede enviar numerosos niveles de potencia con los que el usuario podrá ir regulando la velocidad en cada momento. Incluso los controladores actuales poseen un software para poder programar el controlador en función del uso que el piloto quiera hacer del vehículo. Aúna las funciones de la inyección electrónica o carburador y el CDI de los vehículos de combustión. Se comercializan distintos tipos de controladores en función de la potencia del motor utilizado, por ejemplo para un motor de 3 kW y 96V el controlador necesario no será necesariamente tan potente como el empleado para un motor de 10 kW y 96V. Los distintos controladores que comercializa Golden Motor son:

### VEC 200 Controlador para motor BLDC de 3kW:



Voltaje: 48/72/96 V

Peso: 1.9 kg

### VEC 300 Controlador para motor BLDC de 5kW:



Voltaje: 48/72/96 V

Peso: 2.5 kg

### HPC300H Controlador para motor BLDC de 10kW:



Voltaje: 48/72/96 V

Peso: 2.5 kg

### VEC 700 Controlador para motor BLDC de 20kW:



Voltaje: 48/72/96 V

Peso: 6.5 kg

### 5.2.3 BATERÍAS

La batería es el dispositivo en el que se almacena la energía eléctrica, que posteriormente hará mover un motor eléctrico. En el interior de la batería se encuentran dos electrodos (ánodo y cátodo) de metal o de material compuesto, que se interactúan a través de un conductor llamado electrolito. Todo este conjunto es lo que llamamos celda, mientras que la combinación de varias celdas forma la propia batería. Cuando una batería se conecta, se activa una reacción química que provoca la circulación de partículas ionizadas de un electrodo a otro, arrastrando de esa manera la producción de electrones a los bornes de la batería y produciendo así corriente. Por el contrario, si se conecta un cargador a los bornes de la batería, se produce el proceso químico inverso. Las partículas circulan en sentido contrario y la batería se va recargando. La suma de una carga y una descarga completas completa un ciclo.

#### Tipos de baterías:

- **Batería de Plomo (ácido y gel):** Son las más clásicas y económicas del mercado y son muy fiables a largo plazo. Mientras que las de plomo ácido tienen efecto memoria, hay que descargarlas completamente antes de su recarga, las de gel no lo tienen. El principal inconveniente es que son muy pesadas y su densidad energética es baja por lo que ya casi no se usan. Las de plomo ácido, son poco ecológicas, mientras que las de gel, pueden reciclarse para ser usadas como fertilizante.

- **Batería de Níquel-Cadmio (Ni-Cd):** Sus rendimientos son superiores a las de la batería de plomo (aproximadamente 10 al 15 % más), ya que permiten más autonomía con menor masa, pero por un coste más elevado. Respecto a los inconvenientes, tienen el problema de efecto memoria, pero el problema puede ser reversible con una descarga profunda y algunos ciclos. Lo que sí representa un problema es su reciclaje, ya que es un metal pesado muy contaminante, por lo que están completamente en desuso.

- **Batería de Níquel-Metal Hidruro (Ni-MH):** Compuestas por hidruros metálicos en lugar de cadmio, tienen mayor capacidad de almacenamiento de energía y de entrega de potencia, por lo que han desbancado las de Níquel-Cadmio. Tiene una vida útil en ciclos superior a las de plomo ácido, gel y Níquel Cadmio. Además, se recargan muy rápidamente y no tienen apenas efecto memoria. Sin embargo son bastante caras, se sobrecalientan con facilidad y se deterioran tanto con bajas como con altas temperaturas, por lo que no cuentan con mucha presencia en el mercado, aunque aún son utilizadas en algunos vehículos híbridos, así como por algunos fabricantes de coches, motos y bicis eléctricas.



· Batería de Litio: Actualmente y debido a que acumulan una alta densidad de energía, tienen un elevado voltaje (potencia), carecen de efecto memoria, soportan un alto número de recargas y son de tamaño y peso reducido, son las más utilizadas por los fabricantes de electrónica de consumo y de dispositivos portátiles (móviles, tablets, etc.). También son mayoritariamente usadas en bicicletas eléctricas y en una buena parte de fabricantes de vehículos eléctricos. Su principal inconveniente es que todavía son de precio elevado con respecto al resto de tipos de baterías, aunque su precio va disminuyendo, debido al gran volumen de uso que están alcanzando. La descarga es siempre muy lineal, manteniéndose el voltaje hasta casi el final de la carga.

Existen bastantes tecnologías en función de los materiales empleados para el cátodo, el ánodo o el electrolito, destacar las de Litio Ferroso ( $\text{LiFePO}_4$ ) tienen las ventajas de que ya no precisan de Cobalto (material caro y tóxico), de que cuentan con una mayor vida útil (hasta 2.000 ciclos), una densidad energética aceptable, entre las de litio son las más económicas y también las más seguras y estables. Además, sufren una menor tasa de auto descarga y son mucho más ligeras que el resto de las baterías existentes.

Todavía existe un gran secretismo por parte de los fabricantes de baterías eléctricas ya que es un mercado en evolución y un campo en el que se invierten muchos recursos en investigación para mejorar el rendimiento del combustible del futuro. Una cosa es segura, cuando la tecnología de las baterías mejore lo suficiente para competir en autonomía, accesibilidad y precio con la de los motores de combustión, éstas desbancarán definitivamente a los combustibles fósiles en el sector de la movilidad.

Golden Motor comercializa un set de baterías listas para conectar al controlador en dos tamaños:

**Modelo: LFP4820M**

Capacidad: 48V/20 Ah

Peso: 12 Kg

Dimensiones : 150x150x300 mm

Máxima descarga de corriente: 60 A

Máxima descarga continuada de corriente:  
40 A

Ciclos de carga: >1000 cargas

**Modelo: LFP4830M**

Capacidad: 48V/30 Ah

Peso: 18 Kg

Dimensiones : 180x190x320 mm

Máxima descarga de corriente: 90 A

Máxima descarga continuada de corriente:  
60 A

Ciclos de carga: >1000 cargas

**LiFePO4 Easy Packs**

BMS managed,  
safe and quality  
aluminium cased  
LiFePO4 cells  
from very reliable lithium  
materials supplier in Taiwan

**LFP-4820M:**  
Capacity: 48Vdc 20AH  
Dimensions: 15 x 15 x 30cm  
Weight: 12kgs  
Casing: stainless steel

**LFP-4830M:**  
Capacity: 48Vdc 30AH  
Dimensions: 18 x 19 x 32cm  
Weight: 18kgs  
Casing: stainless steel

Universal Charger (110Vac-240Vac)

[www.goldenmotor.com](http://www.goldenmotor.com)

Imagen 2. Pack batería y cargador Golden Motor

### 5.3 PROCESO DE CÁLCULO DEL VEHÍCULO

Para determinar los elementos necesarios para realizar la conversión se deben conocer las prestaciones deseadas (velocidad, autonomía y potencia) en función del trato que el usuario quiere hacer del vehículo. Los requerimientos eléctricos son muy diferentes dependiendo del tipo de conducción, lo mismo que ocurre con los vehículos convencionales de combustión, el consumo y el tipo de motor usado varía dependiendo de la velocidad crucero, velocidad punta, aceleración, condiciones del terreno por el que se circula, conducción agresiva o preventiva y muchos más factores.

En este caso se realiza el estudio para una conducción de paseo y un uso lúdico. Originalmente el vehículo a gasolina tiene una velocidad máxima de 124 km/h como se ha deducido en el Apartado 2.Vehículo, este valor se considera demasiado alto para el uso lúdico pretendido y no es necesario que el vehículo eléctrico alcance esa velocidad.

Es importante conocer cara a la conversión que se propone la velocidad máxima que desarrolla el nuevo vehículo con el fin de compararla al vehículo original. Para ello se estudia la relación de transmisión.

#### Cálculo de la velocidad máxima:

Piñón: diámetro 94mm y 18 dientes

Plato/corona: diámetro 205mm y 39 dientes

A máximo régimen según el fabricante del motor

$$\omega_{\text{piñón}} = 5.000 \text{ rpm}$$

$$\omega_{\text{plato}} = \frac{94}{205} \cdot \omega_{\text{piñón}} = 2.293 \text{ rpm}$$

Rueda trasera 20": diámetro 500mm

$$\omega_{\text{rueda}} = \frac{205}{500} \cdot \omega_{\text{plato}} = 940 \text{ rpm} = 98'4 \text{ rad/s}$$

Velocidad del vehículo:

$$v = \omega_{\text{rueda}} \cdot R = 98'4 \cdot 0'25 = 24'61 \text{ m/s} = 88'6 \text{ km/h}$$

Se deduce que ésta velocidad es adecuada a los objetivos que se proponen con el régimen de los motores eléctricos

### Potencia y autonomía:

En lo que se refiere a la autonomía el vehículo eléctrico es donde se encuentra más limitado en comparación a los vehículos de combustión. Para conseguir la misma autonomía es necesario instalar un gran volumen de baterías que finalmente aumentarán considerablemente el peso total del vehículo empeorando su rendimiento y su conducción. Para evitar un exceso de peso y de inversión por las baterías es necesario reducir la autonomía para no mermar las prestaciones finales.

En un uso normal sin una conducción deportiva la velocidad media de los trayectos es aproximadamente de unos 20 km/h y con el depósito de 14 litros que posee el vehículo original de combustión, la autonomía es de algo más de 100 kilómetros.

Aunque el vehículo propulsado por motor de combustión tenga una autonomía de más de 100 kilómetros, rara vez el usuario que emplea el vehículo, para dar paseos por los alrededores y admirar la naturaleza, realiza salidas tan largas por lo que para el proyecto se va a reducir la autonomía deseada a 50 kilómetros, cantidad más que adecuada para un uso lúdico y ocasional. Con esa cifra el usuario podrá realizar paseos de dos horas de duración aproximadamente, cargando el vehículo a cada uso con el fin de salir siempre con las baterías totalmente cargadas.

Como se ha visto existen en el mercado distintos motores con configuraciones diferentes dependiendo del tipo de uso que se quiera dar al vehículo, a continuación se analizarán para decidir cuál de ellos es el más apropiado para esta conversión. Conociendo la potencia de cada motor y el voltaje al que trabajan se puede elegir el más idóneo:

La potencia del motor debe ser inferior a 15 kW por normativa de homologación. Entendiendo que la relación de velocidades máximas nos puede dar una idea de la relación de potencia necesaria ( $P=F \cdot v$ ) permitirá elegir un motor con la potencia adecuada para el vehículo eléctrico.

Por lo tanto debemos considerar un motor de:

$$\frac{v_{max.combustión}}{v_{max.electrico}} \approx \frac{P_{comb}}{P_{elect}}$$

$$P_{elect} \approx 15kW \cdot \frac{88'6 km/h}{124'0 km/h} = 10'7kW$$

Inicialmente se opta por el motor de 10 kW.

La corriente o intensidad eléctrica que consumen los motores va en función del voltaje al que trabajan ( $P= I \cdot V$ ):

48V

$$I = \frac{P(W)}{V} = \frac{10000 W}{48 V} = 200 A$$

72 V

$$I = \frac{P(W)}{V} = \frac{10000 W}{72 V} = 140 A$$

96 V

$$I = \frac{P(W)}{V} = \frac{10000 W}{96 V} = 100 A$$

Se concluye que es mayor la eficiencia del motor cuanto mayor es el voltaje al que trabajan por lo que la mejor opción es el montaje de un motor que trabaje a 96V

En un uso lúdico se ha considerado una velocidad media de 20 km/h lo cual supone:

$$P_{media} = \frac{20 km/h}{88'6 km/h} \cdot P_{nominal} = 2257 W$$

$$V_{nom} = 96 V$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2257 W}{96 V} = 23'5 A$$

Dado que las baterías comerciales para vehículos eléctricos comercializadas por el distribuidor tienen una capacidad de 20 y 30 Ah y 48V se puede calcular la autonomía teórica del vehículo en función de la intensidad eléctrica del motor:

$$Q_{nom} = 20 \text{ Ah}$$

$$Q = I \cdot t$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{20 \text{ Ah}}{23'5 \text{ A}} = 0.85 \text{ h} = 51 \text{ min.}$$

$$Q_{nom} = 30 \text{ Ah}$$

$$Q = I \cdot t$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{30 \text{ Ah}}{23'5 \text{ A}} = 1.28 \text{ h} = 77 \text{ min.}$$

Para dos baterías de 48V de 30Ah conectadas en serie la autonomía teórica será de 77 minutos, una autonomía razonable para el uso esporádico del vehículo de un usuario que lo emplea de forma lúdica. Este valor es inferior al inicialmente estimado pero se considera suficiente, dado que una mayor autonomía implica un encarecimiento exagerado de la conversión.

## 5.4 ELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA CONVERSIÓN

**Motor:** En cuanto a la potencia nominal del motor en el distribuidor “Golden motor” se podrían seleccionar 2 potencias que se encuentran por debajo del límite que establece la normativa que son 5 y 10 kW disponibles en tres voltajes diferentes. En los cálculos de potencia y autonomía se ha resuelto que trabajando con un voltaje de 96V el motor rinde de forma más eficiente por lo que se seleccionará este tipo de motor que reduce la intensidad de corriente que demanda de las baterías ganando en autonomía.

La opción de elegir un motor de 5 kW para la conversión queda descartada por el elevado peso del cuadriciclo y su bajo pico de potencia nominal de 7.5 kW que no sería lo suficientemente potente para mantener una velocidad optima en ocasiones en las que el usuario requiera de ella. Como se ha demostrado anteriormente el motor de 10 kW mejora sustancialmente las prestaciones del vehículo en cuanto a potencia y velocidad punta.

### Motor: HPM- 10 kW BLDC

En cuanto a las baterías el distribuidor comercializa dos modelos con características similares en dos capacidades de 20 y 30 Ah. Ambas trabajan a 48V por lo que se deben instalar dos unidades conectadas en serie para poder hacer funcionar el motor de 96V. Dada la limitada autonomía que desarrollan los vehículos eléctricos la mejor opción para la conversión es dotar al vehículo con dos baterías de la máxima capacidad, 30 Ah

### Batería: dos baterías LFP-4830M 48V 30Ah

La elección del controlador depende únicamente del tipo de motor seleccionado, el controlador HPC300H está especialmente diseñado para su conexión con el motor seleccionado, pudiendo elegir el modelo que más se adapte a la intensidad y potencia requerida. En este caso se selecciona para la conversión el modelo de 96V.

### Controlador: HPC300H 96v 240ª

Aparte del motor, las baterías y el controlador para la conversión son necesarios otros elementos comerciales como un conversor de voltaje para alimentar la batería original del vehículo de 12V, encargada de alimentar todo el sistema eléctrico de luces, avisador acústico, velocímetro, luces de freno y de emergencia.

El acelerador tipo gatillo original del vehículo ya no es compatible con la conversión ya que funciona mediante sirga de acero, por lo que habrá que instalar un acelerador compatible con el controlador. Golden Motor también comercializa aceleradores tipo puño de gas compatibles con todos sus controladores que además instalan un indicador de carga de las baterías para conocer la autonomía y carga restante del vehículo.

## 5.5 DISEÑO CONJUNTO FUNCIONAL

### 5.5.1 COMPONENTES COMERCIALES

Una vez seleccionados todos los componentes comerciales usados para la conversión, se detalla la ubicación y restricciones de diseño así como la relación entre todos ellos.

- Motor: el bloque motor con el correspondiente piñón dentado que transmite el movimiento al eje trasero del vehículo.

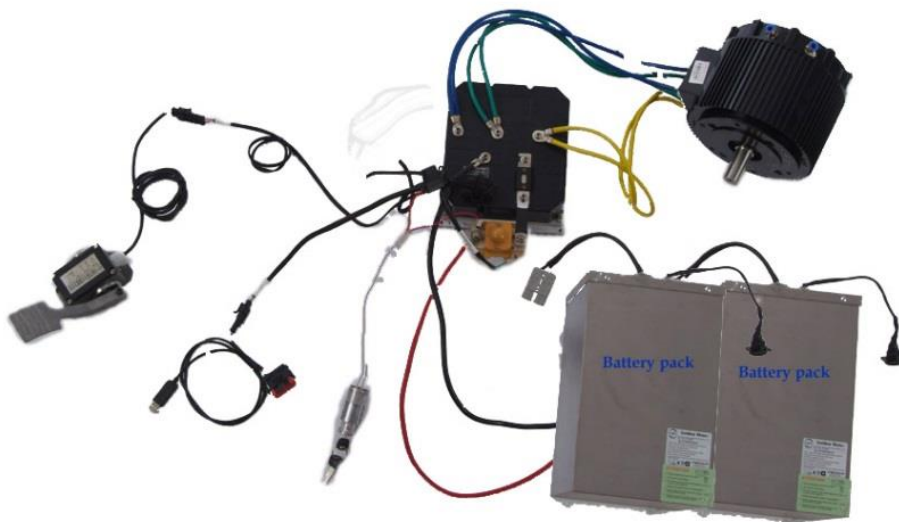
- Baterías: Dos baterías de 30 Ah y 48V conectadas en serie. Cargador de corriente por separado.

- Controlador: Controlador 96V y contactor.

- Acelerador e indicador del nivel de batería.

- Llave de encendido.

- Cableado: cable conexión baterías, cables del controlador al motor, cable programación, conversor 96V-12V.



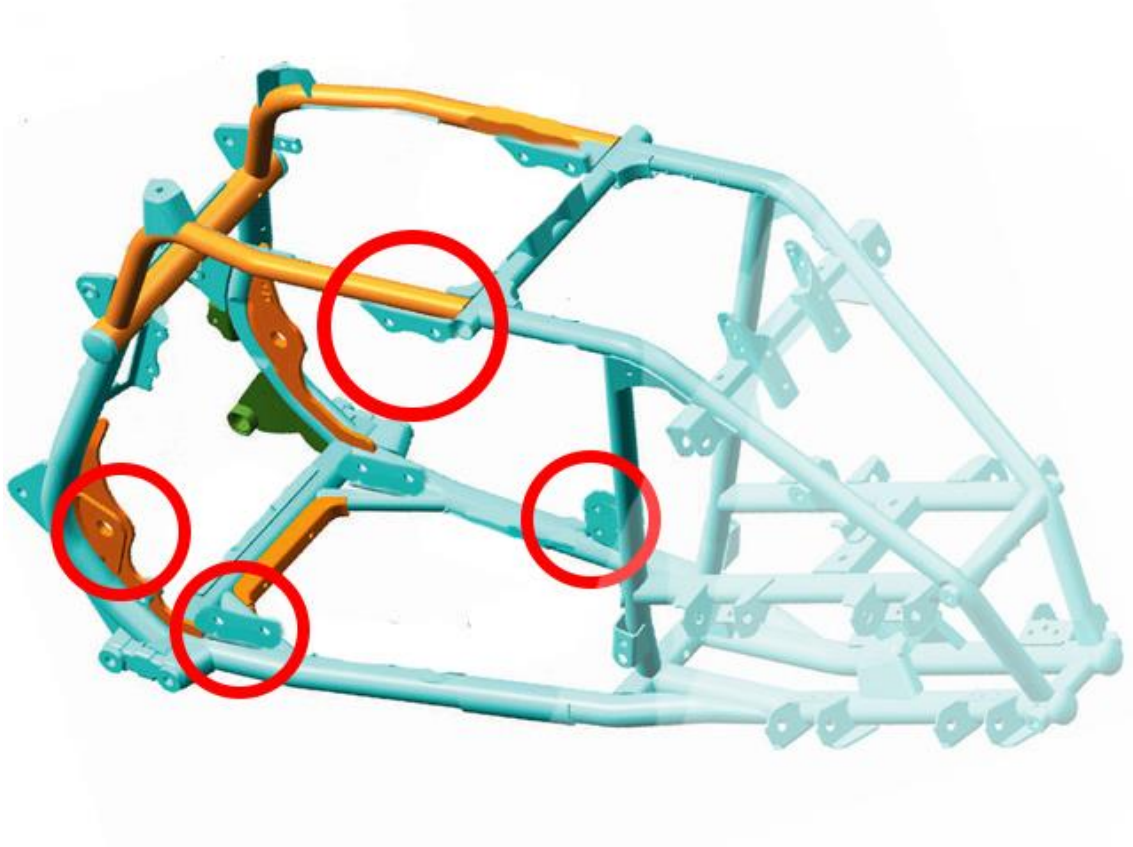
*Imagen 3. Conjunto de baterías, motor, controlador, acelerador, llave de encendido y cableado*



### 5.5.2 UBICACIÓN

El chasis o bastidor tiene varios anclajes diseñados para fijar el motor de combustión a la estructura del cuadriciclo. El objetivo del conjunto funcional que fijará la nueva unidad motriz es emplear los anclajes existentes para facilitar el montaje y evitar modificar el chasis original. Se deben tener en cuenta las dimensiones originales del chasis para instalar de forma óptima en el espacio existente los 3 elementos principales de los que se compone la conversión (baterías, motor y controlador) así como todo el sistema de cableado necesario para su funcionamiento.

El motor original se fija al chasis del vehículo en los anclajes señalados en la imagen. Estos anclajes se encuentran colocados de forma simétrica al otro lado del chasis. Al retirar el motor de combustión estos anclajes quedarán libres para fijar la estructura que albergará los componentes de la conversión.



*Imagen 4. Modelo de chasis estándar*



*Imagen 5. Ubicación de los anclajes del motor en el chasis del vehículo*

Para diseñar con precisión todas las piezas que formarán el conjunto funcional se acotan los anclajes del chasis así como el espacio disponible para albergar los nuevos componentes eléctricos. Para simplificar el modelo de partida se sitúan en el espacio los anclajes teniendo en cuenta su geometría, la posición que ocupan en el chasis y también el espacio disponible dentro del chasis al desmontar el motor de combustión.



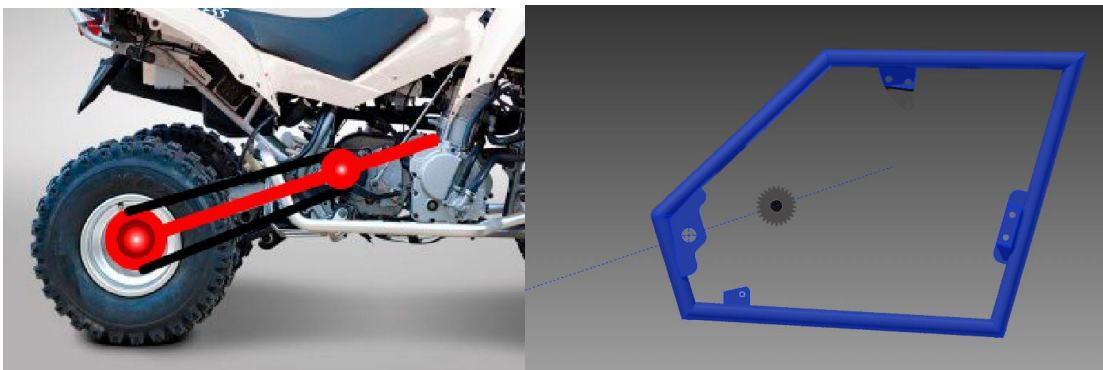
*Imagen 6. Motor original y esquema de ubicación de los nuevos componentes eléctricos*

Se ha elegido la ubicación de los componentes según la imagen adjunta. El motor se representa en color naranja, las baterías en verde y el bastidor en amarillo. El eje del motor debe estar ubicado sobre la línea de acción de la cadena siguiendo el ángulo que forma el basculante de la suspensión del eje trasero. La línea representada en rojo indica el lugar donde debe ubicarse el eje del motor para que la cadena no interfiera con el chasis ni el basculante del vehículo.



*Imagen 7. Modelado del chasis del vehículo y ubicación precisa de los anclajes originales*

Para la ubicación del nuevo motor eléctrico es importante que la corona del eje trasero y el eje del motor estén alineados con el basculante y paralelos entre sí, de esta forma la cadena funciona correctamente. Si la alineación falla la cadena no engranaría bien con el piñón y la corona, lo que podría afectar al funcionamiento de la transmisión creando rozamientos indeseados, la cadena también podría llegar a salirse o incluso partirse durante su funcionamiento. Conforme a estas restricciones se coloca el motor sobre el eje idóneo y a la distancia precisa para no interferir con ningún elemento del vehículo y trabajar correctamente.

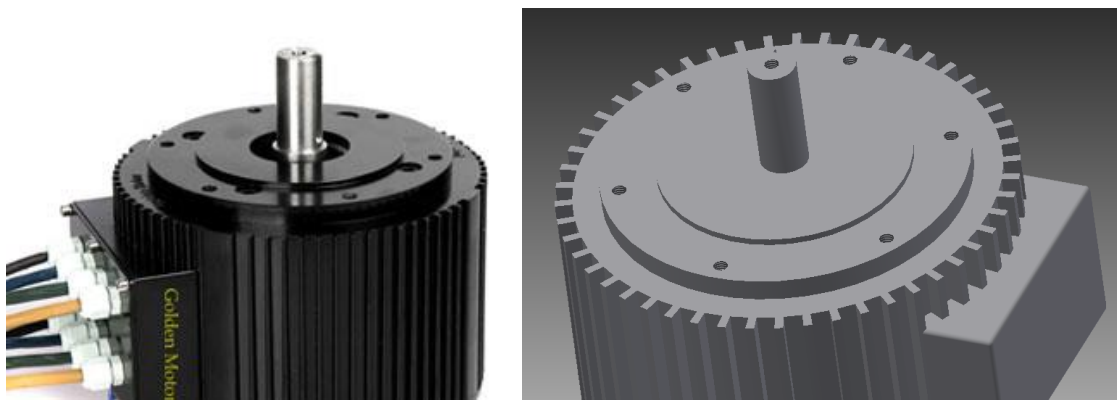


*Imagen 8. Línea de acción de la cadena sobre la que debe montarse el eje del motor*

### 5.5.3 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS NO COMERCIALES

El motor tiene 6 taladros para su fijación en la cara superior, la que alberga el eje. La potencia transmitida por el motor debe ser perfectamente contrarrestada por la pieza frontal a diseñar que sujete el motor mediante los taladros referidos.

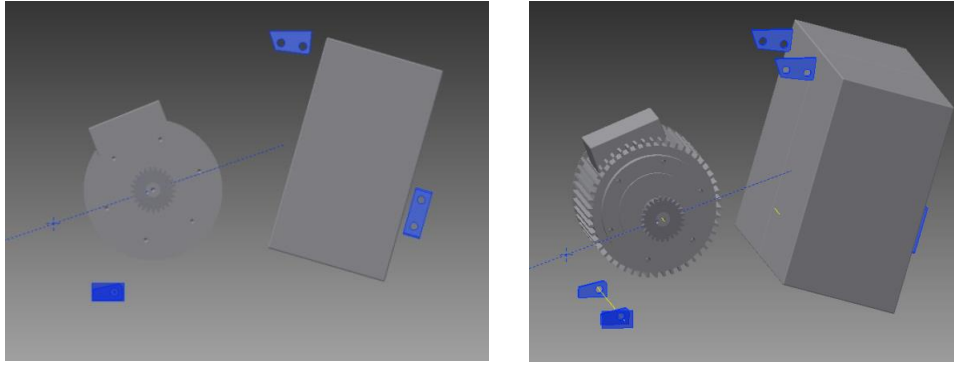
De esta manera la pieza que una el motor al chasis debe tener la resistencia suficiente para soportar la fuerza máxima que desarrolla el motor a pleno funcionamiento, un par motor conocido, sacado de las tablas del test de potencia que el distribuidor detalla en las características del motor y que corresponde a 32'6 N·m. (ver Anexo IV).



*Imagen 9. Cara superior del motor donde se encuentran los taladros para su fijación*

Al mismo tiempo debe mantener la posición adecuada para la alineación del piñón de ataque en la línea de acción de la cadena sin interponerse entre los demás elementos del vehículo. Antes de diseñar la pieza que fijará el motor se ha planteado la disposición de las baterías en el espacio libre que queda tras situar el motor en su posición definitiva.

Tras probar varias posiciones se concluye en que la más óptima para albergar el juego de baterías es de forma vertical apoyadas sobre la parte delantera del chasis, debajo de donde estaba situado el antiguo depósito de combustible y en la misma posición e inclinación que el antiguo cilindro del motor de combustión, para respetar lo máximo posible la antigua geometría del vehículo y el correcto reparto de pesos entre el eje trasero y el delantero entre motor y baterías, los elementos de mayor peso de esta conversión.

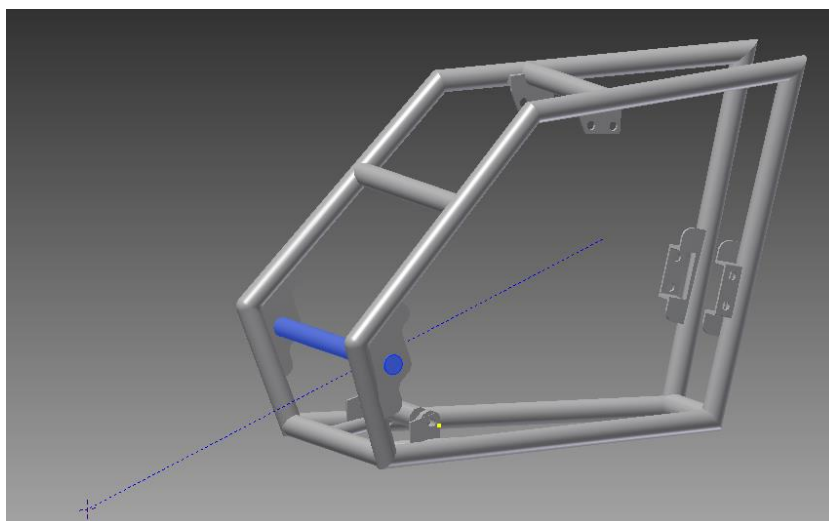


*Imagen 10. Disposición dentro del chasis del motor y las baterías*

En las imágenes pueden verse las condiciones de contorno plasmadas en las piezas en azul que corresponden a los anclajes existentes en el chasis original.

Para su unión al chasis la pieza a diseñar debe estar taladrada para que el eje donde irá albergado el piñón funcione libremente y dado que es la única parte de la que se puede sujetar el motor deberá ser lo suficientemente resistente para soportar los 17 kg de peso y las fuerzas de torsión que genera durante su funcionamiento.

