

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

**Diseño y estudio técnico de un chasis de
motocicleta de 250c.c. para competición.**

Trabajo Final de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: David Tamarit Caudeli

Tutor: Miguel Jorge Reig Perez

Curso académico: 2017-2018

Índice del proyecto

1. Memoria	3
2. Planos	90
3. Anejos	132

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

Memoria

Trabajo Final de Grado
Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: David Tamarit Caudeli

Tutor: Miguel Jorge Reig Perez

Curso académico: 2017-2018

Resumen

El objetivo del proyecto es realizar el diseño y cálculo de un chasis para una motocicleta con un motor KTM de 250 c.c. 4t. la cual competirá en la competición internacional motostudent.

Para poder realizar este proyecto será necesaria la colaboración con los diferentes departamentos del equipo Engineering Project Alcoy, ya que este proyecto será la estructura principal de la motocicleta donde dichos departamentos montaran sus componentes.

Para la primera parte del diseño será necesario realizar un estudio de geometrías para definir las dimensiones de la motocicleta, una vez finalizado se realizará un estudio de esfuerzos que se aplican a la motocicleta en conjunto, en este estudio se evaluarán esfuerzos dinámicos y estáticos.

Una vez finalizados ambos estudios se realizará otro donde se elegirá el material, este dependerá de las necesidades del equipo y de que sus propiedades sean idóneas para este proyecto.

Una vez realizados todos los estudios se realizará el diseño mediante el programa Creo Parametric 3.0. de la empresa PTC Corporation, y se efectuarán los análisis estructurales mediante Ansys 17.1 de la empresa Ansys, Inc.

Palabras clave: chasis, motocicleta, 250 cc.

Abstract

The objective of this project is the design and calculate a chassis for a motorcycle with a KTM 250 c.c. 4t. engine which will compete in the international competition of ideas.

To carry out this project will require collaboration with the different departments of the team Engineering Project Alcoy, because this project will be the main structure of the motorcycle where those departments mounted their components.

For the first part of the design, it will be necessary to do a study of geometries to define the dimensions of the motorcycle, once finished it will carry out a study of efforts that will apply to the motorcycle, in this study is evaluating efforts dynamic and static.

Once completed both studies will be another where selected material, this will depend on the needs of the team and whose properties are ideal for this project.

Once all the studies the design will be performed by the software Parametric 3.0 design which is PTC Corporation property, and the structural analysis will do by Ansys 17.1 which is Ansys, Inc. company property.

Keywords: Frame, motorcycle, 250 cc, Creo Parametric, Ansys.

Índice

1.	Objeto y objetivos	10
2.	Antecedentes	11
2.1.	Competición	11
2.1.1.	Fases de la competición.....	11
2.1.2.	Reglamento técnico.....	14
3.	Metodología.....	18
3.1.	Secuenciación de actividades	18
3.2.	Datos de partida	18
3.3.	Herramientas utilizadas.....	19
4.	Estudios preliminares	20
4.1.	Criterios para el chasis.....	20
4.2.	Estudio de geometrías	21
4.2.1.	Geometría básica.....	21
4.2.2.	Squat y hundimiento	25
4.2.3.	Ensamblaje de componentes.....	28
4.3.	Estudio ergonómico.....	33
4.3.1.	Ensamblaje de estriberas.....	35
4.4.	Estudio de cargas.....	35
4.4.1.	Cargas estáticas	36
4.4.2.	Cargas dinámicas	38
4.5.	Estudio de materiales.....	43
4.5.1.	Tipos de materiales	43
4.5.2.	Elección de material	47
5.	Diseño chasis.....	52
5.1.	Pipa de dirección	52
5.2.	Pletina	54
5.3.	Viga-pletina	57
5.4.	Viga-pipa dirección.....	58
5.5.	Soporte amortiguador superior.....	59
5.6.	Refuerzo bielismo.....	61
5.7.	Subchasis.....	61
5.8.	Cuna motor.....	62

6.	Análisis estructural	63
6.1.	Prensa horizontal.....	65
6.2.	Prensa vertical	69
6.3.	Frenada máxima delantera.....	72
6.4.	Aceleración máxima	74
6.5.	Torsión.....	77
7.	Presupuestos.....	81
7.1.	Materiales	81
7.2.	Mano de obra	82
7.3.	Presupuesto general.....	83
8.	Conclusiones	84
9.	Biografía	85

Índice de figuras

FIGURA 1-1. MOTOCICLETA DEL EQUIPO EPA MOTORSTPOT.	10
FIGURA 2-1. ANCHURA MÍNIMA ENTRE SEMIMANILLARES.	14
FIGURA 2-2. ÁNGULO 50° DE ESTRIBERA RESPECTO AL SUELO.	14
FIGURA 2-3. DISTANCIA AL SUELO DESDE EL PUNTO MÁS BAJO.	15
FIGURA 2-4. RESTRICCIÓN VERTICAL RUEDA DELANTERA.	15
FIGURA 2-5. RESTRICCIÓN VERTICAL RUEDA TRASERA.	15
FIGURA 2-6. ANCHURA MÁXIMA DEL ASIENTO.	16
FIGURA 2-7. ANCHURA MÁXIMA DEL CARENADO.	16
FIGURA 2-8. ÁNGULO GIRO DE LA DIRECCIÓN.	16
FIGURA 2-9. MÁXIMA ALTURA DEL COLÍN.	16
FIGURA 2-10. ÁNGULOS RECOMENDADOS PARA LA ERGONOMÍA.	17
FIGURA 4-1. GEOMETRÍA DE AVANCE.	21
FIGURA 4-2. ÁNGULO DE DERIVA.	22
FIGURA 4-3. AVANCE RUEDA TRASERA.	22
FIGURA 4-4. OFFSET.	22
FIGURA 4-5. LANZAMIENTO O ÁNGULO DE ATAQUE.	23
FIGURA 4-6. DISTANCIA ENTRE EJES EN EL PASO POR CURVA.	24
FIGURA 4-7. DIÁMETROS DE RUEDAS.	24
FIGURA 4-8. RESUMEN GEOMETRÍA BÁSICA.	25
FIGURA 4-9. PORCENTAJE ANTI-SQUAT.	25
FIGURA 4-10. FUERZAS DE ANTI-SQUATL.	26
FIGURA 4-11. ESBOZO 1 ANTI-SQUAT.	27
FIGURA 4-12. ESBOZO 2 ANTI-SQUAT.	27
FIGURA 4-13. ESBOZO 3 ANTI-SQUAT.	28
FIGURA 4-14. CREACIÓN DE PLANOS.	29
FIGURA 4-15. FIGURA 4-16. CREACIÓN DE PLANOS PARA DETERMINAR LAS REFERENCIAS.	29
FIGURA 4-17. CREACIÓN DE LAS REFERENCIAS.	30
FIGURA 4-18. ENSAMBLAJE MOTOR.	31
FIGURA 4-19. RUEDAS.	31
FIGURA 4-20. ENSAMBLAJE DE LAS RUEDAS.	32
FIGURA 4-21. ENSAMBLAJE HORQUILLA.	32
FIGURA 4-22. ENSAMBLAJE BASCULANTE.	33
FIGURA 4-23. ERGONOMÍA.	34
FIGURA 4-24. ENSAMBLAJE DE ESTRIBERAS.	35
FIGURA 4-25. ESQUEMA FUERZAS PRENSA HORIZONTAL.	36
FIGURA 4-26. CÁLCULO F1.	36
FIGURA 4-27. CÁLCULO F2.	37
FIGURA 4-28. ESQUEMA FUERZAS PRENSA VERTICAL.	37
FIGURA 4-29. ESQUEMA FUERZAS ACELERACIÓN.	38
FIGURA 4-30. ESQUEMA FUERZAS FRENADA DELANTERA.	40
FIGURA 4-31. ESQUEMA FUERZAS LEY DE LA PALANCA.	41
FIGURA 4-32. ESQUEMA SIMPLIFICADO FUERZAS LEY DE LA PALANCA.	41
FIGURA 4-33. CÁLCULO F3.	42
FIGURA 4-34. ESQUEMA FUERZAS PASO POR CURVA.	42
FIGURA 4-35. TENACIDAD A LA FRACTURA (MPa <i>m</i>).	48
FIGURA 4-36. SOLDABILIDAD.	49

FIGURA 4-37. VELOCIDAD DE MECANIZADO (M/MIN).....	49
FIGURA 4-38. VELOCIDAD DE MECANIZADO (M/MIN).....	50
FIGURA 4-39. MENOR PESO POSIBLE CON EL MAYOR LIMITE ELÁSTICO.....	50
FIGURA 5-1. ESBOZO PIPA DIRECCIÓN.....	53
FIGURA 5-2. PIPA DE DIRECCIÓN.....	53
FIGURA 5-3. ESBOZO PLETINA.....	54
FIGURA 5-4. EXTRUSIÓN PLETINA.....	54
FIGURA 5-5. UNIÓN ATORNILLADA PLETINA-VIGA.....	55
FIGURA 5-6. ACANALADURAS Y TALADROS PARA PIEZAS EN LA PLETINA.....	56
FIGURA 5-7. TALADROS PLETINA.....	56
FIGURA 5-8. SIMETRÍA PLETINA.....	57
FIGURA 5-9. ESBOZO VIGA-PLETINA.....	57
FIGURA 5-10. FRESADOS VIGA-PLETINA.....	57
FIGURA 5-11. TALADRADOS VIGA-PLETINA.....	58
FIGURA 5-12. SIMETRÍA VIGA-PLETINA.....	58
FIGURA 5-13. VIGA-PIPA DIRECCIÓN.....	59
FIGURA 5-14. SOPORTE AMORTIGUADOR SUPERIOR 1.....	59
FIGURA 5-15. SOPORTE AMORTIGUADOR SUPERIOR 2.....	60
FIGURA 5-16. ENSAMBLAJE AMORTIGUADOR SUPERIOR 3.....	60
FIGURA 5-17. ENSAMBLAJE AMORTIGUADOR SUPERIOR 4.....	60
FIGURA 5-18. SOPORTE AMORTIGUADOR INFERIOR.....	61
FIGURA 5-19. SUBCHASIS.....	61
FIGURA 5-20. CUNA MOTOR.....	62
FIGURA 6-1. CÁLCULO ESTRUCTURAL ANSYS 17.1.....	63
FIGURA 6-2. DATOS ALUMINIO 6082 PARA ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	63
FIGURA 6-3. ENTONO MECHANICAL.....	64
FIGURA 6-4. RESTRICCIONES FIJAS.....	64
FIGURA 6-5. TIPOS DE SOLUCIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	64
FIGURA 6-6. COPIA DE MODELO.....	65
FIGURA 6-7. APLICACIÓN DE LAS FUERZAS EN PRENSA HORIZONTAL.....	66
FIGURA 6-8. MALLADO DEL CASO PRENSA HORIZONTAL.....	67
FIGURA 6-9. RESULTADOS TENSIÓN EQUIVALENTE (VON-MISES) CON LA PRENSA HORIZONTAL.....	67
FIGURA 6-10. RESULTADOS DEFORMACIÓN CON LA PRENSA HORIZONTAL.....	68
FIGURA 6-11. RESULTADOS ERROR MALLADO CON LA PRENSA HORIZONTAL.....	68
FIGURA 6-12. RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD CON LA PRENSA HORIZONTAL.....	68
FIGURA 6-13. APLICACIÓN DE LAS FUERZAS EN PRENSA VERTICAL.....	69
FIGURA 6-14. MALLADO DEL CASO PRENSA VERTICAL.....	70
FIGURA 6-15. RESULTADOS TENSIÓN EQUIVALENTE (VON-MISES) CON LA PRENSA VERTICAL.....	70
FIGURA 6-16. RESULTADOS DEFORMACIÓN CON LA PRENSA VERTICAL.....	71
FIGURA 6-17. RESULTADOS ERROR MALLADO CON LA PRENSA VERTICAL.....	71
FIGURA 6-18. RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD CON LA PRENSA VERTICAL.....	71
FIGURA 6-19. APLICACIÓN DE FUERZAS EN FRENADA MÁXIMA DELANTERA.....	72
FIGURA 6-20. MALLADO DEL CASO FRENADA MÁXIMA DELANTERA.....	73
FIGURA 6-21. RESULTADOS TENSIÓN EQUIVALENTE (VON-MISES) CON FRENADA MÁXIMA DELANTERA.....	73
FIGURA 6-22. RESULTADOS DEFORMACIÓN CON FRENADA MÁXIMA DELANTERA.....	73
FIGURA 6-23. RESULTADOS ERROR MALLADO CON FRENADA MÁXIMA DELANTERA.....	74
FIGURA 6-24. RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD CON FRENADA MÁXIMA DELANTERA.....	74
FIGURA 6-25. APLICACIÓN DE FUERZAS PARA LA ACELERACIÓN MÁXIMA.....	75
FIGURA 6-26. MALLADO DEL CASO ACELERACIÓN MÁXIMA.....	76

FIGURA 6-27. RESULTADOS TENSIÓN EQUIVALENTE (VON-MISES) CON ACELERACIÓN MÁXIMA.	76
FIGURA 6-28. RESULTADOS DEFORMACIÓN CON ACELERACIÓN MÁXIMA.	77
FIGURA 6-29. RESULTADOS ERROR MALLADO CON ACELERACIÓN MÁXIMA.	77
FIGURA 6-30. RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD CON ACELERACIÓN MÁXIMA.	77
FIGURA 6-31. APLICACIÓN DE FUERZAS PARA LA TORSIÓN.	78
FIGURA 6-32. RESULTADOS TENSIÓN EQUIVALENTE (VON-MISES) PARA LA TORSIÓN.	79
FIGURA 6-33. RESULTADOS DE DEFORMACIÓN PARA LA TORSIÓN.	79
FIGURA 6-34. RESULTADOS ERROR MALLADO PARA LA TORSIÓN.	79
FIGURA 6-35. RESULTADOS FACTOR DE SEGURIDAD PARA LA TORSIÓN.	80

Índice de tablas

TABLA 2-1.PUNTUACIONES.	13
TABLA 2-2. CALENDARIO MOTOSTUDENT.....	13
TABLA 4-1.DATOS ERGONOMÍA.....	33
TABLA 4-2. POSICIÓN DE LAS EMPUÑADURAS.	34
TABLA 6-1. FUERZAS APLICADAS A LA SIMULACIÓN PARA LA PRENSA HORIZONTAL.....	65
TABLA 6-2. DATOS MALLADO PRENSA HORIZONTAL.....	66
TABLA 6-3. FUERZAS APLICADAS A LA SIMULACIÓN PARA LA PRENSA HORIZONTAL.....	69
TABLA 6-4. DATOS MALLADO PRENSA VERTICAL.	69
TABLA 6-5. FUERZAS APLICADAS A LA SIMULACIÓN PARA FRENADA MÁXIMA DELANTERA.N.....	72
TABLA 6-6. DATOS MALLADO FRENADA MÁXIMA DELANTERA.	72
TABLA 6-7. FUERZAS APLICADAS A LA SIMULACIÓN PARA ACELERACIÓN MÁXIMA.	75
TABLA 6-8. DATOS MALLADO ACELERACIÓN MÁXIMA.	75
TABLA 6-9. FUERZAS APLICADAS A LA SIMULACIÓN PARA LA TORSIÓN.	77
TABLA 6-10. DATOS MALLADO TORSIÓN.	78
TABLA 7-1. COSTES MATERIALES.....	81
TABLA 7-2. COSTE MANO DE OBRA.	82
TABLA 7-3. PRESUPUESTO GENERAL.	83

1. Objeto y objetivos

El objetivo de este proyecto es la realización de un chasis para una motocicleta de competición de 250 c.c. 4T de pista para el equipo universitario Engineering Project Alcoy que competirá en la “V competición Internacional Motostudent”.

Este equipo decidió que el autor de este proyecto fuese el encargado de realizar la labor de diseñar el chasis para una posterior fabricación, para ello es necesario la colaboración directa con los diferentes departamentos que están dentro de la estructura del equipo.

Para la realización del presente proyecto se necesitará realizar diferentes estudios. El primero permitirá conocer la geometría de la motocicleta.

Otro estudio será determinar las fuerzas que le afectarán durante su periodo de funcionamiento y durante las pruebas de seguridad que realizará dicha competición para así poder realizar un análisis estructural correcto. Una vez efectuados estos se realizará la elección de material donde la propiedad más importante será buscar aquel material más económico con las mayores propiedades mecánicas.

Una vez determinados todos los estudios se podrá realizar el diseño con el programa Creo Parametric a partir de la geometría especificada en el estudio anterior, en esta fase se realizará un trabajo colaborativo con los diferentes departamentos dentro del equipo para así dar el suficiente espacio para instalar todos los componentes necesarios pero sin sobredimensionar los espacios libres.

Una vez terminado el diseño se realizará un análisis estructural con las fuerzas calculadas y el material determinado con estudios anteriores con la finalidad de comprobar si el diseño realizado es viable, si no fuese así se tendría que realizar un rediseño de las piezas que no pasasen el análisis.



Figura 1-1. Motocicleta del equipo EPA Motorstpot.

2. Antecedentes

2.1. Competición

La competición motostudent es una competición internacional la cual es promovida por la Fundación Moto Engineering Foundation y TechnoPark Motorland, consiste en un desafío universitario entre diferentes universidades de todo el mundo donde desarrollan un prototipo de una motocicleta de 250c.c. 4 tiempos en menos de un año siguiendo unos condicionantes técnicos y económicos dados por la organización de la competición. En ella existen dos categorías, categoría petrol y categoría eléctrica las cuales cumplen los mismos reglamentos administrativos pero difieren un poco con el técnico.

Esta competición entrega a los equipos un kit con el que poder empezar a diseñar, en el caso de la categoría petrol este contiene:

- Motor de combustión interna.
- 1 juego de neumáticos, slick delantero y trasero.
- 1 juego de llantas delantera y trasera.
- Pinzas de freno y bombas de freno.

A partir de estos componentes y siguiendo los reglamentos los equipos efectúan sus propios diseños.

Los objetivos principales de esta competición son:

- Un desafío multidisciplinar donde los estudiantes desarrollan y diseñan un proyecto de una motocicleta real de competición que será puesta a prueba y evaluada.
- Permite poner a prueba la aptitud, creatividad y habilidades para innovar de futuros ingenieros contra otros equipos.
- Máxima flexibilidad para diseñar cumpliendo los reglamentos técnicos y administrativos.

2.1.1. Fases de la competición

En esta competición no solo existen pruebas dinámicas sino que se dividen en los siguientes niveles:

- Hitos administrativos.
- Verificaciones técnicas.
- MS1: Entrega del Proyecto.
- MS2: Pruebas dinámicas.

Los hitos administrativos no son puntuables pero su retraso en la entrega puede suponer penalizaciones para los equipos, en estos hitos se corresponde a las siguientes tareas.

- Registro del equipo.
- Datos y estructura del equipo.
- Presentación miembros del equipo.
- Presentación del piloto.
- Material para acreditaciones.
- Presentación licencia del piloto.
- Datos para el evento.

En las verificaciones técnicas se comprobará que todas las motocicletas de los equipos cumplen con las especificaciones de prestaciones y seguridad que están reflejadas en el reglamento técnico. En estas existen tres partes no puntuables que toda motocicleta deberá pasar para poder competir, estas son:

- Verificación visual de seguridad por unos comisarios técnicos.
- Verificación estática de seguridad en banco.
- Verificación dinámica de seguridad en pista.

En la fase MS1 los equipos deben mostrar y explicar al jurado junto a la organización el proceso completo de diseño y desarrollo del prototipo. También se realizará para la competición un supuesto proyecto de producción en serie de la motocicleta así como la salida al mercado de esta. Toda esta fase será evaluada sobre un total de 500 puntos.

- Diseño conceptual. (75 puntos)
- Diseño detalle. (75 puntos)
- Prototipo y validación. (50 puntos)
- Proyecto de innovación. (100 puntos)
- Producción industrial. (125 puntos)
- Caso de negocio. (75 puntos)

La fase MS2 es donde se realizan las pruebas dinámicas, estas se realizarán durante el fin de semana de la competición, en estas pruebas se encuentran:

- Prueba de frenado.
- Gymkhana.
- Mejor aceleración.
- Prueba mecánica para equipos.

Durante esta última fase las puntuaciones de todas las pruebas se indican en la Tabla 2-1.

Posición	Puntuación	Posición	Puntuación
1º	150	17º	30
2º	130	18º	25
3º	112	19º	20
4º	100	20º	18
5º	90	21º	16
6º	85	22º	14
7º	80	23º	12
8º	75	24º	10
9º	70	25º	9
10º	65	26º	8
11º	60	27º	7
12º	55	28º	6
13º	50	29º	5
14º	45	30º	4
15º	40	31º	3
16º	35	...	3

Tabla 2-1.Puntuaciones.

Todas estas fases siguen el siguiente calendario marcado por la organización de motostudent.

Período	FECHA Inicio Fin	2016		2017											2018											
		Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct		
Registro de equipos	28/12/2016 30/04/2017																									
Hito Administrativo 1: Datos y estructuración equipo	01/07/2017 31/07/2017																									
Entrega MS1 1: Parte A - Diseño Conceptual y objetivos	01/10/2017 31/10/2017																									
Hito Esp. MSE 1: Esquema eléctrico completo	01/11/2017 30/11/2017																									
Hito Administrativo 2: Presentación miembros equipos	01/12/2017 31/12/2017																									
Hito Esp. MSE 2: Características del acumulador de baterías	01/02/2018 28/02/2018																									
Entrega MS1 2: Parte B - Diseño de detalle	01/03/2018 31/03/2018																									
Entrega MS1 3: Parte D - Producción industrial	01/04/2018 30/04/2018																									
Entrega MS1 4: Parte E - Plan de Negocio	01/04/2018 30/04/2018																									
Entrega MS1 5: Parte F - Proyecto de Innovación Tecnológica	01/05/2018 31/05/2018																									
Hito Esp. MSE 3: Descripción de montaje del acumulador	01/05/2018 31/05/2018																									
Hito Administrativo 3: Presentación del piloto	01/06/2018 30/06/2018																									
Entrega MS1 6: Parte C - Prototipado y Validación	01/07/2018 31/07/2018																									
Hito Esp. MSE 4: Descripción de pruebas en pista	01/07/2018 31/07/2018																									
Entrega MS1 7: Addenda modificación Proyecto MS1	01/08/2018 31/08/2018																									
Hito Administrativo 4: Material para acreditaciones	01/08/2018 31/08/2018																									
Entrega MS1 8: Entrega de presentación ppt MS1	01/09/2018 30/09/2018																									
Hito Administrativo 5: Presentación Licencia Piloto	01/09/2018 15/09/2018																									
Hito Administrativo 6: Datos para el Evento	15/09/2018 30/09/2018																									
Evento Final*	Otoño 2018																									

Tabla 2-2. Calendario motostudent.

2.1.2. Reglamento técnico

Art.1. Requisitos técnicos de la moto y restricciones

- Las motocicletas que se presentan en esta competición deben de ser de fabricación propia y deben de cumplir una normativa que se detallará a continuación. Cualquier incumplimiento en uno de estos requisitos técnicos tendrá que ser corregido y se volverá a inspeccionar antes de que la moto pueda participar en cualquier prueba durante el evento final, además deberán mantener todas las especificaciones requeridas durante todas las pruebas.
- Una vez pasadas las verificaciones técnicas si se quiere hacer una reparación o modificación estructural se tendrá que hacer con la supervisión del cuerpo técnico de la organización.

Art.2. Requisitos generales de diseño

- Anchura mínima entre los extremos de los semimanillares debe de ser de 450mm.

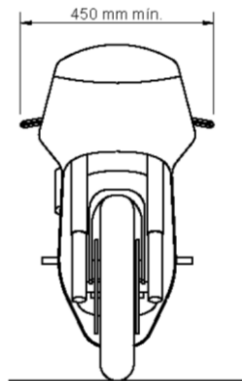


Figura 2-1. Anchura mínima entre semimanillares.

- Ángulo de 50° como mínimo de inclinación lateral sin que ningún elemento toque el pavimento, la medición se realiza sin el piloto pero con todo el equipamiento para su correcto funcionamiento.

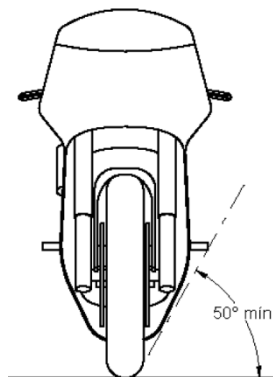


Figura 2-2. Ángulo 50° de estribera respecto al suelo.

- Distancia libre al pavimento con la moto en posición vertical tiene que estar a un mínimo de 100mm en situación de reposo.

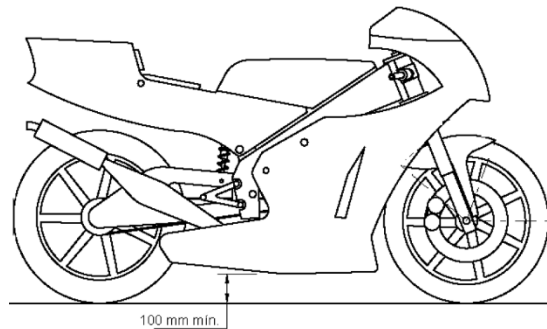


Figura 2-3. Distancia al suelo desde el punto más bajo.

- La motocicleta no tiene que tener ningún elemento que sobrepase la vertical frontal trazada tangencialmente a la circunferencia exterior del neumático delantero.

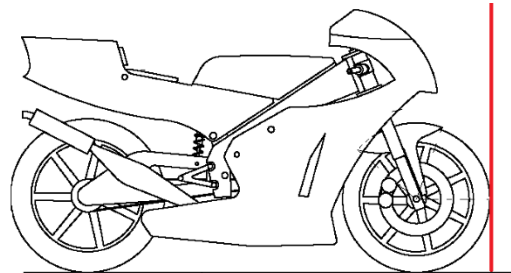


Figura 2-4. Restricción vertical rueda delantera.

- Por la parte trasera ningún elemento podrá rebasar la línea tangente vertical trazada a la circunferencia exterior del neumático trasero.

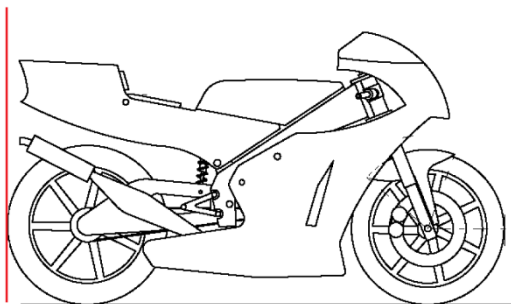


Figura 2-5. Restricción vertical rueda trasera.

- La banda de rodadura de los neumáticos deberá presentar una distancia libre mínima de 15mm a lo largo de su circunferencia exterior a cualquier elemento de la motocicleta,

- La anchura máxima del asiento no tiene que rebasar una distancia de 450mm. Y ningún elemento podrá sobresalir de esta anchura.

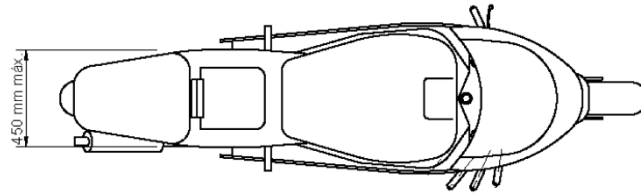


Figura 2-6. Anchura máxima del asiento.

- La anchura máxima del carenado será de 600mm.

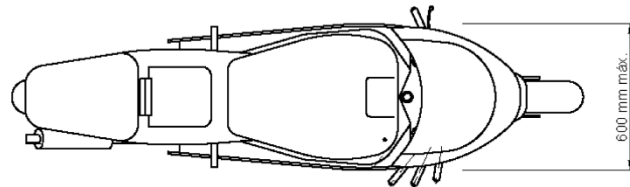


Figura 2-7. Anchura máxima del carenado.

- El ángulo de giro de la dirección debe de ser de 15°.

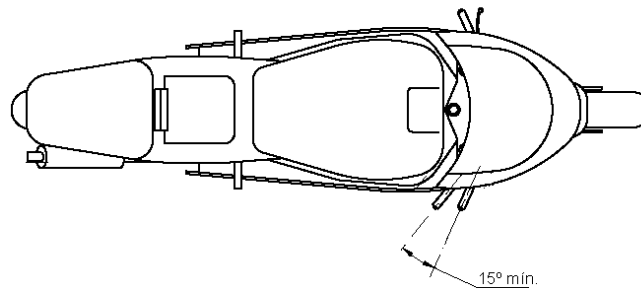


Figura 2-8. Ángulo giro de la dirección.

- Entre la cota más alta del asiento y la parte más elevada del colín la cota máxima será de 150mm.

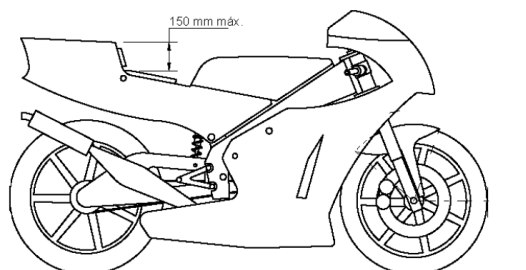


Figura 2-9. Máxima altura del colín.

- El peso mínimo de la motocicleta sin piloto será de 95 Kg incluyendo todos los líquidos que fuesen necesarios para el funcionamiento de la moto. Y en todo momento de la competición la motocicleta deberá superar este valor sin ser añadido ningún elemento.
- Durante las pruebas dinámicas los pilotos pueden ser llamados para controlar el peso de las motocicletas.
- Se puede utilizar lastre si no se llega a un mínimo siempre que se declare a los comisarios técnicos durante las verificaciones previas.
- Está permitida la instalación de elementos de mando regulables para mejorar la ergonomía y comodidad del piloto. Y todos los elementos del cuadro de instrumentos deben de ser perfectamente visibles.
- Se recomienda para hacer la ergonomía:
 - α : Ángulo de la espalda con la vertical. Para una motocicleta deportiva se recomiendan ángulos entre 19° y 40° .
 - β : Ángulo de flexión de rodillas. Para una motocicleta deportiva se recomiendan ángulos entre 65° y 77° .

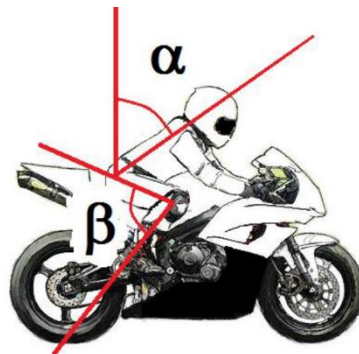


Figura 2-10. Ángulos recomendados para la ergonomía.

Art.3. Chasis

- No se permite el uso de un chasis comercial, ni una unidad comprada y modificada.
- Deberá ser un diseño propio.
- No está permitido fabricar el chasis en titanio ni aleaciones de titanio.
- Es obligatorio el uso de topes de Nylon, fibra o materiales de dureza similar para proteger el chasis y el grupo propulsor lateralmente en caso de caída.

3. Metodología

3.1. Secuenciación de actividades

El equipo para el que se realiza el proyecto pide que una de las condiciones es que el chasis sea del tipo doble viga ya que ofrece Para la realización del presente proyecto se hizo necesario seguir una serie de pasos para obtener el diseño final del chasis, primero se empezó con un estudio de geometrías donde se determinó el ancho de vías y los ángulos principales para el desarrollo del proyecto, estos son el lanzamiento y el ángulo del basculante. Una vez determinados se realiza la colocación del motor mediante unas geometrías determinadas, todos los estudios y cálculos geométricos se realizan en el siguiente punto de este proyecto.

Una vez terminada la geometría de la motocicleta se realizó un estudio sobre todas las cargas que afectan a la motocicleta tanto dinámicas como estáticas.

Una vez finalizado este se realiza un estudio de materiales con el programa CES Edupack con el que mediante una serie de requisitos ayuda a la toma de decisiones de que material utilizar siguiendo los requisitos que marca el equipo y teniendo en cuenta los estudios anteriores.

Conocidas todas las geometrías, el tipo de chasis y el material se empezó a modelar con el programa Creo Parametric 3.0. ya que es uno de los programas que la organización del evento pone a disponibilidad de los equipos. Para realizar el análisis por elementos finitos se utilizó el Ansys 17.1 debido a que el equipo tiene una mayor experiencia en este software que con el módulo correspondiente del programa utilizado para la realización del CAD.

3.2. Datos de partida

Para la realización del proyecto hace falta información técnica de algunos componentes necesarios para la correcta realización del diseño.

Algunos de estos componentes son proporcionados por la competición Motostudent. Estos son el motor, llantas y neumáticos.

El motor es suministrado al equipo como un archivo STL pero las llantas y neumáticos para constituir las ruedas se distribuyen como una documentación técnica a partir de la cual el equipo modela los componentes.

También otros componentes necesarios para realizar el diseño son la horquilla, el amortiguador trasero y las estriberas que el equipo montará sobre la motocicleta final, además también hay que ensamblar una vez terminado el proyecto el basculante que dispone el equipo.

Otros datos necesarios para realizar los estudios preliminares son:

- Massa de la motocicleta 100Kg.
- Massa del piloto 75 Kg.
- Massa indumentaria piloto 10 Kg.
- Massa de líquidos 10 Kg.
- Coeficiente de fricción de 1,2.
- Distancia de horquilla de 720 mm.

3.3. Herramientas utilizadas

Para la realización del proyecto se han utilizado los siguientes programas de software.

- Creo Parametric 3.0. para el modelado 3D.
- Ansys 17.1 para en análisis por elementos finitos.
- CES Edupack para analizar los materiales.
- Mathematica para realizar los cálculos numéricos.

4. Estudios preliminares

Antes de la realización del diseño 3D del chasis se realizaron unos estudios preliminares con los que se conocerán aspectos necesarios antes de crear el archivo CAD.

En algunos de estos estudios se realizaron esbozos sobre un archivo general para que sirva de referencia y en alguno de ellos se realizan ensamblajes de componentes que son necesarios para aportar referencias para determinar la correcta solución de diseño.

4.1. Criterios para el chasis

Antes de realizar todos los estudios previos fue necesario estudiar cuales son las necesidades funcionales que debe cumplir el proyecto. Para ello se realizó una búsqueda intuitiva con la que se obtuvo los requerimientos funcionales.

Rigidez

El chasis es la pieza principal de una motocicleta por lo que al mismo tiempo que se encarga de soportar todos sus componentes. También es el encargado de resistir los esfuerzos que se producen en la vida normal de la motocicleta, como son el caso de frenadas aceleraciones. Por eso es fundamental realizar una estructura que garantice la seguridad estructural y que mantenga los parámetros geométricos dentro de unos valores sin llegar al límite elástico del material.

Cargas

El chasis deberá ser capaz de soportar las cargas dinámicas y estáticas manteniendo las geometrías sin llegar a la zona plástica del material.

Material

Es importante seleccionar un material correctamente porque es quien determina que el proyecto sea económico y tenga unos valores correctos de rigidez. También la elección de este influye en el coste final y el peso final de la motocicleta.

Cuando mayores propiedades mecánicas tengan el material y más ligero sea, mayor es su precio.

Peso

En el ámbito de la competición es un factor importante, ya que este influye en el aspecto dinámico de la motocicleta. Un menor peso supone menor inercia, esto hace que el comportamiento de la moto en pasa por curva, frenada y aceleración sea más cómodo.

Montaje

El diseño del chasis tiene que tener en cuenta que es la principal estructura de la motocicleta y sobre él tienen que ir montados la mayor parte de componentes. Por eso a la hora de realizar el diseño se tiene que tener en cuenta algunos componentes, y si no se dispone de ellos se tiene que hacer una suposición para permitir el correcto ensamblaje y desmontaje.

Fabricación

Para la fabricación del presente proyecto el equipo realizó una colaboración con el instituto IES Cotes Baixes situado en la ciudad de Alcoy, en este instituto disponen de un CNC de tres ejes con la cual se mecanizan todas las piezas.

Al conocer la máquina con la que se tiene que fabricar todas las piezas, los diseños realizados tienen que en cuenta algunas propiedades de la máquina como el mínimo radio que puede realizar y que formas puede realizar.

4.2. Estudio de geometrías

En este estudio se analizaron dos tipos de geometrías, una básica que es aquella que define las dimensiones más importantes de la motocicleta y otra que se llama squat y hundimiento con la que se determina donde situar el eje de salida del motor.

Una vez terminadas ambas geometrías también se realizó un ensamblaje de componentes sobre estas referencias creadas. La finalidad fue aportar mayor información para realizar el diseño.

4.2.1. Geometría básica

Avance

La finalidad de esta geometría es proporcionar a la motocicleta una estabilidad direccional al igual que también es importante cuando esta empieza a inclinarse para poder gestionar una curva.

Para conocer esta geometría se mide a ras de suelo la distancia entre la huella de contacto con el asfalto del neumático con la intersección del eje de la dirección con en el suelo. Con esta distancia las fuerzas que se generen sobre el neumático harán que aparezcan momentos alrededor del eje de la dirección.

Un avance positivo permite que al haber una fuerza lateral producida por un movimiento en el manillar (es decir que la rueda esté girada) o la dirección se gire debido al mal estado del firme, se producirá un momento alrededor del eje de la dirección que tenderá a volver a poner la rueda recta en sentido de la marcha, es decir un efecto autoalineante.

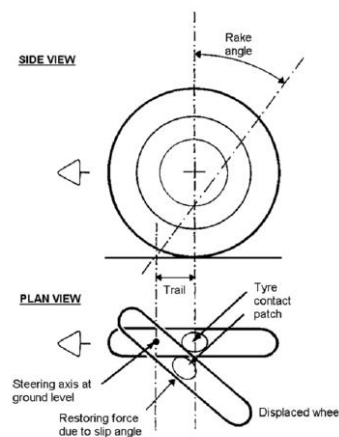


Figura 4-1. Geometría de avance.

Se sabe que es un avance positivo porque la huella de contacto queda por detrás del eje de la dirección esto provoca que cuando se tenga un ángulo de deriva (ángulo entre el plano del neumático y la dirección de la tangente de la curva) aparezca un momento corrector sobre la rueda girada haciendo que se vuelva a alinear con el sentido de la marcha.

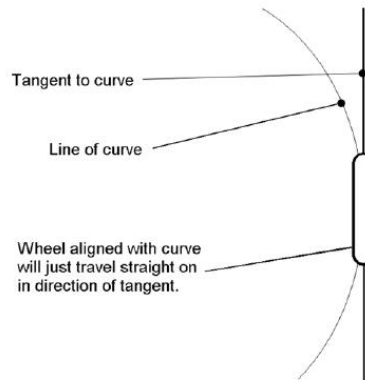


Figura 4-2. Ángulo de deriva.

La rueda trasera también tiene un avance, pero no tiene mucha importancia para el efecto auto alienante ya que en contraposición al avance grande que tiene su ángulo de deriva es muy bajo.

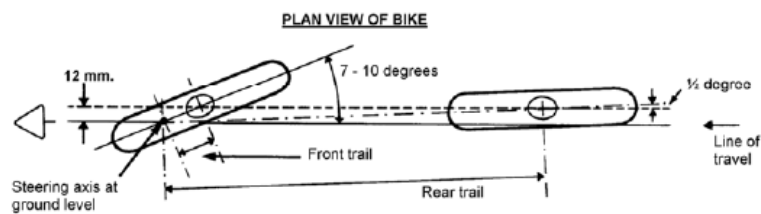


Figura 4-3. Avance rueda trasera.

Offset

Es la distancia entre el eje de la dirección y el eje paralelo a la dirección que pasa por la rueda, es decir, es la medida de la distancia a la que se encuentra desplazado el eje de la rueda respecto a la dirección. Este es uno de los principales reglajes para modificar el avance.

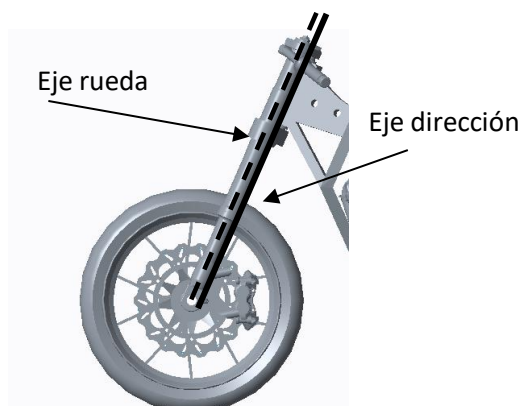


Figura 4-4. Offset.

Lanzamiento

El lanzamiento o también llamado ángulo de ataque es el ángulo entre el eje vertical de la rueda y el eje vertical de la dirección. Normalmente este valor en las motocicletas corrientes varía entre 23 y 30 grados.

En el lanzamiento podemos tener dos tipos de sistemas funcionales. El primero es el que no tiene un decalaje el eje de la rueda respecto al eje de la dirección donde el ángulo de este suele estar entre 10 y 15 grados por cuestiones de espacio, el otro sistema consiste un decalaje (offset) entre el eje de la rueda y el eje de la dirección consiguiendo así ángulos entre 20 y 23 grados.

Con el lanzamiento se tiene que tener en cuenta que, para un valor de avance dado, el esfuerzo autoalineante depende de la longitud del brazo de palanca desde el centro de la rueda de contacto hasta el eje de dirección, y si se aumenta el lanzamiento disminuirá así el brazo de palanca, es decir, que a mayor lanzamiento menor efecto autoalineante de la rueda delantera.

Por este motivo las motos de trial tienen lanzamientos muy pequeños ya que buscan tener un buen equilibrio, aunque lanzamientos grandes permiten ayudar a girar la rueda cuando nos inclinamos en una curva.

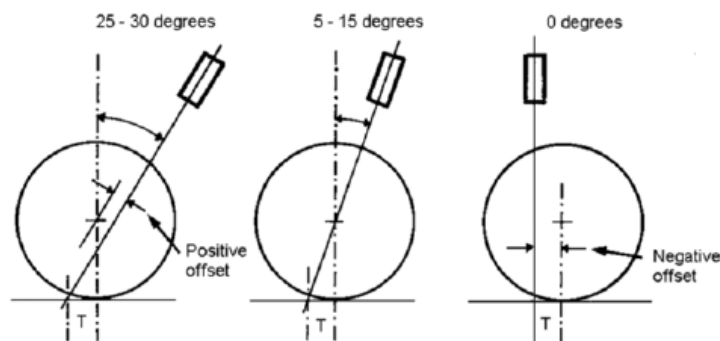


Figura 4-5. Lanzamiento o ángulo de ataque.

Distancia entre ejes

Esta también es conocida como batalla.

Como característica principal de esta medida es que a mayor distancia mayor es la estabilidad direccional pero mayor es el esfuerzo para tomar las curva y mayor ángulo de giro de la necesitará rueda delantera para girar hacia el interior de la curva. También cuanto mayor sea esta medida menor transferencia de cargas habrá en las frenadas y aceleraciones.

Con una distancia de ejes corta lo que conseguimos es un mayor paso por curva por tener que aplicar un menor esfuerzo para realizar la curva y también necesitaremos un ángulo de giro menor para hacerlo.

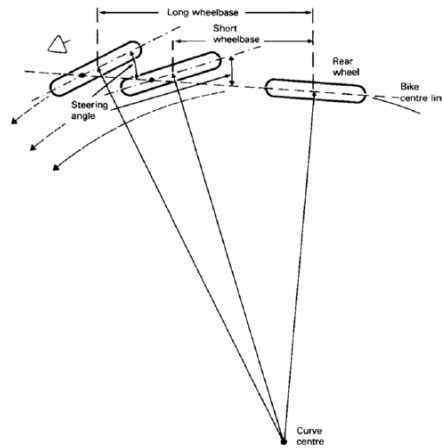


Figura 4-6. Distancia entre ejes en el paso por curva.

