



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*DISEÑO DE VOLANTE PARA
VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO
E IMPLEMENTACIÓN DE
DASHBOARD*

MEMORIA PRESENTADA POR:

Matias Manuel Tissot Pose

GRADO DE INGENIERIA MECANICA

Convocatoria de defensa: Julio de 2020



Resumen

En el presente proyecto se realizará el diseño de un volante para el equipo IDF Eco-marathon. Con este volante el equipo espera poder participar en la Shell eco-marathon en los próximos años, en esta competición no se busca acabar primero, se busca el menor consumo.

El volante deberá ser extraíble y además se le implementará un dashboard, la cual deberá realizar las funciones de mostrar la información al piloto y a su vez deberá poder guardar la información que la ecu del vehículo le envíe. El diseño de este volante y su posterior simulación se realizará utilizando Siemens NX y su módulo de simulación por elementos finitos.

PALABRAS CLAVE

Shell, Volante, materiales compuestos, dashboard



Resum

En el present projecte es realitzarà el disseny d'un volant per a l'equip IDF Eco-marathon. Amb aquest volant l'equip espera poder participar en la Shell eco-marathon en els propers anys, en aquesta competició no es busca acabar primer, es busca el mínim consum.

El volant haurà de ser extraïble i ademés se li implementarà un dashboard, que haurà de realitzar les funcions de mostrar la informació al pilot i a la vegada haurà de poder guardar la informació que la ecu del vehicle li envii. El disseny d'aquest volant i el seu posterior simulació es realitzarà utilitzant Siemens NX i el seu mòdul de simulació per elements finits.

Paraules clau

Shell, Volant, materials compostos, dashboard



Abstract

In this project, the design of a steering wheel for the IDF Eco-marathon team will be carried out. With this steering wheel the team hopes to participate in the Shell eco-marathon in the coming years, in this competition it is not intended to finish first, it is sought the lowest consumption.

The steering wheel must be removable and a dashboard will also be implemented, which must perform the functions of displaying the information to the pilot and must also be able to save the information that the vehicle's control unit sends him. The design of this steering wheel and its subsequent simulation will be carried out using Siemens NX and its finite element simulation module.

Keywords

Shell, steering wheel, composite materials, dashboard



Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mis padres por apoyarme en toda mi etapa académica y nunca dejar de ver el potencial que llevo dentro.

También imposible, no agradecer a todos los que han estado a mi lado durante esta etapa en la universidad, en especial a Pablo, Lidia, Javi y Ángel.

Y por último agradecer a Vicente Colomer la posibilidad de entrar en IDF Eco-marathon y formar parte de la gran familia que es este equipo. De este grupo me llevo además de grandes amigos, increíbles historias de los buenos momentos que pasamos tanto en la Shell, como dentro de la universidad trabajando en el taller o simplemente en la cafetería.



MEMORIA	1
1 OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1. <i>Carácter académico</i>	1
1.2. <i>Carácter técnico</i>	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
3 ESTADO DEL ARTE.....	2
3.1. <i>Concepto de volante</i>	2
3.2. <i>Concepto de dashboard</i>	4
3.3. <i>Shell Eco-marathon</i>	5
3.4. <i>Volante original</i>	8
3.5. <i>Ciclo computador</i>	11
3.6. <i>Centralita</i>	12
4 PLIEGO DE CONDICIONES.....	14
4.1. <i>Requisitos técnicos</i>	14
4.2. <i>Derivados del reglamento de la Shell Eco-marathon</i>	14
5 SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	16
5.1. <i>Necesidades presentes</i>	16
5.2. <i>Selección Dashboard</i>	17
5.3. <i>Selección de conectores</i>	18
5.4. <i>Selección de mandos de control</i>	20
6 SOFTWARE UTILIZADO	22
6.1. <i>Siemens NX</i>	22
6.2. <i>Cura</i>	23
7 CÁLCULO DE LAS CARGAS	26
8 DISEÑO DEL SISTEMA.....	27
8.1. <i>Diseño del sistema de montaje rápido</i>	27
8.1.1. <i>Diseño conector y soporte</i>	27
8.1.2. <i>Diseño brida</i>	28
8.2. <i>Soporte conector</i>	29
8.3. <i>Posicionamiento del manillar</i>	31
8.4. <i>Diseño del cuerpo del volante</i>	32
9 SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS.....	39
9.1. <i>Mallado</i>	39
9.2. <i>Aplicación de cargas y restricciones</i>	43
9.3. <i>Resultados</i>	45
9.3.1. <i>Deformaciones:</i>	45
9.3.2. <i>Tensiones máximas:</i>	46



9.3.3. Coeficiente de seguridad	48
9.4. Conclusiones.....	49
10 FABRICACIÓN MEDIANTE FFF.....	50
10.1. Técnica FFF.....	50
10.2. Posicionamiento de las piezas.	51
10.2.1. Posicionamiento del cuerpo del volante	51
10.2.2. Posicionamiento del soporte del conector	53
10.3. Impresora y materiales utilizados.....	54
10.3.1. PAHT CF15	54
10.3.2. PVA.....	54
10.4. Configuración de Cura.....	55
10.4.1. Cuerpo del volante	55
10.4.2. Soporte del conector en la caña.....	58
10.5. Cálculo de material necesario	58
11 PRESUPUESTO	61
11.1. Componentes electrónicos.....	61
11.2. Material 3D.....	63
11.3. Material Aluminio 7075	63
11.4. Presupuesto total.....	64
12 BIBLIOGRAFÍA	65
13 PLANOS.....	67

Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN DE UN COCHE.	2
ILUSTRACIÓN 2. COMPONENTES DEL SISTEMA DE LA DIRECCIÓN DE UNA BICICLETA.	3
ILUSTRACIÓN 3. FOTOGRAFÍA VOLANTE UTILIZADO.	3
ILUSTRACIÓN 4 SISTEMA DE DIRECCIÓN DE IDF ECO-MARATHON.	4
ILUSTRACIÓN 5 VOLANTE DE FÓRMULA 1.	4
ILUSTRACIÓN 6 EJEMPLO DE DASHBOARD EN SIMULADORES.	5
ILUSTRACIÓN 7. VEHÍCULOS EN LA SHELL ECO-MARATHON.	6
ILUSTRACIÓN 8. VEHÍCULO DE LA CATEGORÍA URBAN.	6
ILUSTRACIÓN 9. VEHÍCULO DE LA CATEGORÍA PROTOTIPO.	7
ILUSTRACIÓN 10. FOTOGRAFÍA DEL VEHÍCULO DE IDF ECO-MARATHON.	8
ILUSTRACIÓN 11. FOTOGRAFÍA DEL CÁLCULO DE CONSUMO, TRAS UNA PRUEBA.	8
ILUSTRACIÓN 12. PRIMERAS VERSIONES DEL ACTUAL VOLANTE.	9
ILUSTRACIÓN 13. ULTIMO VOLANTE UTILIZADO ANTES DEL CAMBIO DE CARROCERÍA.	9
ILUSTRACIÓN 14. FOTOGRAFÍA DEL MONTAJE DEL MANILLAR.	10
ILUSTRACIÓN 15. VOLANTE ACTUAL DEL EQUIPO.	10
ILUSTRACIÓN 16. FOTOGRAFÍA DEL CICLO COMPUTADOR.	12
ILUSTRACIÓN 17. FOTOGRAFÍA DE LA CENTRALITA DEL VEHÍCULO IDF.	13
ILUSTRACIÓN 18. DASHBOARD SELECCIONADA.	17
ILUSTRACIÓN 19. IMAGEN DEL CONECTOR DE 4 POLOS.	18
ILUSTRACIÓN 20. IMAGEN DEL CONECTOR DEL DASHBOARD.	18
ILUSTRACIÓN 21. IMAGEN DEL CONECTOR MACHO DE MONTAJE RÁPIDO.	19
ILUSTRACIÓN 22. IMAGEN DEL CONECTOR HEMBRA DEL MONTAJE RÁPIDO.	19
ILUSTRACIÓN 23. IMAGEN DEL POTENCIÓMETRO.	20
ILUSTRACIÓN 24. IMAGEN DE LOS BOTONES.	21
ILUSTRACIÓN 25. LOGOTIPO SIEMENS NX.	22
ILUSTRACIÓN 26. EJEMPLO DE PIEZA MALLADA.	23
ILUSTRACIÓN 27. LOGOTIPO CURA.	24
ILUSTRACIÓN 28. MODELO EN FORMATO STL.	24
ILUSTRACIÓN 29. IMAGEN QUE MUESTRA CÓMO DEBERÍA QUEDAR LA PIEZA ACABADA.	25
ILUSTRACIÓN 30. IMAGEN CONECTOR CON ROSCA A ELIMINAR.	27
ILUSTRACIÓN 31. FOTOGRAFÍA POSIBLE BRIDA.	28
ILUSTRACIÓN 32. IMAGEN DE LA PIEZA DE RANURA.	29
ILUSTRACIÓN 33. BORDE DE LA BRIDA RESALTADA Y YA MECANIZADA.	29
ILUSTRACIÓN 34. IMAGEN SOPORTE CONECTOR Y EL CONECTOR.	31
ILUSTRACIÓN 35. MEDIDA EN ACTUAL SISTEMA DE DIRECCIÓN.	32
ILUSTRACIÓN 36. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 1.	32



ILUSTRACIÓN 37. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 2.	33
ILUSTRACIÓN 38. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 3.	33
ILUSTRACIÓN 39. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 4.	34
ILUSTRACIÓN 40. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 5.	35
ILUSTRACIÓN 41. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 6.	35
<i>ILUSTRACIÓN 42. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 7.</i>	<i>36</i>
ILUSTRACIÓN 43. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 7.	36
ILUSTRACIÓN 44. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 8.	37
ILUSTRACIÓN 45.. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 9.	37
ILUSTRACIÓN 46. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 10.	38
ILUSTRACIÓN 47. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 11.	38
ILUSTRACIÓN 48. CAPTURA DE PANTALLA DEL MODELADO DEL CUERPO DEL VOLANTE 12.	39
ILUSTRACIÓN 49. PIEZAS QUE CONFORMAR EL COLECTOR 3D NÚMERO 1.	40
ILUSTRACIÓN 50. PIEZAS QUE CONFORMAR EL COLECTOR 3D NÚMERO 2.	40
ILUSTRACIÓN 51. PIEZAS QUE CONFORMAR EL COLECTOR 3D NÚMERO 3.	41
ILUSTRACIÓN 52. PROPIEDADES REALES PAHT CF15	41
ILUSTRACIÓN 53. PROPIEDADES IDEALIZADAS PAHT CF15	42
ILUSTRACIÓN 54. PROPIEDADES FIBRA DE CARBONO DEL MANILLAR.....	42
ILUSTRACIÓN 55. PROPIEDADES ALUMINIO 7075.	43
ILUSTRACIÓN 56. IMAGEN SIMULACIÓN, CARGA 1.	44
ILUSTRACIÓN 57. IMAGEN SIMULACIÓN, CARGA 2.	44
ILUSTRACIÓN 58. IMAGEN SIMULACIÓN, CARGA 3.	44
ILUSTRACIÓN 59. IMAGEN SIMULACIÓN, CARGA 4.	44
ILUSTRACIÓN 60. RESULTADO DE SIMULACIÓN, DEFORMACIONES.	45
ILUSTRACIÓN 61. RESULTADO DE SIMULACIÓN, TENSIONES MÁXIMAS.	46
ILUSTRACIÓN 62. RESULTADO DE SIMULACIÓN, TENSIONES MÁXIMAS, EN EL MANILLAR.....	47
ILUSTRACIÓN 63. RESULTADO DE SIMULACIÓN, TENSIONES MÁXIMAS, EN EL CUERPO DEL VOLANTE.	47
ILUSTRACIÓN 64. RESULTADO DE SIMULACIÓN, TENSIONES MÁXIMAS., EN LAS RANURAS.....	48
ILUSTRACIÓN 65. IMAGEN FABRICACIÓN MEDIANTE FFF	50
ILUSTRACIÓN 66. PRINCIPALES CARGAS EN EL CUERPO DEL VOLANTE.....	51
ILUSTRACIÓN 67. ORIENTACIÓN DE LA PARTE DERECHA DEL CUERPO DE VOLANTE PARA FABRICAR.	52
ILUSTRACIÓN 68. ORIENTACIÓN DE LA PARTE IZQUIERDA DEL CUERPO DEL VOLANTE, PARA FABRICAR	52
ILUSTRACIÓN 69. COMPARATIVA IMPRESIÓN 3D.....	53
ILUSTRACIÓN 70. ORIENTACIÓN IMPRESIÓN SOPORTE DEL CONECTOR.....	53
ILUSTRACIÓN 71. IMAGEN PAHT CF15	54
ILUSTRACIÓN 72. IMAGEN PVA.	55
ILUSTRACIÓN 73. PREVISUALIZACIÓN IMPRESIÓN, PARTE IZQUIERDA CUERPO DEL VOLANTE.....	56
ILUSTRACIÓN 74. PREVISUALIZACIÓN IMPRESIÓN, PARTE DERECHA CUERPO DEL VOLANTE.....	56



ILUSTRACIÓN 75. ESQUEMA IMPRESIÓN USANDO DOS EXTRUSORES.	57
ILUSTRACIÓN 76. TORRE DE TEMPERATURA EN LA IMPRESIÓN DEL CUERPO DEL VOLANTE.....	57
ILUSTRACIÓN 77. PREVISUALIZACIÓN IMPRESIÓN SOPORTE DEL CONECTOR	58
ILUSTRACIÓN 78. MATERIAL NECESARIO, CUERPO DEL VOLANTE IZQUIERDA.	59
ILUSTRACIÓN 79. MATERIAL NECESARIO, CUERPO DEL VOLANTE DERECHA.	59
ILUSTRACIÓN 80. MATERIAL NECESARIO, SOPORTE CONECTOR.	59
ILUSTRACIÓN 81. MATERIAL NECESARIO, CHAVETA POTENCIÓMETRO.	60
ILUSTRACIÓN 82. FACTURA DASH NTX	62
ILUSTRACIÓN 83. PRESUPUESTO BARRA DE ALUMINIO 7075 T6,.....	63



Memoria

1 Objeto del proyecto

1.1. Carácter académico

El fin de este trabajo será demostrar los conocimientos y habilidades adquiridos por el alumno durante la realización del Grado en Ingeniería Mecánica.

1.2. Carácter técnico

A lo largo de este trabajo se desarrollará un volante para el equipo IDF Eco-marathon. Este equipo participa con un prototipo de vehículo desde hace quince años, en diversas competiciones de bajo consumo. La principal competición es la Shell Eco-marathon la cual se realiza anualmente y congrega a las mejores universidades.

2 Justificación del proyecto

El equipo IDF Eco-marathon actualmente tiene un manillar para controlar la dirección del vehículo. Este manillar se necesita actualizar para corregir la posición de conducción, para incorporar un cuadro de mando que muestre los valores del motor y que sea extraíble para poder facilitar la entrada y salida del piloto. El motivo de que se quiera realizar ahora el cambio del volante es la adquisición de una impresora 3D, la cual permitirá realizar la compleja forma que debe tener el volante.

3 *Estado del arte*

3.1. Concepto de volante

El concepto de volante que se trata en este trabajo es el de “volante de dirección” el cual es un elemento esencial en los vehículos. El volante, o también llamado timón o manillar es el encargado de controlar la dirección del vehículo.

En los coches utilitarios, generalmente el volante tiene forma de circunferencia, Este tiene la función de transmitir el movimiento a de un eje, que se denomina la caña de dirección. La caña de dirección conecta el volante hasta el sistema de piño cremallera (actualmente ese sistema suele ser un motor eléctrico). Posteriormente el movimiento es recogido por las barras que conectan a las manguetas del vehículo a través de las rotulas.

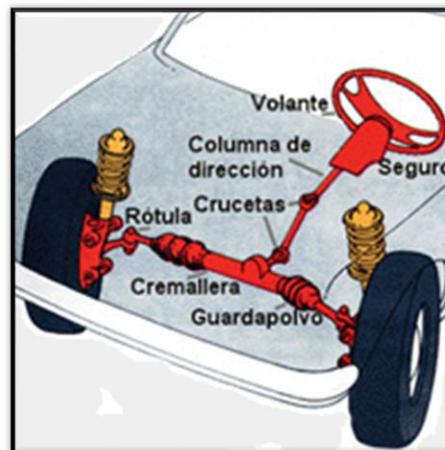


Ilustración 1. Componentes del sistema de dirección de un coche.

En los vehículos de dos ruedas, como por ejemplo motos o bicicletas, el sistema de dirección es diferente. En este caso, el elemento con el que se actúa se denomina manillar, que generalmente tiene forma tubular. Además, el manillar controla directamente la columna de dirección, esto se puede observar en la Ilustración 2. Para reducir la cantidad de fuerza necesaria para realizar los giros se monta lo que se denomina una potencia. Su función es desplazar el punto de aplicación hacia adelante para aumentar la distancia con el centro de la columna de dirección, lo que se traduce que al aplicar las mismas cargas sobre el manillar se genera un momento mayor. La horquilla y la rueda de la bicicleta giran solidarias a la potencia.



Ilustración 2. Componentes del sistema de la dirección de una bicicleta.

En el prototipo de IDF Eco-marathon, el sistema de dirección es una mezcla de los dos anteriores, este sistema se compone de un manillar y potencia, los cuales rotan sobre una caña que conecta la potencia a una leva al final de esta. La leva se encarga de transmitir el movimiento del manillar hasta la barra de dirección que desplaza la mangueta derecha, la cual está conectada con una barra a la mangueta izquierda. En la Ilustración 3 se puede observar el volante y la potencia que se conectan a la caña, y en la Ilustración 4 se observa la leva, que gira solidaria a la caña y a su vez también se ve el resto del sistema de la dirección del prototipo.



Ilustración 3. Fotografía volante utilizado.



Il·lustració 4 Sistema de direcció de IDF Eco-marathon.

3.2. Concepto de dashboard

El concepto de dashboard es un extranjerismo que proviene del inglés, la traducción literal de este término sería cuadro, tablero o panel de mando. En el caso concreto de este proyecto, el dashboard no es un simple tablero de instrumentos que le muestra la información al piloto, también permite realizar el registro de los sensores de la centralita y de la posición GPS del piloto, con el objetivo de poder realizar el análisis y optimizar la estrategia en el circuito. El uso de dashboard es muy común en vehículos donde no se dispone de espacio suficiente en el salpicadero para acoplar un display y el volante no tenga una gran ángulo de giro.



Il·lustració 5 Volante de Fórmula 1.



Ilustración 6 Ejemplo de dashboard en simuladores

3.3. Shell Eco-marathon

La Shell eco-marathon es una competición, cuyo objetivo es el de encontrar el vehículo con mayor eficiencia energética posible. Es evento está patrocinado por la petrolera Shell, para competir en ella, primero se tienen que conseguir buenas marcas yendo a la Shell Eco-marathon challenger. Estos eventos “Challenger” sirven de base a los equipos para conocer cómo funciona este estilo de competición. Además, sirve para empezar a conocer a otros equipos y empezar conversaciones entre diferentes universidades. Los equipos que realicen buenas marcas pasaran a competir en la Shell Eco-marathon de su región, la cual se divide por continentes. En el caso del equipo IDF Eco-marathon, este compite en la Shell Eco-marathon Europe.



Ilustración 7. Vehículos en la Shell Eco-marathon.

Esta competición se divide en dos principales grupos, los prototipos, los cuales son coches alargados y más aerodinámicos. La segunda categoría son los “urbanos” cuyos vehículos son menos aerodinámicos ya que la competición obliga a que se parezcan más a vehículos de calle, estos vehículos están obligados a montar elementos como limpiaparabrisas o luces.



Ilustración 8. Vehículo de la categoría Urban.



Ilustración 9. Vehículo de la categoría prototipo.

El coche de IDF participa dentro de la categoría de prototipo, en la subcategoría de combustión interna con el uso de etanol como combustible. La competición consiste en dar un determinado número de vueltas a un circuito con un mínimo de velocidad media de 25 km/h hasta aproximadamente realizar unos 40 minutos totales. Tras volver a los boxes de salida, se calcula la cantidad de combustible consumido teniendo en cuenta diferencia de temperatura del combustible entre la entrada y la salida. Posteriormente se aplica una fórmula que tiene en cuenta los parámetros del vehículo que sirve para calcular cuánto hubiera realizado el prototipo si hubiera consumido un litro. En el caso de IDF participa con etanol, pero para poder comparar a todos los motores de combustión en igualdad de condiciones se aplican factores correctores para igualar a todos los a motores a como hubiera sido su resultado si hubieran utilizado gasolina.