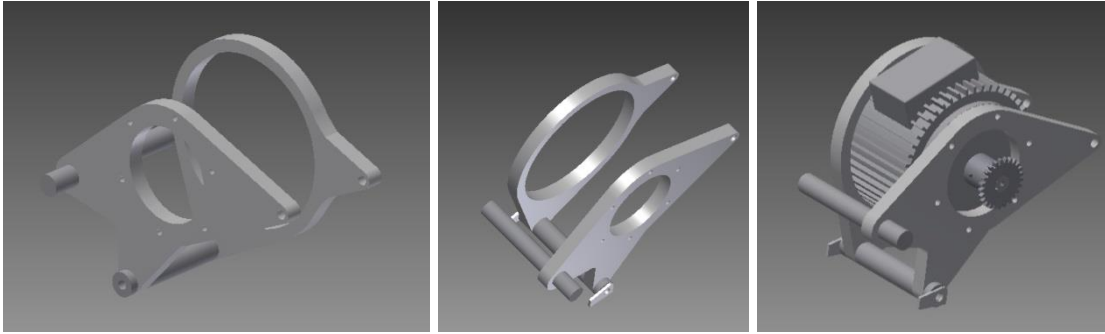
Se emplearán los anclajes existentes en la parte posterior del chasis para fijar el motor. Uno se trata de una pletina taladrada para el enganche mediante un tornillo y la otra es el eje que sujeta el basculante al chasis. El eje es la unión más sólida de todos los anclajes sobre los que descansaba el motor de combustión por lo que es primordial fijar el nuevo motor a este punto. También se llega a la conclusión de que es necesaria una pieza secundaria que sujete el motor por la cara opuesta al eje para así evitar vibraciones que puedan debilitar la estructura del conjunto funcional.



*Imagen 11. Eje del basculante remarcado dentro del conjunto del chasis y la línea de la cadena*

La pieza citada va a tener por lo tanto una dimensión mínima de 250 mm por lo que se elige un espesor de 20 mm. Esto supone una rigidez de la pieza de más de 0'05 ( $20/250= 0'08$ ) que evitará transmisión de vibraciones indeseadas. Estas dos piezas se fabricarán mediante corte por láser y taladrado de los puntos donde se vaya a fijar mediante tornillería comercial.

Habrà que tener en cuenta aparte de la alineación del piñón diseñar el anclaje dejando un espacio útil para la conexión del cableado del motor con el controlador.



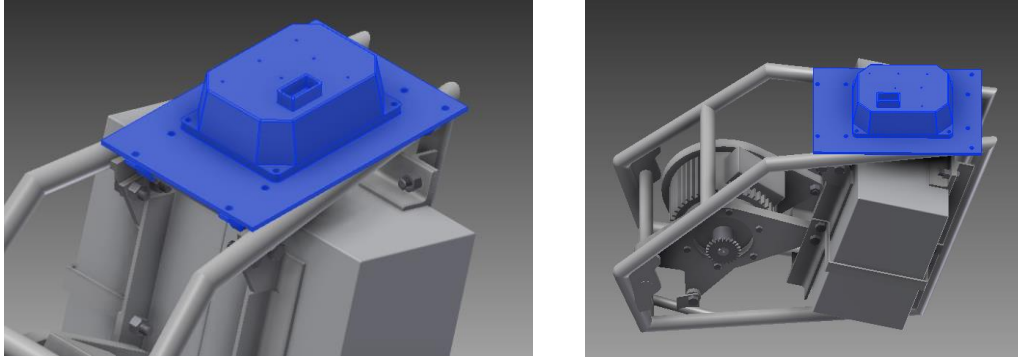
*Imagen 12. Anclajes del motor*

Al mismo tiempo se plantea la cuestión de la fijación de las baterías dentro del vehículo para trabajar el conjunto motor-baterías como una unidad relacionada. Las baterías elegidas para la conversión se encuentran protegidas por una carcasa de aluminio por lo que se dejarán expuestas dado que la sobreprotección de las mismas no aportaría más que un mayor peso al vehículo y por lo tanto una menor autonomía del mismo. Se diseñará una estructura en forma de jaula que asegure una fijación óptima sin movimientos pero que a la vez permita poder montar y desmontar cómodamente las dos baterías sin necesidad de desinstalar el conjunto funcional del vehículo, para simplificar el mantenimiento de las mismas y su posible sustitución en el futuro por otras de mejores características. Esta jaula se conformará con perfiles angulares para facilitar la estandarización en la fabricación del conjunto funcional.



*Imagen 13. Pieza lateral de la jaula que alberga las baterías*

Por último se entiende que el mejor espacio disponible para alojar el controlador es en el plano superior horizontal del chasis, donde antes se alojaba el depósito de combustible. Para evitar soldaduras en el chasis, se diseña una chapa rectangular de 4 mm de espesor que se sujetará a los perfiles tubulares del chasis mediante abrazaderas. Esta chapa dispondrá de 4 taladros para fijar sobre ella el controlador y los correspondientes para las 4 abrazaderas. La posición horizontal del controlador permitirá un cableado correcto.

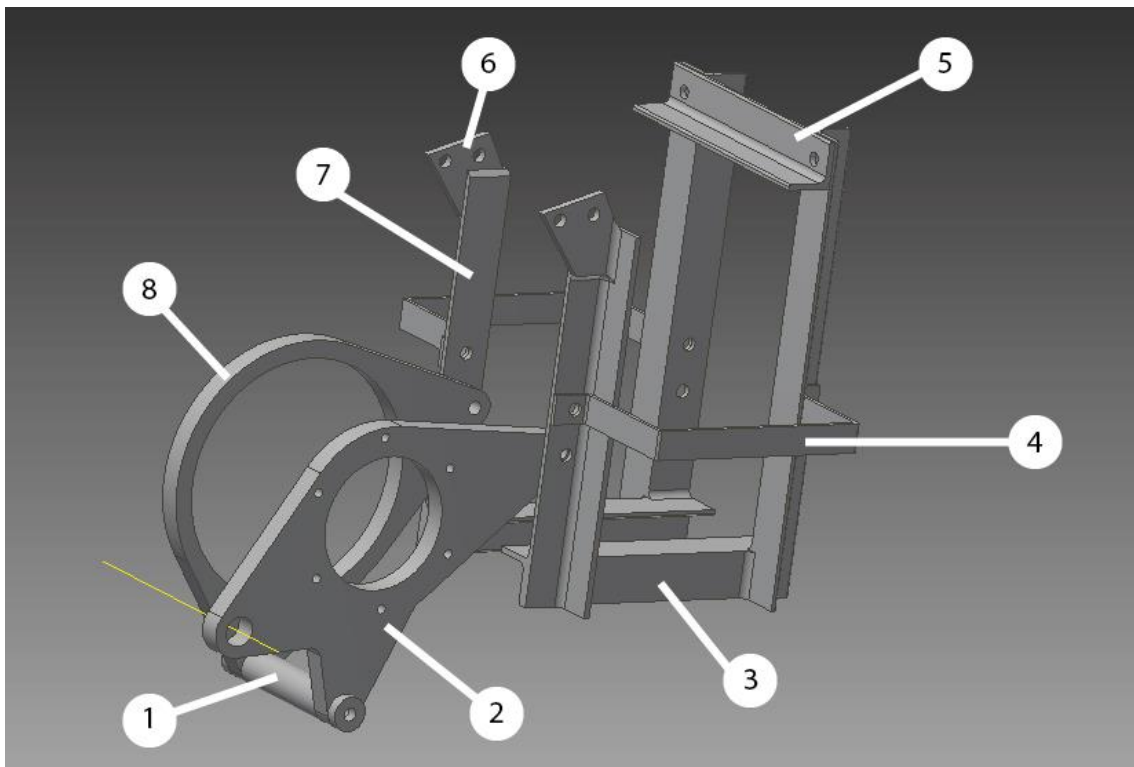


*Imagen 14. Ubicación del controlador en la parte superior del chasis*

#### 5.5.4 FABRICACIÓN

Para los anclajes del motor se parte de una plancha de acero de 20 mm de espesor. Se realizará el corte de la pieza mediante láser, posteriormente se taladrarán los agujeros donde irá la tornillería que fijarán las piezas al motor y al chasis o bastidor del vehículo.

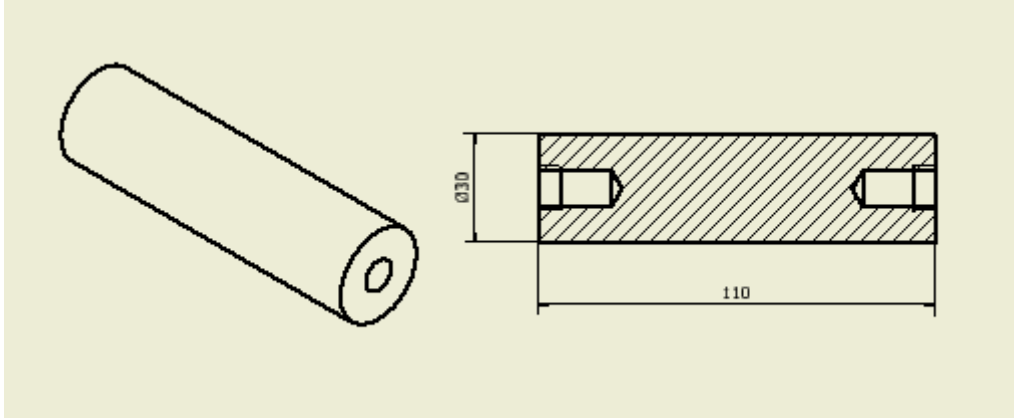
En cuanto a la jaula que alberga las baterías se fabricará mediante la unión soldada de los perfiles angulares previamente taladrados y cortados con sierra circular. La pieza superior (6) que va atornillada al chasis del vehículo se trabajará mediante corte por láser y taladrado para finalmente unirla a la jaula mediante soldadura. Todos los perfiles angulares empleados para la fabricación del conjunto funcional serán de tipo L de 40x40 mm y 5 mm de espesor.



- 1 Eje anclajes motor
- 2 Anclaje derecho motor
- 3 Pieza derecha
- 4 Laterales baterías
- 5 Perfil superior
- 6 Anclajes superiores
- 7 Pieza izquierda
- 8 Anclaje izquierdo motor



### 1 Eje anclajes motor

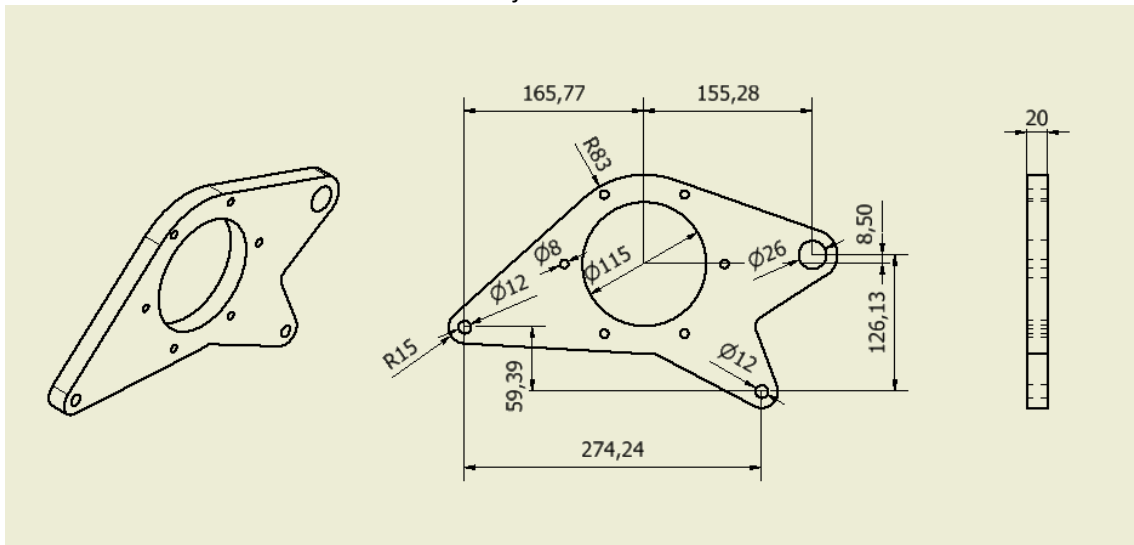


Material: Acero

Dimensiones en bruto: Ø30 mm

Fase	Máquina	Denominación
Serrado del material	Sierra circular	Ø30 x 110 mm
Roscado	Fresadora	M12 x 1.75 – profundidad 20 mm

### 2 Anclaje derecho motor

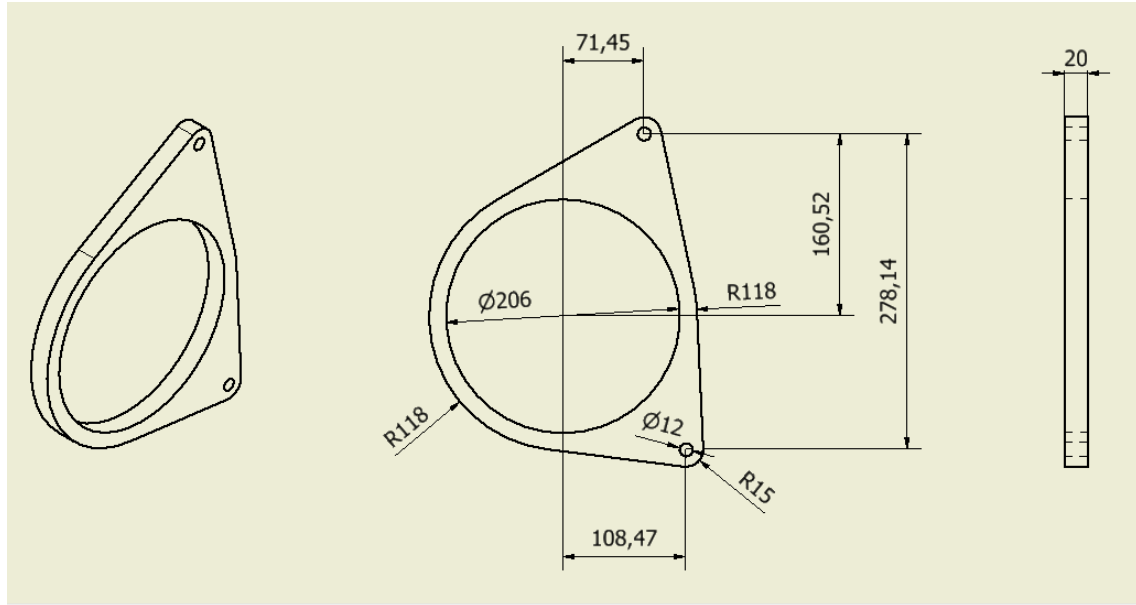


Material: Acero

Dimensiones en bruto: plancha espesor 20 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte láser	Cortadora láser	Perímetro y Ø115 mm
Taladrado	Taladradora	2 x Ø 12 mm; 1 x Ø26 mm; 6 x Ø 8 mm

### 8 Anclaje izquierdo motor

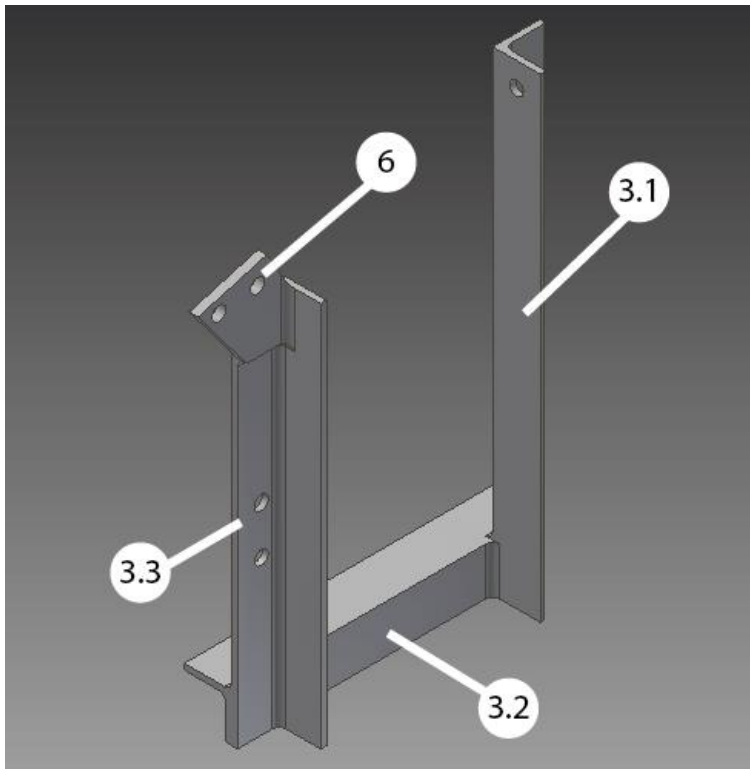


Material: Acero

Dimensiones en bruto: plancha espesor 20 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte láser	Cortadora láser	Perímetro y Ø206 mm
Taladrado	Taladradora	2 x Ø 12 mm

### 3 Pieza derecha



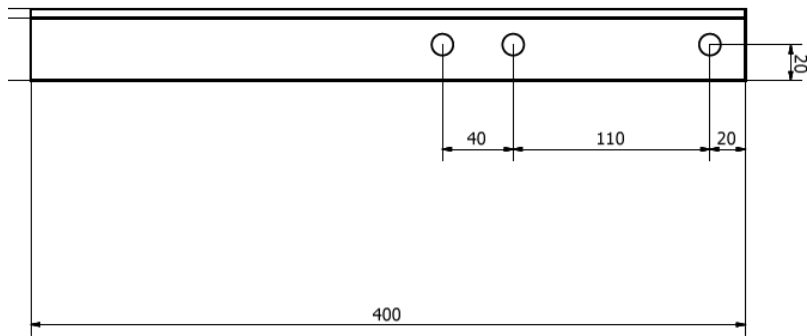
3.1 Perfil delantero derecho

3.2 Perfil inferior

3.3 Perfil trasero derecho

6 Anclaje superior

### 3.1 Perfil delantero derecho

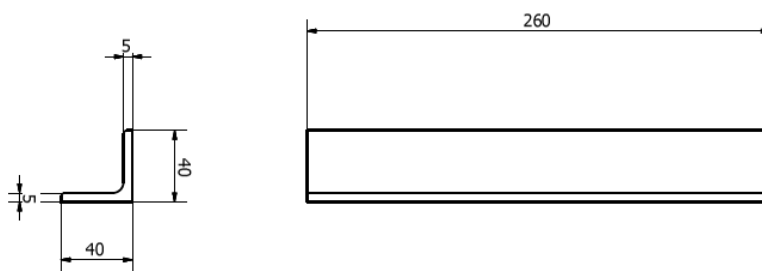


Material: Perfil en L

Dimensiones en bruto: 40 x 40 mm espesor 5 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte	Sierra circular	Longitud 400 mm
Taladrado	Taladradora	3 x $\varnothing$ 12 mm

### 3.2 Perfil inferior

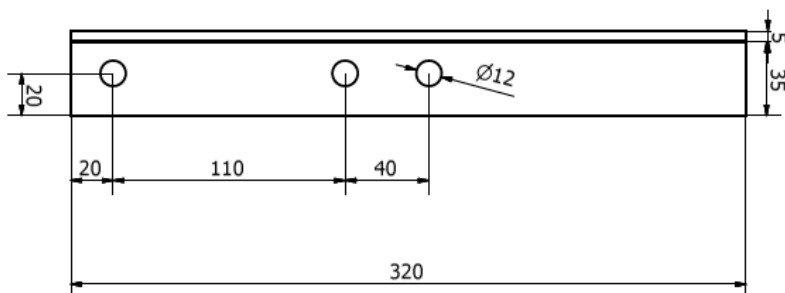


Material: Perfil en L

Dimensiones en bruto: 40 x 40 mm espesor 5 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte	Sierra circular	Longitud 260 mm

### 3.3 Perfil trasero derecho

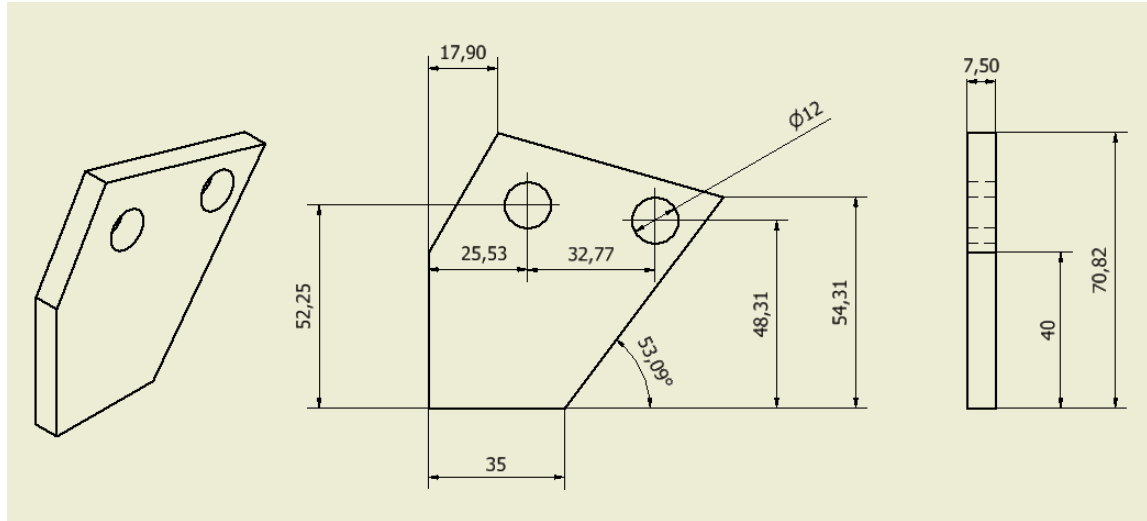


Material: Perfil en L

Dimensiones en bruto: 40 x 40 mm espesor 5 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte	Sierra circular	Longitud 320 mm
Taladrado	Taladradora	3 x $\varnothing$ 12 mm

### 6 Anclaje superior

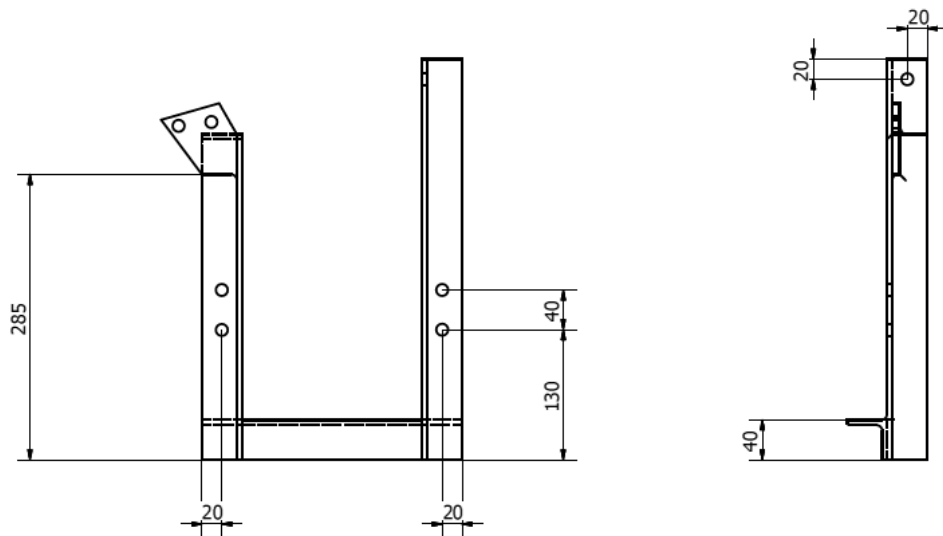


Material: Acero

Dimensiones en bruto: plancha espesor 7'5 mm

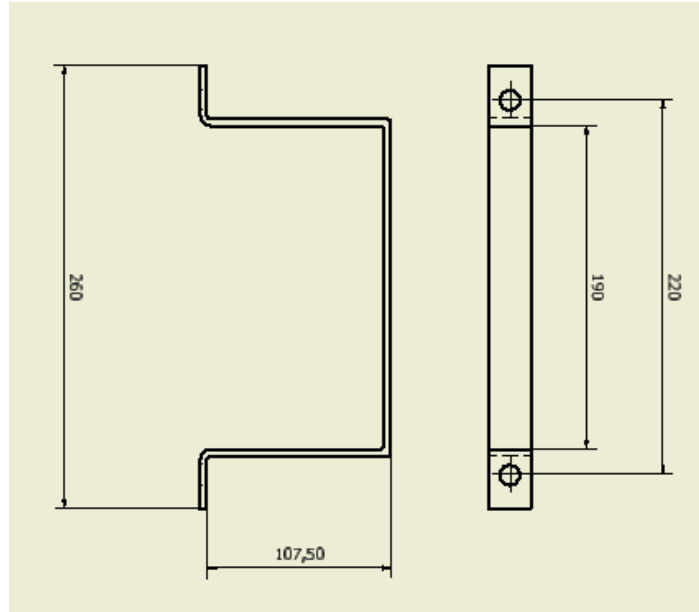
Fase	Máquina	Denominación
Corte láser	Cortadora láser	Perímetro
Taladrado	Taladradora	2 x Ø 12 mm

### 3 Pieza derecha



Fase	Máquina	Denominación
Montaje sujeciones		
Punteado	Equipo soldador	
Soldado piezas	Equipo soldador	

#### 4 Laterales baterías

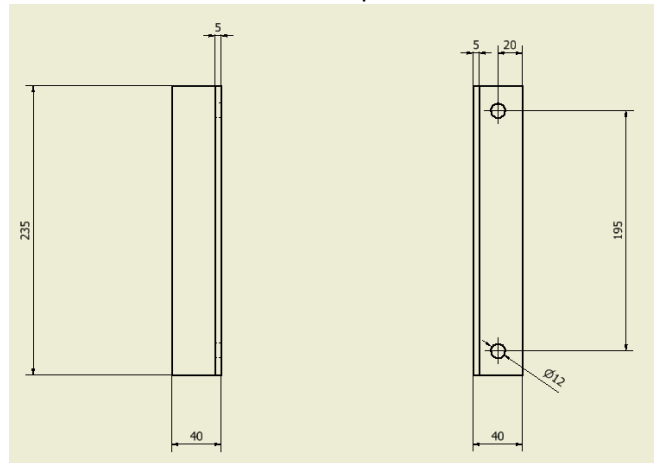


Material: Acero

Dimensiones en bruto: Plancha espesor 5 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte	Sierra circular	Plancha 25 x 475 mm
Taladrado	Taladradora	2 x Ø12 mm
Doblado	Dobladora	

#### 5 Perfil superior

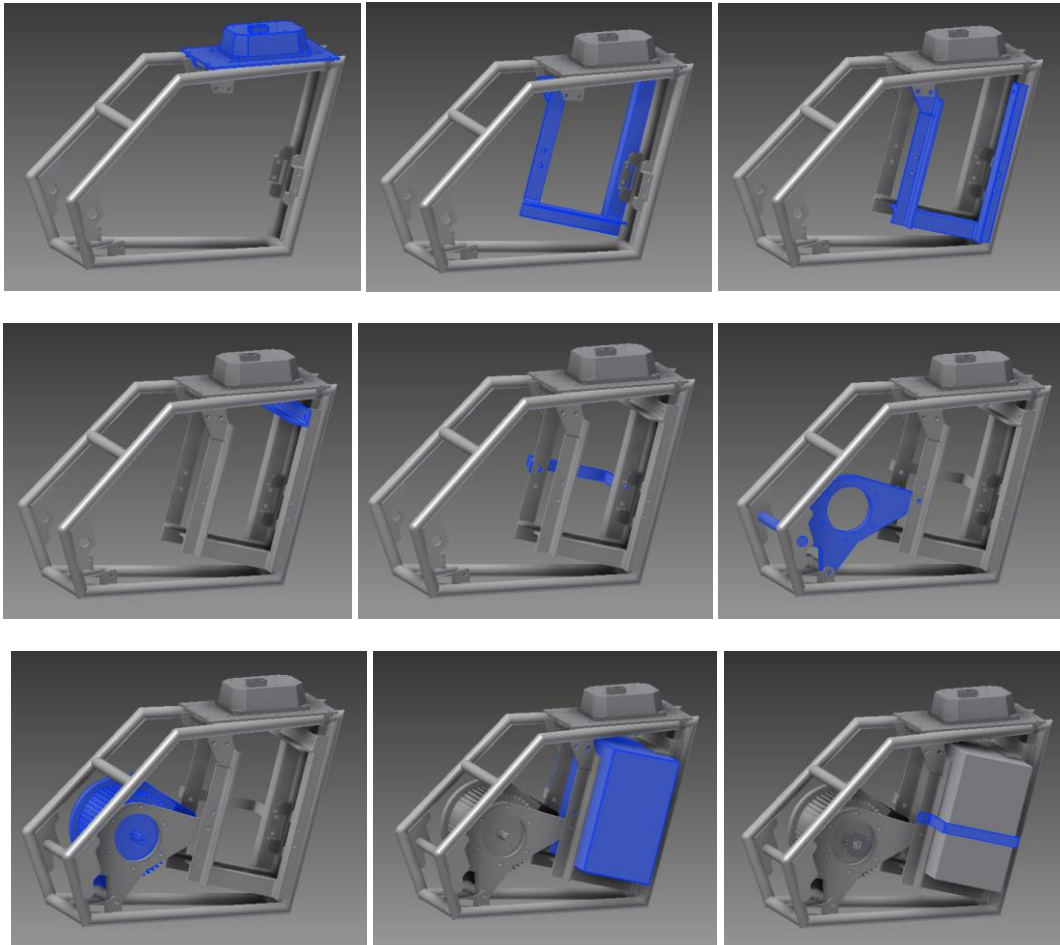


Material: Perfil en L

Dimensiones en bruto: 40 x 40 mm espesor 5 mm

Fase	Máquina	Denominación
Corte	Sierra circular	Longitud 235 mm
Taladrado	Taladradora	2 x Ø 12 mm

### 5.5.5 INSTALACIÓN



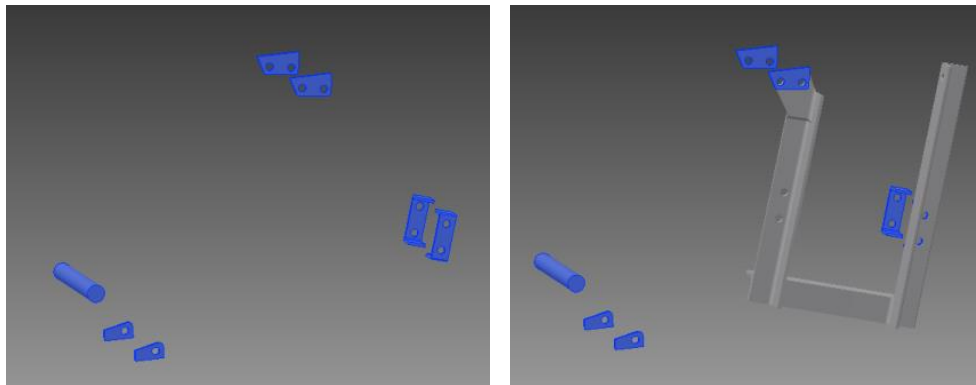
*Imagen 15. Secuencia de anclaje del conjunto funcional y componente eléctricos al chasis*

Para instalar el conjunto funcional y todos los elementos comerciales de la conversión se comienza por desmontar todas las partes del motor de combustión (cilindro, bujía, pistón, biela, cigüeñal, caja de cambios, depósito de combustible, carburador, radiador, filtros de aire y aceite, motor de arranque, bomba de gasolina, bobina de encendido, bomba de aceite, cárter, volante de inercia, colector y escape). Para ello se tendrán que desmontar los embellecedores de plástico y el conjunto del basculante. Una vez desinstalado se procede al montaje de todas las partes de las que consta la conversión eléctrica del vehículo.