Diámetro de las ruedas

Aunque desde la organización de motostudent obligan a la utilización de un determinado diámetro establecido por las llantas marchesini y los neumático dunlop, se debe tener en cuenta que estos diámetros pueden afectar a la motocicleta.

Con una rueda pequeña conseguimos disminuir la masa no suspendida. Y con una grande conseguimos un mayor agarre y confort.

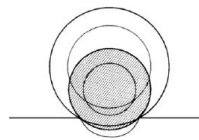


Fig. 3.22 A smaller wheel drops farther into holes than a larger wheel.

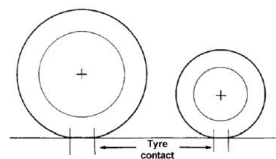


Figura 4-7. Diámetros de ruedas.

Resumen geometría

En la siguiente imagen está representada la geometría que se utiliza en la motocicleta sobre la cual se desarrolló el chasis.

Tiene una distancia entre ejes de 1260 mm, un ángulo de lanzamiento de $23,5^\circ$ que provocara un avance de 125,23mm con un offset de 30mm, un diámetro de rueda de 576 mm para la rueda delantera y un diámetro de 601,3mm para la trasera. El esbozo de la geometría se ha realizado con el software CAD 3D llamado Creo Parametric 3.0.

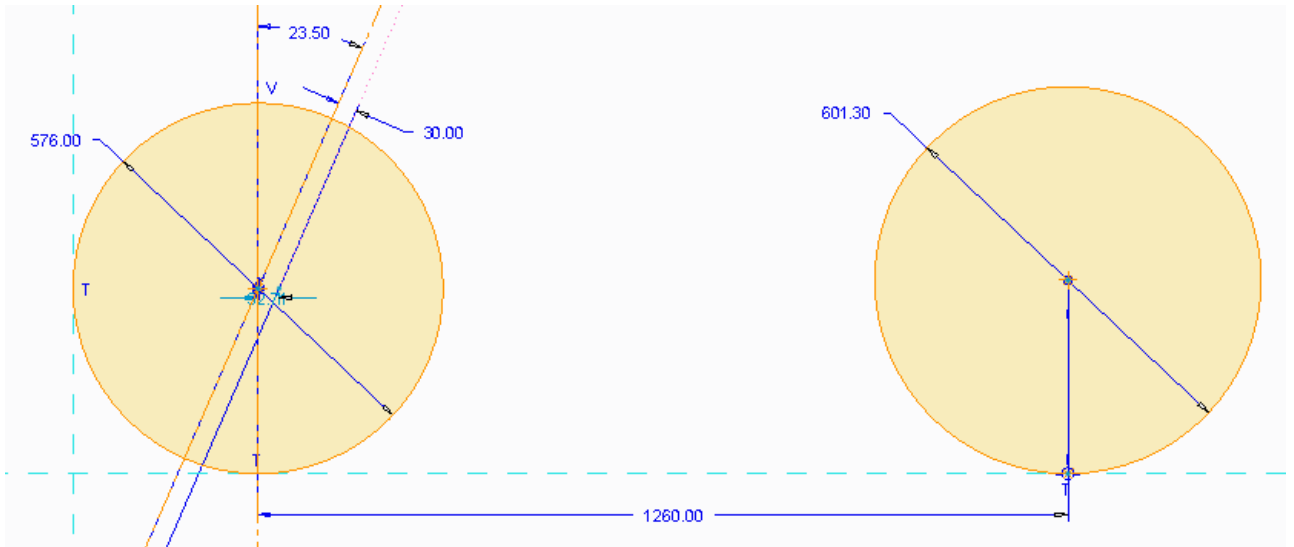


Figura 4-8. Resumen geometría básica.

4.2.2. Squat y hundimiento

Cuando la moto acelera o frena produce cambios de cabeceo y altura de la parte suspendida de esta. El hundimiento se produce en frenada porque origina un cabeceo hacia adelante, mientras que el squat es una rotación hacia atrás creada en el momento de la aceleración.

Para reducir estos efectos se puede determinar mediante unas geometrías el lugar donde colocar el motor para reducir estos efectos. Pero para ello fue necesario determinar el centro instantáneo de las fuerzas donde se cruzaran las fuerzas combinadas del basculante y de la cadena.

Para este proyecto se necesita realizar un anti-squat del 100% ya que para una moto de circuito se busca que produzca el menor cabeceo posible en frenadas y aceleraciones. Por lo que el centro instantáneo de fuerzas estará sobre la línea de 100% de anti-squat.

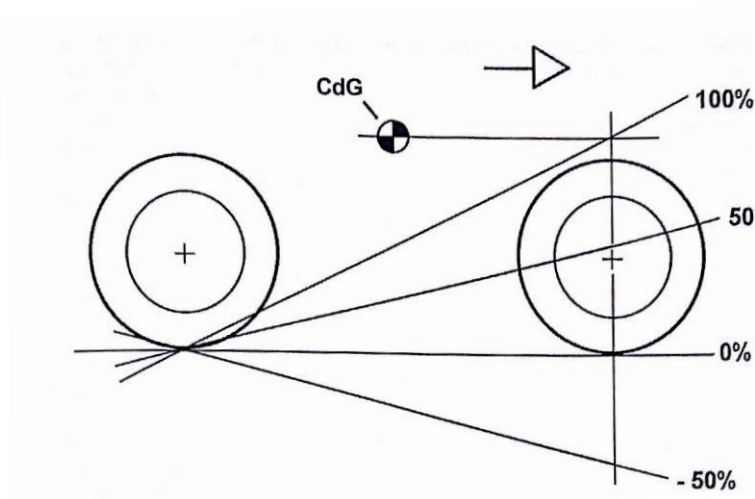


Figura 4-9. Porcentaje anti-squat.

En el dibujo se muestra que el basculante y la cadena están apuntando hacia arriba haciendo que la fuerza vertical de la cadena apunte hacia abajo, esta actúa favoreciendo el pro-squat (hundimiento) y la componente de la vertical del basculante actúa hacia arriba favoreciendo el anti-squat (no se hunde). Como es mayor la fuerza del basculante que la de la cadena el efecto global será de anti-squat.

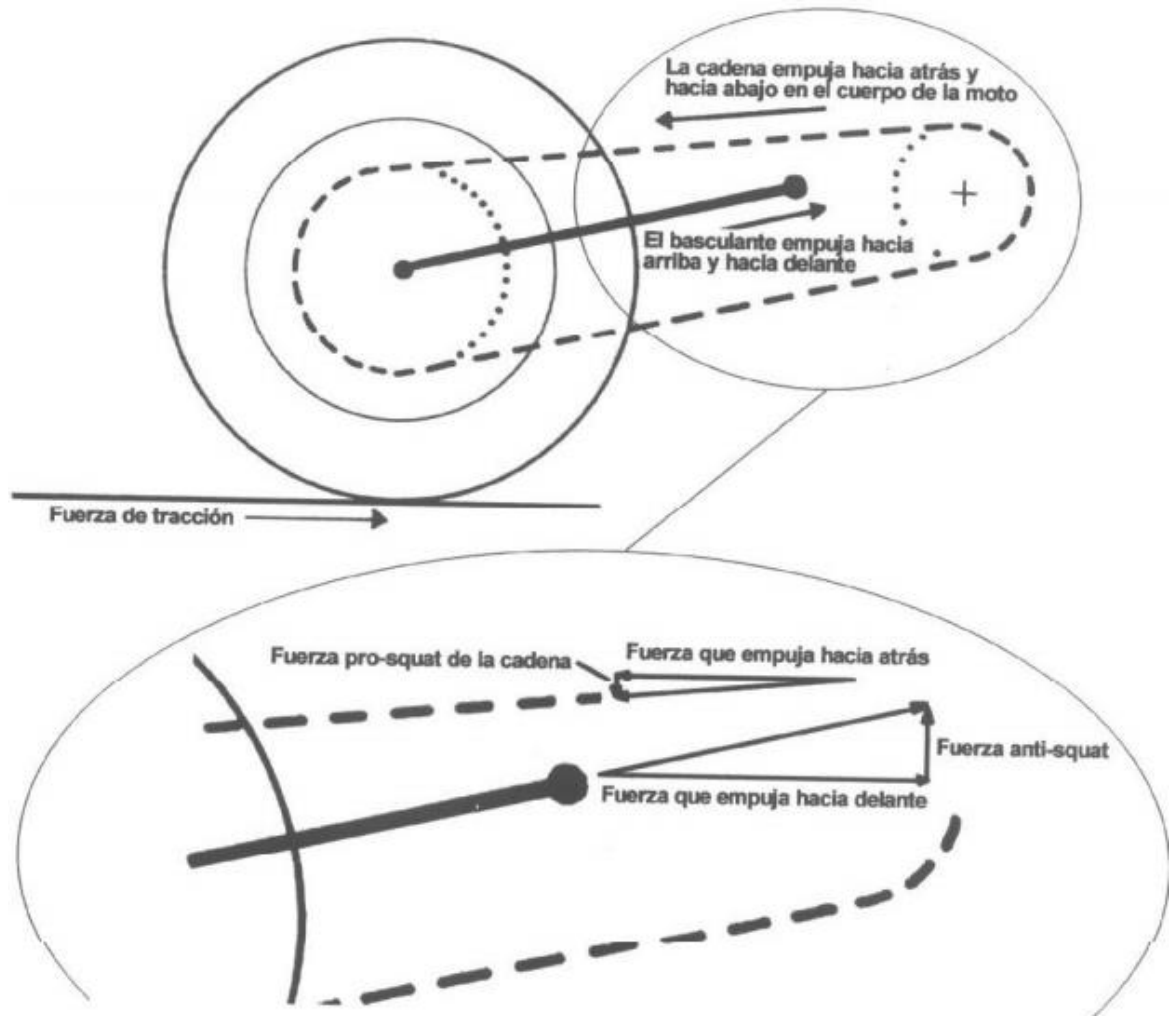


Figura 4-10. Fuerzas de anti-squat

Para la determinación del centro instantáneo de fuerzas mediante resultados gráficos se utilizó el programa Creo Parametric 3.0. con el que se realizó un esbozo de estas geometrías, una vez conocido este centro se colocó el motor mediante un ensamblaje.

Primero para la realización de estas geometrías se editó el archivo anteriormente realizado de geometría y se crearon líneas de construcción que representan las geometrías de anti-squat.

Una vez activada se realizó una línea horizontal a una distancia de 630 mm esta medida proviene de dividir la distancia de ejes entre dos, a continuación se dibujó otra línea vertical que pasa por el centro de la rueda delantera. Ambas líneas tendrán un punto de intersección y con este se volvió a hacer otra línea de construcción hasta el punto de contacto de la rueda trasera con el suelo, esta línea es la que marca el 100 % de anti-squat.

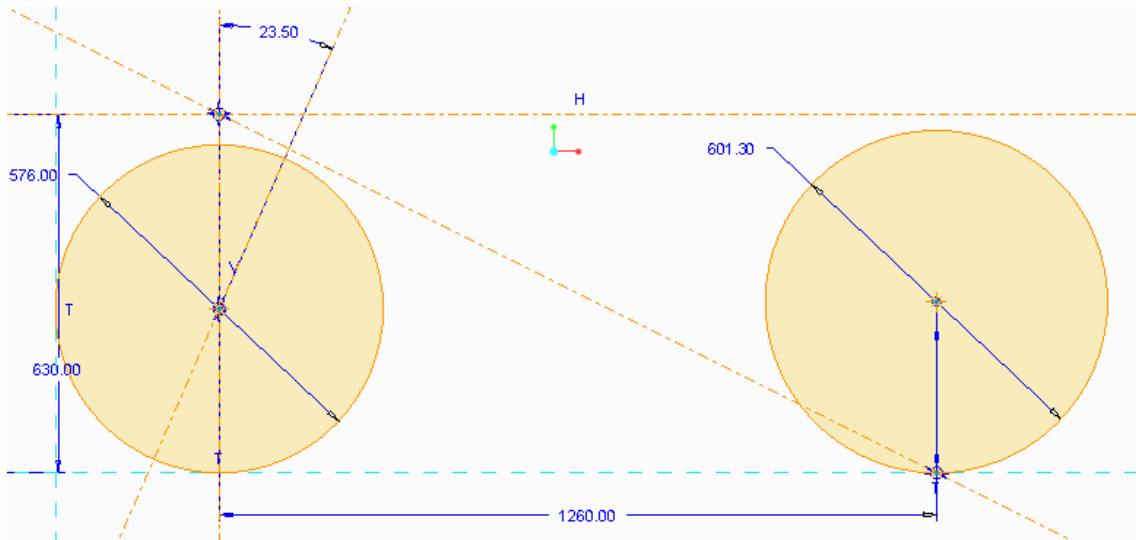


Figura 4-11. Esbozo 1 anti-squat.

A continuación se dibujó una línea que simula la dirección que sigue el basculante, esta se realiza a 9° grados sobre la horizontal en el centro de la rueda trasera, este dato es un requisito del equipo. Una vez realizado se colocó la corona de transmisión la cual tiene un diámetro primitivo de 159,58mm (dato proporcionado por el equipo). Sobre la parte superior de este diámetro se realiza una línea de construcción tangente que pasa por la intersección que provoca la línea del 100% y la del basculante.

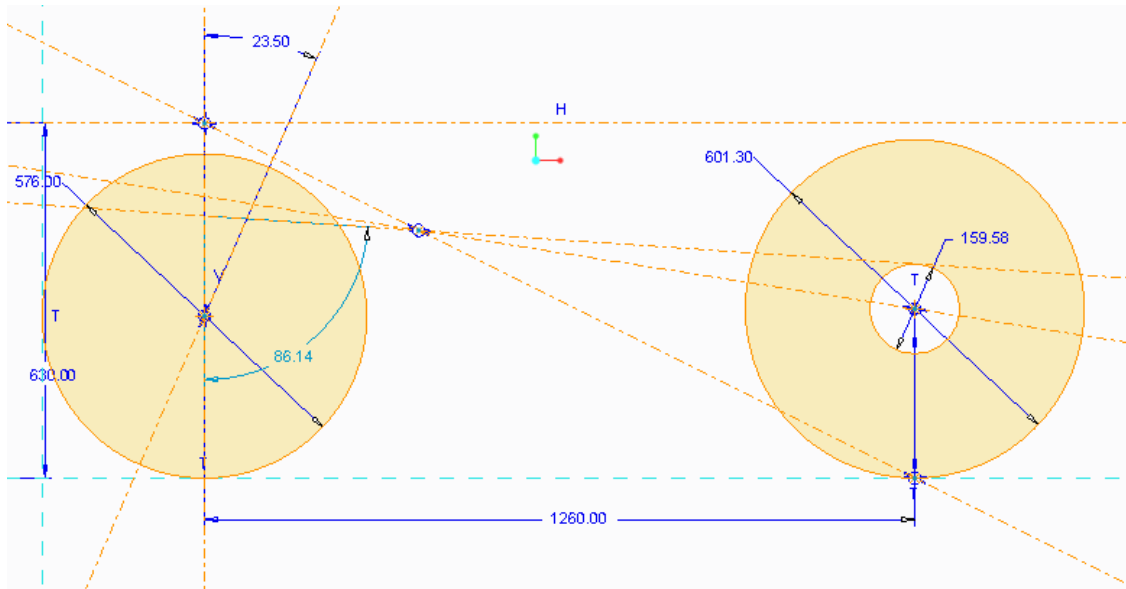


Figura 4-12. Esbozo 2 anti-squat.

Finalmente para que la posición del motor este sobre el 100 de anti-squat el piñón del motor se colocó tangente por la parte inferior de la línea de 100%.

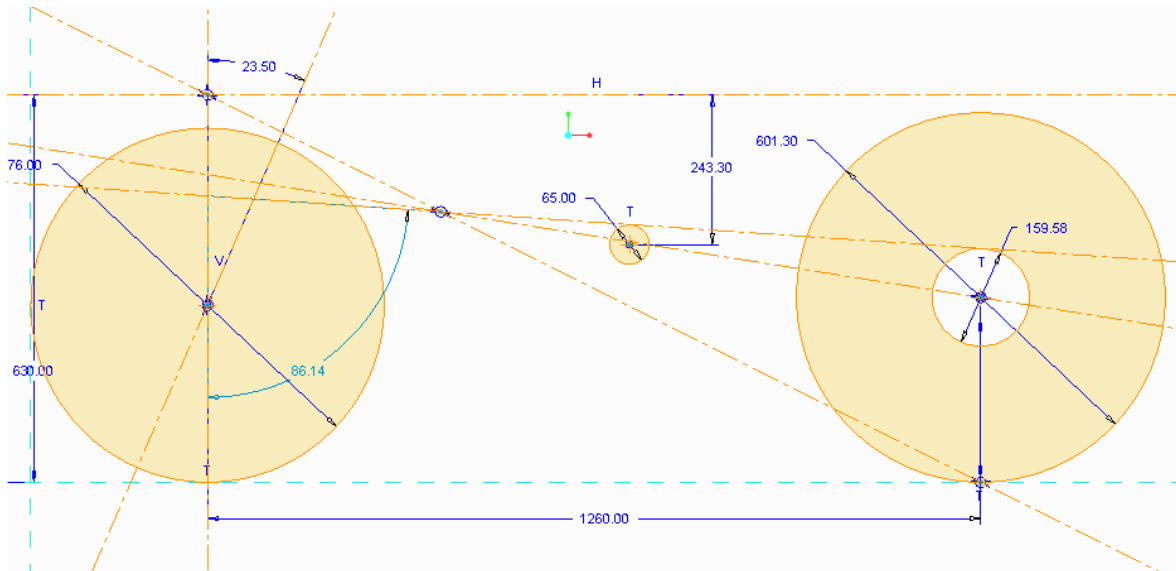


Figura 4-13. Esbozo 3 anti-squat.

4.2.3. Ensamblaje de componentes

Una vez terminadas las geometrías principales de la motocicleta se ensamblaron aquellos componentes que complementan la información que aporta el conocimiento de geometría básica y anti-squat. Todo ello supone tener mayores referencias para realizar un mejor diseño CAD.

Ensamblaje motor

El motor fue proporcionado por la organización de Motostudent mediante un archivo con formato STL ya que es un escaneado sobre el motor original de 250 c.c. de KTM.

El primer problema que presentó es que en estos tipos de formatos no se permite la modificación de ningún componente y no permite utilizar caras como referencia. Solo permite la realización de planos para obtener referencias. Por eso la primera tarea fue determinar los planos de referencia del motor y los anclajes de este al chasis.

Una vez elegido el directorio de trabajo para la utilización del programa CAD se procedió a abrir el archivo STL directamente, el programa no identificó ningún plano de referencia pero el archivo tenía un centro de coordenadas, por lo que se procedió a añadirle los planos manualmente a partir de este centro, esto se consiguió mediante la función de crear planos. Una vez activada dicha función se seleccionó el centro de coordenadas como referencia para crearlo, y la otra referencia fue indicarle que el plano realizase un desvío, estos fueron en las tres direcciones x y z, el valor del desvío fue de 0 mm por lo que se obtuvieron tres planos en el centro del motor para poder trabajar con él.

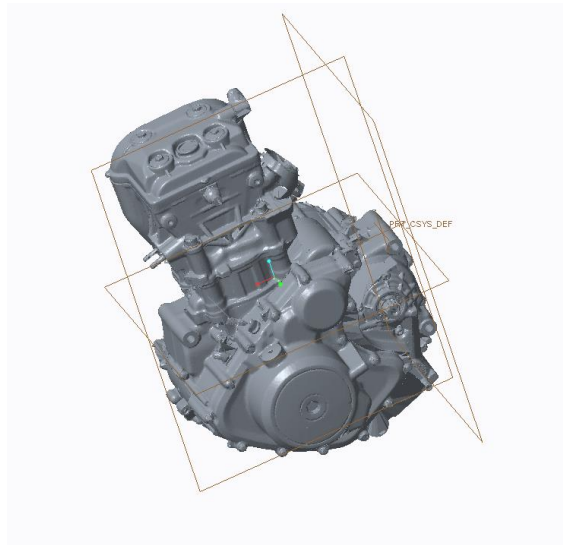


Figura 4-14. Creación de planos.

Una vez definidos los planos se midió sobre el motor en ancho de los acoples del motor, ya que el plano frontal divide el motor en partes iguales, esto se utilizó para crear otro plano respecto al frontal y un desvío de la mitad de la medida del ancho del acople motor para determinar exactamente donde se encuentran los agujeros del acople motor.

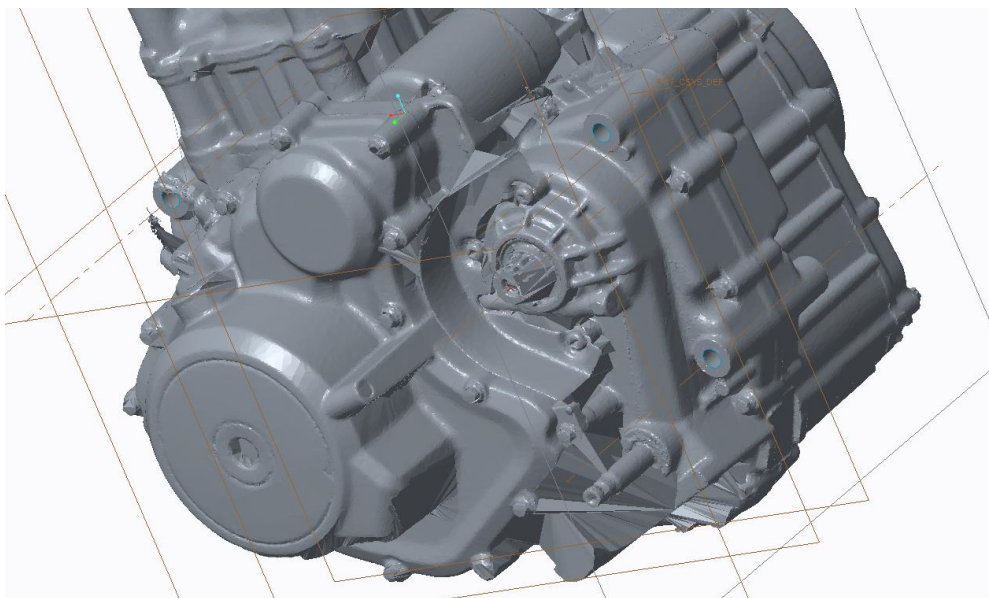


Figura 4-15. Figura 4-16. Creación de planos para determinar las referencias.

Para finalizar el motor y dejarlo listo para poderlo ensamblar hace falta también sacar una referencia desde el eje de salida del motor, esto se realizó con otro plano. Este fue referenciado sobre el plano frontal pero la segunda referencia se realizó con un punto de la superficie exterior del eje de salida del motor. Una vez realizado se obtuvo un esbozo donde solo servía para marcar con un punto en centro del eje con la finalidad de realizar una línea de referencia que simularía el eje del motor.

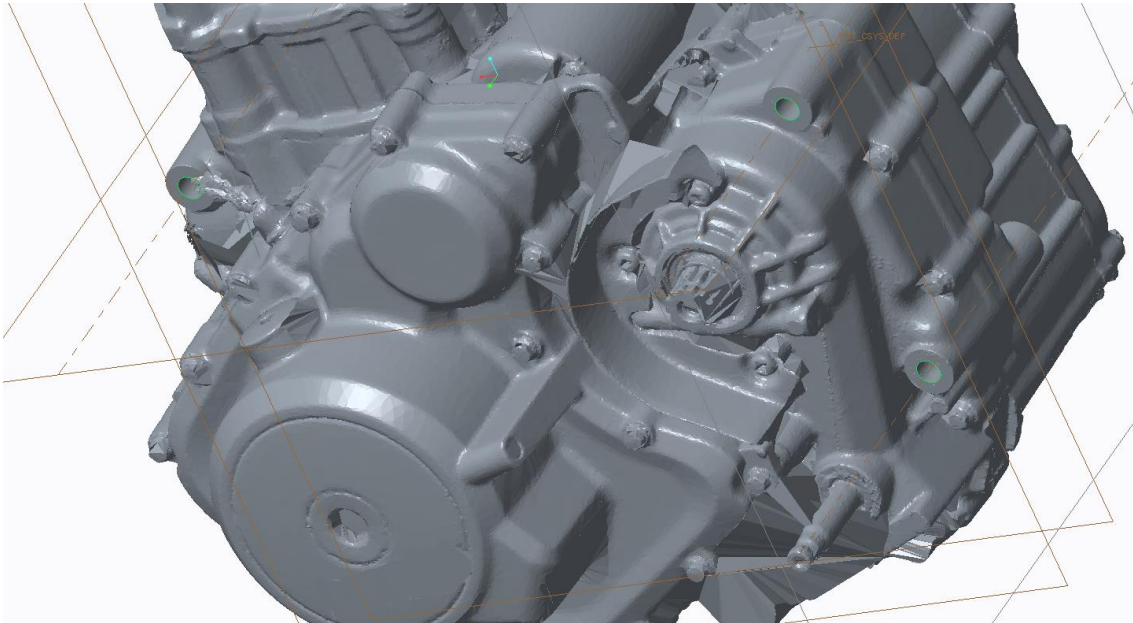


Figura 4-17. Creación de las referencias.

Una vez preparado el motor se guardó, con esto se consiguió que el programa guarde un archivo con el que sería más cómodo trabajar.

A continuación se abrió el archivo general y sobre él se ensambló el motor, la forma más fácil de hacerlo fue utilizar la referencia del piñón del esbozo del anti-squat y hacerlo coincidente con el eje de salida del motor, con esto se consiguió que si se modifica la posición del motor por problemas de espacio se pueda hacer directamente del anti-squat permitiendo así a la motocicleta estar en la línea de 100 % de anti-squat aunque se modifique la posición del motor.

Otra relación utilizada fue un desvío angular de 15° desde el plano de perfil del archivo general respecto al plano de perfil del motor, este ángulo también se llegó a su determinación con una reunión de todos los departamentos del equipo.

La última relación fue una relación de distancia entre el plano alzado del archivo general y el plano alzado del motor, esto es porque el motor tiene forma asimétrica. Para determinar su medida exacta se realizó una línea de la cadena ficticia y se modela una corona que se ensambló a la rueda trasera. La finalidad de esto fue determinar la distancia correcta para la correcta colocación del motor para ello la cadenada y corona tendrán que estar alineados con el piñón del motor.

Una vez montado el motor se comprobó su distancia respecto al suelo, y esta fue de unos 110 mm, esta distancia cumplía con el mínimo establecido por la competición pero se tenía que tener en cuenta que por debajo de este también se tienen que situar el escape y el carenado por lo que el motor tenía que estar a una distancia superior de 180 mm.

Para modificar esta distancia se tuvo que cambiar los valores de las distancias en X Y de la posición del motor respecto al anti-squat, al estar correctamente referenciado el motor se desplazó tangente a la línea del 100% con lo que finalmente se consiguió posicionar el motor a una distancia respecto al suelo de 182,63mm.

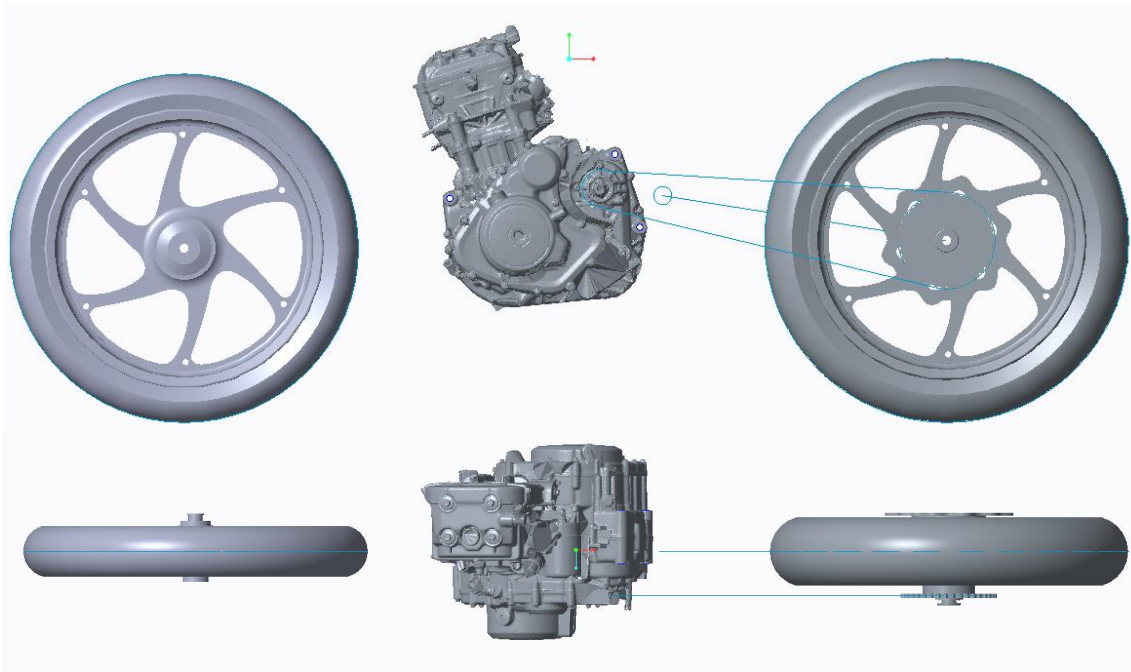


Figura 4-18. Ensamblaje motor.

Ensamblaje de ruedas

Las ruedas suponen un ensamblaje entre los neumáticos y las llantas.

Tanto las llantas como el neumático no fueron suministrados por la organización de la competición mediante archivos 3D, sino que ambos componentes fueron suministrados mediante una documentación técnica.

Por eso la siguiente tarea a seguir fue modelar estos componentes según las dimensiones y medidas proporcionadas por motostudent.



Figura 4-19. Ruedas.

Una vez modeladas las llantas y los neumáticos se procedió al ensamblaje de ambos para formar la rueda. Además en la rueda trasera también se ensambló el porta cadenas.

Las relaciones utilizadas para ensamblar el neumático y la llanta son relaciones de coincidencia entre planos ya que el centro de cada una de las piezas está realizada sobre el centro de coordenadas.

A continuación se ensamblaron ambas ruedas en su posición correcta, las relaciones utilizadas para realizarlo de forma sencilla fue mediante una coincidencia entre los planos de alzado del conjunto general y las ruedas, y a continuación se utilizó los círculos de la geometría básica que simulan los diámetros para obtener un eje que marcara el centro de la rueda, con este eje y el eje de la rueda mediante un relación de coincidencia los conjuntos quedaron completamente restringidos.

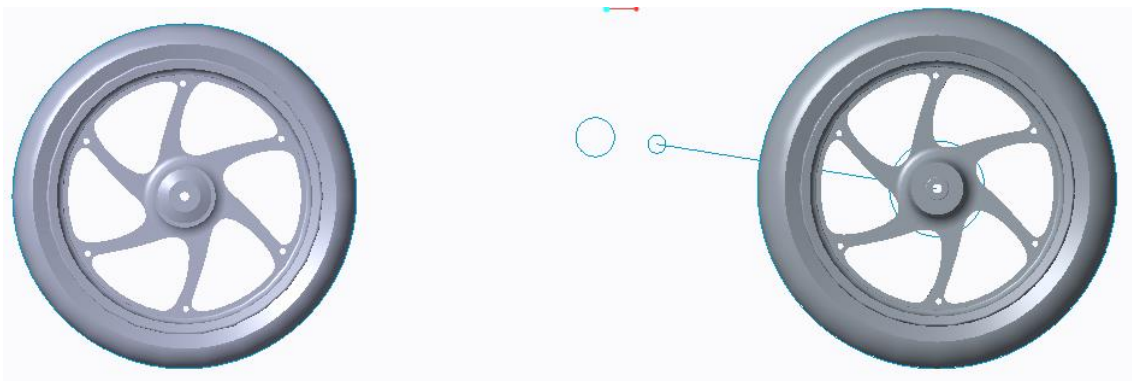


Figura 4-20. Ensamblaje de las ruedas.

Ensamblaje de horquilla

Este componente fue comprado por el equipo para conocer sus referencias. Fue muy importante conocer sus características para situar correctamente una de las piezas más importantes que es la pipa de dirección.

El equipo fue el encargado de modelar este componente y suministrar el archivo cad para ensamblarlo sobre la motocicleta.

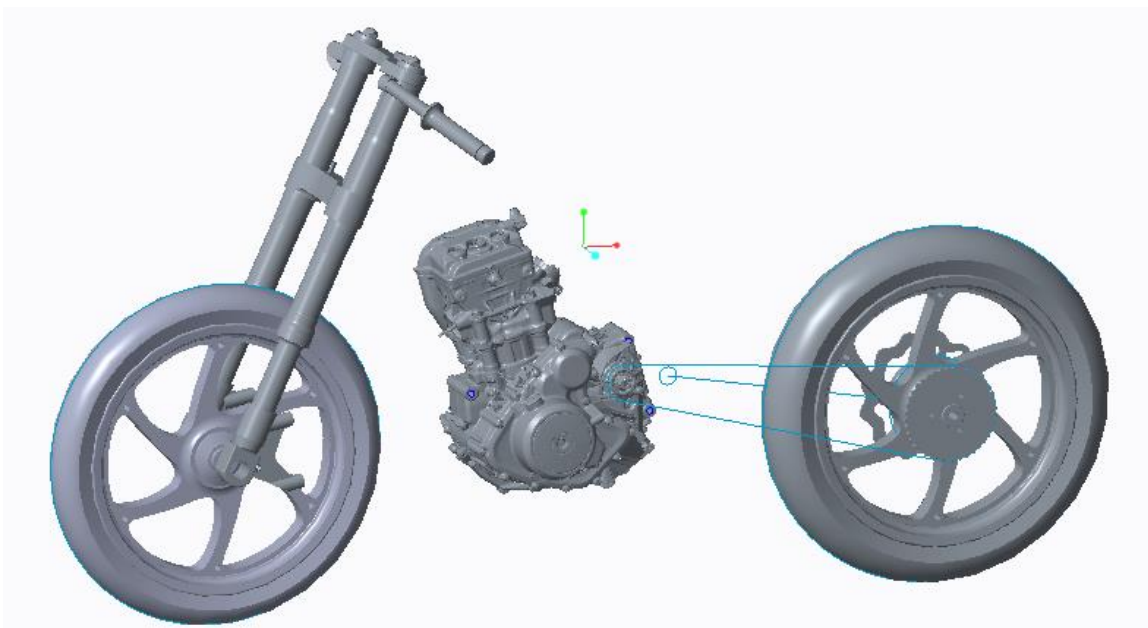


Figura 4-21. Ensamblaje horquilla.

Ensamblaje basculante

Este componente fue diseñado por el equipo y puesto a disposición de este proyecto con el amortiguador trasero ensamblado.

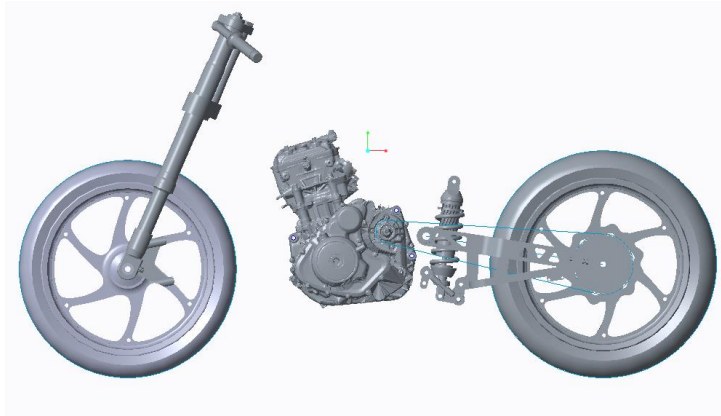


Figura 4-22. Ensamblaje basculante.

4.3. Estudio ergonómico

El estudio ergonómico de la motocicleta se realizó mediante unas tablas de medidas antropométricas realizadas entre el año 1991 y 1996. Los datos definitivos de estas se establecieron en 1999. Por lo que para hacer un estudio ergonómico para una moto de calle se escogería una población conjunta (hombres y mujeres) y se analizarían los resultados para un P95 que significa que las medidas hacen referencia a un 95 % de la población analizada.

En el caso de este proyecto el equipo facilito los datos del piloto, por lo que la motocicleta se hace a medida y siguiendo las recomendaciones del piloto para que se encuentre cómodo sobre la motocicleta.

Los datos del piloto para realizar la ergonomía son los siguientes.

Medida	Valor
Longitud puño-codo.	320 mm
Longitud codo-hombro.	333 mm
Longitud hombro-cadera.	470 mm
Longitud cadera-rodilla.	410 mm
Longitud rodilla-tobillo.	480 mm
Longitud del pie.	200 mm

Tabla 4-1. Datos ergonomía.

Para realizar este estudio también se tuvieron en cuenta las recomendaciones de motostudent, estas fueron que el ángulo de la espalda con la vertical sea entre 19° y 40°, y el de la rodilla sea entre 65° y 77°. Pero el piloto comunicó al equipo que el ángulo de la rodilla podía ser menor, según el piloto podía llegar a un ángulo de 40° en la rodilla debido a que no le suponía molestia alguna.

Antes de realizar el boceto para la ergonomía también se necesitó conocer una serie de medidas para situar al piloto sobre la motocicleta, para esto se tuvo que conocer con anterioridad la longitud de la horquilla y se también se necesitaba conocer un punto para empezar a realizar la ergonomía, este punto fue donde se situaran las empuñaduras del piloto.

Medida	Valor X	Valor y
Distancia empuñaduras	311,20 mm	876 mm

Tabla 4-2. Posición de las empuñaduras.

Conocidas todas las dimensiones y medidas se planteó un boceto con el programa CAD para así poder realizar posteriormente el diseño del subchasis y poder ensamblar en una posición ergonómica las estriberas.

La línea discontinua que aparece en la siguiente imagen simula la dirección que sigue el subchasis, y hay una separación de 50mm que es la distancia desde donde se produce el amarre del colín al subchasis hasta donde realmente se sienta el piloto.

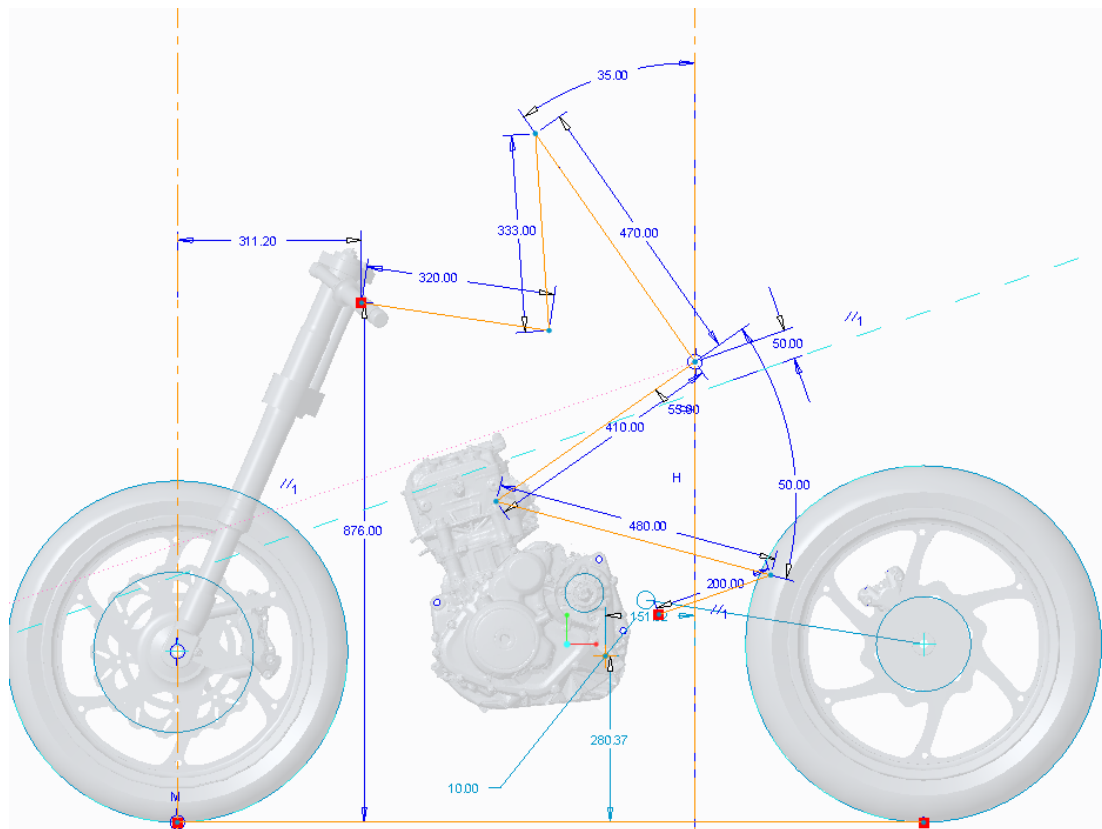


Figura 4-23. Ergonomía.

4.3.1. Ensamblaje de estriberas

Son los últimos componentes que dispone el equipo para ser usados como referencias para el proyecto, estos componentes se ensamblaron a la motocicleta después de finalizar el estudio ergonómico ya que se necesitó conocer donde el piloto tiene que situar los pies.

Estos componentes fueron adquiridos y modelados por el equipo que es quien proporcionó el archivo CAD.

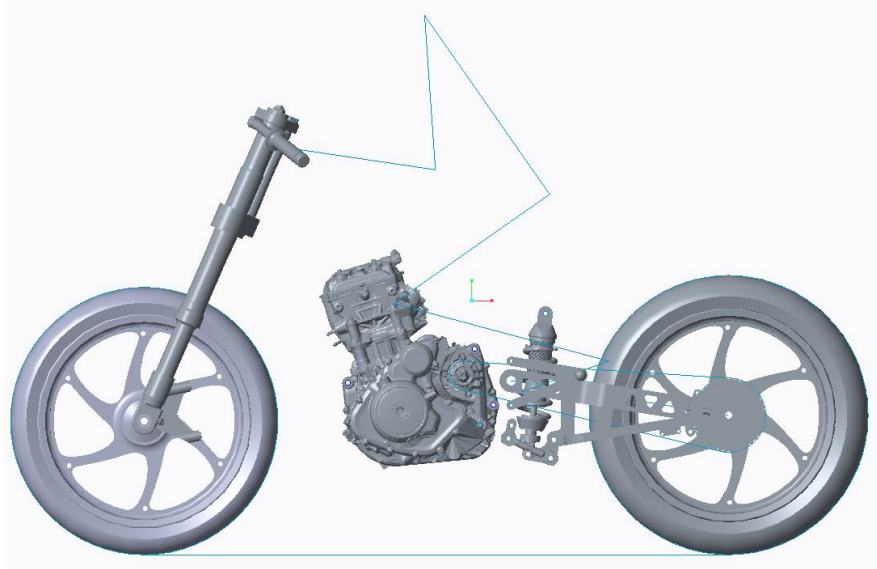


Figura 4-24. Ensamblaje de estriberas.

4.4. Estudio de cargas

Antes de realizar el estudio de materiales y el análisis de elementos finitos se necesita conocer las cargas que afectan a la motocicleta.

En el siguiente estudio se tuvieron en cuenta dos tipos de estudios de cargas, las dinámicas y las estáticas.

Para determinar las cargas dinámicas se supusieron unos casos extremos que sobres los que está sometida la motocicleta, los cuales se detallan a continuación.