Ilustración 10. Fotografía del vehículo de IDF Eco-marathon.



Ilustración 11. Fotografía del cálculo de consumo, tras una prueba.

3.4. Volante original

El volante del equipo ha ido cambiando a los largo de los años, pero desde que se realizó la fabricación del diseño del actual chasis, el diseño ha sido muy parecido. Cabe mencionar que el chasis se volvió a fabricar el año pasado con una nueva técnica para reducir el peso, pero se utilizaron los mismos moldes, así que el diseño sigue siendo el mismo. El diseño consistía en una potencia de bici y un manillar de carbono. Sobre la caña se pegaba una placa, que en un principio era de fibra de vidrio y por último de fibra de carbono, esto se puede observar en la Ilustración 11 y la Ilustración 12. Los botones presentes en el manillar se conectaban mediante la potencia, debido a que tanto en la caña como en el manillar se realizaron agujeros para poder pasarlo.



Ilustración 12. Primeras versiones del actual volante.



Ilustración 13. Último volante utilizado antes del cambio de carrocería.

El último volante fabricado con motivo de la actualización de la carrocería a una más ligera, se diferencia en que se eliminó la placa. Los elementos que sujetaba la placa ahora se soportan con dos piezas impresas en 3d adheridas al manillar. Debido a esta modificación ahora, todos los cables pasan a través de la caña, recorren la potencia por dentro hasta llegar al volante y ya dentro del volante se sueldan a los botones. En la Ilustración 14 se puede observar el volante antes de añadir la potencia.

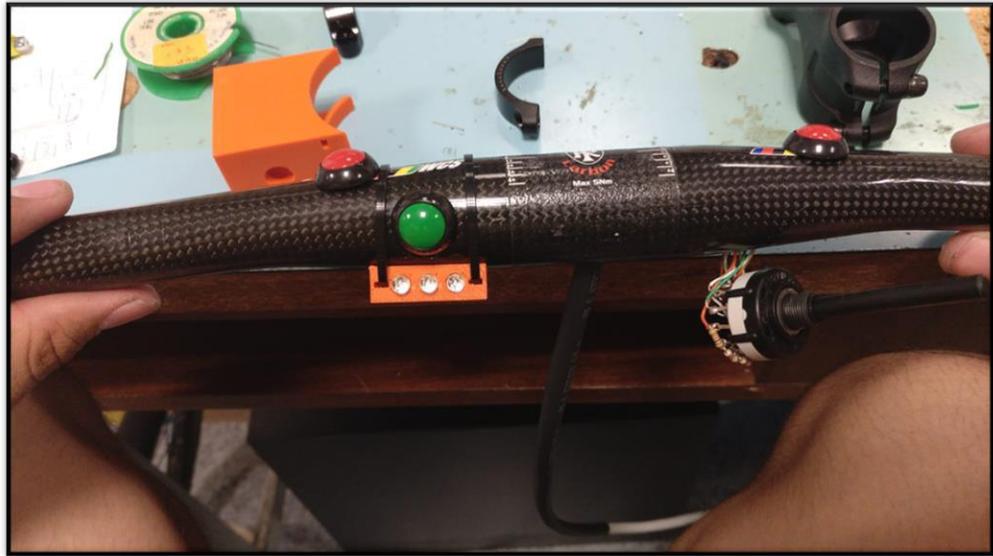


Ilustración 14. Fotografía del montaje del manillar.

Además, al realizar una nueva instalación eléctrica en el coche, el cable que sale de la caña ya no va directo hasta la parte trasera del vehículo, ahora se puede cambiar desde el conector que se encuentra a su lateral. Esto se realizó para que, en caso de fallo del manillar, poder sustituirlo más rápido. Se puede observar en la siguiente fotografía en la esquina inferior izquierda.



Ilustración 15. Volante actual del equipo.



La parte común que tienen los últimos volantes son los 3 pulsadores de mando que tiene insertados en el propio carbono del manillar. Estos tres sirven para:

- Botón 1, hombre muerto, este pulsador al estar accionado permite el arranque del motor, pero cuando el botón no está accionado corta la electricidad a todo el circuito eléctrico que hace funcionar el motor.
- Botón 2, arranque, al pulsar este botón se envía la orden de arrancar el motor a la centralita del vehículo, su funcionamiento está condicionado a que el botón 1 este accionado.
- Botón 3, claxon, su función es simplemente accionar el claxon que lleva incorporado el vehículo, este botón siempre tendrá alimentación, a menos que una seta de paro este accionada.

El tipo de cable que se utiliza para transmitir las señales es un cable ethernet tipo FTP, dado que por estos botones solo pasan señales que deben accionar los relés encargados de realizar las acciones y no la potencia necesaria para accionar dichos elementos. En el primer volante el cable iba directamente hasta los relés, mientras en el nuevo volante se dispone de un conector intermedio el cual permite cambiar el volante en caso de rotura o avería. Así se evita tener que reparar en la competición, debido al poco que se dispone en esos días.

3.5. Ciclo computador

En el vehículo en los entrenamientos o intentos de marca en la competición se monta un ciclo computador sobre la potencia, el cual se encarga durante la prueba de darle la velocidad al piloto, los tiempos por vuelta y tiempo total. Además, tiene un registro el cual se encarga de proporcionar al equipo información sobre las velocidades instantáneas del coche durante la prueba y también su recorrido en GPS, lo que ayuda en gran medida a la estrategia de carrera.



Ilustración 16. Fotografía del ciclo computador

3.6. Centralita

La centralita en cualquier vehículo de combustión es el cerebro que gestiona todos los datos recibidos por los diferentes sensores y a su vez, ejecuta las acciones. Un ejemplo, sería que interpreta la señal que recibe del sensor que indica la posición del cigüeñal para producir la chispa en el interior de la cámara de combustión. Además del sensor de la posición del cigüeñal, la centralita cuenta con sensores de: presión de combustible, presión del aire, temperatura del agua, temperatura del aire de admisión, sensor lambda, entre otros muchos. Todos estos sensores tienen el objetivo de corregir el tiempo que está abierto el inyector o el ángulo al cual se debe iniciar la deflagración en la cámara de combustión.

Actualmente el coche cuenta con una centralita marca DTA fast modelo S40 pro, la cual tiene una versión de hardware 1.01 y una versión de software que ha sido actualizado recientemente a la versión 92.1.

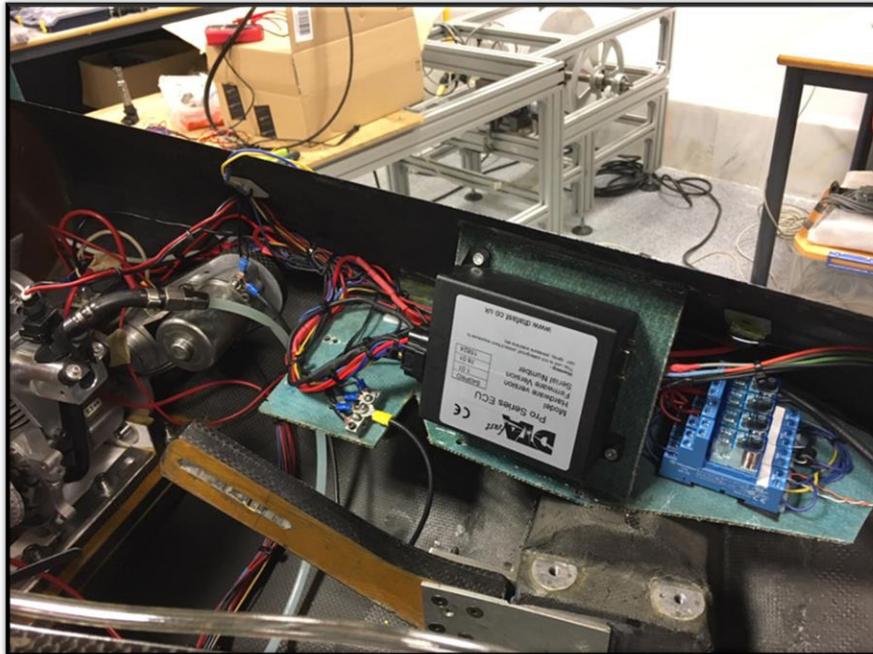


Ilustración 17. Fotografía de la centralita del vehículo IDF



4 Pliego de condiciones

El objeto del pliego de condiciones no es más que recoger la normativa que se debe aplicar al diseño del nuevo volante. En este proyecto se puede subdividir en requisitos del equipo y derivados del reglamento de la Shell eco-marathon. Además, hay que destacar que todos los componentes eléctricos o tornillería que se compre cumplirá su propia normativa, con el fin de facilitar encontrar reemplazo en caso de rotura o avería. De los componentes que se compran se podrán encontrar su ficha técnica en la Bibliografía.

4.1. Requisitos técnicos

Los requisitos que deben cumplir el nuevo sistema de dirección serán:

- El poder ser acoplada a la actual caña del sistema.
- Posibilidad de incorporar una dashboard (tablero de instrumentos y que registre los datos).
- Debe resistir las cargas que se originan en el vehículo, sin deformaciones permanentes.
- El volante se deberá adelantar cinco centímetros hacia el piloto, esto se detalla al final del apartado 5.1.

4.2. Derivados del reglamento de la Shell Eco-marathon

El vehículo debe cumplir la normativa de la principal competición a la cual asiste, la Shell Eco-marathon. En el caso del diseño que se está realizando, se necesita cumplir con el siguiente apartado el cual se ha extraído y traducido de la normativa que había prevista para la competición de 2020 (Shell, 2020).

En el Artículo 30, apartado a) “Es imperativo que los pilotos, completamente sujetos, sean capaces de salir del vehículo en un tiempo inferior a 10 segundos” (Shell, 2020).

Aunque este apartado no nos limita el diseño de la pantalla, si limitará el tiempo necesario para el desmontaje. Actualmente el piloto sale sin necesidad de desmontar el volante, pero dado que se va a adelantar, le molestará y deberá poder retirarlo antes de salir. Actualmente el piloto sale en aproximadamente 6 segundos, es por tal razón que el volante no puede tardarse en retirar más de 4 segundos.



Además, en esta normativa se define también que características deben presentar la instalación eléctrica de los vehículos. Esta instalación será diseñada por los alumnos que conforman el departamento eléctrico del vehículo, las necesidades de ese sistema eléctrico son:

- El conector principal de entrada al sistema de dirección debe tener un mínimo de 14 pines.
- Se deben poder instalar 3 pulsadores normalmente abiertos
- Se debe contar con un conector de 4 pines, El cual quedara al aire para poder conectar un cable externo.
- Se debe poder crear un nuevo conector para la pantalla, ya que el actual no se quiere modificar.
- Se debe poder instalar un mando giratorio, cuya función será seleccionar el punto del mapa motor.



5 Selección de componentes

5.1. Necesidades presentes

El funcionamiento del motor del vehículo mientras esta en una prueba es realizar arrancadas en puntos de aceleración concretos y posteriormente aprovechar las inercias de las bajadas para recorrer el resto del circuito hasta llegar a otro punto de aceleración. Estas aceleraciones se suelen realizar hasta un régimen de giro del motor de aproximadamente 6500 vueltas. Actualmente el ciclo computador muestra la velocidad del vehículo al piloto, no obstante, el ciclo computador tiene un retraso al mostrar la velocidad ya que lo realiza a través de los valores que recibe del GPS. Lo que supone que el piloto detenga el motor fuera del punto ideal, dependiendo del retraso que lleve en ese momento. Esto se transforma en una gran pérdida de combustible, ya que el motor estará tirando combustible por el tubo de escape.

Además, cuando el equipo extrae la información del ciclo computador únicamente visualiza la ruta GPS y velocidad de la rueda delantera, la cual lleva un contador de vueltas. Por esa razón y aprovechando que el prototipo monta una centralita que es capaz, se quiere incorporar una dashboard del mismo suministrador, que además de proporcionar al piloto las RPM del motor, la velocidad instantánea, el tiempo de vuelta y el tiempo total. También, que sea capaz de recolectar en una memoria interna, el registro de los diferentes sensores que lleva incorporada la centralita (presión de combustible, temperatura del agua, temperatura del aire, rpm, valor de landa, presión del aire).

Además, debido al tamaño reducido de los pilotos, se va a adelantar la posición del manillar cinco centímetros, esto no se había hecho antes porque requiere el rediseño completo, ya que, si el volante no se puede desconectar de la caña, el piloto no podría entrar y salir del vehículo con facilidad necesaria.

5.2. Selección Dashboard

En cuanto a la Dashboard se seleccionará aquella que cumpla con los siguientes requisitos:

- Capaz de conectarse con la centralita del prototipo.
- Disponer de una pantalla en la cual mostrar información al piloto en tiempo real.
- Tener una medidas contenidas para poder montar sobre el futuro volante y no restar visibilidad al piloto.
- Disponer de antena GPS para poder obtener el recorrido del vehículo.

Ante estos requisitos lo que más acota la búsqueda es la conexión con la centralita existente, para ello se recurre a las dashboard que vende la propia marca (DTA fast), y tras hacer una pequeña criba con el resto de las necesidades la única que cumple con el resto de los requisitos es el modelo “NTX Dash”.



Ilustración 18. Dashboard seleccionada.

5.3. Selección de conectores

Las conexiones que se debe tener en cuenta para el nuevo volante son los siguientes. En la bibliografía de este proyecto se podrá consultar la ficha técnica de todos estos productos.

- Conexión de 4 polos, cuya función es para después de cada prueba del vehículo obtener los datos que se han guardado en el registro del dashboard. Este conector debe estar montado para un fácil acceso sobre un cara del cuerpo del volante. Para esta función se ha escogido el conector de la marca Binder con la referencia 09-0412-00-04.

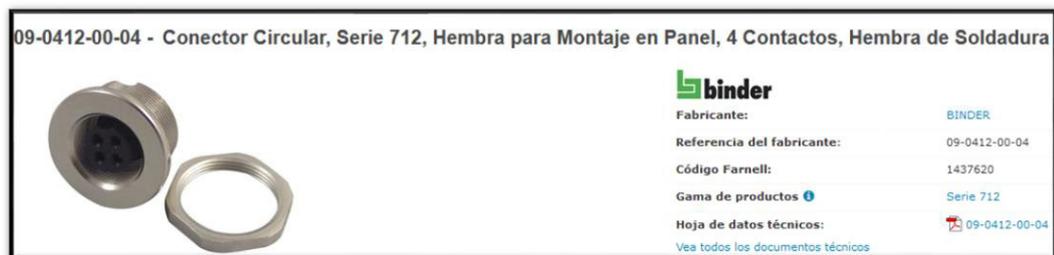


Ilustración 19. Imagen del conector de 4 polos

- Conexión al propio dashboard, se deberá sustituir el actual cableado que acompaña a la dashboard, esto se debe a que se va a montar más de un manillar, para poder ir con repuesto a las competiciones, y todos los manillares deben estar listos para no perder tiempo innecesario. Para este conector se ha seleccionado un conector compatible, el cual es soldable y es de montaje aéreo. El conector es de la marca Amphenol y la referencia del fabricante es 62GB-56T14-19PN.



Ilustración 20. Imagen del conector del dashboard

- Conector principal, este conector surge de la necesidad del diseño del volante ya que al desmontarse no deben quedar suspendido de los cables. Como requisito impuesto por el departamento eléctrico de vehículo esta pareja de conectores deberá soportar como mínimo 14 pines. Y para esta función se han elegido por las restricciones propias del diseño final, que se detallan en el apartado 8.2, la pareja de conectores ha sido de la marca binder con la referencia del fabricante 09-0339-00-16 para el conector macho y 09-0340-00-16 para el conector hembra.

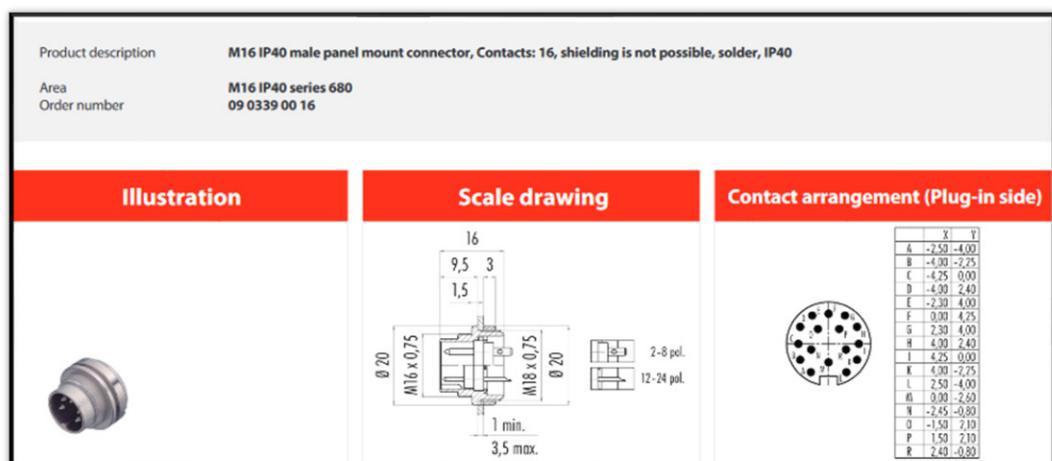


Ilustración 21. Imagen del conector macho de montaje rápido.

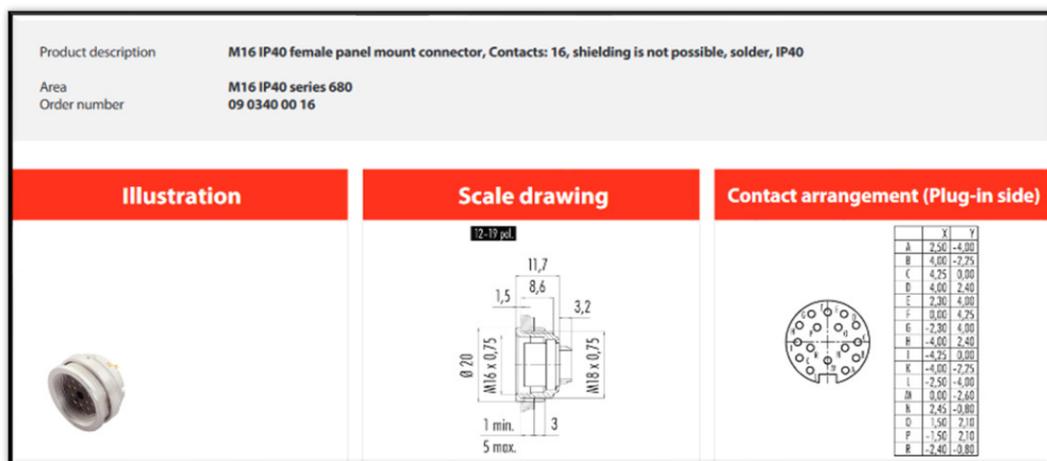


Ilustración 22. Imagen del conector hembra del montaje rápido.

5.4. Selección de mandos de control

Este apartado se subdivide en dos apartados, en primer lugar, se encuentra el mando encargado de seleccionar el mapa motor, y en segundo lugar los tres botones, toda la función de estos componentes se describieron en el apartado 3.4.

El interruptor de 6 posiciones se ha sustituido por un potenciómetro de resistencia variable de valor de 10 k Ω , debido a dos motivos, el hecho de utilizar el interruptor de 6 posiciones limita al piloto a solo poder seleccionar seis puntos, preseleccionados antes de salir a pista. Mientras que con un potenciómetro variable el piloto podrá seleccionar cualquier punto del mapa motor. El segundo motivo es la implementación del dashboard, ya que antes eran necesarios 6 leds para indicar el mapa motor. Y el utilizar el interruptor de seis posiciones simplifica el esquema eléctrico necesario para encender los leds indicadores del mapa. Además, se ha buscado un potenciómetro de tamaño reducido para facilitar su montaje. En este caso se ha elegido un potenciómetro de la marca Vishay, el cual tiene de número de referencia de fabricante P11S1V0FLSY00103KA. (ver Ilustración 23).



Ilustración 23. Imagen del potenciómetro

En cuanto a la selección de los botones de mando del manillar, se mantiene el mismo modelo de los botones que se han empleado en los anteriores manillares del equipo, al tratarse de unos pulsadores fiables. Que, al tacto con el guante del piloto, transmite la sensación de cuando esta se pulsado. Estos botones se escogerán en dos colores diferentes, respetando los colores originales. Son de la marca EOZ y el número de referencia del botón rojo es FL12NR, mientras que el botón verde es FL12NG.



