

TREBALL FI DE GRAU  
Grau en Enginyeria Mecànica  
**ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE**



**Memòria**

**Autor:** Gerard Mingot Echeandia

**Director:** Jordi Ivern Cacho

**Convocatòria:** Maig 2019



# Índex de contingut general

- Memòria
- Plec de condicions
- Cost
- Plànols
- Annex A
- Annex B



## Resum

La creació de l'habitacle interior d'un vehicle comporta un gran repte en l'àmbit d'estudi, disseny i innovació més enllà del que es pot arribar a apreciar en els models reals. Forma part de l'objectiu d'aquest projecte, mostrar l'estudi previ a la fabricació d'un prototip, el perquè de les geometries dissenyades i les aportacions que representen aquestes en les diferents vessants de l'ergonomia.

El projecte presenta un estudi mitjançant les tècniques actuals, a partir de models digitals humans per a l'avaluació del posicionament i l'abast de la persona assentada per tal de dissenyar el seient, el volant, el quadre de comandaments, el panell d'instrumentació i el sistema de pedals per tal d'aconseguir la major comoditat, seguretat i funcionalitat fent part del conjunt, les noves tecnologies, com són les pantalles tàctils i hologràfiques, els panells d'instruments digitals, càmeres en comptes de retrovisors i els sistemes per veu, creant una sinergia entre la tecnologia digital i els comandaments analògics.

Si bé un projecte pot tenir un gran cost econòmic, el projecte ha estat creat amb intencions de proposar millores, corregir mancances i innovar sense un límit monetari.

## Resumen

La creación del habitáculo interior de un vehículo conlleva un gran reto a nivel de estudio, diseño e innovación más allá del que se puede apreciar en los modelos reales. Forma parte del objetivo de este proyecto, mostrar el estudio previo a la fabricación de un prototipo, el porqué de las geometrías diseñadas y las aportaciones que representan estas en las diferentes ramas de la ergonomía.

El proyecto presenta un estudio mediante las técnicas actuales, a partir de modelos digitales humanos para la evaluación del posicionamiento y el alcance de la persona sentada para el diseño del asiento, el volante, el cuadro de comandos, el panel de instrumentación y el sistema de pedales con el fin de conseguir la mayor comodidad, seguridad y funcionalidad haciendo parte del conjunto, las nuevas tecnologías, como son las pantallas táctiles y holográficas, los paneles de instrumentación digitales, cámaras en lugar de retrovisores y sistemas por control de voz, creando una sinergia entre tecnología digital y comandos analógicos.

Si bien el proyecto puede tener un gran coste económico, el proyecto ha sido creado con intención de proponer mejoras, corregir insuficiencias e innovar sin un límite monetario.



## **Abstract**

The creation of the interior of a vehicle cockpit brings a great challenge as an investigation, design and innovation beyond which can be seen on real models. It is part of the objective of this project to show the study of a prototype production, know the reason about the design geometries and the contributions that represents these designs in different branches of ergonomics.

The project presents a study developed with the current technics, based on digital human models to the position evaluation and the range of a person being sit to design the seat, the steering wheel, command panel, instrument panel and pedal systems to get more comfort, security and functionality using the new technologies as part of the assembly, as for example touch and holographic screens, digital instrument panels, cameras instead of side mirrors and voice control system, creating a synergy between digital technology and analogic commands.

While the project may have a huge economy cost, it has been created with the intention to propose improvements, correct inadequacies and innovate without a monetary limit.

# Índex

<b>ÍNDEX DE CONTINGUT GENERAL</b>	
<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>LLISTA DE FIGURES</b>	<b>7</b>
<b>1. PREFACI</b>	<b>14</b>
1.1. Origen del treball .....	14
1.2. Motivació .....	14
1.3. Requeriments previs .....	14
<b>2. NORMATIVES</b>	<b>16</b>
<b>3. INTRODUCCIÓ</b>	<b>17</b>
3.1. Objectius del treball .....	17
3.2. Abast del treball .....	17
<b>4. ESTAT DE L'ART</b>	<b>19</b>
4.1. Seient.....	19
Tipologia.....	20
4.2. Volant .....	22
Tipologia.....	22
4.3. Quadre de comandaments .....	24
4.4. Panell d'instruments .....	25
4.5. Sistema de pedals .....	26
4.6. Canvi de marxes .....	27
<b>5. GLOSSARI</b>	<b>30</b>
<b>6. ERGONOMIA DEL DISSENY</b>	<b>32</b>
6.1. L'ergonomia en vehicles .....	32
6.2. Estudi ergonòmic .....	33
Punts de l'estudi ergonòmic .....	33
Selecció d'objectius.....	33
Esbós previ del projecte.....	33

Selecció dels paràmetres .....	34
Estudi de posicionament .....	34
Estudi d'accessibilitat .....	36
Estudi d'adaptació i visibilitat .....	37
6.3. Premisses pel disseny .....	37
6.4. Premisses pel seient.....	38
6.5. Premisses pel volant .....	40
6.6. Premisses pel quadre de comandaments .....	41
6.7. Premisses pel sistema de pedals .....	43
<b>7.    DISSENY I AVALUACIÓ DEL SEIENT _____</b>	<b>45</b>
7.1. Parts del seient.....	47
Conjunt de fixació .....	48
Conjunt de la base.....	50
Conjunt del respallier .....	54
7.2. Selecció de materials .....	58
Estructura i mecanismes del seient .....	58
Carcasses protectores.....	61
Entapissats .....	63
<b>8.    DISSENY I AVALUACIÓ DEL VOLANT _____</b>	<b>66</b>
8.1. Parts del volant .....	67
Conjunt de la circumferència del volant.....	67
Radis i centre del volant.....	68
Regulació del volant.....	69
8.2. Selecció de materials .....	70
Estructura i mecanismes del volant i el mecanisme de regulació .....	70
Carcasses protectores.....	73
Entapissats .....	76
<b>9.    DISSENY I AVALUACIÓ DEL SISTEMA DE PEDALS _____</b>	<b>79</b>
9.1. Parts del volant .....	80
Pedal i accelerador.....	82
Pedal de fre .....	84
9.2. Selecció de materials .....	87
Estructura i mecanismes del sistema de pedals.....	87
Components electrònics .....	90
Carcasses de protecció i suports.....	93

<b>10. DISSENY I AVALUACIÓ DEL PANELL DE COMANDAMENTS I D'INSTRUMENTS</b>	<b>97</b>
10.1. Parts del panell de comandaments .....	97
10.2. Selecció de materials .....	99
Estructura .....	99
Components electrònics .....	101
Comandaments i elements de decoració .....	103
<b>11. VALIDACIÓ DEL DISSENY</b> _____	<b>106</b>
11.1. Avaluació dels moviments .....	106
11.2. Valoració de les dades .....	111
<b>12. CONCLUSIONS</b> _____	<b>112</b>
<b>13. BIBLIOGRAFIA</b> _____	<b>113</b>

## Llista de figures

<b>Figura 4.1.</b> Banqueta en la muntura d'un carruatge sense elements ergonòmics ni de seguretat.	19
<b>Figura 4.2.</b> Banqueta d'automòbil amb primitius elements ergonòmics i amb mancaça d'elements de seguretat.	20
<b>Figura 4.3.</b> Seient estàndard adaptat a l'anatomia humana i amb elements de regulació.	21
<b>Figura 4.4.</b> Baquet de competició amb estructura rígida adaptada a un únic pilot.	21
<b>Figura 4.5.</b> Semibaquet amb els mínims mecanismes de regulació per a ser adaptat a diverses anatomies	22
<b>Figura 4.6.</b> Volant llis sense empunyadures ni radis de circumferència variables	22
<b>Figura 4.7.</b> Volant circular amb entapissat i elements de control multimèdia	23
<b>Figura 4.8.</b> Volant circular retallat amb entapissat i elements de control multimèdia	23
<b>Figura 4.9.</b> Volant de papallona adaptat als controls utilitzats en el motorsport	24
<b>Figura 4.10.</b> Quadre de comandaments amb elements analògics	24
<b>Figura 4.11.</b> Quadre de comandaments amb elements digitals i interconnectats	25
<b>Figura 4.12.</b> Panell d'instruments a base de rellotges	25
<b>Figura 4.13.</b> Panell digital personalitzable amb diversos modes de visualització	26
<b>Figura 4.14.</b> Head up display capaç d'utilitzar la tecnologia hologràfica per mostrar informació.	26
<b>Figura 4.15.</b> Sistema de pedals amb accelerador de tipus taula.	27
<b>Figura 4.16.</b> Canvi de marxa de gran longitud	27
<b>Figura 4.17.</b> Canvi de marxa curt amb poka-yoke d'anella per la marxa enrere	28
<b>Figura 4.18.</b> Canvi de marxes automàtic.	28
<b>Figura 4.19.</b> Canvi seqüencial de marxes.	29
<b>Figura 4.20.</b> Canvi de marxes per botons amb poka-yoke per a la marxa enrere.	29

<b>Figura 6.1.</b> Menú de configuració del model humà per a l'estudi ergonòmic	34
<b>Figura 6.2.</b> Model geomètric humà posionat	35
<b>Figura 6.3.</b> Model humà avaluat a novell ergonòmic. En vermell es mostren les parts que no estan ben posionades en l'àmbit ergonòmic.	35
<b>Figura 6.4.</b> Taula que mostra quantitativament la comoditat de les extremitats.	36
<b>Figura 6.5.</b> Posicionament del model humà amb posicions predeterminades del software.	36
<b>Figura 6.6.</b> Abast del moviment permès creat a partir de les eines del mòdul d'ergonomia.	37
<b>Figura 6.7.</b> Model utilitzat com a referència dimensional. Renault Megane Sedán 2009.	38
<b>Figura 6.8.</b> Whiplash Protection System.	39
<b>Taula 6.9.</b> QDF per a les premisses del seient.	39
<b>Figura 6.10.</b> Indicador de cotxe en l'angle mort il·luminat en taronja. Model de la marca Toyota.	40
<b>Taula 6.11.</b> QDF per a les premisses del volant.	40
<b>Figura 6.12.</b> Sistema de retrovisors amb càmeres de l'Audi E-tron.	42
<b>Taula 6.13.</b> QDF per a les premisses del quadre de comandaments.	42
<b>Taula 6.14.</b> QDF per a les premisses del sistema de pedals.	43
<b>Figura 7.1.</b> Model complet del seient dissenyat a l'esquerra i situació de tensió dels cinturons a la dreta.	45
<b>Figura 7.2.</b> En verd les parts mòbils del seient i en vermell les fixes.	46
<b>Figura 7.3.</b> Estructura base de la carrosseria on es fixa el conjunt del seient.	47
<b>Figura 7.4.</b> Model seccionat de la base amb els mecanismes de regulació.	47
<b>Figura 7.5.</b> Model seccionat del respall amb els mecanismes de regulació.	48
<b>Figura 7.6.</b> Carril de fixació-desplaçament pel moviment d'avanç del seient.	49
<b>Figura 7.7.</b> Estructura base de la carrosseria.	50

<b>Figura 7.8.</b> Posició de cames i peus amb el model humà segut. _____	50
<b>Figura 7.9.</b> Pilar de desplaçament i estructura del mecanisme d'alçament del seient. _____	51
<b>Figura 7.10.</b> Mecanisme de regulació de l'altura. _____	52
<b>Figura 7.11.</b> Suport utilitzat per a la subjecció dels mecanismes de regulació de la base del seient.	52
<b>Figura 7.12.</b> Subjecció del desplaçament longitudinal. _____	53
<b>Figura 7.13.</b> Entapissat i carcasses de la base del seient. _____	54
<b>Figura 7.14.</b> Pilars regulables del respall del seient _____	55
<b>Figura 7.15.</b> Estructura del reposa caps _____	56
<b>Figura 7.16.</b> Pilar mòbil del respall central del seient. _____	57
<b>Figura 7.17.</b> Entapissat i carcasses del respall del seient. _____	58
<b>Gràfica 7.18.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics. _____	59
<b>Gràfica 7.19.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics. _____	59
<b>Gràfica 7.20.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics. _____	60
<b>Taula 7.21.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'estructura i mecanismes del seient. _____	61
<b>Gràfica 7.22.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per polímers. _____	61
<b>Gràfica 7.23.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers. _____	62
<b>Gràfica 7.24.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers. _____	62
<b>Taula 7.25.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del seient. _____	63
<b>Gràfica 7.26.</b> Relació entre la densitat-preu per polímers. _____	63
<b>Gràfica 7.27.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers. _____	64
<b>Gràfica 7.28.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers. _____	64