Las cargas estáticas serán aquellas pruebas que motostudent aplicará sobre la motocicleta el día de la competición en el complejo de Motorland para aprobar la verificación técnica antes de carrera. Estas pruebas consisten colocar la motocicleta en una prensa la cual hará una fuerza horizontal sobre las ruedas comprimiéndola y otra realizará una fuerza vertical.

4.4.1. Cargas estáticas

Carga horizontal

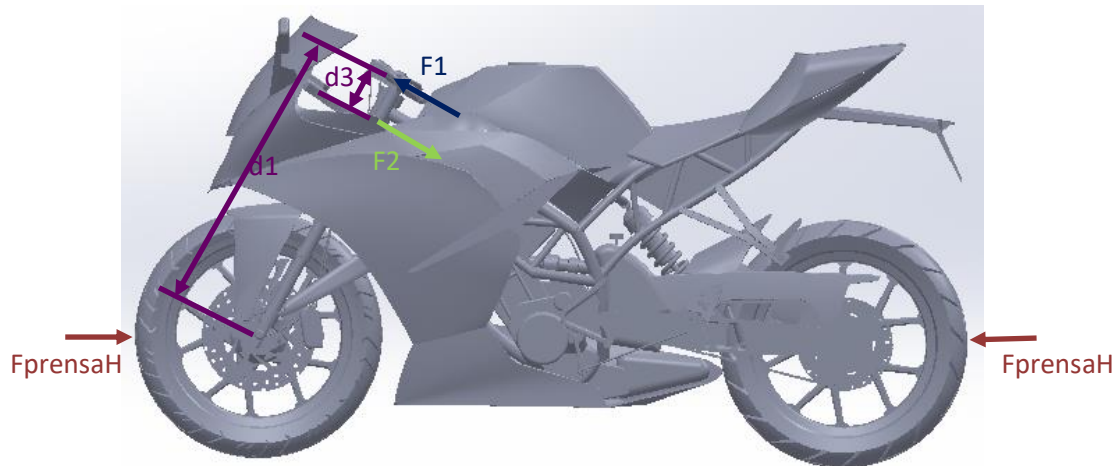


Figura 4-25. Esquema fuerzas prensa horizontal.

En este caso solo se calcularán F1 y F2 que son las fuerzas que se generarán sobre la pipa las cuales producirán un momento sobre ella. La fuerza que se aplica al basculante fue determinada por el departamento de suspensiones del equipo ya que con la fuerza de basculante que provoca la prensa realizarán sus cálculos para determinar la suspensión trasera. Debido a esto cuando se realicen el análisis por elementos finitos se necesitara su información para realizarlo.

La fuerza F1 se calculó mediante la ley de la palanca pero antes se calculó la fuerza de la prensa para poder aplicar esta ley de la palanca correctamente.

$$fprensa = 250 * 9.8 = 2450N$$

$$fprensay = fprensa * \cos 23.50 = 2246.8N$$

A continuación se realizó la palanca y el punto en el que se queda fijo para poder realizar el cálculo se encuentra a la mitad de la pipa de dirección. Por lo que las fuerzas quedan de la siguiente forma.

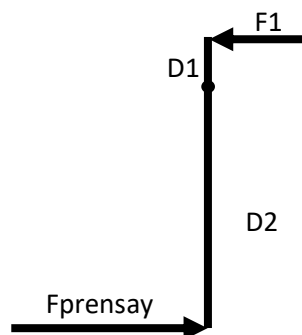


Figura 4-26. Cálculo F1.

Por lo que el cálculo de F1 se queda de la siguiente forma.

$$F1 = \frac{f_{prensay} * D2}{D1} = 17\ 654,9N$$

Una vez terminado para calcular la F2 se realiza un sumatorio de fuerzas con lo que se saco su valor.

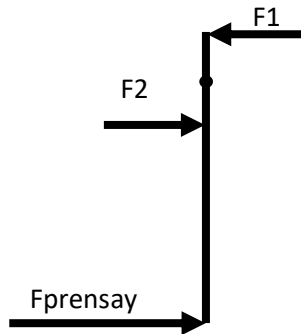


Figura 4-27. Cálculo F2

$$F2 = F1 - F_{prensay} = 15\ 362,2 N$$

Carga vertical

En este caso se aplica una fuerza de 300 Kg en la zona del asiento de la motocicleta por lo que no hay necesidad de realizar ninguna descomposición de fuerzas ya que este valor se añadirá directamente a las simulaciones con elementos finitos.

Para calcular la fuerza que se aplica sobre el asiento solo requiere pasar de Kilogramos a Newtons.

$$F_{prensaV} = 300 \cdot 9.8 = 2940 N$$

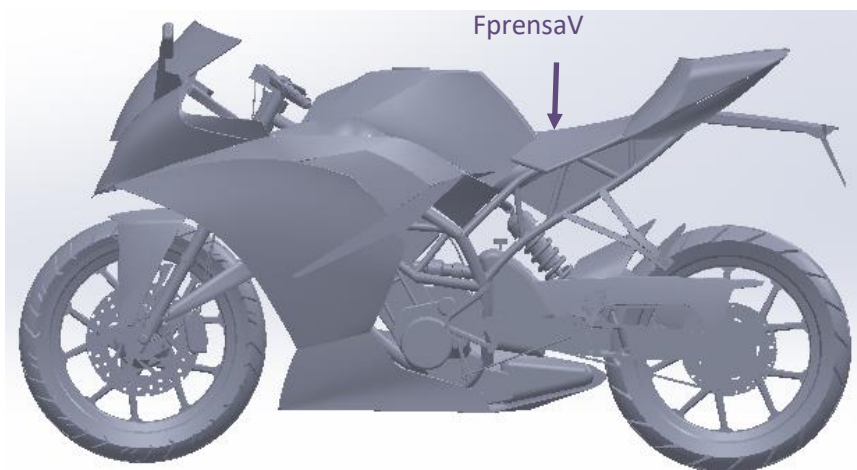


Figura 4-28. Esquema fuerzas prensa vertical.

4.4.2. Cargas dinámicas

Los esfuerzos dinámicos pasan por conocer los esfuerzos provocados por la aceleración máxima, frenada máxima delantera, y paso por curva.

La frenada trasera no se calculará porque ambas ruedas estarán en contacto con el suelo provocando así que las fuerzas que se generen no sean tan restrictivas como los otros casos citados.

Aceleración máxima

Con los datos de partida suponemos una situación límite, la cual supone la máxima aceleración que consisten en la máxima entrega de par motor sin producir que el neumático trasero pierda adherencia, ya que si lo hace se perderá fuerza de empuje. Además el caso límite se supone cuando la rueda delantera tiende a levantar lo que produce que sobre esta no actúe ninguna fuerza.

Con la aproximación de la masa total se obtuvo el peso, esto es bastante sencillo ya que se multiplica la masa total por la gravedad.

$$(M_{\text{moto}} + M_{\text{piloto}} + M_{\text{líquidos}}) \cdot 9.81 = 1912.95 \text{ N}$$

Sabiendo esto se hizo un esquema donde se plantearon las fuerzas que actúan:

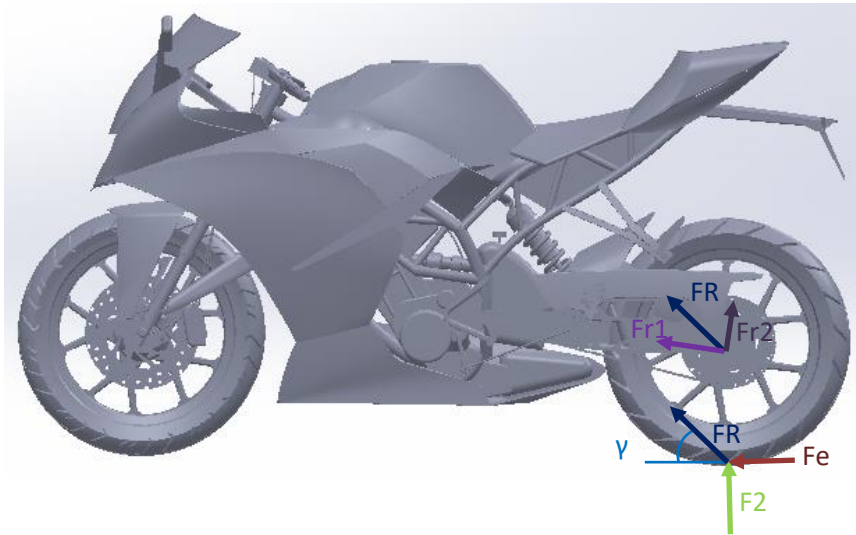


Figura 4-29. Esquema fuerzas aceleración.

En la rueda delantera no hay fuerza ya que la reacción que generaría con el suelo es 0 ($F_1=0$), esto es por lo que se ha comentado anteriormente de suponer situaciones límite. En este caso la situación límite se encuentra en que, al aplicar el máximo par a la rueda trasera, esta generará un momento haciendo que el neumático delantero pierda adherencia con el asfalto.

Las fuerzas en vertical quedan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}\sum f_y &= 0 \\ F_2 - P_{total} &= 0 \\ F_2 &= P_{total} \\ F_2 &= 1912.95 \text{ N}\end{aligned}$$

También se supone que la moto llegará a la máxima velocidad punta, esto hará aparecer en la rueda trasera una fuerza de rozamiento que se opondrá al movimiento.

Se calculó la fuerza de rozamiento, que es una multiplicación del coeficiente de fricción por la normal de F_2 .

$$F_{rozamiento} = \mu \cdot P_{total} = 2295.54 \text{ N}$$

Con ésta calculada se realizó el sumatorio de las fuerzas en horizontal.

$$\begin{aligned}\sum f_x &= 0 \\ F_{empuje} &= F_{rozamiento} = 2295,54 \text{ N}\end{aligned}$$

Una vez determinadas las fuerzas que actúan en vertical y horizontal sobre la moto se calculó la fuerza resultante que tendrá lugar en el punto de contacto de la rueda con el asfalto.

$$F_{resultante} = \sqrt{F_2^2 + F_{empuje}^2} = 2988,12 \text{ N}$$

Determinada esta resultante se trasladó al eje de la rueda, y suponiendo que el basculante es un elemento indeformable, las fuerzas que se generan sobre este punto serán las mismas que lo harán en el eje del basculante.

$$\begin{aligned}\gamma &= \tan^{-1}\left(\frac{f_2}{f_{empuje}}\right) = 39.80^\circ \\ \omega &= \gamma - \beta = 30.80^\circ \\ f_{resultante1} &= F_{Resultante} \cdot \cos(\omega) = 2566.53 \text{ N} \\ f_{resultante2} &= F_{Resultante} \cdot \sin(\omega) = 1530.3 \text{ N}\end{aligned}$$

Con esta fuerza de empuje y sabiendo la masa total se calculó la aceleración máxima que podría alcanzar la motocicleta.

$$a = \frac{F_{empuje}}{M_{total}} = 11,77 \frac{m}{s^2}$$

Esta aceleración para el motor KTM proporcionado por Motostudent, en base a los cálculos preliminares del equipo no es posible ya que no llega a este máximo, pero como se ha explicado estos casos son las situaciones límite.

Frenada máxima delantera

En este caso el momento límite se encuentra cuando el piloto hace una frenada brusca y ocurre que la motocicleta genera una fuerza horizontal sobre el neumático que depende del coeficiente de rozamiento y de la Normal en el punto de contacto con el suelo. Esta fuerza horizontal es igual a la inercia que sufre el conjunto moto-piloto. Y la Normal es igual al peso moto-piloto, además con esta frenada se supone que solo está apoyando sobre la rueda delantera.

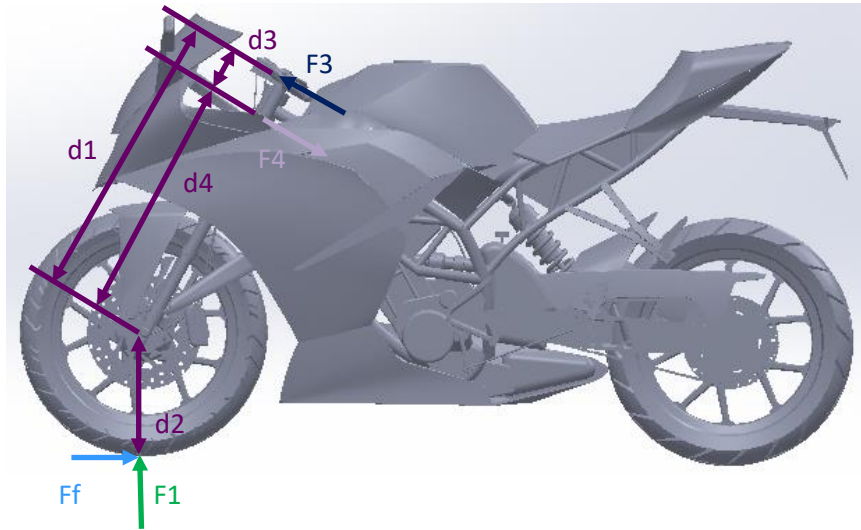


Figura 4-30. Esquema fuerzas frenada delantera.

$$\sum f_y = 0$$

$$F1 - P_{total} = 0$$

$$F1 = P_{total}$$

$$F1 = 1912.95 \text{ N}$$

$$\sum f_x = 0$$

$$F_{rozamiento} = \mu \cdot P_{total} = 2295.54 \text{ N}$$

La fuerza de frenado máxima será aquella que impida que se continúe con el movimiento por eso tendrá el mismo valor que la fuerza de empuje pero distinta dirección.

$$F_{frenado} = F_{empuje} = 2295,54 \text{ N}$$

Esta fuerza se aplicara sobre el punto de contacto de la rueda con el asfalto, pero para conocer la fuerza que se aplica en la pipa de dirección fue necesario realizar los cálculos siguiendo la ley de la palanca, para ello la fuerza sobre la vertical de la rueda delantera y la horizontal sobre el punto de contacto con el asfalto se descompusieron.

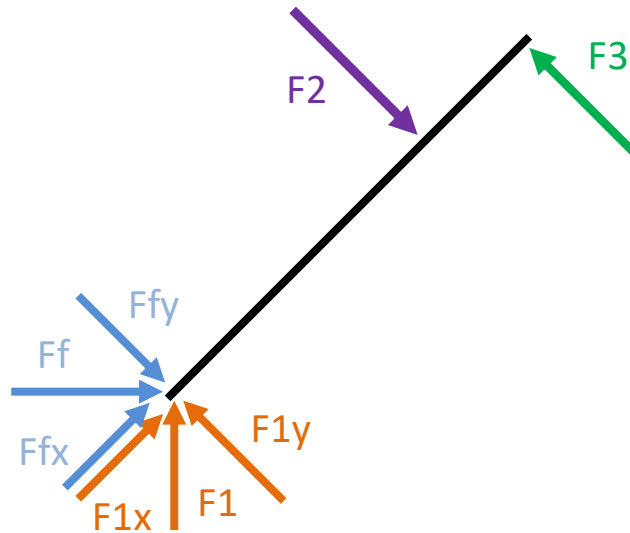


Figura 4-31. Esquema fuerzas ley de la palanca.

Las fuerzas en X no son necesarias para el chasis pero sí que lo son para que el departamento de suspensiones para realizar sus cálculos conociendo la fuerza máxima que la suspensión tiene que ser capaz de asumir, por eso para el proyecto las fuerzas quedarón de la siguiente forma.

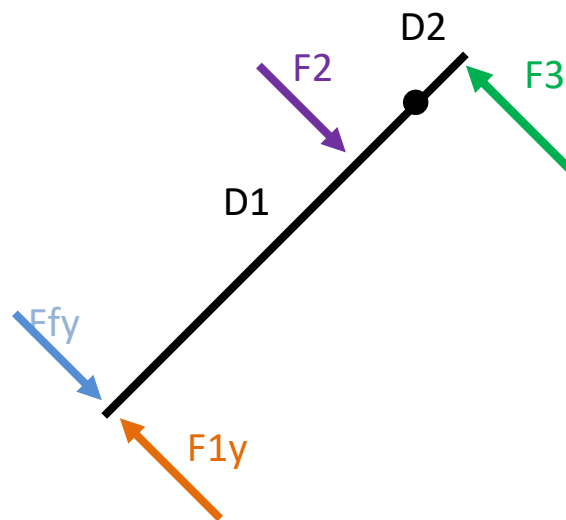


Figura 4-32. Esquema simplificado fuerzas ley de la palanca.

$$F_{fy} = f_f * \cos 23,5 = 2105,15 \text{ N}$$

$$F_{1y} = F_1 * \cos 66,5 = 762,78 \text{ N}$$

Para calcular \$F_3\$ se realizó la ley de la palanca, el punto donde sirve de apoyo para poder realizarse es el punto que se encuentra a mitad de la pipa de dirección ya que si se genera un momento sobre esta mientras este punto permanece fijo siendo ambos extremos de la pipa de dirección los que se mueven respecto al punto.

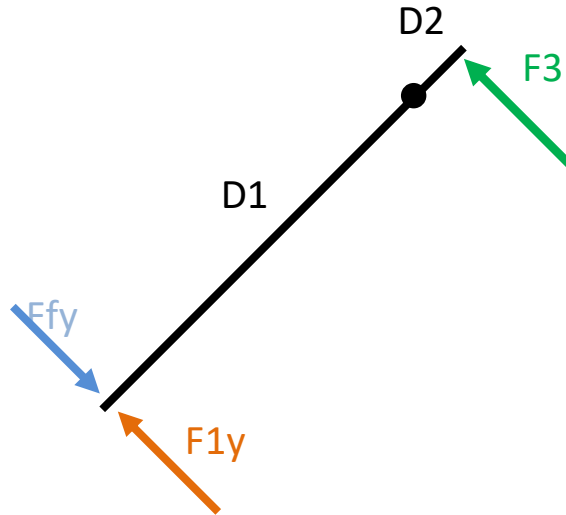


Figura 4-33. Cálculo F3.

$$F3 = \frac{(Ffy - F1y) * D1}{D2} = 10\,337\text{ N}$$

Una vez obtenida esta fuerza se realizó un sumatorio de todas las fuerzas en y para calcular F2.

$$F2 = F3 - (Ffy - F1Y) = 8\,994,67\text{ N}$$

Esfuerzo en curva

Para este último caso se tiene que en cuenta que al pasar por una curva lo que se provoca en el chasis es una torsión en la pipa de la dirección y en el basculante, para saber el valor de la fuerza que provoca esta torsión se tendrá que conocer la velocidad y el radio máximo que puede tomar la motocicleta sin caerse.

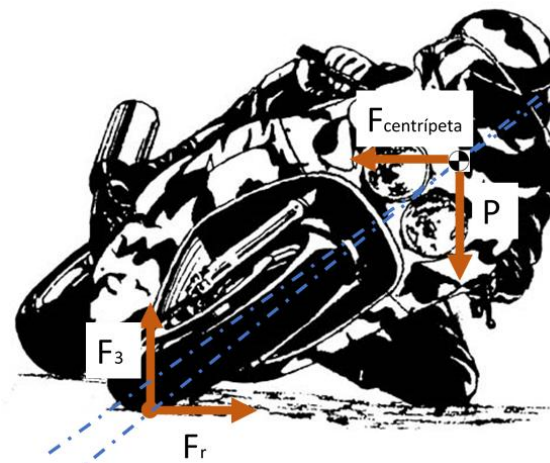


Figura 4-34. Esquema fuerzas paso por curva.

Primero se calculó la velocidad con el sistema internacional.

$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} * \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} * \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 25\text{m/s}$$

A continuación, se calculó las fuerzas verticales que afectan en este caso.

$$\sum f_y = 0$$

$$F_3 - P_{total} = 0$$

$$F_3 = P_{total} = 1912.95 \text{ N}$$

Posteriormente se calcula la fuerza centrípeta.

$$F_{centrípeta} = M_{total} \cdot \frac{v^2}{R_{curvatura}} = 937.5 \text{ N}$$

Al final con una suma vectorial se calculara la fuerza resultante.

$$F_r = \sqrt{F_{centrípeta}^2 + F_3^2} = 2130.32 \text{ N}$$

Para realizar el análisis con elementos finitos se descompondrán estas fuerzas calculadas. Las descomposiciones quedan de la siguiente forma.

$$F_{centrípeta_y} = f_{centrípeta} * \cos 40 = 718,16 \text{ N}$$

$$P_{soy} = P_{eso} * \cos 50 = 1229,62 \text{ N}$$

$$F_{3y} = F_3 * \cos 50 = 1229,62 \text{ N}$$

$$F_{ry} = F_r * \cos 40 = 1631,92 \text{ N}$$

Con estos resultados se calculan las fuerzas resultantes en el punto superior e inferior de la pipa de dirección.

$$F_{superior} = P_y - F_{centrípeta_y} = 511,45 \text{ N}$$

$$F_{inferior} = F_{ry} - F_{3y} = 402,30 \text{ N}$$

4.5. Estudio de materiales

4.5.1. Tipos de materiales

4.5.1.1. Aceros

Los aceros son una aleación de hierro (Fe) y carbono (C) en la cual el porcentaje del último puede variar de 0,03% a 2,14%. Aunque las propiedades físicas y mecánicas dependen del tipo de aleación estas tienen algunas propiedades genéricas.

4.5.1.1.1. Ventajas

- Densidad media: 7850 kg/m³.
- Se puede contraer, dilatar o fundir, según la temperatura.
- Su punto de fusión esta alrededor de 1.375 °C.
- Punto de ebullición esta alrededor de 3.000 °C.
- Es un material muy tenaz.
- Es relativamente dúctil.
- Es maleable.
- Permite una buena mecanización.
- Se puede soldar con facilidad.
- El acero puede ser reciclado.

4.5.1.1.2. Inconvenientes

- Corrosión: cuando el acero está expuesto a agentes climáticos se corroe con facilidad.
- Peso: es un material de una densidad elevada que no se hace recomendable para utilizar en competición.

4.5.1.1.3. Aleaciones

Azufre: Normalmente es una impureza y se mantiene a un bajo nivel 0,05%. En ocasiones este porcentaje se aumenta (0,06 a 0,30%) ya que este aleante se utiliza para aumentar la maquinabilidad de los aceros de aleación y al carbono.

Boro: Aumenta la templabilidad. El boro permite aumentar la capacidad de endurecimiento cuando el acero está totalmente desoxidado.

Cromo: Aumenta la dureza y la profundidad del endurecimiento

Cobre: Mejora la resistencia a la corrosión del acero.

Manganeso: Aumenta también la penetración de temple y contribuye a su resistencia y dureza. Este material posee una alta capacidad de endurecimiento por deformación plástica, por ello este es utilizado en aplicaciones las cuales se requiere de una buena resistencia al impacto y a la abrasión.

Molibdeno: Mejora las propiedades del tratamiento térmico. Permite aumentar la dureza, tiene un mayor endurecimiento, la penetración al temple es mayor y tiene una alta resistencia a temperaturas elevadas. Todo esto permite reducir la fragilidad.

Níquel: Mejora las propiedades del tratamiento térmico reduciendo la temperatura de endurecimiento y distorsión al ser templado. Al emplearse conjuntamente con el Cromo, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste. También evita la corrosión del acero, mejora la resistencia a la tracción y su tenacidad.

Silicio: Se emplea como desoxidante y actúa como endurecedor en el acero de aleación.

Titanio: Aumenta la resistencia a altas temperaturas y a la corrosión.

Tungsteno: Se emplea en muchos aceros de aleación para herramientas, impartiendo una gran resistencia al desgaste y dureza a altas temperaturas.

Vanadio: Aporta dureza y ayuda en la formación de granos de tamaño fino. Aumenta la resistencia al impacto y a la fatiga.

4.5.1.2. Aluminio

4.5.1.2.1. Ventajas

- Densidad muy baja 2700 Kg/m³.
- Posee una alta conductividad eléctrica.
- Dilatación térmica elevada.
- Baja temperatura de fusión (entre 520 y 650)
- Elevada ductilidad.
- Gran maquinabilidad a altas velocidades.
- Resistencia a la corrosión.

4.5.1.2.2. Inconvenientes

- Baja resistencia a la tracción.
- Presenta dificultad a la hora de soldar.
- Para su producción se requiere una gran cantidad de energía.

4.5.1.2.3. Aleaciones

Sin alear (serie 1000): Aluminios comerciales de diferentes niveles de pureza superiores al 99,0%. Ninguno de ellos es bonificable, es decir no se pueden endurecer por tratamiento térmico y se usan recocidos. Se utiliza en la industria química, alimentaria y criogénica

Características:

- Buena resistencia a la corrosión.
- Buena soldabilidad.
- Facilidad de conformación.
- Aptitud para la anodización.

Al-Mn (serie 3000): La adición de un pequeño porcentaje de Mn al aluminio proporciona aleaciones no bonificables, Se presenta en forma de chapa aptas para la embutición profunda (útiles de cocina), barras, perfiles, tubos, hilos. Además se utiliza en sustitución del aluminio comercial cuando se requieren mejores propiedades mecánicas (latas de bebida, depósitos, muebles, tejados, señales de tráfico).

Características:

- Mejor resistencia mecánica.
- Muy buena resistencia a la corrosión.
- Excelente soldabilidad.
- Buena conformabilidad.

Al-Mg (serie 5000): aluminio en el que no se utiliza la bonificación por el poco incremento de la resistencia que reporta. El contenido de Mg influye positivamente en la resistencia, al mismo tiempo que disminuye rápidamente la ductilidad. Se emplea en la fabricación de carrocerías de automóvil, vagones de ferrocarril, buques de barcos, depósitos, industria alimentaria. También es llamado duraluminio.

Características:

- Máxima resistencia a la corrosión (incluso en ambientes marinos)
- Buena soldabilidad.
- Buena aptitud por la anodización.

Al-Cu (serie 2000): se usan en general en estado de bonificación, es decir se endurecen mediante tratamientos térmicos. Se utilizan en piezas que requieran elevadas características mecánicas, como los elementos estructurales y fuselajes de aviones, chasis de vehículos pesados o aplicaciones análogas.

Características:

- Elevada resistencia mecánica.
- Baja resistencia a la corrosión.
- Mala soldabilidad.
- Baja aptitud para la anodización.

Al-Mg-Si (serie 6000): Este tipo de aluminio utiliza porcentajes de Mg y Si, generalmente inferiores a 1% y son bonificables. Se utilizan para piezas mecanizadas y forjadas de compromiso más moderado que los duraluminios, pero de mejor resistencia a la corrosión.

Características:

- Buenas propiedades de conformabilidad.
- Buena soldabilidad.
- Buena resistencia mecánica.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Aptitud para la anodización.

Al-Zn (serie 7000): Aluminios con contenidos de Zn superiores al 4% con elementos secundarios (Mg, Cu, Cr, Mn) que dan lugar a una familia de aleaciones bonificables. Se emplean en aviación, armamento, y tornillería de alta resistencia

Características:

- Características mecánicas moderadas
- Muy buena maquinabilidad
- Muy buena soldabilidad
- Baja corrosión.

4.5.1.3. Fibra de carbono

- Es un material formado por fibras de 50-10 μm de diámetro, compuesto principalmente de átomos de carbono. Estos átomos de carbono se encuentran unidos entre sí mediante cristales se encuentran alineados en paralelo al eje longitudinal de la fibra. La alineación de cristal hace que la fibra obtenga una alta resistencia en función del volumen. Varios miles de fibras de carbono están trenzados para formar un hilo, este puede ser utilizado por sí mismo o tejido en una tela. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Su aplicación principal es para formar materiales compuestos y son muy populares en la industria aeroespacial, ingeniería civil, aplicaciones militares, deportes de motor junto con muchos otros deportes.

4.5.1.3.1. Ventajas

- Alta flexibilidad de las fibras
- Alta resistencia
- Bajo peso
- Tolerancia a altas temperaturas
- Baja expansión térmica, ingeniería civil, aplicaciones militares, deportes de motor junto con muchos otros deportes.

4.5.1.3.2. Inconvenientes

- Precio alto
- dificultad de mecanizado

4.5.2. Elección de material

En este apartado se necesitó la ayuda del programa CES Edupack con el que mediante unas restricciones establecidas por el equipo y por el realizador de este proyecto se pudo simplificar la búsqueda de materiales a un pequeño grupo posible con el que una vez determinados se llamará a la empresa proveedora Aceros y Bronces Torres para determinar cuál de ellos está en stock.

Las restricciones realizadas fueron las siguientes:

- La estructura final tiene que tener el menor peso posible sin que se produzca una deformación en alguna de sus partes.
- El material tiene que tener ser fácil de trabajar, esto implica que su fabricación y ensamblaje tienen que realizarse con facilidad, y debe ser un material convencional con el que se pueda trabajar en un taller de mecanizado.
- El precio del material tiene que ser el más económico posible.

Con estos criterios se pasó al programa CES Edupack donde el primer paso fue elegir uno de los tres niveles de materiales posibles que ofrece.

Se escogió el nivel 3 por tener mayor información de materiales. Una vez dentro de este nivel se activó la opción de metales dentro del universo de materiales así ya se cumple el último criterio citado anteriormente.

A continuación para indicar las restricciones se realizaron unas cartas donde se indica unas condiciones las restricciones, esto se hace con una opción llamada "chart/select".

Tenacidad a la fractura ($\text{MPa} \sqrt{m}$).

Las dos primeras restricciones requieren que el material no sea frágil, por lo que una de las formas de analizarlo es mediante su tenacidad, cuanto mayor tenacidad se tenga menor fragilidad tendrá el material.

En el “chart” se eligió la categoría de propiedades de fractura y se escogió la propiedad de tenacidad a la fractura, también se le añadió un rango el cual irá de 20 a 80 $\text{MPa} \sqrt{m}$ que son valores medios altos de tenacidad.

Con esto queda que aún serían posibles 1038 materiales metálicos de los 1831 de los que se partía.

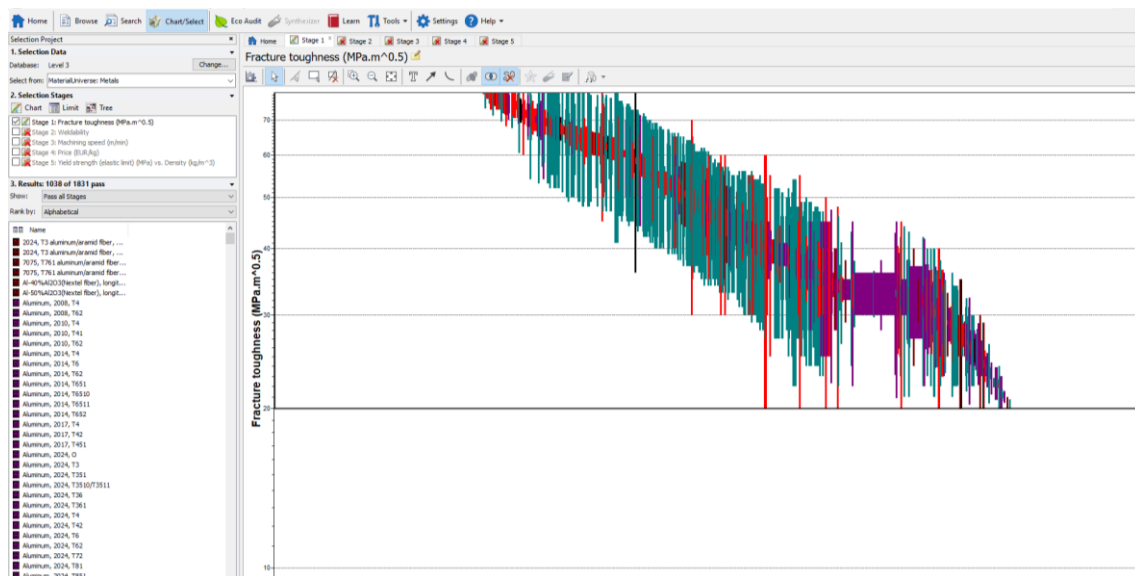


Figura 4-35. Tenacidad a la fractura ($\text{MPa} \sqrt{m}$).

Soldabilidad.

Para que un material sea fácil de trabajar una de sus condiciones es que sea fácil de soldar una vez mecanizado, por lo que mediante otro “chart” se eligió dentro de la categoría propiedades de proceso la opción de soldadura. En esta opción no existía la posibilidad de incorporarle un rango si no que el programa da a escoger cuatro casos para la soldadura (excelente, buena, mala, y no se puede soldar) con la que se eligió aquella que mejor soldadura permita el programa.

Con esto se consiguió reducir el universo de materiales a 549 materiales posibles.

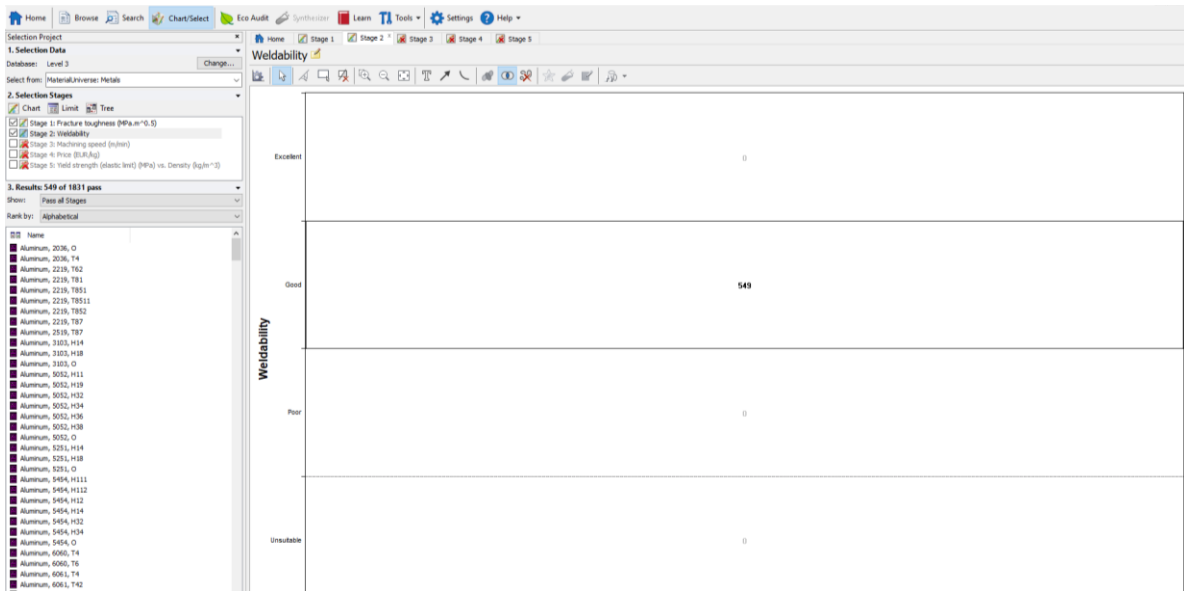


Figura 4-36. Soldabilidad.

Velocidad de mecanizado (m/min).

Esta es otra condición para la restricción de ser fácil de trabajar, cuanto mayor velocidad de mecanizado permita el material más fácil de mecanizar podrá ser. Para ello se volvió a realizar otro “chart” como el anterior con la misma categoría pero se escogió la opción de velocidad de mecanizado.

En este caso sí que permitía especificar un rango el cual iba de 100 a 200 m/min, con estos se conseguía otra vez reducir los materiales posibles a 26.

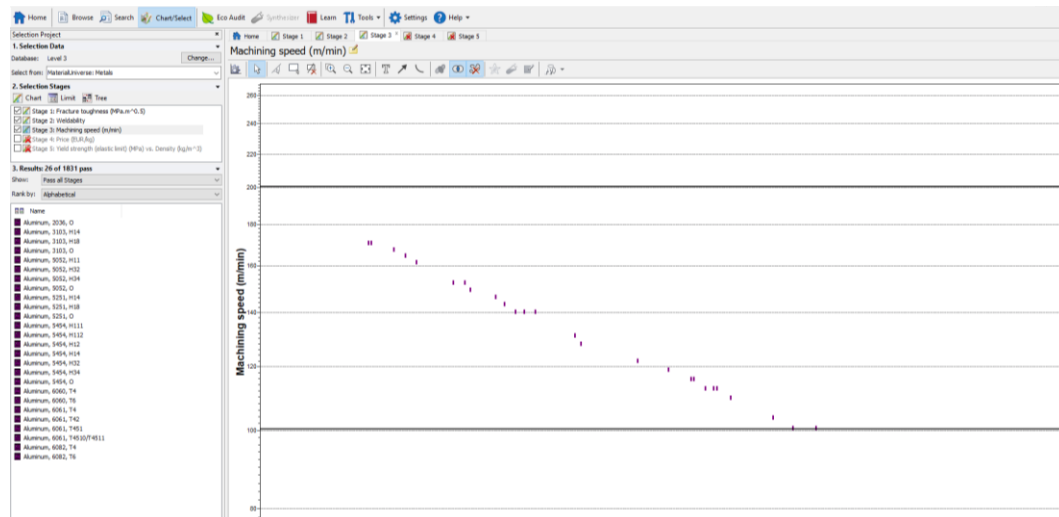


Figura 4-37. Velocidad de mecanizado (m/min).

Precio (€/kg).

El mayor requisito que opone el equipo es que querían un material con buenas propiedades mecánicas pero que fuese barato, por eso con el programa se realizó un “chart” dentro de la categoría de precio con la opción de precio por kilogramo, y se escogió un rango de precio que va de 2 a 0,1 €/Kg.

Con esto no se consiguió reducir ningún material, por lo que significa que los 26 materiales anteriores cumplían esta condición.

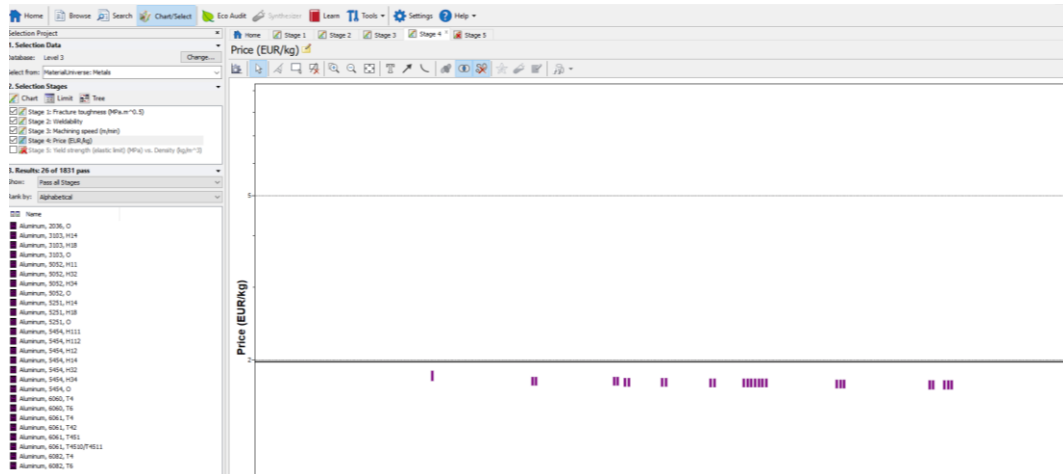


Figura 4-38. Velocidad de mecanizado (m/min).

Menor peso posible con el mayor limite elástico.

Para la primera restricción también se puede hacer otro “chart” donde influirán dos propiedades. Esta son que para cumplir la restricción se necesita un material lo más ligero posible pero que tenga un alto limite elástico.

Esto se consiguió con el programa poniendo la densidad como criterio de peso en el eje Y y el límite elástico en el eje X. la finalidad de esto fue maximizar el limite elástico o minimizar la densidad, con ello se consiguió que de los 26 materiales solo quedaran 5 materiales posibles para la realización del presente proyecto.

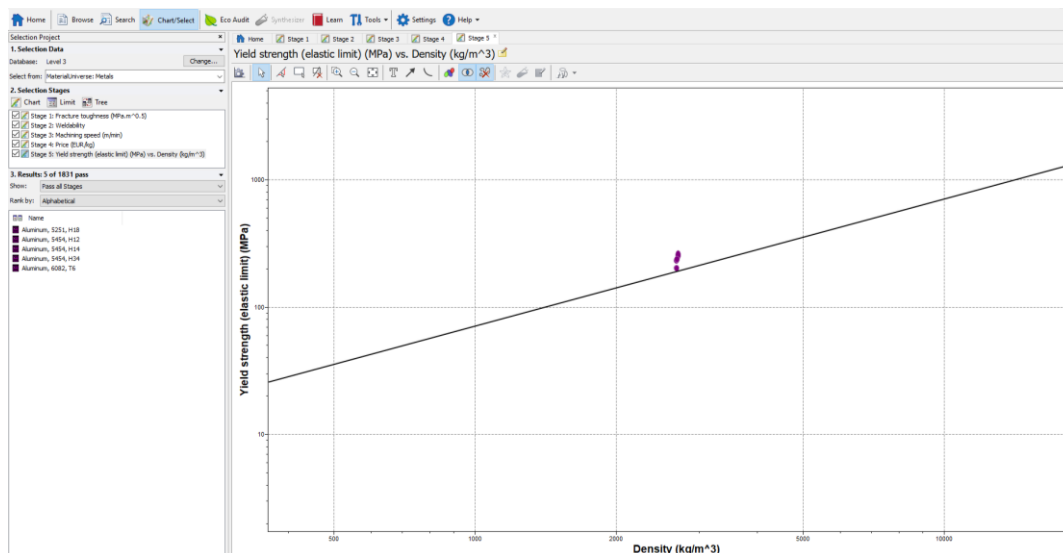


Figura 4-39. Menor peso posible con el mayor limite elástico.

Una vez determinados todos los materiales posibles se llamó a la empresa proveedora la cual es Aceros y Bronces Torres situada el elche, y se le pregunto por la disponibilidad de los materiales.

Esta empresa indicó que los aluminios de la serie 5xxx no estaban disponibles en ese momento y se tendría que realizar un pedido mientras que el aluminio 6082 T6 es el que tenían en stock en forma de placas y barras rectangulares.

5. Diseño chasis

Una vez realizados todos los esbozos de geometrías y ensamblado los componentes que proporciona la organización de motostudent para aportar mayores referencias a este proyecto se procedió a realizar el diseño en 3D del chasis de la motocicleta.

Para ello primero se realizaron unos bocetos a mano de cómo sería el chasis, estos se presentaron al equipo para decidir cuál de ellos es era la mejor opción.

Una vez planteada la idea se pensó que como hay plazos muy apretados en la fabricación y en la entrega de documentación a la competición, podría haber problemas durante la fabricación. Estos problemas son como por ejemplo, en el momento en que se empezó el diseño de las pletinas principales del chasis no se disponía de la mayoría de componentes que van sobre esta, por lo que para solucionar este problema y que no haya problemas en la fabricación y montaje se pensó en realizar una unión atornillada entre la pletina principal del chasis y la viga central.

Esta unión atornillada solucionaba el problema de que no se produjese una correcta comunicación entre departamentos y alguno de los departamento internos del equipo no comuniquen que una de sus piezas valla sobre el chasis. Esto sería un problema porque una vez fabricado y soldado las pletinas no se pueden separar del chasis por lo que sería un problema importante.

5.1. Pipa de dirección

Esta pieza es la más importante para el diseño del proyecto ya que de esta dependía la altura que tendrá el chasis final. Esta se modeló alrededor de la línea de referencia con el ángulo de lanzamiento.

Lo más importante fue conocer la altura a la que se tendrá que realizar, por eso en una reunión del equipo se preguntó al departamento de suspensiones que suspensión se utilizaría para así tener en cuenta donde iría posiciona la pipa de dirección. El equipo realizó la compra de una horquilla nueva por lo que se pudo medir a que distancia estaba la parte superior de la tija inferior.