*Imagen 16. Chasis del vehículo y anclajes*

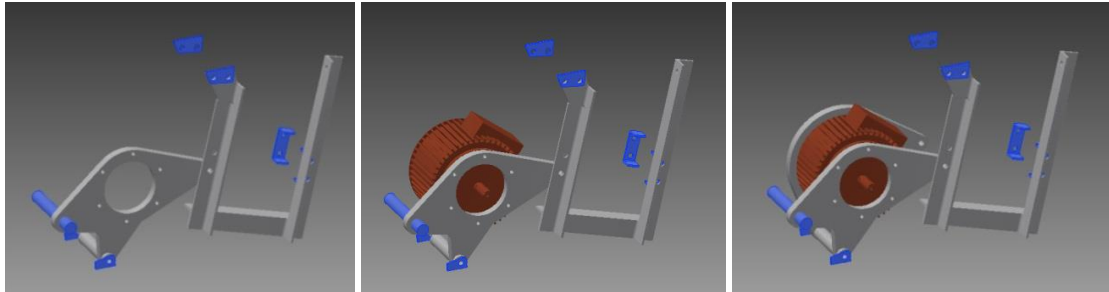
Se parte de los anclajes existentes en el chasis. El siguiente paso será colocar y atornillar la pieza derecha que forma la jaula sobre la que reposará la batería, unida por 4 tornillos.



*Imagen 17. Pieza lateral de la jaula fijada en los correspondientes anclajes*

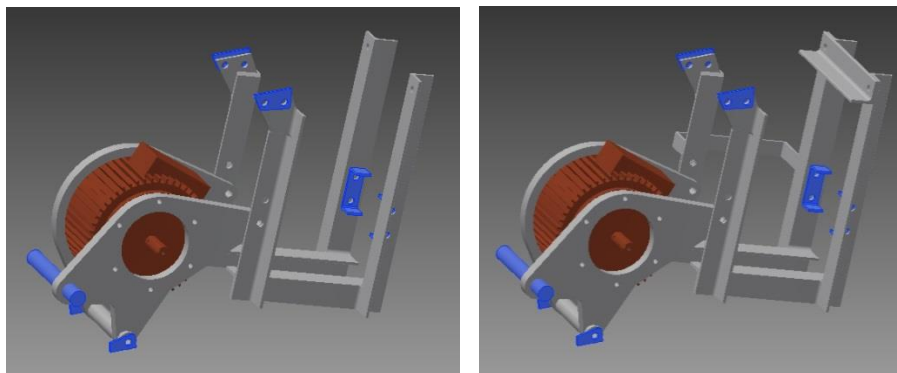
Fijada la primera pieza del conjunto se puede colocar el anclaje del motor fijándolo provisionalmente para después montar de nuevo el eje del basculante, junto con el propio basculante, instalando el anclaje posterior y el motor, con el piñón, al mismo tiempo.

Al tener que modificar la posición del eje del motor (más alejado ahora del eje posterior) será necesario alojar una nueva cadena de transmisión. La longitud de la misma es de 1700mm.



*Imagen 18. Fijación del motor y sus anclajes en el chasis*

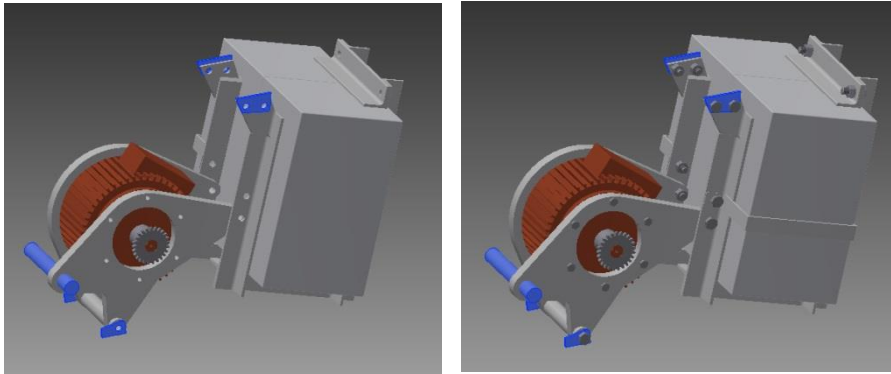
Con el motor colocado y fijado en la posición que se indica en la imagen ya puede colocarse la pieza izquierda del conjunto y el perfil superior que servirá de tope para que las baterías no se desplacen durante el uso. Para instalar las baterías conectadas en serie se coloca una de las piezas que hacen tope lateralmente.



*Imagen 19. Ubicación piezas laterales y superior de la jaula*

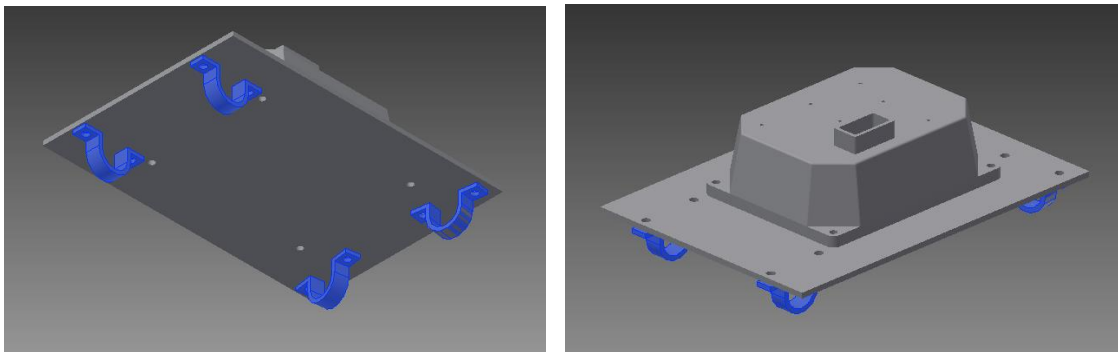


Posteriormente se colocan dentro de la jaula las dos baterías y se fijan mediante la otra pieza lateral. Pueden aportarse para evitar rozamientos entre elementos metálicos bandas de goma.



*Imagen 20. Colocación de las baterías y fijación mediante la última pieza lateral*

Para la colocación del controlador en el vehículo primero se debe atornillar éste sobre la chapa agujereada que lo sujetará al chasis. A continuación esta chapa se fijará a la parte superior del chasis mediante abrazaderas colocadas estratégicamente a los perfiles tubulares.



*Imagen 21. Controlador con chapa y abrazadera de sujeción al chasis*

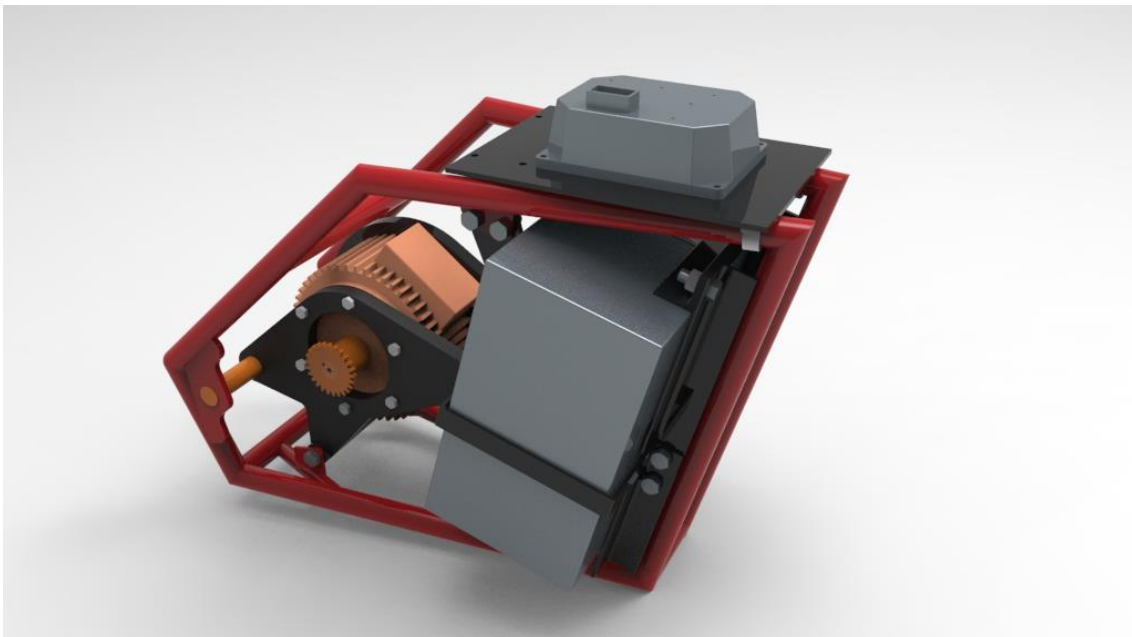
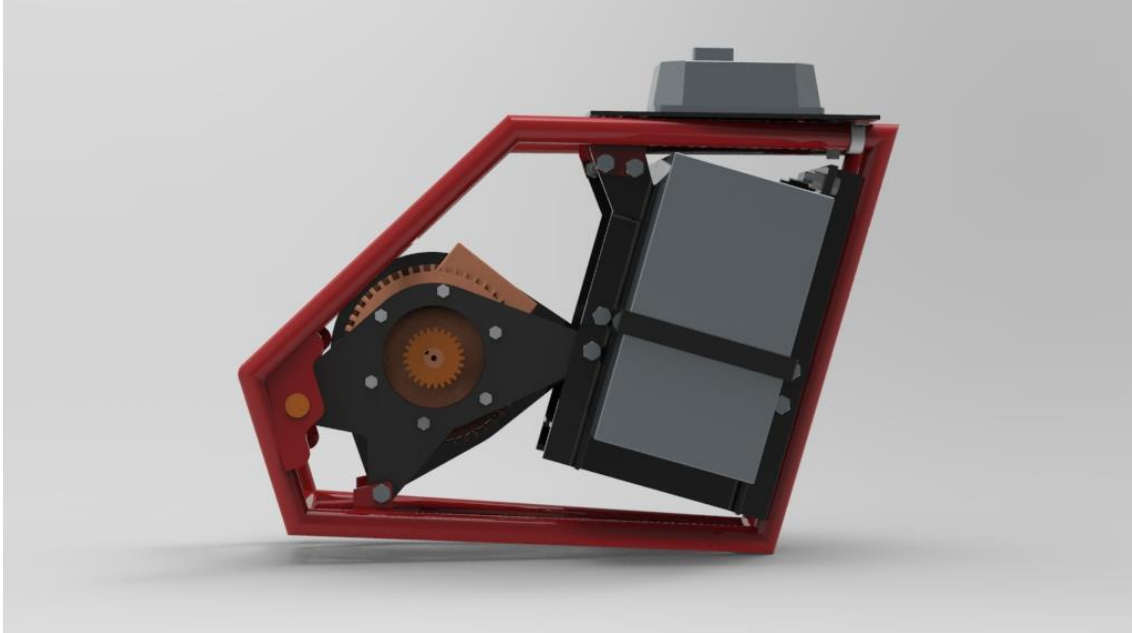
Ya por último se instalarán los elementos auxiliares de la conversión, el acelerador, la llave de encendido y el cableado.

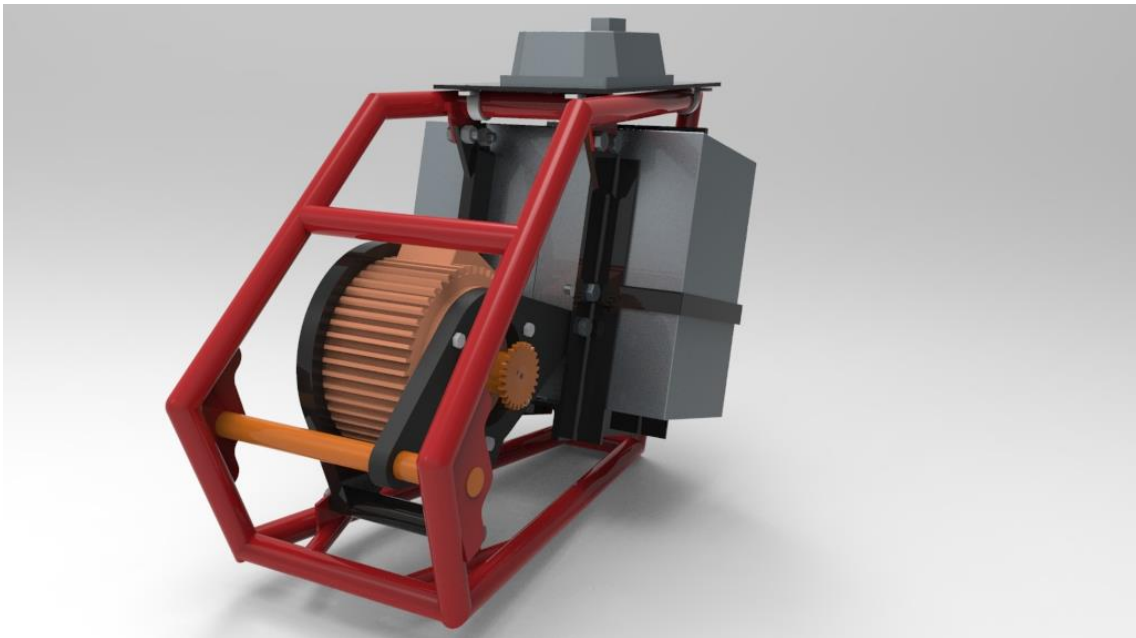
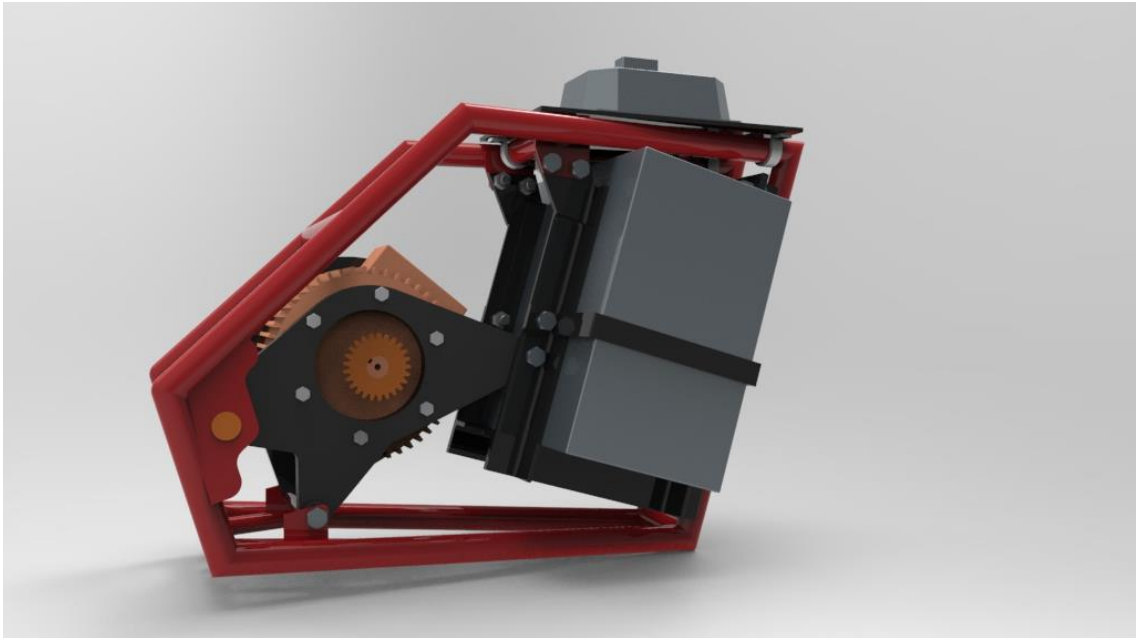


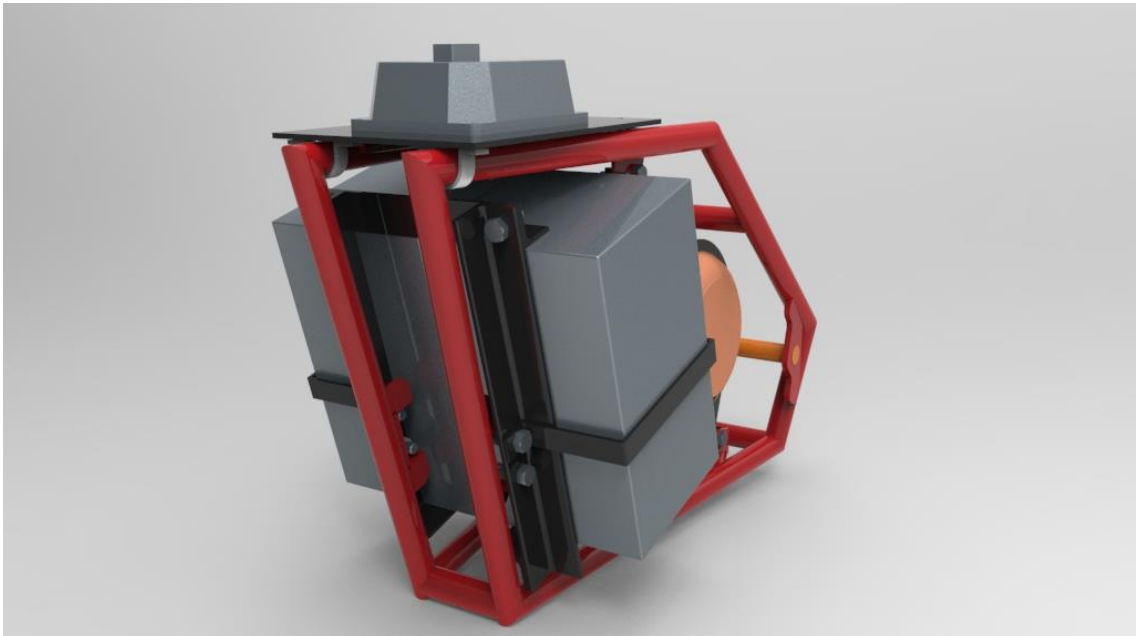
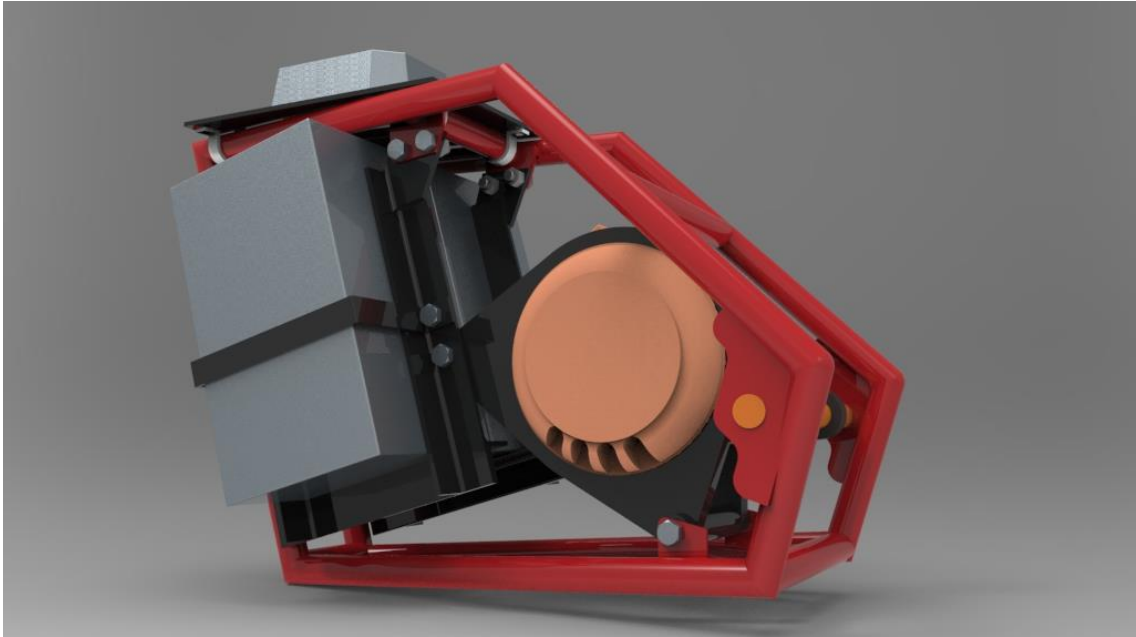
*Imagen 22. Acelerador tipo puño de gas con indicador de carga integrado*

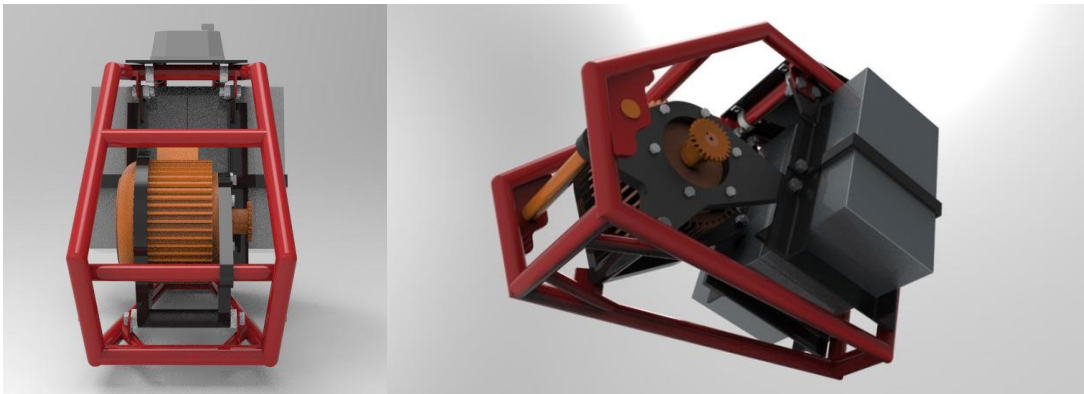
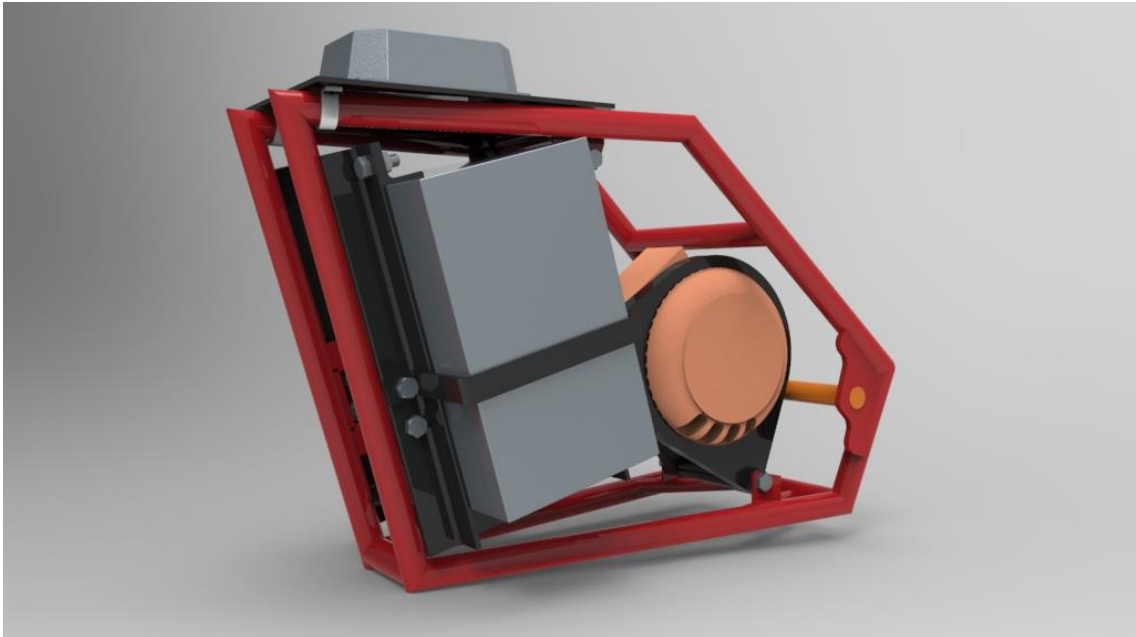
### 5.5.6 CONJUNTO FUNCIONAL

Vista del conjunto funcional y los elementos comerciales instalado sobre el chasis del vehículo:









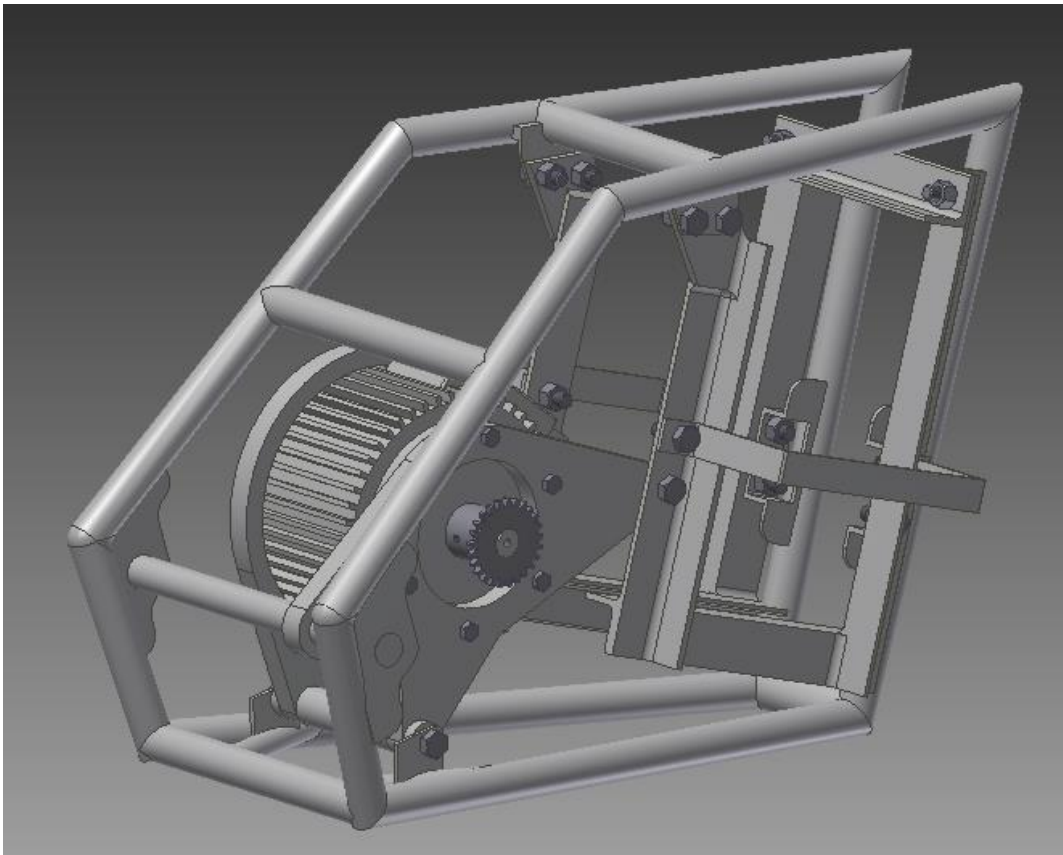
## 5.6 CÁLCULO

### 5.6.1 PROCESO DE CÁLCULO

Para el cálculo del análisis de tensiones del conjunto funcional se desarrollará mediante el simulador del programa Inventor. Se introducen los tres factores necesarios para el cálculo que son la definición de la estructura, las condiciones de contorno (restricciones de movimiento) y las cargas aplicadas.

#### Definición de la estructura:

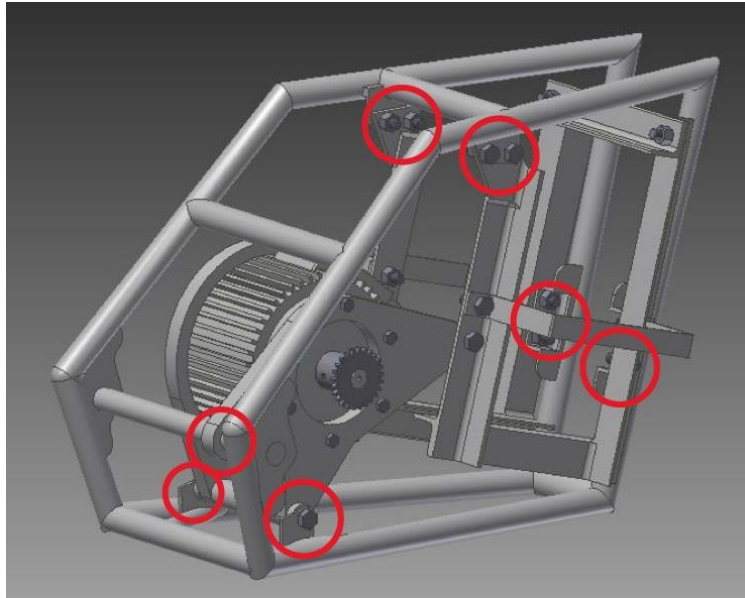
Se trata de una combinación de chapas y perfiles en L de acero al carbono. La chapa constituye la parte fundamental del conjunto ya que sujeta el motor. Está unida en dos puntos al bastidor y en un tercero a la jaula formada por los perfiles en L, esta jaula es donde se instalan las baterías y está formada por siete perfiles de 40x40 mm y dos pletinas de 25 mm que abrazan las baterías de forma lateral. Esta jaula a su vez está sujeta al bastidor en cuatro puntos. Las uniones entre los perfiles en L es mediante soldadura y el resto mediante tornillería.



*Imagen 23. Estructura chasis, conjunto funcional y motor*

Condiciones de contorno:

El conjunto funcional diseñado está unido al bastidor en siete puntos que corresponden a los anclajes existentes para el bloque motor de combustión. Es de reseñar el eje macizo instalado entre los dos anclajes inferiores del basculante para dar mayor solidez a la unión que soportará la chapa del motor.