Ilustración 24. Imagen de los botones

6 Software utilizado

Para la realización de este proyecto y la verificación de este mismo se van a utilizar dos programas el primero es Siemens NX y el segundo utilizado es Cura.

6.1. Siemens NX

El programa Siemens NX es un programa de CAD (dibujo asistido por ordenador), CAM (fabricación asistida por ordenador) y CAE (análisis asistido por ordenador). En este trabajo principalmente se utilizará el módulo de CAD y el de CAE. Ya que las piezas y el ensamblaje serán realizados utilizando este programa, además posterior a la realización del diseño, se utilizará a modo de verificación de que los materiales resistan sin problemas el módulo de CAE.



Ilustración 25. Logotipo Siemens NX.

El programa Siemens NX es el programa más utilizado en el mundo del diseño asistido por ordenador, es un producto de Siemens PLM Software. Es destacable el uso en el ámbito de diseño y validación de piezas su modulo NX Nastram de simulación el cual utiliza la metodología de análisis mediante elementos finitos.

El módulo de elementos finitos de Siemens NX se emplea una vez ya se tiene la pieza diseñada en un entorno 2D o 3D. Lo primero a realizar es el mallado de la pieza, esto se hace para poder analizar la pieza. El modelo de diseño es una representación idealizada, lo que supone que cada circunferencia contiene una cantidad de puntos infinitos y casi ningún ordenador podría calcular exactamente que ocurre en todos ellos, es por esto por lo que se aplica una malla.

El concepto es muy simple, la pieza se divide en pequeños polígonos (triángulos) o volúmenes (tetraedros) los cuales simplifican la pieza para que se pueda analizar. Ahora la

pieza es un conjunto de polígonos. Y cada polígono o volumen actúa homogéneo, y a la vez interacciona con los polígonos con los que comparte arista o cara. Esto se traduce en que las simulaciones ya se pueden realizar con un equipo doméstico potente.

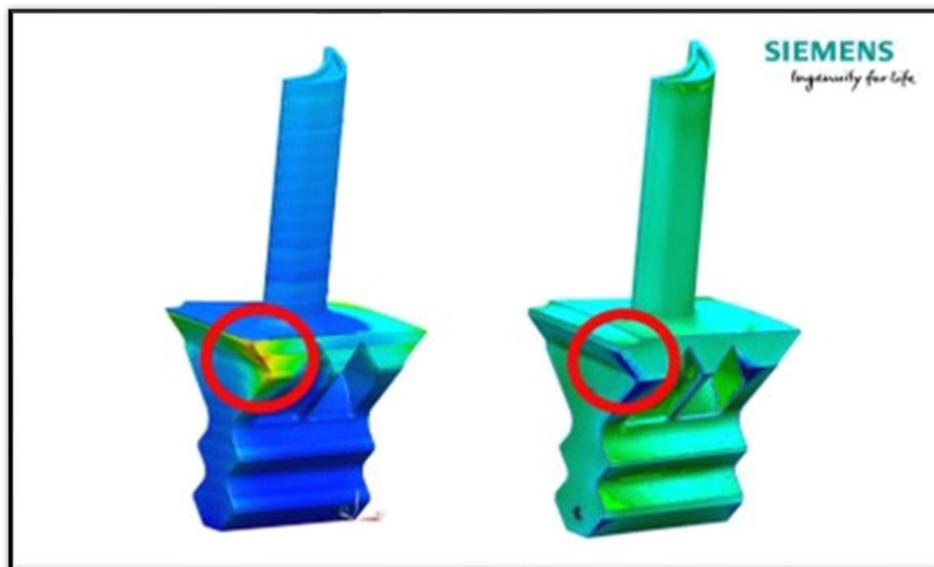


Ilustración 26. Ejemplo de pieza mallada.

El tamaño de la malla viene determinado por la complejidad de la pieza y la precisión necesaria. Un ejemplo de pieza simple sería un cubo de gran tamaño, el cual no tiene ningún chaflán, ni redondeo en sus aristas. Si se analiza con un gran tamaño de malla para evitar que el ordenador se sobrecargue, los resultados no serán correctos, ya que el comportamiento de la pieza no se asemejaría con lo que ocurre en la realidad. Además de que habría que ver los volúmenes que aparecen que respeten la forma del cubo.

6.2. Cura

El programa Cura es un programa de código abierto, bajo licencia LGPLv3. Este programa fue desarrollado por David Braan. La función de este programa es convertir un archivo en STL a una Gcode, el cual es un código que le dice a la impresora 3D como realizar una pieza. Su funcionamiento es introducir la pieza que se quiera imprimir en 3D en formato STL. Este formato no es más que la pieza hecha a partir de triángulos que conforman las superficies.



Ilustración 27. Logotipo Cura

Tras introducir la pieza, se deben ajustar todos los parámetros de impresión y posicionarla en su lugar sobre la cama de adhesión. Tras realizar todas las modificaciones correspondientes, ya que estos parámetros dependen del material, la impresora y la calidad deseada, se le da la instrucción de “filetear” o segmentar. Esta orden lo que realiza es el corte de la pieza por capa, y en cada capa atendiendo a los parámetros anteriormente seleccionados se realiza la ruta que deberá la boquilla.

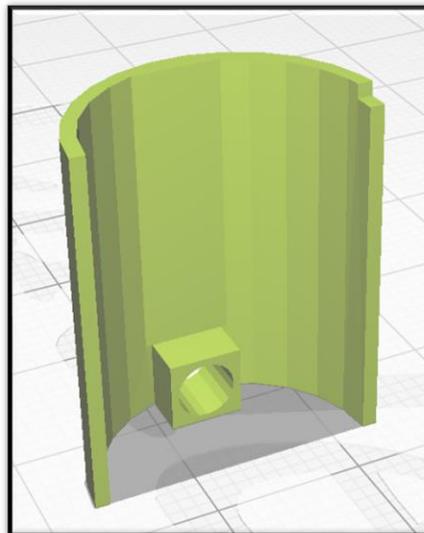


Ilustración 28. Modelo en formato STL.

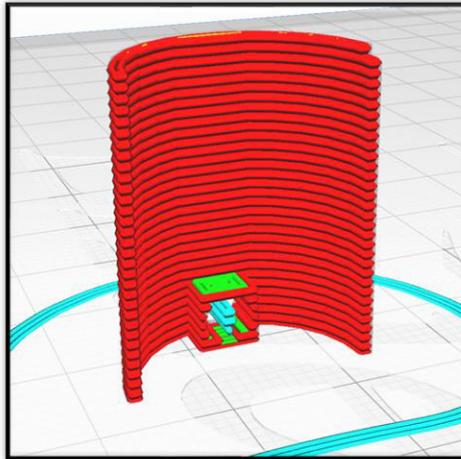


Ilustración 29. Imagen que muestra cómo debería quedar la pieza acabada.

Una vez realizadas las comprobaciones oportunas sobre la pieza ya fileteada, tales como que la pieza tenga soportes en todos los voladizos, que no se imprimirían de otra forma y que los soportes se puedan retirar con facilidad, se da por válido el Gcode de la pieza. Un Gcode no es más que un manual de instrucciones para la impresora 3D, en el cual se indica que velocidad y que movimientos debe realizar la impresora para generar la pieza. Generalmente este archivo se carga en la impresora mediante una tarjeta microSD.

7 Cálculo de las cargas

Para el cálculo de las fuerzas presentes en el volante, se escogerá como punto de partida las cargas que se calcularon en el documento (Finch Domenech, 2019, pág. 31 y 32) Diseño, calculo, fabricación y puesta en servicio de nueva dirección para vehículo Shell Eco-Marathon. , en el cual, se realizan los cálculos de las cargas presentes en la barra de carbono, que une la leva de la caña de la dirección con la mangueta de la rueda. En él se detalla que sobre barra de carbono es necesario 92.31N para poder girar una rueda con el vehículo detenido. Conociendo la distancia entre el eje de la caña y el eje del tornillo que une la uniball de la dirección conocemos el par máximo que puede llegar a darse en la caña.

$$\text{Momento necesario} = \text{Fuerza necesaria} * \text{distancia entre ejes}$$

$$\text{Momento necesario} = 92.31 \text{ N} * 2 * \frac{25.92 \text{ mm}}{1000}$$

$$\text{Momento necesario} = 4.7853 \text{ N} * \text{m}$$

Una vez sabemos el valor del par que se puede llegar a dar en la caña, calculamos el caso más desfavorable en el caso del control de piloto. Y se supone que este aplica la fuerza desde el extremo del manillar, lo que supondrá la creación de mayores momentos flectores en el trozo de manillar. Esta fuerza sería si solo hay un punto de aplicación, pero el piloto puede aplicar la fuerza desde los dos lados, así que la fuerza necesaria será la mitad de la total.

$$\text{Fuerza por aplicar} = \frac{\text{Momento necesario}}{\frac{\text{Distancia manillar}}{2}}$$

$$\text{Fuerza por aplicar} = \frac{4.7853 \text{ N}}{\frac{0.19 \text{ m}}{2}}$$

$$\text{Fuerza por aplicar} = \frac{25.1860}{2}$$

$$\text{Fuerza por aplicar} = 12.5930 \text{ N}$$

Una vez realizados estos cálculos, conocemos que en el extremo del manillar deben actuar a cada lado es 12.59 N.

8 Diseño del sistema

8.1. Diseño del sistema de montaje rápido

El sistema de diseño de montaje rápido debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener la posibilidad de integrar un conector de 14 pines.
- Permitir la desconexión eléctrica completa entre el volante y el resto de vehículo.
- Garantizar el centrado del volante con la dirección.
- Permitir el desmontaje en el tiempo suficiente para que el piloto pueda salir del vehículo en menos de 10 segundos.
- Acoplarse a la caña de la dirección del vehículo.

Para llegar a cumplir con estos requisitos lo primero que se hizo fue buscar un conector que se pueda insertar en el interior de la caña y permita la conexión y desconexión, simplemente aplicando un desplazamiento a lo largo del eje de la caña.

8.1.1. Diseño conector y soporte

Este conector presenta un problema para realizar la conexión y es que contiene una rosca interna. El objetivo que tiene la rosca es la de asegurarse que el conector aéreo que se debería ligar no se puede desconectar por tirones. Pero en este trabajo el conector se conectará a otro conector de pared, así que para poder permitir la desconexión rápida se va a mecanizar esa rosca para eliminarla.



Ilustración 30. Imagen conector con rosca a eliminar

8.1.2. *Diseño brida*

Una vez solucionado el problema de las conexiones eléctricas, el sistema de montaje se va a basar en el utilizado en los volantes de simuladores de coche, estos volantes utilizan una brida rápida, como la que se puede ver en la imagen



Ilustración 31. Fotografía posible brida.

Esta brida evitara que el volante se pueda desmontar por error, pero para evitar la rotación del manillar sobre la caña, en la caña se le añadirán unas “ranuras”, en aluminio 7075, las cuales irán en una única pieza y pegadas sobre la caña en la posición que se garantice el correcto centrado del volante. El diseño pieza que contiene las ranuras se puede observar en la Ilustración 32. Esta pieza tiene un diámetro superior al diámetro más pequeño del borde de la brida. Por lo que habrá que mecanizar ese borde que se aprecia en la Ilustración 32 para poder garantizar un correcto montaje.

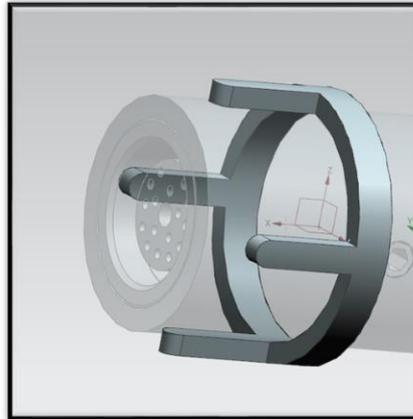


Ilustración 32. Imagen de la pieza de ranura

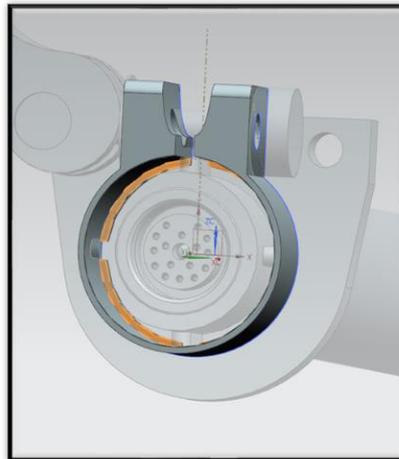


Ilustración 33. Borde de la brida resaltada y ya mecanizada.

8.2. Soporte conector

Tras muchas pruebas y algún diseño previo de conectores exteriores, se optó por diseñar un sistema el cual debía integrar un conector dentro de la caña. Para esta función se les planteo al equipo eléctrico, que seleccionen un conector el cual se pudiera impedir su desplazamiento desde la parte posterior al mismo y cuyo diámetro externo no sea superior a 20 mm, el diámetro interno de la caña. En los diseños previos se intentó utilizar un conector DB14 que iba montado sobre la caña. En la siguiente imagen falta la pieza izquierda del cuerpo del volante para poder observar la parte interna de este diseño previo.

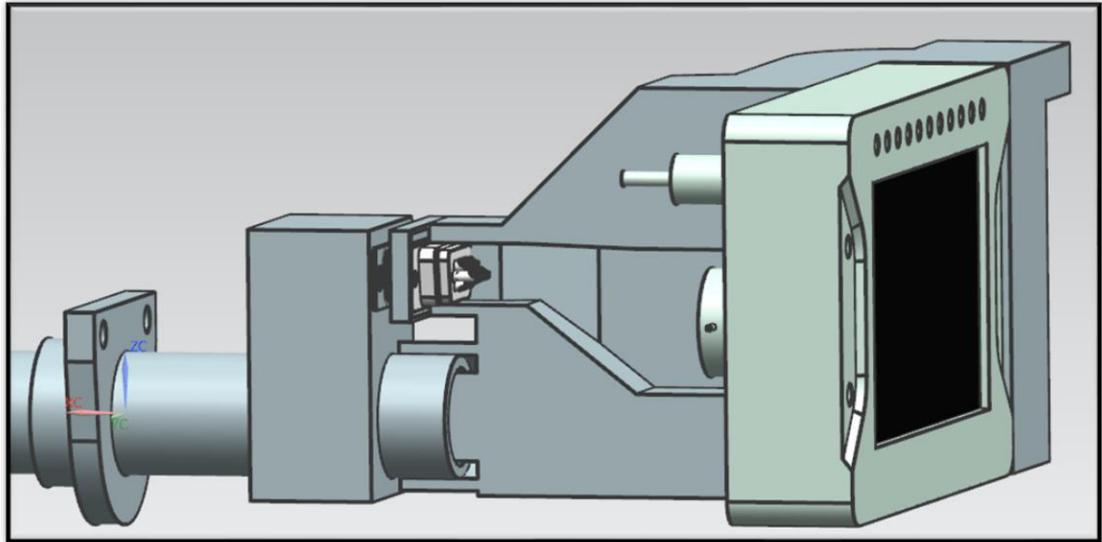


Ilustración 33. Diseño previo sin el uso de manillar.

El conector seleccionado es un conector que permite soldar los cables, tiene un diámetro externo de 20 mm y una rosca en la parte trasera, con una ranura que asegura su alineación.

Para asegurar el conector en la posición correcta se ha diseñado un soporte. El cual tendrá la forma que se puede apreciar en la siguiente fotografía, este soporte tiene como características que respeta la ranura que incluye el conector para asegurarse de que está completamente alineado, además en la parte trasera se incluirá un inserto para roscas, específico para plásticos de métrica tres. La pieza del otro lado se generará por simetría. En la Ilustración 34 se pueden ver destacadas las caras roscadas del conector. Para que la pieza impresa en 3D tenga la forma de la rosca, se realiza aprovechando la principal propiedad de estos, que son termoplásticos. El proceso para realizarla será calentar la pieza para que se reblandezca y en ese estado posicionarla sobre el conector, el cual estará cubierto por cinta de embalaje. Esta técnica es muy utilizada en impresión 3D ya que al retirar la pieza se obtiene un acabado óptimo de la forma. Esto se puede realizar en este caso, ya que sobre este conector no existirán más fuerzas que las propias del roce entre los pines del conector macho y los alojamientos del conector hembra.

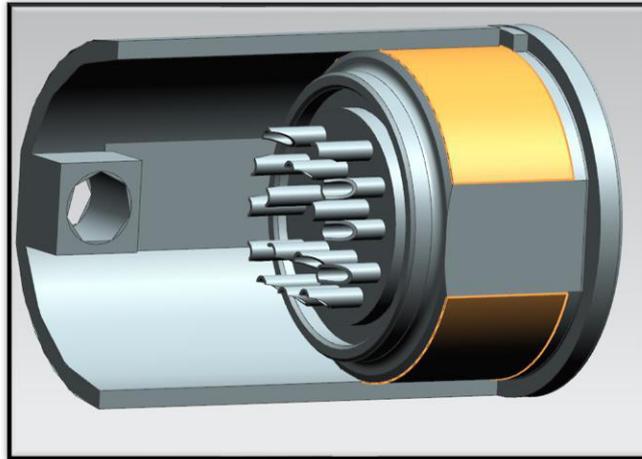


Ilustración 34. Imagen soporte conector y el conector.

8.3. Posicionamiento del manillar

La posición que va a ocupar el manillar se va a modificar en este proyecto, solamente se desplazará cinco centímetros hacia el piloto. Esto es debido a que los pilotos son de tamaño reducido y no llegan correctamente al manillar. A pesar de esto no se ha realizado ningún cambio hasta ahora porque si se adelanta el manillar, las piernas del piloto chocarían con el manillar. Esto provocaría que el piloto no pudiese ni entrar, ni salir del vehículo con la rapidez que lo realiza actualmente.

Es por ello por lo que el volante necesita ser desmontable y a la vez se va a mover la posición cincuenta milímetros. Actualmente en el vehículo la distancia entre la placa de la caja y el eje del manillar es de 63.9014 milímetros. Esto supone que en el volante que se diseñará deberá tener 113 milímetros de distancia entre la caja y el eje del manillar.

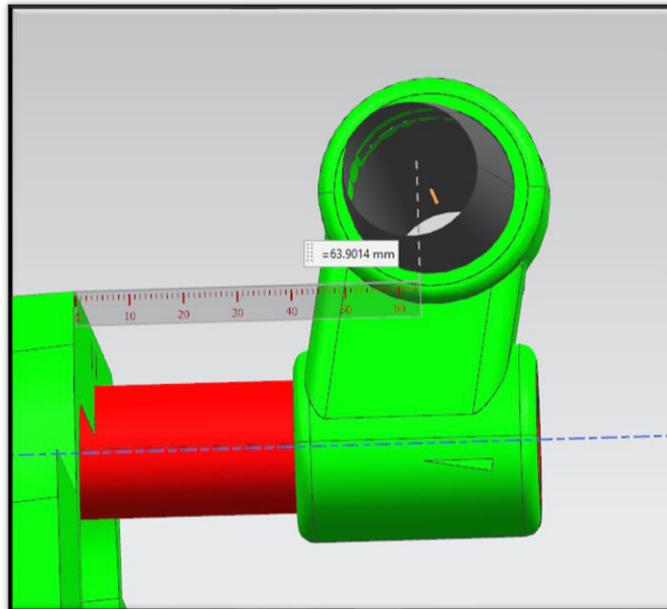


Ilustración 35. Medida en actual sistema de dirección.

8.4. Diseño del cuerpo del volante

Para el diseño del cuerpo del volante se comienza por unir la caña, con la pantalla y con el manillar. Para permitir el montaje lo primero que se realiza en un bloque macizo con una forma semblante a la idea final, que será la de hacer de punto de unión entre el manillar, la pantalla y la caña de dirección.

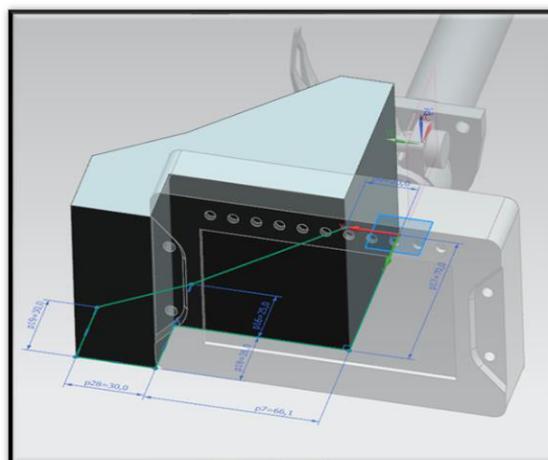


Ilustración 36. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 1

Tras realizar esta extrusión se realizan un par de extrusiones para reducir material en las zonas que menos cargan tendrán dado que además de que cumpla con las cargas, debe ser lo más ligero posible. Además, se realiza una revolución en la parte posterior con el objetivo de poder utilizarla para realizar el montaje sobre la caña.