Con esta distancia determinada se añadieron unos 5 mm ya que las tijas no van en posición fija y se pueden mover así permiten una mayor facilidad para realizar el ensamblaje.

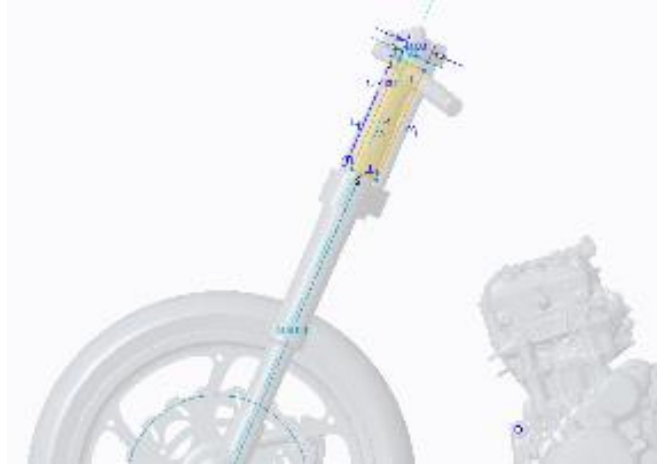


Figura 5-1. Esbozo pipa dirección.

Primero se empezó con un diseño redondo por su facilidad de fabricación. Pero esta forma dificultaría el trabajo de soldadura a la empresa que las realiza. Por lo que el diseño se modificó para permitir una mayor facilidad para la soldadura, pero se realizó un diseño de la pieza que la gente encargada de mecanizarla comentó que sería muy complicada por lo que había que hacer otra modificación para mantener un equilibrio entre obtener un diseño que sea fácil de soldar y fabricar.

Finalmente se realizó un diseño en que ambas empresas externas encargadas de realizar trabajos de mecanizado y soldadura dieron el apto al diseño.

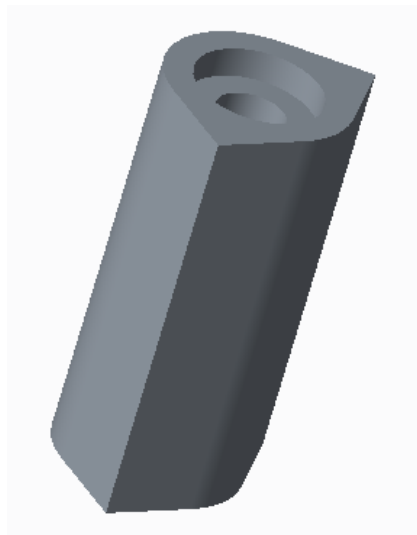


Figura 5-2. Pipa de dirección.

También en la pipa se realizó el espacio físico donde se ajustarían los rodamientos que eligieron el equipo de suspensiones.

Como el equipo empezó el diseño antes de tener disponibles todos los componentes presentes en una motocicleta el autor de este proyecto decidió que estas piezas más importantes del chasis se pudiesen desmontar. Esto supone una ventaja en que si alguno de los departamentos no comunicase que hay que ensamblarse uno de sus componentes una vez fabricado se podría desmontar la pletina y modificar con una cnc, además también tiene otra ventaja en el mantenimiento ya que para sacar el motor sin dificultad alguna se puede desmontar para dejar más espacio para la sustracción de este.

Para realizar una unión atornillada se tuvo en cuenta que ambas piezas deberán estar en contacto por lo que tanto en la pletina como en la viga que se diseñaron tendrán un fresado de 10mm con un ancho de 60 mm donde se posteriormente se realizarán 5 agujeros de 17mm de diámetro.



Figura 5-5. Unión atornillada pletina-viga.

Para terminar la pieza se realizaron unas acanaladuras donde se montarían los soportes del amortiguador y el refuerzo del bielismo. En los de la parte del refuerzo se tienen referencias que se pueden sacar del diseño de basculante proporcionado por el equipo, esta referencia será desde el sistema de bielismo de la suspensión trasera.

Y los soportes también tendrán una referencia que se aprovecha del CAD suministrado por el equipo, esta fue el anclaje superior del amortiguador trasero.

Las acanaladuras se realizaron con forma esférica en los extremos que queda dentro de la pletina para evitar concentraciones de tensiones y tendrían un ancho de 20 mm.

Para el subchasis se aprovechó uno de los tornillos que amara el soporte superior del amortiguador pero fue necesario hacer otro agujero en la pletina para que el subchasis estuviese unido por cuatro puntos como mínimo (los otros dos estarán en la simetría)



Figura 5-6. Acanaladuras y taladros para piezas en la pletina.

Para finalizar la pieza se realizaron vaciados en forma circular, ya que la empresa encargada del mecanizado comentó que para disminuir el tiempo de mecanizado la mejor solución era realizar taladros sobre la pieza, además también comentó que cuanto mayor cantidad de taladros iguales más se reduciría este tiempo. Todos estos agujeros que se realizarón en la pletina tienen diámetros de 30mm o de 20mm.

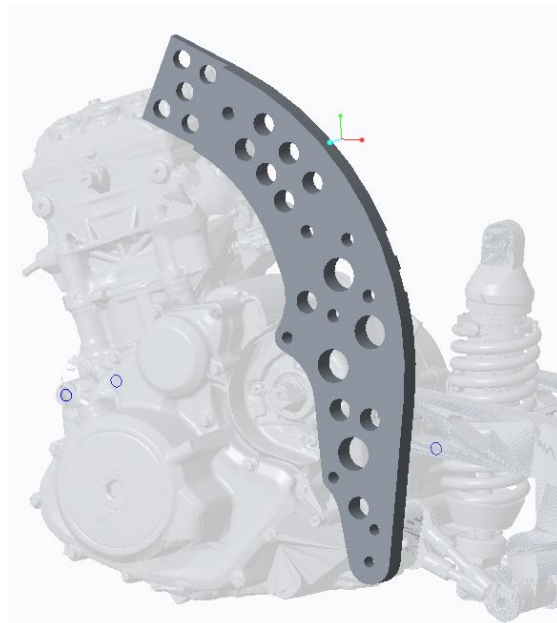


Figura 5-7. Taladros pletina.

Por último se realizó una simetría sobre la pletina modelada.

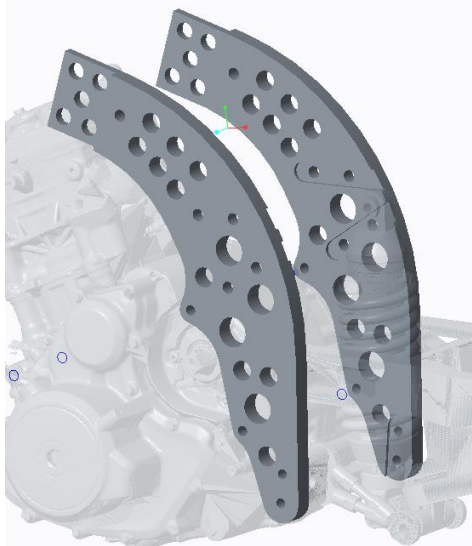


Figura 5-8. Simetría pletina.

5.3. Viga-pletina

Esta pieza se diseñó a partir de la pletina, utilizando como referencia los dos extremos de la pletina que son paralelos entre si cuya trayectoria corta con la pipa de dirección.

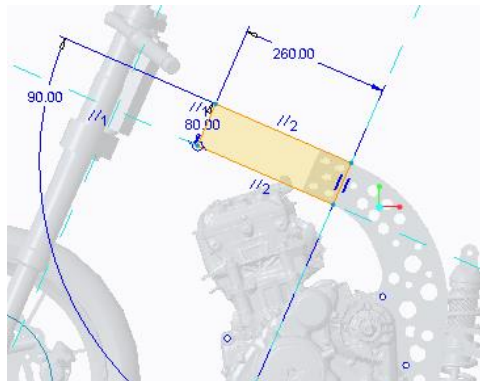


Figura 5-9. Esbozo viga-pletina.

Sobre ella se realizó el mismo fresado que en la pletina pero en sentido opuesto, esto permitiría que ambas piezas puedan unirse haciendo que el espesor una vez montadas sea de 20 mm

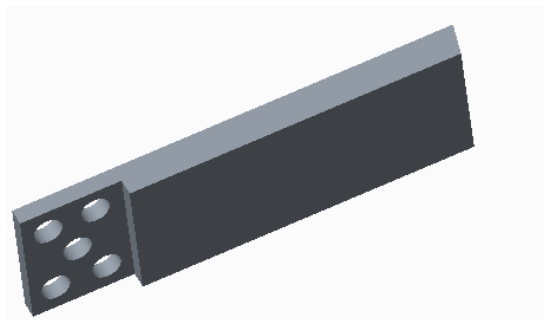


Figura 5-10. Fresados viga-pletina.

Además sobre la imagen anterior se puede apreciar que en la parte superior de la pieza se realizó un mecanizado en ángulo, esto se debe a que esta pieza se deja preparada para que la Viga-pipa de dirección tenga la orientación correcta para terminar en la pipa de dirección.

El último paso de diseño en esta pieza fue realizar unos taladros para así reducir el peso del conjunto.

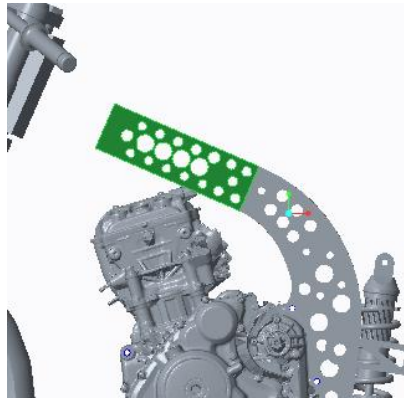


Figura 5-11. Taladrados viga-pletina

Una vez finalizado se realizó una simetría de esta pieza.

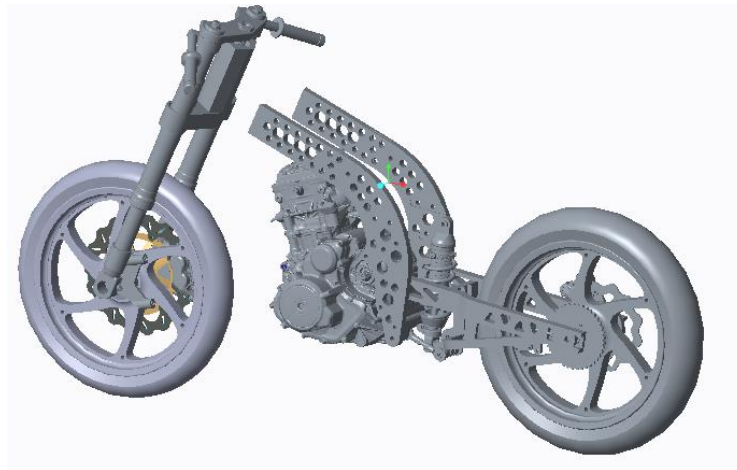


Figura 5-12. Simetría viga-pletina

5.4. Viga-pipa dirección

Esta pieza fue la última que formará parte de la estructura principal del chasis, esta es la encargada de unir la viga-pletina con la pipa de dirección.

En el extremo de menor tamaño se realizó un ángulo con la finalidad de poder efectuar una unión con la viga-pletina. Y al igual que las anteriores una vez terminado el diseño de un lateral se realizó una simetría en el lado opuesto.



Figura 5-13. Viga-pipa dirección.

5.5. Soporte amortiguador superior

En esta parte se hizo un ensamblaje de dos piezas ya que las fuerzas que realiza la suspensión son elevadas.

Para aprovechar el material que se compró para el resto del chasis se optó por realizar un ensamble de dos piezas las cuales tendrán mecanizadas en la pletina su perfil. Esto permitiría que la piezas encaje a presión y para que no salgan de esta posición se le añadieron tornillos para que queden completamente fijadas.

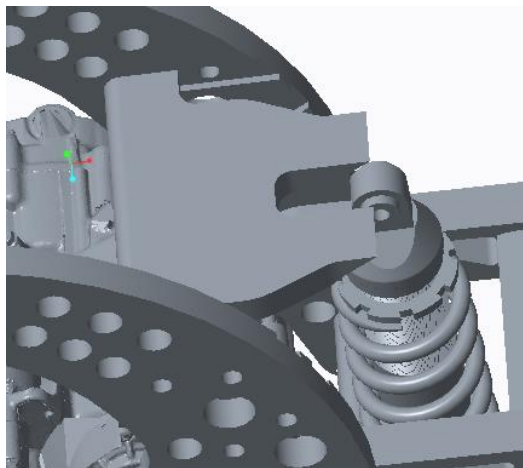


Figura 5-14.soporte amortiguador superior 1.

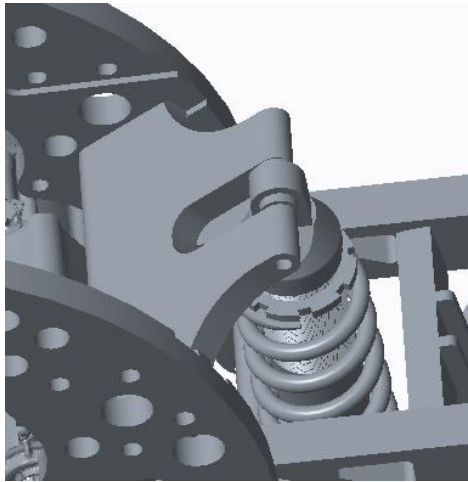


Figura 5-15. soporte amortiguador superior 2.

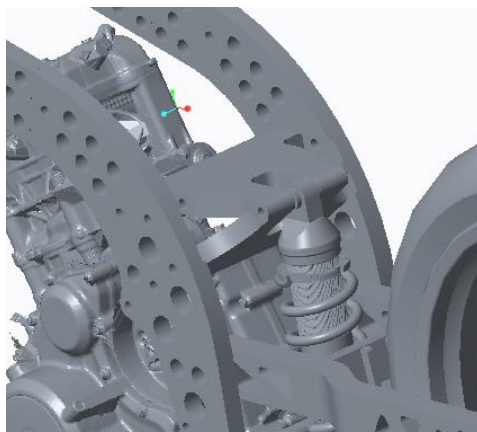


Figura 5-16. Ensamblaje amortiguador superior 3.

Una vez terminado el diseño al igual que con las otras piezas que componen el chasis se le realizó unos agujeros para aligerar todo el conjunto.

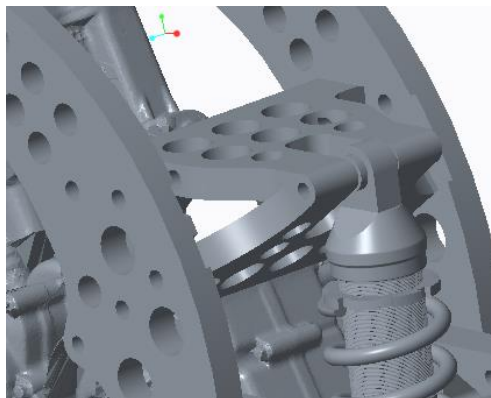


Figura 5-17. Ensamblaje amortiguador superior 4.

5.6. Refuerzo bielismo

Esta pieza es la encargada de unir el bielismo de la suspensión al chasis, esta irá amarrada en la pletina y al igual que en el soporte superior tendrá mecanizado su perfil para así obtener una mayor transmisión de fuerzas sin necesidad de realizar una soldadura, únicamente al igual que con la pieza anterior se realizó una unión atornillada para restringir completamente el movimiento de la pieza.

Como es una pieza de pequeña dimensión no se realizó ningún taladrado para aligerarla ya que esta tiene que soportar los esfuerzos. Únicamente tiene dos taladrados que sirvieron para fijar para sujetar la pieza en la cnc y realizar uniones atornilladas.

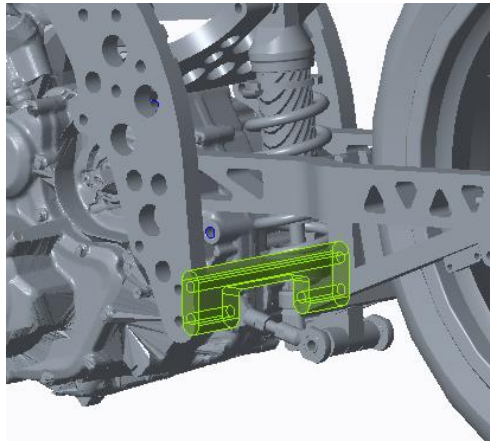


Figura 5-18. Soporte amortiguador inferior.

5.7. Subchasis

Esta es la estructura se formó por catorce piezas sobre la que se ensamblaron el colín y sobre la cual el piloto va sentado. La estructura se realizó teniendo en cuenta que cuando más cerrada fuese menor espacio supondría, permitiendo así que el colín pudiese ensamblarse sin problemas.

El ancho mínimo del colín es de 130 mm por lo que para el subchasis se realizó un ancho de 100mm.

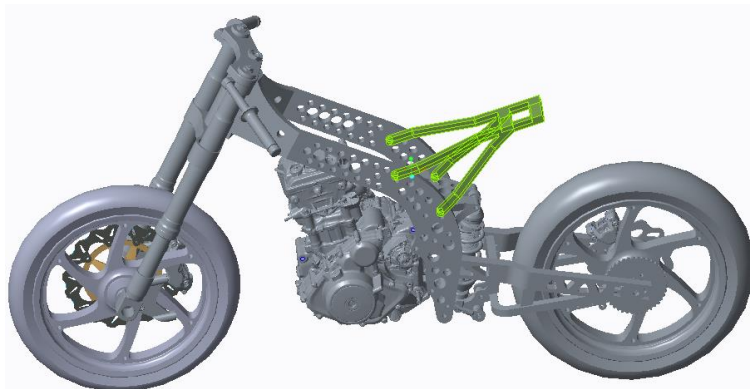


Figura 5-19. Subchasis.

5.8. Cuna motor

La cuna motor es la estructura que se encarga de sujetar la parte delantera del motor.

Esta estructura es compuesta por ocho barras, estas barras van soldadas entre ellas y permiten un refuerzo para la parte delantera de toda la estructura del chasis.

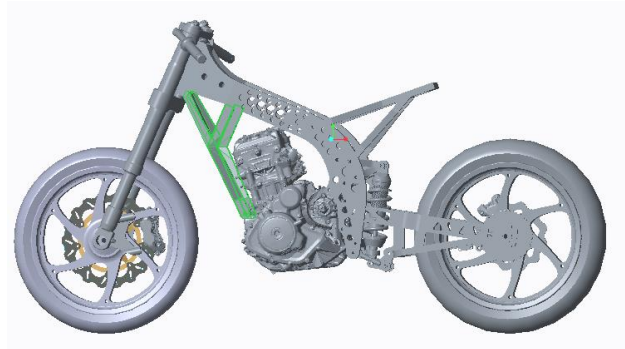


Figura 5-20. Cuna motor

6. Análisis estructural

Con el diseño finalizado se procedió a realizar la simulación mediante elementos finitos con el programa Ansys 17.1.

Este programa permitió hacer el análisis completo de todo el chasis. Pero para realizarlo se tuvo que realizar un archivo step de todo el diseño final. Una vez realizado se cargó en el software el tipo de cálculo que se quiso hacer, en este caso un cálculo estructural.

Una vez realizado en el programa se obtuvo la siguiente información que muestra la Figura 6-1.

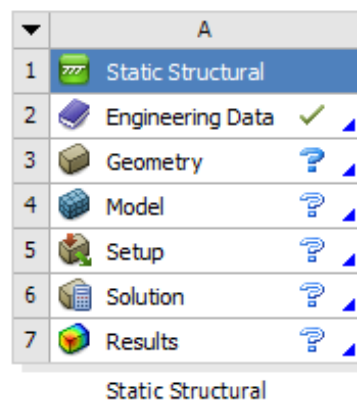


Figura 6-1. Cálculo estructural Ansys 17.1.

En las opciones de “Engineering Data” permitía cambiar el material, esto se consiguió entrando en esta opción y una vez hecho se seleccionó la opción que pone “Engineering Data Sources”.

Una vez realizados estos pasos se seleccionó el universo de materiales y se eligió la aleación de aluminio.

El programa tiene definido un tipo de aluminio pero se requería la necesidad de realizar unas modificaciones sobre las propiedades del material.

Con la documentación del material donde se conocen las propiedades del material y conociendo que en la zona soldada este perderá un 30 % sus propiedades se tuvo en cuenta que, en vez de utilizar una resistencia a la tracción de 295 MPa se utilizó una de 206,5 Mpa que es un 30% menos ya que las zonas que son más problemáticas serían las soldaduras.

Poisson's Ratio	0,33	
Bulk Modulus	6,9608E+10	Pa
Shear Modulus	2,6692E+10	Pa
<input checked="" type="checkbox"/> Alternating Stress R-Ratio	<input checked="" type="checkbox"/> Tabular	
Interpolation	Semi-Log	<input type="button" value="v"/>
Scale	1	
Offset	0	Pa
<input checked="" type="checkbox"/> Tensile Yield Strength	2,06E+08	Pa
<input checked="" type="checkbox"/> Compressive Yield Strength	2,06E+08	Pa

Figura 6-2. Datos aluminio 6082 para análisis estructural.

El siguiente paso antes de empezar la simulación fue cargar el archivo step en Ansys y después abrirlo con el módulo de CAE de este software llamado mechanical.

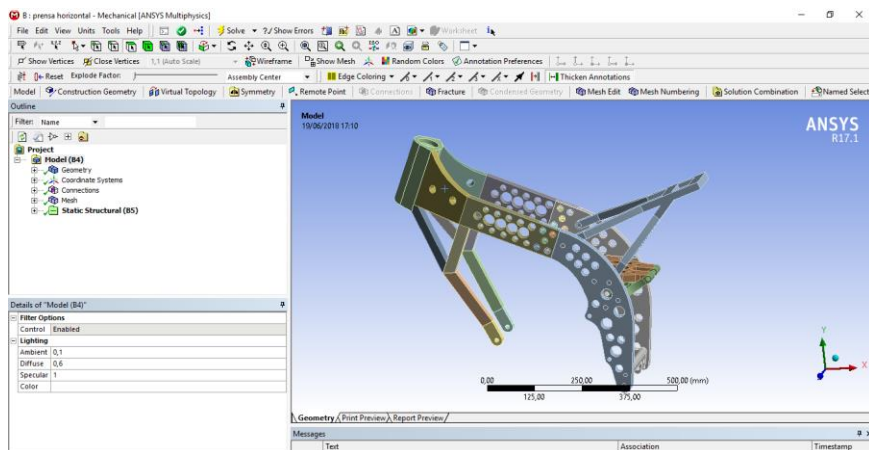


Figura 6-3. Entono Mechanical.

Para realizar todas las simulaciones de forma más sencilla se realizó un archivo general en el cual se aplicaron correctamente las conexiones entre piezas, se aplicó el material, se simularon unos tornillos y se aplicó unas restricciones fijas.

Las restricciones fijas se realizaron donde se encuentra los anclajes del motor, ya que este es el elemento más rígido de toda la motocicleta.

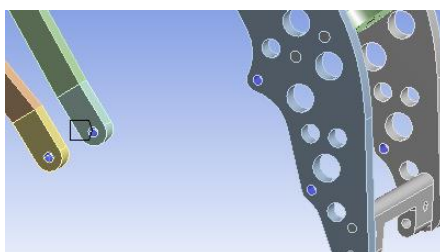


Figura 6-4. Restricciones fijas.

Un paso importante fue aplicar en el modelo que se utilizó el material correcto, este es el que se definió anteriormente en la parte de datos de ingeniería del software, pero para que quedasen aplicados al diseño se modificó todas las piezas el material ya que por defecto aparecían como piezas de acero estructural.

Para finalizar el modelo que se usaría para todos los casos se especificó al programa que datos tendría que visualizar en la pantalla, estos son la deformación total, la tensión equivalente de Von Mises, el error de mado y el coeficiente de seguridad.

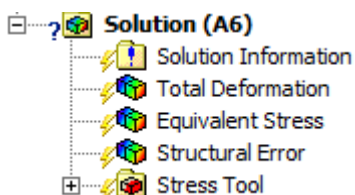


Figura 6-5. Tipos de solución del análisis estructural.

Una vez finalizado el modelo a seguir para la resta de casos se realizó un duplicado del modelo, así se conservaban todos los datos y operaciones realizadas.

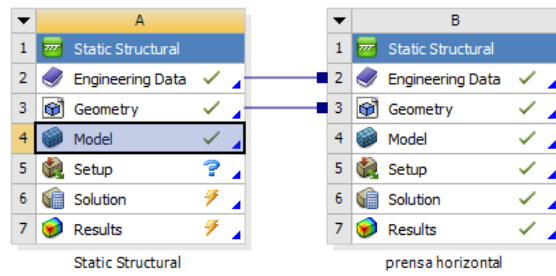


Figura 6-6. Copia de modelo.

6.1. Prensa horizontal

El primer caso que se simuló fué el caso de aplicación de fuerzas estáticas simulando una prensa horizontal que realiza una fuerza de 2450 N (250 Kg).

Las fuerzas que actúan sobre este caso han sido calculadas en el estudio de Cargas estáticas, pero también se tendrán en cuenta las fuerzas de la suspensión cuyos valores son aportados por el departamento de suspensiones.

Una vez se obtenidas todas las fuerzas que se generan debido a la suspensión y las que se generan en la pipa de dirección se procedió a colocarlas sobre la estructura.

Las fuerzas en la pipa de dirección siguen la dirección de la cara inferior y superior de la pipa, y las otras fuerzas siguen direcciones marcadas con valores en X e Y.

Aplicación de la fuerza	Valor	
Fuerza superior pipa dirección	17 654,90N	
Fuerza inferior pipa dirección	15 362,20 N	
Aplicación de la fuerza	Valor X	Valor Y
Eje basculante	8049,05 N	-881,51 N
Anclaje superior amortiguador	557,87 N	5307,82 N
Anclaje inferior amortiguador	-6868,02 N	3597,19 N

Tabla 6-1. Fuerzas aplicadas a la simulación para la prensa horizontal.

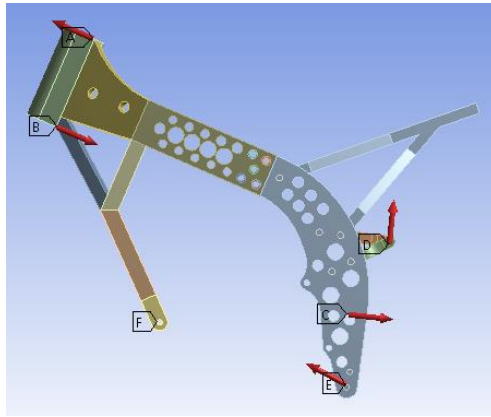


Figura 6-7. Aplicación de las fuerzas en prensa horizontal.

El siguiente paso antes de realizar el análisis fue realizar un mallado de todas las piezas. Primero se hizo un mallado sin modificar ningún valor del programa, la finalidad es que una vez realizada la maya se comprobaría la calidad y el error que ofrece para intentar mejorarla. Con esta calidad de malla se puede comprobar el tamaño más grande de los elementos de malla, la finalidad fue que estos elementos de malla fuesen lo más pequeños posibles intentando que el “average” sea lo más cercano a 1 al mismo tiempo que el error proporcionado por la malla fuese el menor posible.

A continuación se muestran los resultados de las diferentes modificaciones que se realizaron.

Nodos	“Average”	Error	Factor seguridad
72116	0,680	3,97	1,15
75630	0,682	2,64	1,15
82634	0,685	2,16	1,15
85606	0,681	4,63	1,10
83844	0,679	4,6	1,16
86604	0,686	2,72	1,15

Tabla 6-2. Datos mallado prensa horizontal.

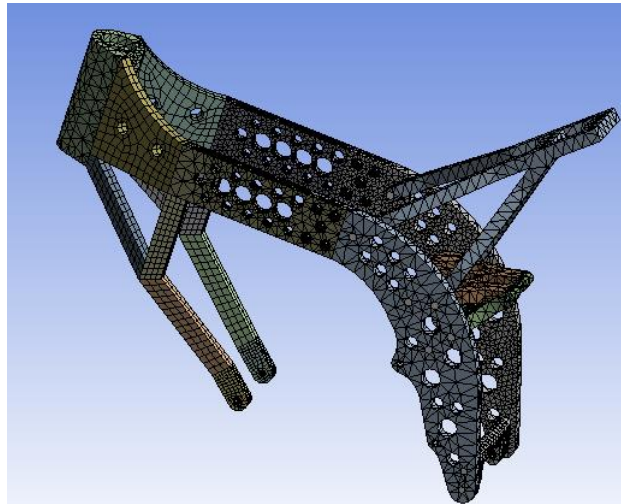


Figura 6-8. Mallado del caso prensa Horizontal.

La mejor malla se obtuvo en la tercera modificación donde se consiguió el menor error de malla con un número de nodos que no es el más excesivo y con uno de los “averages” más altos.

Con todos estos pasos realizados ya se procedió a obtener las soluciones. Estas están representadas en las siguientes imágenes.

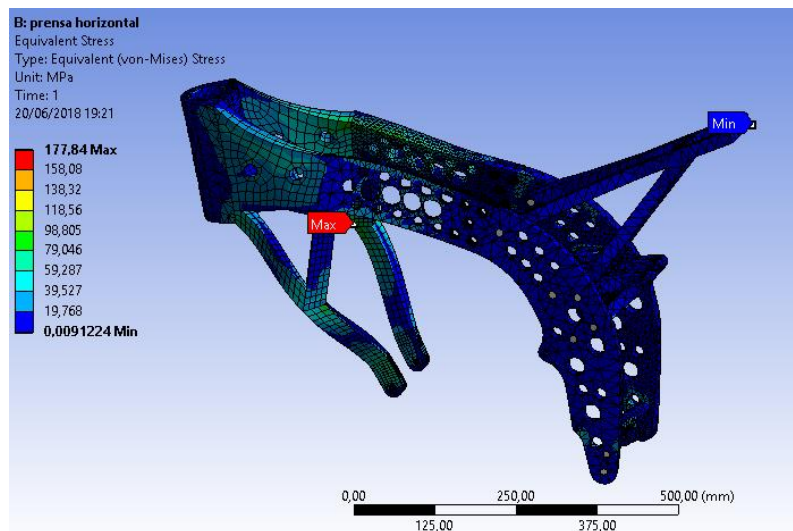


Figura 6-9. Resultados tensión equivalente (Von-Mises) con la prensa horizontal.

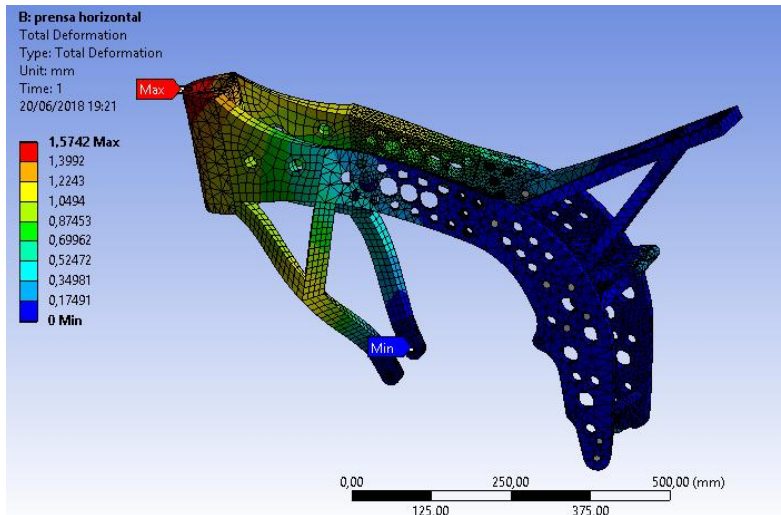


Figura 6-10. Resultados deformación con la prensa horizontal.

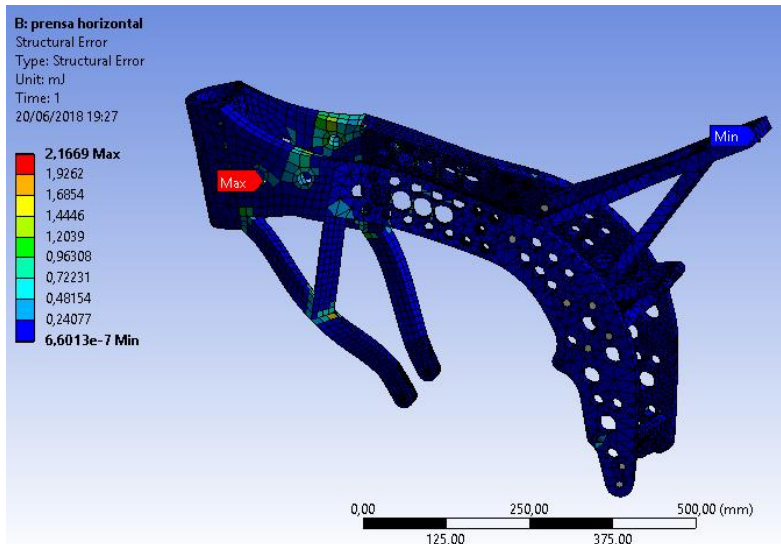


Figura 6-11. Resultados error mallado con la prensa horizontal.

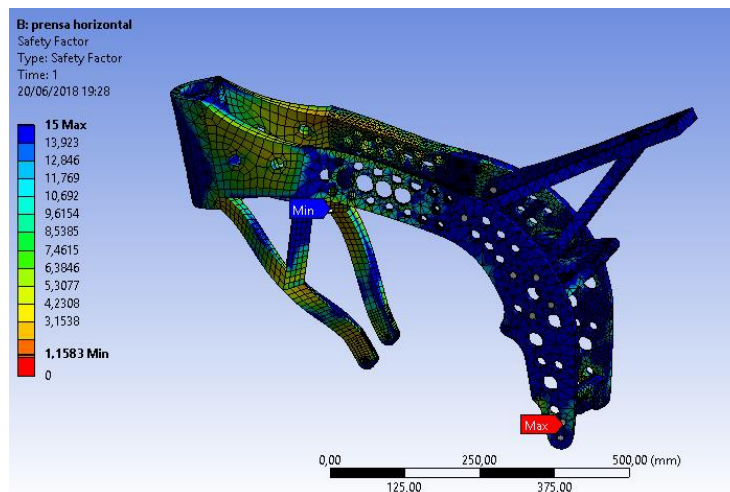


Figura 6-12. Resultados factor de seguridad con la prensa horizontal.

6.2. Prensa vertical

En este caso se simularon las fuerzas que aplica una prensa vertical para pasar la inspección técnica de la carrera motostudent. La fuerza estática que realiza la prensa sobre el sillín de la moto es de 2940N (300Kg).

En este caso en la simulación solo se aplicó una fuerza sobre el suchasis ya que únicamente se quiere comprobar que las uniones atornilladas que se realizaron para unirlo a la parte central del chasis estén bien dimensionadas al igual que toda la estructura del subchasis sea capaz de soportar esta fuerza.

Aplicación de la fuerza	Valor X	Valor Y
Parte central subchasis	0 N	2940 N

Tabla 6-3. Fuerzas aplicadas a la simulación para la prensa horizontal.

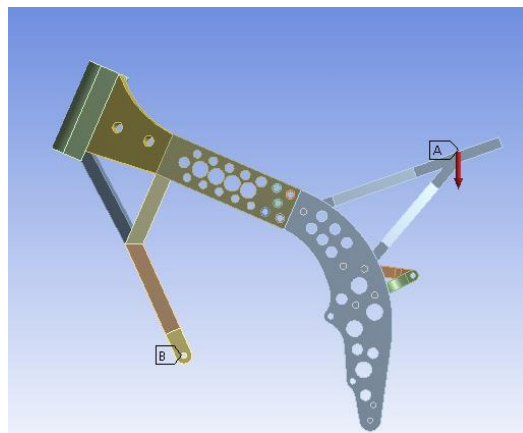


Figura 6-13. Aplicación de las fuerzas en prensa vertical.

Al igual que en el caso anterior el siguiente paso fue hacer el mallado, en este se volvió a comprobar la calidad y el error que ofrece la malla. Esto se consigue haciendo modificaciones en la siguiente tabla.

Nodos	"Average"	Error	Factor seguridad
64932	0,667	2,11	1,80
72970	0,659	2,04	1,82
80487	0,664	2,01	1,78
81604	0,662	1,80	1,45
81307	0,663	1,76	1,36

Tabla 6-4. Datos mallado prensa vertical.

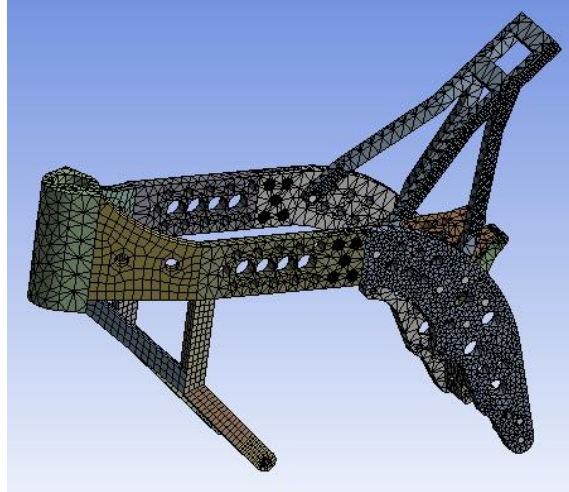


Figura 6-14. Mallado del caso prensa vertical.

La mejor malla se obtuvo en la última modificación donde se consiguió el menor error de malla y el mayor “average” aunque se tuviese un mayor número de nodos.

Con todos estos pasos realizados ya se procedió a obtener las soluciones. Estas están representadas en las siguientes imágenes.

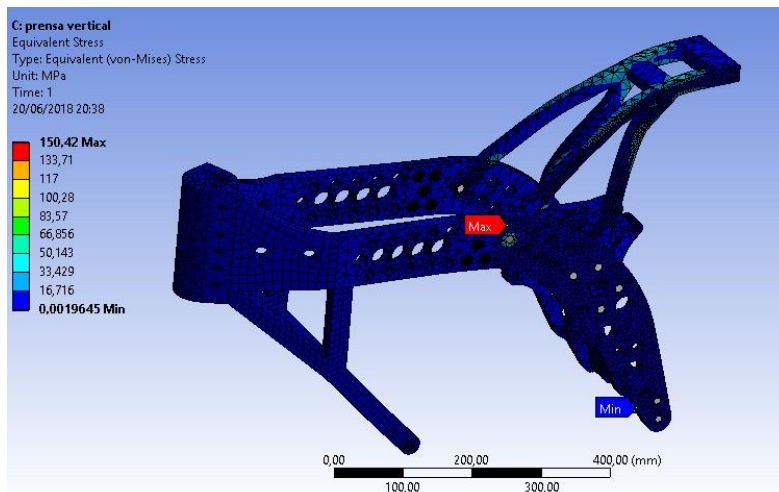


Figura 6-15. Resultados tensión equivalente (Von-Mises) con la prensa vertical.

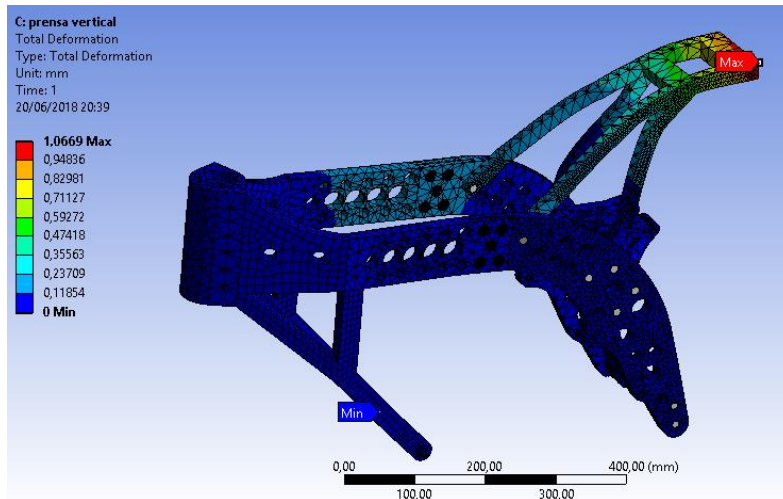


Figura 6-16. Resultados deformación con la prensa vertical.

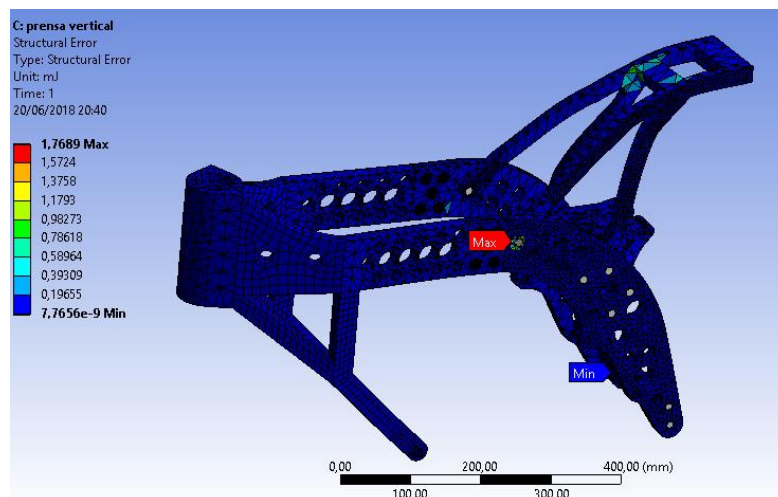


Figura 6-17. Resultados error mallado con la prensa vertical.

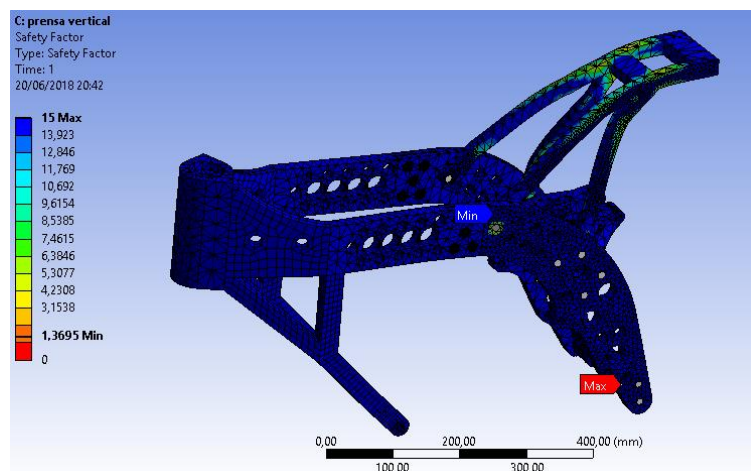


Figura 6-18. Resultados factor de seguridad con la prensa vertical.

6.3. Frenada máxima delantera

En este caso se tuvieron en cuenta las fuerzas dinámicas calculadas en el estudio de Cargas dinámicas.

Para esta simulación solo fueron necesarias las fuerzas que actúan en el momento de la frenada sobre la pipa, las cuales están especificadas en la Tabla 6-5, estas fuerzas se aplican en dirección de las caras de la pipa.

Aplicación de la fuerza	Valor
Fuerza superior pipa dirección	10 337N
Fuerza inferior pipa dirección	8 994,67N

Tabla 6-5. Fuerzas aplicadas a la simulación para frenada máxima delantera.n

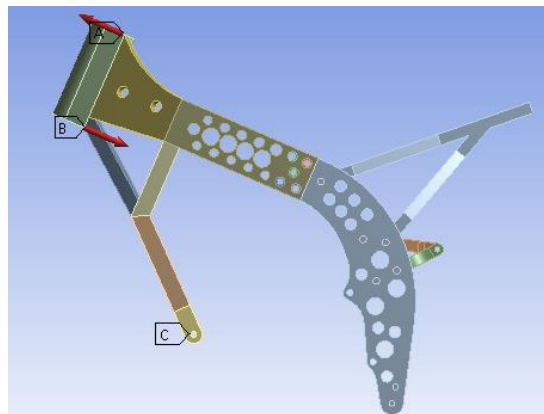


Figura 6-19. Aplicación de fuerzas en frenada máxima delantera.