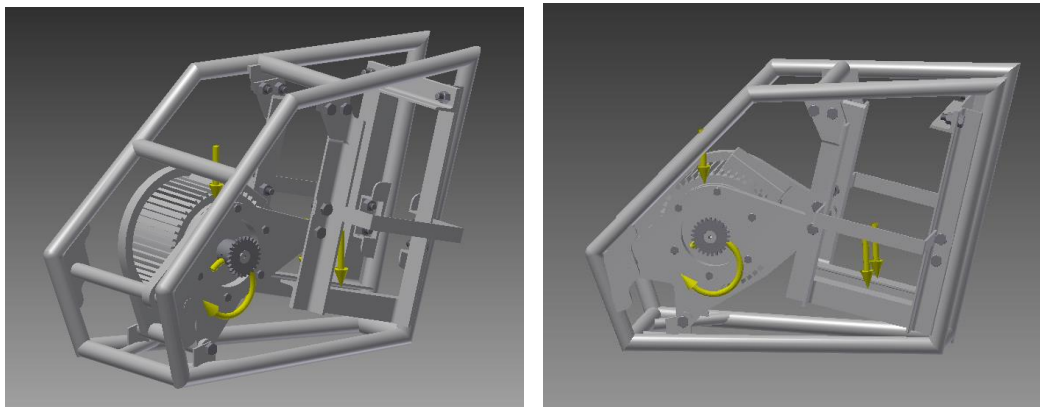


*Imagen 24. Fijaciones del conjunto funcional*

Cargas:

Se debe tener en cuenta el momento que generará el par motor sobre la estructura y los pesos de los elementos. Como se ha explicado anteriormente el motor genera un momento torsor de 32'6 N·m que transmitirá directamente sobre la chapa del motor al ir atornillada sobre éste.

El motor pesa 17 kg y cada una de las baterías 18 kg por lo que el esquema de cargas queda de la siguiente manera.



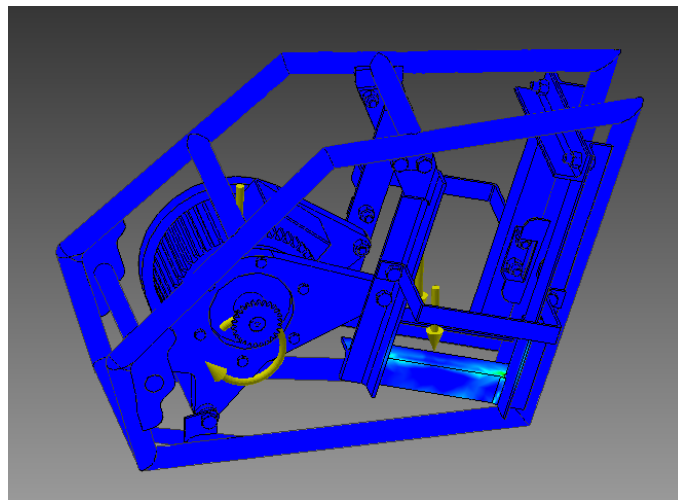
*Imagen 25. Cargas sobre el conjunto*

## 5.6.2 RESULTADOS

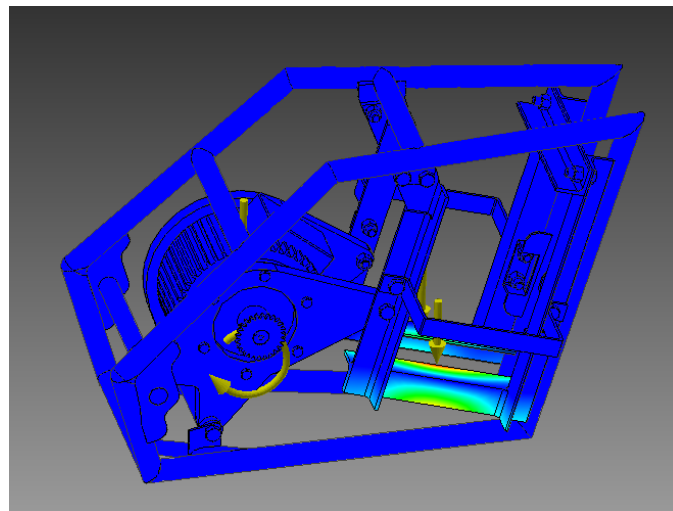
Una vez realizado el análisis de tensión se comentan los resultados obtenidos:

Como se pretendía las tensiones en la chapa soporte del motor son mínimas concretamente de 0'25 MPa en la zona de unión con la jaula. Por otra parte en la zona de anclaje al basculante su valor es de 0'4 MPa y el desplazamiento es mínimo (0'02 mm) lo que demuestra la correcta resolución del conjunto diseñado.

Mientras en la jaula formada por los perfiles angulares los esfuerzos son ligeramente mayores, aun así con un margen de seguridad muy amplio lo cual es lógico por ser la estructura menos robusta. Encontrándose un concentrador de tensiones en la esquina inferior, que precisamente es la más lejana a las sujeciones con el bastidor, sin que tampoco sea significativo. Se adjuntan los esquemas realizados con Inventor de tensión y deformación.



*Imagen 26. Análisis de tensión de la estructura*

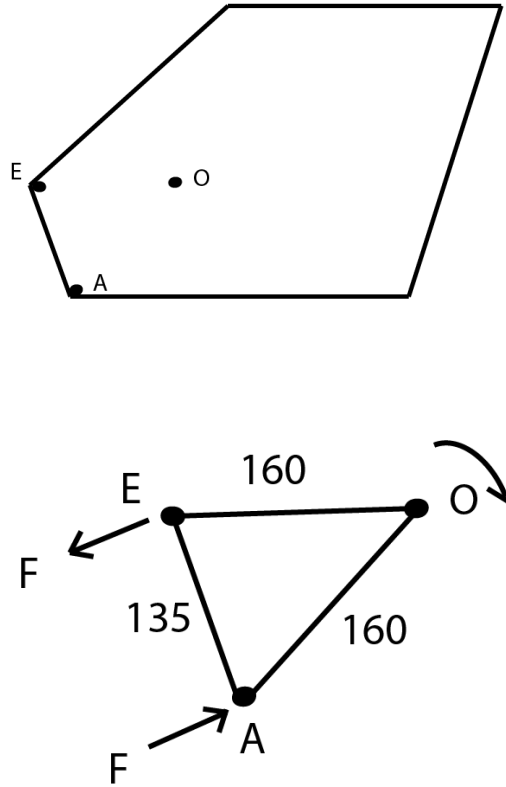


*Imagen 27. Resultado desplazamiento de la estructura*



### 5.6.3 OTRAS COMPROBACIONES

De hecho realizando una simplificación se puede ver que el esfuerzo en el anclaje del motor puede ser perfectamente absorbido por la tornillería proyectada:



$$F \cdot 0'135 = T = 32'6 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$F = 241'5 \text{ N}$$

Tornillo en A  $\varnothing 10$

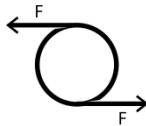
$$10 \cdot 10 \cdot \frac{\pi}{4} = 78'5 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{241'5}{78'5} = 3'08 \text{ MPa} \text{ válido}$$

Respecto a la nueva cadena de transmisión, como el par generado por el motor eléctrico puede ser superior al del motor de combustión (por tener un régimen de revoluciones inferior) se procede a comprobar su resistencia:

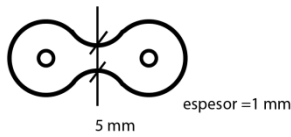
Tensión máxima en cadena (par máximo)

$$F = \frac{T}{D_{\text{piñón}}} = \frac{32'6N \cdot m}{0'094m} = 346'8N$$



$$S = 2 \cdot 5 \cdot 1 = 10 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{346'8}{10} = 34'7 \text{ MPa, inferior al límite elástico}$$



## 5.7 ESTUDIO DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Estudio de los requerimientos técnicos y normativos teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El vehículo original ya estaba homologado y matriculado para circular en España.
- Las modificaciones realizadas se centran en la sustitución del cuerpo motor y no afectan al resto del vehículo.
- El sistema de propulsión del vehículo después de la conversión pasa de ser de combustión de gasolina a ser eléctrico puro accionado por baterías.
- La conversión es realizada gracias a la instalación de un conjunto funcional homologado.

Una vez analizada la normativa aplicable al conjunto funcional y a la reforma se estudiará que en ambos casos cumplen con todos los actos reglamentarios aplicables. Se adjunta el desarrollo y justificación de dicha normativa en el Anexo I.

Según el Real Decreto 866/2010 para homologar un conjunto funcional y la reforma del vehículo en el que se instale dicho conjunto funcional, primero el fabricante del conjunto funcional deberá cumplir con una serie de requisitos que se explican a continuación. Una vez autorizado e instalado el conjunto funcional en el vehículo, el propietario del vehículo deberá homologar la reforma en una estación ITV presentando la documentación necesaria que se explica más adelante. La tramitación y los requisitos específicos exigibles de acuerdo al RD 866/2010 se definen en el Manual de Reformas de Vehículos.

Por lo tanto, el Conjunto Funcional es un conjunto de sistemas, partes o piezas autorizado por el Ministerio de Industria, destinado a cumplir una función determinada en uno o varios vehículos del mismo o de diferentes tipos o categorías y que afectan a una o varias funciones de las incluidas en el anexo I del Real Decreto 866/2010. Para tramitar el Conjunto Funcional lo deberá solicitar el mismo fabricante de este o bien el representante del fabricante.

### 5.7.1 AUTORIZACIÓN DEL CONJUNTO FUNCIONAL

Para obtener la autorización para la comercialización de accesorios o piezas como Conjuntos Funcionales es necesario presentar ante la Autoridad de Homologación:

-Solicitud de autorización. En la que el declarante solicite a la entidad de homologación la autorización para la instalación del conjunto funcional cumpliendo con los actos reglamentarios de aplicación.

-Ficha de características, descripción del Conjunto Funcional y los actos reglamentarios a los que su instalación afecte (el presente proyecto).

-Acta de ensayo del Conjunto Funcional y de su instalación expedida por un servicio técnico competente en materia de homologación (laboratorios de vehículos).

Una vez autorizado el conjunto funcional, para homologar en un vehículo los componentes que éste incluya, exceptuando casos concretos, será necesario presentar a la estación de ITV:

-Copia de la resolución de Industria dónde se autoriza el Conjunto Funcional.

-Certificado de montaje del taller donde se haya ejecutado la reforma.

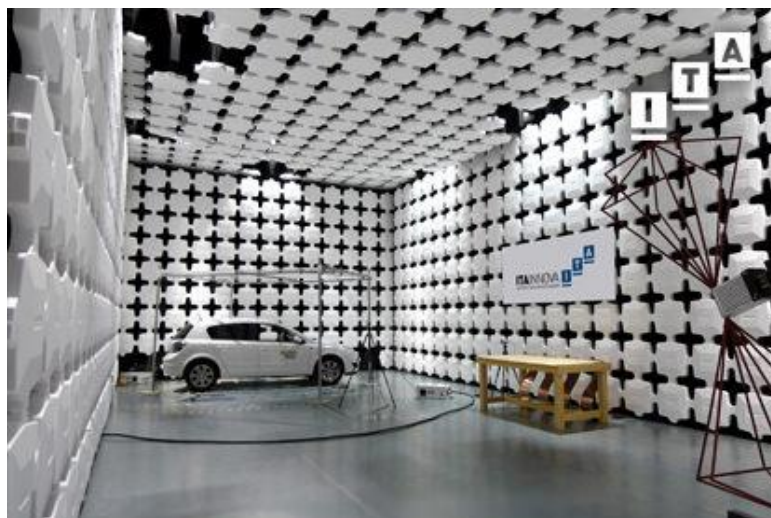
-Informe de Conformidad del servicio técnico.

Mediante un Conjunto Funcional, los componentes que éste incluya podrán homologarse de manera más fácil, rápida y económica al no necesitar de Proyecto Técnico ni de Certificado Final de Obra. Los fabricantes que opten por tramitar Conjuntos Funcionales para sus productos, dispondrán de productos con un mayor valor añadido, al evitar a sus clientes todo el proceso de homologación de forma individualizada para su vehículo.

Exceptuando la solicitud de autorización, la documentación deberá estar sellada y expedida por un servicio técnico competente en materia de homologación en España. Se ha seleccionado para esta conversión el Laboratorio de Automóviles del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza como servicio técnico que acredite el conjunto funcional y la reforma del vehículo.

En el Anexo I referido, se han estudiado todos los actos reglamentarios que se deducen del Manual de Reformas de Vehículos. En resumen los actos reglamentarios aplicables al conjunto funcional son:

- El sistema de frenado que monta el vehículo es el de serie y ya cumple con los ensayos que marca la actual directiva por pertenecer a un vehículo ya homologado. En caso de la necesidad de demostrar la eficacia del sistema de frenado del vehículo se determinará mediante los apéndices 1 y 2 de la directiva 93/14/CEE donde se explican los ensayos y prestaciones de los dispositivos de frenado.
- El vehículo debe cumplir con las dimensiones máximas autorizadas para su categoría y no sobrepasará la masa máxima permitida de 400 kg (sin incluir baterías) para su categoría. Las dimensiones del vehículo no se han visto afectadas por la reforma y sin contar las baterías, la nueva masa del vehículo se habrá reducido al eliminar el motor de combustión y sus periféricos y sustituirlos por el conjunto funcional y el motor/controlador.
- Al tratarse de un vehículo eléctrico puro cumplirá con la directiva que regula las emisiones de los vehículos para la lucha contra la contaminación atmosférica así como los límites de emisiones sonoras.
- Para el estudio de la compatibilidad electromagnética el vehículo eléctrico deberá pasar las pruebas pertinentes en una cámara anecoica como la existente en el laboratorio del Instituto Tecnológico de Aragón, en la que el vehículo sobre el que se ensaya deberá cumplir los límites de banda ancha y estrecha establecidos por la directiva sobre compatibilidad electromagnética. Como se indica en el Anexo I el vehículo cumplirá los requisitos relativos a:
  - Inmunidad a las perturbaciones radiadas y conducidas para las funciones relacionadas con el control directo del vehículo con la protección del conductor y del resto de usuarios
  - Control de emisiones radiadas y conducidas no deseadas para proteger el uso previsto de los equipos eléctricos y electrónicos del propio vehículo o de aquellos situados próximos



*Imagen 28. Cámara anecoica del Instituto Tecnológico de Aragón*

## 5.7.2 AUTORIZACIÓN DE LA REFORMA

El propietario del vehículo afectado por la conversión, para la homologación definitiva de la reforma en la estación de ITV debe presentar los siguientes documentos junto con el vehículo que se quiere homologar en correcto funcionamiento y cumpliendo todo lo indicado en el manual de procedimiento de las estaciones ITV explicado a continuación.

-Informe de conformidad firmado por un servicio técnico en este caso el Laboratorio de Automoviles de la Universidad de Zaragoza (según modelo del Anexo II del RD 866/2010)

### ANEXO II Informe de conformidad

El/los abajo firmante(s) ..... expresamente autorizado/s por:  
.....

#### INFORMA

Que el vehículo, marca ....., tipo....., variante....., denominación comercial ....., contraseñas de homologación (\*) ....., matrícula ....., y con número de bastidor....., es técnicamente apto para ser sometido a la(s) reforma(s) consistente(s) en:

Tipificada/s con el/los Código de Reforma/s .....

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

Contraseña de homologación o número de informe que avale el cumplimiento de la reglamentación aplicable afectada por las transformaciones realizadas en el vehículo.

Reglamentación aplicable	Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento.

El vehículo reformado cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las reformas tipificadas en el anexo I y en el manual de reformas de vehículos y es conforme con las condiciones exigibles de seguridad y de protección al medio ambiente.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en ....., a .... de ..... de .....

(\*) Si el vehículo no dispone de contraseña se rellenará este campo con N.P.

- Certificado de taller (según modelo del anexo III del RD 866/2010)

### ANEXO III Certificado del taller

D....., expresamente autorizado por la empresa ....., domiciliada en ....., provincia de ....., calle ....., n.º.....teléfono ....., dedicada a la actividad de ....., con n.º de registro industrial ..... y n.º de registro especial (1) .....

#### CERTIFICA

Que la mencionada empresa ha realizado la/s reforma/s, y asume la responsabilidad de la ejecución, sobre el vehículo marca....., tipo....., variante....., denominación comercial ....., matrícula ....., y n.º de bastidor ....., de acuerdo con:

La normativa vigente en materia de reformas de vehículos.

Las normas del fabricante del vehículo aplicables a la/s reforma/s llevadas a cabo en dicho vehículo.

El proyecto técnico de la/s reforma/s, adjunto al expediente.

#### OBSERVACIONES:

..... a ..... de ..... de.....

Firma y sello

Fdo.: .....

(1) En el caso de que la reforma sea efectuada por un fabricante se indicará N/A.

Se sigue la estructura para la inspección de las posibles anomalías que pueda presentar la conversión sacada del manual de procedimiento de inspección de las estaciones ITV, por el que las operaciones de inspección se agrupan por capítulos, indicándose en cada punto los métodos de inspección y la reglamentación necesaria para la homologación de la reforma.

## 1 Identificación

No se ha modificado en la transformación del vehículo ninguna de las características referentes al grupo de identificación del vehículo y dado que ya se encontraba homologado previamente cumple con las necesidades normativas exigibles.

## 2 Acondicionamiento exterior, carrocería y chasis

En la conversión del vehículo a homologar no se ha modificado el chasis, ni la carrocería, ni se ha instalado ningún dispositivo de acoplamiento, así como los limpiaparabrisas ya que carece de parabrisas, puertas y vidrios de seguridad. Tampoco se han visto modificados los retrovisores ni su emplazamiento así como las señales del vehículo, su legibilidad o emplazamiento.

## 3 Acondicionamiento interior

El asiento y sus anclajes, el dispositivo antirrobo, el campo de visión directa y el indicador de velocidad no se han visto modificados durante la conversión.

Dentro del puesto de conducción no existen aristas vivas que presenten peligro para los ocupantes ni las partes o piezas como las baterías tienen ningún riesgo de desprendimiento ni desplazamiento.

## 4 Alumbrado y señalización

El alumbrado y señalización funciona correctamente como se encontraba homologado antes de la conversión gracias a convertidor de voltaje instalado en el habitáculo de la batería que alimenta estos sistemas de señalización, este convertidor transforma la energía suministrada por las baterías de 96V en una corriente de 12V que mantiene la batería de las luces cargada para el correcto funcionamiento del sistema.

## 5 Emisiones contaminantes

En la normativa estudiada no están contemplados los vehículos eléctricos puros como es el caso de esta conversión, aunque este tipo de vehículos cumplen teóricamente con la normativa tanto de ruidos como de emisiones ya que el funcionamiento del motor eléctrico apenas produce ruido y durante su funcionamiento el vehículo emite cero emisiones a la atmósfera.

## 6 Frenos

El sistema de frenado instalado en el vehículo no se ha visto afectado por la conversión, se ha mantenido el conjunto original que ya cumplía con la normativa y se encontraba homologado para el vehículo. Se deberá comprobar que el sistema cumple con los requerimientos precisados durante la inspección en la estación de ITV

## 7 Dirección

No se ha visto modificado ni afectado el mecanismo para controlar la dirección en el vehículo.

## 8 Ejes, ruedas, neumáticos y suspensión

Los elementos que componen el eje delantero y el trasero así como su fijación al chasis y los elementos de suspensión se encuentran tras la reforma como en la primera matriculación del vehículo, no existen soldaduras ni deformaciones provocadas por la conversión en ninguno de estos sistemas así como en lo que comprende a los neumáticos, los originales del vehículo.

## 9 Motor y transmisión

Se comprobará que el motor no tiene fugas, pérdidas y su estado general. Los anclajes del motor deben estar libres de oxidación corrosión y grietas y que las conexiones del cableado existente tenga un aspecto correcto con buenas fijaciones y alejado de puntos calientes o en movimiento. Se inspeccionará que la batería tenga una fijación correcta al chasis del vehículo, sin fugas y que las conexiones estén en buen estado.

En cuanto al sistema de alimentación éste ha sido eliminado del vehículo por no ser necesario tras la conversión del vehículo al igual que el sistema de escape.

En cuanto a la transmisión se comprobará en el banco de pruebas el estado de los elementos de transmisión como la cadena, piñon y corona y los anclajes de la transmisión en el chasis en busca de oxidación o corrosión y presencia de grietas.



## 10 Otros

En este grupo se encuentran las reformas no autorizadas entre las que no se encuentra ninguna de las realizadas durante esta conversión así como los límites de velocidad máxima que no son de aplicación para este tipo de vehículo en concreto ya que no tiene limitación de velocidad.

## 6 CONCLUSIONES

- El cuadríciclo original, al no ser un vehículo diseñado con este sistema de propulsión requiere una compleja, pero viable, adaptación. Si se diseñase el vehículo partiendo de que sea propulsado mediante un motor eléctrico, el diseño del chasis, anclajes y posicionamiento de todos los elementos sería diferente.

- El conjunto funcional definido permite un montaje sencillo e intuitivo con calderería y materiales convencionales. Además tiene la posibilidad de sustituir el bloque de baterías conforme la tecnología avance en este ámbito

- Para la aplicación de una tecnología se hacen necesarias experiencias que demuestren su viabilidad y los beneficios que posee frente a otras cómodamente establecidas. En este proyecto se quiere demostrar la competitividad de la movilidad eléctrica en campos donde no está apenas implantada como son los vehículos para uso lúdico fuera de la ciudad y el asfalto.

- Este proyecto podría considerarse como una prueba de viabilidad de una tecnología emergente que será una realidad a medio y largo plazo. Todas las tecnologías emergentes requieren experiencias que demuestren su habilidad en distintas vertientes y mediante este TFG se demuestra que es viable técnica y normativamente.

- Sin embargo para las prestaciones finales que desarrolla el vehículo tras la reforma puede estimarse que el coste resultante es elevado; si bien el valor experimental del proyecto justifica la propuesta.

- Asimismo se observa que para obtener la autorización final del vehículo es preceptiva una cantidad excesiva de documentación y verificación de ensayos que lógicamente desincentivan la actuación de modo particular. Sería fundamental un mayor apoyo por parte de la administración para favorecer la iniciativa hacia un cambio de movilidad eléctrica.

## 7 BIBLIOGRAFIA

Real Decreto 750-2010 por el que se regulan los procedimientos de homologación de vehículos de motor. (<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-9994>)

Real Decreto 866/2010 por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. (<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-11154>)

Manual de Reformas de Vehículos ([http://www.gencat.cat/itv/manual\\_reformes.pdf](http://www.gencat.cat/itv/manual_reformes.pdf))

Manual de Procedimiento de Inspección de las Estaciones ITV ([http://www.minetad.gob.es/es-ES/servicios/Documentacion/DocumInteres/Manual\\_ITV\\_V710-Junio2016.pdf](http://www.minetad.gob.es/es-ES/servicios/Documentacion/DocumInteres/Manual_ITV_V710-Junio2016.pdf))

Directiva sobre frenado: Directiva 93/14/CEE (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31993L0014&from=EN>)

Directiva sobre masas y dimensiones: Directiva 93/93/CEE (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31993L0093&from=ES>)

Directiva sobre emisiones contaminantes: Directiva 97/24/CE Capítulo 5 (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31997L0024&from=EN>)

Directiva sobre el depósito de combustible: Directiva 97/24/CE Capítulo 6

Directiva sobre la compatibilidad electromagnética: Directiva 97/24/CE Capítulo 8

Directiva sobre el nivel sonoro: Directiva 97/24/CE Capítulo 9

Directiva sobre mandos testigos e indicadores: Directiva 93/29/CEE (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:31993L0029&from=ES>)

Directiva sobre los salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3

Directiva sobre velocidad máxima: Directiva 95/1/CE

Directiva sobre potencia y par máximo: Directiva 95/1/CE

<http://movilidadelectrica.com/>

<http://forococheselectricos.com/2015/06/por-que-las-motos-y-bicis-electricas-arrasan-en-china-pero-no-en-europa.html>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_el%C3%A9ctrico#Motores\\_de\\_corriente\\_continua](https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico#Motores_de_corriente_continua)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_el%C3%A9ctrico\\_sin\\_escobillas](https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico_sin_escobillas)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_motorcycles\\_and\\_scooters](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motorcycles_and_scooters)

<http://www.motorswatts.com/tienda/es/motores-electricos-/456-motor-24v-350w.html>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Contactor>

<http://www.motorverde.es/informacion-util/la-bateria/>

[http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-10-29/una-nueva-bateria-permitiria-a-coches-electricos-recorrer-600-km-sin-recargar\\_1075549/](http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-10-29/una-nueva-bateria-permitiria-a-coches-electricos-recorrer-600-km-sin-recargar_1075549/)

<http://blogs.20minutos.es/coches-electricos-hibridos/2015/04/24/el-precio-de-las-baterias-para-coches-electricos-cae-un-60/>

<http://hipertextual.com/2015/08/baterias-para-coches-electricos-en-2024>

<http://www.xatakaciencia.com/energia/llegan-las-nuevas-baterias-para-coches-electricos-mas-del-doble-de-autonomia>

<http://www.economista.es/ecomotor/motor/noticias/7041365/10/15/Los-avances-en-baterias-de-litio-traen-coches-electricos-mas-baratos-y-capaces.html>

[http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2015/11/03/actualidad/1446555500\\_635508.html](http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2015/11/03/actualidad/1446555500_635508.html)

<http://www.mcingenieria.com/es/servicios/conjunto-funcional>

# ANEXOS

---

# ANEXO I: ANÁLISIS DEL PROCEDIMIENTO DE HOMOLOGACIÓN

---

En primer lugar se exponen los distintos procedimientos para autorizar la reforma de un vehículo en España extraídos del Real Decreto 866/2010 por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos. Se ha subrayado lo que corresponde a nuestra reforma.

### **Artículo 1. Objeto.**

Constituye el objeto de este real decreto la regulación del procedimiento para la realización y tramitación de las reformas efectuadas en vehículos después de su matriculación definitiva en España con el fin de garantizar que tras la reforma se siguen cumpliendo los requisitos técnicos exigidos para su circulación.

### **Artículo 2. Ámbito de aplicación.**

1. Este real decreto se aplicará a todos los vehículos matriculados definitivamente y remolques ligeros (categoría O1) autorizados a circular.

2. Este real decreto no se aplicará a los vehículos antes de su matriculación definitiva. Las modificaciones efectuadas en los vehículos antes de su matriculación definitiva deberán estar incluidas en la homologación de tipo o tramitarse a través del procedimiento de homologación individual.

### **Artículo 3. Definiciones.**

A los efectos previstos en el presente real decreto, se entiende por:

- Homologación de tipo: Procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos pertinentes.

- Homologación de tipo nacional: Procedimiento de homologación de tipo establecido por la legislación nacional de un Estado miembro; la validez de dicha homologación queda limitada al territorio de ese Estado miembro.

- Homologación de tipo CE: Procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos de las Directivas 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas y componentes y unidades técnicas independientes destinadas a dichos vehículos; 2003/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, relativa a la homologación de

los tractores agrícolas o forestales, de sus remolques y de su maquinaria intercambiable remolcada, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas de dichos vehículos, y por la que se deroga la Directiva 74/150/CEE; 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de marzo del 2002, relativa a la homologación de los vehículos de motor de dos y tres ruedas y por la que se deroga la Directiva 92/61/CEE del Consejo, y de los actos reglamentarios enumerados en los anexos de las referidas Directivas.

- Homologación individual: Procedimiento por el cual un Estado miembro certifica que un vehículo en particular, ya sea singular o no, cumple las disposiciones administrativas y requisitos técnicos establecidos en la legislación aplicable.

- Autoridad de homologación: La autoridad con competencias en todos los aspectos de la homologación de un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente o de la homologación individual de un vehículo, del proceso de autorización, de la emisión y, en su caso, retirada de certificados de homologación, así como para actuar como punto de contacto con las autoridades de homologación de los demás Estados miembros, para designar los servicios técnicos y garantizar que el fabricante cumple sus obligaciones sobre conformidad de la producción. En la actualidad, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- Servicio técnico: La entidad designada por la autoridad de homologación como laboratorio para llevar a cabo ensayos de homologación o como entidad de evaluación de la conformidad para llevar a cabo la inspección inicial y otros ensayos o inspecciones en nombre de la autoridad de homologación, siendo posible que el propio organismo competente lleve a cabo esas funciones.

- Servicio técnico de reformas: La entidad designada por la autoridad de homologación española como laboratorio para llevar a cabo informes de las reformas tipificadas en el presente real decreto y, en su caso, los ensayos previstos en los actos reglamentarios afectados por la/s reforma/s.

- Taller: Entidad debidamente inscrita en el registro oficial de talleres de reparación de vehículos correspondiente. En España, registro especial de talleres de reparación de vehículos automóviles y de sus equipos y componentes, regulado por la reglamentación aplicable. A los efectos del presente real decreto también tendrán la consideración de taller las instalaciones de los fabricantes de vehículos cuando intervengan en la ejecución de las reformas en el ámbito que se determine en el Registro de fabricantes y firmas autorizadas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

- Estación de Inspección Técnica de Vehículos (ITV): Las instalaciones que tienen por objeto la ejecución material de las inspecciones técnicas que, de acuerdo con el Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, y demás normas aplicables, deban hacerse en los vehículos y sus componentes y accesorios, y que estén habilitadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma del territorio donde estén radicadas.



- Reforma de vehículo: Toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación y en remolques ligeros después de ser autorizados a circular, que o bien cambia alguna de las características del mismo, o es susceptible de alterar los requisitos reglamentariamente aplicables contenidos en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Este término incluye cualquier actuación que implique alguna modificación de los datos que figuran en la tarjeta de ITV del vehículo.

- Manual de Reformas de Vehículos: Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las comunidades autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación. Este manual estará disponible para consulta de los solicitantes de una reforma en todas las estaciones de ITV. El manual será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea.

- Conjunto funcional: Conjunto de sistemas, partes o piezas autorizado por la autoridad de homologación, destinado a cumplir una función determinada en uno o varios vehículos del mismo o de diferentes tipos o categorías y que afectan a una o varias funciones de las incluidas en el anexo I del presente real decreto.

- Proyecto técnico: Conjunto de documentos, redactado por técnico competente, que tiene por objeto la definición y la valoración de las características de un producto, obra o instalación, que se requieren en función de su fin o destino.

- Certificación final de obra: El acto por el que en forma de documento se da la conformidad por parte de un técnico de las obras y/o instalaciones realizadas según proyecto.

- Certificado del taller: El documento que acredita la ejecución de una determinada actuación de un taller sobre un vehículo determinado.

#### **Artículo 4. Tipificación de las reformas.**

Las reformas de vehículos se tipifican en el Anexo I del Real Decreto.

#### **Artículo 5. Requisitos generales.**

1. La reglamentación cuyo cumplimiento es exigible al vehículo reformado es la que se indica en el manual de reformas de vehículos.

2. La reglamentación cuyo cumplimiento es exigible para la tramitación de las reformas de vehículos se deriva de la que se cita en la columna 3 del anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, aceptándose como alternativa la indicada en la columna 4 del mismo anexo y, en su caso, en la reglamentación de homologación española.