<b>Taula 7.29.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats pels entapissats del seient. _____	65
<b>Figura 8.1.</b> Conjunt complet del volant _____	66
<b>Figura 8.2.</b> Posicionament del model humà amb el volant. _____	67
<b>Figura 8.3.</b> Circumferència del volant amb radi retallat i empunyadures. _____	68
<b>Figura 8.4.</b> Radis del volant amb els comandaments de control multimèdia. _____	69
<b>Figura 8.5.</b> Mecanisme de regulació d'altura i profunditat del volant. _____	70
<b>Gràfica 8.6.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics. _____	71
<b>Gràfica 8.7.</b> Relació entre la densitat-preu per materials fèrrics. _____	71
<b>Gràfica 8.8.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics. _____	72
<b>Gràfica 8.9.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics. _____	72
<b>Taula 8.10.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'estructura i mecanismes del volant. _____	73
<b>Gràfica 8.11.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per polímers. _____	74
<b>Gràfica 8.12.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers. _____	74
<b>Gràfica 8.13.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers. _____	75
<b>Taula 8.14.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del volant. _____	76
<b>Gràfica 8.15.</b> Relació entre la densitat-preu per polímers. _____	76
<b>Gràfica 8.16.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers. _____	77
<b>Gràfica 8.17.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers. _____	77
<b>Taula 8.18.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del volant. _____	78
<b>Figura 9.1.</b> Posicionament del peu sobre el pedal de l'accelerador. _____	79
<b>Figura 9.2.</b> Posicionament del peu sobre el pedal de fre. _____	79



<b>Figura 9.3.</b> Conjunt del pedal accelerador. _____	80
<b>Figura 9.4.</b> Conjunt del pedal de fre. _____	80
<b>Figura 9.5.</b> A l'esquerra l'estructura de suport de l'accelerador, a la dreta l'estructura del pedal de fre. _____	80
<b>Figura 9.6.</b> A l'esquerra el mecanisme intern de l'accelerador, a la dreta el mecanisme intern del pedal de fre. _____	81
<b>Figura 9.7.</b> A l'esquerra l'electrònica de l'accelerador, a la dreta l'electrònica del pedal de fre. _	81
<b>Figura 9.8.</b> A l'esquerra l'accionador de l'accelerador, a la dreta l'accionador del pedal de fre. __	81
<b>Figura 9.9.</b> Palanca d'accionament de l'accelerador del tipus taula. _____	82
<b>Figura 9.10.</b> Representació de l'electrònica del pedal accelerador. _____	83
<b>Figura 9.11.</b> Mecanismes de transmissió de moviment en l'accelerador. _____	83
<b>Figura 9.12.</b> Suport de fixació i cobertura dels elements de transmissió de l'accelerador. _____	84
<b>Figura 9.13.</b> Palanca d'accionament del pedal de fre. _____	85
<b>Figura 9.14.</b> Representació de l'electrònica del pedal de fre. _____	85
<b>Figura 9.15.</b> Mecanismes de transmissió de moviment en el pedal de fre. _____	86
<b>Figura 9.16.</b> Suport de fixació i cobertura dels elements de transmissió del pedal de fre. _____	86
<b>Gràfica 9.17.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics. _____	87
<b>Gràfica 9.18.</b> Relació entre la densitat-preu per materials fèrrics. _____	88
<b>Gràfica 9.19.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics. _____	88
<b>Gràfica 9.20.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics. ____	89
<b>Taula 9.21.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'estructura i mecanismes del sistema de pedals. _____	90
<b>Gràfica 9.22.</b> Relació entre conductivitat-preu per materials fèrrics. _____	91
<b>Gràfica 9.23.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics. _____	91

<b>Gràfica 9.24.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics. ____	92
<b>Taula 9.25.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'electrònica del sistema de pedals. _____	92
<b>Gràfica 9.26.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics i compostos. _____	93
<b>Gràfica 9.27.</b> Relació entre la densitat-preu per materials fèrrics i compostos. _____	94
<b>Gràfica 9.28.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics i compostos.	94
<b>Gràfica 9.29.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics i compostos. _____	95
<b>Taula 9.30.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del sistema de pedals. _____	96
<b>Figura 10.1.</b> Distribució per zones dels elements en el panell de comandaments _____	97
<b>Gràfica 10.2.</b> Relació entre la densitat-preu per polímers. _____	99
<b>Gràfica 10.3.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers. _____	100
<b>Gràfica 10.4.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers. _____	100
<b>Taula 10.5.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per l'estructura del panell de comandaments. _____	101
<b>Gràfica 10.6.</b> Relació entre conductivitat-preu per materials fèrrics. _____	101
<b>Gràfica 10.7.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics. _____	102
<b>Gràfica 10.8.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics. ____	102
<b>Taula 10.9.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'electrònica del panell de comandaments. _____	103
<b>Gràfica 10.10.</b> Relació entre mòdul de Young -preu per polímers. _____	104
<b>Gràfica 10.11.</b> Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers. _____	104
<b>Gràfica 10.12.</b> Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers. _____	105

<b>Taula 10.13.</b> Resum de les propietats dels materials avaluats pels comandaments i elements decoratius del panell. _____	105
<b>Figura 11.1.</b> Taula de resultats obtinguda en la situació de repòs. _____	106
<b>Figura 11.2.</b> Taula de resultats obtinguda en l'acció d'accelerar _____	107
<b>Figura 11.3.</b> Comparativa de taules per l'acció repòs-acceleració. A l'esquerra accelerant i a la dreta en repòs _____	108
<b>Figura 11.4.</b> Taula de resultats obtinguda en l'acció de frenar. _____	108
<b>Figura 11.5.</b> Comparativa de taules per l'acció frenada. A l'esquerra frenant i a la dreta en repòs.	109
<b>Figura 11.6.</b> Taula de resultats obtinguda en l'acció de gir. _____	109
<b>Figura 11.7.</b> Comparativa de taules per l'acció repòs-gir. A l'esquerra girant i a la dreta en repòs.	110
<b>Figura 11.8.</b> Taula de resultats en l'acció de selecció en la pantalla central. _____	110
<b>Figura 11.9.</b> Comparativa de taules per l'acció repòs-selecció. A l'esquerra seleccionant i a la dreta en repòs. _____	111

## 1. Prefaci

L'origen del treball ve de la necessitat de mostrar noves maneres d'enfocar el disseny i l'ergonomia en vehicles i per ser una via de publicació no noves propostes.

Gràcies a les noves tecnologies en matèria de computació, i en softwares de CAD i CAE, cada cop és més ràpid el procés de disseny i validació dels automòbils i si bé és cert que aquests projectes es generen sota molts factors com ara estudis de mercat, càlculs, dissenys purament estètics o sota l'àmbit de l'enginyeria, cal recordar que la creació de l'automòbil va ser amb la finalitat de transportar persones, és per tant un disseny que ha de ser funcional pels ocupants a la vegada que els transporta. Cal avançar amb la tecnologia per tal d'oferir cada cop més, un millor producte, però sense deixar de banda factors com l'ergonomia que si bé, poden formar part del conjunt, algunes vegades es dóna preferència a l'estètica o a les prestacions en vers la comoditat i el que és més important, la seguretat que un bon disseny d'ergonomia pot aportar.

### 1.1. Origen del treball

Sent estudiant d'enginyeria mecànica, el motiu principal d'aquest projecte és acabar la formació i reforçar tots els coneixements aportats per la universitat durant la carrera en la realització del treball final de grau.

### 1.2. Motivació

La motivació principal del treball esdevé des d'un punt de vista personal. Sent treballador d'una empresa d'automoció creix en el meu interior un gran interès, una intenció de millorar i poder continuar adquirint experiència en el sector realitzant una aportació de millora en l'àmbit de l'ergonomia, on a vegades es dóna preferència altres aspectes com en els models actuals regits per tendències. En un temps on la presència de les xarxes socials, el contingut multimèdia i la personalització afavoreixen la proliferació de les pantalles el sector no ha sigut capaç de crear una sinergia entre prestacions i ergonomia, ja que els models actuals no només ofereixen aquests serveis per sobre d'altres sinó que d'aquesta manera creen noves distraccions al volant captant constantment l'atenció del conductor avisos, notificacions emergents, sistemes d'entreteniment, en si sent una extensió més del sistema de distracció per excel·lència, el mòbil. És per això que el projecte busca suplir les mancances de compatibilitats entre els diversos factors per tal de donar a l'ergonomia el valor que mereix.

### 1.3. Requeriments previs

Tots els coneixements previs han estat adquirits durant la carrera i en gran part gràcies a l'experiència laboral en una empresa dedicada a l'automoció d'on s'ha extret informació com les dimensions dels components dissenyats, el seu funcionament, els materials que s'utilitzen i les tendències de futur.

Per a la realització d'aquest treball ha estat necessari també un coneixement previ dels softwares de CAD SolidWorks, Siemens Unigraphics NX i Catia, que tot i tindre una mateixa funció cada

programa té uns millors rendiments en segons quines àrees de disseny assistit per ordinador o de simulació per a l'estudi de l'ergonomia.

També, s'ha necessitat un coneixement d'eines d'estudi de materials com el QFD i el programa d'avaluació de materials.

## 2. Normatives

Les normatives següents regeixen el disseny per a complir amb la seguretat i les lleis vigents. Un conjunt de normes sobre selecció de materials, mesures per a la seguretat passiva i activa dels vehicles i dimensions.

- FMVSS 302, ISO 3795 (materials ignífugs)
- ISO 12097 (airbag)
- ISO 3560:2013 (crash test)
- ISO 7637-2:2004 (CEM – centre europeu de metrologia)
- Serie ISO 26262 (seguretat funcional)
- prEN 16072 (eCall)

## 3. Introducció

Fonamentat en els coneixements adquirits en el sector de l'automòbil, aquest projecte presenta un estudi ergonòmic, basat sobre una base de dades anatòmiques, sobre el que dissenyar el conjunt de l'habitacle d'un vehicle a partir de les mides preses de models reals i el compliment de diverses normatives aplicades en el sector buscant una millora de l'ergonomia i la seguretat a partir de la reducció de les distraccions.

### 3.1. Objectius del treball

L'objectiu d'aquest projecte "estudi i disseny de l'ergonomia d'un vehicle" és partir d'una base antropològica i adaptar els components habituals, o si més no els necessaris per a la conducció, per al correcte posicionament, comoditat i seguretat dels ocupants.

Les premisses inicials per al treball han sigut:

- La comoditat
- La seguretat
- L'adaptabilitat al cos humà
- La minimització de les distraccions

Aquestes premisses han regit el treball per tal de buscar el millor resultat i en alguns casos s'han complementat amb unes premisses més concretes per acabar de definir les necessitats dels diferents components

### 3.2. Abast del treball

El projecte planteja un model, d'estil conceptual en el qual exposar innovacions i millores a les actuals versions, sent el tema principal la representació de la disposició dels elements sota un règim ergonòmic justificat. En ser un prototip conceptual no basat en models ja existents, no és temari d'aquest treball buscar l'optimització econòmica respecte als models del mercat actual.

Fent al·lusió al ja esmentat, el resultat buscat és dins uns estàndards comuns per l'habitacle dels automòbils, crear una nova disposició dels elements que afavoreixi el confort i la seguretat.

Els punts desenvolupats en aquest projecte són:

- Disseny i avaluació del seient
- Disseny i avaluació del volant
- Disseny i avaluació del sistema de pedals
- Disseny i avaluació del quadre de comandaments i d'instruments
- Validació del disseny





## 4. Estat de l'art

En aquest capítol es revisaran antecedents i tecnologies aplicades als components que han format dels vehicles des dels seus inicis i com han anat evolucionant.

### 4.1. Seient

Fixant-se en els actuals seients es pot percebre la gran quantitat de tecnologia que s'ha invertit en l'evolució d'aquest element des de les primeres banquetes.

En els inicis els seients estaven formats per dues fustes que s'empraven en els carruatges, sense mesures de seguretat, formes ergonòmiques ni materials confortables, on la simple circulació ja podia produir incomoditat per la falta de sistemes de suspensió o on les corbes podien ser suficient per a fer caure als ocupants del carruatge per la falta de subjeccions laterals de les banquetes com es pot veure en la següent imatge.



*Figura 4.1. Banqueta en la muntura d'un carruatge sense elements ergonòmics ni de seguretat.*

En la imatge es pot observar que tot i l'existència d'uns protectors laterals, no seria gaire la força necessària per caure del carro. Per una altra banda l'absència de respallier afavoreix l'aparició de males postures i la possibilitat de caure enrere, tant en emprendre la marxa com si es rep un cop.

Avui en dia es poden observar models adaptats a l'anatomia humana que recullen la curvatura lumbar amb uns laterals més pronunciats per afavorir la subjecció de l'ocupant i evitar desplaçaments laterals en corbes.

Pel que fa al sistema de regulació es pot veure una tendència a l'automatització dels moviments i una llibertat de moviments de forma longitudinal, en altura i en inclinació tant del respallier com del reposacaps.