Se realizó un mallado como en los casos anteriores eligiendo aquella modificación que mejores prestaciones ofrezca.

Nodos	"Average"	Error	Factor seguridad
64 932	0,667	1,57	1,97
71 613	0,674	0,85	1,96
75 585	0,679	0,85	1,96
82 634	0,685	0,74	1,96
75 466	0,682	0,85	1,96

Tabla 6-6. Datos mallado frenada máxima delantera.

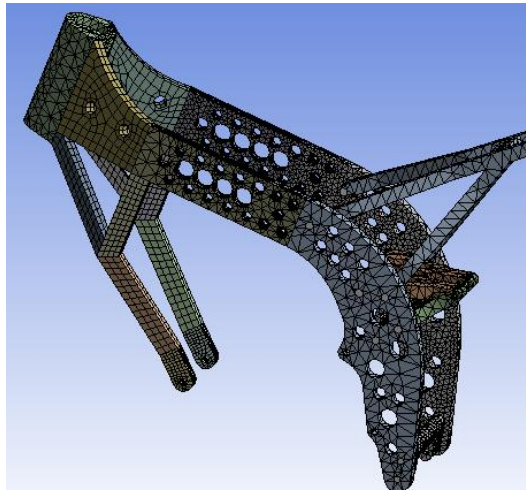


Figura 6-20. Mallado del caso frenada máxima delantera.

La mejor malla se obtuvo en la penúltima modificación, aunque contenga mayor cantidad de nodos ofrecía mejores resultados de error y calidad de malla (“average”).

Con estos datos se obtuvieron los siguientes resultados con el análisis con elementos finitos.

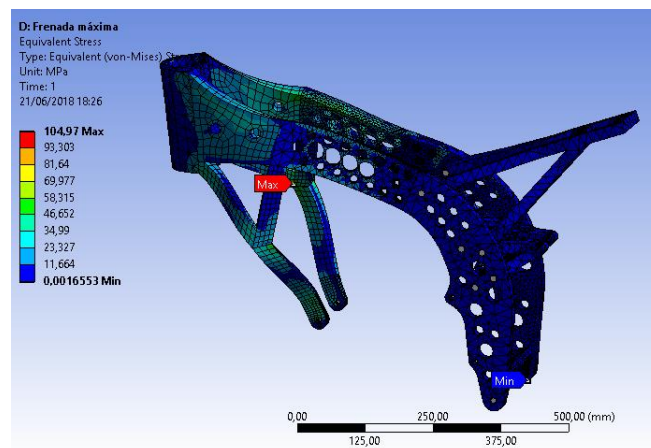


Figura 6-21. Resultados tensión equivalente (Von-Mises) con frenada máxima delantera.

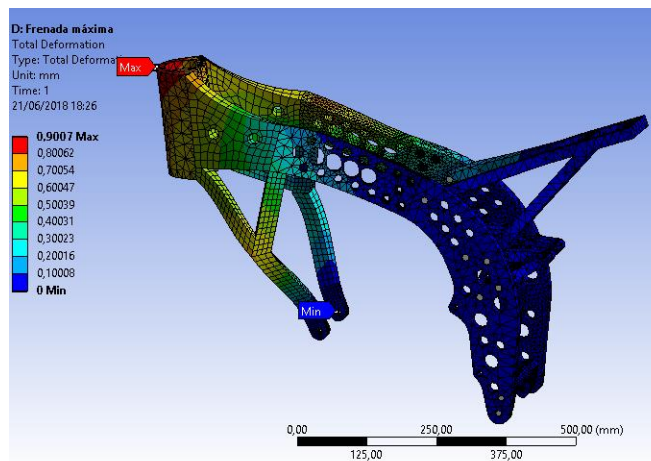


Figura 6-22. Resultados deformación con frenada máxima delantera.

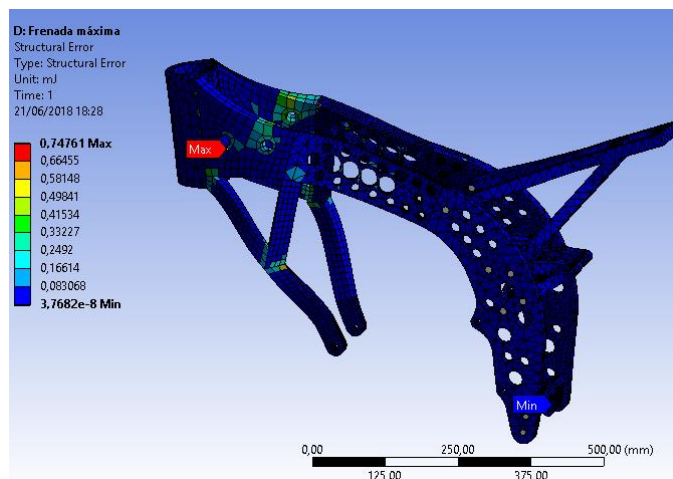


Figura 6-23. Resultados error mallado con frenada máxima delantera.

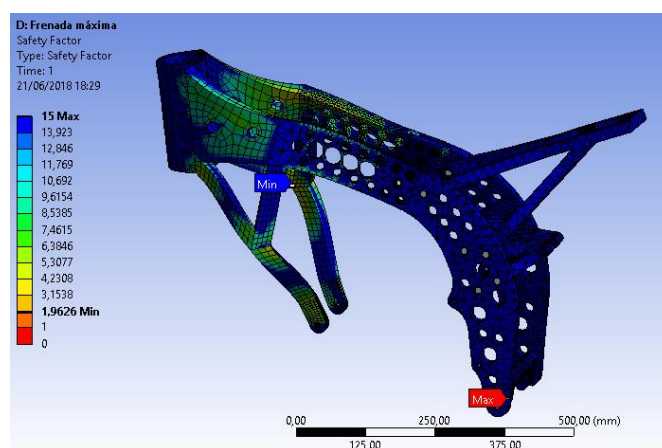


Figura 6-24. Resultados factor de seguridad con frenada máxima delantera.

6.4. Aceleración máxima

En este caso se necesitó la colaboración del departamento de suspensiones, el motivo es que en los cálculos de las Cargas dinámicas se planteó el chasis entero de la motocicleta como una estructura rígida y esto no es así ya que el basculante es un elemento móvil que pivota sobre unos rodamientos que se encuentran en las pletinas. Además este basculante también está conectado mediante un amortiguador a las pletinas, esto hace que exista un reparto de fuerzas.

Los cálculos del reparto de fuerzas han sido especificados y calculados por los encargados de realizar la suspensión, estos cálculos los realizan partiendo de los datos calculados inicialmente para este fin.

Las fuerzas con las que se realizara la simulación son las siguientes representadas en la tabla

Aplicación de la fuerza	Valor X	Valor Y
Eje basculante	7699,96 N	-898,91 N
Anclaje superior amortiguador	532,2 N	5063, 52 N
Anclaje inferior amortiguador	-6559,67 N	3526 N

Tabla 6-7. Fuerzas aplicadas a la simulación para aceleración máxima.

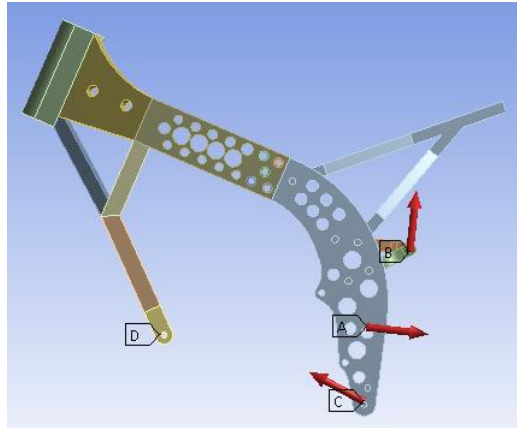


Figura 6-25. Aplicación de fuerzas para la aceleración máxima.

Como en todos los casos anteriores se analizará la malla.

Nodos	"Average"	Error	Factor seguridad
64 932	0,667	2,48	1,47
72116	0,680	2,48	1,47
75 466	0,682	2,48	1,47
75 630	0,682	2,48	1,47
82 634	0,685	0,78	1,85

Tabla 6-8. Datos mallado aceleración máxima.



Figura 6-26. Mallado del caso aceleración máxima.

Para este caso los coeficientes de seguridad y los errores de la malla eran iguales en la mayoría de las modificaciones. Pero en la última aunque tenga un mayor número de elementos consigue tener un error de la malla muy pequeño, esto hizo que el valor de factor de seguridad sea aún más aproximado a la realidad.

Con todos estos datos se calcularon los resultados mediante el software.

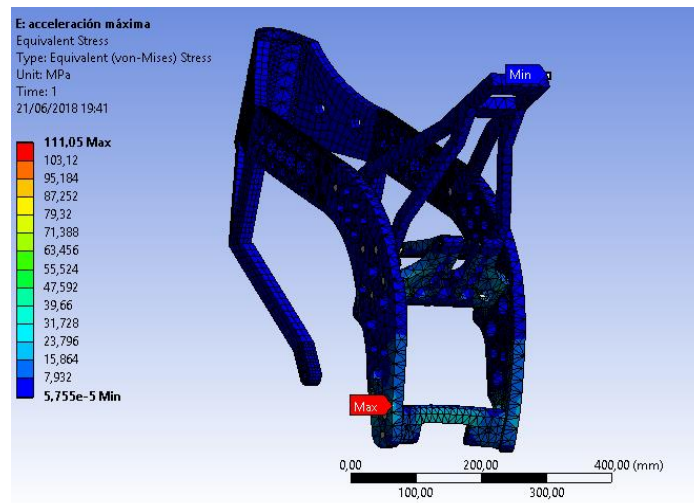


Figura 6-27. Resultados tensión equivalente (Von-Mises) con aceleración máxima.

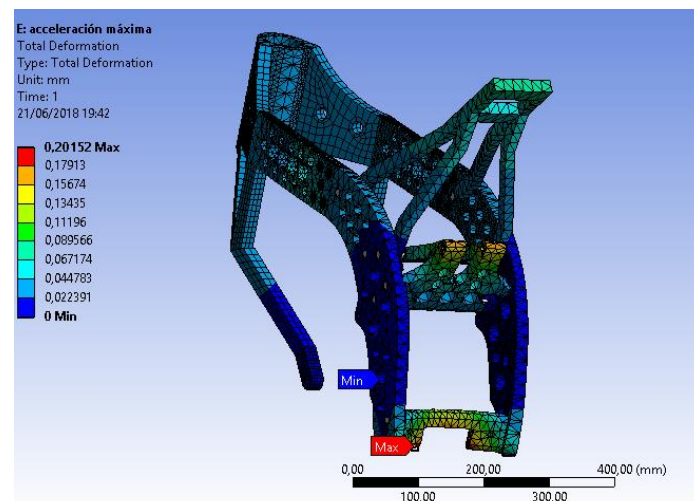


Figura 6-28. Resultados deformación con aceleración máxima.

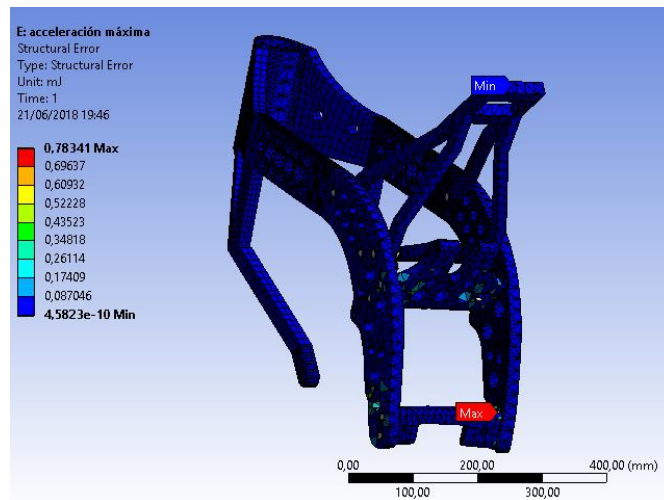


Figura 6-29. Resultados error mallado con aceleración máxima.

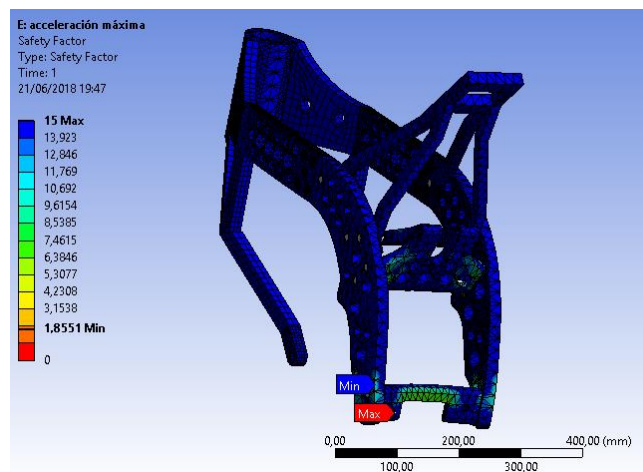


Figura 6-30. Resultados factor de seguridad con aceleración máxima.

6.5. Torsión

Este caso se realizó aplicando dos fuerzas en diferentes sentidos sobre la pipa de dirección esto simula el paso por curva que realiza la motocicleta con el piloto, estas fuerzas están calculadas en el apartado de Cargas dinámicas.

Las fuerzas que se aplican son las siguientes.

Aplicación de la fuerza	Valor
Fuerza superior pipa dirección	10 337N
Fuerza inferior pipa dirección	8 994,67N

Tabla 6-9. Fuerzas aplicadas a la simulación para la torsión.

(*) Estas fuerzas siguen una dirección paralela a las caras superiores e inferiores de la pipa de dirección.

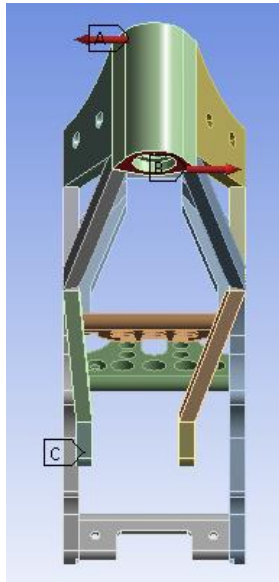


Figura 6-31. Aplicación de fuerzas para la torsión.

El siguiente paso para obtener los resultados de la torsión fue realizar un mallado, para ello se realizó las siguientes modificaciones.

Nodos	"Average"	Error	Factor seguridad
82 634	0,685	0,03	15
75 630	0,682	0,02	15
74 494	0,681	0,02	15
68 295	0,668	0,02	15

Tabla 6-10. Datos mallado torsión.

La mejor modificación realizada fue la tercera ya que los valores de coeficiente de seguridad y error del mallado son muy parecidos pero en esta modificación se consiguió un buen resultado de "average" con un número de elementos menor que en otras.

A continuación se realizarón los resultados para este caso.

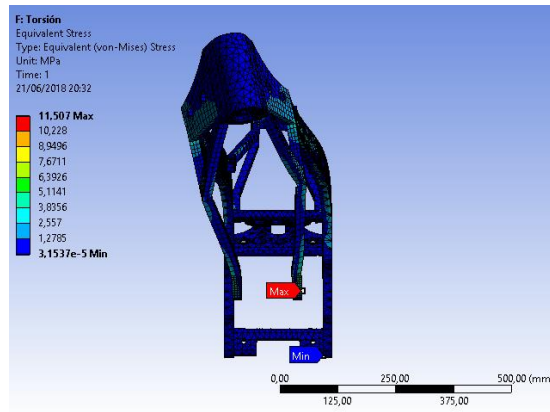


Figura 6-32. Resultados tensión equivalente (Von-Mises) para la torsión.

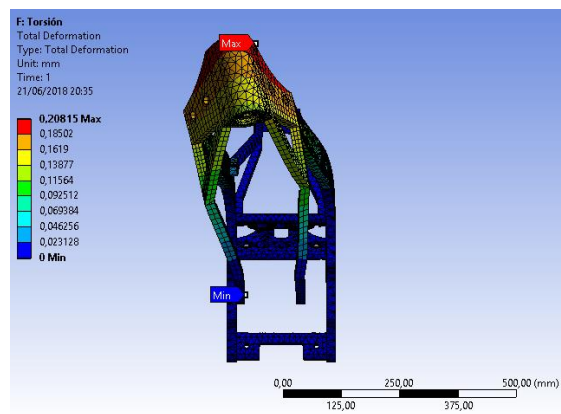


Figura 6-33. Resultados de deformación para la torsión.

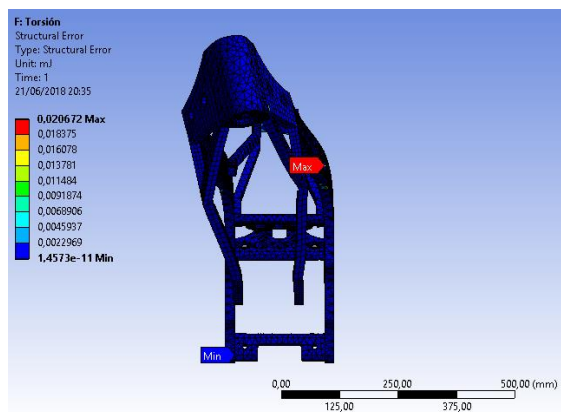


Figura 6-34. Resultados error mallado para la torsión.

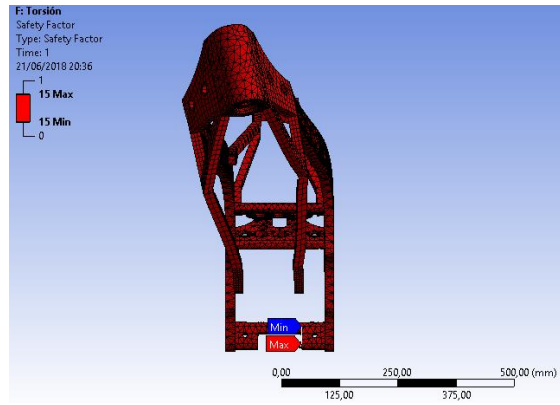


Figura 6-35. Resultados factor de seguridad para la torsión.

7. Presupuestos.

7.1. Materiales

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS	COSTE(€)
PLACA ALUMINIO 6082	1000x1000x20mm	280,47€
BARRA ALUMINIO 6082	3000x30x20mm	18,62€
BARRA ALUMINIO 6082	185x100x100mm	22,59€
PERFIL RECTANGULAR HUECO ACERO F1140	6000x50x30mm	35,19€
	Subtotal	356,87€
	IVA (21%)	74,94€
COSTE TOTAL		431,81€

Tabla 7-1. Costes materiales.

7.2. Mano de obra

CATEGORÍA OPERARIO	TOTAL HORAS	€/hora	COSTE
MECANIZADO			
OFICIAL DE PRIMERA	90	20	1800€
AYUDANTE	70	10	700€
Subtotal			2500€
IVA (21%)			525€
SOLDADURA			
OFICIAL DE PRIMERA	25	35	875€
Subtotal			875€
IVA (21%)			183,75€
COSTE TOTAL			4083,75€

Tabla 7-2. Coste mano de obra.

7.3. Presupuesto general

MATERIALES	431,81€
MANO DE OBRA	4083,75€
PRESUPUESTO TOTAL GENERAL	4515,56€

Tabla 7-3. Presupuesto general.

8. Conclusiones

El presente proyecto presenta un desafío real para una competición universitaria donde se desarrolla un chasis completo para una motocicleta que incorporara un motor KTM de 250c.c. de 4 tiempos.

Este proyecto ha sido destinado para su posterior fabricación por eso ha sido un proyecto multidisciplinar ya que no solo se ha tratado del diseño si no que desde unos estudios preliminares donde se recaudó información para realizar el diseño, siguió por unos ítems hasta llegar al punto de que su fabricación.

Durante la fase de diseño se realizaron numerosos cambios para llegar a la solución final ya que se ha necesitado crear y tener una muy buena comunicación con los diferentes departamentos integrantes del equipo EPA Motorsport, esta comunicación ha sido imprescindible debido a que el proyecto ha sido una constante toma de decisiones, ya que siempre aparecieron problemas que requieren de una solución que satisfaga a todos los integrantes del equipo y sea una solución óptima para este proyecto.

Todos las fases que se han desarrollado hasta la solución final han permitido ampliar conocimientos tanto en la elección correcta de material como en el uso de programas 3D y calculo estructural, incluso a ser capaz de realizar una toma de daciones en momentos importantes durante el desarrollo de este.

En este pasaron muchos meses trabajando en colaboración con los miembros del equipo, siendo la mayoría de ellos compañeros de clase, de la misma carrera o incluso de titulaciones diferentes, por lo que aparte de experiencias profesionales también ha aportado experiencias personales.

Finalmente se obtuvo un chasis para una motocicleta que cumple con un reglamento técnico y tendrá la posibilidad de estar compitiendo en la quinta edición de la competición motostudent.

9. Biografía

- MOTO1PRO. *Tipo de chasis de moto: El esqueleto de la moto.*
<<http://www.moto1pro.com/reportajes-motos/chasis-el-esqueleto-de-la-moto>>
[consulta:11 de noviembre de 2017]
- EXPERIENCIA DE UN MOTERO, *El chasis de la moto, ese gran desconocido al que tanto debemos.*
<<https://experienciasdeunmotero.wordpress.com/2015/06/11/el-chasis-de-la-moto-ese-gran-desconocido-al-que-tanto-debemos/>>
[Consulta:11 de noviembre de 2017]
- ARQHYS. *Características del acero.*
<<http://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html>>
[Consulta:18 de noviembre de 2017]
- ALACERO. *Características del acero.*
< <https://www.alacero.org/es/page/el-acero/caracteristicas-del-acero> >
[Consulta: 18 de noviembre de 2017]
- CAUSA DIRECTA. *Tabla de factores de rozamiento del pavimento para neumáticos de goma.* <<https://causadirecta.com/especial/calculo-de-velocidades/tablas/tabla-de-factores-de-rozamiento-del-pavimento-para-neumaticos-de-goma>>
[Consulta: 9 de diciembre de 2017]
- WIITEKA. *Aluminio y sus aleaciones.*
<<https://www.wikiteka.com/apuntes/aluminio-y-aleaciones/>>
[Consulta: 26 de junio de 2018]
- CARBOSYSTEM. *Fibra de carbono: estructura y propiedades.*
< <http://carbosystem.com/fibra-de-carbono-2/> >
[Consulta: 26 de junio de 2018]

- CONSTRUMÁTICA. *Tipos de acero*.
<https://www.construmatica.com/construpedia/Tipos_de_Acero>
[Consulta:26 de junio de 2018]

- MATERIAL: ALUMINIO-GENERALIDADES.
< <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2833/41774-8.pdf?sequence=8&isAllowed=y> >
[Consulta:26 de junio de 2018]

- MOTOSTUDENT 201. Reglamento de la competición.
<<http://www.motostudent.com/>>
[Consulta: 22 de diciembre de 2017]

- FOALE, T. (2003). *Motocicletas: comportamiento dinámico y diseño de chasis: el arte y la ciencia*. Madrid: Paraninfo.

- COSSALTER, V. (2002). *Motorcycle dynamics*. Padova.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

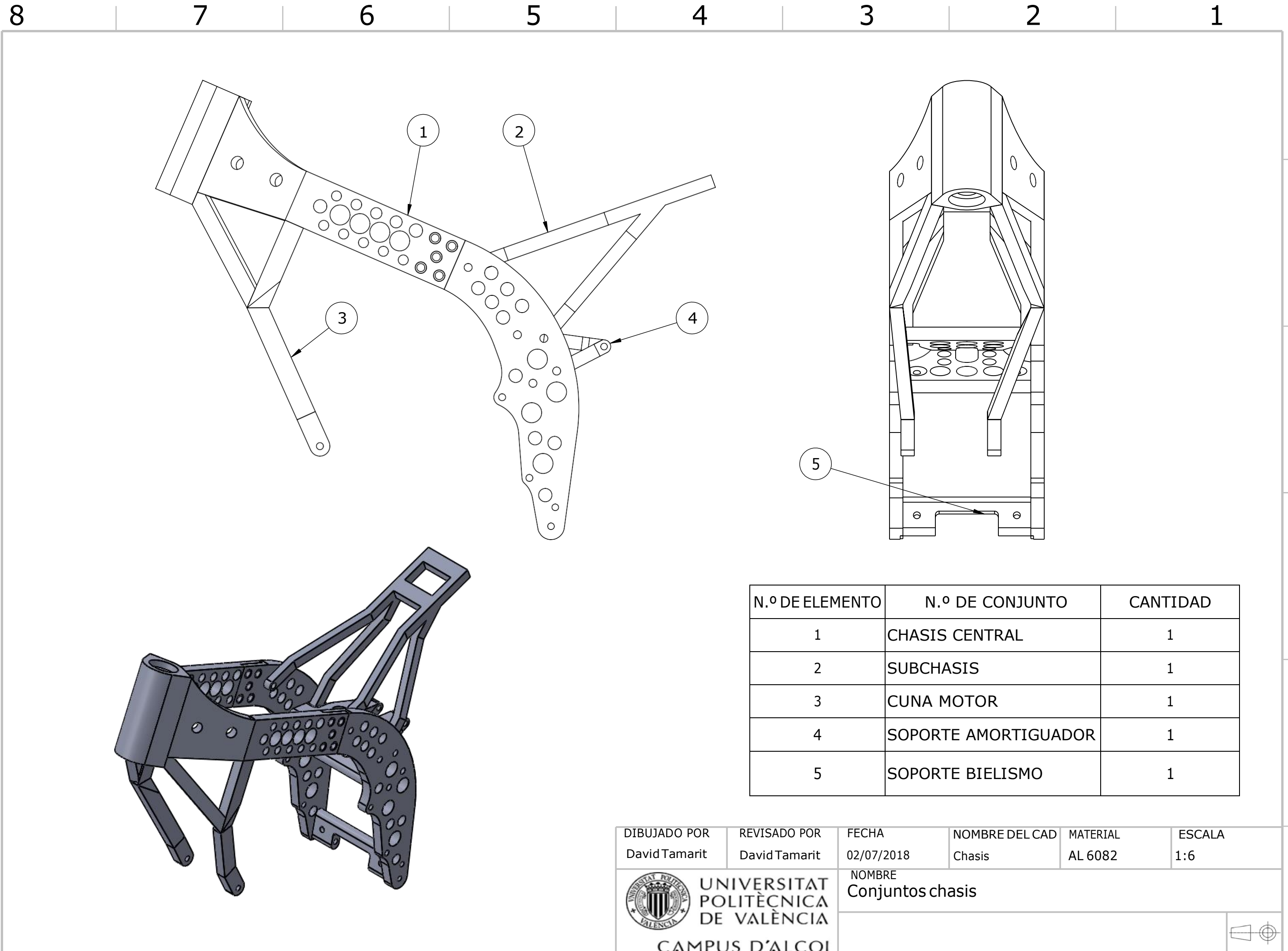
Planos

Trabajo Final de Grado
Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: David Tamarit Caudeli


Tutor: Miguel Jorge Reig Perez

Curso académico: 2017-2018

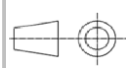


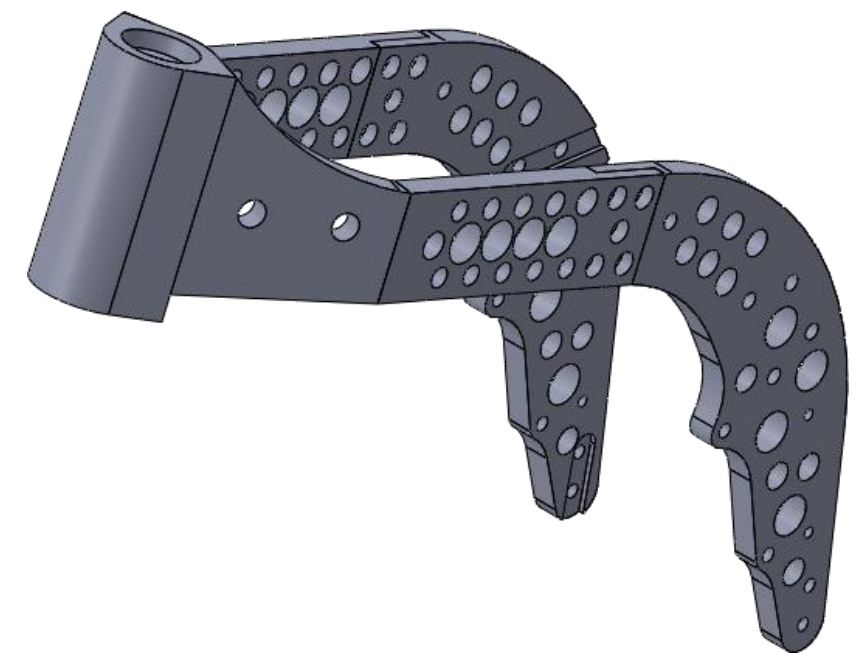
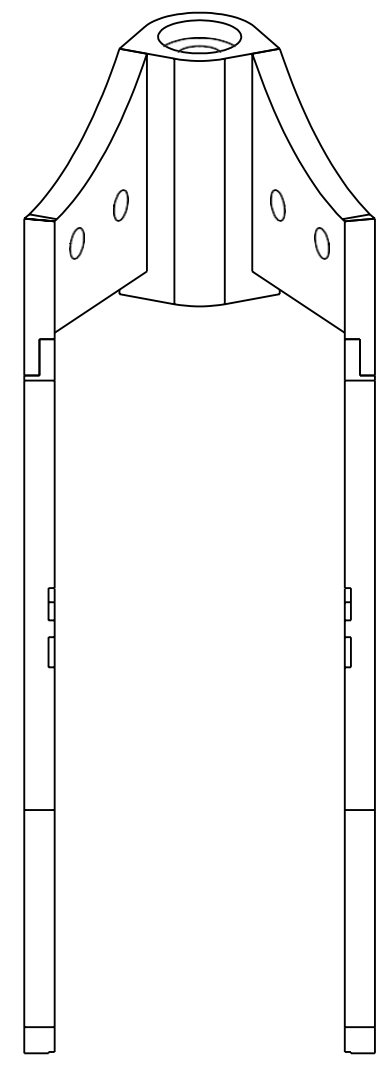
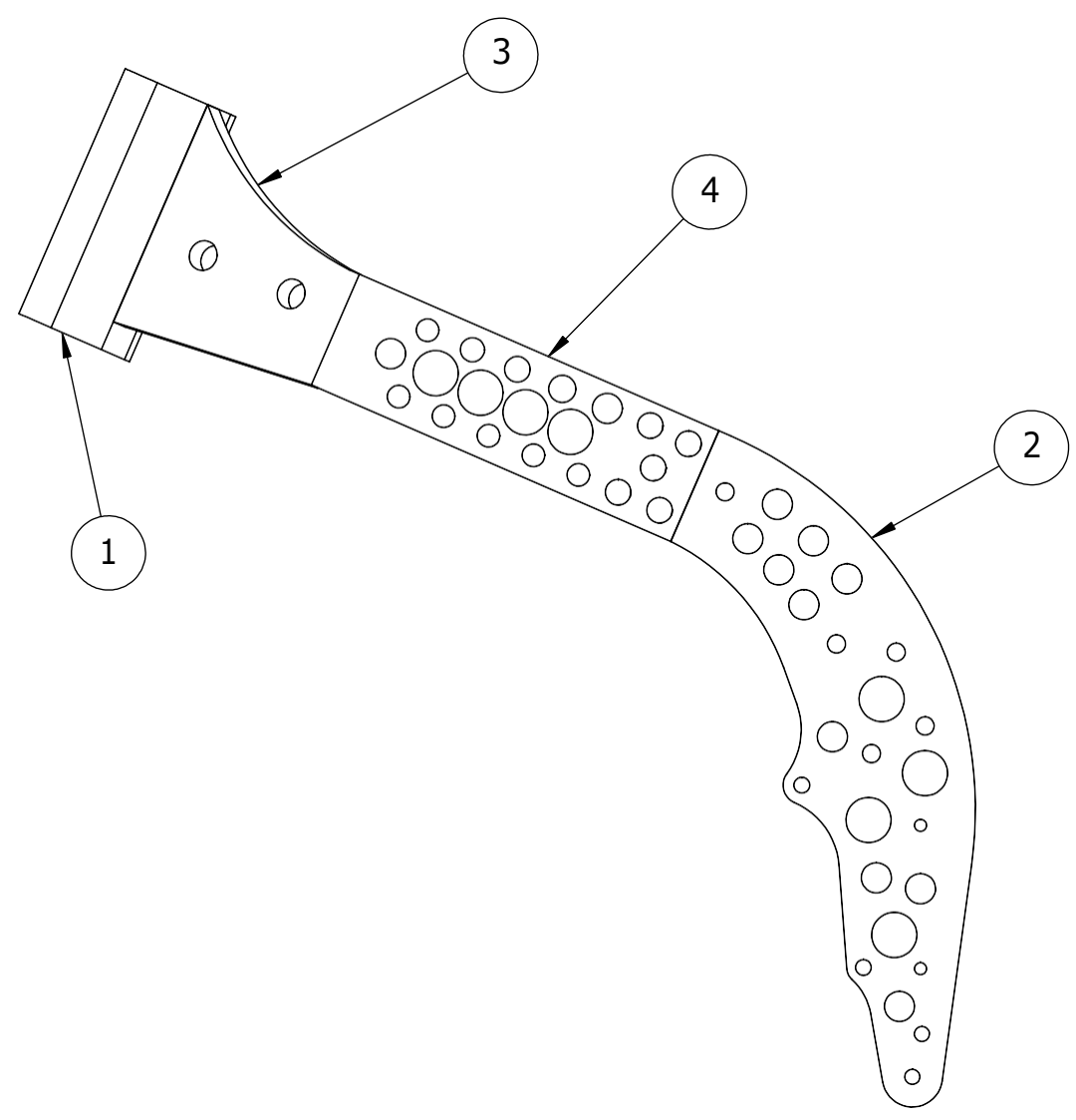
N.º DE ELEMENTO	N.º DE CONJUNTO	CANTIDAD
1	CHASIS CENTRAL	1
2	SUBCHASIS	1
3	CUNA MOTOR	1
4	SOPORTE AMORTIGUADOR	1
5	SOPORTE BIELISMO	1

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Chasis	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:6
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	--------------------------	---------------------	---------------


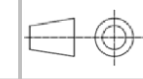

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 CAMPUS D'ALCOI

NOMBRE
Conjuntos chasis





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	PIPADIRECCION	1
2	PLETINA	2
3	VIGA2	2
4	VIGA	2

DIBUJADOR POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Chasis central	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:5
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Conjunto chasis central			
					

6

5

4

3

2

1

D

D

Espesor = 20mm.

Los fresados para los soportes de amortiguador y bielismo se realiza una profundidad de 5 mm.

Los fresados para la unión atornillada se realizan a una profundidad de 10 mm.

C

C

DETALLE A

ESCALA 1 : 2

B

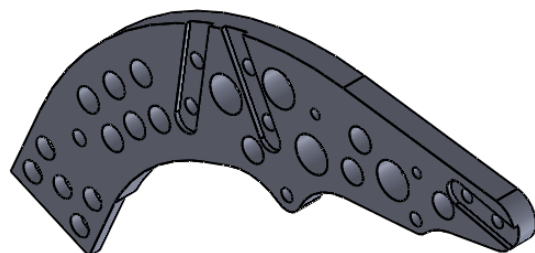
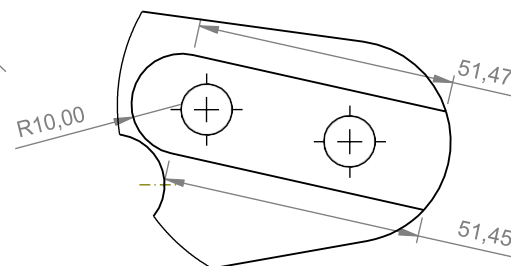
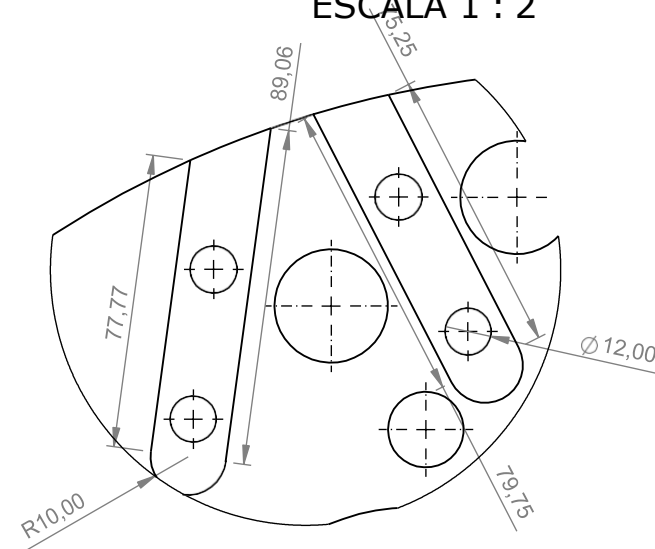
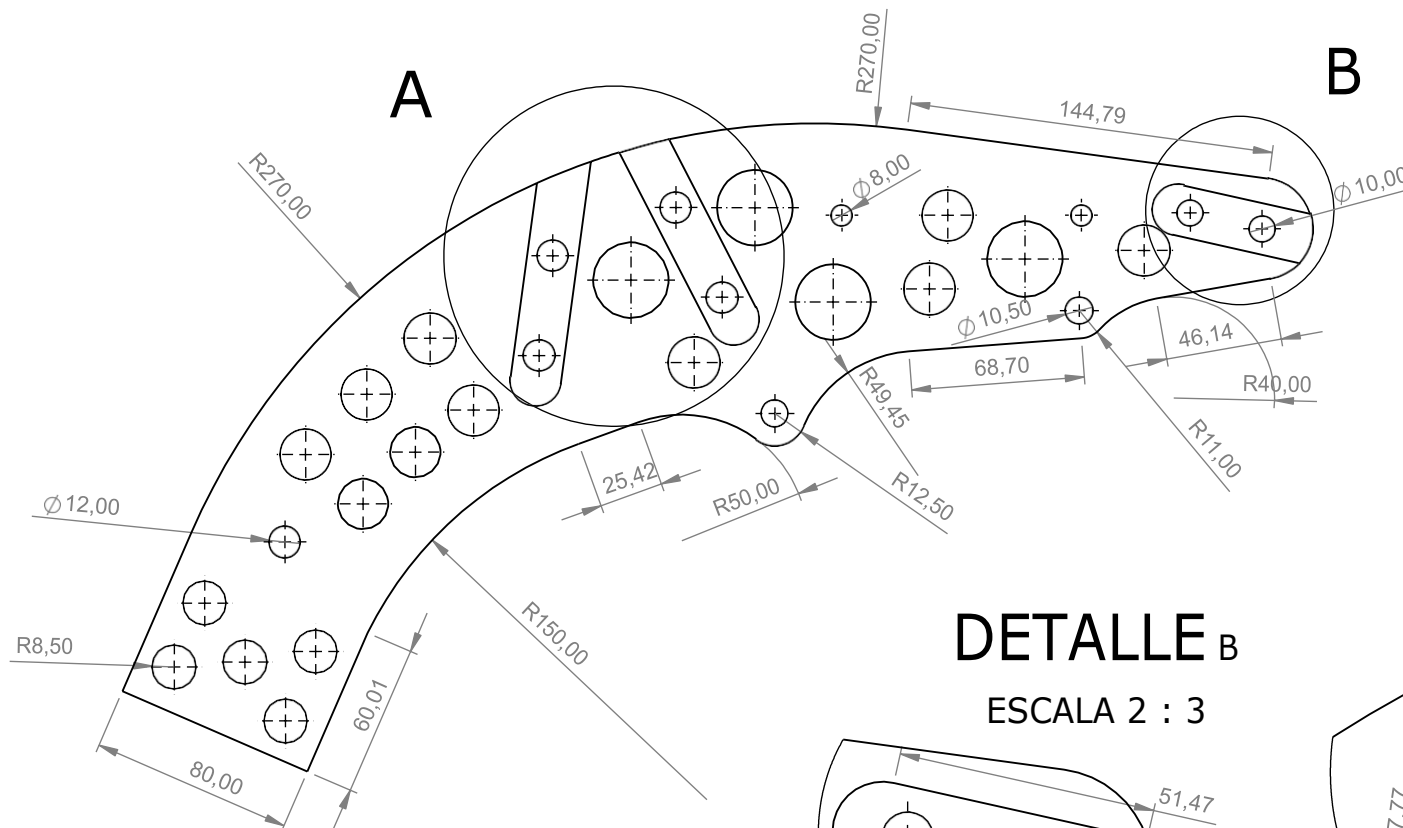
B

DETALLE B

ESCALA 2 : 3

A

A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Pletina	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:3
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	---------------------------	---------------------	---------------