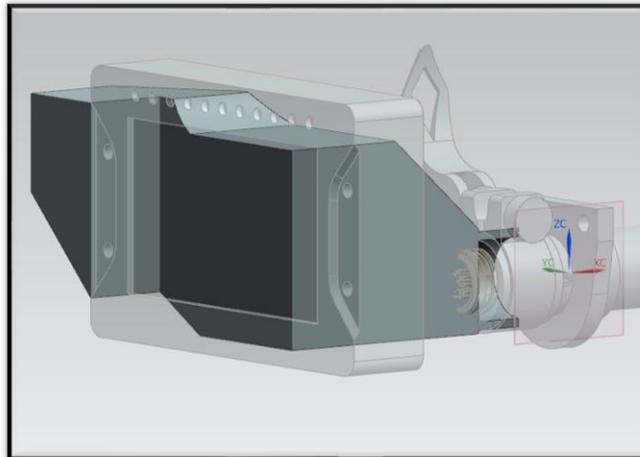


Ilustración 37. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 2.

Se continúa realizando una extrusión en la parte frontal, la cual alojará el conector de la pantalla y por la parte posterior se realizará una revolución con el objetivo de modelar un soporte para el conector principal del volante.

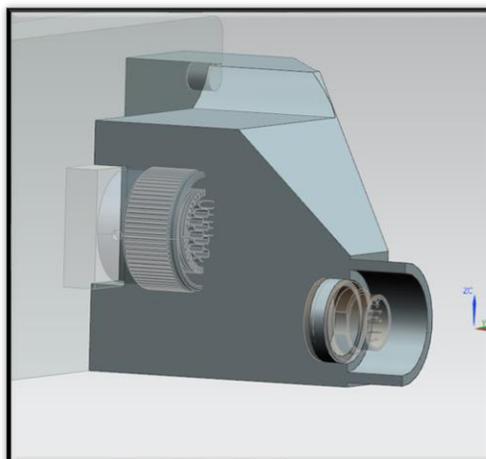


Ilustración 38. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 3.

Posteriormente se realiza una operación de carcasa para hacer un vaciado interior a la pieza y dejar solo las paredes externas con un grosor de 5mm. En esta operación se han retirado las caras que no son necesaria en el montaje final. Esta operación se realiza con el

objetivo de conseguir una cavidad interna. Esta cavidad servirá para cumplir la necesidad que espacio que tienen las diferentes conexiones eléctricas que se realizarán en el interior. Otro motivo para realizar esta operación es que, al conseguir tener una pared de grosor constante y paralelo por ambos lados, para ayudar a montar los diversos conectores que se monten en el actual trabajo y en posibles mejoras posteriores.

Dado que la anterior operación deja todas las paredes con un grosor de 5 mm debilitaría mucho la zona de anclaje del manillar ya que es una zona que sufrirá gran parte de las cargas en su uso normal. Para evitar esto se extruye un sólido que refuerza la zona anteriormente mencionada.

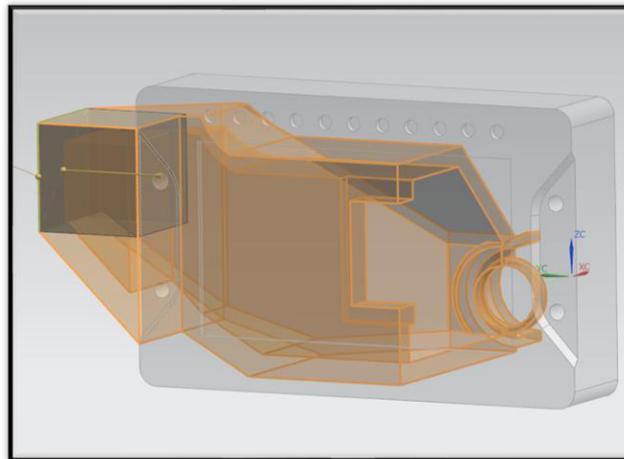


Ilustración 39. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 4.

Lo siguiente que se realiza es una extrusión de 22.1 mm para alojar el manillar en la cavidad, el cual irá pegado con Loctite 9461. En el extremo interno de esta extrusión irá un agujero pasante de 5 mm de diámetro con el fin de poder pasar los cables que se conectarán a los botones presentes en el manillar, además por la cara interna, en la cual irá la pantalla apoyada, se hará otra extrusión para poder pasar los cables que se acaban de mencionar hacia la cavidad interna del cuerpo del volante.

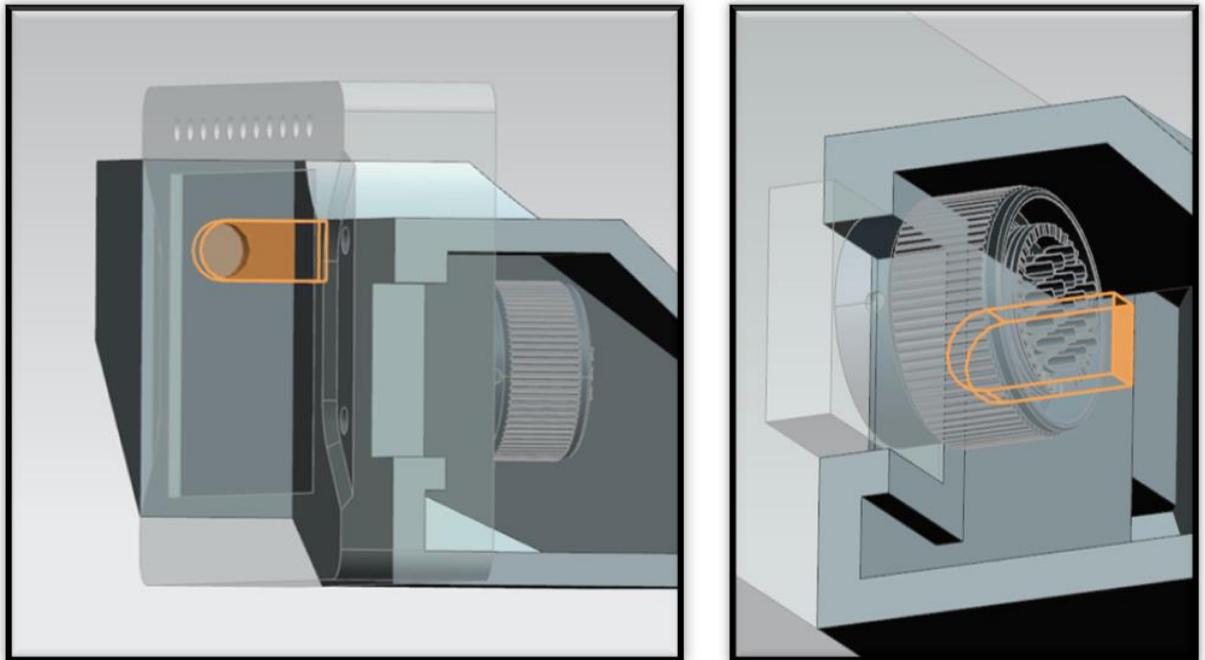


Ilustración 40. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 5.

A continuación, se realiza sobre la pieza un nuevo volumen, el cual tiene como objetivo prolongarse sobre la reducción que presenta la pantalla en su cara frontal, para poder fijarse mediante tornillos a los agujeros con rosca que presenta la pantalla. Esta unión se realizará con tornillos allen de cabeza cónica de métrica cuatro, según la norma DIN-7991.

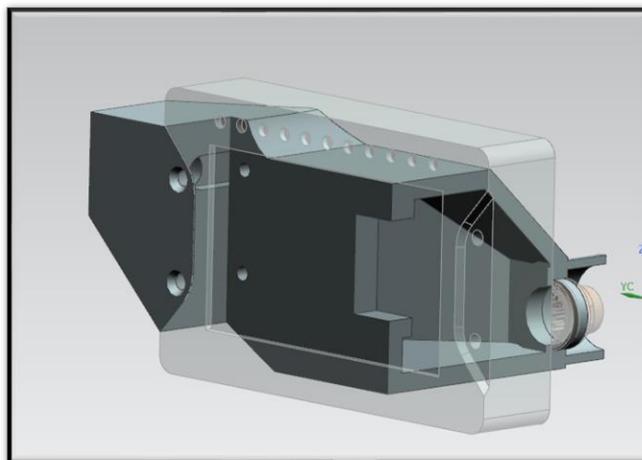


Ilustración 41. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 6.

En la parte trasera se realiza una operación de extrusión para poder pasar unos tornillos allen M4 según norma 912 con una longitud de 20 milímetros. Tanto los tornillos cónicos como estos se realizan en aluminio 7075 debido a su baja densidad, en comparación a otros metales. Además, para evitar que se caigan los tornillos en la cavidad interior cuando se esté ensamblando, se realiza la extrusión de un cilindro hueco, de diámetro interno 7 y 2 mm de grosor. Esto se puede apreciar en la siguiente imagen donde se ha realizado un corte de sección.

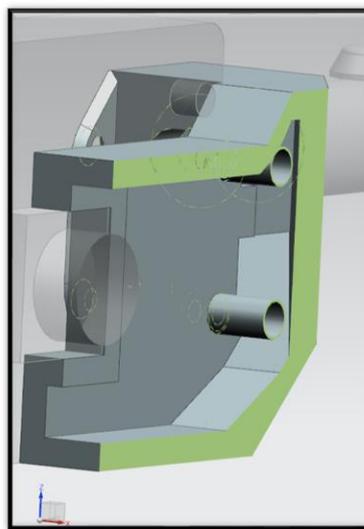


Ilustración 42. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 7

Para conectar el último conector que llevara acoplado el cuerpo del volante se realiza una extrusión en la cara posterior del volante con la forma indicada por el fabricante, para evitar que el conector pueda girarse. Además, se reduce el grosor de la pared por la parte interna para posteriormente poder montar el conector, esto se puede observar en la Ilustración 43.

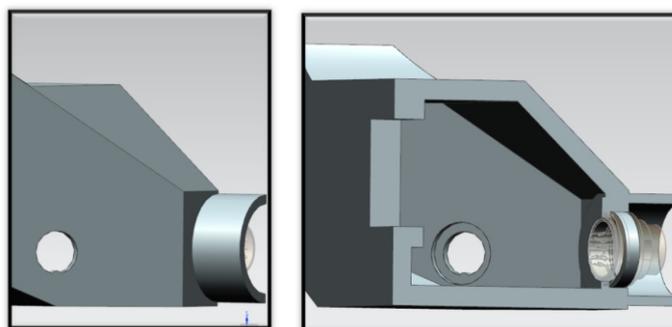


Ilustración 43. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 7.

Para el montaje del potenciómetro se ha optado por montarlo en el plano inclinado que se crea bajo el volante, como se puede observar en la Ilustración 44, con el objetivo de que este integrado en el diseño y quede próximo a la mano del piloto. Para que sea posible ensamblarlo se ha realizado un agujero a la pared que está en contacto con la pantalla. Dado que el espacio interno es muy reducido, no se podrá montar el potenciómetro si no se amplía el agujero pasante que lo sostiene, se ha optado por realizar un agujero más amplio de lo que indica el fabricante en el eje Y. En la Ilustración 45 se puede observar el croquis con el cual se ha realizado la operación de extruir, en ella se puede observar en color rojo el hueco necesario para alojar el potenciómetro según las instrucciones del fabricante y en negro el agujero realizado para que se puede montar en esa posición sin chocar con la misma pieza del cuerpo del volante. Posterior al montaje del potenciómetro se rellenará con una chaveta que en la Ilustración 46 está de color negro, la cual evitará que el potenciómetro se desplace de su posición.

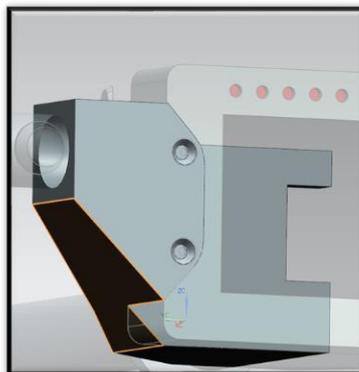


Ilustración 44. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 8.

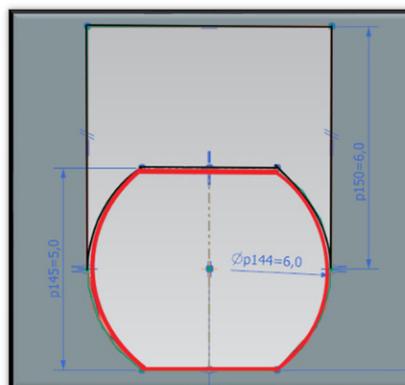


Ilustración 45.. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 9.

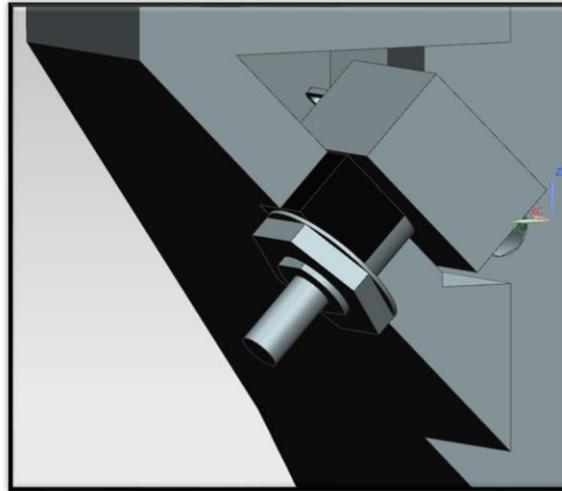


Ilustración 46. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 10.

Lo última operación que falta por realizar es la de realizar dos agujeros en la cara superior de la cavidad principal del cuerpo del volante. El primero de un tamaño de tres milímetros de diámetro que tendrá como fin pasar el cable del GPS a la parte interna del cuerpo. Mientras que el segundo agujero con un diámetro de 10 milímetros servirá para montar una antena GPS, la cual irá anclada con una tuerca por la parte interior.

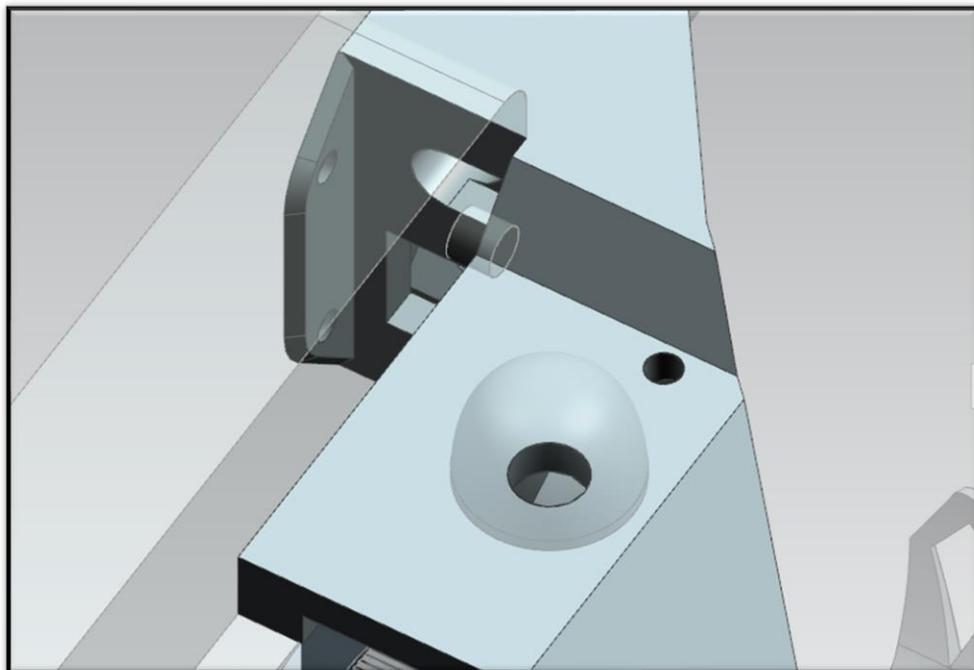


Ilustración 47. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 11.

9 Simulación por elementos finitos

9.1. Mallado

En el módulo de NX Nastram solo se tienen que seleccionar las piezas que hagan falta para realizar la simulación. Para ellos lo primero que se debe tener en cuenta es que se va a analizar el cuerpo del volante, al cual se va a restringir el movimiento desde las ranuras que impiden su rotación sobre el eje de la caña, hasta el manillar de carbono. Esto se debe a que, al añadir todas las piezas, la cantidad de elementos sería demasiado elevada, además de innecesario, ya que las piezas existentes en el vehículo ya se saben que resisten las cargas que se pueden llegar a generar en su propio uso.

En la Ilustración 48 se puede observar el ensamblaje ya idealizado para poder realizar la simulación por elementos finitos. El objetivo de esta idealización es conseguir una pieza que aun sin perder la forma original de la pieza, sea factible analizarla en un ordenador normal. Ya que, al quitar los redondeos o chaflanes de pequeñas dimensiones, se evita que los elementos generados en el mallado no se asemejen a la pieza. Esto no haría falta si se reduce el tamaño de mallado, pero al reducirlo la potencia de cómputo y cantidad de memoria RAM necesaria se eleva demasiado para los medios de los cuales se disponen.

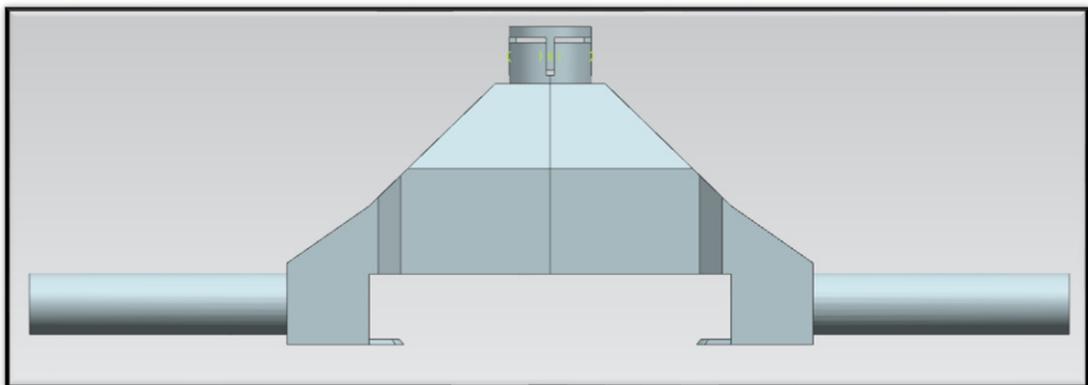


Ilustración 48. Captura de pantalla del modelado del cuerpo del volante 12.

Lo primero a realizar es ir mallando todos los componentes que conforman el ensamblaje, agrupando en diferentes colectores 3D a las piezas de diferentes materiales. El primer colector agrupa el cuerpo del volante el cual será impreso en 3D, usando el material de BCN3D denominado PAHT CF15, el cual se describe en el apartado 10.4.1. Este mallado se realizará con un mallado de tamaño de elemento de 4 milímetros.

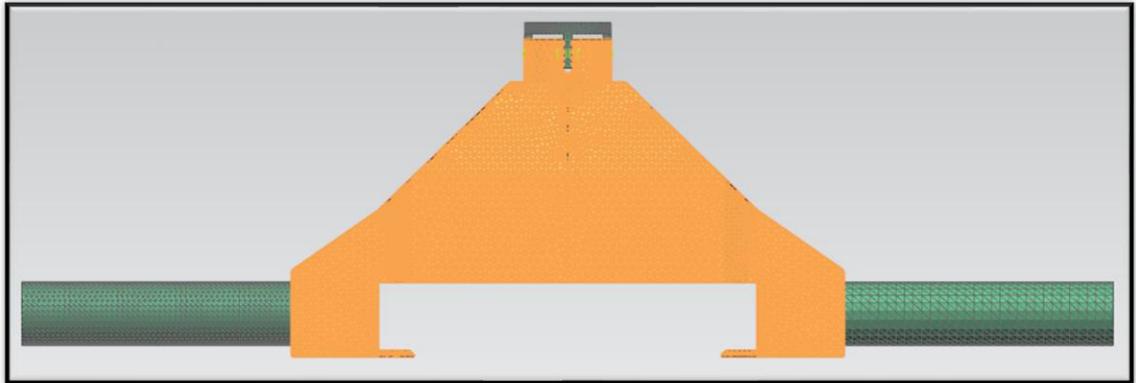


Ilustración 49. Piezas que conformar el colector 3D número 1.