Respecte als sistemes de seguretat es troba la implementació de diferents tipus de cinturons diferenciats pel nombre de punts de fixació, implementació de sistemes d'acompanyament del cos en el cas d'accident que junt amb l'actuació dels airbags fan d'aquest element un conjunt més segur.

## Tipologia

Si s'observa el mercat actual, es pot veure la varietat de seients i configuracions que hi ha. Parlant de l'estructura es pot fer la següent classificació.

- Banqueta
- Seient estàndard
- Baquet
- Semi-baquet

Banquetes: Les banquetes ja formen part de la història, ja que eren els seients dels cotxes més antics on encara no hi havia una preocupació per l'ergonomia i la seguretat no tenia unes lleis estipulades.

Dissenyades amb formes planes i senzilles, aquest tipus de seient no permetia la seva regulació i deixava molt per desitjar en seguretat, ja que no incloïen reposacaps, fet que en cas d'accident podia produir greus lesions cervicals, que podien acabar amb un desenllaç fatal.



**Figura 4.2.** Banqueta d'automòbil amb primitius elements ergonòmics i amb manca d'elements de seguretat.

Seient estàndard: Es tracta, d'una evolució continua de l'originària banqueta, la qual, ha anat millorant les seves prestacions amb una regulació en altura, longitud i inclinació lumbar i cervical i amb un disseny ergonòmic enfocat al confort i la seguretat. Es pot trobar en els vehicles del mercat actual dintre dels segments més comuns.



**Figura 4.3.** Seient estàndard adaptat a l'anatomia humana i amb elements de regulació.

Baquet: Es caracteritza per tenir un disseny centrat en el cos del pilot i amb extensions laterals que permeten la subjecció del conductor, per evitar desplaçaments laterals. Tot i haver-hi diferents estils, freqüentment s'hi poden observar ancoratges de cinturons de més de 3 punts. Aquest tipus de seient no permet regulació en cap sentit, ja que en el seu disseny i instal·lació ja ha sigut adaptat al pilot, per tant es parla d'una estructura rígida. Normalment aquest tipus de seients es dissenyen sota reglaments de competicions de motor i per tant es troben en vehicles de motorsport.



**Figura 4.4.** Baquet de competició amb estructura rígida adaptada a un únic pilot.

Semi-baquet: El semi-baquet és una combinació entre el seient estàndard i el baquet. Amb un estudi ergonòmic adaptat a una mitja de dimensions antropològiques i dotat de formes per evitar desplaçaments laterals, combina la subjecció i seguretat d'altres prestacions del motorsport i típiques dels baquets amb la possibilitat de la regulació en altura, inclinació i longitud que freqüentment trobem en els seients estàndard. Es parla per tant d'una estructura semirígida. Aquest tipus de seients es troben en vehicles de venda al públic en les seves versions de màximes prestacions.



*Figura 4.5. Semibaquet amb els mínims mecanismes de regulació per a ser adaptat a diverses anatomies*

## 4.2. Volant

Respecte als primers volants, els actuals models han abandonat les formes totalment circulars, els materials durs i han dotat les empenyadures de geometries compatibles amb la forma de les mans humanes. Per un altra banda s'han introduït comandaments, sistemes de seguretat com els airbags, o sistemes d'assistència com la direcció assistida o el detector d'indisposició del conductor a la vegada que s'ha donat la possibilitat al conductor de regular el seient.

En els primers automòbils els volants seguien una forma completament circular sense adaptacions per les mans. Els materials utilitzats en aquella època eren durs i amb un acabat lliscant que feia d'un volant ja prou difícil de girar per l'absència d'assistents de gir, un model que deixava molt que desitjar.



*Figura 4.6. Volant llis sense empenyadures ni radis de circumferència variables*

### Tipologia

Observant els volants es pot veure que existeixen diferents tipus depenen de les seves formes.

- Volants circulars
- Volants circulars retallats
- Volant de papallona

Els volants circulars són els models més comuns i l'evolució més propera als primitius volants. Presenten una forma circular i continua sense canvis pronunciats al llarg de tot el perímetre. Adaptats a les mans i a vegades amb possibilitat de regular l'altura i la profunditat i amb possibilitat d'equipar un conjunt de botons a manera de resum de què ofereix la resta del quadre de comandaments.

Les seves dimensions poden variar depenent de les prestacions que es vulguin oferir, així doncs trobem volants de radi reduït per girs àgils i evitar interrompre el camp visual entre conductor i el panell d'instruments. Pel que fa als de radi major, s'aconsegueixen girs més suaus i amb menys d'esforç, però forcen a veure el quadre d'instruments a través del seu radi.



*Figura 4.7. Volant circular amb entapissat i elements de control multimèdia*

Volant circular retallat: Aquest volat és una versió esportiva del volant circular que permet combinar la falta d'esforç en gir del volant de radi major i l'agilitat del gir en corbes tancades del volant de radi reduït. Permet agilitzar el gir en el moment en el qual les mans del conductor ja es troben al final del seu rang de moviment hàbil.

La seva forma circular es veu interrompuda per un segment recte en la part inferior i alguns casos també la part superior del radi del volant i de la mateixa manera que el volant circular aquest també té l'opció de ser regulable en altura i profunditat.



*Figura 4.8. Volant circular retallat amb entapissat i elements de control multimèdia*

Volant de papallona: el volant en forma de papallona és comú en el món del motorsport i es caracteritza per tindre arc de circumferència només en els laterals del volant i amb unes dimensions ajustades a les mans del pilot. Aquesta configuració permet angles de gir curts i moviments àgils, que es tradueixen en una resposta ràpida. A la vegada dota el volant de gran quantitat d'informació i comandaments, però no permet la regulació en altura ni en profunditat.



*Figura 4.9. Volant de papallona adaptat als controls utilitzats en el motorsport*

### 4.3. Quadre de comandaments

El quadre de comandaments és tot el conjunt format per cobertura, sistemes de control multimèdia i climatització, sortides d'aire, i columna central del vehicle. L'evolució en aquest àmbit és constant i es diferencia molt entre models de marques diferents, ja que cada companyia té la seva pròpia distribució i forma part de la identitat de l'empresa.

En els inicis el quadre de comandament era inexistent, ja que únicament era una peça que separava l'interior del vehicle de la resta. A poc a poc es va implementar el panell d'instruments amb uns primitius rellotges que aportaven informació bàsica. Amb el temps i les innovacions, els quadres de comandaments van rebre la ràdio i equips de climatització.



*Figura 4.10. Quadre de comandaments amb elements analògics*



Els models actuals cada cop més abandonen els comandaments analògics i aposten per les pantalles i la personalització a la vegada que implementen sistemes de connexió entre dispositius. Per una altra banda els materials utilitzats tot i ser part d'un estudi de mercat basat no només en el resultat visual sinó també en la combinació d'olors, està abandonant els materials no reciclables i durs per materials sintètics i amortits com les espumes.



**Figura 4.11.** Quadre de comandaments amb elements digitals i interconnectats

Aquest component no té una classificació concreta, ja que com ja s'ha dit anteriorment cada marca té el seu propi estil i cap segueix un patró concret més enllà d'un ús més o menys abundant de sistemes de configuració i control del vehicle.

#### 4.4. Panell d'instruments

El panell d'instruments és un component del vehicle que conté elements com: el tacòmetre, el velocímetre, informació d'estats del vehicle, avisos, etc. Per tant és un component fonamental per comunicar-se amb el vehicle.

En els seus inicis tota la instrumentació era de caràcter analògic, formada per rellotges mecànics i rellotges accionats per canvis de pressions, limitant així la quantitat d'informació que se li mostrava al conductor.



**Figura 4.12.** Panell d'instruments a base de rellotges

El canvi al format digital no ha arribat fins a l'actualitat. Avui en dia el format digital es combina amb les tecnologies de smart-devices que permeten mostrar tota classe d'informació, rebre actualitzacions i en alguns casos personalitzar-se.



Figura 4.13. Panell digital personalitzable amb diversos modes de visualització

Un mitjà complementari per mostrar la informació és un Head up display, que és un dispositiu que projecta la informació al vidre del parabrisa o un vidre auxiliar.



Figura 4.14. Head up display capaç d'utilitzar la tecnologia hologràfica per mostrar informació.

## 4.5. Sistema de pedals

El sistema de pedals és un sistema de gestió d'alimentació del motor, drenatge del líquid de frens i desconexió entre motor i elements de transmissió.

Respecte als primers models, els pedals no han rebut grans canvis sinó més aviat optimitzacions com ara: textures del pedal, dimensions modificades, possibilitat d'un ancoratge superior o inferior, l'existència del pedal d'embragatge o no, millores en les pressions necessàries per fer-los actuar, rangs hàbils més versàtils o taloneres.





Figura 4.15. Sistema de pedals amb accelerador de tipus taula.

## 4.6. Canvi de marxes

Tot i la tendència a desaparèixer dels canvis de marxa manuals, han format part dels vehicles durant molt de temps i han canviat molt des dels primers models. Han rebut millores tant d'ergonomia, com de distribució de les marxes amb els sistemes poka-yoke per les marxes en enrere.

Aquest component es pot classificar en dos grans blocs:

- Manuals
- Automàtics
  - Completament automàtics
  - Seqüencials
    - Per palanca
    - Per tiradors
  - Per botons

Els primers models estaven equipats amb palanques de canvi de gran longitud, joc entre marxes considerable i amb un nombre reduït de possibles marxes. El disseny no era més que una palanca metàl·lica on se situava un pom en l'extrem.



Figura 4.16. Canvi de marxa de gran longitud

Dins dels canvis manuals es poden observar diferències en les distribucions i nombre de les marxes que depenen de la caixa de canvis utilitzada. Així doncs es poden veure canvis d'entre 4 i 7 marxes i amb bloqueig o no per la marxa enrere.



**Figura 4.17.** Canvi de marxa curt amb poka-yoke d'anella per la marxa enrere

Pel que fa als canvis automàtics es poden diferenciar entre canvis totalment automàtics i canvis seqüencials.

Per una banda els canvis automàtics són controlats a partir d'una palanca de selecció de modes, on generalment si troben D per avançar, R per la marxa enrere, P per estacionar i posar el fre de mà i N com a punt mort o neutre. En alguns casos existeix un mode més designat per la S per activar el canvi seqüencial.



**Figura 4.18.** Canvi de marxes automàtic.

El canvi seqüencial és un tipus de canvi que permet tant la conducció manual com l'automàtica. En aquest tipus de canvi es puja o baixa de marxa a partir d'un moviment de repetició. Per aquest tipus de canvi hi ha dos possibilitats, o ve per palanca on cada cop que s'avança la palanca s'augmenta una marxa i cada cop que es tira d'ella baixa una marxa, o ve una a través de tiradors situats darrere el volant on una lleva puja marxes i l'altre les baixa.



*Figura 4.19. Canvi seqüencial de marxes.*

Un últim tipus de canvi automàtic és el canvi per botons, on simplement se seleccionen els modes premen un botó i on es poden trobar els ja mencionats modes, D,N,R,P,S. Aquest tipus de canvi és el més innovador i el que comença a ser tendència en marques de llarga trajectòria utilitzant manuals.



*Figura 4.20. Canvi de marxes per botons amb poka-yoke per a la marxa enrere.*

## 5. Glossari

A continuació es presenten un seguit de conceptes necessaris per a la correcta comprensió del projecte:

- **CNC:** Sigles que fan referència a un mètode de mecanitzat anomenat Control Numèric Computeritzat consistent en una mecanització guiada a través de llenguatge informàtic compilat per un ordinador.
- **QFD:** Desplegament de la funció de qualitat, de les sigles en anglès de (Quality Function Deployment), fa referència a un mètode d'avaluació dels materials a partir dels criteris de demanda i el seu assoliment en un sistema per punts on el material amb la suma més gran esdevé el material òptim.
- **Poka-yoke:** Fa referència a una geometria que preveu la possibilitat d'error en l'assemblatge de peces i l'elimina limitant el muntatge del conjunt a una única solució correcta.
- **Head up display:** Instrumentació basada en la tecnologia gràfica mitjançant la projecció d'imatges que permet plasmar informació sobre elements transparent com el cas d'un vidre fent possible així veure no només la informació sinó també el que hi ha darrere.
- **Smart-devices:** Tecnologia que reuneix tot el compendi de dispositius que no només són capaços de mostrar informació a temps real sinó que es nodreixen d'informació d'altres elements interconnectats en una mateixa xarxa.
- **CAD:** Disseny assistit per ordinador, de les sigles en anglès de (Computer Assist Design), fa referència als softwares capaços de permetre modelar geometries tridimensionals, bidimensionals, plànols, sòlides o superfícies.
- **CAE:** Enginyeria assistida per ordinador, de les sigles en anglès de (Computer Assist Engineering), permet programar a partir de software, models matemàtics capaços de simular comportaments sobre volums de control. Els estudis que es poden realitzar poden ser estudis tèrmics, estructurals, aerodinàmics entre d'altres.
- **CAM:** Assistida per ordinador, de les sigles en anglès de producció (Computer Assist Manufacturing). Es tracta de softwares que compleixen la funció d'ajudar a la mecanització de peces mitjançant ordres programables per posteriorment ser executades per una maquinà automatitzada de mecanitzat com per exemple una CNC.
- **LFG30-PP:** Material format a partir del polímer polipropilè (PP) amb un 30% de fibra de vidre llarga que actua com a reforç de l'estructura creant un material compost.
- **ABS:** Acrilonitrilo butadieno estireno de les sigles en anglès (Acrylonitrile Butadiene Styrene), es tracta d'un polímer resistent als cops i capaç de rebre tractaments com per exemple el bany en sosa o el cromat per tal de millorar el seu aspecte. És freqüentment utilitzat en l'automoció.
- **PP:** Fa referència al polipropilè, un polímer parcialment cristal·lí que és utilitzat extensament en àmbits com per exemple el de l'automoció per poder rebre tractaments químics i resistir tan àcids com bases.
- **PU:** Fa referència al poliuretà, un polímer que pot ser termoestable o termoplàstic depenent de la seva composició química i que s'utilitza en el sector automobilístic en forma d'espumes principalment per tal de garantir un correcte confort dels panells interiors de l'habitacle.
- **Mòdul de Young:** Fa referència a un paràmetre que caracteritza el comportament d'un material elàstic sota els efectes d'uns esforços concrets. El mòdul de Young sempre serà independent de l'esforç aplicat fins a arribar al límit elàstic on aquesta regla es deixa de complir. És per tant una eina de mesura per relacionar i poder avaluar els materials sota una mateixa escala.