En el manual de reformas de vehículos se indica, para cada reforma, los actos reglamentarios que, en su caso, pueden verse afectados por la reforma.

3. El cumplimiento de la reglamentación cuyo cumplimiento es exigible se demostrará mediante informe, según modelo del anexo II, emitido por un servicio técnico designado para reformas de vehículos, o del fabricante del vehículo, inscrito en el registro de firmas autorizadas de fabricantes de la autoridad de homologación, en el que se hará constar que el vehículo reformado, según se solicita, cumple los requisitos de los actos reglamentarios que son de aplicación conforme a las reformas tipificadas en el anexo I y al manual de reformas de vehículos. Cuando el informe de conformidad sea emitido por el fabricante para vehículos completados, dicho informe se basará en otro informe emitido por el/los fabricante/s de fase anterior cuando la transformación realizada afecte a sistemas, componentes o unidades técnicas independientes.

En el caso de que la reforma implique un cambio de categoría del vehículo, el informe citado deberá incluir relación de la documentación de homologación de los actos reglamentarios cuyo cumplimiento es exigible para la nueva categoría. En el caso de que la/s reforma/s deriven en otro vehículo homologado, será suficiente que el solicitante de la reforma obtenga del fabricante una certificación que lo acredite. En el caso que el informe de conformidad sea emitido por el fabricante del vehículo, esta certificación podrá incluirse en dicho informe.

En el caso que el emisor del informe de conformidad estime necesario basar su informe en otro emitido por el servicio técnico designado para los ensayos de homologación de los actos reglamentarios de que se trate, deberá ponerlo en conocimiento del interesado quien estará obligado a aportar el o los informes solicitados como condición indispensable para que le sea emitido el informe según el anexo II.

#### **Artículo 6. Autorización de conjuntos funcionales.**

1. El fabricante del conjunto funcional que desee obtener la autorización deberá presentar ante la autoridad de homologación un ejemplar de la documentación siguiente:

a) Solicitud de autorización.

b) Ficha de características donde se describa el conjunto funcional y los actos reglamentarios afectados, incluida la instalación, sellada por un servicio técnico competente en materia de homologación en España.

c) Acta de ensayo del conjunto funcional y de su instalación expedida por un servicio técnico competente en materia de homologación en España.

2. La autoridad de homologación deberá resolver y notificar en el plazo de seis meses desde la entrada en el registro de toda la documentación que, para cada caso, se establezca en este real decreto. Transcurrido el plazo máximo sin haberse notificado resolución expresa la solicitud se entenderá desestimada de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 43.1 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y de Procedimiento Administrativo Común y en el artículo 61 del Real Decreto Legislativo 339/1990,

de 2 de marzo, por el que se aprueba el texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

3. Se comunicarán dichas autorizaciones a los órganos de las comunidades autónomas competentes en materia de inspección técnica de vehículos, adjuntando la documentación técnica citada anteriormente.

#### **Artículo 7. Tramitación y documentación.**

1. Las reformas de vehículos se podrán solicitar por el titular del vehículo o por persona por él autorizada.

2. Si una modificación de un vehículo entraña simultáneamente varias de las reformas de vehículos tipificadas en el anexo I, su tramitación exigirá el cumplimiento de los requisitos fijados para cada una de éstas en el manual de reformas de vehículos.

3. La tramitación de reformas de vehículos podrán requerir todos o alguno de los siguientes documentos:

a) Proyecto técnico detallado de la reforma a efectuar y certificación final de obra en la que se indique que la misma se ha realizado según lo establecido en dicho proyecto, suscritos ambos por técnico titulado competente. En la certificación de obra se hará constar de forma expresa el taller y la fecha en la que se efectuó la misma. Este proyecto técnico se ha de presentar al emisor del informe de conformidad.

b) Informe de conformidad según anexo II emitido por el servicio técnico de reformas designado o alternativamente por el fabricante del vehículo.

c) Certificado del taller en el que se efectuó la reforma, según modelo del anexo III, de la correcta realización de la misma.

4. Cuando sean emitidos por el fabricante, los informes de conformidad del párrafo b) anterior serán únicamente extendidos por personas expresamente autorizadas por las empresas fabricantes para este cometido.

5. Para cada tipo de reforma de vehículo, la documentación que habrá de presentarse ante los órganos de la Administración competentes en materia de inspección técnica de vehículos (ITV), la tramitación y los requisitos específicos exigibles serán los indicados en el manual de reformas de vehículos.

6. En el caso de correspondencia del vehículo reformado con un tipo homologado, se podrá hacer la reforma sin aportar lo dispuesto en el apartado 3.a) de este artículo.

7. En el caso de una reforma amparada por un conjunto funcional autorizado por la autoridad de homologación, no será necesario el cumplimiento del párrafo a) y se inspeccionará el vehículo de acuerdo con el artículo 8 de este real decreto.

#### **Artículo 8. Inspecciones técnicas.**

1. El titular del vehículo, o persona por él autorizada, al que se le haya efectuado una reforma, está obligado a presentar el mismo a inspección técnica en el plazo máximo de quince días, aportando la documentación según se determina en el manual de reformas de vehículos. El alcance de la inspección será el delimitado por el manual de reformas de vehículos y en su ejecución se utilizará el manual de procedimiento de inspección de las estaciones de ITV.

2. El órgano de la Administración competente en materia de ITV efectuará la inspección del vehículo reformado, en base al alcance indicado en el apartado 1, al objeto de comprobar la correcta ejecución de la reforma, y si dicha reforma ha modificado las condiciones exigidas para circular por las vías públicas.

3. Si el resultado de la inspección prevista fuera favorable, el órgano de la Administración competente diligenciará la tarjeta ITV o, en su caso, expedirá una nueva.

4. Si el resultado de la inspección resultara desfavorable o negativo, se aplicará, en su caso, lo dispuesto en el Real Decreto 2042/1994, de 14 de octubre, por el que se regula la inspección técnica de vehículos.

5. Si el vehículo reformado hubiese sido matriculado en provincia distinta de aquella en que se autoriza la reforma, el órgano de la Administración competente que la haya autorizado, además de actuar según lo dispuesto en los apartados 2 y 3 de este artículo, remitirá al órgano competente de la comunidad autónoma de matriculación un ejemplar de la diligencia que se indica en el apartado 3, con facsímil del nuevo número de bastidor, en su caso, para constancia en el expediente del vehículo.

El órgano de la Administración competente lo comunicará a la Jefatura de Tráfico de su provincia según lo dispuesto en el Real Decreto 2042/1994, de 14 de octubre.

## ANEXO I.B. MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS

Los criterios, requisitos y procedimientos que se deben cumplir para la tramitación de la homologación del conjunto funcional se establecen en el Manual de Reformas de Vehículos del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El manual está dividido en cuatro secciones dependiendo del tipo de vehículo:

I. Vehículos de las categorías M, N y O.

### **II. Vehículos de categorías L, quads y UTV.**

II. Vehículos agrícolas.

IV. Vehículos de obras y/o servicios.

Cada una de estas secciones a su vez está dividida en las siguientes funciones o grupos, correspondientes a cada parte del vehículo a la que puede afectar la reforma:

1. Identificación

**2. Unidad motriz**

**3. Transmisión**

4. Ejes

5. Suspensión

6. Dirección

7. Frenos

8. Carrocería

9. Dispositivos de alumbrado y señalización

10. Uniones entre vehículos tractores y sus remolques o semirremolques

11. Modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV

Cada uno de estas funciones o grupos están divididos en códigos de reformas que identifican las modificaciones realizadas sobre el vehículo. Cada función o grupo está compuesto por fichas pertenecientes a los grupos citados, que incluyen el análisis de las posibles transformaciones efectuadas en el vehículo mediante código de reforma. Cada ficha incluye los siguientes apartados:

**1. Grupo:** identifica de forma general la parte del vehículo afectado por las posibles transformaciones, enumeradas mediante CR

**2. Descripción:** se describen las transformaciones que se realizan en el vehículo y que afectan al grupo indicado. Se identifican mediante CR

**3. Campo de aplicación:** se indica por categoría de vehículos en la que puede o no realizarse la reforma (SI/NO).

**4. Actos reglamentarios (en adelante AR):** incluye tabla resumen de los AR aplicables para cada CR, teniendo en cuenta su campo de aplicación y la categoría del vehículo al que se realiza la transformación. La lista de AR se aplicará según columna 3 o requisitos alternativos de la columna 4 del Anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, teniendo en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

(1) El AR se aplica en su última actualización en vigor, a fecha de tramitación de la reforma.

(2) El AR se aplica en la actualización en vigor en la fecha de la primera matriculación del vehículo, si la homologación del mismo exige el AR incluido en la tabla. En caso que el AR no fuera exigido para la homologación del vehículo en la fecha de su primera matriculación, se deberá aplicar al menos el AR en la primera versión incluida en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, como obligatoria (A).

(-) El AR no es aplicable.

(X) Indica que no se puede realizar la reforma para esta categoría de vehículo.

En el caso de que la transformación afecte al cumplimiento de varios CR, se aplicará siempre el nivel más restrictivo de los AR implicados en la misma. Cuando la reforma no afecte al cumplimiento de alguno de los actos reglamentarios especificados en cada uno de los códigos de reformas descritos en el Manual, se especificará explícitamente en el correspondiente Informe de Conformidad que el acto reglamentario no se ve afectado por la misma, indicando el número de informe donde se justifica o el número de la homologación de tipo.

**5. Documentación exigible:** en este apartado se relaciona la documentación necesaria para la tramitación de la reforma, particularizando para cada una de ellas la información que debe contener. Toda la documentación, que en cada caso se requiera, se podrá presentar en papel o formato electrónico validado, surtirá efectos de solicitud y, será requisito previo al inicio de tramitación de las reformas. Las fechas de la solicitud y de la documentación aportada deberán cumplir los plazos establecidos en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y de Procedimiento Administrativo Común. La no correspondencia de la documentación con la reforma efectuada dará lugar a la paralización del expediente hasta que la correspondencia quede acreditada. En tanto no se acredite dicho extremo no se podrá solicitar la legalización de la reforma en otra estación ITV salvo autorización expresa del organismo competente. En función del CR afectado en la reforma la documentación a presentar podrá consistir en:

5.1 Proyecto técnico

5.2 Certificado de dirección final de obra

5.3 Informe de conformidad

5.4 Certificado de taller (según modelo del Anexo II del RD 866/2010)

**6. Documentación adicional:** indica la documentación necesaria para completar la información sobre la reforma realizada en el vehículo

**7. Conjunto funcional:** el firmante del informe de conformidad según anexo II verificará que la reglamentación objeto de evaluación del conjunto funcional se encuentra actualizada en la fecha de ejecución de la reforma. En caso contrario, no se autorizará la reforma mientras no se actualice la vigencia de dicho conjunto funcional. Previa solicitud del fabricante del conjunto funcional, la Autoridad de homologación, previo informe del servicio técnico que realizó los ensayos previos a la autorización inicial, podrá realizar una extensión del conjunto funcional que haya perdido su vigencia, actualizándolo. **En el caso de una reforma amparada por un conjunto funcional autorizado por la Autoridad de Homologación, no será necesaria la presentación del proyecto técnico y la certificación final de obra.** Los kits en los vehículos que hayan sido autorizados por la Autoridad de Homologación y cumplan con los AR marcados en la columna 3 del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, seguirán siendo válidos. Se admitirán extensiones de los mismos, adaptándose al formato de conjunto funcional.

**8. Inspección específica. Puntos a verificar:** se incluyen los puntos a verificar por la estación ITV y su correspondencia con los capítulos del Manual de Procedimientos de Inspección de las Estaciones ITV. En todos los casos será obligatoria la identificación del vehículo según capítulo 1 de dicho Manual. Además de la identificación del vehículo, deberán verificarse según los apartados del Manual de procedimientos indicados para cada CR, aquellos subapartados que hayan podido verse afectados por la reforma. Si el CR requiere algún capítulo que comporta la utilización de equipo de la línea de inspección, deberá realizarse la prueba correspondiente.

**9. Normalización de la anotación de la Reforma en la tarjeta ITV:** se incluye la anotación tipo para cumplimentar las tarjetas ITV tras la legalización de la reforma. En general, cualquier variación de las características técnicas del vehículo, como resultado de la reforma (masas, dimensiones, tara, etc.) deberá indicarse en la Tarjeta ITV. Estas indicaciones se adaptarán a los modelos que se especifican, de forma no exhaustiva, en cada uno de los CR.

**10. Información adicional:** aclaraciones o requisitos adicionales a cada CR



## ANEXO I.C. APLICACIÓN DEL MANUAL DE REFORMAS DE VEHÍCULOS Y ACTOS REGLAMENTARIOS AFECTADOS

A continuación se muestran las reformas del manual afectadas por la conversión a eléctrico del vehículo referente al grupo de unidad motriz y transmisión y los actos reglamentarios aplicables a cada código de reforma:

### Grupo 2. Unidad motriz:

#### 2.3 Modificación o sustitución de la unidad motriz por otra de distintas características

- Frenado: Directiva 93/14/CEE
- Masas y dimensiones: Directiva 93/93/CEE
- Emisiones contaminantes: Directiva 97/24/CE Capítulo 5
- Depósito de combustible: Directiva 97/24/CE Capítulo 6
- Compatibilidad electromagnética: Directiva 97/24/CE Capítulo 8
- Nivel sonoro: Directiva 97/24/CE Capítulo 9

#### 2.7 Modificación de la ubicación, sustitución, adición o reducción del número de depósitos de combustible.

- Salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3
- Depósito de combustible: Directiva 97/24/CE Capítulo 6
- Masas y dimensiones: Directiva 93/93/CEE

#### 2.8 Modificación del sistema de accionamiento del mando para la aceleración, así como de la ubicación, sustitución, adición o desinstalación del mismo.

- Mandos testigos e indicadores: Directiva 93/29/CEE
- Salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3

2.9 Modificación de sistemas o de la programación de los mismos que puedan variar la potencia máxima.

- Velocidad máxima: Directiva 95/1/CE
- Potencia y par máximo: Directiva 95/1/CE
- Emisiones contaminantes: Directiva 97/24/CE Capítulo 5
- Nivel sonoro: Directiva 97/24/CE Capítulo 9

Grupo 3. Transmisión:

3.2 Modificación del sistema de accionamiento del embrague, así como de la ubicación, sustitución, adición o desinstalación del mismo.

- Mandos testigos e indicadores: Directiva 93/29/CEE
- Salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3

## Frenado: Directiva 93/14/CEE

### Funciones del dispositivo de frenado:

- Frenado de servicio: permitirá controlar el movimiento del vehículo y pararlo de forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sea la velocidad, la carga o la pendiente descendiente o ascendiente en la que se encuentre el vehículo. Sus efectos deberán ser regulables. El conductor podrá frenar desde el punto de conducción sin quitar las manos del mecanismo de dirección.
- Frenado de socorro (en caso de que el vehículo disponga del mismo): permitirá detener el vehículo en una distancia razonable en caso de que falle el freno de servicio. Sus efectos deberán ser regulables. El conductor podrá frenar desde el puesto de conducción conservando el control, por lo menos con una mano, del mecanismo de dirección. Para los fines de la presente disposición, está claro que no podrá producirse a la vez más de un fallo del frenado de servicio.
- Frenado de estacionamiento (en caso de que el vehículo disponga del mismo): Mantendrá el vehículo inmóvil en una pendiente ascendiente o descendente, incluso en ausencia del conductor; en este último caso, quedará accionado el freno mediante un dispositivo puramente mecánico. El conductor podrá frenar de esta forma desde el puesto de conducción.

### Características de los dispositivos de frenado:

#### Todo vehículo irá equipado con:

- Dos dispositivos independientes de frenado de servicio que accionen simultáneamente los frenos de todas las ruedas, o bien, un dispositivo de frenado de servicio que accione los frenos de todas las ruedas y un dispositivo de frenado de socorro que podrá ser el freno de estacionamiento.
- Un dispositivo de frenado de estacionamiento que actúe sobre la rueda o ruedas de, por lo menos, un eje. El dispositivo de frenado de estacionamiento, que puede ser uno de los dos dispositivos de frenado de servicio, será independiente del dispositivo que actúa sobre los demás ejes.
- Un dispositivo de frenado de pie que accione sobre las cuatro ruedas y de un dispositivo de frenado secundario de socorro que podrá ser el freno de estacionamiento.
- Un sistema de frenado que actúe sobre las ruedas de al menos un eje. El control del frenado de estacionamiento deberá ser independiente del control del dispositivo de frenado de servicio.
- Los dispositivos de frenado actuarán sobre las superficies de frenado fijas permanentemente a las ruedas de forma rígida o mediante piezas no expuestas a fallar.
- Los elementos de todos los dispositivos de frenado que estén fijados en los vehículos lo estarán de forma sólida, con el fin de evitar todo fallo del dispositivo de frenado en una utilización normal.

- Los dispositivos de frenado funcionarán libremente siempre que estén correctamente lubricados y ajustados.
- El desgaste de los frenos se podrá compensar fácilmente mediante un sistema de reajuste manual o automático del desgaste. Deberá ser posible ajustar los frenos hasta que haya que sustituir las guarniciones sin afectar a la eficacia del frenado.
- El mando, los elementos de la transmisión y de los frenos tendrán una reserva de carrera que, en caso de recalentamiento de los frenos y de desgaste máximo de las guarniciones, permita frenar eficazmente sin necesidad de un ajuste inmediato.
- Cuando estén correctamente ajustados, los elementos del dispositivo de frenado, al accionarlos, no entrarán en contacto con otras partes que no sean las previstas.
- En el caso de dispositivos de frenado con transmisión hidráulica, el recipiente que contiene el líquido del freno deberá estar diseñado y construido de forma que el nivel del líquido del freno pueda comprobarse fácilmente.

Ensayos de frenado: se explican en los anexos de la directiva 93/14/CE, no se exponen en el presente trabajo ya que se estima necesario ya que el conjunto de frenos del vehículo ya está homologado para un vehículo de masas similares.

## Masas y dimensiones: Directiva 93/93/CEE

### Disposiciones generales:

- La medición de las dimensiones se efectuará estando el vehículo con su masa en vacío y los neumáticos inflados a la presión recomendada por el fabricante para la masa en vacío.
- El vehículo estará en posición vertical y las ruedas en la posición correspondiente para desplazarse en línea recta.
- Todas las ruedas del vehículo reposarán sobre el plano de apoyo, excepto la rueda de repuesto, si la hubiere.

### Disposiciones particulares:

- Las dimensiones máximas autorizadas serán las siguientes:

- Longitud: 4,00 m
- Anchura: 2,00 m
- Altura: 2,50 m.

- La masa máxima autorizada será la masa técnicamente admisible declarada por el fabricante.

- La masa máxima en vacío de los vehículos de motor de tres o cuatro ruedas será la siguiente:
  - Vehículos de motor de tres ruedas: 270 kg para los ciclomotores, 1 000 kg para los triciclos (no se tendrá en cuenta la masa de las baterías de propulsión de los vehículos eléctricos).

- Vehículos de motor de cuatro ruedas: 350 kg para los cuatriciclos ligeros, 400 kg para los cuatriciclos que no sean ligeros destinados al transporte de personas, 550 kg para los cuatriciclos que no sean ligeros destinados al transporte de mercancías (**no se tendrá en cuenta la masa de las baterías de propulsión de los vehículos eléctricos**).

- La carga útil declarada por el fabricante para los vehículos de motor de tres o cuatro ruedas no deberá superar:

- Para los ciclomotores de tres ruedas: 300 kg
- Para los cuatriciclos ligeros: 200 kg
- Para los cuatriciclos que no sean ligeros: destinados al transporte de mercancías: 1 000 kg; Destinados al transporte de personas: 200 kg.

- Los vehículos de motor de dos, tres o cuatro ruedas podrán tener autorización para remolcar una masa declarada por el fabricante que no deberá ser superior al 50 % de la masa en vacío del vehículo.

#### Emisiones contaminantes: Directiva 97/24/CE Capítulo 5

En el capítulo 5 de esta directiva se establecen las medidas y ensayos para la estimación y homologación de la contaminación atmosférica causada por los vehículos de motor de dos y tres ruedas. Esta directiva establece los procedimientos de estudio y ensayo en los vehículos que funcionan con motores híbridos eléctricos-combustión para medir los niveles de contaminación y gases que generan durante la combustión. Dado que el vehículo de la conversión se trata de un cuadriciclo eléctrico puro esta directiva no es de aplicación en la homologación de la reforma.

#### Depósito de combustible: Directiva 97/24/CE Capítulo 6

En el capítulo 6 de esta directiva se establecen las medidas que debe cumplir el vehículo en cuanto al depósito de combustible. En este apartado están contemplados los vehículos de combustión e híbridos eléctricos pero no los vehículos 100% eléctricos como los que se estudian en este trabajo, ya que carecen de depósito de combustible, no es necesario estudiar esta directiva puesto que no se aplica en este tipo de vehículos.

#### Compatibilidad electromagnética: Directiva 97/24/CE Capítulo 8

Disposiciones:

- Disposiciones sobre la radiación de banda ancha de los vehículos

Método de medición: La radiación electromagnética generada por el tipo de vehículo sometido a ensayo se medirá empleando el método descrito en el Anexo II.

Límites de referencia de radiación del vehículo en banda ancha:

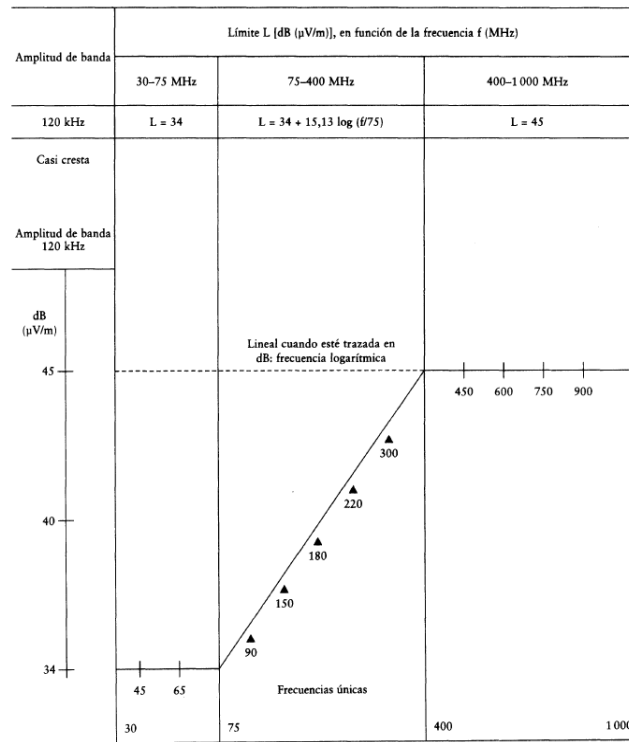
- Si se efectúa la medición empleando el método descrito en el Anexo II, para una distancia del vehículo a la antena de  $10,0 \pm 0,2$  m, el límite de radiación de referencia será de 34 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) en la banda de frecuencias de 30 a 75 MHz, y de 34 a 45 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) en la banda de frecuencias de 75 a 400 MHz. El límite aumentará en el logaritmo de la frecuencia para las frecuencias situadas por encima de los 75 MHz, como se indica en el Apéndice 1 de este Anexo. En la banda de frecuencias de 400 a 1 000 MHz el límite permanecerá constante y será de 45 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ).

- Si se efectúa la medición utilizando el método descrito en el Anexo II, para una distancia del vehículo a la antena de  $3,0 \pm 0,05$  m, los límites de radiación de referencia serán de 44 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) en la banda de frecuencias de 30 a 75 MHz, y de 44 a 55 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) en la banda de

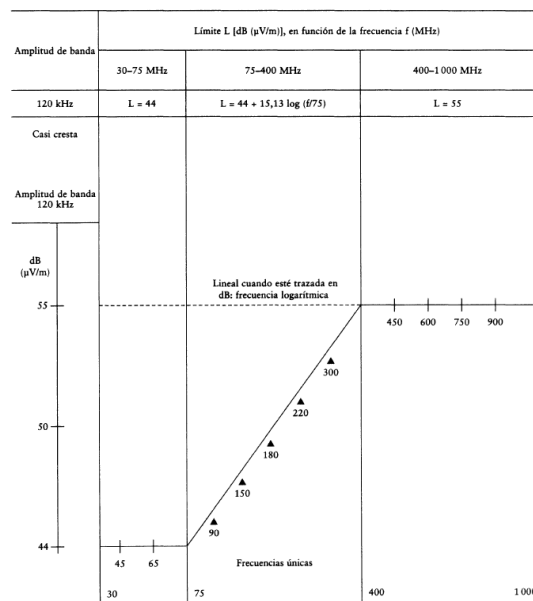
frecuencias de 75 a 400 MHz. El límite aumentará en el logaritmo de la frecuencia para las frecuencias situadas por encima de los 75 MHz, como se indica en el Apéndice 2 de este Anexo. En la banda de frecuencias de 400 a 1 000 MHz el límite permanecerá constante y será de 55 dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ).

- Para el tipo de vehículo sometido a ensayo, los valores medidos expresados en dB ( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) estarán, como mínimo, 2,0 dB por debajo de los límites de referencia.

Apéndice 1



Apéndice 2



· Disposiciones sobre la radiación de banda estrecha de los vehículos

Método de medición: La radiación electromagnética generada por el tipo de vehículo sometido a ensayo se medirá empleando el método descrito en el Anexo III.

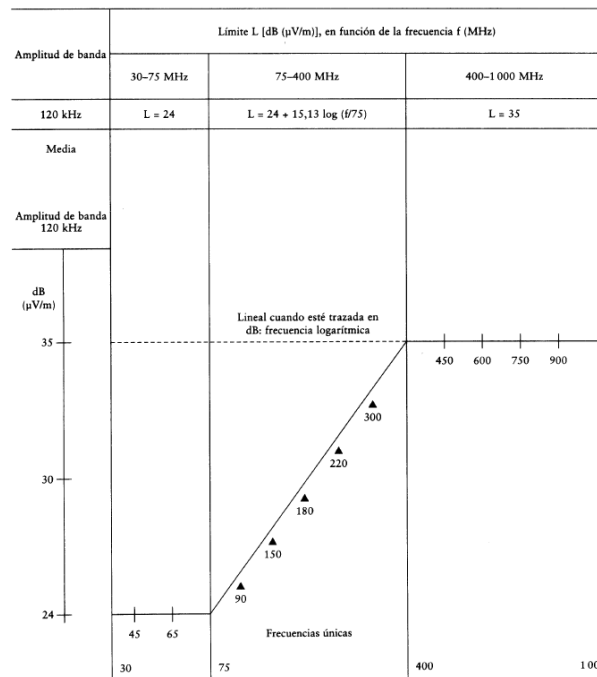
Límites de radiación de referencia en la banda estrecha del vehículo:

- Si se efectúa la medición empleando el método descrito en el Anexo III, para una distancia del vehículo a la antena de  $10,0 \pm 0,2$  m, los límites de radiación de referencia serán de 24 dB ( $\mu\text{V/m}$ ) en la banda de frecuencias de 30 a 75 MHz, y de 24 a 35 dB ( $\mu\text{V/m}$ ) en la banda de frecuencias de 75 a 400 MHz. El límite aumentará en el logaritmo de la frecuencia para las frecuencias situadas por encima de los 75 MHz, como se indica en el Apéndice 3 de este Anexo. En la banda de frecuencias de 400 a 1 000 MHz el límite permanecerá constante y será de 35 dB ( $\mu\text{V/m}$ ).

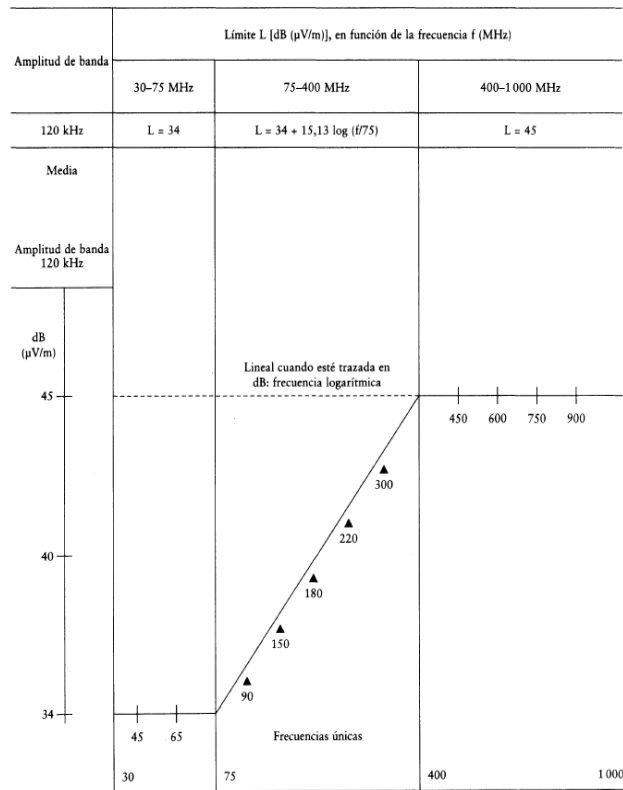
- Si se efectúa la medición empleando el método descrito en el Anexo III, para una distancia del vehículo a la antena de  $3,0 \pm 0,05$  m, los límites de radiación de referencia serán de 34 dB ( $\mu\text{V/m}$ ) en la banda de frecuencias de 30 a 75 MHz, y de 34 a 45 dB ( $\mu\text{V/m}$ ) en la banda de frecuencias de 75 a 400 MHz. El límite aumentará en el logaritmo de la frecuencia para las frecuencias situadas por encima de los 75 MHz, como se indica en el Apéndice 4 del presente Anexo. En la banda de frecuencias de 400 a 1 000 MHz el límite permanecerá constante y será de 45 dB ( $\mu\text{V/m}$ ).

- Para cada tipo de vehículo sometido a ensayo, los valores medidos expresados en dB ( $\mu\text{V/m}$ ) estarán, como mínimo, 2,0 dB por debajo del límite de referencia.

Apéndice 3







· Disposiciones sobre la inmunidad del vehículo a la radiación electromagnética

Método de medición: La inmunidad a la radiación electromagnética del tipo de vehículo se ensayará según el método descrito en el Anexo IV.

Límite de referencia de la inmunidad del vehículo:

- Si se efectúa la medición empleando el método descrito en el Anexo IV, el nivel de referencia de intensidad del campo será de 24 V/m (valor efectivo) en más del 90 % de la banda de frecuencias de 20 a 1 000 MHz y de 20 V/m en toda la banda de frecuencias de 20 a 1 000 MHz.