El segundo colector agrupara los manillares que serán de fibra de carbono. Este mallado se realizará con un tamaño de mallado de 3 milímetros.

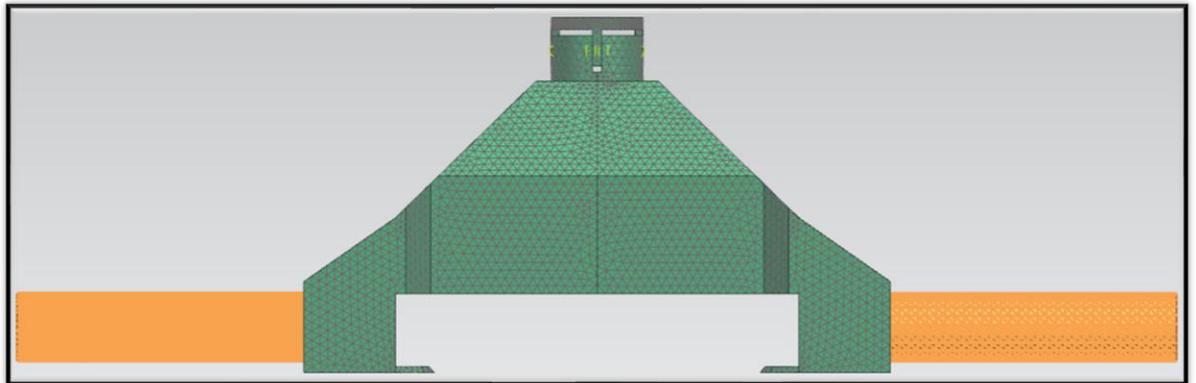


Ilustración 50. Piezas que conformar el colector 3D número 2.

El tercer colector solo contendrá la pieza que bloquea el giro del volante con respecto a la caña de la dirección. Debido al tamaño reducido de la pieza para evitar que los nodos no tengan calidad suficiente se realiza un tamaño de malla de 1 milímetro.

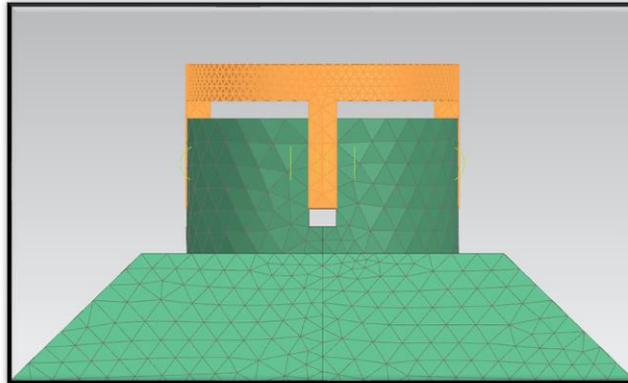


Ilustración 51. Piezas que conformar el colector 3D número 3.

El siguiente paso es aplicar los materiales a los diferentes, debido a que en la biblioteca de materiales de Siemens NX no existen los materiales exactos que queremos simular, es necesario crearlo con el fin de poder simularlo. Dado que es un material que se imprime en 3d, presenta propiedades anisotrópicas, problema el cual se desarrollara en el apartado 10.1, es por ello por lo que presenta diferentes propiedades dependiendo del eje. La forma idónea para simular la pieza seria con los datos que se pueden observar en la Ilustración 52. Pero en esta simulación se realizará como si fuera una pieza Isotrópica la razón de esto se detalla en el apartado 10.3.1. Así que los valores que se introducen son los que aprecian en la Ilustración 53.



Nombre: Descripción			
PAHT CF15 real			
Etiqueta	5		
Descripción			
Categorización			
Propiedades			
Densidad de la masa (RHO)	1232		kg/m ³
Mecánico	Módulo de Young (Ei)		
Fuerza	Módulo de Young (E1)	Módulo de Young (E2)	Módulo de Young (E3)
Durabilidad	5052 N/mm ² (N)	5052 N/mm ² (N)	2455 N/mm ² (N)
Térmico/eléctrico	Coeficiente de Poisson mayor		
Fluencia lenta	Coeficiente de Poisson (NUij)		
Viscoelasticidad	Coeficiente de Poisson (NU12)	Coeficiente de Poisson (NU23)	Coeficiente de Poisson (NU13)
Viscoplasticidad	0.037	0.037	0.037
Daño			
Misceláneo			

Ilustración 52. Propiedades reales PAHT CF15

Nombre: Descripción	
PAHT CF15	
Etiqueta	2
Descripción	
Ascendencia	
Categorización	
Propiedades	
<input checked="" type="checkbox"/> Densidad de la masa (RHO)	1232 kg/m ³
Mecánico	
Constantes elásticas	
<input checked="" type="checkbox"/> Módulo de Young (E)	2455 N/mm ² (MPa)
<input checked="" type="checkbox"/> Coeficiente de Poisson mayor	
<input checked="" type="checkbox"/> Coeficiente de Poisson (NU)	0.4

Ilustración 53. Propiedades idealizadas PAHT CF15

El segundo colector es el que contiene los dos trozos de manillar, al igual que con el primer colector se repite el proceso de insertar un nuevo material con los datos de la fibra de carbono bidireccional. Para realizar esta simulación se ha seleccionado la misma ficha técnica de la cual está hecho el volante actual, dado que se aprovecharán los extremos cortados para montar el actual volante.

Nombre: Descripción		
Fibra de carbono		
Etiqueta	3	
Descripción		
Categorización		
Propiedades		
Densidad de la masa (RHO)	1485 kg/mm ³	
Mecánico		
Módulo de Young (Ei)		
Módulo de Young (E1)	Módulo de Young (E2)	Módulo de Young (E3)
62450 N/mm ² (N)	62450 N/mm ² (N)	3710 N/mm ² (N)
Coeficiente de Poisson mayor		
Coeficiente de Poisson (NUij)		
Coeficiente de Poisson (NU12)	Coeficiente de Poisson (NU23)	Coeficiente de Poisson (NU13)
0.037	0.037	0.037

Ilustración 54. Propiedades fibra de carbono del manillar

El tercer colector es el encargado de recoger la pieza que forma las ranuras que hacen de bloqueo para evitar el giro, esta pieza estará hecha en aluminio 7075. Al igual que se ha realizado el resto de los materiales, también se ha de añadir a la biblioteca local de Siemens NX.



Ilustración 55. Propiedades Aluminio 7075.

El último paso, una vez se tengan todos los elementos mallados, es realizar el acoplamiento de mala. Con el fin de transmitir las cargas a través de los diferentes componentes de los materiales, esto se realiza para que todos los elementos estén en la misma malla. Porque si no las piezas que conforman el ensamblaje no tendrían iteración alguna entre ellas.

9.2. Aplicación de cargas y restricciones

Con las cargas ya calculadas en el apartado 7, ahora es el momento de aplicarlas sobre la pieza, se seleccionan que sobre las caras de los extremos del manillar se aplican 12.59N en cada lado y en dirección opuestas, ya que ambas de en la caña en el mismo sentido. Además de la anterior carga se ha añadido a cada extremo una segunda carga, esta carga simplemente simulara que el piloto reposa parte del peso del antebrazo sobre el manillar. Para la simulación se ha supuesto que esta carga tendrá una fuerza de 10N.

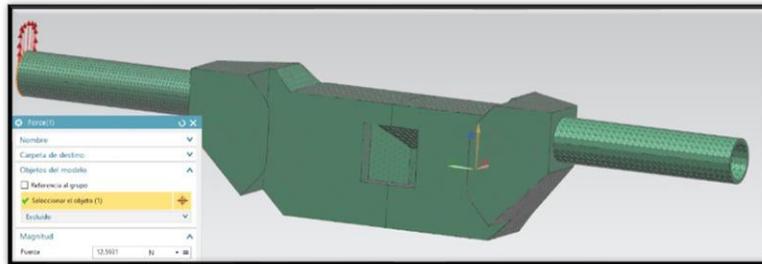


Ilustración 56. Imagen simulación, carga 1.

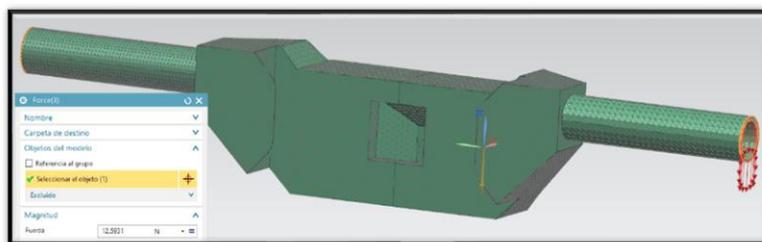


Ilustración 57. Imagen simulación, carga 2.

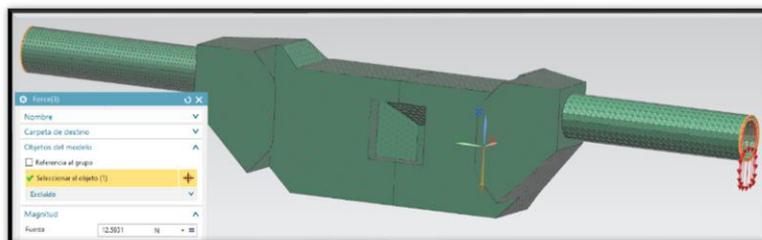


Ilustración 58. Imagen simulación, carga 3.

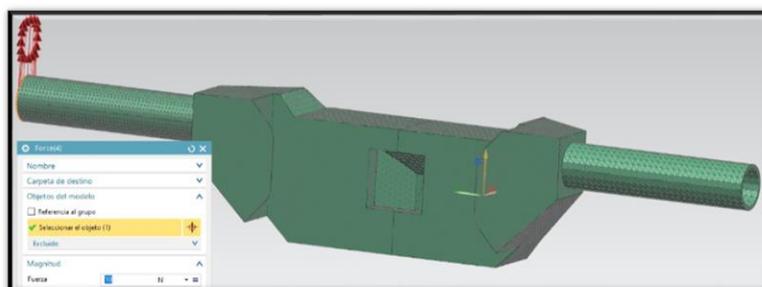


Ilustración 59. Imagen simulación, carga 4.

9.3. Resultados

Tras realizar la simulación obtenemos que los siguientes resultados:

9.3.1. Deformaciones:

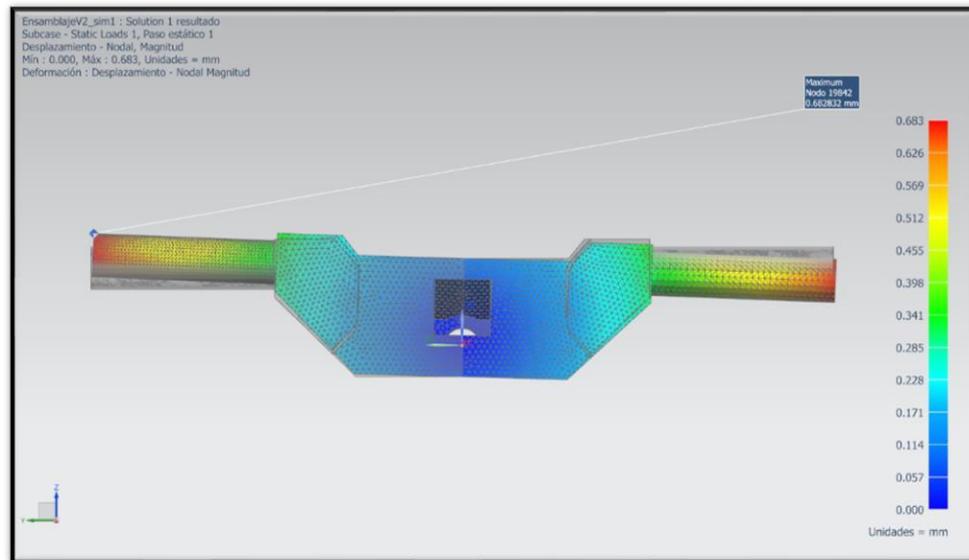


Ilustración 60. Resultado de simulación, deformaciones.

En la imagen anterior se puede observar la deformación una vez aplicadas las cargas. La zona traslucida es la pieza sin deformación. Como se puede observar el mayor desplazamiento lineal se produce en el extremo del volante. En este punto la pieza se llega a desplazar 0.683 mm, esto se puede considerar despreciable, ya que el piloto realizar una corrección sin problemas.

9.3.2. Tensiones máximas:

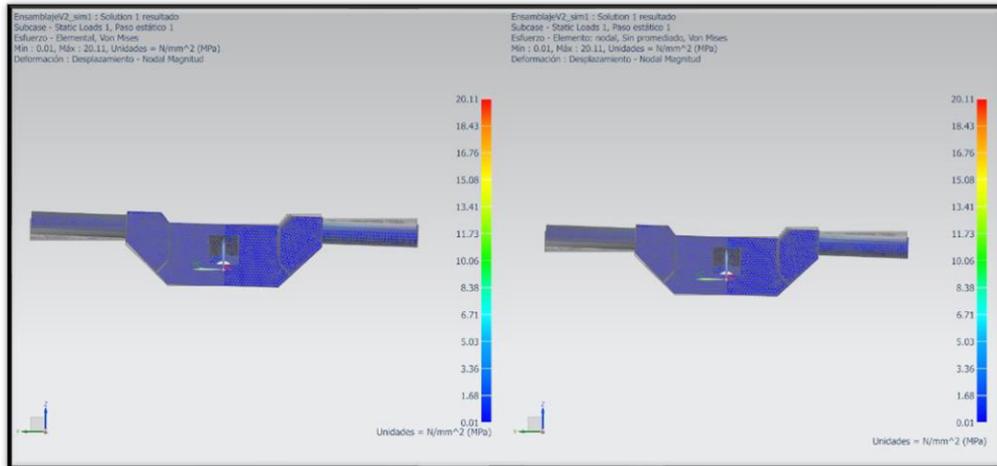


Ilustración 61. Resultado de simulación, tensiones máximas.

En la anterior imagen se han comparado las dos formas de calcular la tensión existen en Siemens NX, si los valores y las zonas de máximas cargas coinciden es una forma rápida de comprobar la veracidad de los resultados que se han obtenido mediante la simulación. Además, al analizar los resultados se observan las siguientes tensiones máximas en los diferentes elementos:

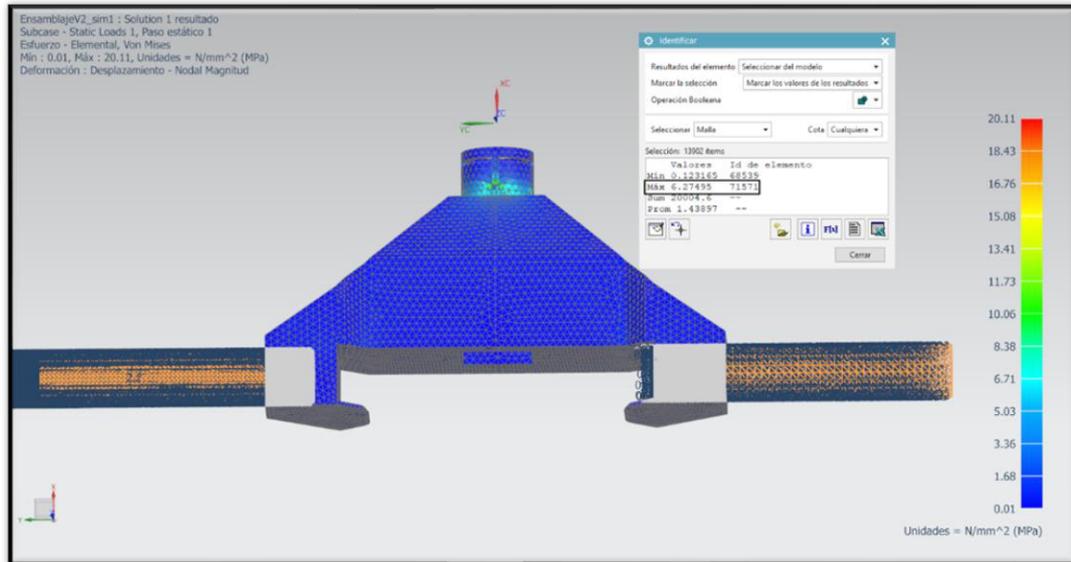


Ilustración 62. Resultado de simulación, tensiones máximas, en el manillar.

Manillar: 6.27495 MPa

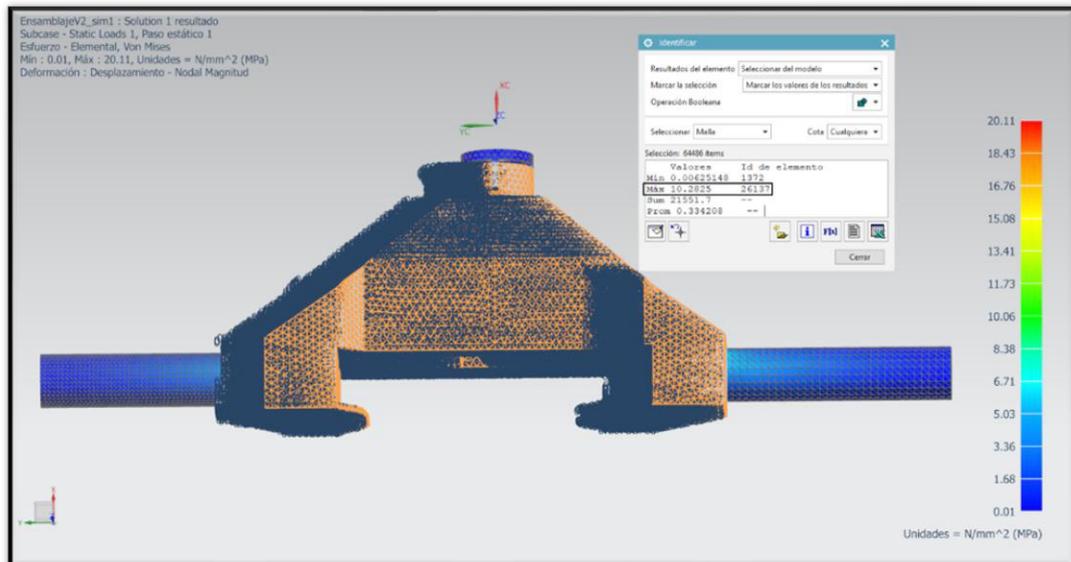


Ilustración 63. Resultado de simulación, tensiones máximas, en el cuerpo del volante.

Cuerpo del volante: 10.2825 MPa

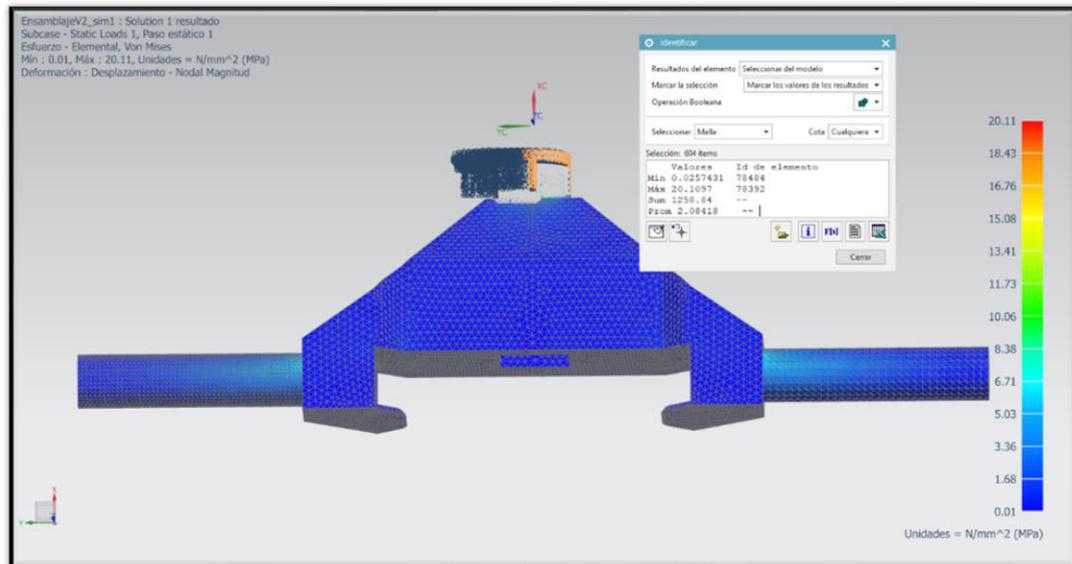


Ilustración 64. Resultado de simulación, tensiones máximas., en las ranuras

Bloqueo de giro: 20.1097 MPa

9.3.3. Coeficiente de seguridad

Tras conocer las tensiones máximas que se producen en la pieza, calcularemos cual es el coeficiente de seguridad presente en cada una de ellas, para asegurarnos de que cumplan. Esto se hará utilizando la siguiente formula:

$$\text{Coeficiente de seguridad} = \frac{\text{Tension máxima posible}}{\text{Limite elástico del material}}$$

Elemento	Limite elástico del material	Tensión máxima	Coeficiente de seguridad
Cuerpo del volante	62.9 MPa	10.2825 MPa	6.1172
Bloqueo de giro	480 MPa	20.1097 MPa	23.8691
Manillar	593.3 MPa	6.2750 MPa	122.4132



9.4. Conclusiones

Como se puede observar al final del apartado anterior, todas las piezas diseñadas cumplen perfectamente con el cometido para el cual están diseñadas. Es por ello por lo que se dan por validadas para la fabricación.