- **Petjada de carboni:** Fa referència a la producció de diòxid de carboni com a conseqüència del procés d'elaboració o transformació d'un material.
- **NFC:** Comunicació de camp proper de les sigles en anglès de (Near Field Communication), és un sistema que permet connectar dispositius que es troben dins el camp d'acció de la tecnologia.

## 6. Ergonomia del disseny

Previ a l'inici de la temàtica del projecte cal definir, que és l'ergonomia, quines classes hi ha i l'aplicació en el disseny d'automòbils.

### 6.1. L'ergonomia en vehicles

L'ergonomia que avui dia coneixem no va ser part de la història en els primers vehicles que es van crear, ja que aquest comptaven amb elements rudimentaris i sense cap forma que pogués adaptar-se a l'anatomia humana. Simplement eren elements pràctics que complien l'única funció de transmetre els controls del conductor al vehicle i de donar un lloc on situar les persones.

La implementació de l'ergonomia en els automòbils es va donar quan els fabricants van comprovar que per més tecnologia que invertissin en la dinàmica del cotxe el conductor continuava patint les conseqüències d'una conducció prolongada, males posicions i cops no amortits. És així doncs que els fabricants van recorre a l'ergonomia com un mitjà complementaria a la dinàmica vehicular.

L'ergonomia té diverses classificacions depenent del que s'avalua en cada situació, però en conjunt és l'estudi de la relació i interacció entre la persona i els elements existents, en aquest cas el vehicle.

Per tant aquests camps es poden classificar en:

- Ergonomia física
- Ergonomia cognitiva
- Ergonomia ambiental
- Ergonomia correctiva
- Ergonomia preventiva
- Macro-ergonomia

L'ergonomia física fa referència a l'ergonomia més coneguda i que apel·la al posicionament del cos i a l'adaptació a la seva anatomia per part dels objectes, sent per tant candidats d'aquesta classe d'ergonomia, els seients amb la forma de l'esquena i volants adaptats a l'anatomia de les mans entre d'altres.

L'ergonomia cognitiva se centra en la ment humana i en com associa a través de la memòria el posicionament dels elements sense necessitar visualitzar-los. Es tracta de l'associació per raonament lògic fent referència a la situació dels elements depenent de la relació que tinguin entre ells o de la causa-efecte del seu ús. És el cas per exemple de la palanca dels intermitents que segueix una lògica en el seu posicionament, o ve la relació entre el comandament d'augment del caudal d'aire i el de regulació de temperatura que se situen pròxims entre ells.

L'ergonomia ambiental forma part del que normalment es denomina condicions de l'entorn, és per tant l'encarregada de centrar-se en la correcta temperatura de l'habitacle, la intensitat de la llum que es rep i l'accessibilitat visual als elements d'informació.

L'ergonomia correctiva és la branca encarregada de la correcció de mals hàbits o postures tant l'ús diari com en un cas de perill com pot ser un accident, en el qual aquesta tecnologia actua per evitar lesions en el cos humà.

L'ergonomia preventiva és utilitzada per crear consciència o inclús evitar accions imprudents com per exemple haver de pujar una anella en el canvi de marxes per poder posar la marxa enrere.

La macro-ergonomia promou la coexistència entre humà i sistemes d'ajuda tals com softwares. És un exemple l'assistent de veu que pot gestionar comandaments en lloc del conductor.

## 6.2. Estudi ergonòmic

Aquest apartat detalla les eines i passos seguits en la creació dels diferents components del vehicle amb la finalitat de fer més comprensible el perquè dels dissenys, la importància d'aquests estudis i les eines que existeixen

### Punts de l'estudi ergonòmic

La raó de fer un estudi ergonòmic no només serveix defensar o justificar un disseny, sinó que també és una manera de validar que compleixi amb uns estàndards de seguretat, utilitat i fins i tot per assegurar complir els objectius amb els quals s'inicia un disseny.

Un bon estudi ergonòmic ha de valorar i estudiar uns certs punts, per tal de facilitar i assistir al disseny, per tal d'aconseguir parametritzar tot allò que, sigui per posicionament o per la mateixa forma de l'objecte, acabarà resultant en un bon o un mal model.

L'estudi ergonòmic d'aquest projecte avalua els següents punts:

- Selecció d'objectius
- Esbós previ del projecte
- Selecció dels paràmetres
- Estudi de posicionament
- Estudi d'accessibilitat
- Estudi d'adaptació
- Estudi de visibilitat

### Selecció d'objectius

Per a la selecció d'objectius s'ha partit de la base dels models actuals i de les mancances i possibilitats de millora que tenen, així doncs les idees aportades han sigut de caràcter innovador i correctiu en alguns casos, però sent una evolució dels actuals.

### Esbós previ del projecte

Tot i la constant modificació i adaptació del disseny a mesura que s'ha anat realitzant, l'esbós principal ha representat un bloc molt important per tal de poder crear els components en perspectiva de com són afectats per la resta d'elements i de les necessitats que tenen cada un d'ells a l'hora de ser posat en comú amb la resta del projecte.

Per l'esbós s'ha optat per un dibuix esquemàtic dels components, el seu posicionament i unes dimensions aproximades, tal com es pot veure en les següents imatges:

### Selecció dels paràmetres

Per aquest projecte els paràmetres de treball elegits són part de la base de dades incorporada en el software de CAD Unigraphics NX, que permet treballar amb un model anatòmic parametritzat segons el percentil elegit d'estatura i pes. En aquest cas la base de dades seleccionada ha sigut la CDN\_LF\_97 que conté un seguit de dades de tot el món. Per una altra banda els percentils elegits per l'estatura i el pes són del 95%.

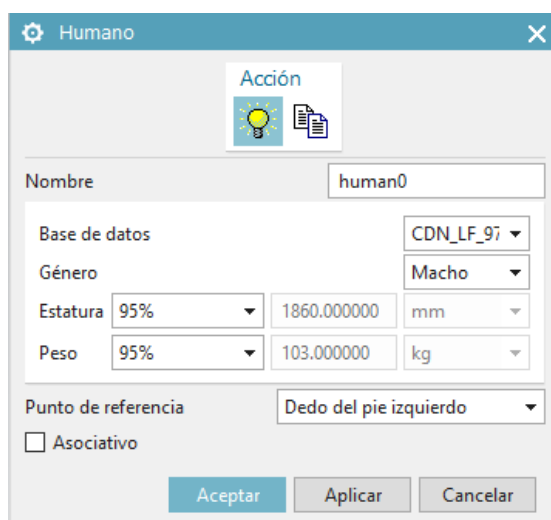


Figura 6.1. Menú de configuració del model humà per a l'estudi ergonòmic

### Estudi de posicionament

El software Unigraphics NX permet una configuració per percentils capaç de crear un model geomètric tridimensional amb les mesures seleccionades i amb tots els graus de llibertat que un cos humà normal permet.

S'ha utilitzat el aquest software ja que conté una extensa base de dades que avalen la veracitat dels resultats obtinguts amb el seu ús. A part d'un compendi de posicions predefinides i eines per a l'avaluació de l'ergonomia donant uns resultats més clars que amb altres programes com CATIA V5.





**Figura 6.2.** Model geomètric humà posionat

A la vegada aquest model tridimensional permet avaluar les posicions del model per tal de verificar la viabilitat ergonòmica de la postura combinada amb la resta del cos. Tant en posicions que es mantenen de manera prolongada en el temps i per tant poden arribar a ser incòmodes passat un temps o ve postures que tot i que les permet l'anatomia humana no són viables pel simple fet de ser un mal gest que pot propiciar lesions.

Aquesta eina ha servit per comprovar la posició adequada en què els ocupants han d'estar situats per tal de garantir l'absència de lesions i males postures un cop s'hagin col·locat en els seus llocs.

Es pot observar això en la següent imatge on les parts que estan situades en una mala postura es marquen en vermell.



**Figura 6.3.** Model humà avaluat a novell ergonòmic. En vermell es mostren les parts que no estan ben posicionades en l'àmbit ergonòmic.

De la mateixa manera, aquesta avaluació pot ser quantificada a partir d'un sistema de barres, que representa el grau de comoditat de cada part del cos.



Figura 6.4. Taula que mostra quantitativament la comoditat de les extremitats.

Complementari al posicionament manual, també s'ha utilitzat una eina que conté una biblioteca de posicions predeterminades com per exemple la del model en posició de conduir, la qual s'ha utilitzat amb petites modificacions de la configuració.

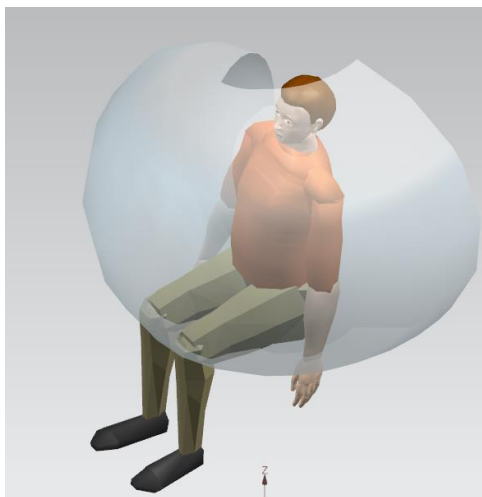


Figura 6.5. Posicionament del model humà amb posicions predeterminades del software.

### Estudi d'accessibilitat

Pel que respecte a l'estudi que avalua la facilitat per arribar a tots els punts d'interès i que siguin accessibles s'ha utilitzat una eina que permet mostrar l'abast de les parts seleccionades.

En la següent fotografia es mostra l'abast de tot el braç esquerre des de l'espatlla fins al canell.



*Figura 6.6. Abast del moviment permès creat a partir de les eines del mòdul d'ergonomia.*

### **Estudi d'adaptació i visibilitat**

Pel disseny dels components s'ha generat una plantilla esquemàtica de la figura, per tal de conèixer la futura posició de cada element. Aquesta plantilla no només ha servit per a l'assemblatge sinó que també ha dictaminat la geometria d'alguns dels components que junt amb el dummy ha esdevingut en el conjunt ergonòmic final.

A partir d'aquest conjunt d'eines s'ha realitzat el disseny complet dels components, que es tractaran amb més detall en els corresponents apartats de cadascun d'ells tant en l'àmbit d'adaptació com de visibilitat.

### **6.3. Premisses pel disseny**

A continuació es descriuen breument les premisses preses per aquest projecte i que posteriorment s'analitzaran en detall una a una i es mostrarà la font d'informació de models reals per als dissenys realitzats.

Les dimensions generals dels components es basen en un model Renault Megané en la versió sedán de 2009. Aquestes mesures s'han seguit com a exemple per a una correcta proporció dels elements.

Per altra banda els mecanismes presents per a la regulació de la posició dels diversos elements es basa en models de les marques del grup VAG. Sent alguns d'ells el SEAT Ibiza, SEAT León, Audi A1 i Audi Q3.



*Figura 6.7. Model utilitzat com a referència dimensional. Renault Megane Sedán 2009.*

Les innovacions presentades estan inspirades en tecnologies de models reals on s'ha aplicat un redisseny o s'ha buscat una aplicació diferent del mateix sistema.

#### **6.4. Premisses pel seient**

El model dissenyat en aquest projecte busca combinar la característica sport del semibaquet ampliant el seu confort per tal de permetre la comoditat que s'espera d'un cotxe d'ús privat amb la subjecció i la seguretat d'un seient del motorsport.