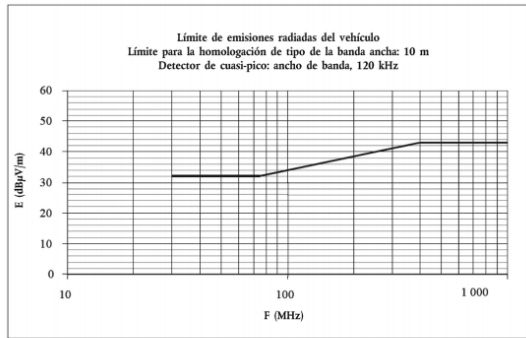
- El vehículo representativo del tipo sometido a ensayo no tendrá ningún fallo de control directo del mismo que pudiera observar el conductor o cualquier otro usuario de la carretera cuando dicho vehículo se halle en el estado definido en el punto 4 del Anexo IV y esté sometido a la intensidad de campo, expresada en V/m, que deberá ser un 25 % superior al límite de referencia.

Esta directiva se aplica para la compatibilidad electromagnética de los vehículos de combustión pero la progresiva implantación de los vehículos eléctricos e híbridos está produciendo nuevos niveles y tipos de interferencias debido a una serie de notables diferencias con respecto a los automóviles comunes. En la Directiva 2004/104 CE se ha englobado en el Reglamento nº10 de la UNECE relativo a la homologación de los vehículos en lo que concierne a su compatibilidad electromagnética.

### Límites de referencia de la banda ancha del vehículo:

Distancia del vehículo a la antena: 10 m

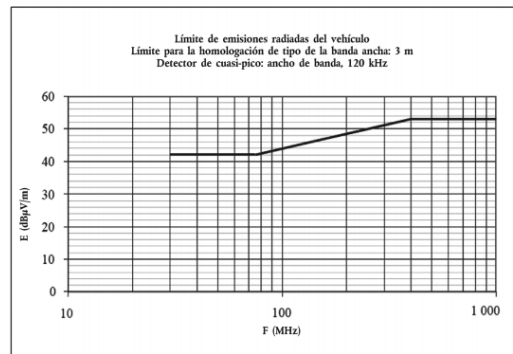
Límite E (dBµV/m), función de la frecuencia F (MHz)		
30 - 75 MHz	75 - 400 MHz	400 - 1 000 MHz
E = 32	E = 32 + 15,13 log (F/75)	E = 43



Frecuencia expresada en megahercios (escala logarítmica)

Distancia del vehículo a la antena: 3 m

Límite E (dBµV/m), función de la frecuencia F (MHz)		
30 - 75 MHz	75 - 400 MHz	400 - 1 000 MHz
E = 42	E = 42 + 15,13 log (F/75)	E = 53

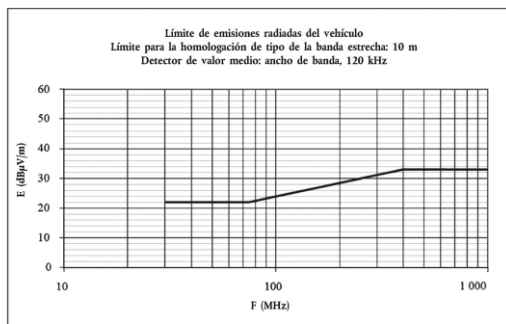


Frecuencia expresada en megahercios (escala logarítmica)

### Límites de referencia de banda estrecha del vehículo:

Distancia del vehículo a la antena: 10 m

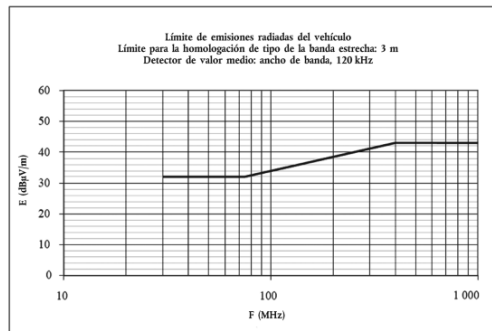
Límite E (dBµV/m), función de la frecuencia F (MHz)		
30 - 75 MHz	75 - 400 MHz	400 - 1 000 MHz
E = 22	E = 22 + 15,13 log (F/75)	E = 33



Frecuencia expresada en megahercios (escala logarítmica)

Distancia del vehículo a la antena: 3 m

Límite E (dBµV/m), función de la frecuencia F (MHz)		
30 - 75 MHz	75 - 400 MHz	400 - 1 000 MHz
E = 32	E = 32 + 15,13 log (F/75)	E = 43

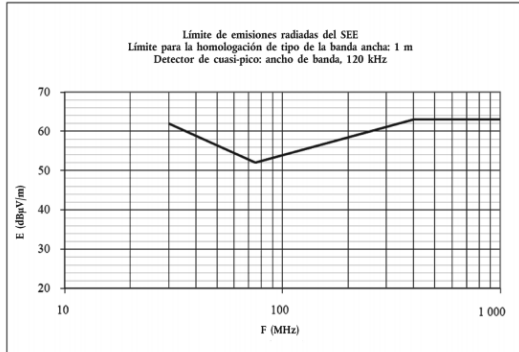


Frecuencia expresada en megahercios (escala logarítmica)

## Subconjunto eléctrico o electrónico:

Límites de referencia de la banda ancha

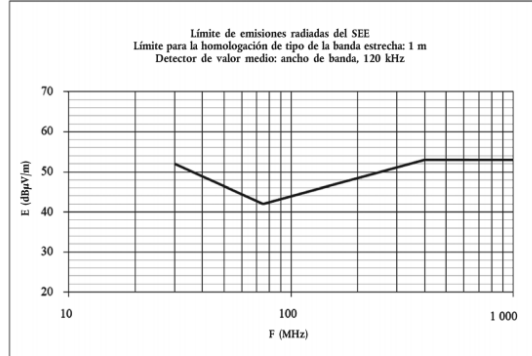
Límite E (dBμV/m), función de la frecuencia F (MHz)		
30-75 MHz	75-400 MHz	400-1 000 MHz
$E = 62 - 25,13 \log (f/30)$	$E = 52 + 15,13 \log (f/75)$	$E = 63$



Frecuencia expresada en megahercios (escala logarítmica)

Límites de referencia de la banda estrecha

Límite E (dBμV/m), función de la frecuencia F (MHz)		
30 - 75 MHz	75 - 400 MHz	400 - 1 000 MHz
$E = 52 - 25,13 \log (f/30)$	$E = 42 + 15,13 \log (f/75)$	$E = 53$



Frecuencia expresada en megahercios (escala logarítmica)

Los métodos de ensayo para la compatibilidad electromagnética se describen en los anexos del reglamento nº10 sobre la homologación de los vehículos en lo que concierne a su compatibilidad electromagnética.

Para el estudio de la compatibilidad electromagnética el vehículo eléctrico deberá pasar las pruebas pertinentes en una cámara anecoica como la existente en el laboratorio del Instituto Tecnológico de Aragón, en la que el vehículo sobre el que se ensaya deberá cumplir los límites de banda ancha y estrecha establecidos por la directiva sobre compatibilidad electromagnética.

El sector de los vehículos eléctricos todavía se encuentra en fase de desarrollo y planteará más retos en el futuro desde el punto de vista de la compatibilidad electromagnética.

### Nivel sonoro: Directiva 97/24/CE Capítulo 9

En el capítulo 9 de esta directiva se establecen las medidas y ensayos para la estimación y homologación del nivel sonoro admisible y dispositivos de escape de los vehículos de motor. Como el vehículo eléctrico no produce ningún tipo de emisión no necesita dispositivos de escape y el funcionamiento del motor eléctrico produce unas emisiones sonoras casi nulas, el capítulo 9 será aplicable al proyecto de conversión pero no supone ningún impedimento para su homologación ya que el nivel sonoro máximo del vehículo tras la conversión será muy inferior a los 80 dB máximos que marca la directiva.

**VALORES LÍMITE DEL NIVEL SONORO EN dB(A) Y FECHAS DE ENTRADA EN VIGOR DE LA HOMOLOGACIÓN EN LO QUE SE REFIERE AL NIVEL SONORO ADMISIBLE DE UN TIPO DE VEHÍCULO DE MOTOR DE DOS O TRES RUEDAS**

Vehículos	Valores límite del nivel sonoro con efecto a contar de los 24 meses de la adopción de la presente Directiva
1. Ciclomotores	
de dos ruedas	
≤ 25 km/h	66
> 25 km/h	71
de tres ruedas	76
2. Motocicletas	
≤ 80 cm <sup>3</sup>	75
> 80 ≤ 175 cm <sup>3</sup>	77
> 175 cm <sup>3</sup>	80
3. Vehículos de tres ruedas	80

## 2.7 Modificación de la ubicación, sustitución, adición o reducción del número de depósitos de combustible.

### Masas y dimensiones: Directiva 93/93/CEE

#### Disposiciones generales:

- La medición de las dimensiones se efectuará estando el vehículo con su masa en vacío y los neumáticos inflados a la presión recomendada por el fabricante para la masa en vacío.
- El vehículo estará en posición vertical y las ruedas en la posición correspondiente para desplazarse en línea recta.
- Todas las ruedas del vehículo reposarán sobre el plano de apoyo, excepto la rueda de repuesto, si la hubiere.

#### Disposiciones particulares:

- Las dimensiones máximas autorizadas serán las siguientes:

· Longitud: 4,00 m

· Anchura: 2,00 m

· Altura: 2,50 m.

- La masa máxima autorizada será la masa técnicamente admisible declarada por el fabricante.

- La masa máxima en vacío de los vehículos de motor de tres o cuatro ruedas será la siguiente:
  - Vehículos de motor de tres ruedas: 270 kg para los ciclomotores, 1 000 kg para los triciclos (no se tendrá en cuenta la masa de las baterías de propulsión de los vehículos eléctricos).

· Vehículos de motor de cuatro ruedas: 350 kg para los cuatriciclos ligeros, 400 kg para los cuatriciclos que no sean ligeros destinados al transporte de personas, 550 kg para los cuatriciclos que no sean ligeros destinados al transporte de mercancías (no se tendrá en cuenta la masa de las baterías de propulsión de los vehículos eléctricos).

- La carga útil declarada por el fabricante para los vehículos de motor de tres o cuatro ruedas no deberá superar:

· Para los ciclomotores de tres ruedas: 300 kg

· Para los cuatriciclos ligeros: 200 kg

· Para los cuatriciclos que no sean ligeros: destinados al transporte de mercancías: 1 000 kg; Destinados al transporte de personas: 200 kg.

- Los vehículos de motor de dos, tres o cuatro ruedas podrán tener autorización para remolcar una masa declarada por el fabricante que no deberá ser superior al 50 % de la masa en vacío del vehículo.

*Apéndice 1*

Ficha de características de las masas y dimensiones de un tipo de vehículo de motor de dos o tres ruedas  
(Se adjuntará a la solicitud de homologación de las masas y dimensiones siempre que ésta no se presente al mismo tiempo que la del vehículo)

Nº de orden (asignado por el solicitante): .....

La solicitud de homologación de las masas y dimensiones de un tipo de vehículo de motor de dos o tres ruedas deberá ir acompañada de las características que figuran en el Anexo II de la Directiva 92/61/CEE en los puntos siguientes:

- letra A:
  - 0,1,
  - 0,2,
  - 0,4 a 0,6,
  - 1,2,
  - 2,1 a 2,5;
- letra C:
  - 1.2.1.

*Apéndice 2*

Sello de la Administración

Certificado de homologación de las masas y dimensiones de un tipo de vehículo de motor de dos o tres ruedas

Informe nº ..... del servicio técnico ..... de fecha .....

Nº de homologación: ..... Nº de ampliación: .....

1. Marca de fábrica o comercial del vehículo: .....
2. Tipo de vehículo: .....
3. Nombre y dirección del fabricante: .....
4. Nombre y dirección del representante del fabricante (si procede): .....
5. Vehículo presentado a ensayo el .....
6. Se concede/deniega (!) la homologación
7. Lugar: .....
8. Fecha: .....
9. Firma: .....

Salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3

En este capítulo de la directiva se estudian los requisitos relativos a los salientes exteriores de los vehículos. Como en la conversión del vehículo no se ven afectados ninguno de los elementos tratados por la directiva no se considera de aplicación para la reforma del vehículo.

Depósito de combustible: Directiva 97/24/CE Capítulo 6

En el capítulo 6 de esta directiva se establecen las medidas que debe cumplir el vehículo en cuanto al depósito de combustible. En este apartado están contemplados los vehículos de combustión e híbridos eléctricos pero no los vehículos 100% eléctricos como los que se estudian en este trabajo, ya que carecen de depósito de combustible, no es necesario estudiar esta directiva puesto que no se aplica en este tipo de vehículos.

2.8 Modificación del sistema de accionamiento del mando para la aceleración, así como de la ubicación, sustitución, adición o desinstalación del mismo.

Mandos testigos e indicadores: Directiva 93/29/CEE

Los mandos, testigos e indicadores montados en un vehículo deberán ir identificados conforme a las disposiciones establecidas en la siguiente directiva. En la conversión a eléctrico del vehículo se conservan estos elementos de origen, tan sólo se modificará el mando de aceleración, sustituyendo el acelerador de gatillo original por un acelerador tipo puño de gas especialmente diseñado para trabajar con el controlador del motor eléctrico.

Salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3

En este capítulo de la directiva se estudian los requisitos relativos a los salientes exteriores de los vehículos. Como en la conversión del vehículo no se ven afectados ninguno de los elementos tratados por la directiva no se considera de aplicación para la reforma del vehículo.

2.9 Modificación de sistemas o de la programación de los mismos que puedan variar la potencia máxima.

Velocidad máxima: Directiva 95/1/CE

Según el apartado 7 del Anexo I de la presente directiva, los vehículos cuya velocidad máxima no esté limitada por la definición correspondiente que figura en el artículo 1, apartados 2 y 3 de la Directiva 2002/24/CE, no será necesario realizar una prueba de homologación y se aceptará como velocidad máxima la declarada por el fabricante en la ficha de características que figura en el Anexo II de la Directiva 2002/24/CE.

Potencia y par máximo: Directiva 95/1/CE

Según las directivas 95/1/CE y 92/61/CEE no se contempla la medición de la potencia y par máximo en los vehículos eléctricos por lo que se tendrán en cuenta para la ficha de características los valores de potencia y par establecidos por el fabricante del motor eléctrico empleado.

Emisiones contaminantes: Directiva 97/24/CE Capítulo 5

En el capítulo 5 de esta directiva se establecen las medidas y ensayos para la estimación y homologación de la contaminación atmosférica causada por los vehículos de motor de dos y tres ruedas. Esta directiva establece los procedimientos de estudio y ensayo en los vehículos que funcionan con motores híbridos eléctricos-combustión para medir los niveles de contaminación y gases que generan durante la combustión. Dado que el vehículo de la conversión se trata de un cuadriciclo eléctrico puro esta directiva no es de aplicación en la homologación de la reforma.

Nivel sonoro: Directiva 97/24/CE Capítulo 9

En el capítulo 9 de esta directiva se establecen las medidas y ensayos para la estimación y homologación del nivel sonoro admisible y dispositivos de escape de los vehículos de motor. Como el vehículo eléctrico no produce ningún tipo de emisión no necesita dispositivos de escape y el funcionamiento del motor eléctrico produce unas emisiones sonoras casi nulas, el capítulo 9 será aplicable al proyecto de conversión pero no supone ningún impedimento para su homologación ya que el nivel sonoro máximo del vehículo tras la conversión será muy inferior a los 80 dB máximos que marca la directiva.



3.2 Modificación del sistema de accionamiento del embrague, así como de la ubicación, sustitución, adición o desinstalación del mismo.

Salientes exteriores: Directiva 97/24/CE Capítulo 3

En este capítulo de la directiva se estudian los requisitos relativos a los salientes exteriores de los vehículos. Como en la conversión del vehículo no se ven afectados ninguno de los elementos tratados por la directiva no se considera de aplicación para la reforma del vehículo.

Mandos testigos e indicadores: Directiva 93/29/CEE

Los mandos, testigos e indicadores montados en un vehículo deberán ir identificados conforme a las disposiciones establecidas en la siguiente directiva. En la conversión a eléctrico del vehículo se conservan estos elementos de origen, tan sólo se modificará el mando de aceleración, sustituyendo el acelerador de gatillo original por un acelerador tipo puño de gas especialmente diseñado para trabajar con el controlador del motor eléctrico.

# ANEXO II: PRESUPUESTO

---

El presupuesto estará formado por los siguientes capítulos:

Elementos comerciales

- Motor Golden Motor BLDC 10 kW 96V refrigeración por aire..... 645'00 \$
- Controlador Golden Motor HPC300S 96V 240ª..... 520'00 \$
- Dos baterías: Golden Motor LFP 4830M 48V 30Ah ..... 890\$ x2=1780'00 \$
- Contactor Golden Motor 96V 300A ..... 59'00 \$
- Acelerador con indicador de nivel de batería Golden Motor 0111E .....15'00 \$
- Cable Golden Motor CA-201 HPC controler .....30'00 \$
- Cable programación Golden Motor PI400 HPC .....80'00 \$
- Cadena de transmisión 1700mm DID50VX..... 62'00 \$

Total: .....3191'00 \$= 3010'46€

Fabricación del conjunto funcional

- 8'37Kg de acero en chapa cortada con láser.....25€/kg .....209'25 €
- 7'61 Kg de acero en perfiles y pletinas.....12€/kg.....91'32 €
- 1'35 kg de tornillería.....40€/kg.....54'00 €
- Pintura.....40'00 €
- Ensamblaje e instalación del cableado en taller..... 85'00 €

Total: .....479'57 €

Homologación de la conversión

- Servicio técnico. Acta de ensayo conjunto funcional.....150'00 €
- Homologación de la reforma. Informe de conformidad.....250'00 €
- Tasas ITV.....60'00 €

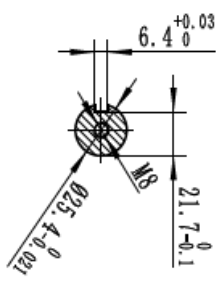
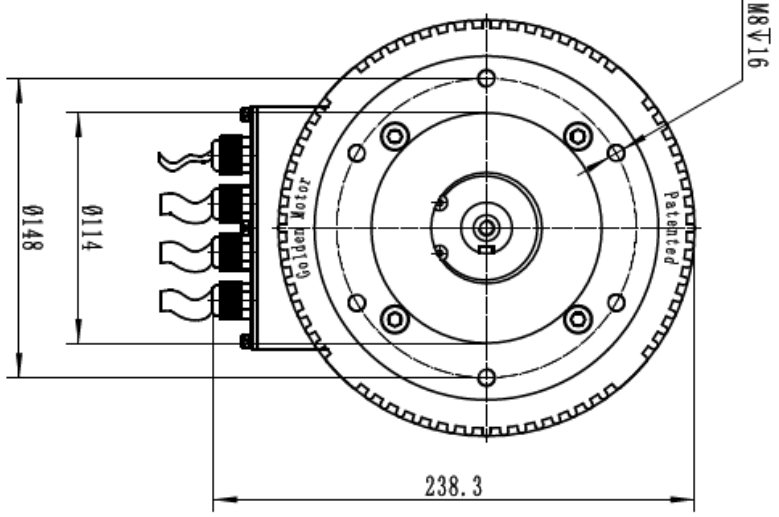
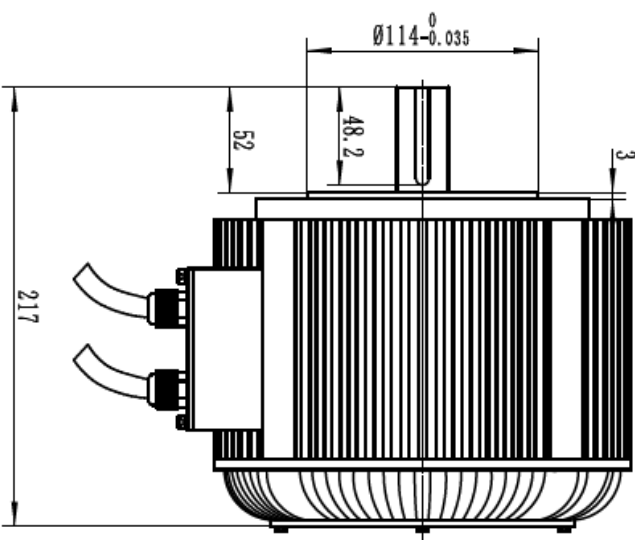
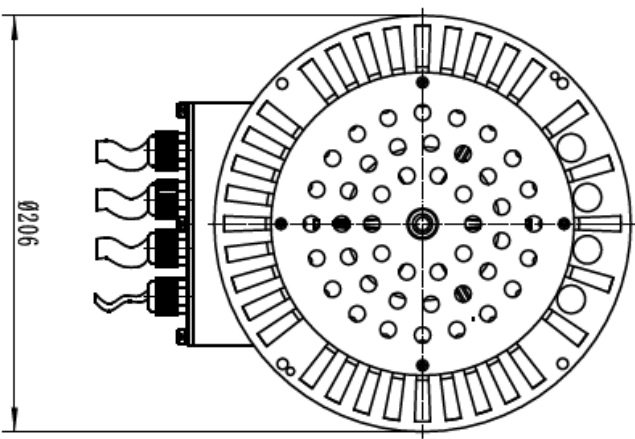
Total: .....460'00 €

Total conversión: ..... 3950'03 €

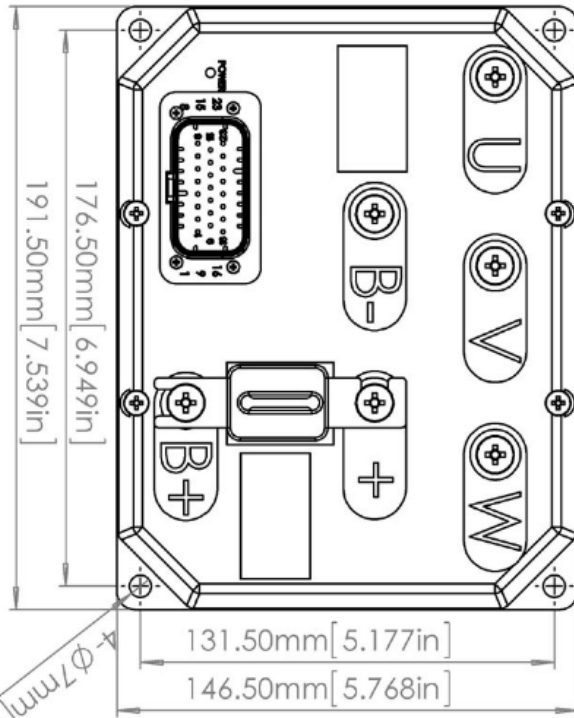
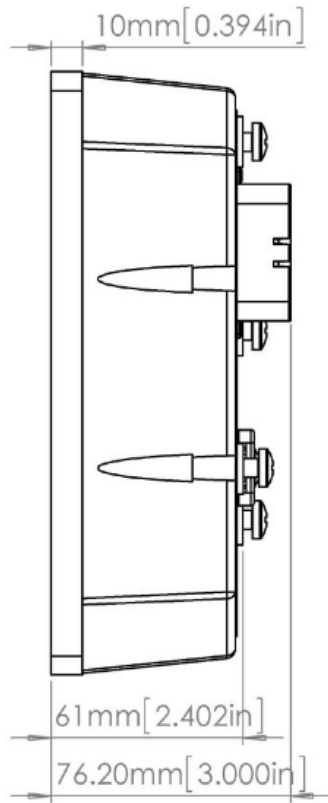
# ANEXO III: PLANOS

---

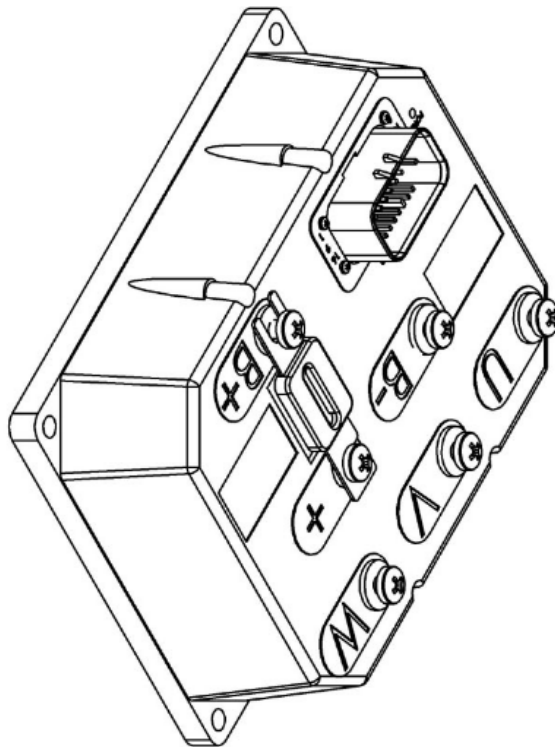
GD-JS-04000001

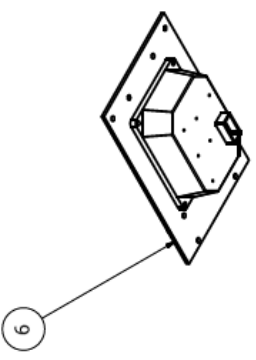
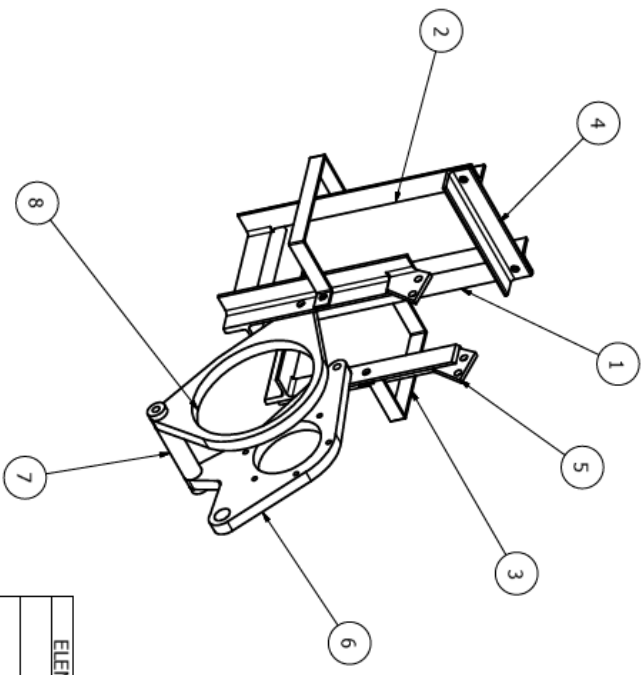


制图		10KW电机外形图 (风冷)	1:3
校核			
GOLDEN MOTOR		GD-JS-04000001	



4- $\phi$ 7mm [0.276in]

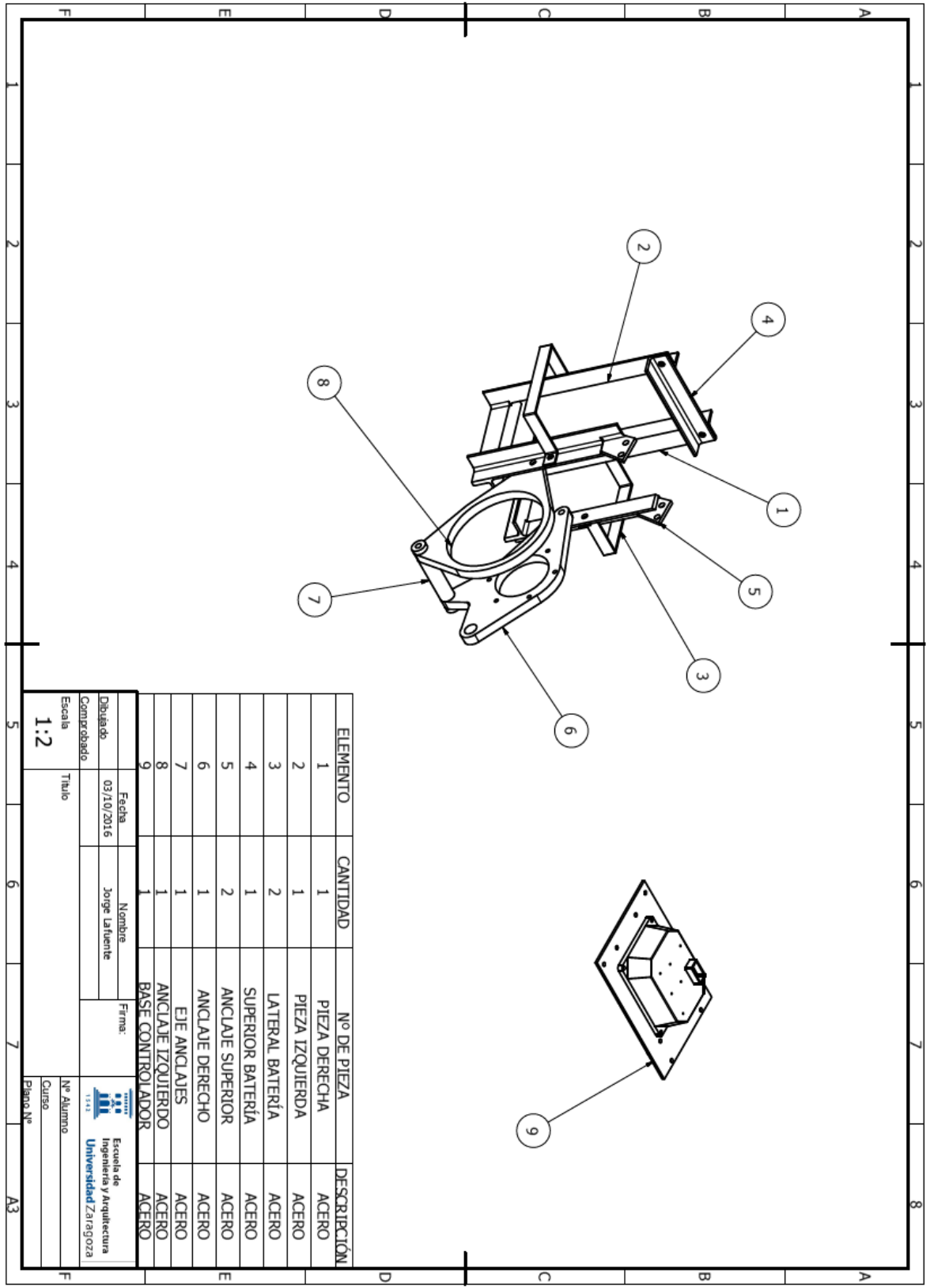


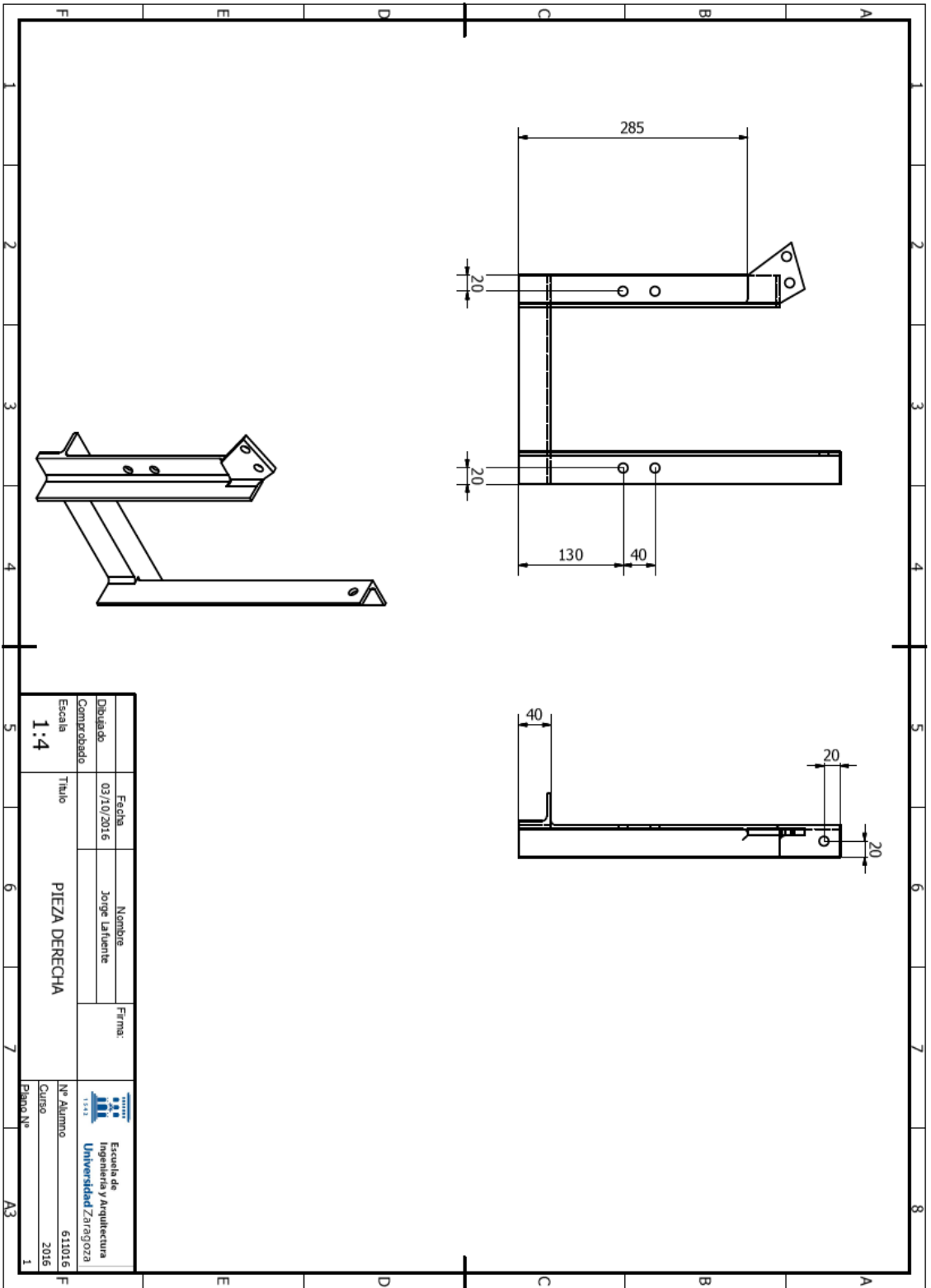


ELEMENTO	CANTIDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	PIEZA DERECHA	ACERO
2	1	PIEZA IZQUIERDA	ACERO
3	2	LATERAL BATERÍA	ACERO
4	1	SUPERIOR BATERÍA	ACERO
5	2	ANCLAJE SUPERIOR	ACERO
6	1	ANCLAJE DERECHO	ACERO
7	1	EJE ANCLAJES	ACERO
8	1	ANCLAJE IZQUIERDO	ACERO
9	1	BASE CONTROLADOR	ACERO