10 *Fabricación mediante FFF*

10.1. Técnica FFF

La tecnología seleccionada para imprimir las piezas principales de este trabajo es mediante tecnología aditiva, concretamente Fabricación con Filamento Fundido (FFF). Esta tecnología consiste en desplazar un boquilla la cual va depositando material fundido por capas, hasta conseguir general el material final.

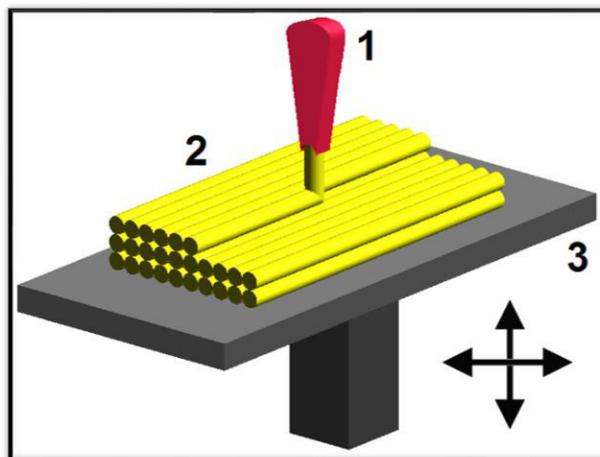


Ilustración 65. Imagen fabricación mediante FFF

Esta tecnología es muy popular, dado que permite realizar prototipos los cuales pueden llegar a ser funcionales en un tiempo muy reducido en comparación a otra técnicas. Esto se debe a que no se necesitan moldes, ni tienen restricciones en cuanto a geometrías complejas. Es por esto la razón que se ha escogido para este trabajo. La pieza generada tiene demasiadas partes con geometrías complejas, además de que al no necesitar de moldes se reduce el coste unitario de pieza.

Por el contrario, la tecnología de impresión 3D presenta el problema de que las pieza impresas en 3D presentan el problema de que son piezas anisotrópicas, lo que significa que las propiedades mecánicas no son iguales en todos los ejes. En el caso de la impresión 3D significa que en el eje Z. Generalmente en el eje Z las piezas tiene un límite elástico que es un 70 % del valor de los ejes X o Y, esto debe a que toca la capa se imprime de continuo, mientras que la adhesión entre capas es pegar filamento caliente sobre un filamento que ya se ha enfriado y no se solidifica igual.

10.2. Posicionamiento de las piezas.

Como se ha explicado en el apartado anterior es muy importante como se orientarán las piezas en función de las fuerzas que deban soportar o de las calidades deseadas. Es por ello por lo que se dedicara este punto a hablar de ellas. La chaveta para el potenciómetro se ha excluido debido a que es una pieza muy simple y no requiere ninguna orienta especial.

10.2.1. Posicionamiento del cuerpo del volante

En el caso de la pieza que se ha diseñado en este trabajo, se imprimirá como se muestra en la siguiente imagen. Debido a que la parte que mayor concentración de cargas recibe la pieza es en la unión con la caña. En este lugar se concentra un momento torsor generado por el giro del piloto. En el siguiente esquema se muestra como es el momento en la pieza.

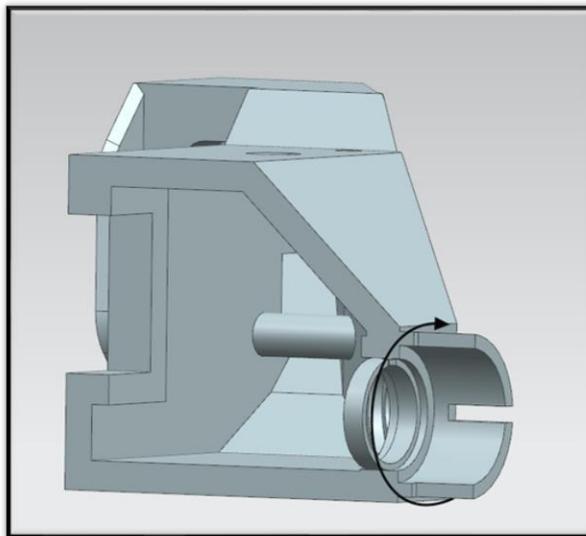


Ilustración 66. Principales cargas en el cuerpo del volante.

Por lo que se ha comentado al principio de este apartado es conveniente no hacer coincidir el plano del momento torsor en el plano de impresión, ya que en el Z se encuentran las adhesiones entre capas y al aplicarle una carga, es susceptible de separarse entre sí las propias capas. Es por ello por lo que la impresión se realiza tal y como se muestra en la siguiente imagen.

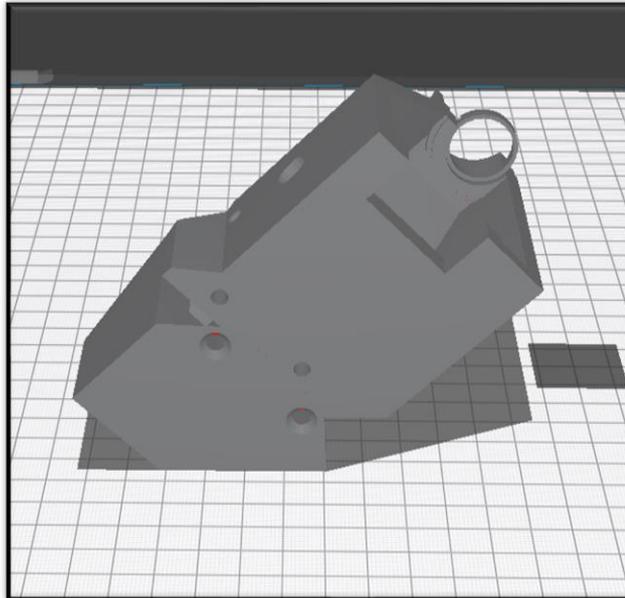


Ilustración 67. Orientación de la parte derecha del cuerpo de volante para fabricar.

Cabe mencionar que la impresión de la pieza simétrica a esta también se realiza de la misma forma. Apoyada sobre el plano que forma 45 grados con la horizontal.

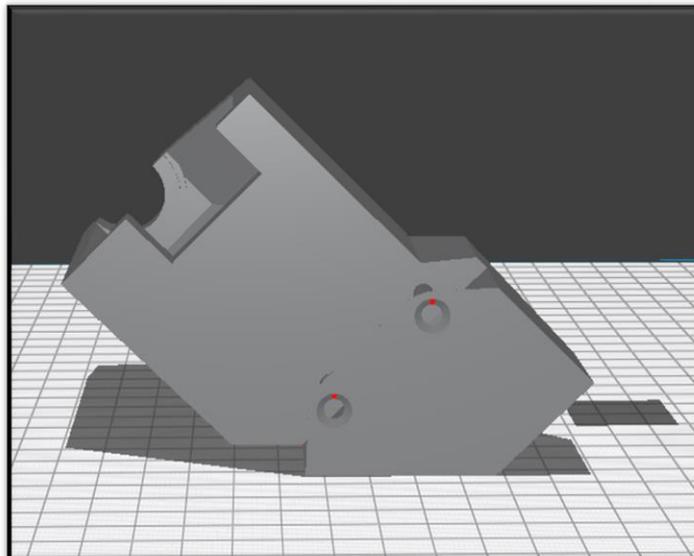


Ilustración 68. Orientación de la parte izquierda del cuerpo del volante, para fabricar

10.2.2. Posicionamiento del soporte del conector

Dado que es una pieza que requerirá tener una buena tolerancia y se desea evitar el error que produciría imprimir la pieza tumbada, se imprimirá vertical. Este error de tolerancia se puede observar en la Ilustración 69, en esta ilustración simplemente se ha variado el parámetro de la altura de capa, para que se vea sobre la misma pieza, el error de impresión que genera imprimir piezas circulares tumbadas.

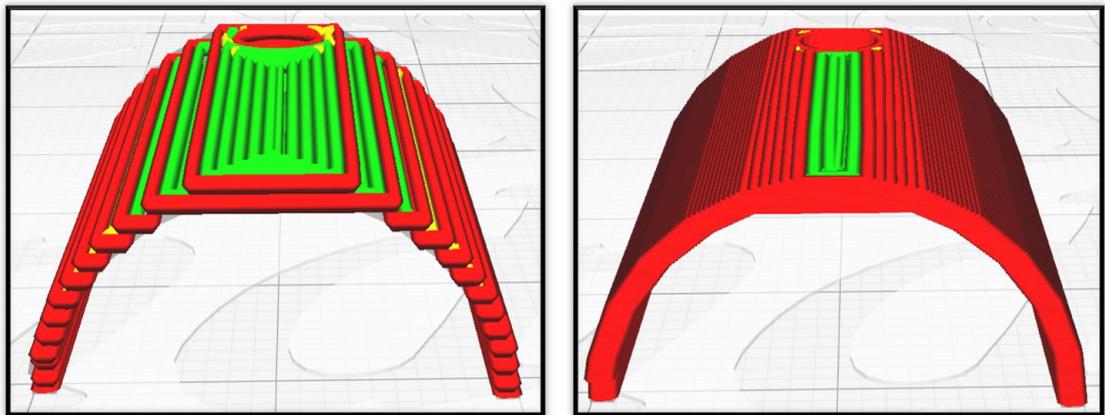


Ilustración 69. Comparativa impresión 3D

La pieza que sujetará el conector en un primer se imprimirá de forma que este apoyada sobre la parte más ancha. De esta forma se consigue mayor exactitud en toda la pieza. Pero como aún no se sabe que tanta resistencia presentan los pines al ser introducidos, no se pueden realizar los cálculos oportunos, Es por ello, que por el momento se imprimirá de forma que quede el eje Z, alineado con el eje de la caña. Tal y como se muestra en la siguiente imagen.

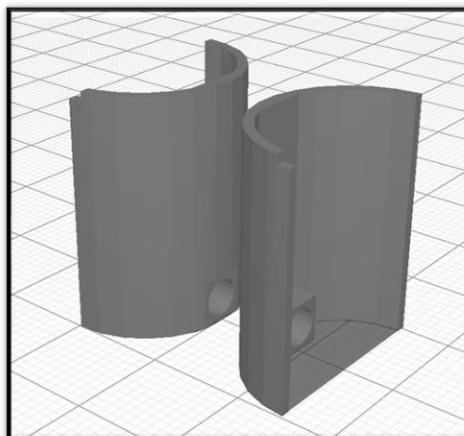


Ilustración 70. Orientación impresión soporte del conector.

10.3. Impresora y materiales utilizados

El equipo realizará una colaboración con el departamento de ingeniería mecánica y materiales de la EPSA (Escuela Politécnica Superior de Alcoy). Dado que el departamento cuenta con una impresora de la marca BCN3D modelo Epsilon. Se contará con esta impresora para realizar la fabricación de los prototipos y piezas que hagan falta. Entre los materiales que hay disponibles para utilizar en el departamento se encuentran:

10.3.1. PAHT CF15

Este material se utilizará para la realización del cuerpo de las piezas impresas en 3D, se trata de una poliamida con una fórmula propia de BCN3D. Esta nueva formulación la dota de mayor resistencia mecánica y permite que las piezas impresas resistan temperaturas inferiores a 150 grados Celsius en trabajo continuo. Y el factor determinante para su elección ha sido su alta resistencia química, ya que deberá resistir la epoxi que se utilizará para adherir el manillar. La ficha técnica de este material se puede consultar en la Bibliografía del trabajo.



Ilustración 71. Imagen PAHT CF15

10.3.2. PVA

Este material es el idóneo para realizar los soportes necesarios para imprimir la pieza, ya que se trata de PVA (alcohol polivinílico), el cual es un termoplástico que permite que se imprima en 3D y a la vez es soluble en agua. Esta característica es muy importante ya que en geometrías complejas como el cuerpo del volante es necesario que sea fácil retirar los soportes. Es por ello por lo que una vez impresa la pieza en dos materiales, se mete en agua

para que el PVA se disuelva dejando solamente la pieza, la cual se debe de haber impreso en un material no soluble. La ficha técnica de este material se puede consultar en la Bibliografía del trabajo.



Ilustración 72. Imagen PVA.

10.4. Configuración de Cura

10.4.1. Cuerpo del volante

Tras colocar la pieza en Cura hace falta habilitar los soporte para poder imprimir las piezas que se quedaran en voladizo. El propio programa de impresión incluye la opción de realizar los soportes para que la pieza se pueda imprimir. Dado que esta versión de cura es propia de BCN3D ya vienen configurados los soportes, solamente hace falta indicarle la impresora que utilizamos y que material vamos a imprimir.

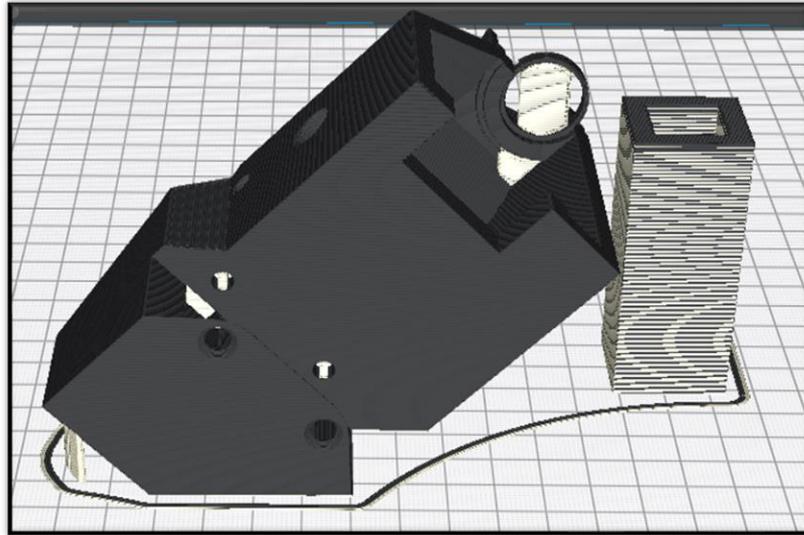


Ilustración 73. Previsualización impresión, parte izquierda cuerpo del volante.

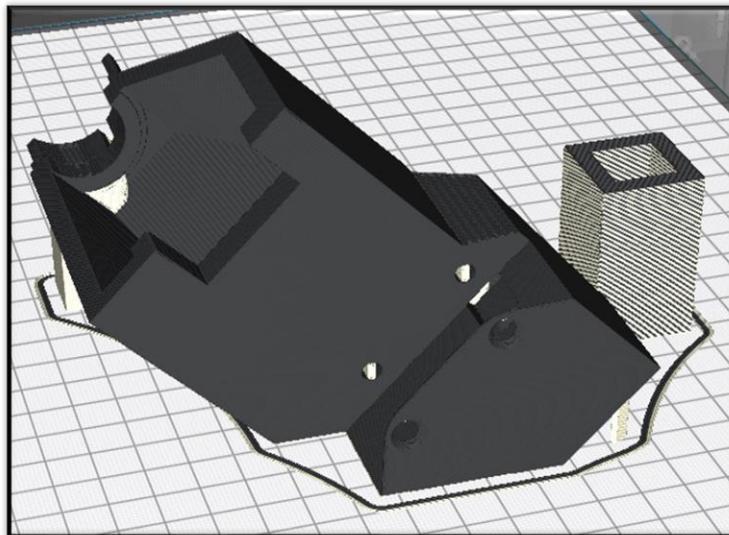
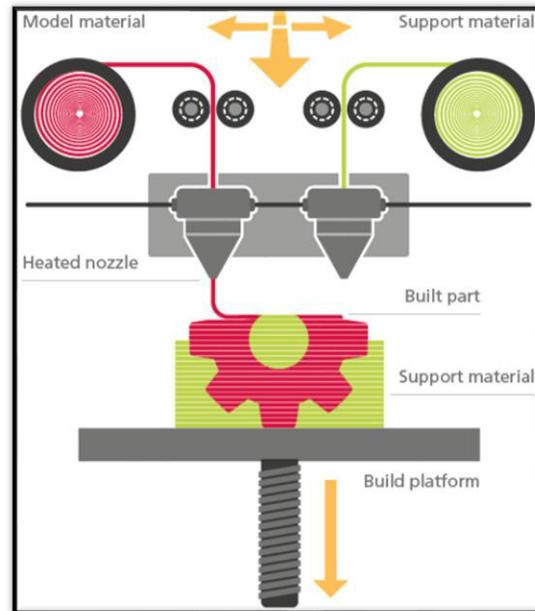


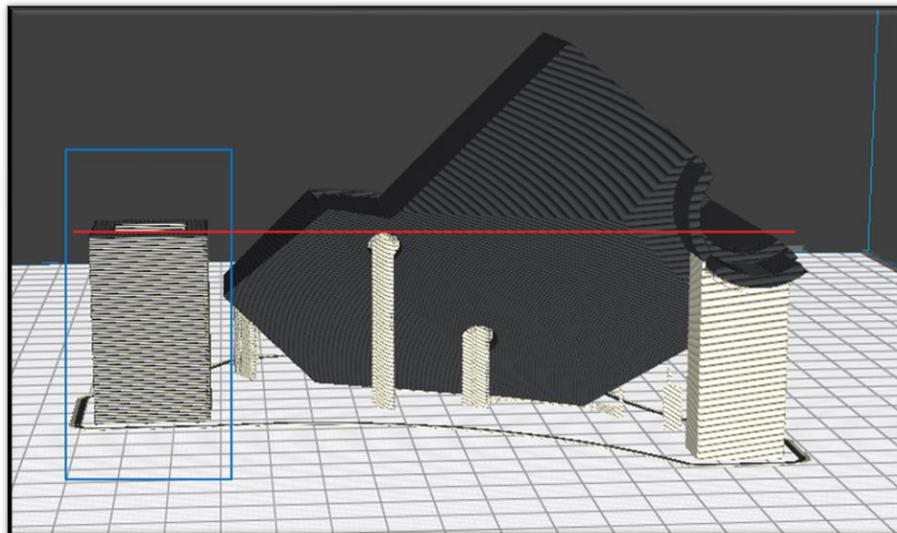
Ilustración 74. Previsualización impresión, parte derecha cuerpo del volante.

Además de los soportes se ha habilitado una torre de limpieza. Esta función tiene como objetivo, que antes de que la boquilla imprima una nueva capa, purgue el aire que tenga en el tubo del extrusor y también quite posibles restos que se queden adheridos sobre la superficie de esta. Con estas torres se consiguen mejorar la calidad de la pieza final, además de garantizar que los soportes se separarán más fácil. Esta función se tiene mucho sentido aplicarla en un caso en el cual se imprime con dos extrusores, ya que mientras un extrusor realiza la pieza el otro tiene esperar.



Il·lustració 75. Esquema impressió usant dos extrusores.

En cada capa, primero se ejecuta un extrusor mientras el otro espera. En esa espera con la boquilla caliente, es cuando el filamento caliente por acción de la gravedad sale, generando pequeñas burbujas de aire. Además, puede pasar que el filamento se quede sobre la pieza generando imperfecciones. Como se puede observar en la Ilustración 76 el propio programa detiene la impresión de la torre de temperatura una vez un extrusor deja de utilizar.



Il·lustració 76. Torre de temperatura en la impressió del cos del volant.