Com a innovació aquest projecte vol presentar un sistema d'amortiment del cop rebut entre l'ocupant i el seient per tal de minimitzar lesions mitjançant una xarxa de cinturons controlats electrònicament per tensar o afloixar la part central del respall respecte als laterals per a cada situació.

Aquest sistema és una adaptació de la tecnologia utilitzada per Volvo anomenada Whiplash Protection System, un sistema de seguretat que davant la situació d'impacte habilita el moviment del seient amb la finalitat d'acompanyar en tot moment el cos dels ocupants, que a causa de l'impacte rebran una gran acceleració per posteriorment para en sec novament contra el seient.



Figura 6.8. Whiplash Protection System.

Les premisses i solucions tècniques pel disseny del seient s'avaluen a través d'un anàlisi QFD.

	Ponderació	Polimer PU	Sistema de retenció del respalller	Regulador de longitudinal	Regulador d'altura	Regulador d'inclinació	Materials respectuosos amb el medi ambient	Total	Ordre de les premisses de disseny
Comoditat	4	5	0	4	3	4	0	64	1
Seguretat	5	0	5	3	2	3	-1	50	2
Adaptabilitat	3	3	-1	4	2	4	0	36	3
Preu	2	-1	-2	0	-1	0	-4	-16	6
Manteniment	2	0	2	2	-1	-1	-4	-4	4
Medi ambient	3	-3	-1	-1	-1	-1	4	-9	5
<b>Total</b>		18	19	44	21	38	-9		
<b>Ordre de les solucions tècniques</b>		5	4	1	3	2	6		

Taula 6.9. QDF per a les premisses del seient.

Observant la taula anterior es pot ordenar per ordre d'importància les premisses de disseny del seient:

1. Comoditat
2. Seguretat
3. Adaptabilitat
4. Manteniment
5. Respecte al medi ambient
6. Preu

També es poden ordenar les solucions tècniques que afavoriran el compliment de les premisses que es busquen. L'ordre és el següent:

1. Implementació d'un regulador longitudinal
2. Implementació d'un regulador d'inclinació pel respalller
3. Implementació d'un regulador d'altura
4. Implementació d'un sistema de retenció del respalller
5. Ús d'espuma de poliuretà de diverses densitats per afavorir la comoditat
6. Ús de materials respectuosos amb el medi ambient

## 6.5. Premisses pel volant

El volant dissenyat en aquest projecte és un volant circular retallat de radi major, ja que es busca una continuïtat en la circumferència que permeti lliscar la mà sobre el volant sense trobar interrupcions, però amb un segment recte que faciliti el gir final aportant comoditat i agilitat.

Per una altra banda es vol equipar el volant amb una distribució inequívoca dels botons que permet controlar els sistemes de l'automòbil sense haver de mirar el volant. Una altra incorporació és la instal·lació d'una pantalla en l'arc superior de la circumferència que avisa de la presència de vehicles al costat del cotxe per minimitzar junt amb la pantalla del panell d'instruments el temps de desviació de la mirada en l'acció de comprovació de la possibilitat de fer un canvi de carril.

El sistema utilitzat es basa en models de marques com Citroën, Toyota o Opel on un indicador lluminós situat en el retrovisor adverteix de la presència de vehicles en les posicions adjacents. En el cas d'aquest projecte s'ha reubicat aquest avís al volant per com s'ha mencionat anteriorment, evitar la desviació de la mirada.



Figura 6.10. Indicador de cotxe en l'angle mort il·luminat en taronja. Model de la marca Toyota.

Les premisses i solucions tècniques pel disseny del volant s'avaluen a través d'un anàlisi QFD.

	Ponderació	Polimer PU	Circumferència retallada	Regulador de profunditat	Regulador d'inclinació	Materials respectuosos amb el medi ambient	Total	Ordre de les premisses de disseny
Comoditat	4	5	4	4	4	1	72	1
Accés a l'informació	3	1	3	3	3	1	33	3
Adaptabilitat	4	3	3	5	5	1	68	2
Preu	2	-1	-3	-2	-1	-1	-16	6
Manteniment	4	0	0	-3	-1	0	-16	5
Medi ambient	2	-3	0	0	0	4	2	4
<b>Total</b>		<b>23</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>42</b>	<b>22</b>		
<b>Ordre de les solucions tècniques</b>		<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		

Taula 6.11. QDF per a les premisses del volant.

Observant la taula anterior es pot ordenar per ordre d'importància les premisses de disseny del volant:

1. Comoditat
2. Adaptabilitat
3. Accés a l'informació
4. Respecte al medi ambient
5. Manteniment
6. Preu

També es poden ordenar les solucions tècniques que afavoriran el compliment de les premisses que es busquen. L'ordre és el següent:

1. Implementació d'un regulador d'inclinació de la columna de direcció
2. Implementació d'un regulador de profunditat de la columna de direcció
3. Implementació d'una circumferència retallada pel volant
4. Ús d'espuma de poliuretà d'alta densitat per afavorir la fermesa del volant
5. Ús de materials respectuosos amb el medi ambient

## 6.6. Premisses pel quadre de comandaments

La proposta presentada en el projecte referent al quadre de comandaments planteja una distribució que ajuda a l'ergonomia cognitiva, per tal de fer fàcilment localitzable i diferenciable els comandaments. Es proposa un model que permet gaudir dels avantatges i prestacions que pot oferir l'accés al gran volum d'informació proporcionat per una pantalla de grans dimensions. Es busca una navegació senzilla a través de comandaments analògics fàcilment identificables de forma complementària a la funció tàctil de la pantalla i un assistent controlat per veu.

S'utilitzen controls analògics amb la finalitat de no haver d'utilitzar la pantalla que té una superfície uniforme on és difícil seleccionar opcions sense haver-hi de dirigir la mirada.

La tecnologia de la que s'extreu aquest disseny s'inspira en els models que comencen a implementar les càmeres en substitució dels retrovisors com és el cas de l'Audi e-Tron.



Figura 6.12. Sistema de retrovisors amb càmeres de l'Audi E-tron.

Les premisses i solucions tècniques pel disseny del quadre de comandaments s'avaluen a través d'un anàlisi QFD.

	Ponderació	Polimer PU	Pantalles tàctils amb botons	Càmeres com a retrovisors	Panell adreçat al conductor	Materials respectuosos amb el medi ambient	Total	Ordre de les premisses de disseny
Comoditat	3	5	3	3	4	1	48	3
Accés a l'informació	4	0	5	5	4	1	60	2
Minimització de les distraccions	5	0	3	5	4	1	65	1
Preu	2	-1	-3	-2	-3	-2	-22	6
Manteniment	2	0	-2	-2	0	0	-8	5
Medi ambient	2	-3	-1	0	-1	4	-2	4
Total		7	32	46	40	16		
Ordre de les solucions tècniques		5	3	1	2	4		

Taula 6.13. QDF per a les premisses del quadre de comandaments.

Observant la taula anterior es pot ordenar per ordre d'importància les premisses de disseny del quadre de comandaments:

1. Minimització de les distraccions
2. Accés a l'informació
3. Comoditat
4. Respects al medi ambient
5. Manteniment
6. Preu



També es poden ordenar les solucions tècniques que afavoriran el compliment de les premisses que es busquen. L'ordre és el següent:

1. Ús de càmeres com a retrovisors
2. Panell adreçat al conductor
3. Ús de pantalla amb comandaments analògics
4. Ús de materials respectuosos amb el medi ambient
5. Ús d'espuma de poliureta

## 6.7. Premisses pel sistema de pedals

Pel disseny del sistema de pedals s'ha elegit una configuració sense embragatge, ja que això dona més espai per l'ergonomia dels altres dos pedals a la vegada que permet l'ús d'un canvi de marxes automàtic.

El posicionament s'ha elegit amb un ancoratge superior pel fre i un d'inferior per l'accelerador, també conegut com a accelerador de taula, això afavoreix un rang més reduït i controlat per l'accelerador, mentre que pel fre és just al contrari. Complementari aquest disseny s'afegeix unes taloneres per situar bé els peus.

Les premisses i solucions tècniques pel disseny del sistema de pedals s'avaluen a través d'un anàlisi QFD.

	Ponderació	Materials fèrrics	Sistemes diferents entre pedals	Materials respectuosos amb el medi ambient	Total	Ordre de les premisses de disseny
Comoditat	3	3	4	0	21	2
Fiabilitat	5	5	5	-1	45	1
Adaptabilitat	1	0	0	0	0	4
Preu	2	-2	-2	-4	-16	6
Manteniment	2	0	-2	-1	-6	5
Medi ambient	3	-1	-2	5	6	3
<b>Total</b>		27	23	0		
<b>Ordre de les solucions tècniques</b>		1	2	3		

Taula 6.14. QDF per a les premisses del sistema de pedals.

Observant la taula anterior es pot ordenar per ordre d'importància les premisses de disseny del sistema de pedals:

1. Fiabilitat
2. Comoditat
3. Respecte al medi ambient
4. Adaptabilitat
5. Manteniment
6. Preu

També es poden ordenar les solucions tècniques que aforiran el compliment de les premisses que es busquen. L'ordre és el següent:

1. Ús de materials fèrrics
2. Implementació de sistemes de pedals diferents entre accelerador i fre
3. Ús de materials respectuosos amb el medi ambient

## 7. Disseny i avaluació del seient

La innovació que s'ha buscat en el disseny presentat en aquest projecte és un valor afegit al existent actualment, ja que utilitza la base dels seients que existeixen i la complementa amb noves tecnologies.

Les innovacions aplicades en el disseny del seient són:

- Divisió de l'entapissat en sis parts diferents per a la combinació d'espumes de poliuretà (PU) de diferents densitats per augmentar la comoditat i l'adaptabilitat.
- Implementació d'un respalller amb retenció a partir d'un sistema de quatre cinturons per augmentar la seguretat
- Combinació dels sistemes de regulació longitudinal, d'altura i d'inclinació per afavorir l'adaptabilitat i la comoditat.

La següent imatge mostra el conjunt complet del seient.



*Figura 7.1. Model complet del seient dissenyat a l'esquerra i situació de tensió dels cinturons a la dreta.*

A continuació s'explica detalladament el sistema de retenció de quatre cinturons, ja que és la innovació que comporta més complexitat a l'hora d'entendre's.

A partir de la utilització de cinturons i pretensors s'aconsegueix simular una xarxa que recull i amorteix el cop de l'ocupant si aquest és projectat cap enrere en cas d'accident des de la part posterior. Aquests cinturons uneixen, dos per cada banda, els pilars regulables dels extrems del respatller, pintats en vermell en la següent imatge, amb la part central del respatller, pintada en verd en la següent imatge.



**Figura 7.2.** En verd les parts mòbils del seient i en vermell les fixes.

La tensió inicial dels cinturons permet que l'elongació del cinturó cedit pel pretensor sigui proporcional al pes. Si la persona pesa més, el pretensor donarà més cinta i el respatller s'endarrerirà més que amb una persona que pesi menys, sempre tenint en compte una elongació màxima per pes controlada electrònicament pel pretensor.

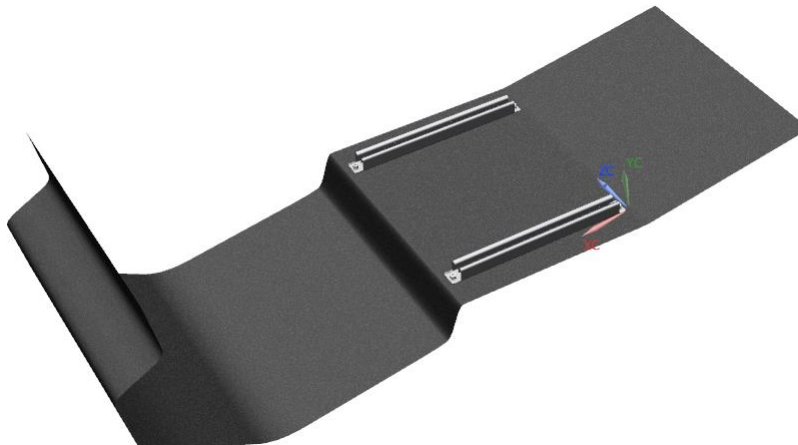
En cas d'accident la càrrega sobtada de pes en un breu període de temps desbloqueja l'elongació màxima del pretensor i la regula per donar cinta de manera gradual per tal d'amortir el cop.

A continuació es revisen els components que formen l'assemblatge per tal de definir la seva funció, procés de fabricació i la justificació del material elegit.