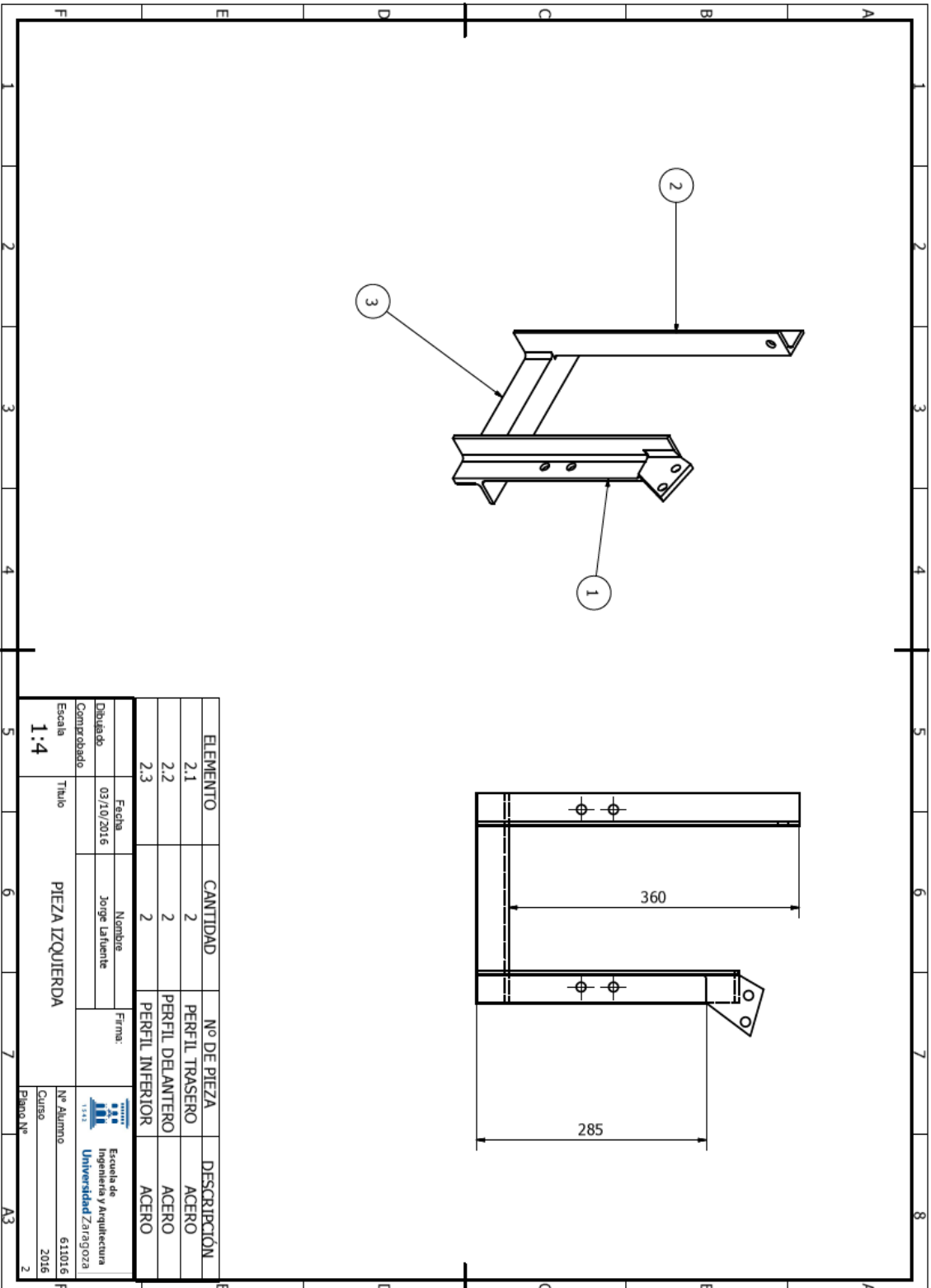
  

Fecha	Nombre	Firma:
03/10/2016	Jorge La Fuente	
 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza		
Dibujado		Nº Alumno
Comprobado		Curso
Escala		Página Nº
1:2		
Titulo		










ELEMENTO	CANTIDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
2.1	2	PERFIL TRASERO	ACERO
2.2	2	PERFIL DELANTERO	ACERO
2.3	2	PERFIL INFERIOR	ACERO

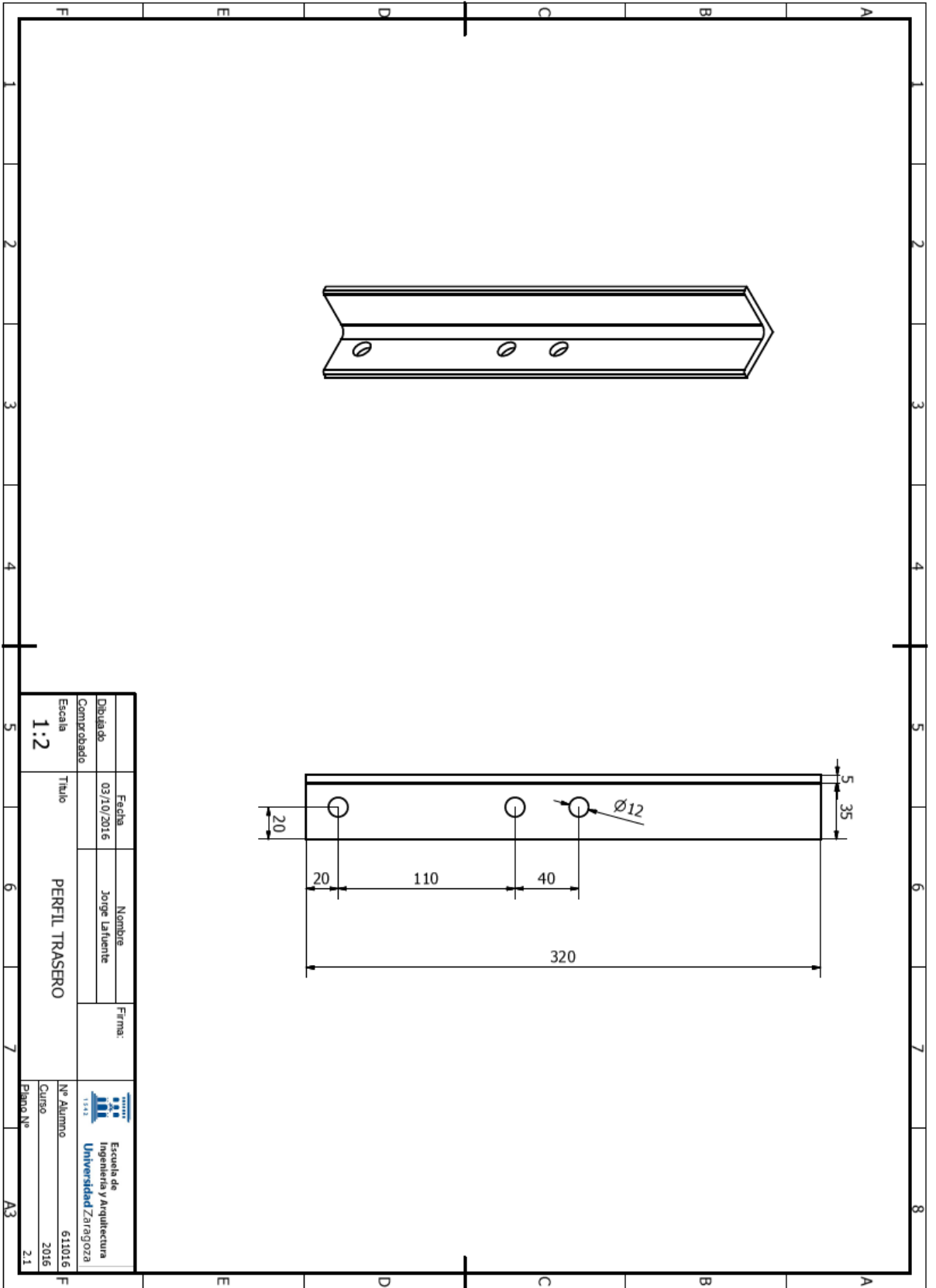
  


Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	03/10/2016	Jorge Lafuente		

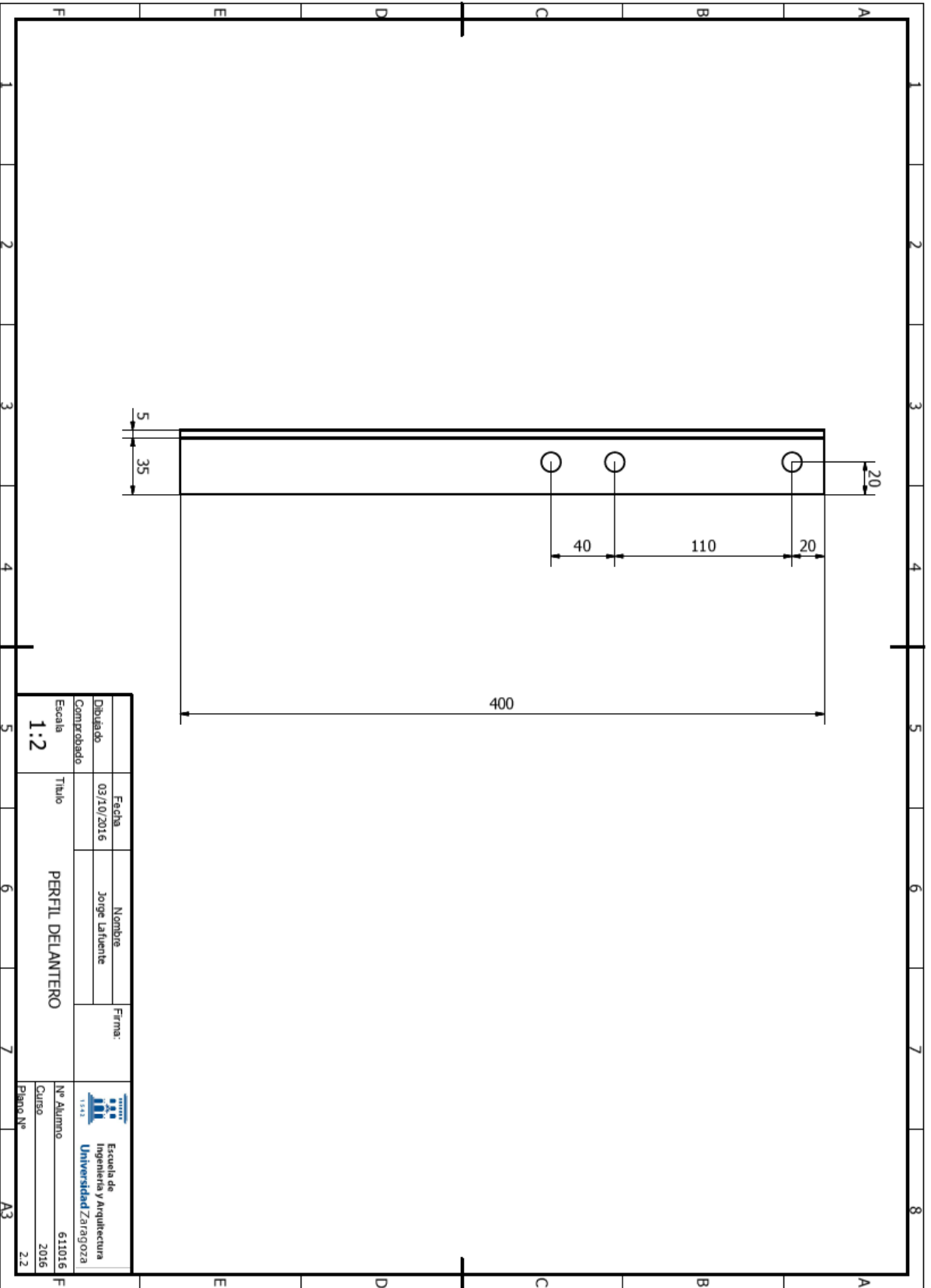
Escala	Título	Nº Alumno	Curso
1:4	PIEZA IZQUIERDA	611016	2016
			Página Nº 2


A3

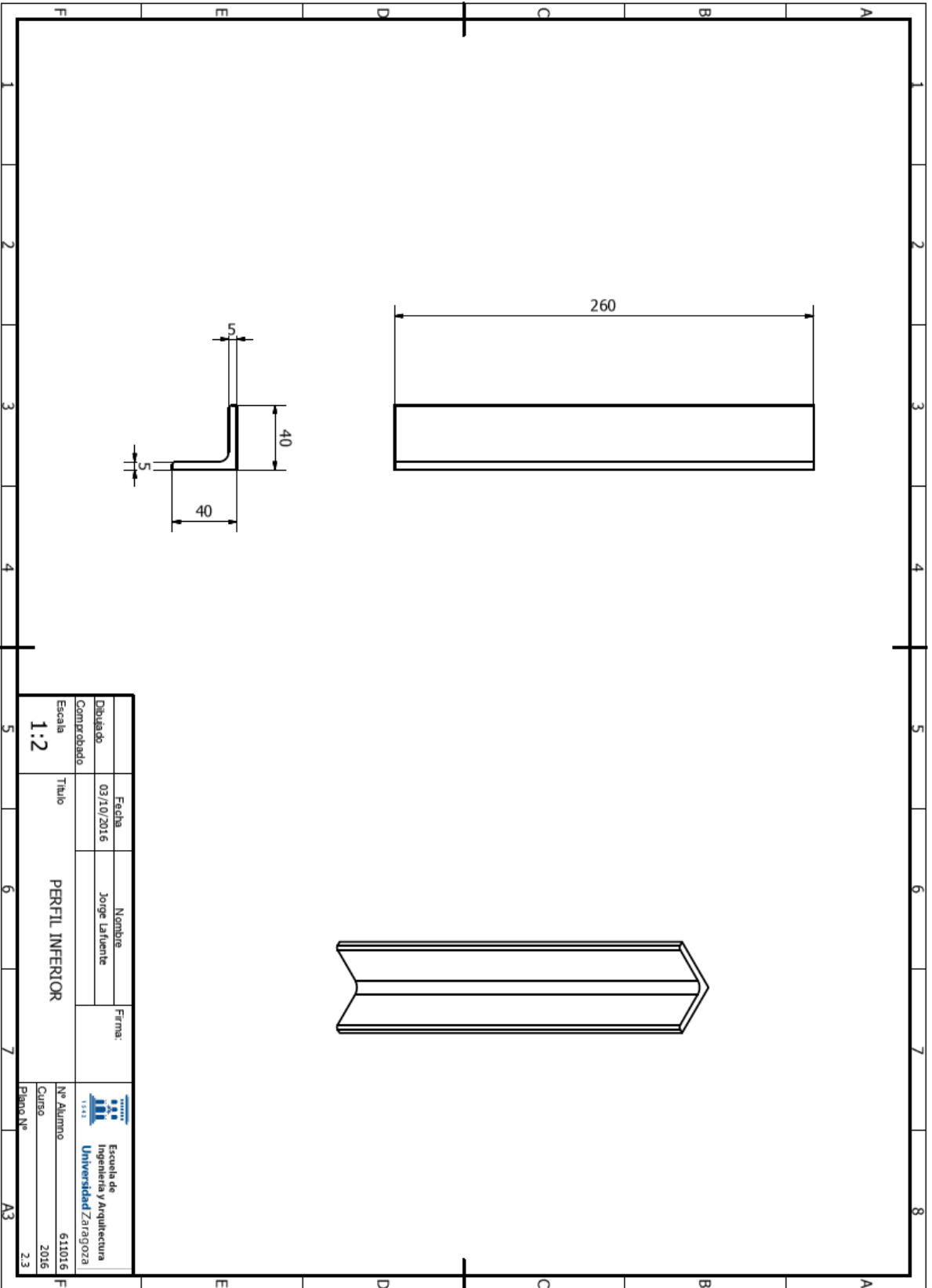



Dibujado		Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		03/10/2016	Jorge Lafuente		
Escala		Título		Nº Alumno	611016
1:2		PERFIL TRASERO		Curso	2016
				Plano Nº	2.1

A3

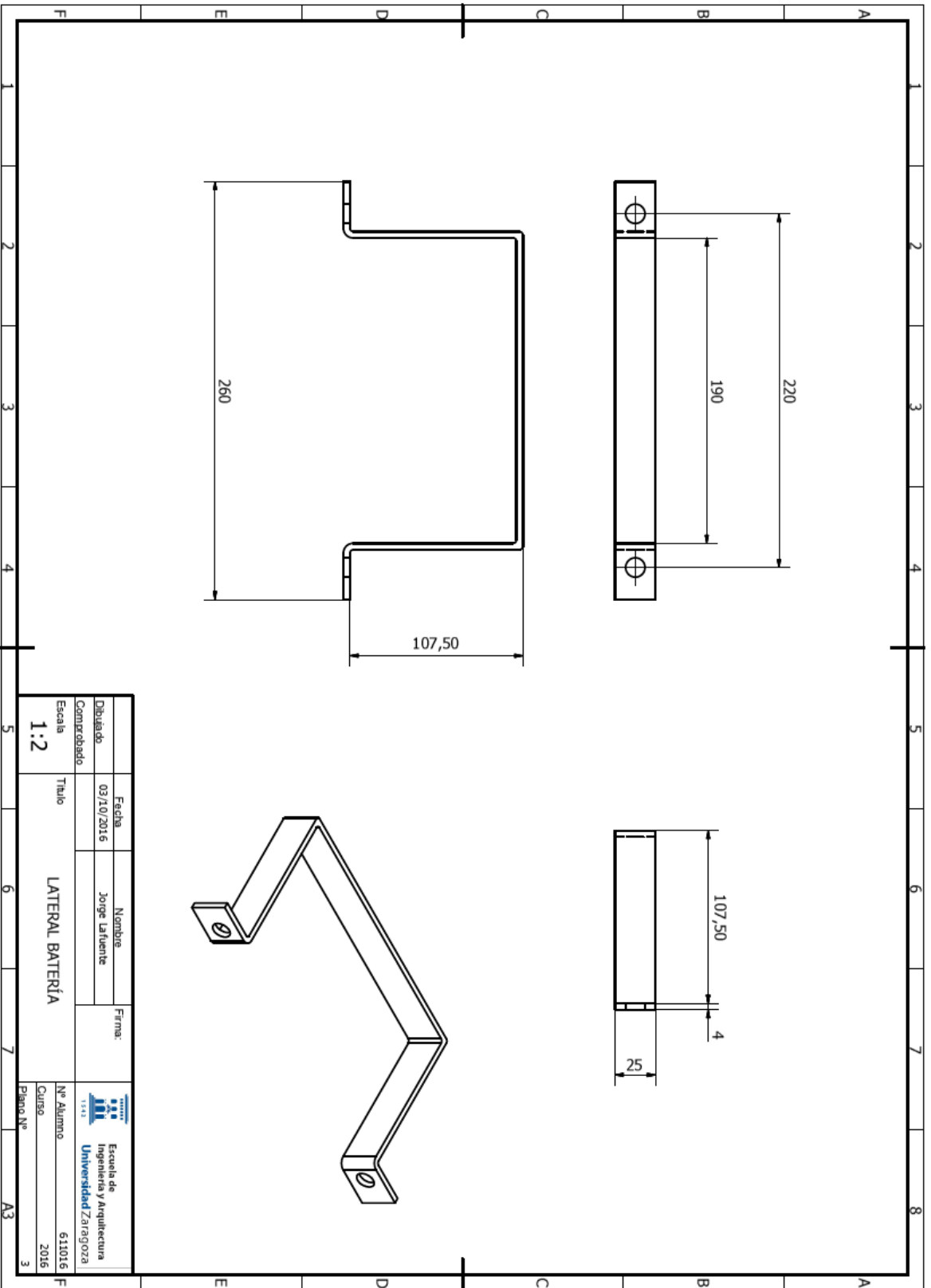


Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	03/10/2016	Jorge Lafuente		
Escala		Título		Nº Alumno
1:2		PERFIL DELANTERO		611016
				Curso
				2016
				Plano Nº
				2.2

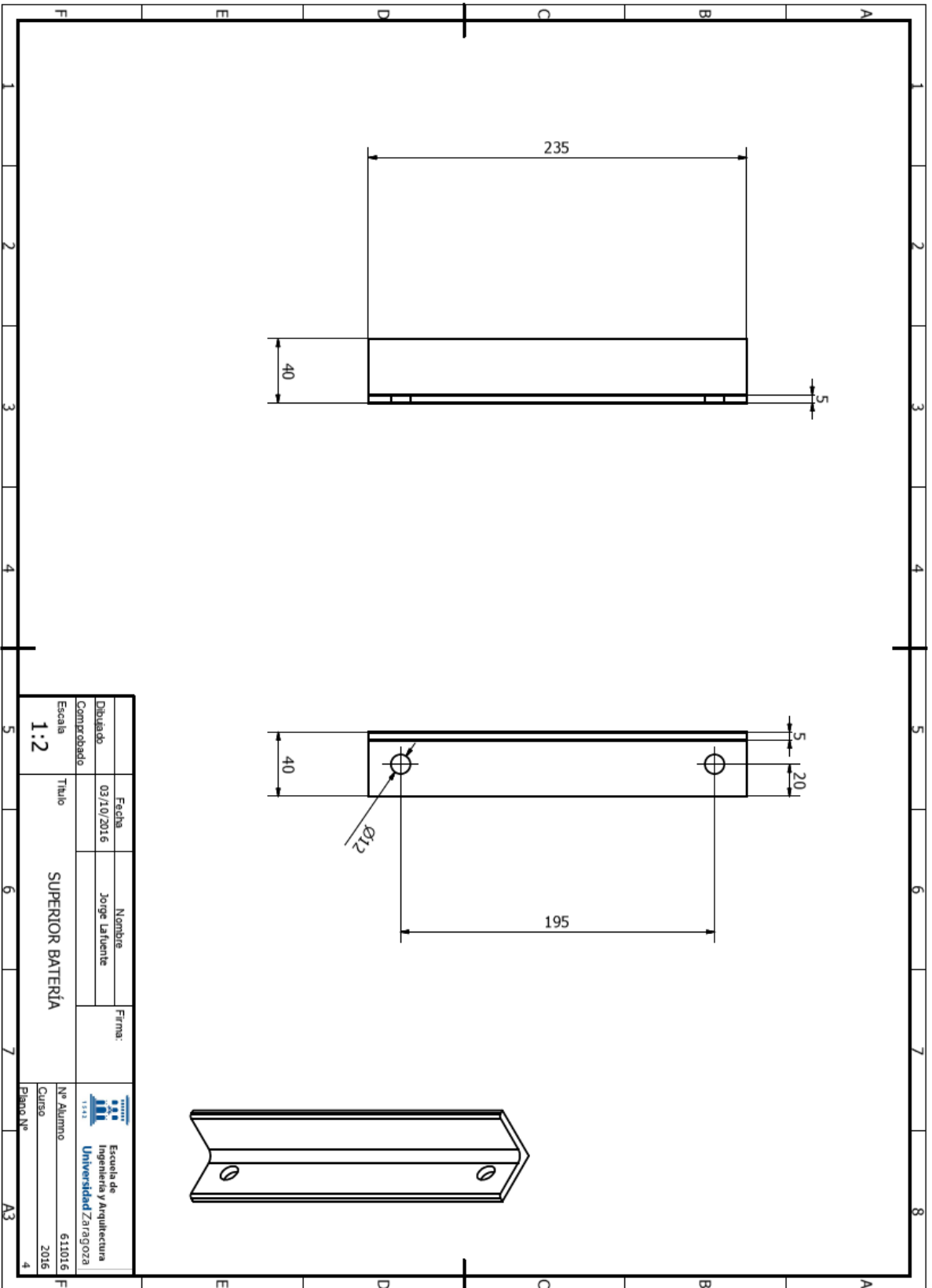


Dibujado		Fecha	Nombre		Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado		03/10/2016	Jorge Lafuente			
Escala		Título		Nº Alumno		611016
1:2		PERFIL INFERIOR		Curso		2016
				Plano Nº		23

A3

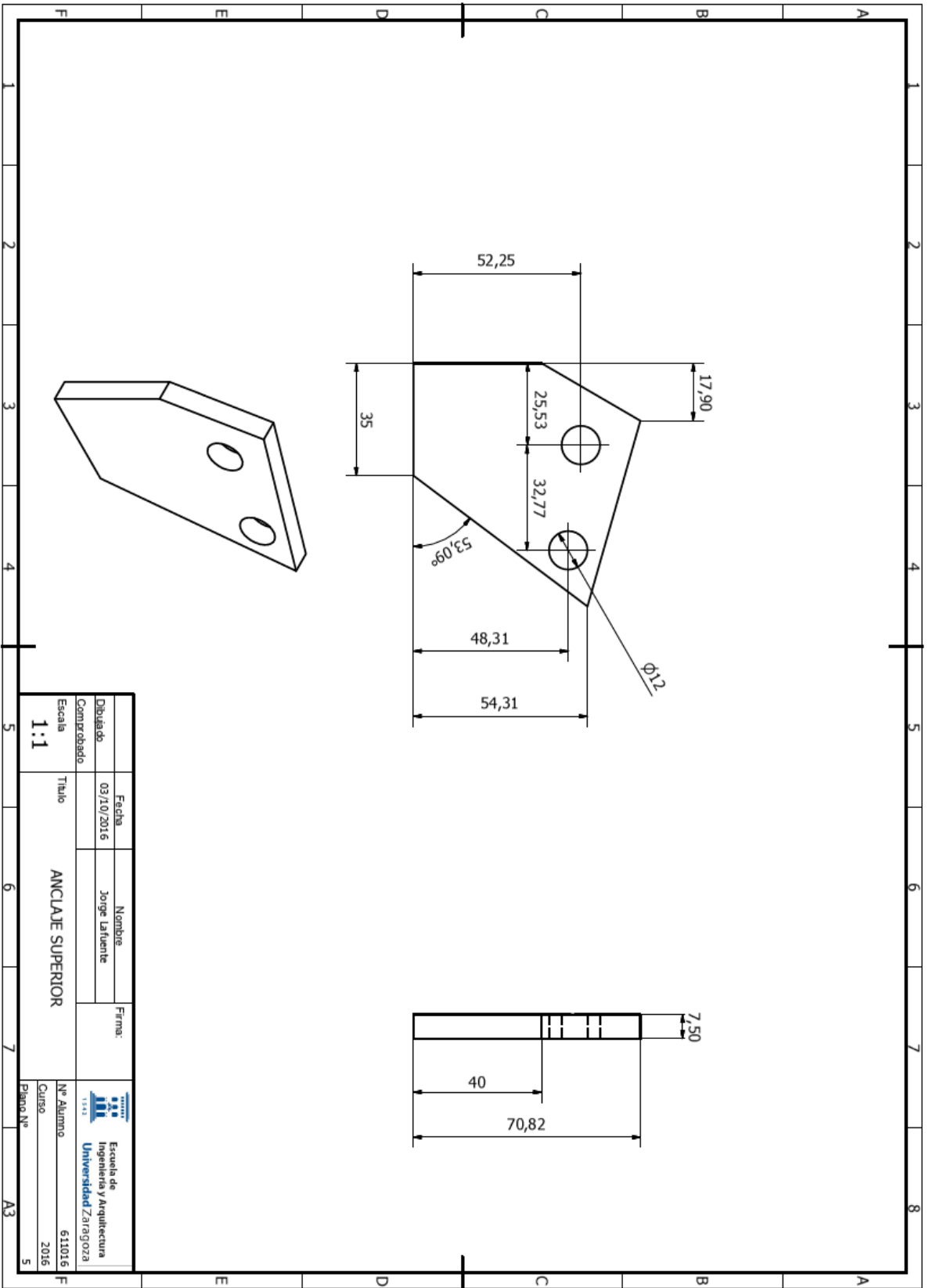



Dibujado		Fecha		Nombre		Firma:	
Comprobado		03/10/2016		Jorge La Fuente			
Escala				Titulo			
1:2				LATERAL BATERÍA			
Curso		Nº Alumno		Escuela de		Ingeniería y Arquitectura	
2016		611016		1913		Universidad Zaragoza	
Plano Nº		3		A3			