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

NOMBRE Pletina derecha

N8

CAMPUS D'ALCOI

Tolerancia máxima: 0,5mm



6

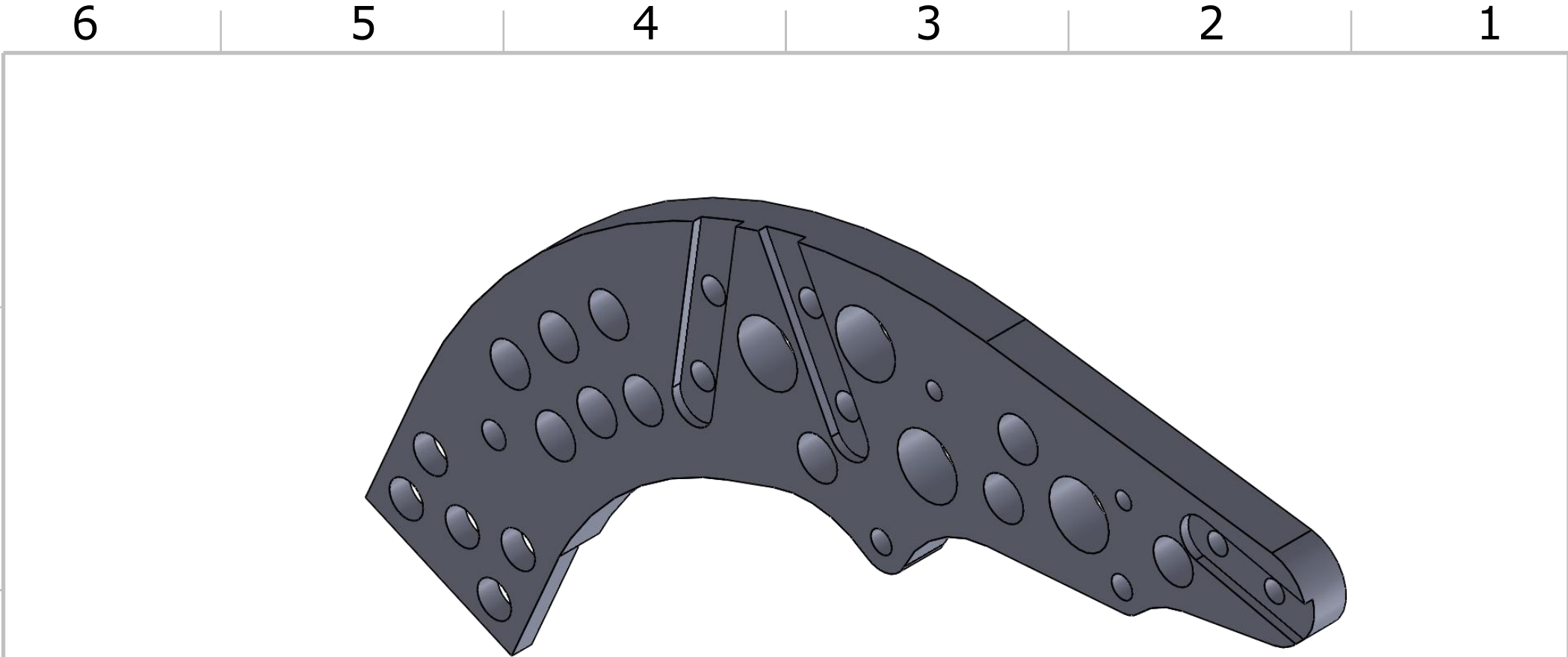
5

4


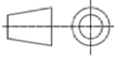
3

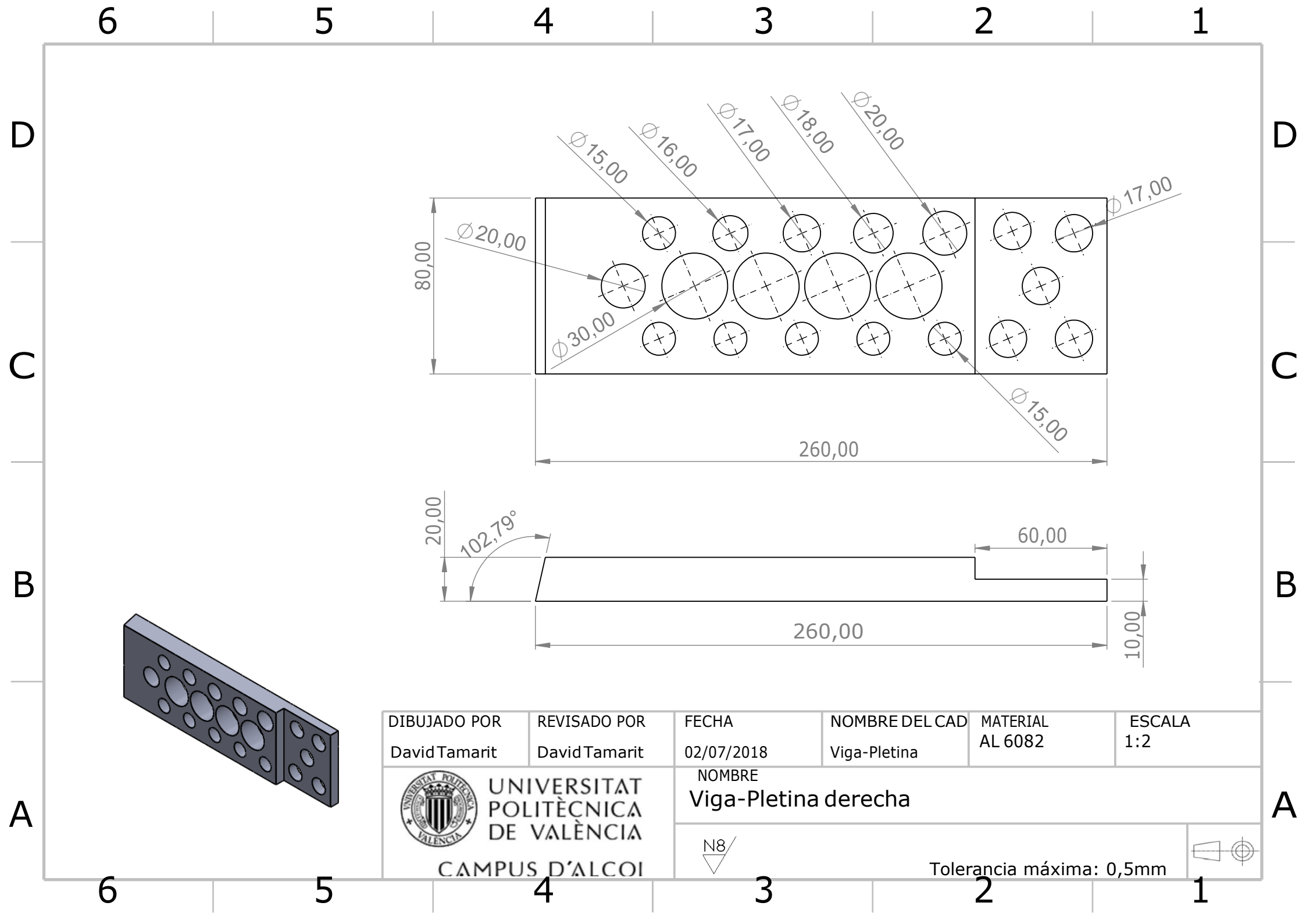
2


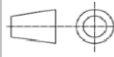

1

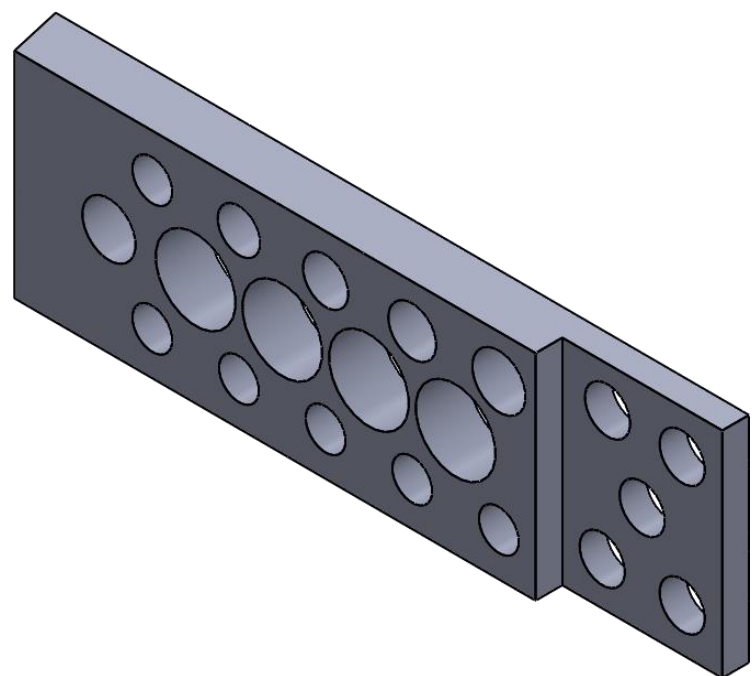


Pieza simétrica a Pletina derecha.


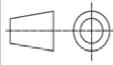
DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Pletina	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:3
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Pletina izquierda			



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Viga-Pletina	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Viga-Pletina derecha			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8			



Pieza simétrica a viga-pletina derecha

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Viga-Pletina	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Viga-Pletina Izquierda			

6 5 4 3 2 1

D

D

C

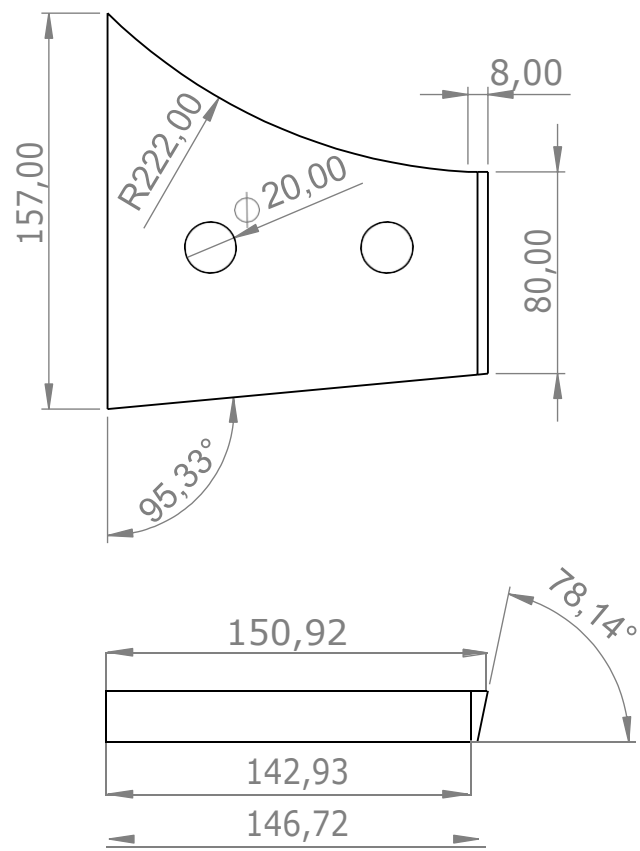
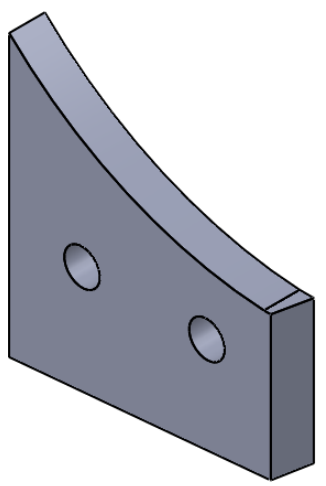
C




B

B

A

A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Viga	MATERIAL	ESCALA AL 6082
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Viga-Pipa de direcció dreta			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8/			

6 5 4 3 2 1

6 5 4 3 2 1

D

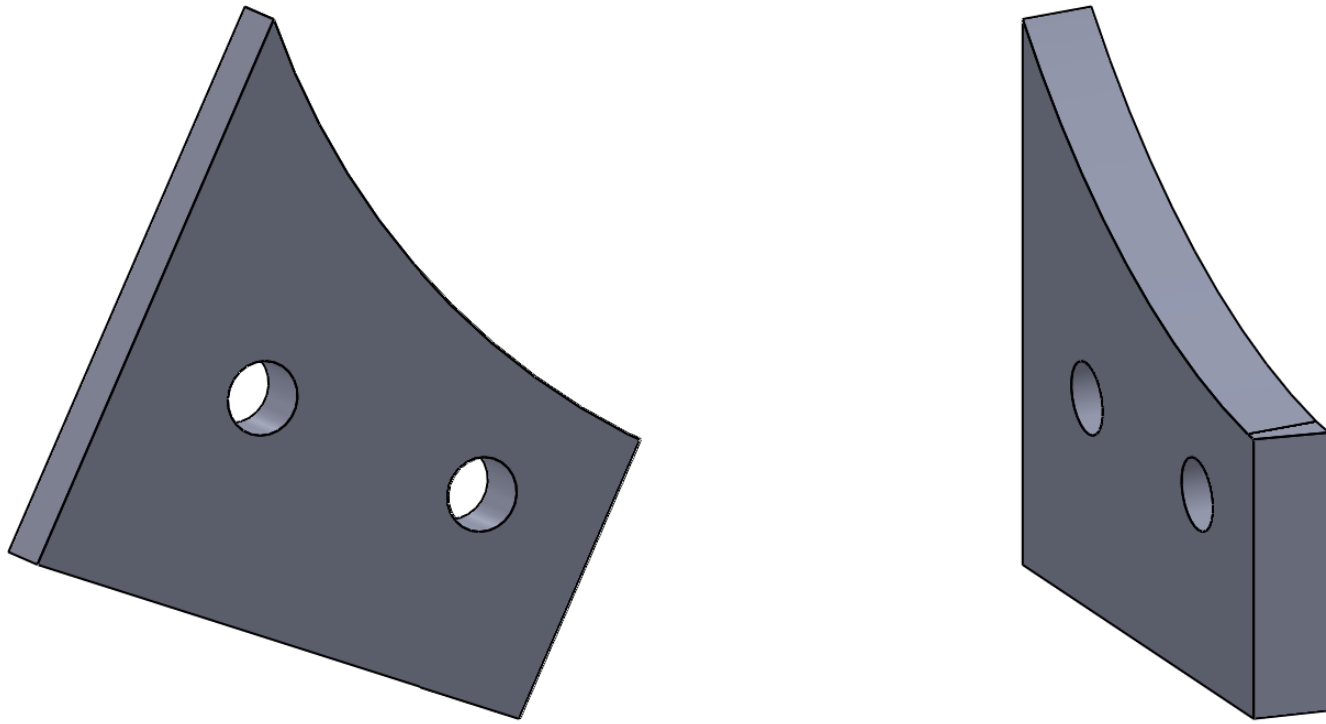
D

C

C

B


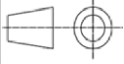
B



Pieza simétrica a Viga-Pipa de Dirección derecha

A

A

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Viga	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:6
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Viga-Pipa de dirección izquierda			

6 5 4 3 2 1

6 5 4 3 2 1

D

D

C

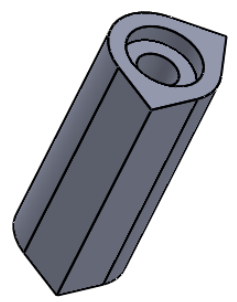
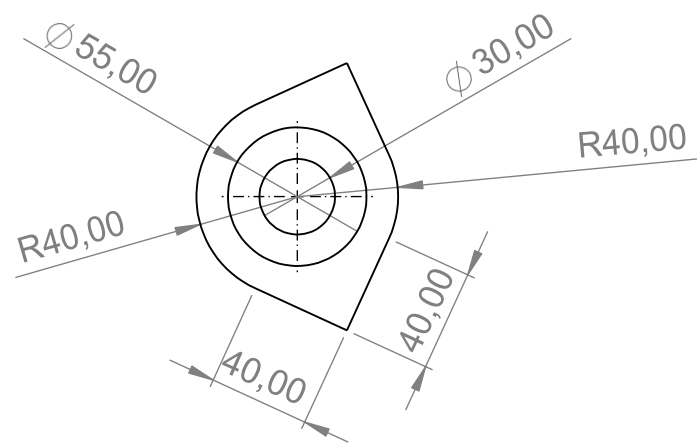
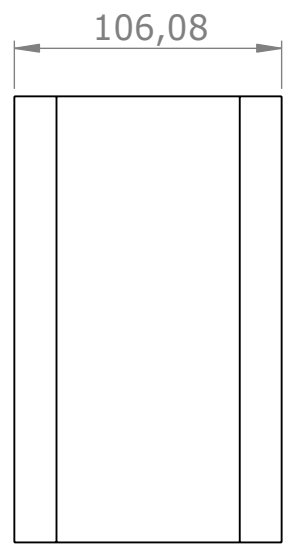
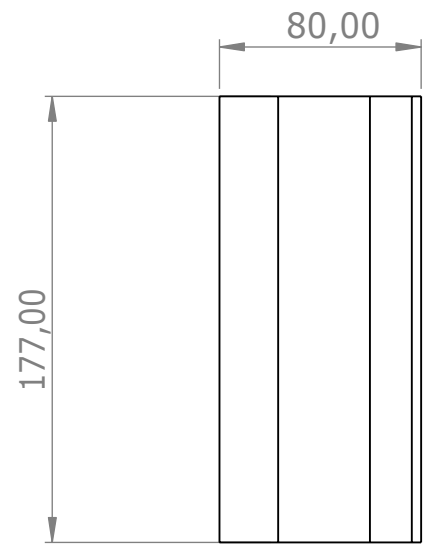
C


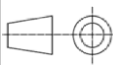

B

B

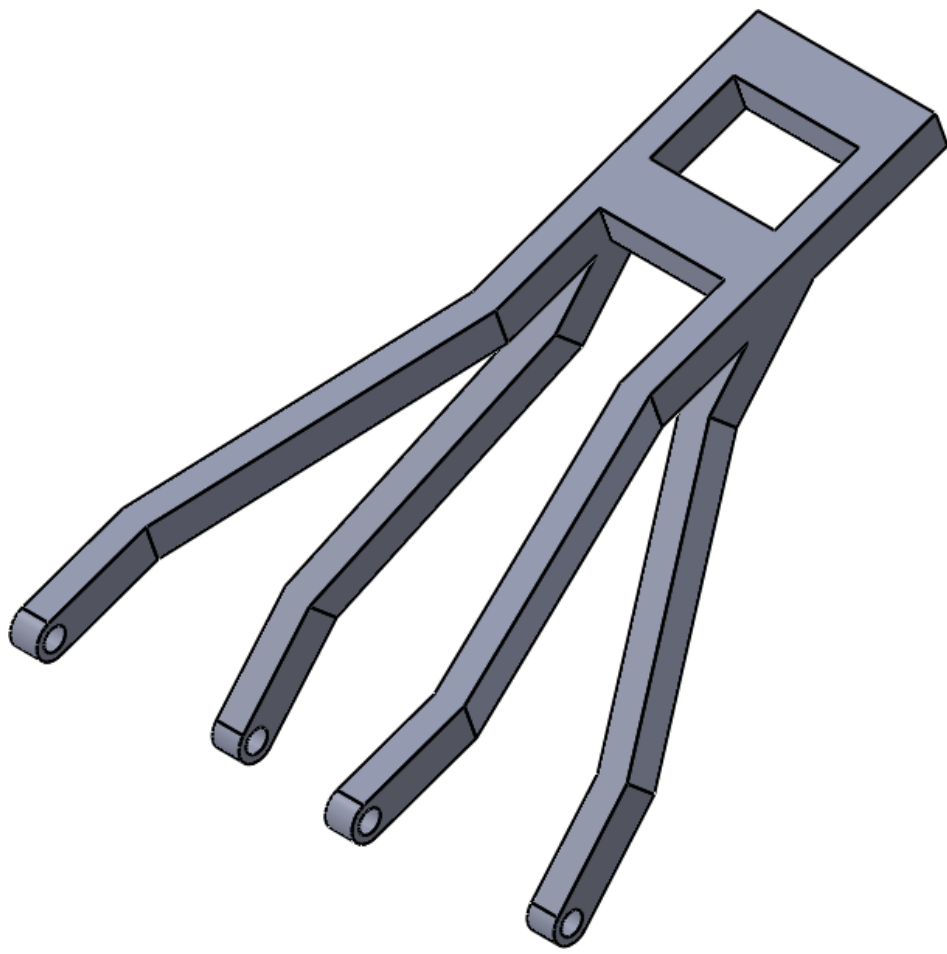
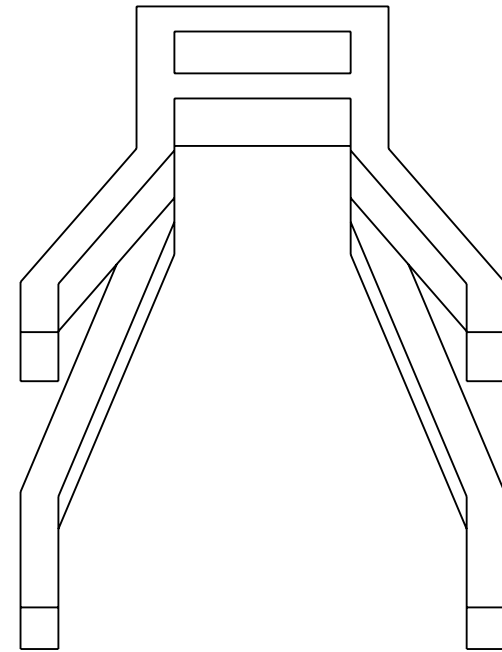
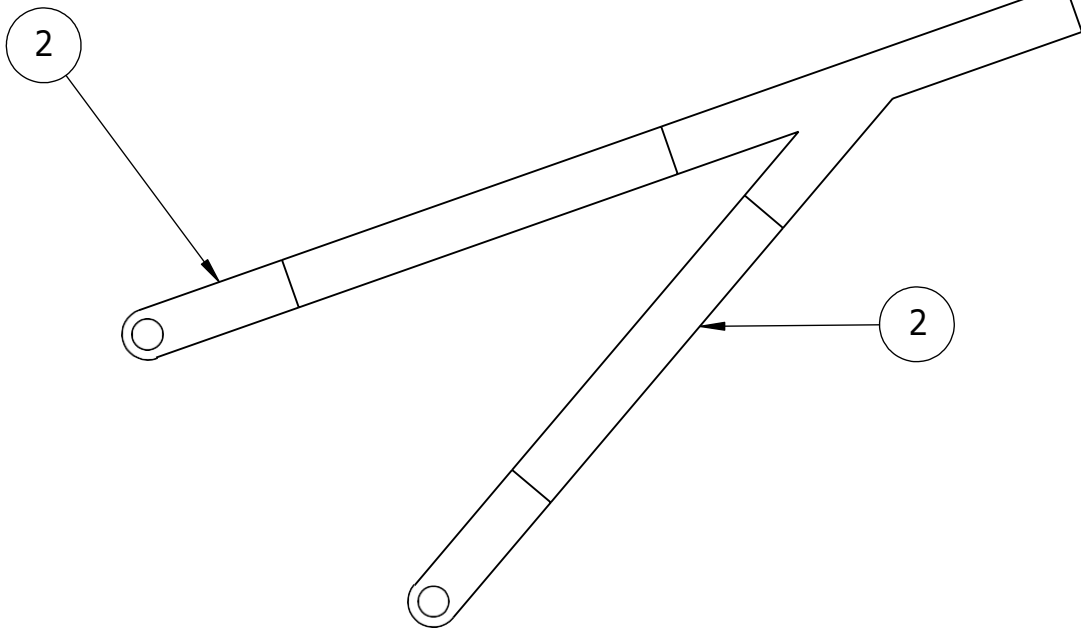
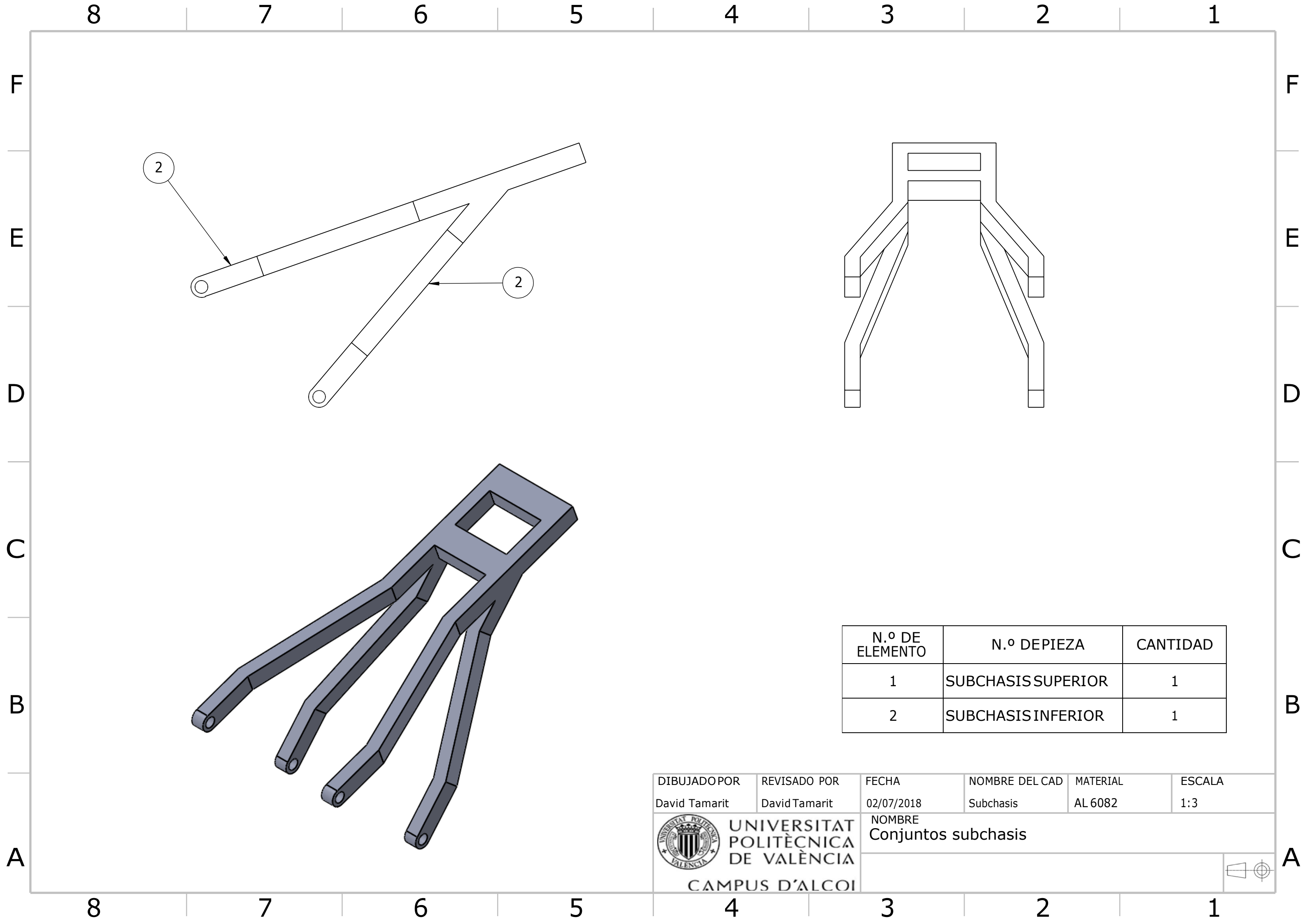
A

A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Pipa	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:6
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Pipa de Direcció			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8			

6 5 4 3 2 1



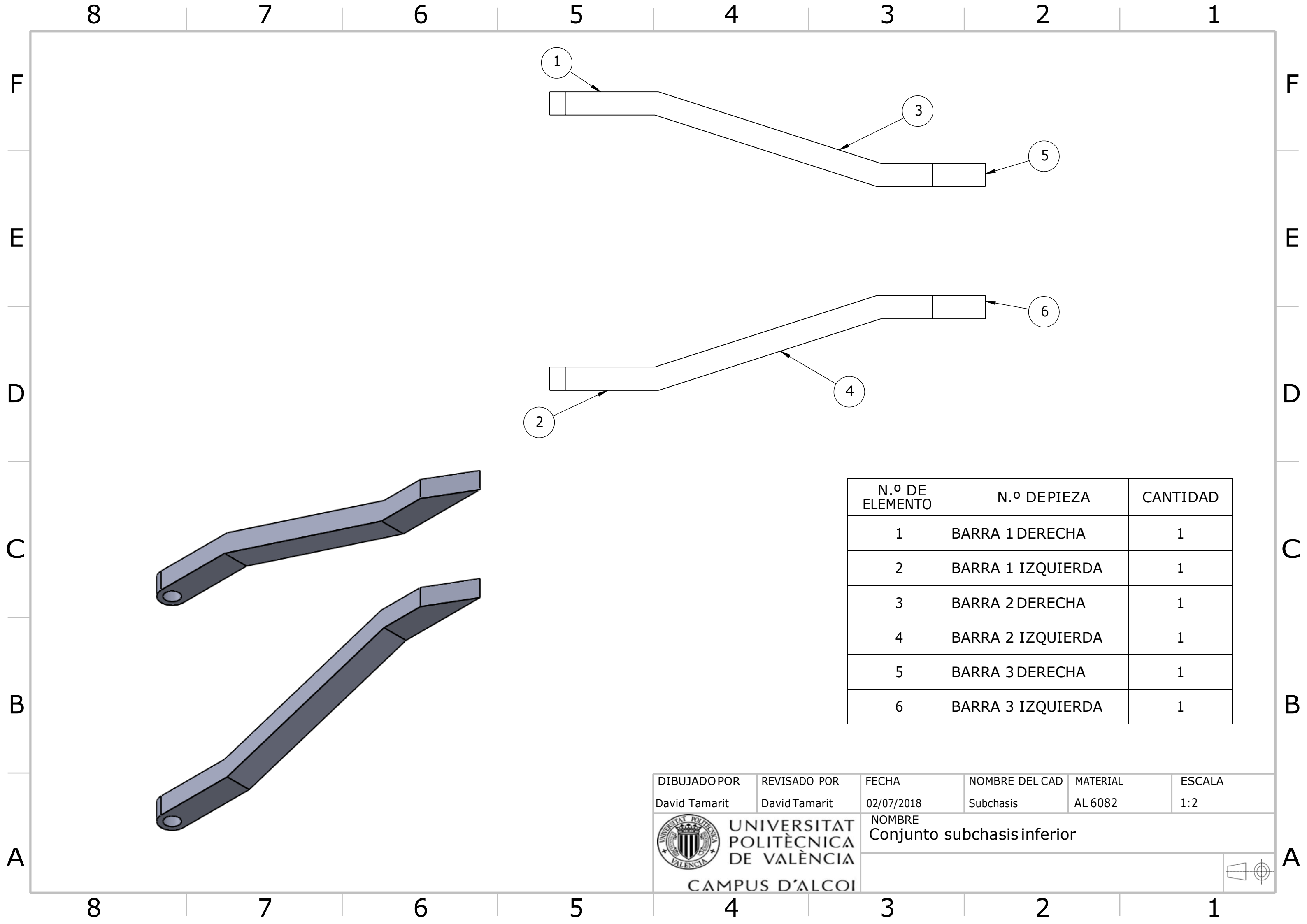
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	SUBCHASIS SUPERIOR	1
2	SUBCHASIS INFERIOR	1

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Subchasis	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:3
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	-----------------------------	---------------------	---------------


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 CAMPUS D'ALCOI

NOMBRE
Conjuntos subchasis





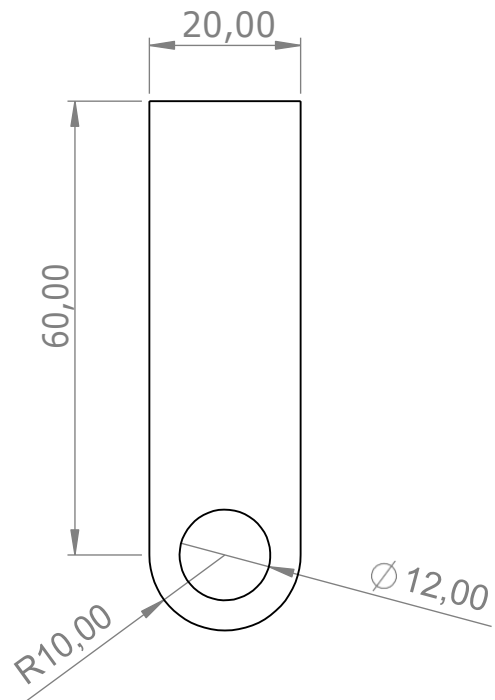
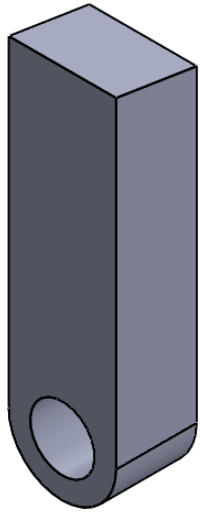
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	BARRA 1 DERECHA	1
2	BARRA 1 IZQUIERDA	1
3	BARRA 2 DERECHA	1
4	BARRA 2 IZQUIERDA	1
5	BARRA 3 DERECHA	1
6	BARRA 3 IZQUIERDA	1


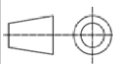

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Subchasis	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	-----------------------------	---------------------	---------------


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 CAMPUS D'ALCOI

NOMBRE
Conjunto subchasis inferior





DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis inferior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 1 derecha			 Tolerancia máxima: 0,5mm
					

6 5 4 3 2 1

D

D

C

C

B



B

A

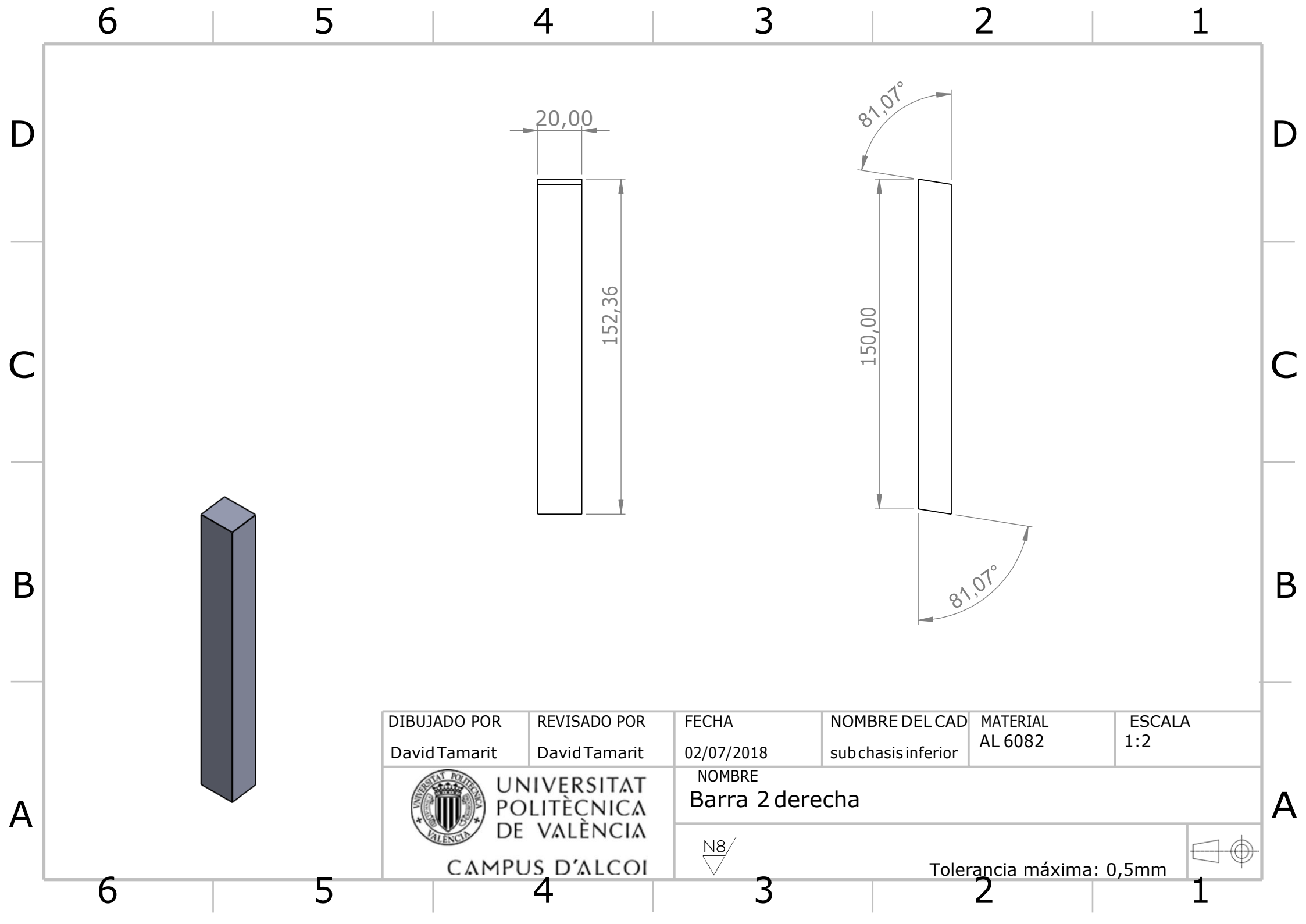
A



Pieza simétrica de Barra 1 derecha

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis inferior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 1 izquierda			

6 5 4 3 2 1



6 5 4 3 2 1

D

D

C

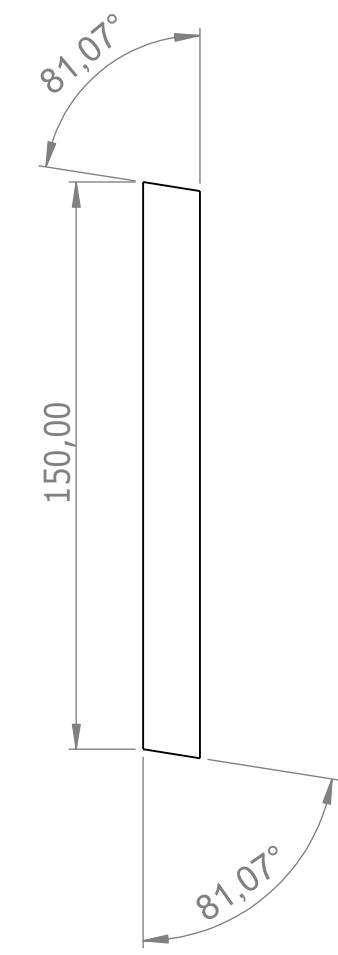
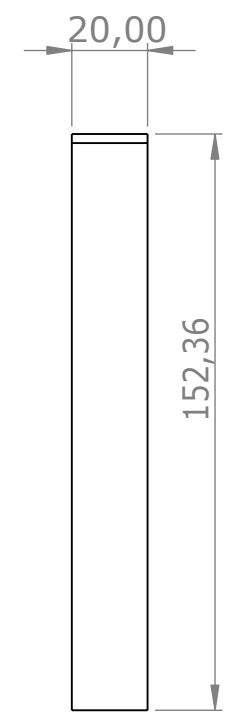
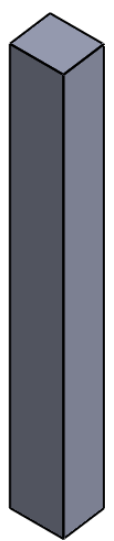
C



B

B

A

A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasisinferior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 2 derecha			 Tolerancia máxima: 0,5mm

6 5 4 3 2 1

6 5 4 3 2 1

D

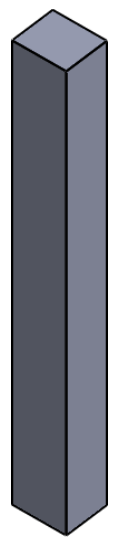
D

C

C

B

B


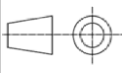


Pieza simétrica de Barra 2 derecha

A

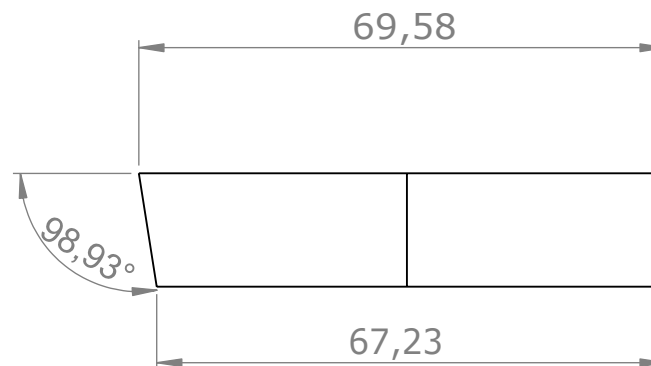
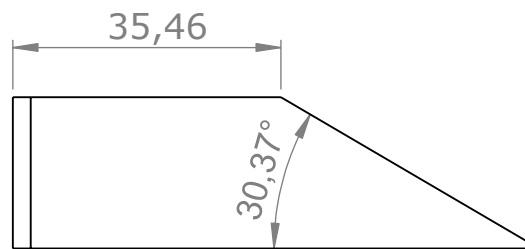
A

6 5 4 3 2 1

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasisinferior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 2 izquierda			

D

D

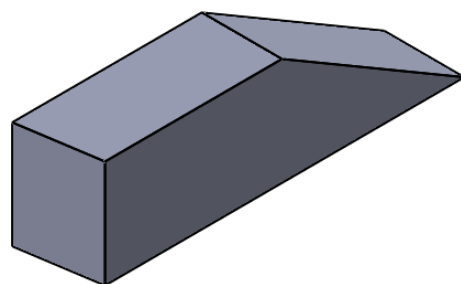


C

C

B

B



A

A

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis inferior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	--------------------------------------	---------------------	---------------



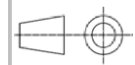
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

NOMBRE Barra 3 derecha



Tolerancia máxima: 0,5mm



6

5

4

3

2

1

6 5 4 3 2 1

D

D

C

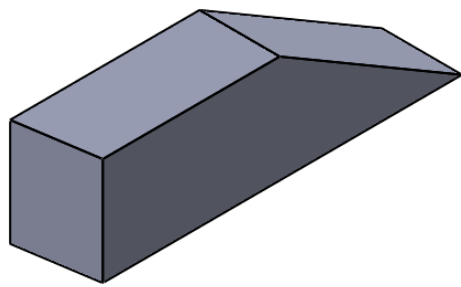
C

B


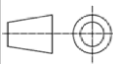
B

A

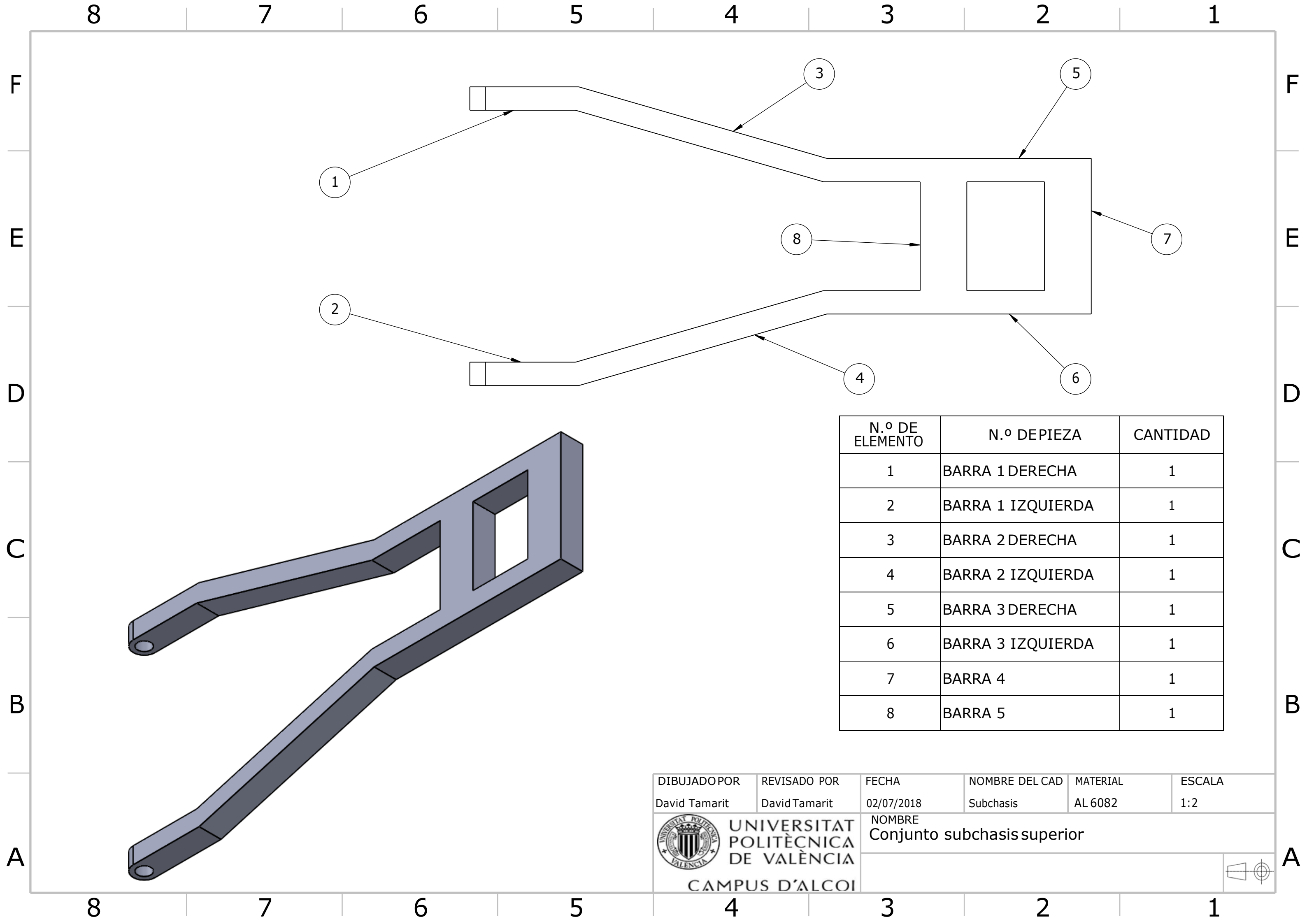
A




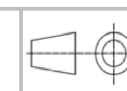
Pieza simétrica de Barra 4 derecha

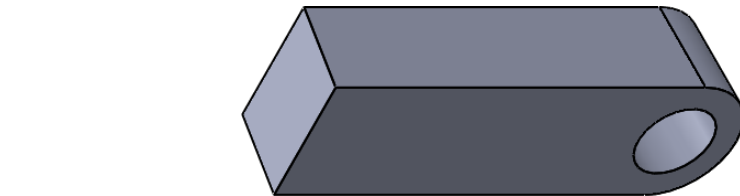
DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasisinferior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 4 izquierda			
					