10.4.2. Soporte del conector en la caña

Para el soporte del conector de la caña que va por dentro, se va a utilizar el mismo material que se ha utilizado para imprimir el cuerpo del volante. Dado que en el agujero no hará falta que tenga una buena tolerancia, ya que ahí se pondrá un inserto roscado y tampoco existen voladizos, se desactiva el usar soportes para reducir tiempos y evitar el uso de un segundo extrusor. En la siguiente imagen se puede observar la pieza una vez ya ha sido fileteada.

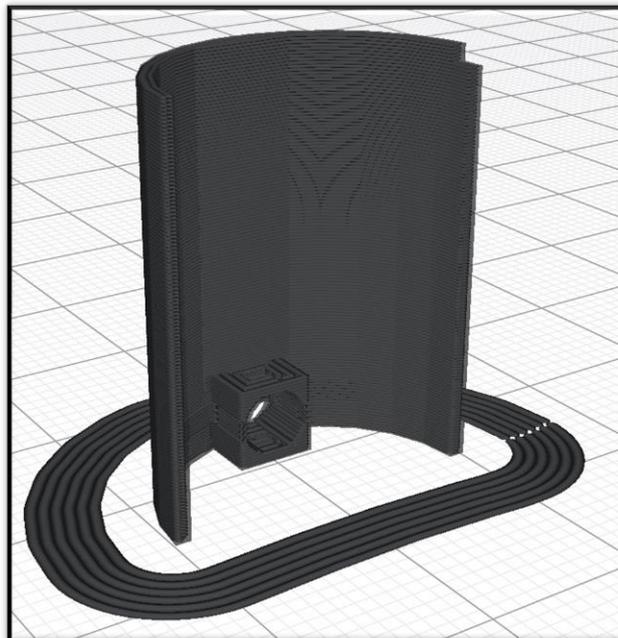
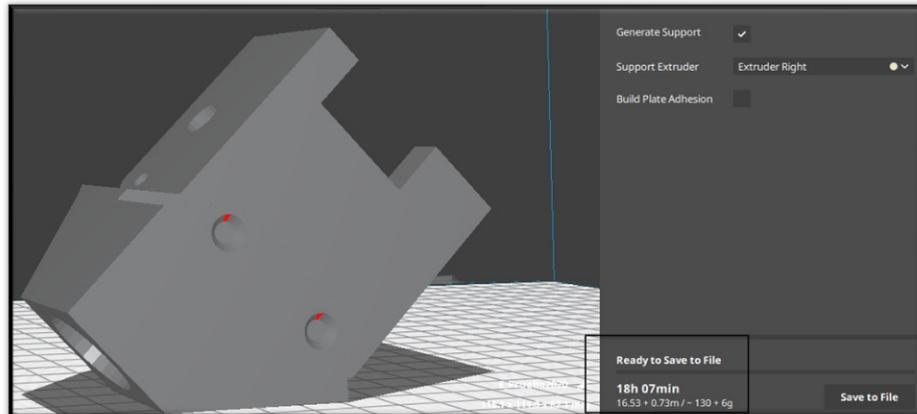


Ilustración 77. Previsualización impresión soporte del conector

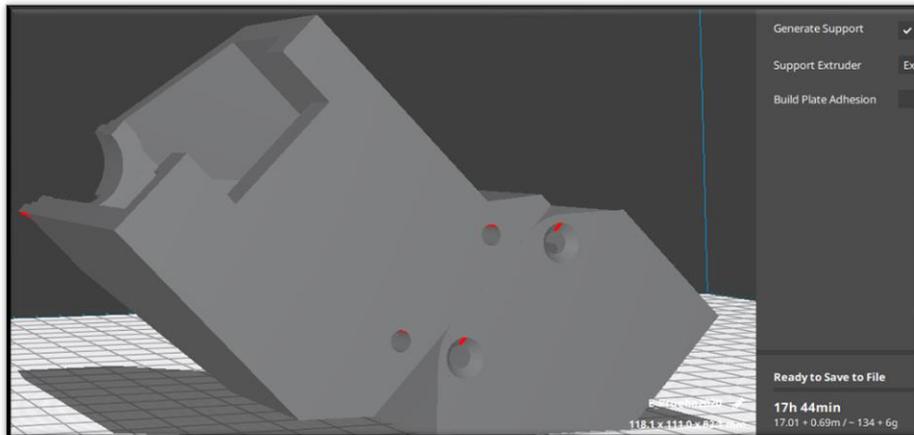
10.5. Cálculo de material necesario

A la vez que se realiza la pieza en el Cura, este programa también nos enseña la cantidad de tiempo y material que es necesario para imprimir cada pieza. La primera línea nos indica la cantidad de tiempo necesario y la segunda línea nos indica el filamento, primero en metros lineales y seguido en peso. A continuación, se adjunta capturas de todas las piezas que se imprimirán en 3D.

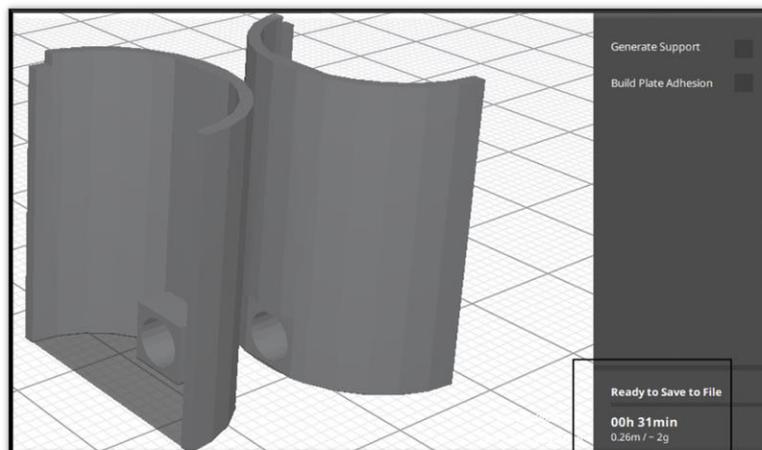
12



Il·lustració 78. Material necessari, cos del volant esquerra.



Il·lustració 79. Material necessari, cos del volant dreta.



Il·lustració 80. Material necessari, suport conector.

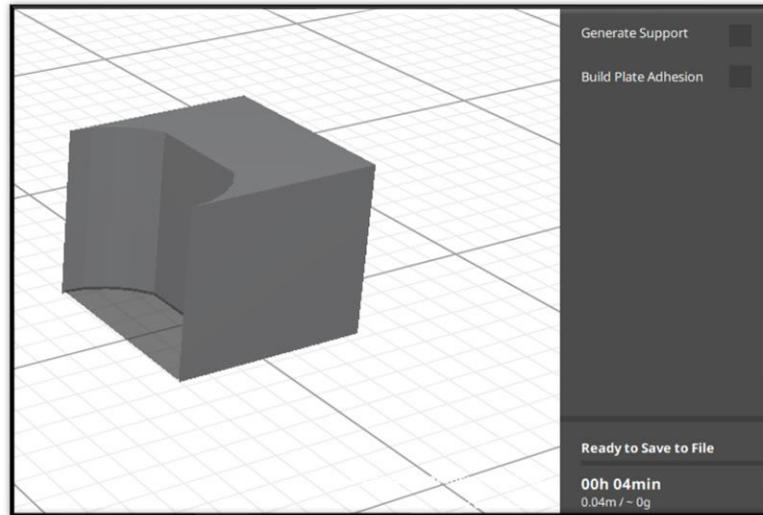


Ilustración 81. Material necesario, chaveta potenciómetro.

Para el cálculo del material necesario para este proyecto se tendrá en cuenta que el equipo, quiere imprimir dos volantes totalmente funcionales, a excepción de la dashboard. Esto se debe a que el equipo no puede permitirse por un fallo en el volante, estar detenidos durante más de 15 horas sin salir a pista. Y más teniendo en cuenta que el trabajo de todo un curso depende de que los resultados obtenidos en un par de días.

<i>Peso en gramos</i>	<i>PAHT CF15</i>	<i>PVA</i>
<i>Cuerpo manillar derecha</i>	130	6
<i>Cuerpo manillar izquierda</i>	134	6
<i>Soportes conector</i>	2	
<i>Chaveta</i>	0,2	
<i>Total</i>	266,2	12
<i>Para 2 piezas</i>	532,4	24

El material necesario serán 532.4 gramos de PAHT CF15 y 24 gramos de PVA para poder fabricar, dos volantes totalmente funcionales.



11 Presupuesto

El presupuesto de proyecto se puede dividir en tres apartados:

11.1. Componentes electrónicos

El presupuesto de componentes eléctricos se divide en dos pedidos, el primero a DTA fast para la dashboard, y el segundo el presupuesto de RS para los componentes.

Referencia RS	Producto	Cantidad	Precio Ud. (€)	Precio total (€)
734-5969	Conector principal Hembra	1	28,06€	28,06€
734-5962	Conector principal Macho	1	16,40€	16,40€
450-304	Sustituto Conector pantalla	1	35,18€	35,18€
734-5757	Conector 4 Polos	1	13,90€	13,90€
913-1702	Botón rojo	2	7,48€	14,96€
913-1706	Botón verde	1	7,48€	7,48€
529-949	Pasador M4 x 6	1	11,44 €	11,44€
790-4381	Potenciómetro	1	11,26€	11,26€
124-8713	Antena GPS	1	23,93€	23,93€
Total, sin IVA				162,17€
IVA				21%
Total, con IVA				195,92€



Qty	Description	Unit Price	Discount	VAT	Amount EUR
1.00	NTX Dash with GPS	1,121.25	20.00	No VAT	897.00
1.00	NTX Dash Loom	287.50	20.00	No VAT	230.00
1.00	European Carriage - Fedex	46.00		No VAT	46.00
				Subtotal	1,173.00
				Total No VAT	0.00
				Invoice Total EUR	1,173.00
				Total Net Payments EUR	1,173.00
				Amount Due EUR	0.00

Due Date: 05 Sep 2019

Bank Details
Please make Euro payments to the following account:
BIC: TRWIBEB1XXX
IBAN: BE68 9670 3583 8634

Quantity Description

1.0	NTX Dash with GPS
1.0	NTX Dash Loom
1.0	European Carriage - Fedex

Ilustración 82. Factura Dash NTX

11.2. Material 3D

El material que se necesita para la realización de la impresión 3D, será todo los componentes y material necesario para que la impresora sea capaz de fabricar las piezas. La impresora no se incluye en este presupuesto, debido a que ya se adquirido con otros fines. Pero para poder imprimir PAHT CF15 desde la marca se recomienda utilizar el Hotend X, el cual es viene con una boquilla preparada para imprimir materiales compuestos como es el caso de este trabajo.

Producto	Cantidad	Precio Ud. (€)	Precio total (€)
Hotend X	1	120 €	120 €
750g PAHT CF15	1	80 €	80 €
500g PVA	1	60 €	60 €
		Total	260 €

11.3. Material Aluminio 7075

En el presupuesto de la pieza que se realiza en aluminio 7075. Se deberá añadir el coste del mecanizar las piezas. Ya que estas piezas se fabricarán en XYZ

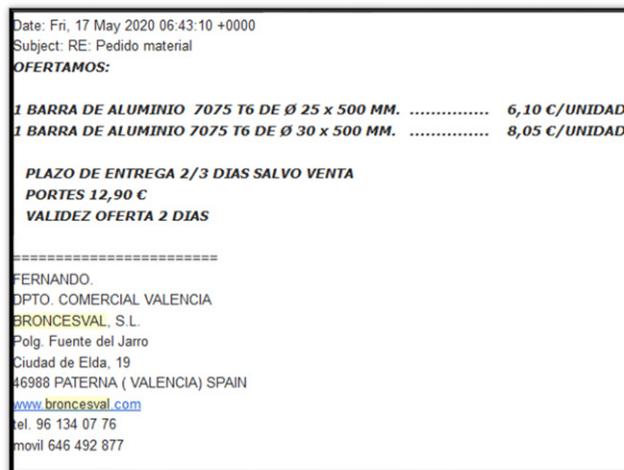


Ilustración 83. Presupuesto barra de aluminio 7075 T6,

Al coste del materia de 8.05 euros se deberá añadir 50 euros que costara mecanizar la pieza, esta pieza en concreto, deberá tener un acabado rugoso en su interior para mejorar la eficacia del adhesivo utilizado. El total de la fabricación serán 58.05 euros



11.4. Presupuesto total

El presupuesto total es la suma de los tres subapartados anteriores.

Aparatado	Coste
<i>Componentes electrónicos</i>	<i>1368</i>
<i>Piezas impresas en 3D</i>	<i>260</i>
<i>Piezas en aluminio 7075</i>	<i>58,05</i>
Total	1686,05

El coste total de montar un volante entero con dashboard y un segundo volante, el cual servirá de repuesto en caso de que falle algo en el primero, tiene un coste total de 1686.05 euros.



12 Bibliografía

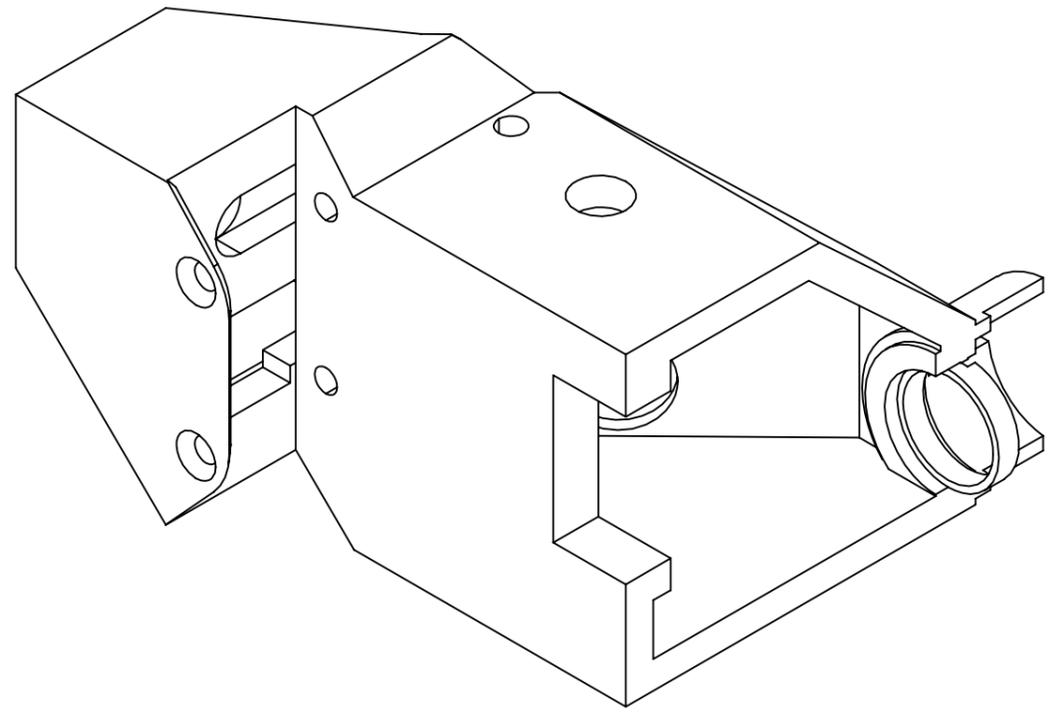
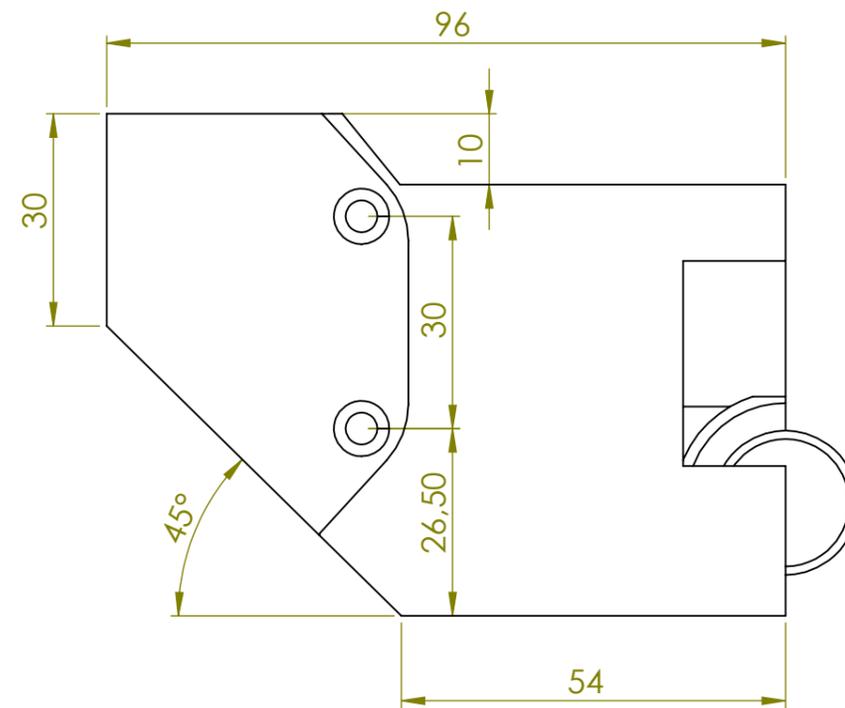
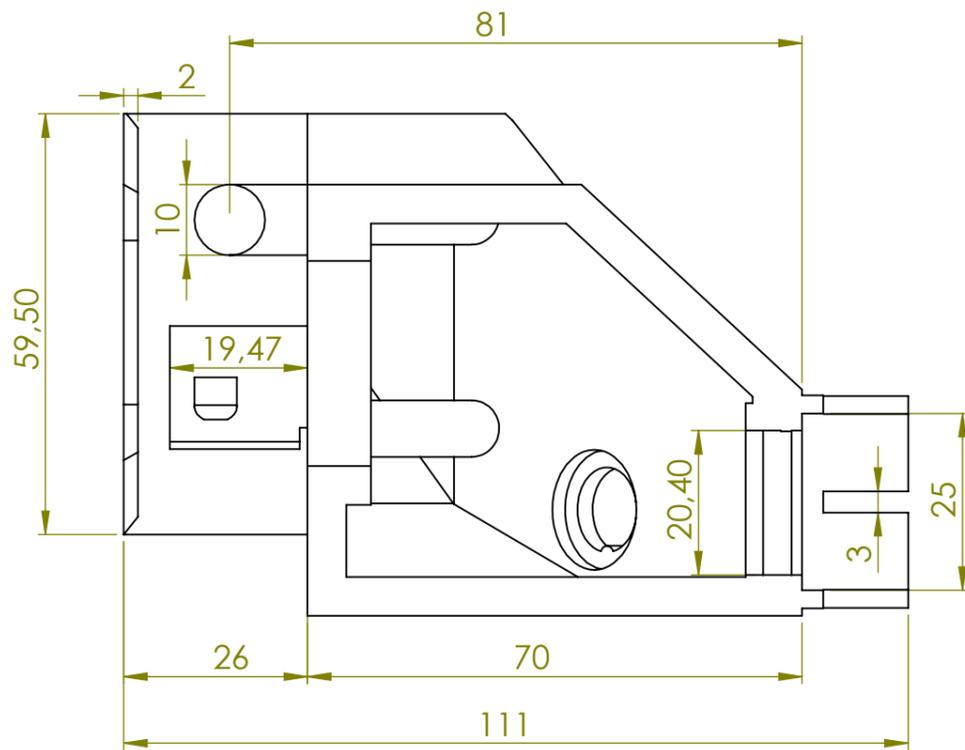
- [1] Binder Components. (2020). *Data sheet conector principal hembra*. <https://www.binder-connector.com/uk/products/datasheet-09-0339-00-16.pdf>
- [2] Binder Components. (2020). *Data sheet conector principal macho*. <https://www.binder-connector.com/uk/products/datasheet-09-0339-00-16.pdf>
- [3] RS. (2020). *Data sheet nuevo conector pantalla*. <https://docs.rs-online.com/e11c/0900766b8002771c.pdf>
- [4] Binder Components. (2020). *Data sheet conector 4 polos*. <https://www.binder-connector.com/uk/products/datasheet-09-0412-00-04.pdf>
- [5] EOZ. (2020). *Data sheet botón rojo*. http://www.eozonline.com/en_EN/Non-illuminated-%C3%9812-%26-135-FLseries-
- [6] EOZ. (2020). *Data sheet botón verde*. http://www.eozonline.com/en_EN/Non-illuminated-%C3%9812-%26-135-FLseries-
- [7] Vishay. (2020). *Data sheet potenciómetro*. <https://www.vishay.com/doc?51031>
- [8] Siretta. (2020). *Data sheet antena GPS*. https://www.siretta.com/?smd_process_download=1&download_id=3340
- [9] DTA fast. (2020). *Data sheet dashboard*. <https://xcloud.xap.fr/index.php/s/m06g76CmrNgFx7u/download?path=%2F00-PRODUCT%20INFORMATIONS&files=PRESENTATION-DASH-NTX.pdf>
- [10] Shell. (2020). *Reglas Shell Eco-marathon*. https://www.shell.com/make-the-future/shell-ecomarathon/for-participants/_jcr_content/par/toptasks_1617110573.stream/1567474359680/33d5a727e8ca81d2eeced68039b9ff1d148a180/shell-eco-marathon-2020-official-rules-chapter-one.pdf
- [11] BCN3D. (2020). *Data sheet PAHT CF15*. <https://www.bcn3d.com/wp-content/uploads/2020/02/BCN3D-Filaments-Technical-Data-Sheet-PAHT-CF15.pdf>