## 7.1. Parts del seient

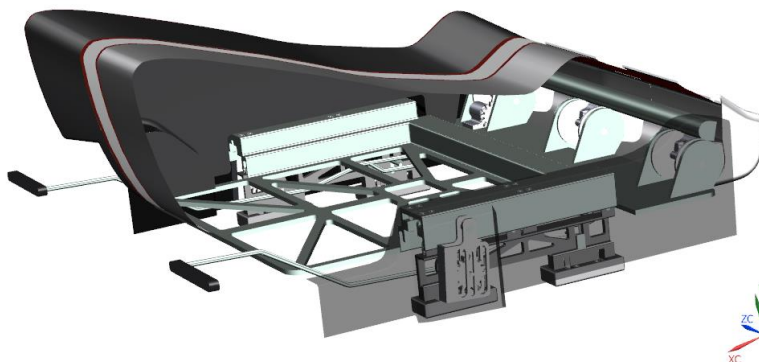
L'estructura del seient està formada per tres grans blocs.

El conjunt de fixació



**Figura 7.3.** Estructura base de la carrosseria on es fixa el conjunt del seient.

El conjunt de la base



**Figura 7.4.** Model seccionat de la base amb els mecanismes de regulació.

El conjunt del respall.



*Figura 7.5. Model seccionat del respallier amb els mecanismes de regulació.*

### **Conjunt de fixació**

El conjunt de fixació, té la funció d'actuar com a punt de connexió entre la carrosseria o en alguns casos el monocasc i l'estructura del seient, fent per tant de subjecció del conjunt global.

Aquest grup està format per:

- Carrils de desplaçament longitudinal
- Elements de cargoleria
- Carrosseria

### **Carrils de desplaçament longitudinal**

**Funció:** La seva estructura permet repartir la càrrega dels cargols de fixació al llarg de la carrosseria a la vegada que s'utilitza de carril de desplaçament per a la base del seient i punt de retenció un cop finalitzat el desplaçament.

**Fabricació:** Fabricat a partir del laminatge, tall per làser i doblegat d'acers.

**Material:** El material seleccionat és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



*Figura 7.6. Carril de fixació-desplaçament pel moviment d'avanç del seient.*

### **Elements de cargoleria**

**Funció:** Actuen com a elements de fixació dels elements que conformen l'estructura i mecanismes del seient.

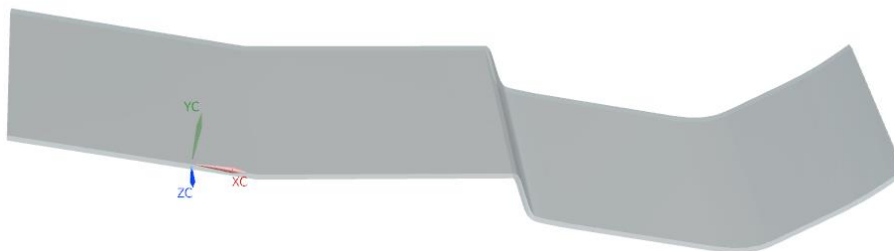
**Material:** Donada la seva funció essencial de fixació s'ha optat per una cargoleria d'acer inoxidable A4 de mètrica 8, cap cilíndric i amb buidatge hexagonal i volanderes blocants.

### **Carrosseria**

**Funció:** La seva estructura permet repartir les càrregues del seient i actuar com a punt de fixació dels cargols. La forma del perfil adopta una lleugera inclinació de darrere a endavant que actua com a pla inclinat, fent que les forces que impulsen el seient cap al front durant un accident, es vegin mitigades per la seva descomposició en forces vertical i horitzontals.

**Fabricació:** Fabricat per estampació amb premsa hidràulica a partir de làmines d'acer d'alta resistència

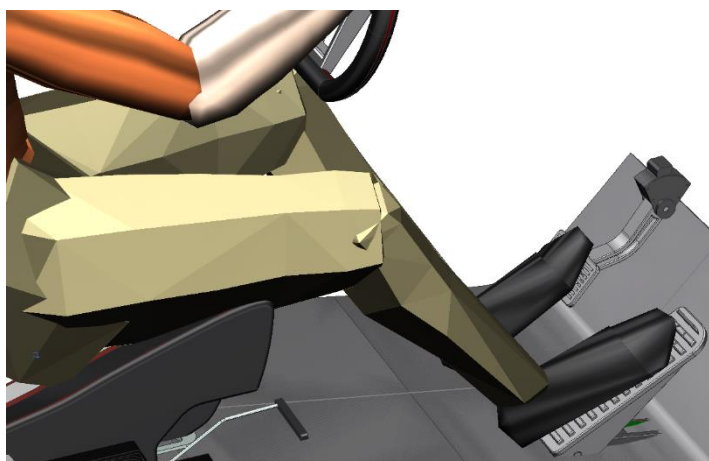
**Material:** El material seleccionat és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%, més concretament acer d'alta resistència per aquest cas. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



**Figura 7.7.** Estructura base de la carrosseria.

### Conjunt de la base

El conjunt de la base junt amb la inclinació de la carrosseria compleix l'objectiu d'acomodar l'ocupant en una posició de  $25^\circ$  respecte al pla del terra per tal d'ajudar a evitar l'efecte submarí en situació d'accident, a la vegada, situa les cames amb l'angle que afavoreix el ventall de moviments ergonòmics que poden fer els peus.



**Figura 7.8.** Posició de cames i peus amb el model humà segut.

Per una altra banda, aquest assemblatge recull un seguit de mecanismes per fer possibles la regulació de l'altura del seient, l'angle dels pilars fixos del respall i el gir del respall central, l'encabiment dels sistemes de seguretat com el bloqueig del cinturó i els comandaments per regular tota la configuració global del seient.

Aquest grup està format per:

- Pilar de desplaçament de la base
- Sistema de regulació d'altura
- Base
- Elements de cargolera
- Subjecció del desplaçament longitudinal
- Entapissat i carcassa lateral



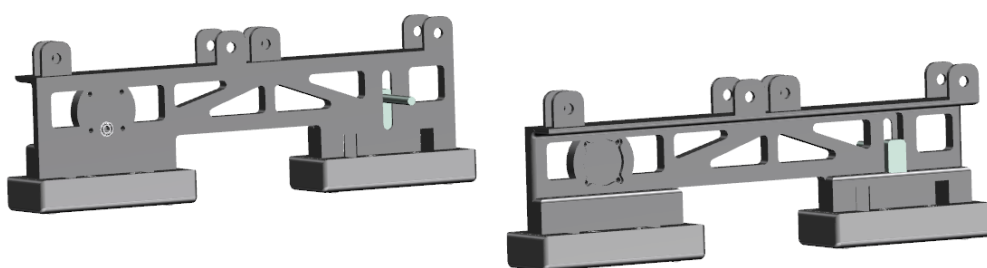
### Pilar de desplaçament de la base

**Funció:** Equipat amb carros amb rodaments, la seva estructura permet transmetre les càrregues de la base del seient fins a terra, a la vegada que permet el moviment longitudinal.

L'estructura permet també instal·lar els mecanismes que permeten la resta de configuracions, com és el cas de les bieles, el motor elèctric i els pistons per la regulació de l'altura.

**Fabricació:** Conjunt acoblat de peces mecanitzades a partir de bruts d'acer amb CNC

**Material:** El material seleccionat és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



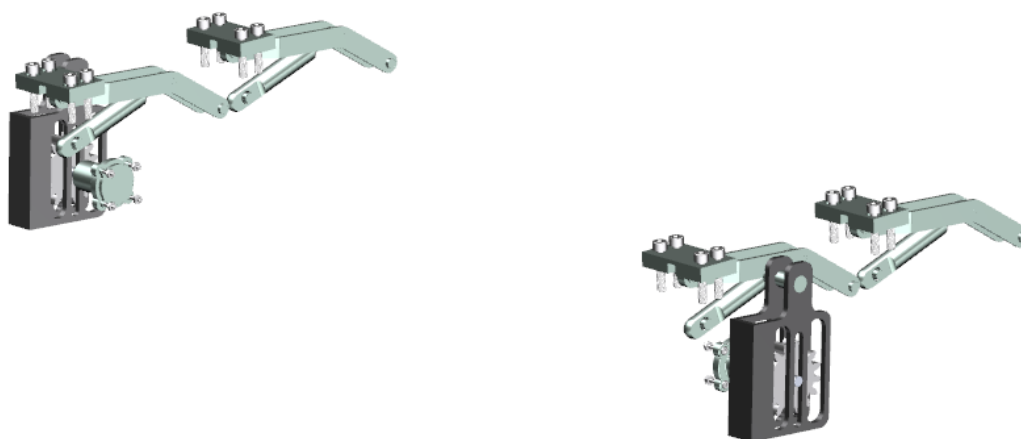
*Figura 7.9. Pilar de desplaçament i estructura del mecanisme d'alçament del seient.*

### Sistema de regulació d'altura

**Funció:** Format per una biela i un dau de rotació crea amb l'ajut d'un pistó per mantenir el pes, un motor elèctric i un sistema de pinyó-cremallera, el mecanisme necessari per regular l'altura del seient.

**Fabricació:** Conté peces com passadors creats per extrusió, peces laminades tallades per làser doblegades i soldades com és el cas de la bieleta, mecanitzades com és cas del pistó, el dau de rotació i el sistema de pinyó-cremallera i peces fetes a partir d'injecció de plàstic per la protecció del sistema pinyó-cremallera.

**Material:** S'han utilitzat materials d'acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7% per la gran part del conjunt menys per la carcassa de protecció del sistema pinyó-cremallera on s'ha utilitzat ABS. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient i 7.3.2 carcasses protectores.



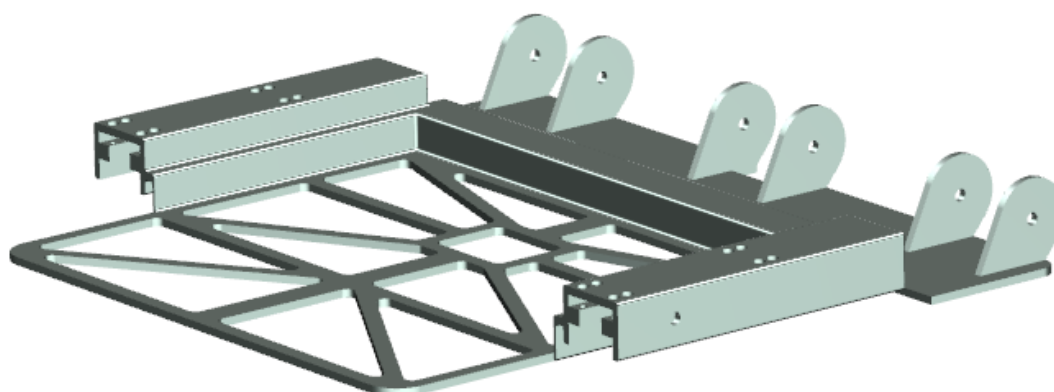
*Figura 7.10. Mecanisme de regulació de l'altura.*

### Base

**Funció:** Format per una làmina amb cavitats, compleix la funció de suportar el coixí de la base del seient, l'entapissat i la carcassa lateral a la vegada que actua com a punt d'instal·lació dels mecanismes que permeten el moviment en el seient

**Fabricació:** Conté peces creades a partir de laminatges d'acer tallats per làser i soldats entre ells.

**Material:** S'han utilitzat làmines d'acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



*Figura 7.11. Suport utilitzat per a la subjecció dels mecanismes de regulació de la base del seient.*

## Elements de cargoleria

**Funció:** Actuen com a elements de fixació dels elements que conformen l'estructura de la base del seient i els mecanismes de regulació del seient.

**Material:** La cargoleria elegida és una sèrie de cargols galvanitzats amb femelles autoblocants.

## Subjecció del desplaçament longitudinal

**Funció:** Format a partir d'un perfil tubular extrusionat, permet mitjançant la rotació alliberar o bloquejar la base del seient respecte als carrils de desplaçament longitudinals.

**Fabricació:** Conté peces creades a partir d'extrusions de peces tubulars i soldades entre si i peces fetes a partir d'injecció de plàstic.

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7% pels elements tubulars i ABS pels plàstics injectats. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient i 7.3.2 carcasses protectores.



*Figura 7.12. Subjecció del desplaçament longitudinal.*

## Entapissat i carcassa lateral

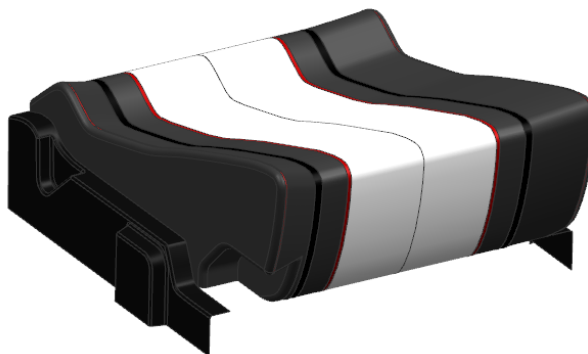
**Funció:** L'objectiu de l'entapissat i el coixí és aportar comoditat i posicionar l'ocupant a la vegada que el subjecte per evitar que es desplaci sobre el seient per tal de garantir l'ergonomia en la conducció.