6 5 4 3 2 1


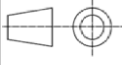


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	BARRA 1 DERECHA	1
2	BARRA 1 IZQUIERDA	1
3	BARRA 2 DERECHA	1
4	BARRA 2 IZQUIERDA	1
5	BARRA 3 DERECHA	1
6	BARRA 3 IZQUIERDA	1
7	BARRA 4	1
8	BARRA 5	1

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Subchasis	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Conjunto subchasis superior			





Pieza simétrica de Barra 1 derecha de suchasis inferior

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 1 derecha			

Pieza simétrica de Barra 1 derecha de suchasis inferior



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 1 izquierda			
					

D

D

C

C

B

B

A

A

6

5

4

3

2

1

6

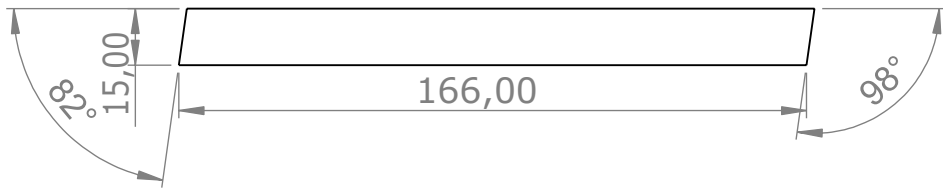
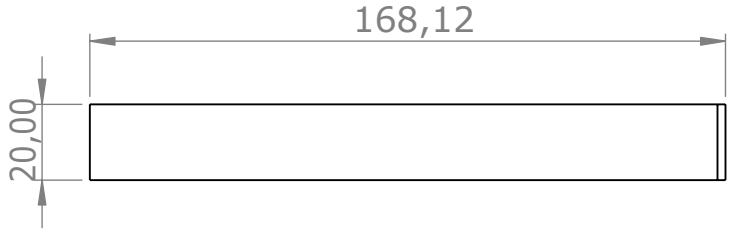
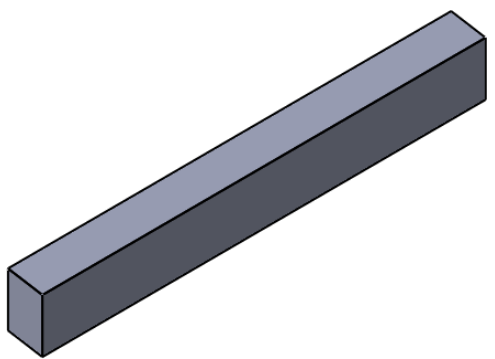
5


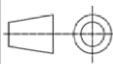

4

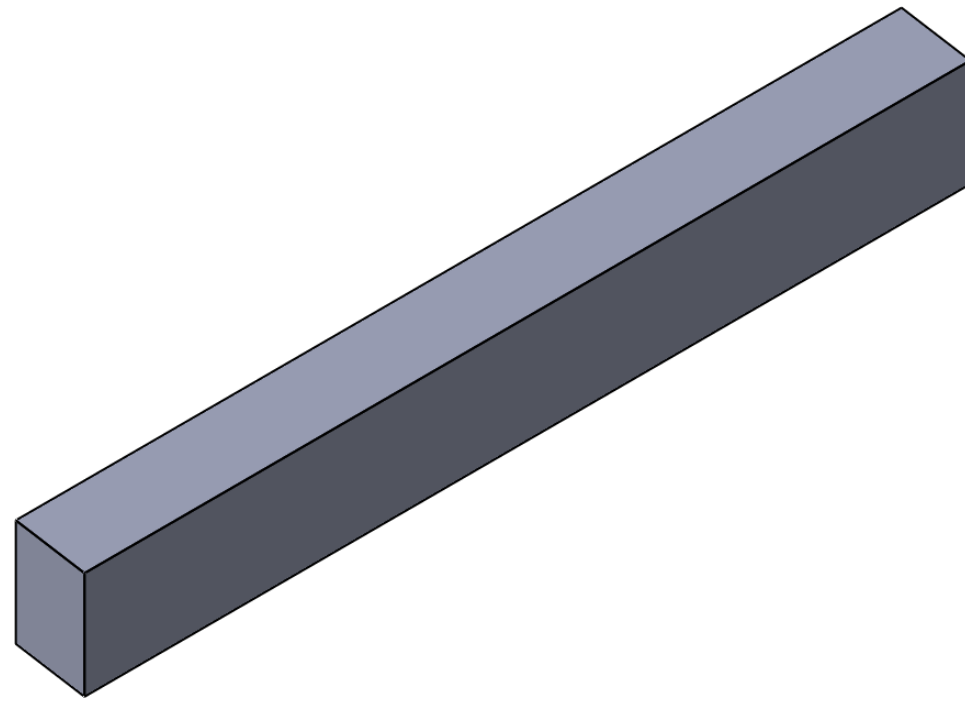
3

2


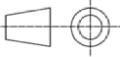
1

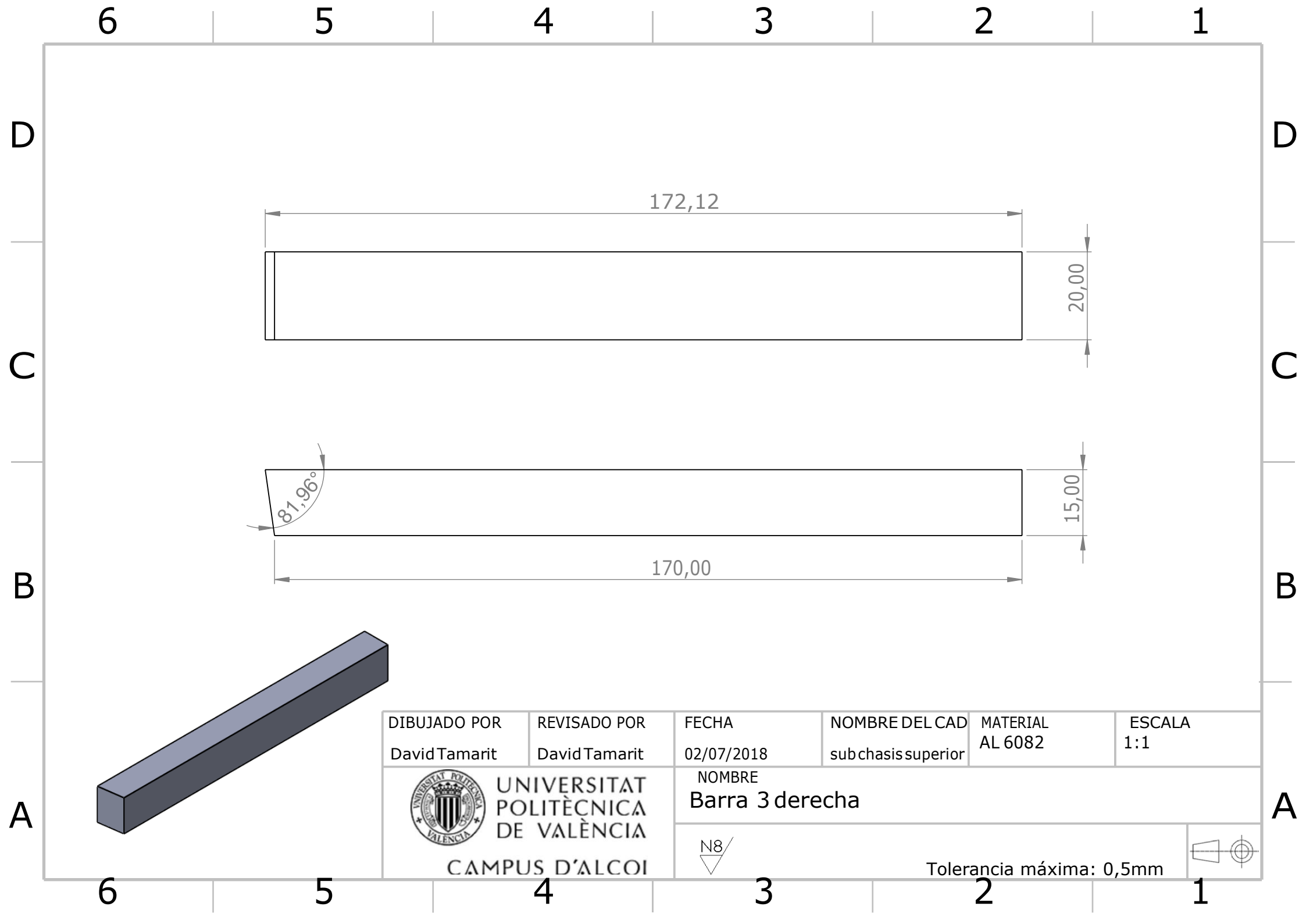


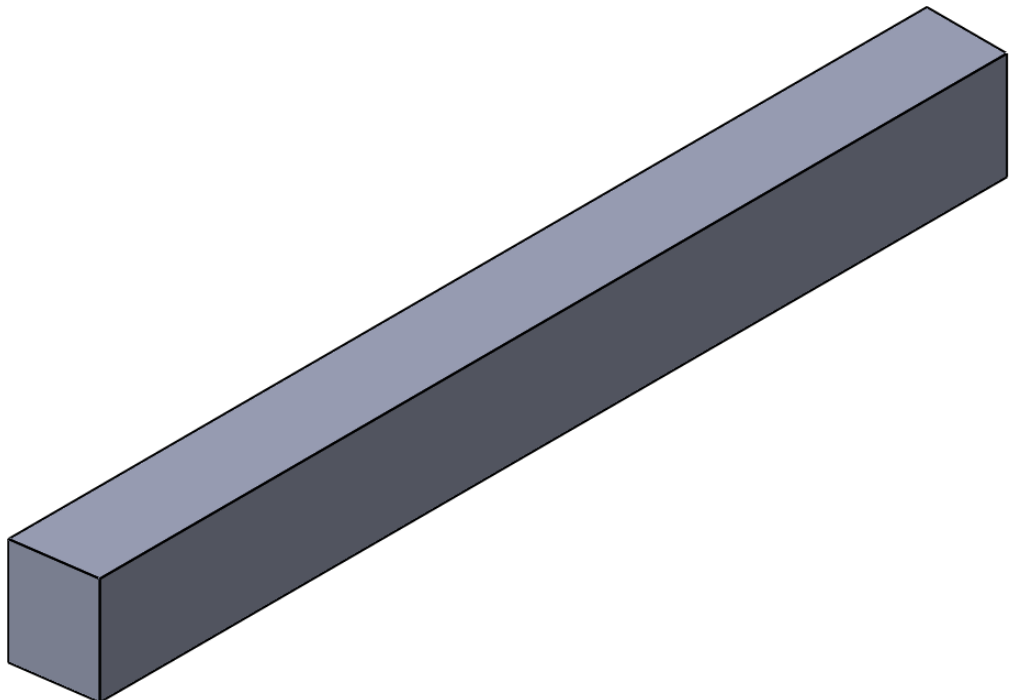
DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 2 derecha			
			Tolerancia máxima: 0,5mm		




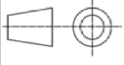
Pieza simétrica de barra 2 derecha

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 2 izquierda			





Pieza simétrica de barra 3 izquierda

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 3 izquierda			

6 5 4 3 2 1

D

D

C

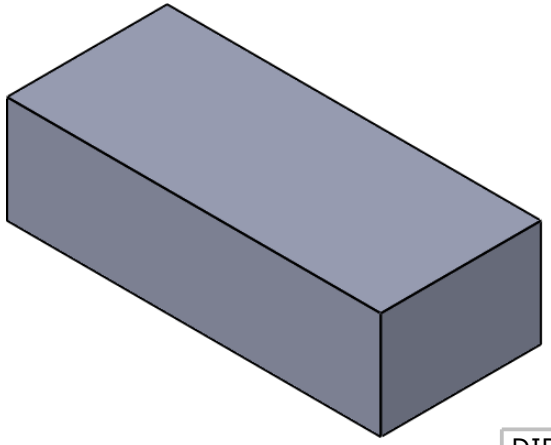
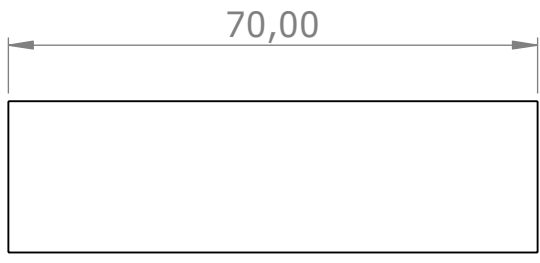
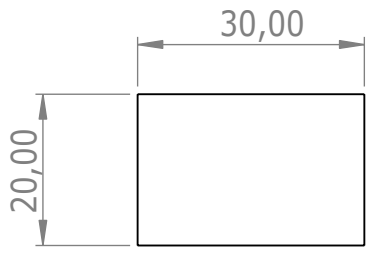
C


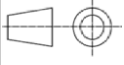

B

B

A

A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 4			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8			

6 5 4 3 2 1

6 5 4 3 2 1

D

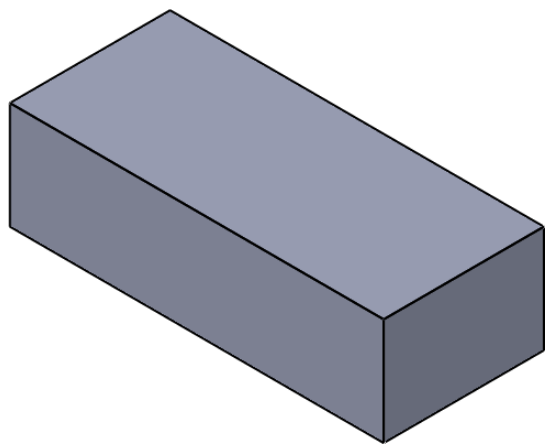
D

C

C

B

B


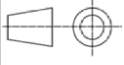


Pieza simétrica de Barra 4

A

A

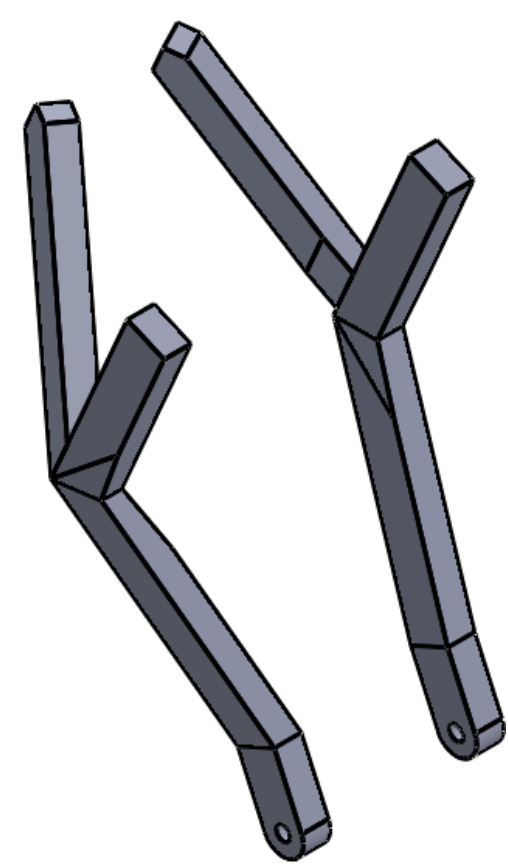
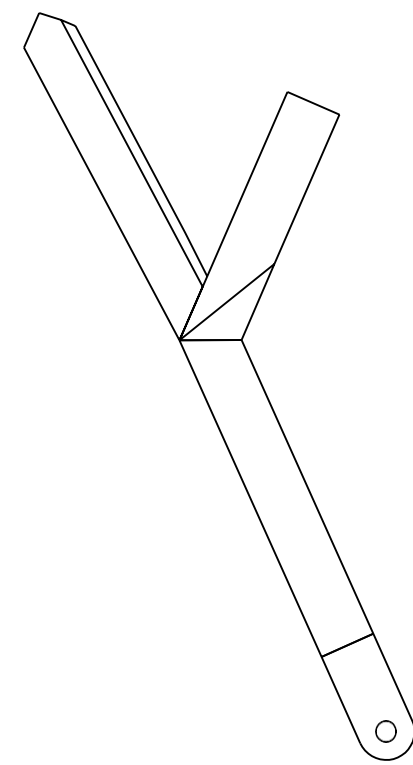
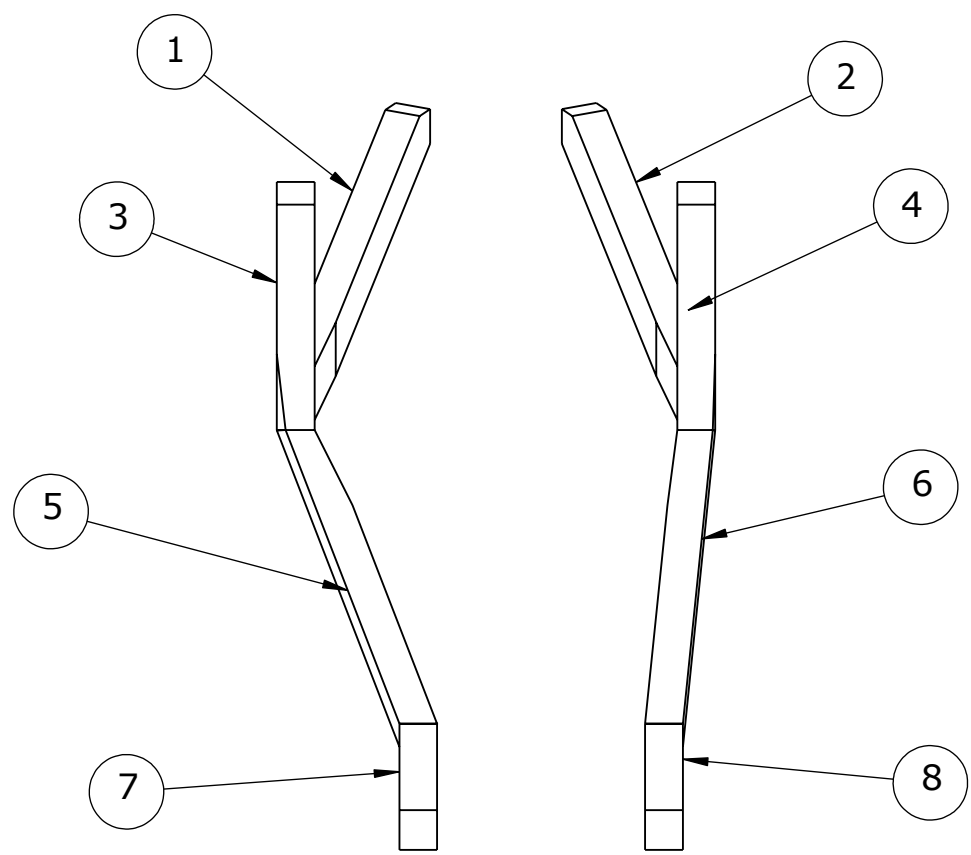
6 5 4 3 2 1

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD subchasis superior	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 5			


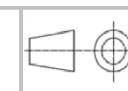
8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

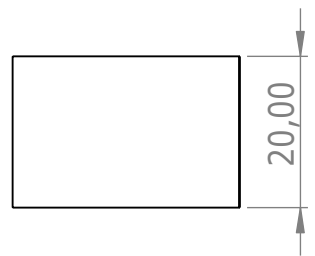
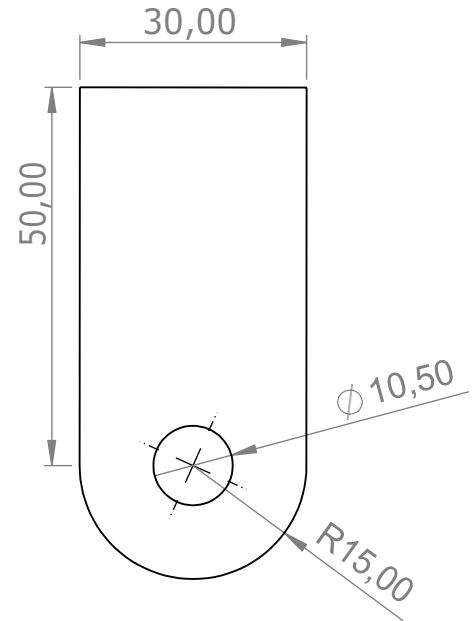
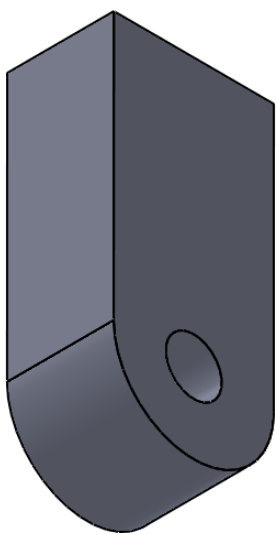
F
E
D
C
B
A


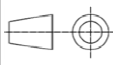



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	BARRA 1 IZQUIERDA	1
2	BARRA 1 DERECHA	1
3	BARRA 2 IZQUIERDA	1
4	BARRA 2 DERECHA	1
5	BARRA 3 IZQUIERDA	1
6	BARRA 3 DERECHA	1
7	ANCLAJE MOTOR IZQUIERDO	1
8	ANCLAJE MOTOR DERECHO	1

DIBUJADOR POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:3
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Cuna motor			
					

8 7 6 5 4 3 2 1



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL	ESCALA
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Anclaje motor izquierdo			 Tolerancia máxima: 0,5mm
					

6 5 4 3 2 1

D

D

C

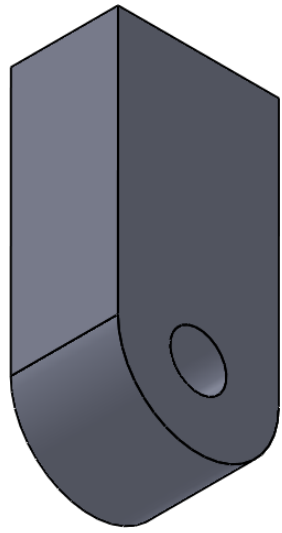
C

B


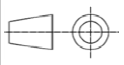
B

A

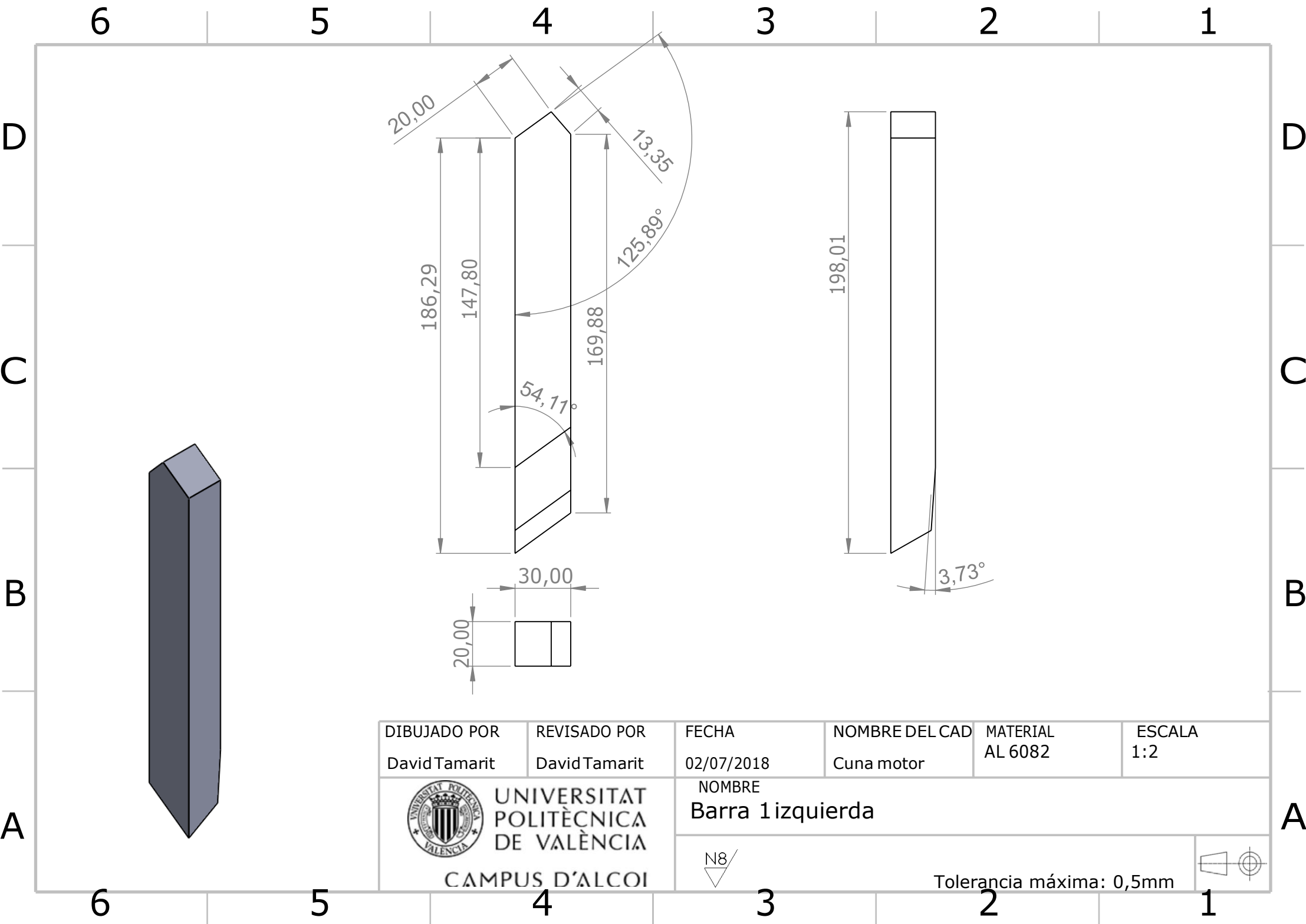
A

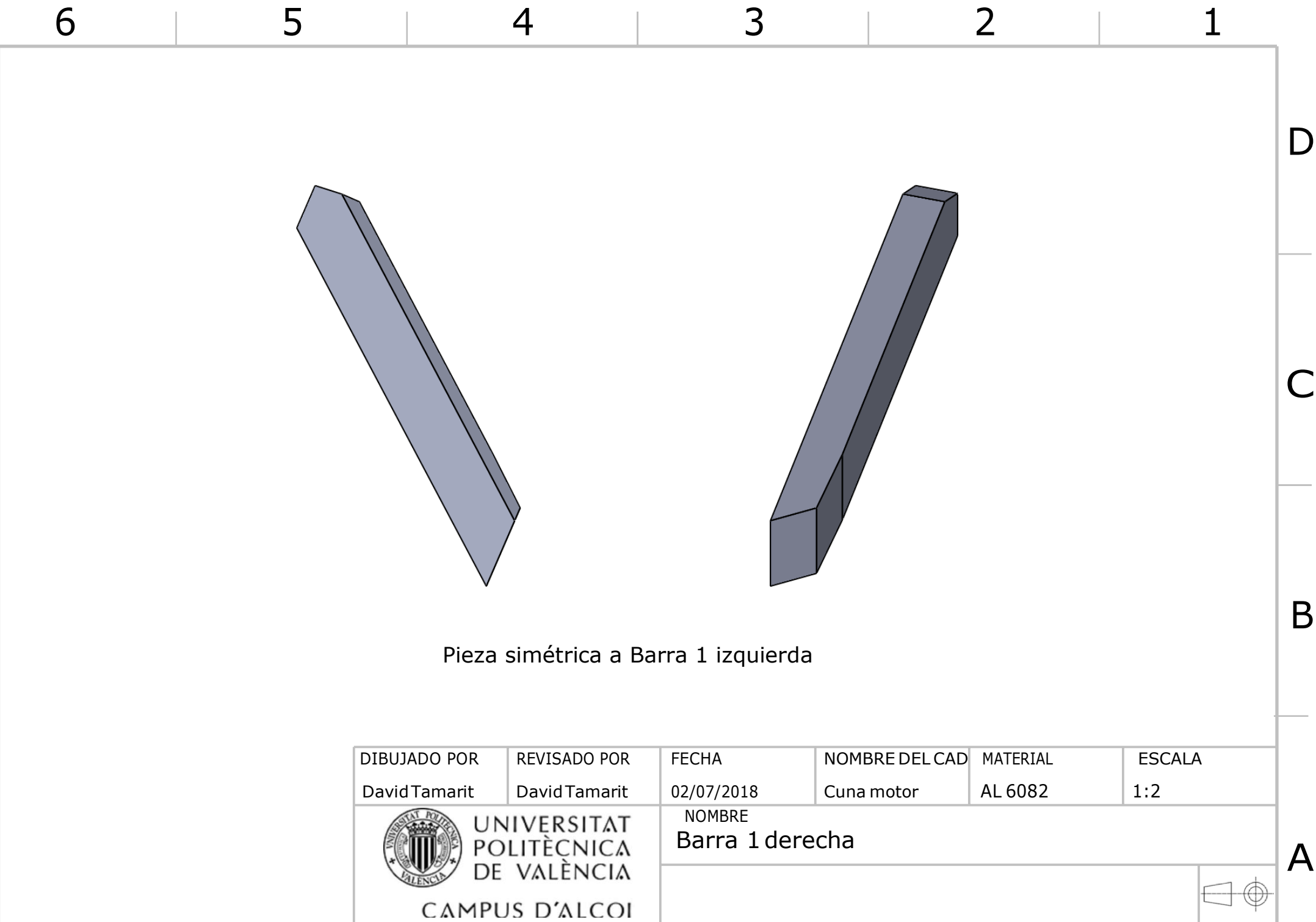


Pieza simétrica a anclaje motor derecho


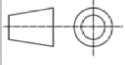
DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:1
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Anclaje motor izquierdo			
					

6 5 4 3 2 1





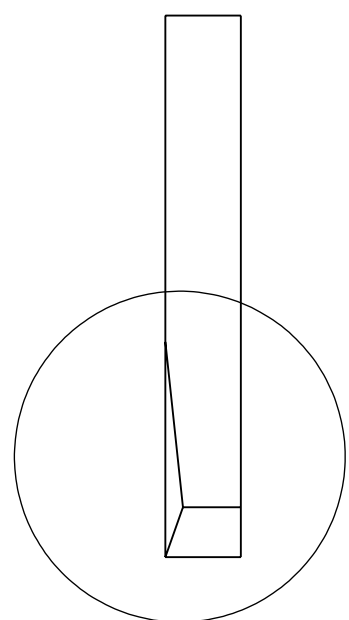
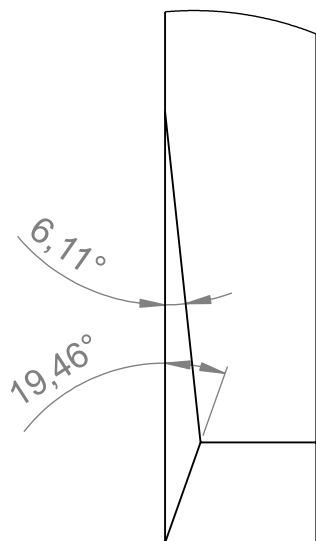
Pieza simétrica a Barra 1 izquierda

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 1 derecha			

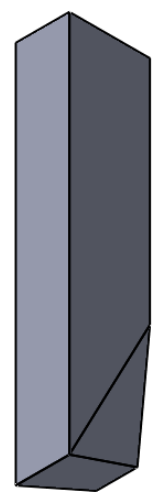
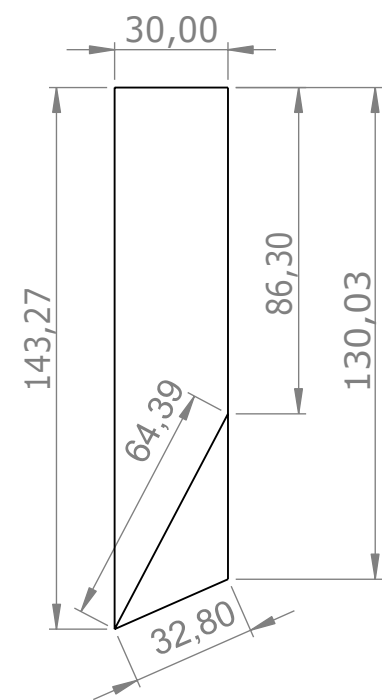
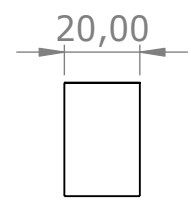
6 5 4 3 2 1


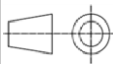

DETALLE A

ESCALA 1 : 1



A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 2 izquierda			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8			

6 5 4 3 2 1

D

D

C

C

B

B

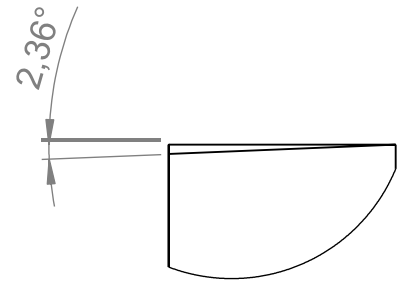
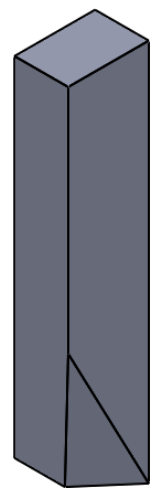
A

A

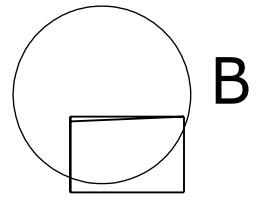
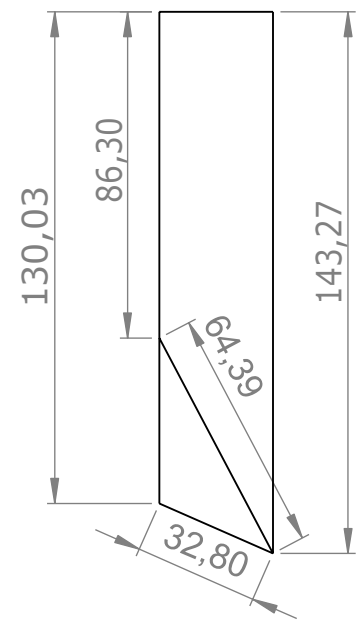
6 5 4 3 2 1

D
C
B
A

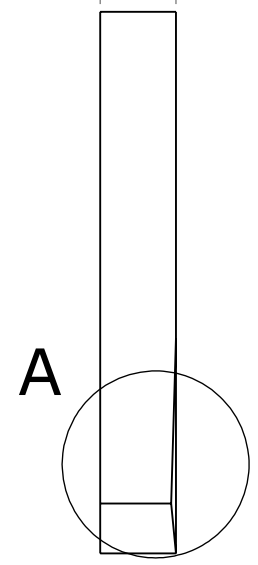
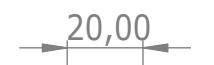
D
C
B
A



DETALLE B
ESCALA 1 : 1

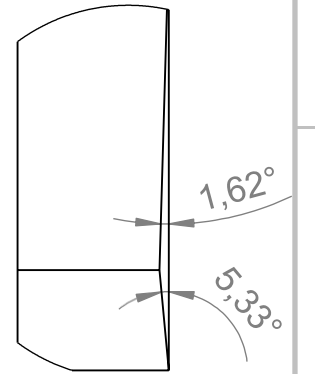



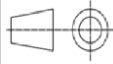

B



A

DETALLE A
ESCALA 1 : 1

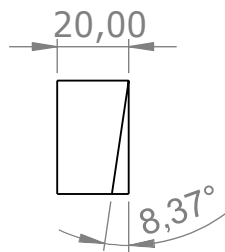
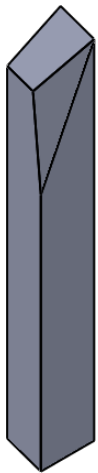
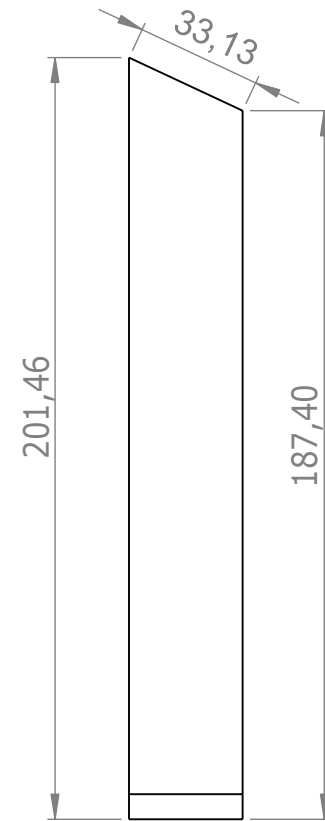
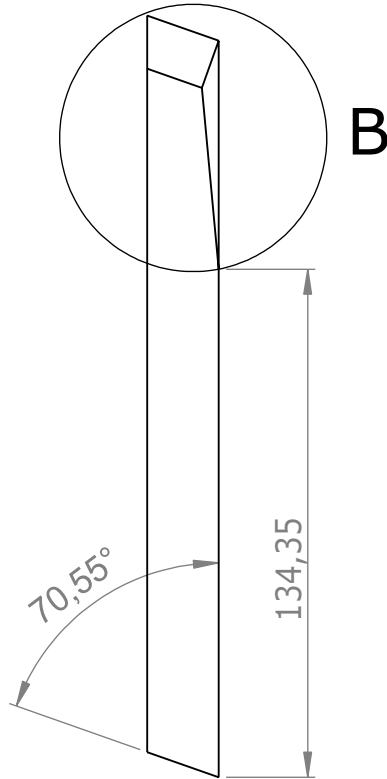
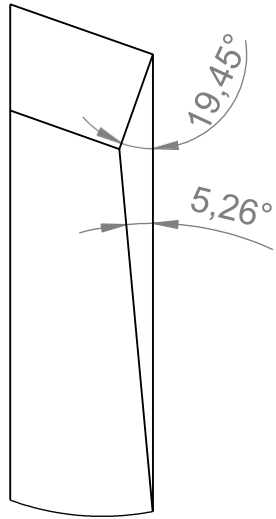



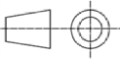
DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 2 derecha			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8			

6 5 4 3 2 1

DETALLE B

ESCALA 1 : 1



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Barra 3 izquierda			
		N8 Tolerancia máxima: 0,5mm			

6 5 4 3 2 1

D

D

C

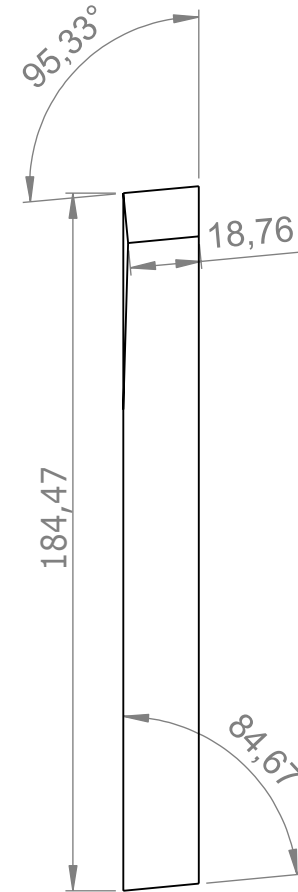
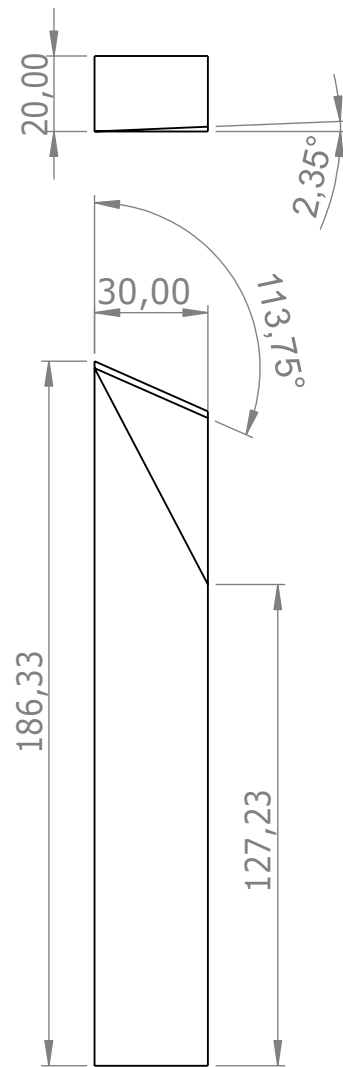
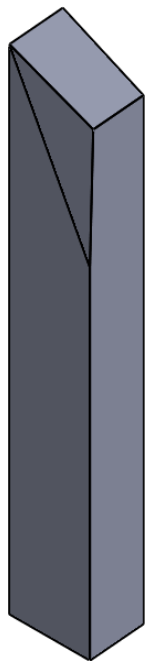
C

B

B

A

A



DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Cuna motor	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
-------------------------------	-------------------------------	---------------------	------------------------------	---------------------	---------------



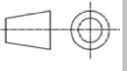
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