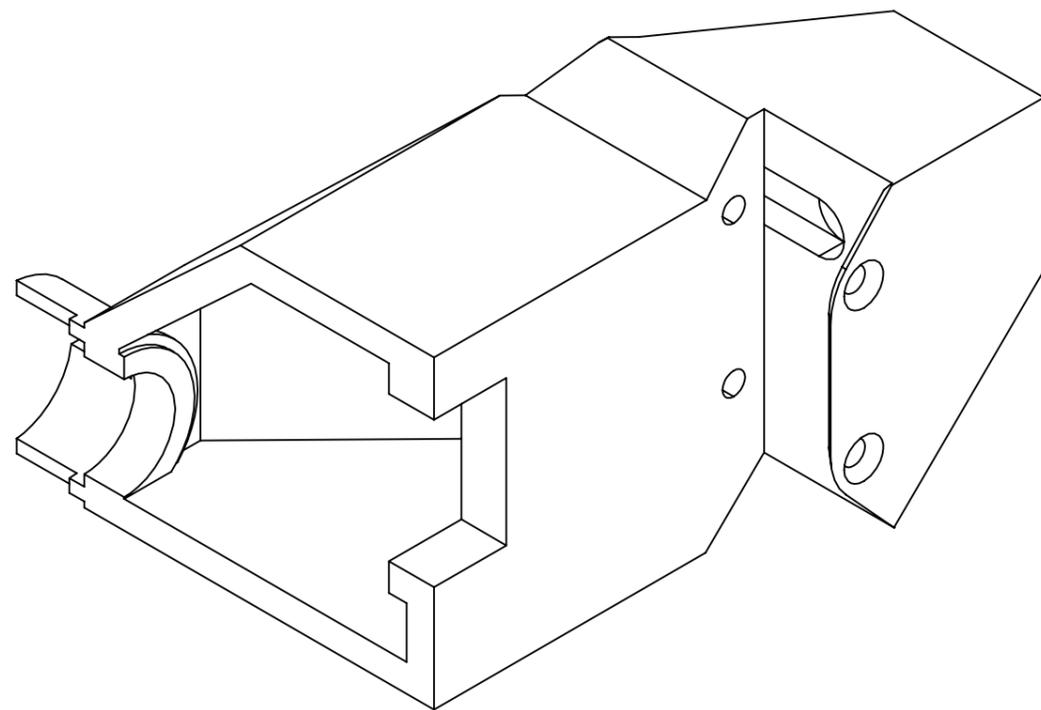
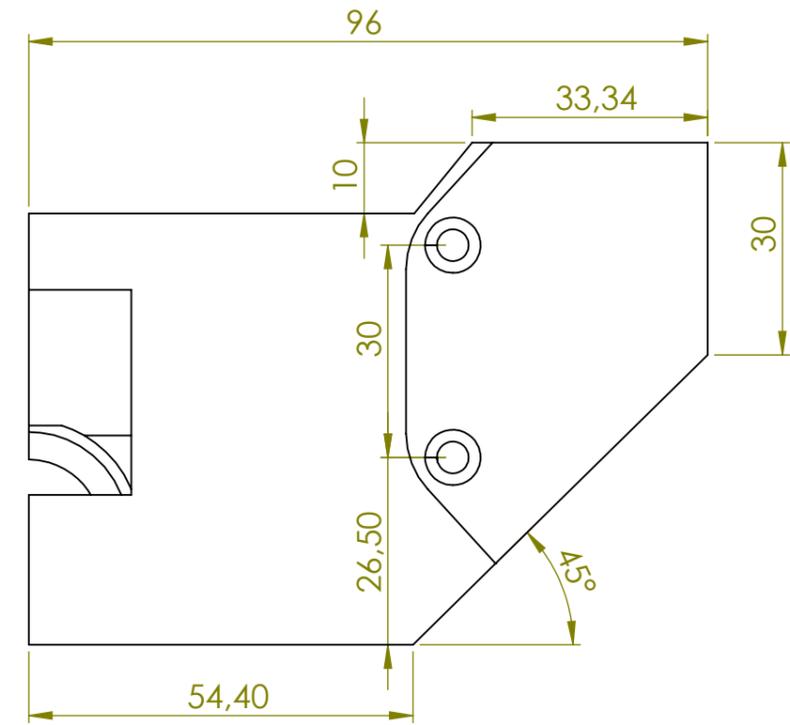
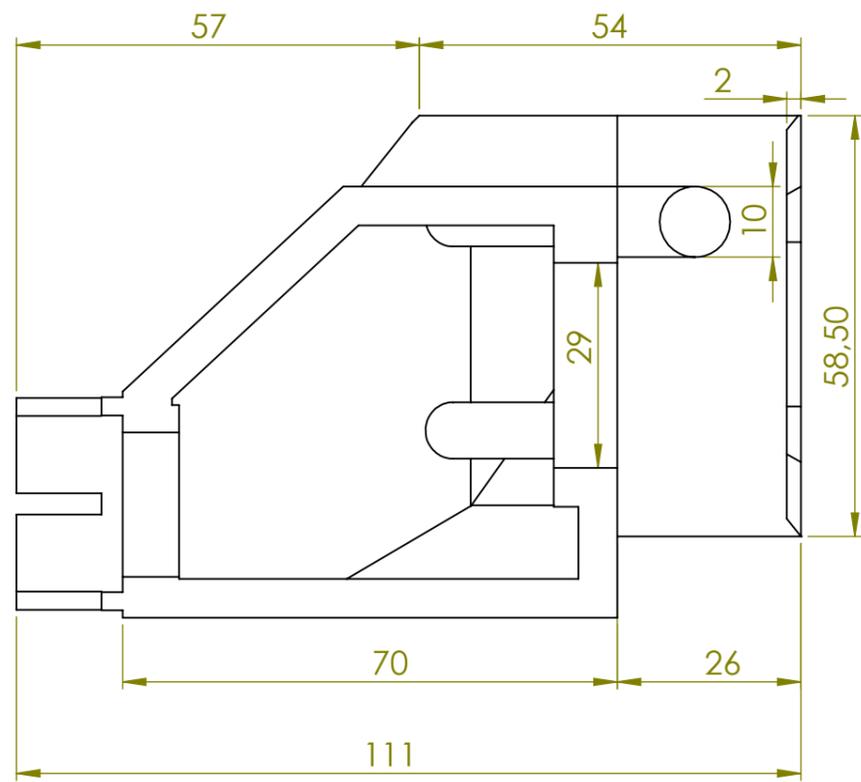
- [12]BCN3D. (2020b). *Data sheet PVA*. <https://www.bcn3d.com/wp-content/uploads/2020/02/BCN3D-Filaments-Technical-Data-Sheet-PA.pdf>
- [13]Finch Domenech, C. (2019, septiembre). *Diseño, calculo, fabricación y puesta en servicio de nueva dirección para vehículo Shell Eco-Marathon*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/129276/Finch%20-%20DISE%c3%91O%2c%20CALCULO%2c%20FABRICACI%c3%93N%20Y%20PUESTA%20EN%20SERVICIO%20DE%20NUEVA%20DIRECCI%c3%93N%20PARA%20VEH%c3%8dCULO%20SHELL%20....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [14]Broncesval. (2020). *Data sheet Aluminio 7075*. <https://www.broncesval.com/aluminio/aluminio-aleacion-zinc-en-aw-7075/>



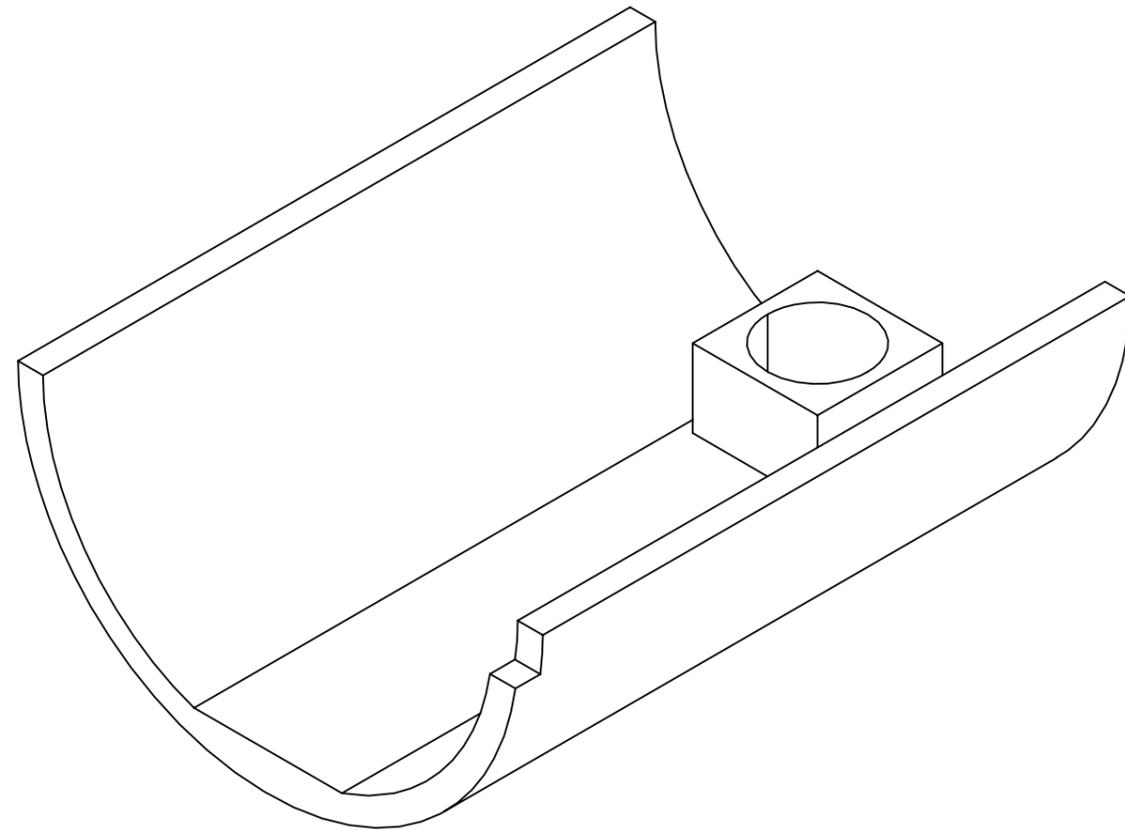
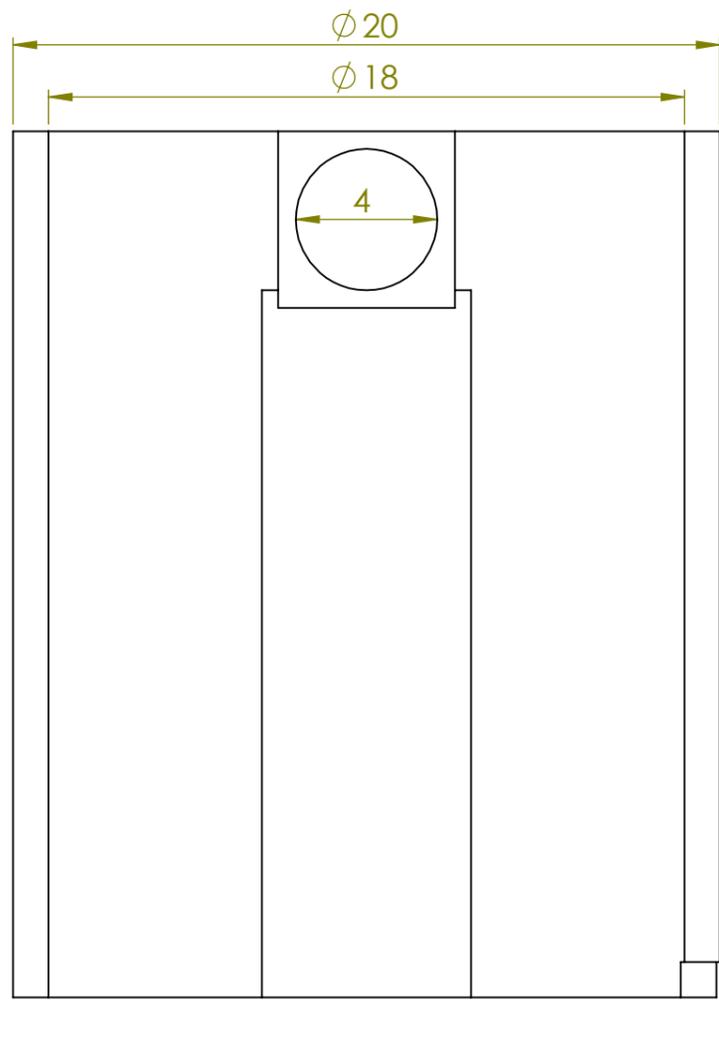
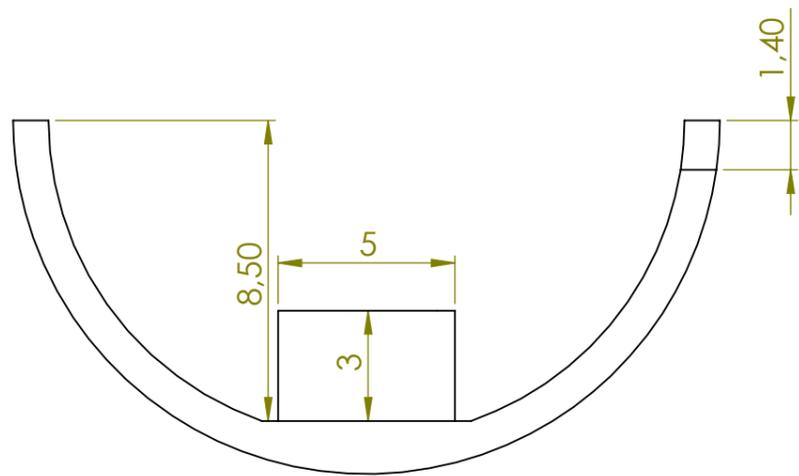
13 Planos



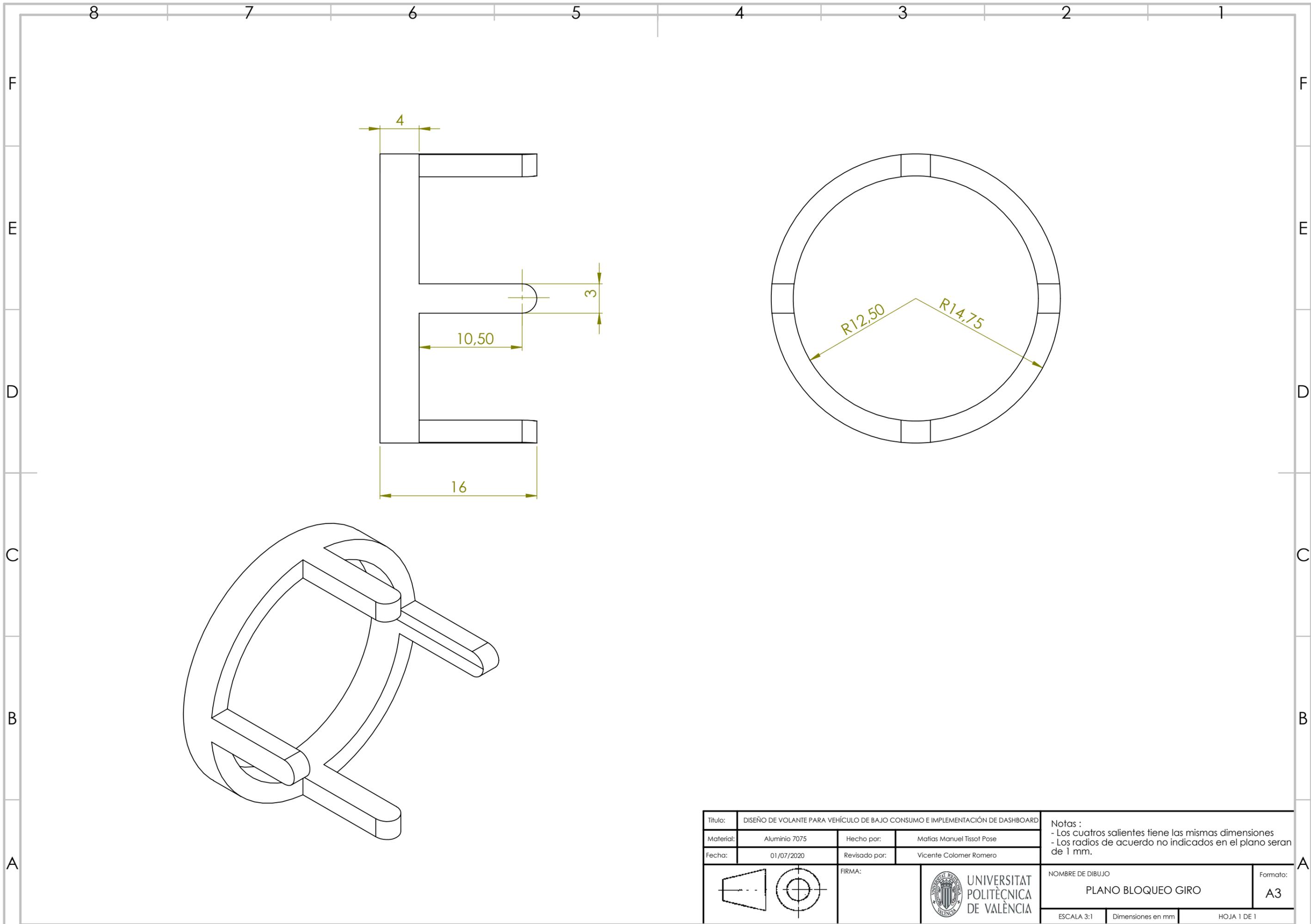
Título:	DISEÑO DE VOLANTE PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO E IMPLEMENTACIÓN DE DASHBOARD			Notas :	
Material:	PAHT CF15	Hecho por:	Mafias Manuel Tissot Pose		
Fecha:	01/07/2020	Revisado por:	Vicente Colomer Romero		
		FIRMA:			NOMBRE DE DIBUJO PLANO CUERPO DE VOLANTE IZQUIERDO
			ESCALA:1:1 Dimensiones en mm HOJA 1 DE 1		Formato: A3



Título:	DISEÑO DE VOLANTE PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO E IMPLEMENTACIÓN DE DASHBOARD			Notas :		
Material:	PAHT CF15	Hecho por:	Matias Manuel Tissot Pose			
Fecha:	01/07/2020	Revisado por:	Vicente Colomer Romero			
		FIRMA:		NOMBRE DE DIBUJO	Formato:	
				PLANO CUERPO DE VOLANTE DERECHO	A3	
				ESCALA:1:1	Dimensiones en mm	HOJA 1 DE 1



Título:	DISEÑO DE VOLANTE PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO E IMPLEMENTACIÓN DE DASHBOARD			Notas :	
Material:	PAHT CF15	Hecho por:	Matias Manuel Tissot Pose		
Fecha:	01/07/2020	Revisado por:	Vicente Colomer Romero		
		FIRMA:	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	NOMBRE DE DIBUJO	Formato: A3
				ESCALA:1:1	



Título:	DISEÑO DE VOLANTE PARA VEHÍCULO DE BAJO CONSUMO E IMPLEMENTACIÓN DE DASHBOARD			Notas : - Los cuatros salientes tiene las mismas dimensiones - Los radios de acuerdo no indicados en el plano seran de 1 mm.
Material:	Aluminio 7075	Hecho por:	Matias Manuel Tissot Pose	
Fecha:	01/07/2020	Revisado por:	Vicente Colomer Romero	
		FIRMA:	UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	NOMBRE DE DIBUJO PLANO BLOQUEO GIRO
				Formato: A3
				ESCALA 3:1 Dimensiones en mm HOJA 1 DE 1