El seu disseny s'ha realitzat a partir de línies de spline seguint la forma de l'anatomia del cos humà, en aquest cas s'han seguit les línies del model humà que ofereix com a eina el software

Per altra banda la carcassa té una funció de protecció dels elements mecànics que es troben en el lateral del conjunt de la base del seient.

**Fabricació:** Conté parts creades a partir de blocs d'espuma creats a partir de motlles i entapissats de tela així com peces fetes a partir d'injecció de plàstic.

**Material:** S'ha utilitzat una barreja d'espumes de poliuretà (PU) de diverses densitats per a les diferents parts de la base que posteriorment han sigut cobertes amb tela. Per una altra banda s'ha utilitzat ABS per a les carcasses de la part posterior del respall. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.3 Entapissats



*Figura 7.13. Entapissat i carcasses de la base del seient.*

### **Conjunt del respalller**

El conjunt del respalller, part on resideix la innovació més gran del conjunt del seient, compleix l'objectiu d'acomodar l'esquena l'ocupant entre els pilars dels extrems del respalller. Mentre que els pilars subjecten l'ocupant en les corbes la part central busca amortir les acceleracions, en la direcció d'avanç del vehicle, tant negatives com positives i tant graduals com sobtades.

Dins d'aquest assemblatge s'agrupen els mecanismes que fan possible la regulació per cintes del respalller central amb els pretensors i subjeccions i els mecanismes per regular la inclinació dels pilars.

Cal remarcar que en aquest conjunt s'han evitat els elements de cargoleria substituint-los per soldadures, ja que un element com un cargol pot ser susceptible de perforar la tela del respalller propiciant incomoditat o inclús una situació perillosa per l'ocupant.

Aquest grup està format per:

- Pilars regulables
- Reposo caps
- Pilar central
- Sistema de retenció del respalller
- Entapissat i carcasses

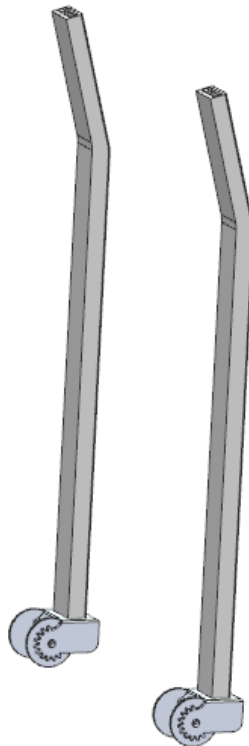
### **Pilars regulables**

**Funció:** Format a partir d'un perfil tubular rectangular extrusionat, s'utilitza com a nucli, element de rigidesa i subjecció de l'entapissat dels pilars.

Una altra funció que compleix és la de permetre la rotació generada en la base a partir de motors elèctrics per tal de modificar la inclinació dels pilars.

**Fabricació:** Conté peces creades a partir d'extrusions de peces tubulars i soldades entre si i peces mecanitzades com és el cas de la base del pilar que conté l'engranatge.

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



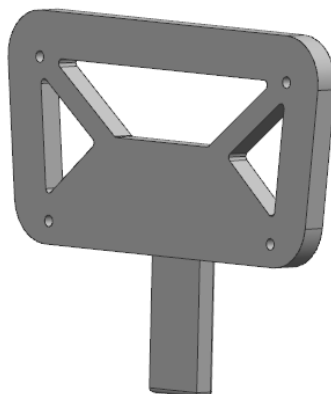
*Figura 7.14. Pilars regulables del respall del seient*

### Reposa caps

**Funció:** Està pensat per a subjectar el coixí i la protecció posterior de la zona del cap a la vegada que dota al conjunt de regulació en altura i rigidesa.

**Fabricació:** Conté peces creades a partir d'extrusions de peces tubulars i soldades entre si i peces creades a partir de laminatges i tallades per làser

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



*Figura 7.15. Estructura del reposa caps*

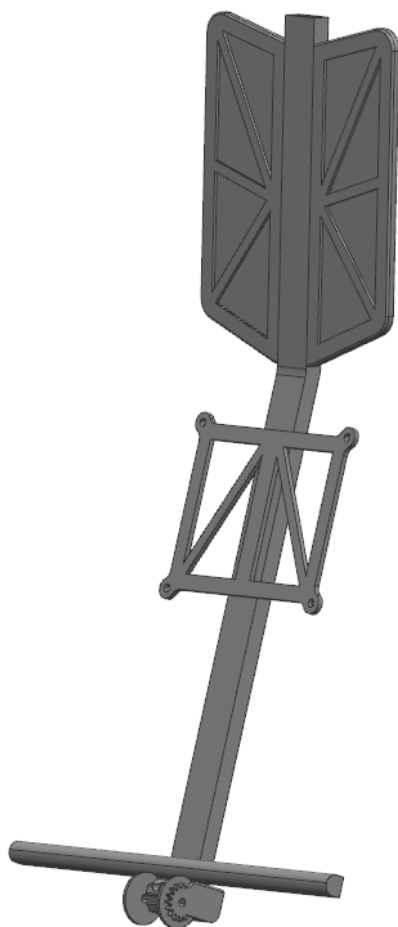
### **Pilar central**

**Funció:** Format a partir d'un perfil tubular rectangular extrusionat, s'utilitza com a nucli, element de rigidesa i subjecció del suport lumbar i el de l'esquena superior on també se situen els pretensors del sistema de retenció del respall central.

Una altra funció que compleix és la de permetre la lliure rotació de l'element només limitada pel sistema de retenció.

**Fabricació:** Conté peces creades a partir d'extrusions de peces tubulars i soldades entre si i peces mecanitzades com és el cas de la base del pilar, peces creades a partir de tall per làser en làmines metàl·liques

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.1 Estructura i mecanismes del seient.



*Figura 7.16. Pilar mòbil del respall central del seient.*

### **Entapissat i carcasses posteriors**

**Funció:** L'objectiu de l'entapissat i el coixí és aportar comoditat i posicionar l'ocupant a la vegada que el subjecte per evitar que es desplaci sobre el seient per tal de garantir l'ergonomia en la conducció.

Per altra banda la carcassa té una funció de protecció dels elements de suport que formen l'estructura del respall i els mecanismes de la base dels pilars.

**Fabricació:** Conté parts creades a partir de blocs d'espuma tallats amb fil calent i entapissats de tela així com peces fetes a partir d'injecció de plàstic.

**Material:** S'ha utilitzat una barreja d'espumes de poliuretà (PU) de diverses densitats per a les diferents parts del respall que posteriorment han sigut cobertes amb tela. Per una altra banda s'ha utilitzat ABS per a les carcasses de la part posterior del respall. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 7.3.3 Entapissats



*Figura 7.17. Entapissat i carcasses del respalller del seient.*

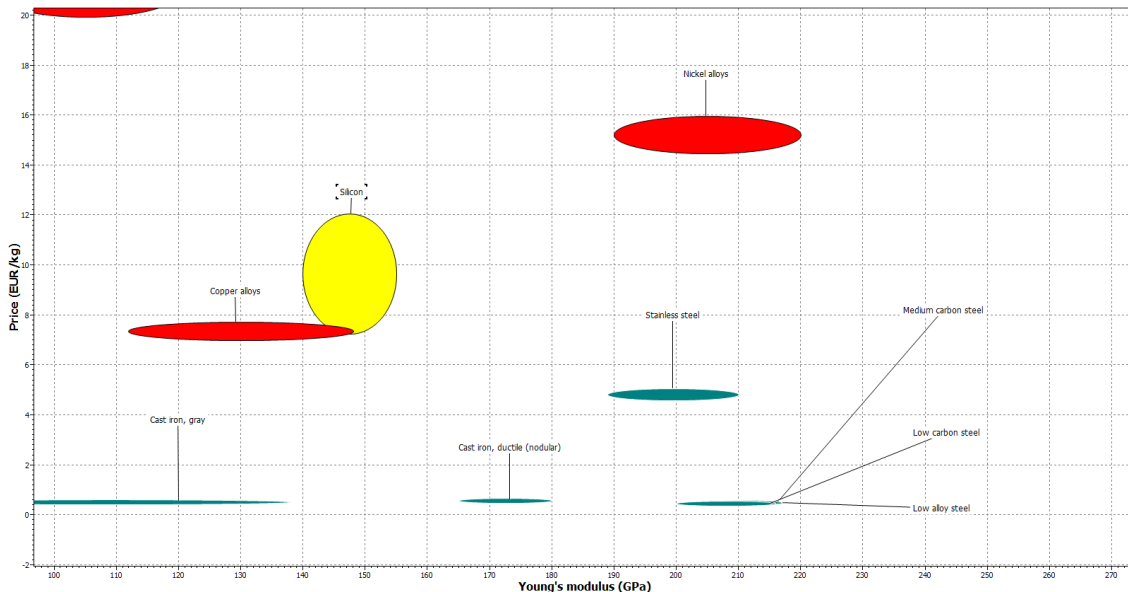
## 7.2. Selecció de materials

Basant-se en els paràmetres de preu i mòdul de Young, petjada de diòxid de carboni i la possibilitat de reciclar-se i seguint uns valors similars als utilitzats en els models actuals, es realitza una selecció de materials per a l'estructura i mecanismes, carcasses protectores i els entapissats del seient.

### Estructura i mecanismes del seient

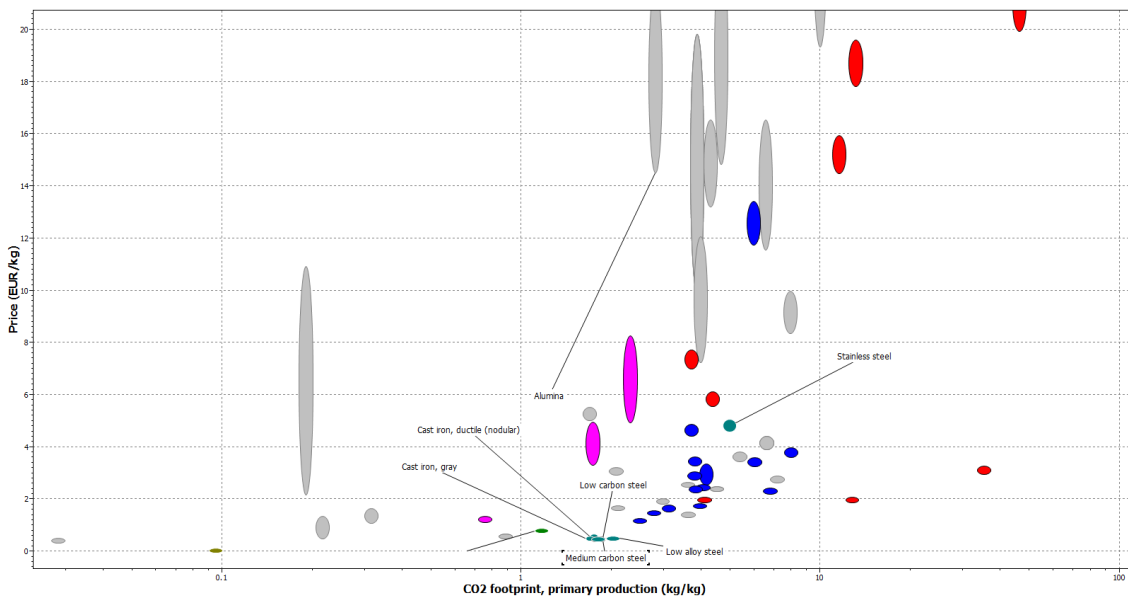
En la següent gràfica es pot observar que les opcions més viables són el ferro colat, l'acer de baix i mig contingut en carboni, l'acer de baix aliatge i sent una mica més car l'acer inoxidable.