NOMBRE Barra 3 derecha



Tolerancia máxima: 0,5mm



6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

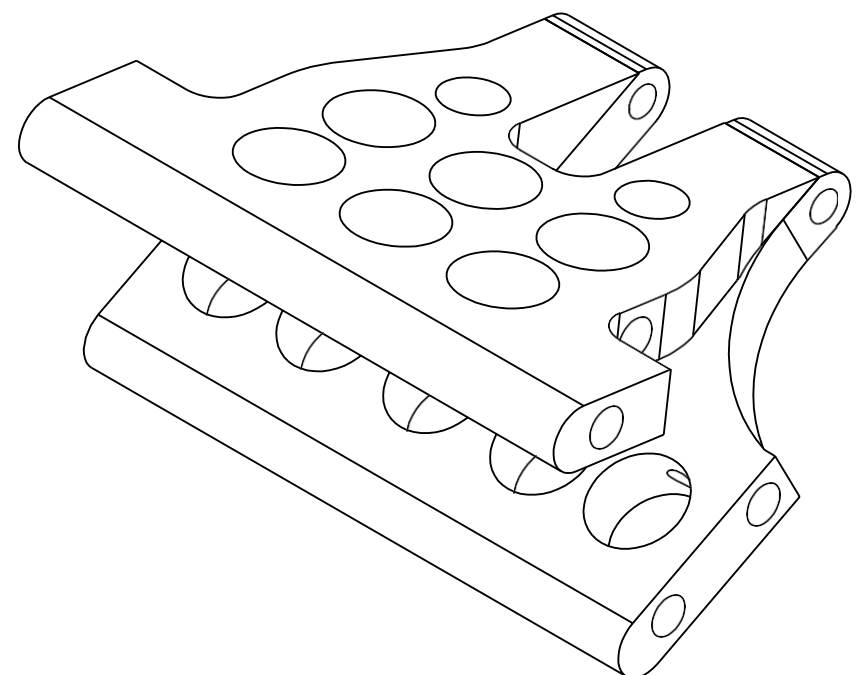
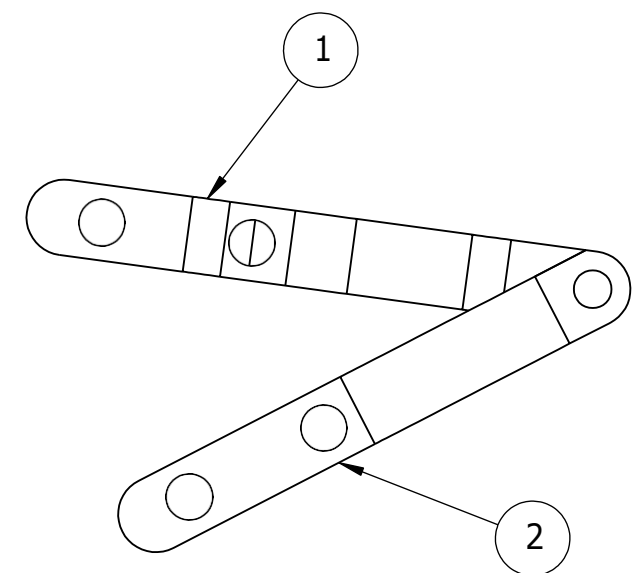
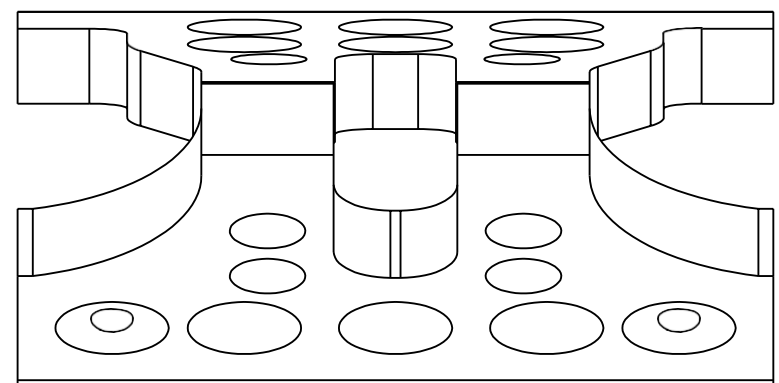
C

B



B

A

A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	SOPORTE-SUP-AMORTIGUADOR	1
2	SOPORTE-INF-AMORTIGUADOR	1

DIBUJADOPOR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD Soporte amortiguador	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Conjunto soporte amortiguador			
					

8 7 6 5 4 3 2 1

6

5

4

3

2

1

D

D

C

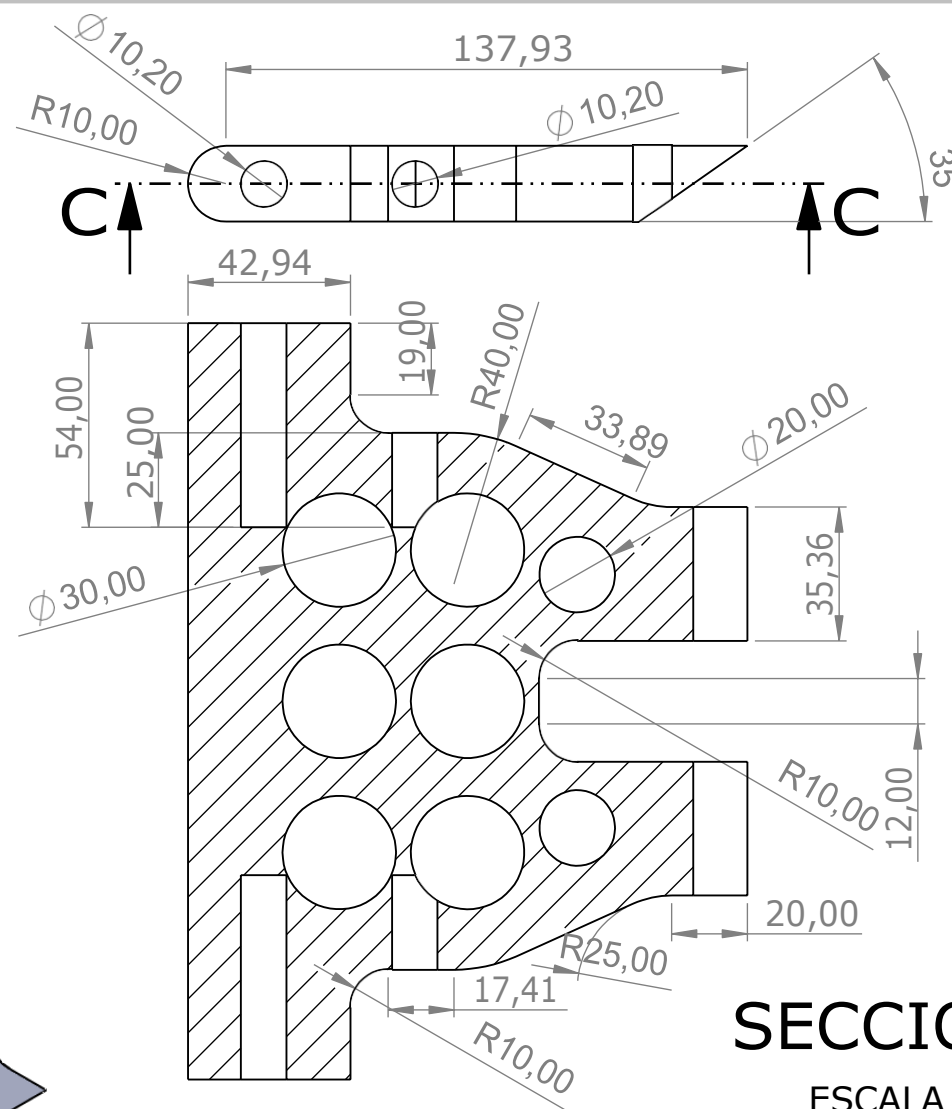
C

B

B

A

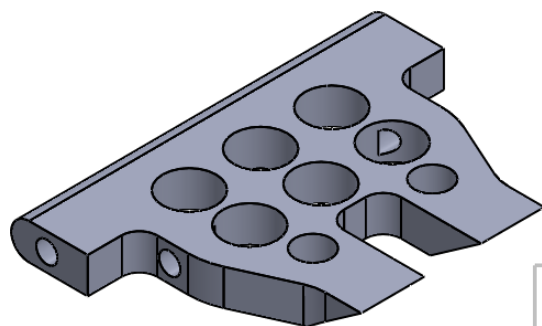
A






Los taladros situados en esta pieza se realizaran para colocar unos tornillos M12X56

SECCIÓN C-C

ESCALA 1 : 2



DIBUJADO POR	REVISADO POR	FECHA	NOMBRE DEL CAD	MATERIAL	ESCALA
David Tamarit	David Tamarit	02/07/2018	chasis	AL 6082	1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Soport amortiguador superior Soport amortiguador superior			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		N8/ 			

6

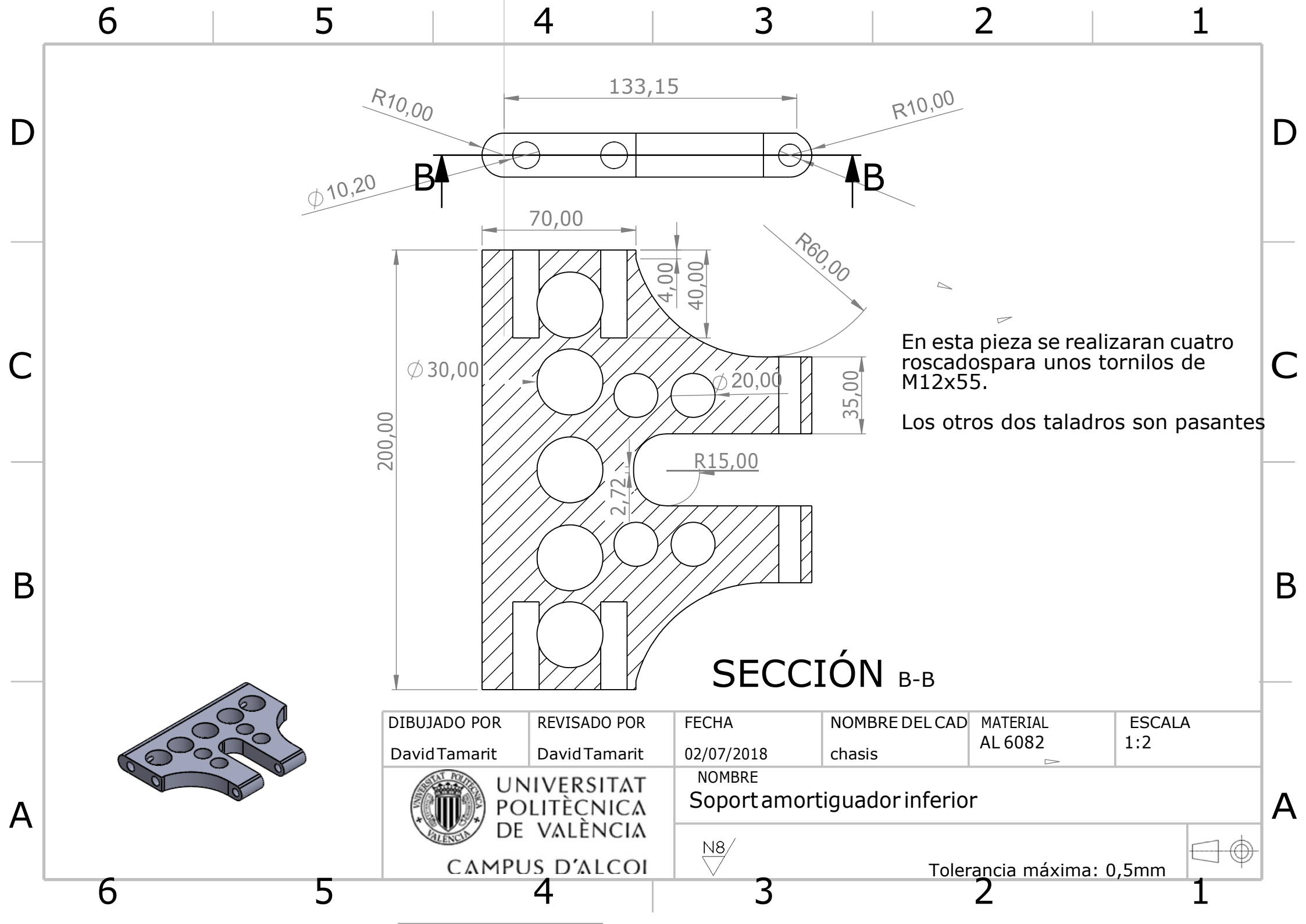
5

4

3


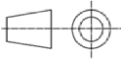

2

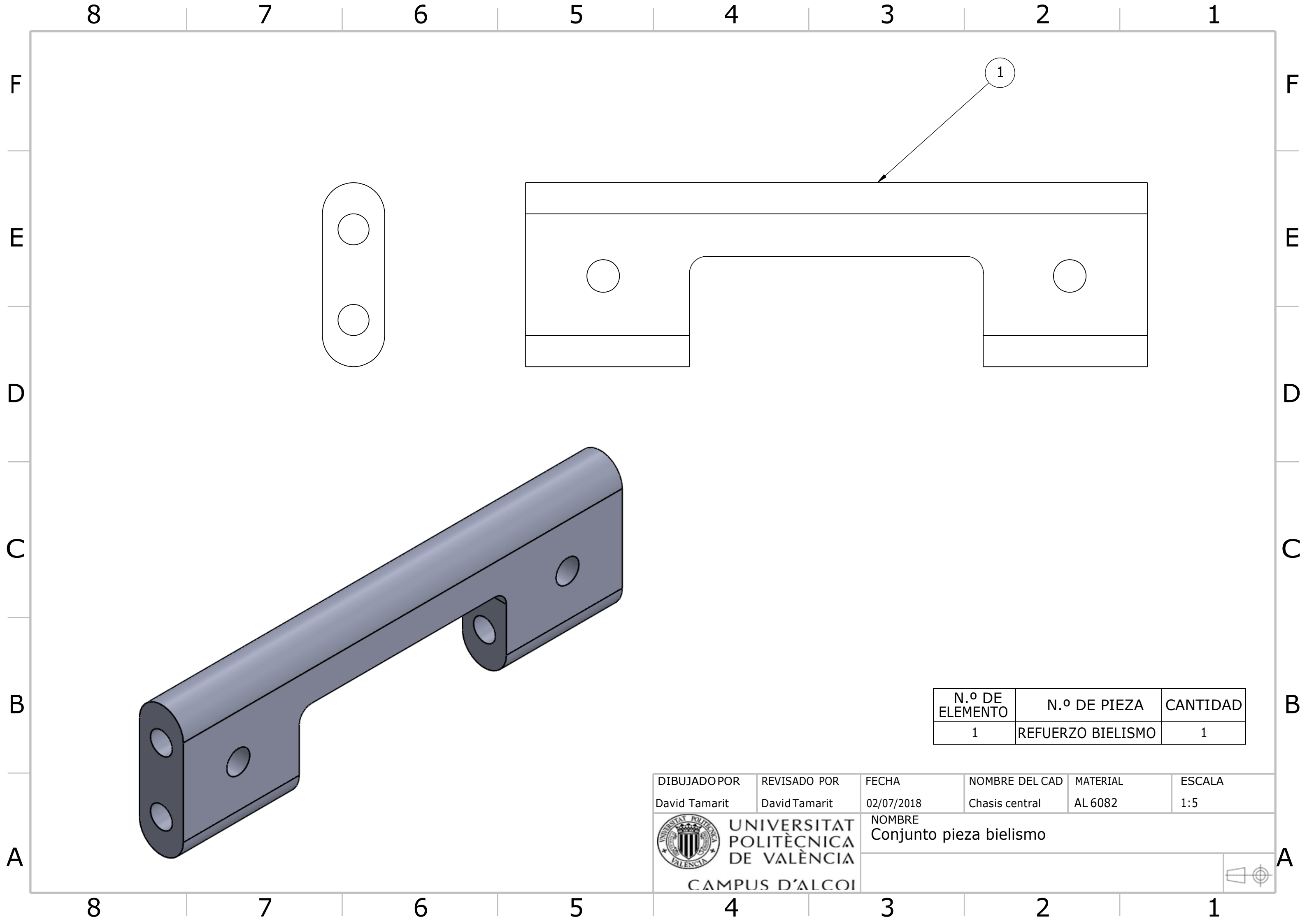
1



En esta pieza se realizaran cuatro roscados para unos tornillos de M12x55.
 Los otros dos taladros son pasantes



SECCIÓN B-B

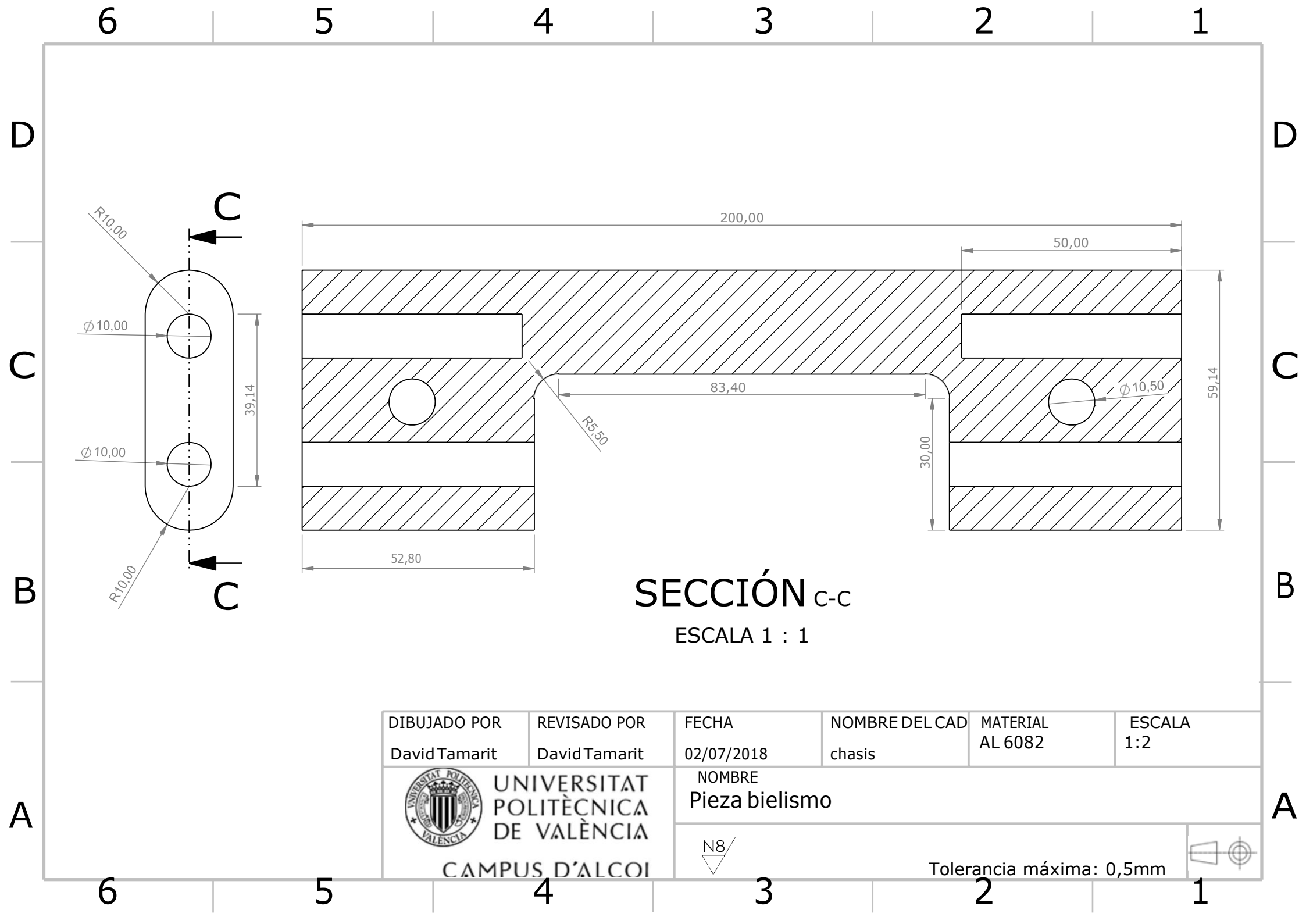
DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD chasis	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Soport amortiguador inferior			
		 Tolerancia máxima: 0,5mm			



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	REFUERZO BIELISMO	1




DIBUJADOR POR	REVISADO POR	FECHA	NOMBRE DEL CAD	MATERIAL	ESCALA
David Tamarit	David Tamarit	02/07/2018	Chasis central	AL 6082	1:5

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI	NOMBRE Conjunto pieza bielismo	
		



SECCIÓN C-C

ESCALA 1 : 1

DIBUJADO POR David Tamarit	REVISADO POR David Tamarit	FECHA 02/07/2018	NOMBRE DEL CAD chasis	MATERIAL AL 6082	ESCALA 1:2
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		NOMBRE Pieza bielismo			 Tolerancia máxima: 0,5mm
		 N8			

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI

Anejos

Trabajo Final de Grado
Grado en Ingeniería Mecánica

Autor: David Tamarit Caudeli

Tutor: Miguel Jorge Reig Perez

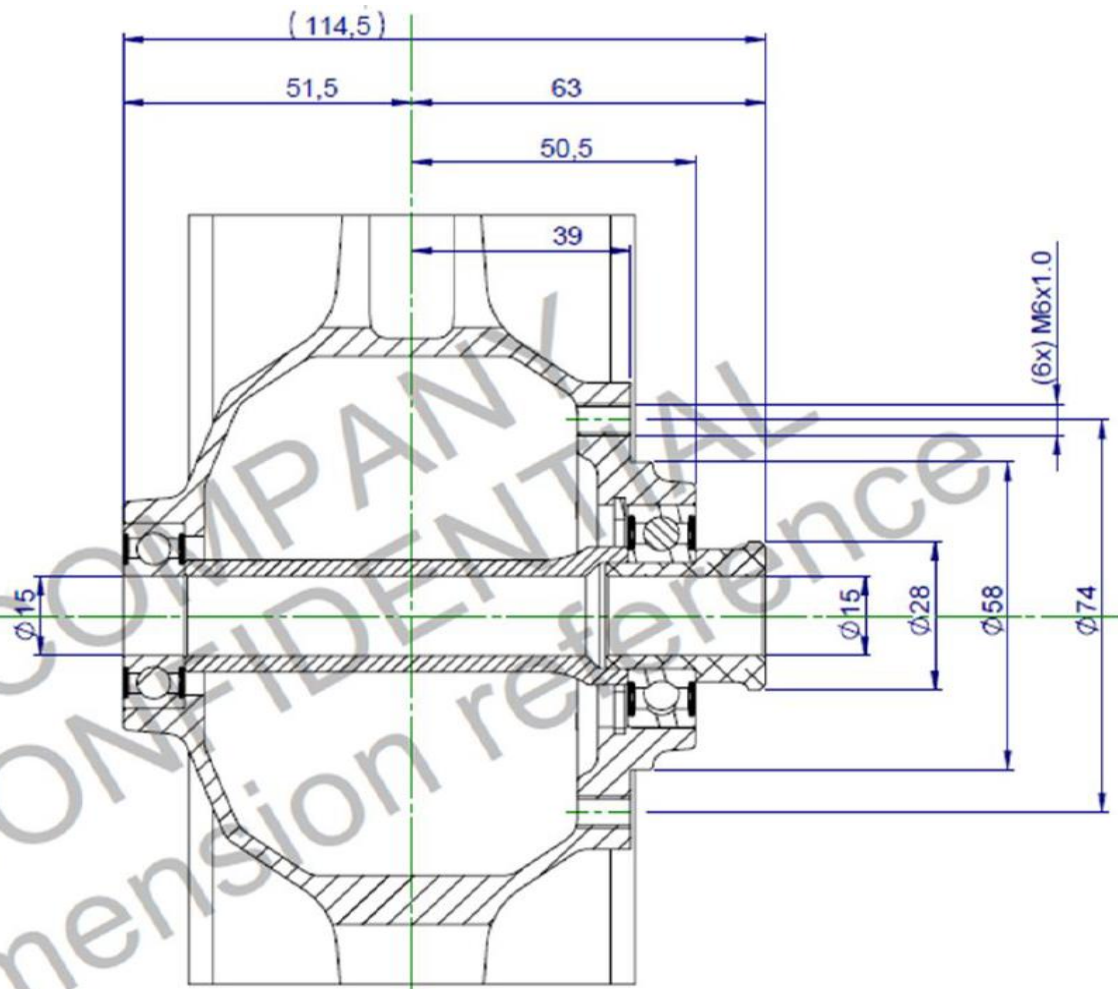
Curso académico: 2017-2018

Anejos

ANEJO 1- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA LLANTAS	2
ANEJO 2 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA NEUMÁTICOS.....	5
ANEJO 3 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA SUSPENSIÓN	6
ANEJO 4 – DOCUMENTACIÓN TÉCNICA MATERIAL	8

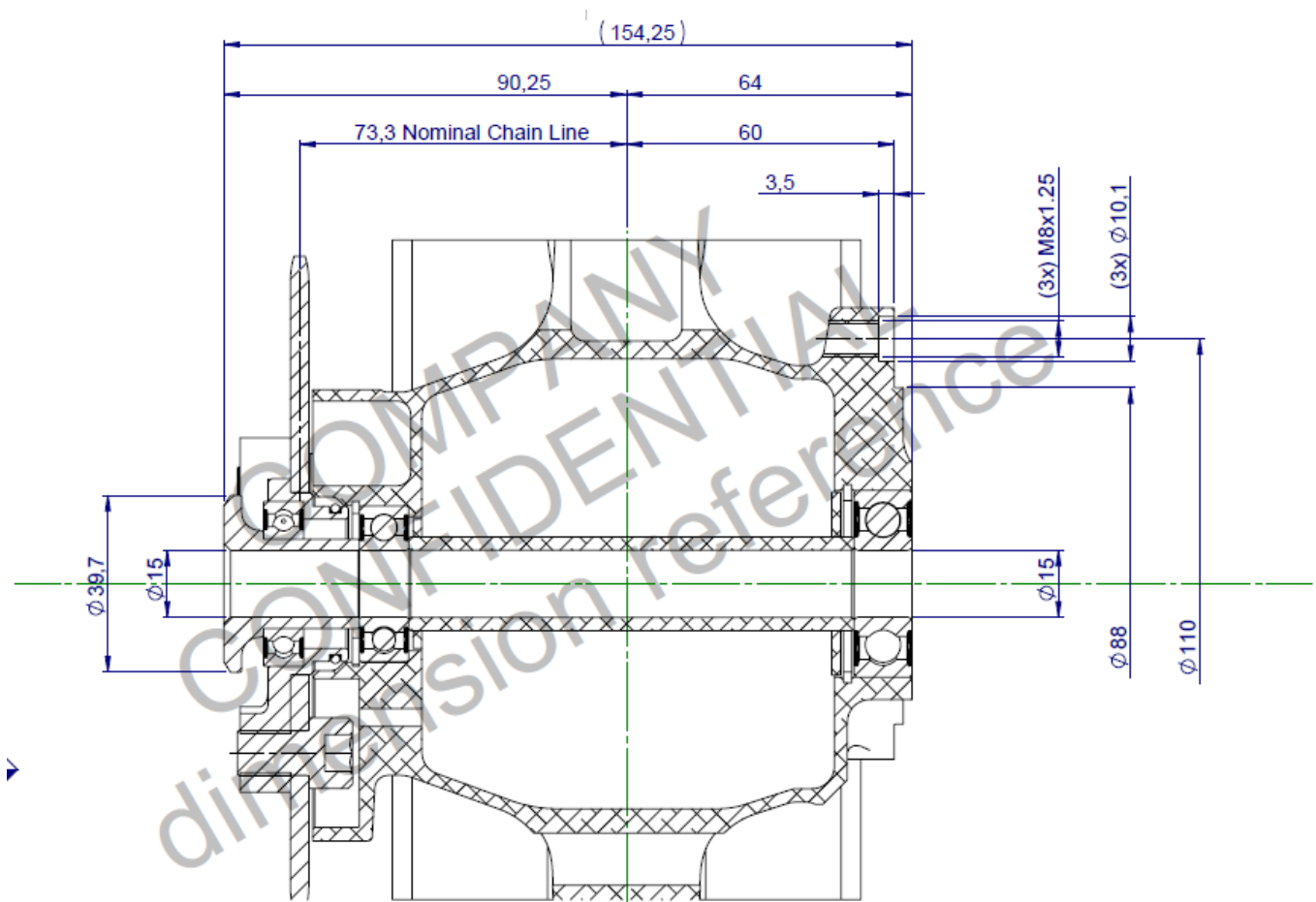
Anejo 1- Documentación técnica llantas

Llanta delantera



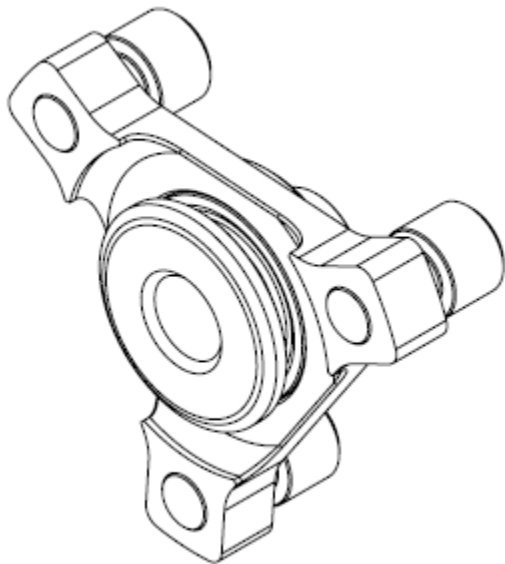
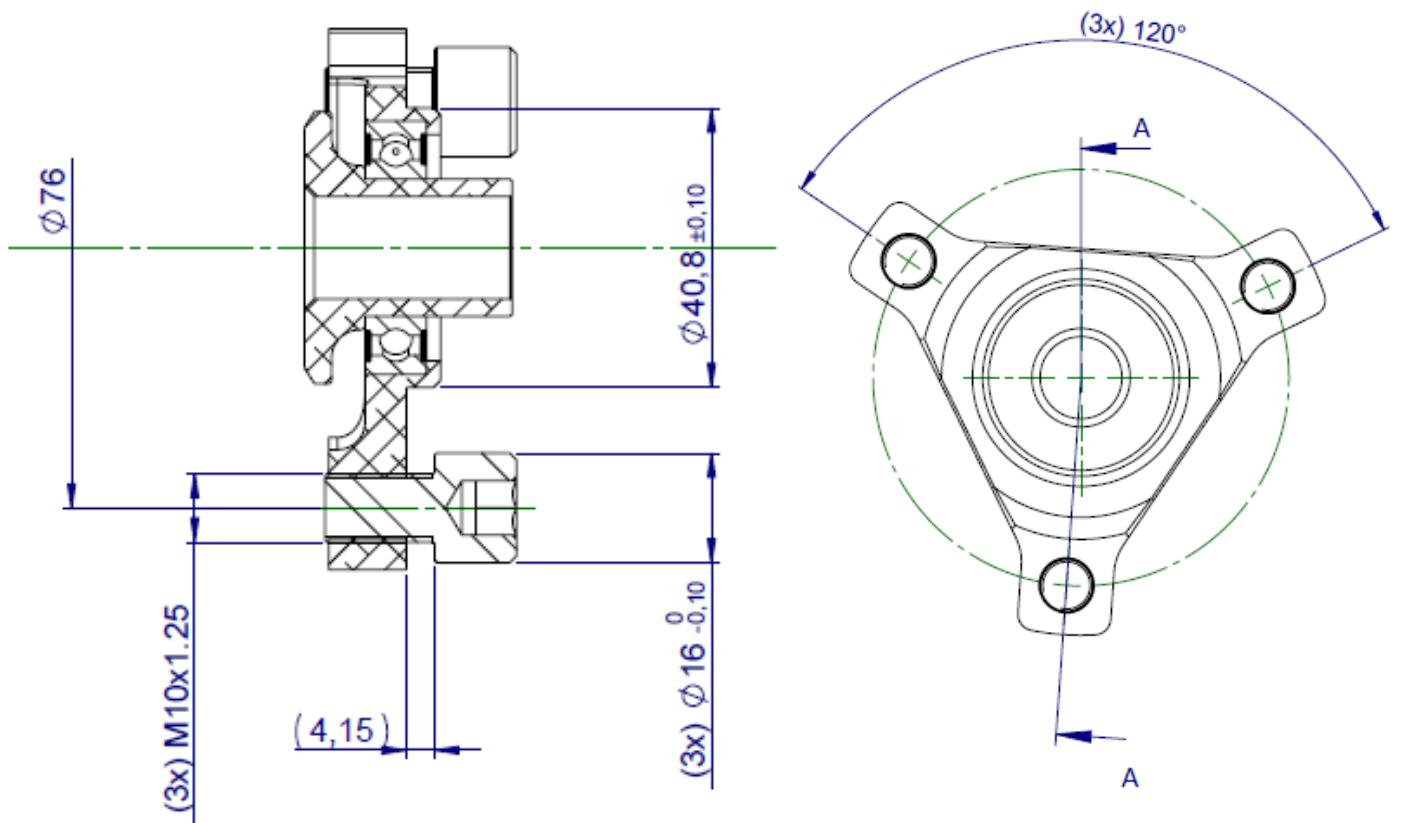
Llanta delantera	
Material	Aluminio forjado
Peso	2,15 Kg

Llanta trasera



Llanta trasera	
Material	Aluminio forjado
Peso	3,05 Kg

Porta corona



Llanta trasera	
Peso	0,154 Kg

Anejo 2 – Documentación técnica neumáticos

Rueda delantera

SIZE	MODEL	RIM SIZE	WIDTH	Ø CENTER	Ø SHOULDER	WEIGHT	COLD PRESSURE	HOT / WORK PRESSURE	WARMERS (RECOMMENDED)	COMPOUNDS
95/70R17	KR149	2,5"	88 mm	576 mm	509 mm	2.73 Kg	1.7 – 1.8 bar	2.0 – 2.3 bar	80°C 1 HOUR BEFORE	M

Rueda trasera

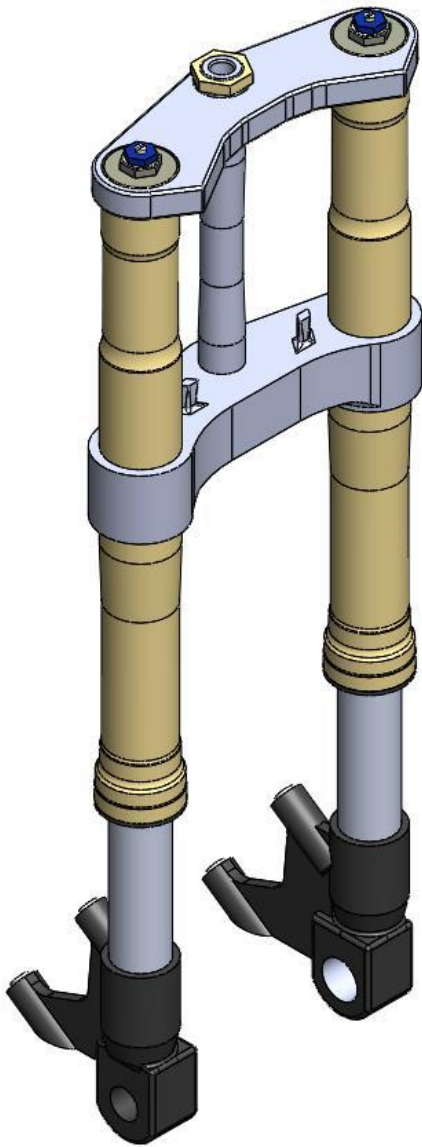
SIZE	MODEL	RIM SIZE	WIDTH	Ø CENTER	Ø SHOULDER	WEIGHT	COLD PRESSURE	HOT / WORK PRESSURE	WARMERS (RECOMMENDED)	COMPOUNDS
115/70R17	KR133	3,5"	115,1 mm	601,3 mm	512 mm	3.9 Kg	1.8 – 1.9 bar	2.1 – 2.5 bar	80°C 1 HOUR BEFORE	C

Dunlop MotorSport es el suministrador oficial de neumáticos de la V edición de la competición internacional de motostudent 2017-2018. Todos los equipos registrados recibirán un conjunto de neumáticos "slick" para montar en los prototipos.



Anejo 3 – Documentación técnica suspensión

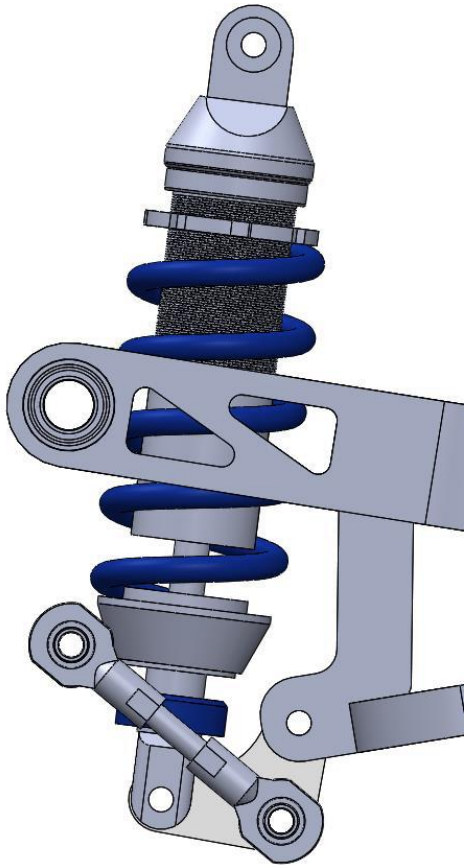
Horquilla



FICHA TÉCNICA

- Fabricante: Showa
- Ángulo de lanzamiento: 23°
- Offset: 30 mm
- Diámetro barras: 41 mm
- Diámetro botellas: 50/53
- Recorrido: 120 mm
- Regulaciones: Precarga de muelle, compresión y extensión de hidráulico
- Muelles: 1 kg/mm
- Longitud total: 720 mm

Amortiguador trasero

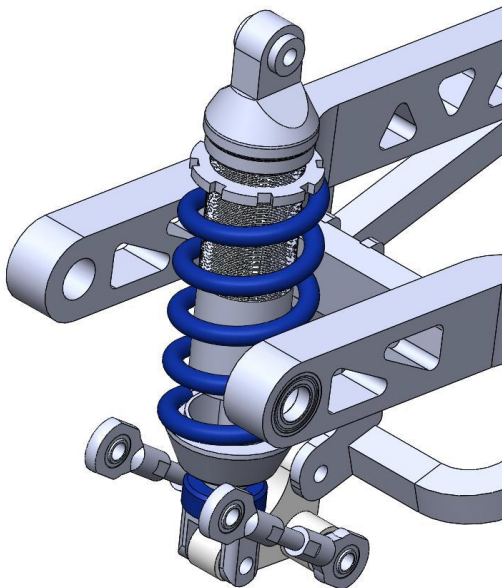


FICHA TÉCNICA AMORTIGUADOR

- Fabricante: FG Gubellini FQEEco
- Muelle: 13'5 kg/mm
- Vástago: 14 mm
- Regulaciones: Precarga de muelle y extensión de hidráulico

FICHA TÉCNICA SISTEMA DE BIELETAS

- Mecanismo Pro-Link
- Progresividad: 41%
- Motion Ratio: 2'82
- Bieletas regulables
- Espacio reducido





ALUMINIOS Aleaciones Aluminio - Magnesio - Silicio 6082

Composición química

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros	Otros
Mínimo	0,70			0,40	0,60				Cada	Total
Máximo	1,30	0,50	0,10	1,00	1,20	0,25	0,20	0,10	0,05	0,10

Equivalencias internacionales

Europa	USA	España	Francia	Alemania	G.B	Italia	Suecia	Suiza	Japón
E.N. 573	A.A.	U.N.E.	AFNOR	D.I.N.	B.S.	U.N.I.	S.I.S.	V.S.M.	J.I.S.
EN AW 6082	6082	38.348 L-3453	A-SGM0,7	ALMgSi1 3.3215	H30	3571 9006-P4	4212	ALMgSi1Mn	

Propiedades mecánicas de chapas Norma: EN 485-2 Aluminio EN AW-6082 [Al Si1MgMn]

Estado de tratamiento	Espesor nominal mm		R _m MPa		R _{p0,2} MPa		Alargamiento mín. %		Radio de doblado		Dureza HBS ¹⁾
	Mayor que	hasta	mín.	máx.	mín.	máx.	A _{50mm}	A	180°	90°	
O	≥0,4	1,5		150		85	14		1,0 t	0,5 t	40
	1,5	3,0		150		85	16		1,0 t	1,0 t	40
	3,0	6,0		150		85	18			1,5 t	40
	6,0	12,5		150		85	17			2,5 t	40
	12,5	25,0		155				16			40
T4, T451 ²⁾	≥0,4	1,5	205		110		12		3,0 t	1,5 t	58
	1,5	3,0	205		110		14		3,0 t	2,0 t	58
	3,0	6,0	205		110		15			3,0 t	58
	6,0	12,5	205		110		14			4,0 t	58
T451	12,5	40,0	205		110			13			58
	40,0	80,0	205		110			12			58
T42 ²⁾	≥0,4	1,5	205		95		12			1,5 t	57
	1,5	3,0	205		95		14			2,0 t	57
	3,0	6,0	205		95		15			3,0 t	57
	6,0	12,5	205		95		14			4,0 t	57
	12,5	40,0	205		95			13			57
	40,0	80,0	205		95			12			57
T6, T651, T62 ²⁾	≥0,4	1,5	310		260		6			2,5 t	94
	1,5	3,0	310		260		7			3,5 t	94
	3,0	6,0	310		260		10			4,5 t	94
	6,0	12,5	300		255		9			6,0 t	91
T651, T62	12,5	60,0	295		240			8			89
	60,0	100,0	295		240			7			89
	100,0	150,0	275		240			6			84
	150,0	175,0	275		230			4			83

1) Para información solamente

2) Se pueden obtener radios de doblado bastante inferiores inmediatamente después del temple.



ALUMINIOS Aleaciones Aluminio - Magnesio - Silicio 6082

Propiedades mecánicas

Norma: EN 755-2 Aleación: EN AW-6082 [Al Si1MgMn]

Barra extruida									
Estado de tratamiento	Medidas mm		R _m MPa		R _{p0,2} Mpa		A %	A _{50 mm} %	Dureza HB
	D ¹⁾	S ²⁾	mín.	máx.	mín.	máx.	mín	mín.	
O, H111	≤ 200	≤ 200	–	160	–	110	14	12	40
T4	≤ 200	≤ 200	205	–	110	–	14	12	60
T6	≤ 20	≤ 20	295	–	250	–	8	6	95
	20 < D ≤ 150	20 < S ≤ 150	310	–	260	–	8	–	95
	150 < D ≤ 200	150 < S ≤ 200	280	–	240	–	6	–	95
	200 < D ≤ 250	200 < S ≤ 250	270	–	200	–	6	–	90

Tubo extruido							
Estado de tratamiento	Medidas mm e ³⁾	R _m Mpa		R _{p0,2} Mpa		A %	A _{50 mm} %
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín	mín.
T6	≤ 5	290	–	250	–	8	6
	5 < e ≤ 25	310	–	260	–	10	8

Perfil extruido							
Estado de tratamiento	Medidas mm e ³⁾	R _m Mpa		R _{p0,2} Mpa		A %	A _{50 mm} %
		mín.	máx.	mín.	máx.	mín	mín.
Perfil hueco T5	≤ 5	270	–	230	–	8	6
T6	≤ 5	290	–	250	–	8	6
	5 < e ≤ 15	310	–	260	–	10	8

1) D = Diámetro de barras de sección circular.

2) S = Distancia entre caras para barras de sección cuadrada y hexagonal, espesor para barras de sección rectangular.

3) e = Espesor de la pared.

Propiedades físicas

Módulo elástico N/mm ²	Peso específico g/cm ³	Temperatura de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1/10 ⁶ K	Conductividad térmica W/mK	Resistividad eléctrica a 20°C - μΩ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
70.000	2,71	575-650	23,1	T4-167 T6-172	T4-4,1 T5-3,9	T4-42 T6-44	-0,83

Aptitudes tecnológicas

Soldadura	Comportamiento natural	Anodizado	Mecanización	Estado	
				Estado 0	Estado T6
A la llama	MB	De protección	Fragmentación de viruta	M	R
Al arco bajo gas argón	B	Decorativo	Brillo de superficie	R	MB
Por resistencia eléctrica	MB	Anodizado duro			
Bragado	B	En agua de mar			

Tratamientos térmicos

Intervalo de temperatura de forja: 350°-500°C.
Recocido total: 420°C, con enfriamiento lento hasta 250°C. Recocido contra acritud: 340°C

Productos

Barras, alambres, perfiles extruidos, tubos, chapas, planchas.

Observaciones y aplicaciones

Aleación similar a la 6061. Buenas características mecánicas en estado T6. Buena resistencia a la corrosión y aptitud para el anodizado tanto duro como de protección y buena soldadura al arco. Aplicaciones: elementos estructurales en general, industria naval y aeroespaciales, construcciones ferroviarias, moldes y piezas mecanizadas, etc.