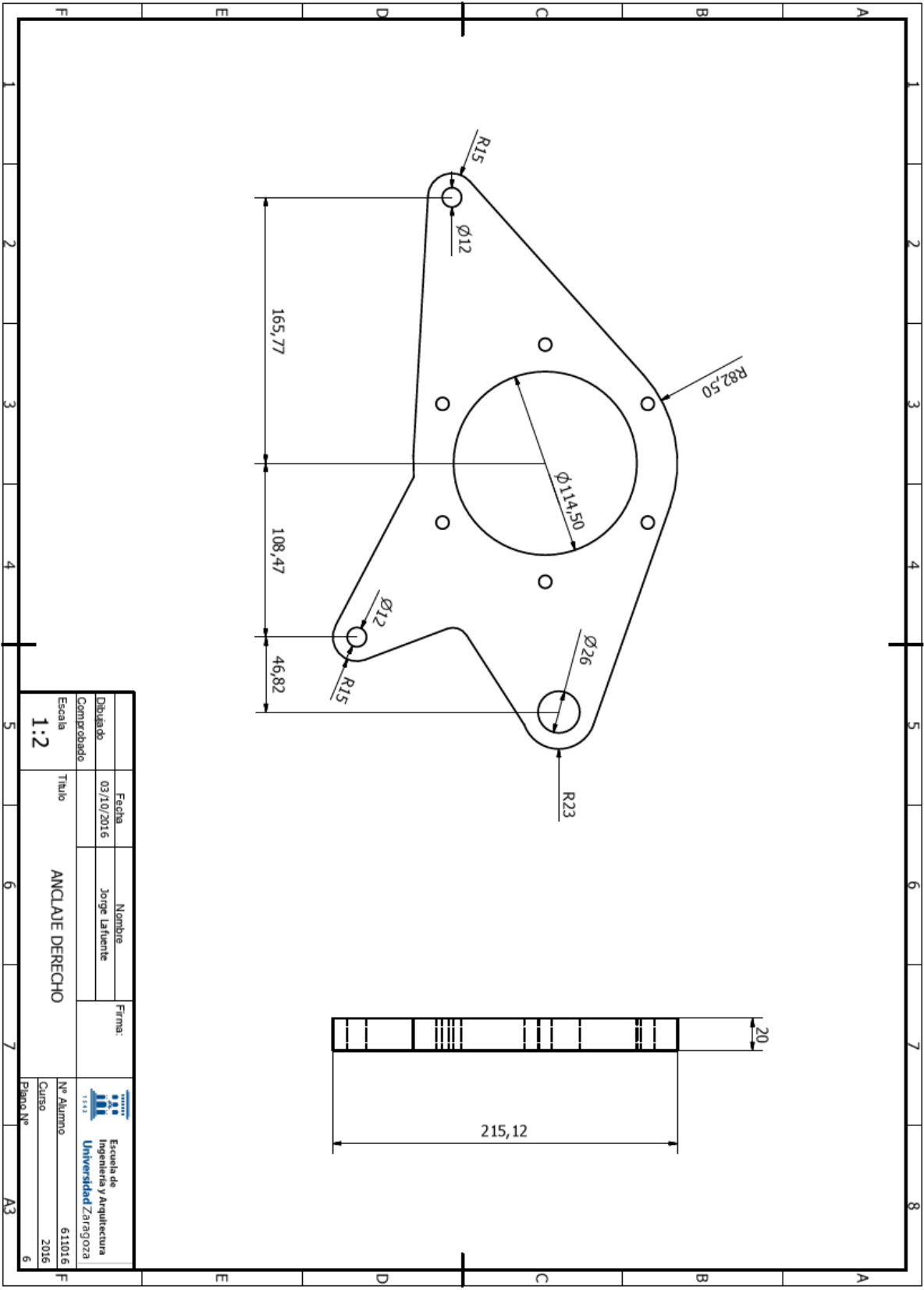
Dibujado		Fecha		Nombre		Firma:	
Comprobado		03/10/2016		Jorge Lafuente			
Escala		Título		Escuela de Ingeniería y Arquitectura			
1:2		SUPERIOR BATERÍA		Universidad Zaragoza			
				Nº Alumno		611016	
				Curso		2016	
				Plano Nº		4	

A3



Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	03/10/2016	Jorge Lafuente		
Escala	Titulo		Nº Alumno	
1:1	ANCLAJE SUPERIOR		611016	
			Curso	
			2016	
			Plano Nº	
			5	

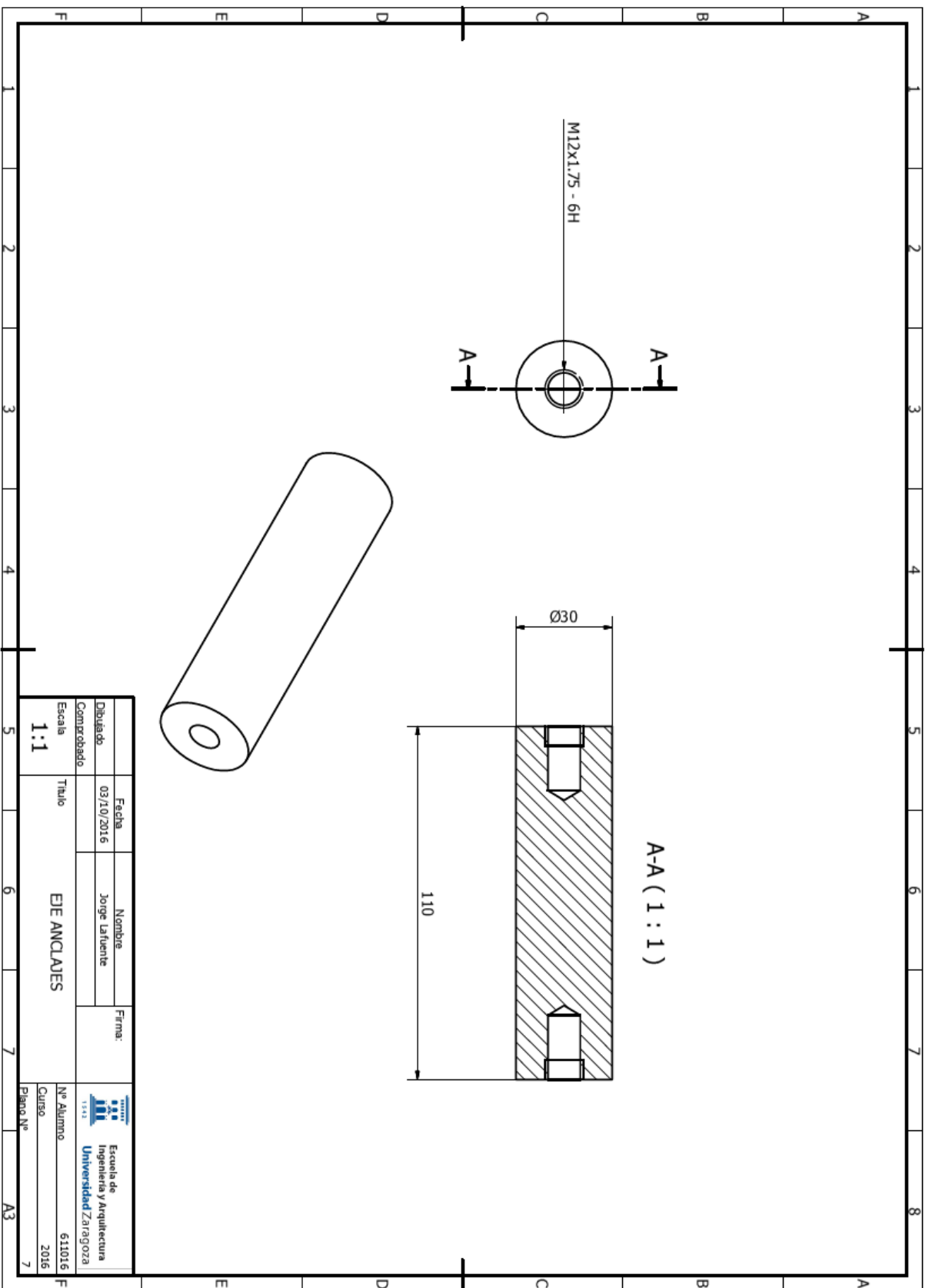
A3




Comprobado		Fecha		Nombre		Firma:	
Dibujado		03/10/2016		Jorge Lafuente			
Escala		Título		Nº Alumno		Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
1:2		ANCLAJE DERECHO		611016		Universidad Zaragoza	
				Curso		Plano Nº	
				2016		6	

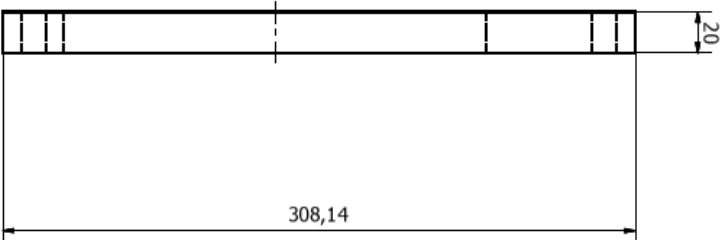
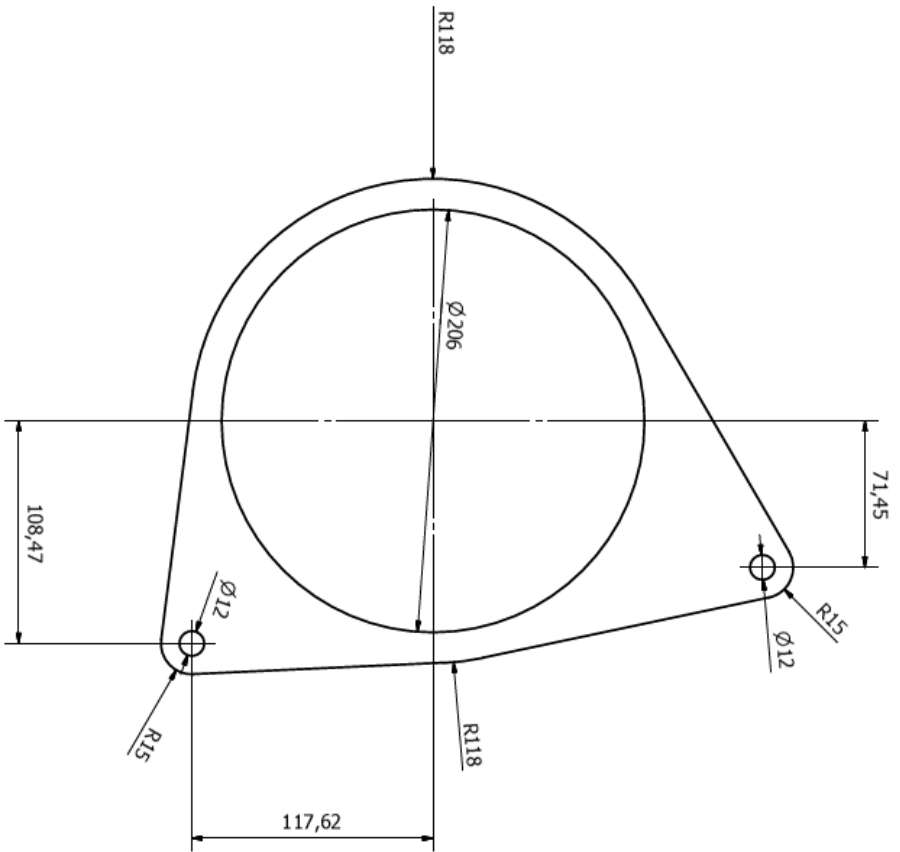
A3



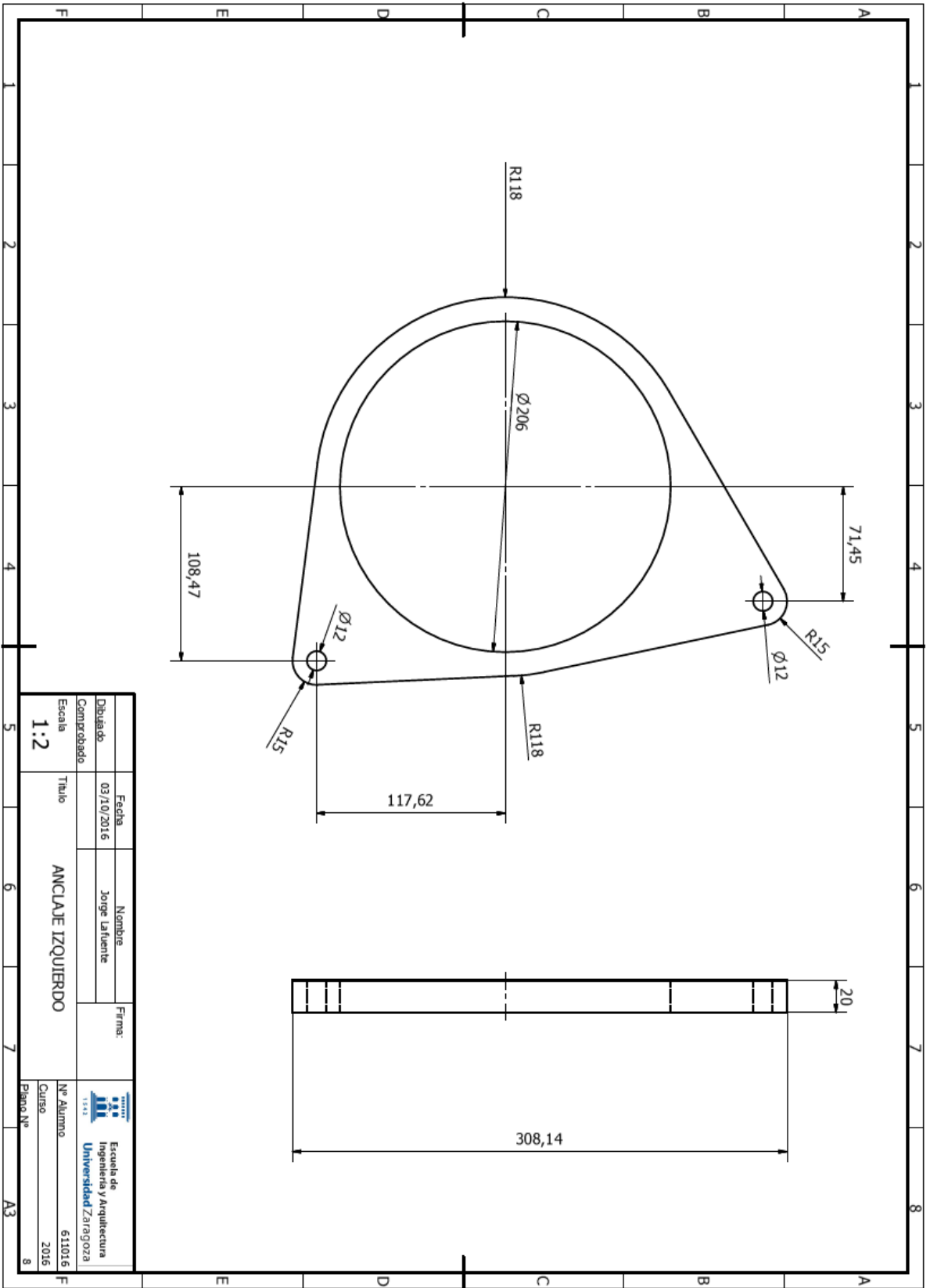


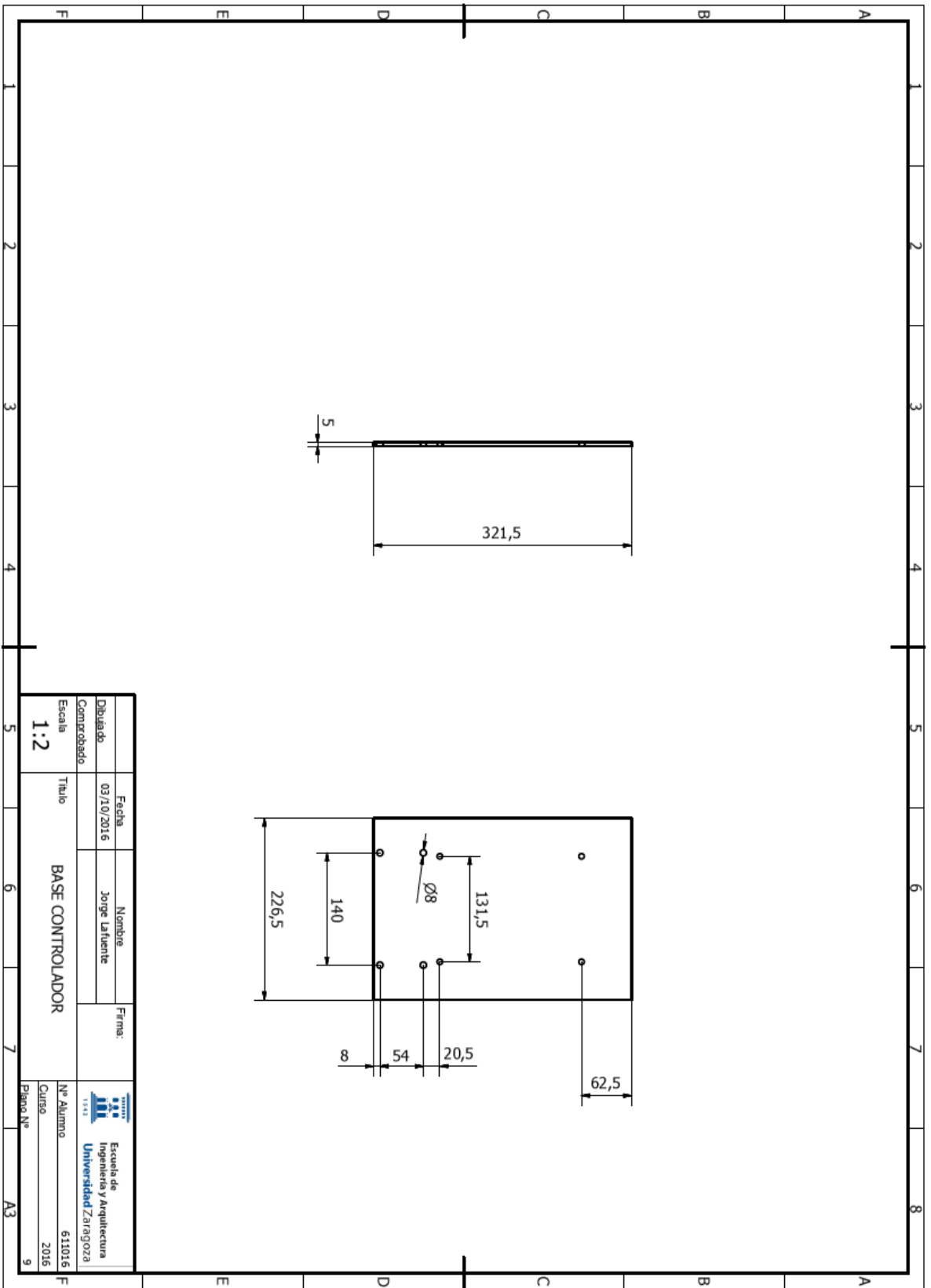
Comprobado	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	03/10/2016	Jorge Lafuente		
Escala		Título		Nº Alumno
1:1		EJE ANCLAJES		611016
				Curso
				2016
				Plano Nº
				7

A3



Dibujado	Fecha	Nombre	Firma:
Comprobado	03/10/2016	Jorge Lafuente	
Escala	Título	Escuela de Ingeniería y Arquitectura	
1:2	ANCLAJE IZQUIERDO	Universidad Zaragoza	
		Nº Alumno	611016
		Curso	2016
		Plano Nº	8





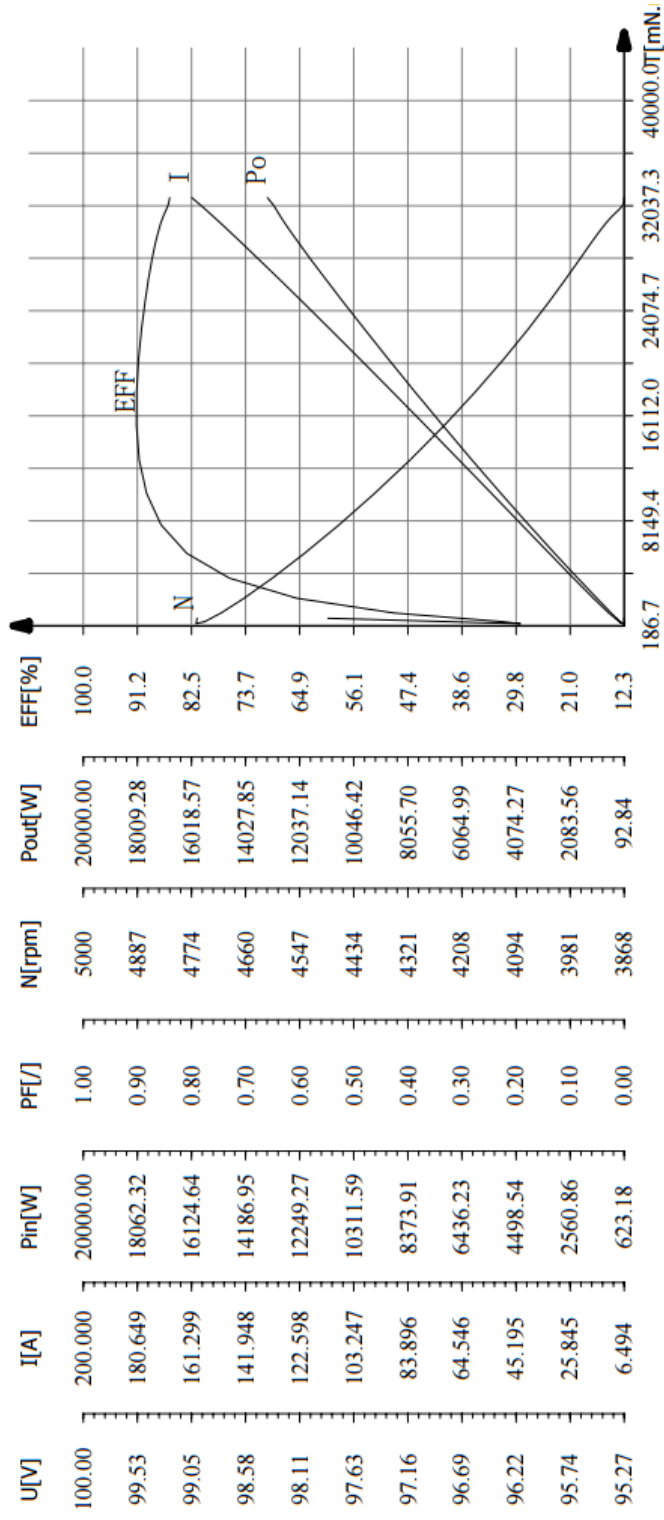
Dibujado		Fecha		Nombre		Firma:	
Comprobado		03/10/2016		Jorge Lafuente			
Escala				Título			
1:2				BASE CONTROLADOR			
Curso		Nº Alumno		Escuela de Ingeniería y Arquitectura		Universidad Zaragoza	
2016		611016		1838			
Plano Nº		9		A3			

# ANEXO IV: TEST DINÁMICO DEL MOTOR ELÉCTRICO

---

type: HPM96-10000 NO.: G20130722001 operator: 001 date: 2013-7-22

### GOLDEN MOTORMotor test curve



Description	voltage (V)	current (A)	P. input (W)	torque (mN. m)	rotate (RPM)	P. output (W)	eff (%)
Upload point	95.97	6.494	623.18	707.5	4762	352.79	56.6
Most efficiency point	95.53	77.446	7391.74	15347.3	4245	6754.33	91.4
Max Po. point	95.41	161.142	15376.06	32641.1	3868	13220.94	86.0
Max torque point	95.41	161.142	15376.06	32641.1	3868	13220.94	86.0
End point	95.41	161.173	15377.01	32646.7	3868	13222.75	86.0
Rated rotate point	95.41	161.142	15376.06	32641.1	3868	13220.94	86.0

# ANEXO V: FICHA TÉCNICA Y PERMISO DE CIRCULACIÓN

---

Nº SERIE 42917643 B

MATRÍCULA



ACCESS MOTOR CD. LTA

1518HSG 0153

Número de identificación: RK3SP21179A000153

Clasificación del vehículo: 0600 AUTOMOVIL DE TRES RUEDAS O CUATRICICLO

Nº CERTIFICADO 2006048

Marca:	ACCESS	Clase:	---
Tipo:	SP400	Altura total (mm):	1140
Variante:	-	Anchura total (mm):	1230
Denominación comercial:	SP400	Via anterior/posterior (mm):	1025/900
Tara (kg):	215	Longitud total (mm):	1825
MTMA/MMA (Kg):	383	Voladizo posterior (mm):	---
MTMA/MMA 1º E (kg):	114,7	Distancia eje 1º/2º (mm):	1270
MTMA/MMA 2º E (kg):	227,2	Distancia eje 2º/3º (mm):	---
MTMA/MMA 3º E (kg):	---	Distancia eje 3º/4º (mm):	---
MTMA/MMA 4º E (kg):	---	Distancia 5ª rueda/ult. (mm):	---
MMR S/F, c/F (kg):	---	Motor: Marca:	ACCESS MOTOR
Neumáticos:	D21X7-10 T 20X11-9	Motor: Tipo:	E11
Nº de asientos:	2	Nº Cilindros/Cilindrada (cm³):	1/350,3
Volumen de bodega:	-	Potencia fiscal/real (C.V.F./KW):	2,73 / 15

Opciones incluidas en la homologación de tipo:

2T24X11-10 VELOCIDAD MAXIMA 80 KMH NIVEL DE RUIDO A VEHICULO PARADO 81 DB 3750 MIN-1 VEHICULO PROCEDENTE DE LA U.E. POT. MAX / MMA 0,025KW/KG

Observaciones:

VEHICULO DOTADO DE MOTOR DE GASOLINA SIN PLOMO 95

Por las piezas de origen extranjero incorporadas a este vehículo se han satisfecho los correspondientes derechos de Aduanas:

El abajo firmante, legalmente autorizado por ANGELO & VITTORIO ESPAÑA S.L, certifica que el vehículo carrozado cuyas características se reseñan es completamente conforme con el tipo homologado con la contraseña 64\*2002\*24\*1151\*05, así como con las opciones arriba incluidas.

ANGELO & VITTORIO ESPAÑA S.L. 2011

Firma: Gelida, 25, Pol. Ind. La Pedrera 08763 - MASQUEFA (Barcelona)

Tel: 93 7728826 Fax: 93 7728832

Sociedad inscrita:



www.accesmotor.es

www.racegeneration.es

Reformas autorizadas:

EJEMPLAR PARA EL USUARIO

DESCRIPCIÓN DE LOS CÓDIGOS	
A	Número de matrícula
B	Fecha de primera matriculación
C.1.1	Apellidos o razón social
C.1.2	Nombre
C.1.3	Domicilio
C.4	(c) No está identificado en el permiso de circulación como propietario del vehículo
D.1	Marca
D.2	Tipo/Variante/Version (si procede)
D.3	Denominación comercial
(D.4)	Servicio a que se destina
E	Número de identificación
F.1	Masa máxima en carga técnicamente admisible (en kg) (excepto para motocicletas)
F.2	Masa máxima en carga admisible del vehículo en circulación en España (en kg)
G	Masa del vehículo en servicio con carrocería, y con dispositivo de acoplamiento si se trata de un vehículo tractor de categoría distinta a la M-1 (en kg)
H	Periodo de validez de la matriculación, si no es ilimitado
I	Fecha de matriculación a la que se refiere el presente permiso
(I.1)	Fecha de expedición
(I.2)	Lugar de expedición
K	Número de homologación (si procede)
P.1	Cilindrada (en cm <sup>3</sup> )
P.2	Potencia neta máxima (en kW) (si procede)
P.3	Tipo de combustible o de fuente de energía
Q	Relación potencia/peso (en kW/kg) (únicamente para motocicletas)
S.1	Número de plazas de asiento, incluido el asiento del conductor
S.2	Número de plazas de pie (en su caso)

RCM-FNMT

  
REINO DE ESPAÑA



MINISTERIO DEL INTERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO

## PERMISO DE CIRCULACIÓN

Свидетельство за управление  
Osvědčení o registraci  
Registreringsattest  
Zulassungsbescheinigung  
Registreerimistunnistus  
Άδεια κυκλοφορίας/  
Πιστοποιητικό Εγγραφής  
Registration certificate  
Certificat d'immatriculation  
Teastas Cláraithe  
Carta di circolazione  
Registrācijas apliecība

Registrācijas liudijimas  
Forgalmi engedély  
Certifikat ta' Registrazzjoni  
Kentekenbewijs  
Dowód Rejestracyjny  
Certificat de matriculare  
Osvědčení o evidenci  
Prometno dovoljenje  
Rakistarõintõidistus  
Registreringsbeviset

COMUNIDAD EUROPEA

12-00361101

A	1518 HSG
B	-----
H	-----
I	23-07-2013
(I.1)	24-07-2013
(I.2)	TERUEL
C.1.1	LAFUENTE ISLA
C.1.2	JOSE CARLOS
C.1.3	
C.4	c
D.1	ACCESS
D.2	SP400/0/0
D.3	SP400
(D.4)	PART-SIN ESPECIFICAR

E	RR3SP21179A000153
F.1	383
F.2	383
G	215
K	E4*2002*24*1151*05
P.1	359
P.2	15,00
P.3	GASOLINA
Q	-----
S.1	002
S.2	-----

DOCUMENTO VALIDO SI ACOMPAÑA ITV EN VIGOR.

TE