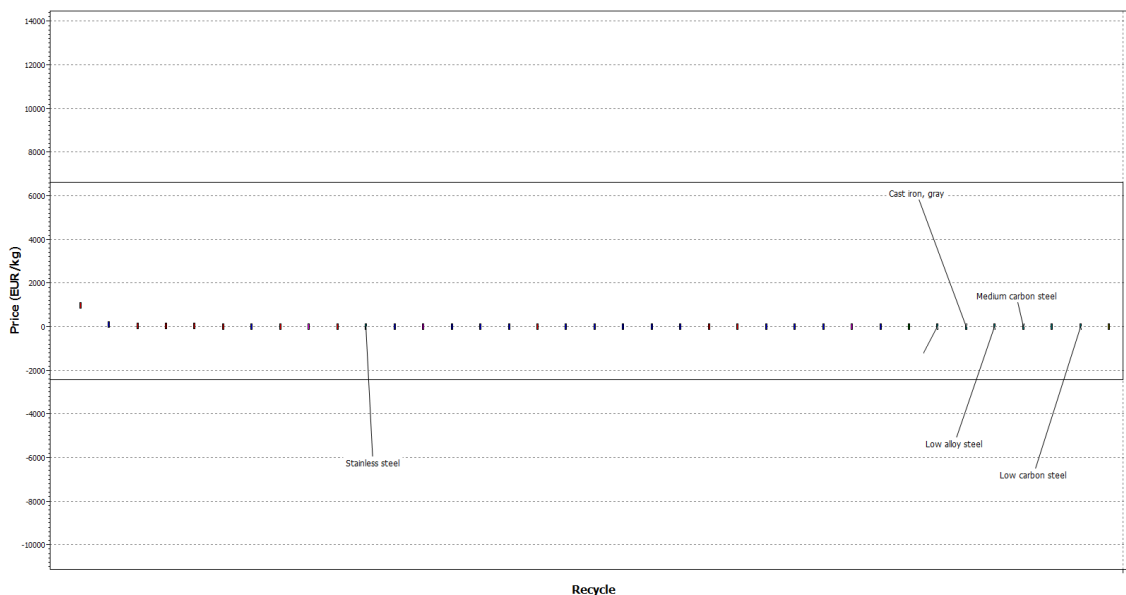


Gràfica 7.18. Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 7.19. Relació entre petjada de diòxid de carboni i preu per materials fèrrics.



**Gràfica 7.20.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada per l'acer de baix i mig contingut de carboni i el de baix aliatge junt amb el ferro colat respecte a l'acer inoxidable

Per tal de seleccionar un dels materials, es crearà una taula que posa en comú les propietats anteriorment avaluades en les gràfiques.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Ferro colat](#)
- [Acer de baix carboni](#)
- [Acer de mig carboni](#)
- [Acer de baix aliatge](#)
- [Acer inoxidable](#)

	Ferro colat	Acer de baix carboni	Acer de mig carboni	Acer de baix aliatge	Acer inoxidable
Preu (€/Kg)	0,486-0,525	0,446-0,486	0,446-0,494	0,478-0,525	4,59-5,06
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	1,65-1,75	1,72-1,9	1,72-1,9	1,93-2,13	4,73-5,23
Mòdul de Young (GPa)	80-138	200-215	200-216	205-217	189-210
Reciclable	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Taula 7.21. Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'estructura i mecanismes del seient.

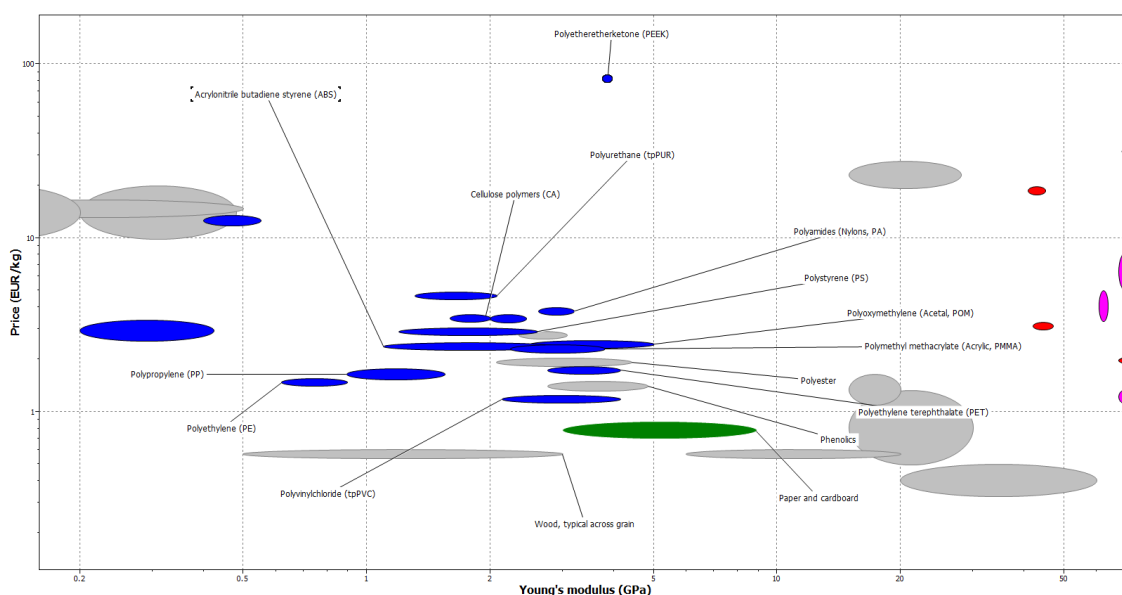
Pel que respecte als resultats es pot observar que tot i que els millors valors es reparteixen entre els diversos materials, l'acer de mig contingut en carboni és el que té en conjunt els valor més favorables.

L'acer de mig carboni conté l'acer dolç, semidolç, semidur i dur. I té un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La seva configuració permet obtenir un material mal-leable fàcilment mecanitzable, resistent, relativament barat i reciclable.

És per això que s'ha elegit aquest material com el material adequat per la construcció de tota l'estructura i mecanismes del seient.

### Carcasses protectores

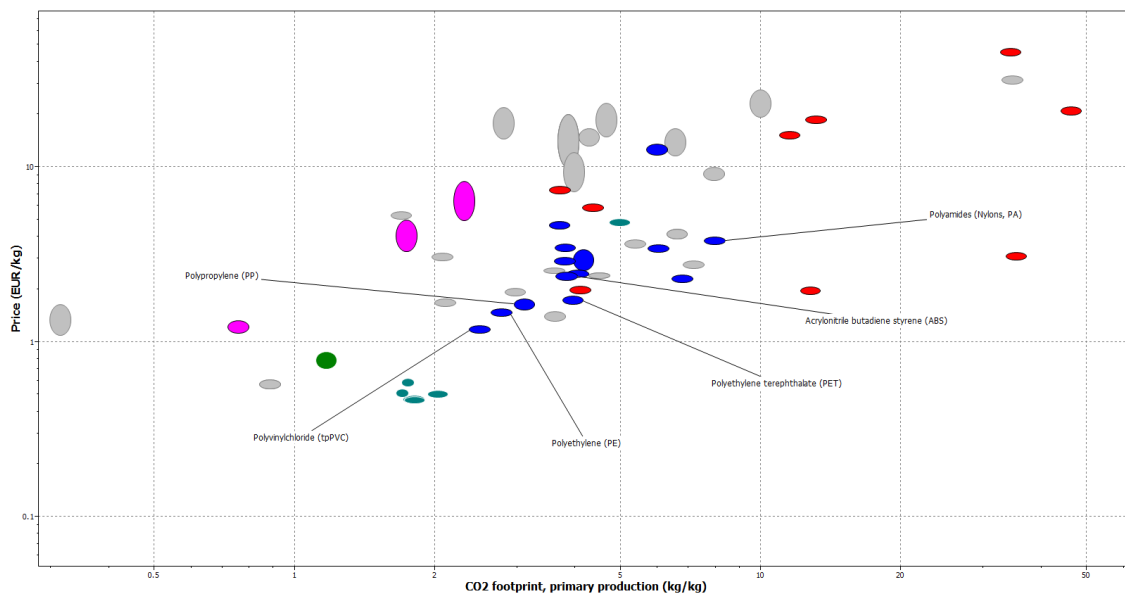
En la següent gràfica mostren els possibles materials que podrien complir amb les propietats mecàniques necessàries per a les carcasses de protecció. Tot i que hi ha un gran nombre d'opcions que ofereixen un bon mòdul de Young també cal tenir en compte la fabricació de peces amb aquests materials.



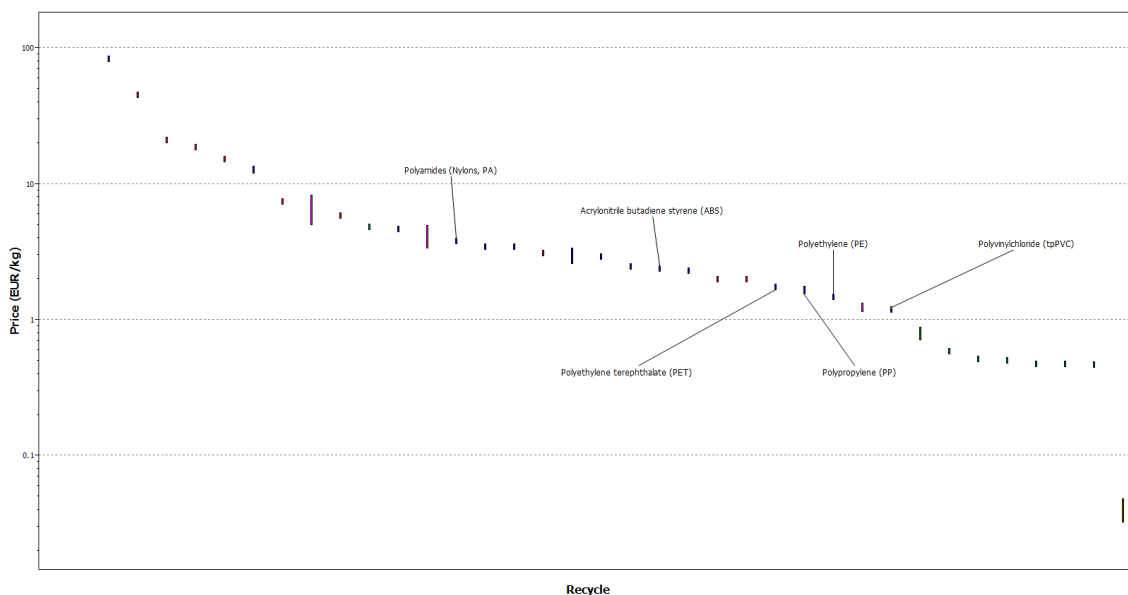
Gràfica 7.22. Relació entre mòdul de Young -preu per polímers.

En relació als resultats obtinguts els possibles candidats són per una banda, materials que permeten la impressió 3D com són el Nylon, el PET i l'ABS i per una altra els materials que més s'ajusten als paràmetres avaluats com el tpPVC, el PE i el PP.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 7.23. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers.



Gràfica 7.24. Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada pel tpPVC que junt amb el seu baix cost i el seu bon mòdul de Young el fan

el millor candidat, tot i això el material utilitzat és l'ABS per a les carcasses de protecció que queden exposades a la vista, ja que poden ser tractades per millorar el seu aspecte i propietats i la seva elaboració és ràpida a la vegada que permet el prototipatge en impressores 3D.

El següent enllaç redirigeix a l'annex on es troba la fulla tècnica del material, fulla tècnica extreta de la base de dades del software CES.

- [ABS \(acrilonitrilo butadieno estireno\)](#)

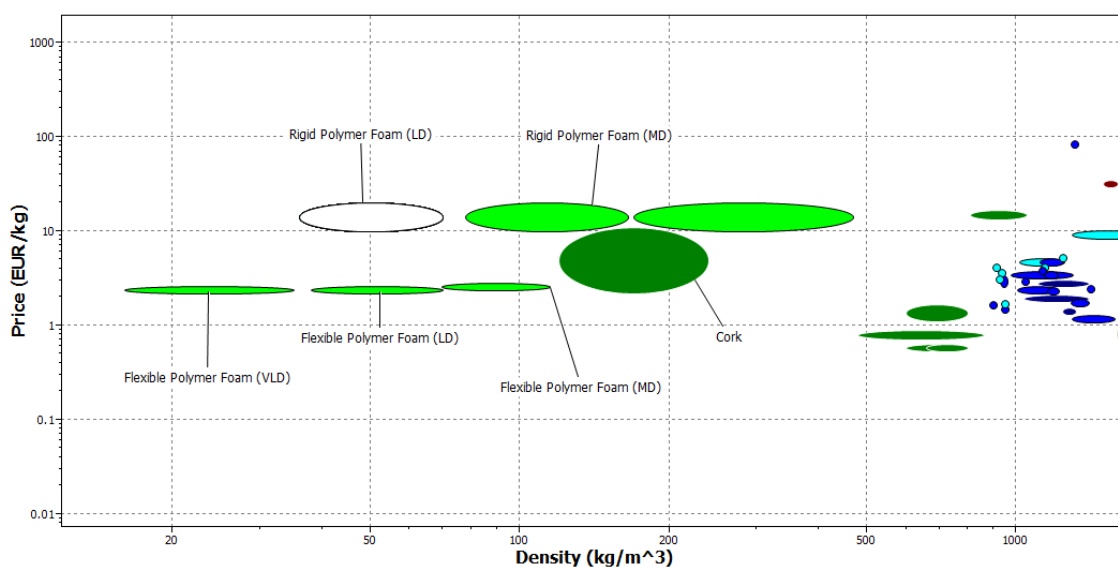
El resum de propietats és el següent:

	ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)
Preu (€/Kg)	2,26-2,49
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	3,64-4,03
Mòdul de Young (GPa)	1,1-2,9
Reciclable	Sí

Taula 7.25. Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del seient.

## Entapissats

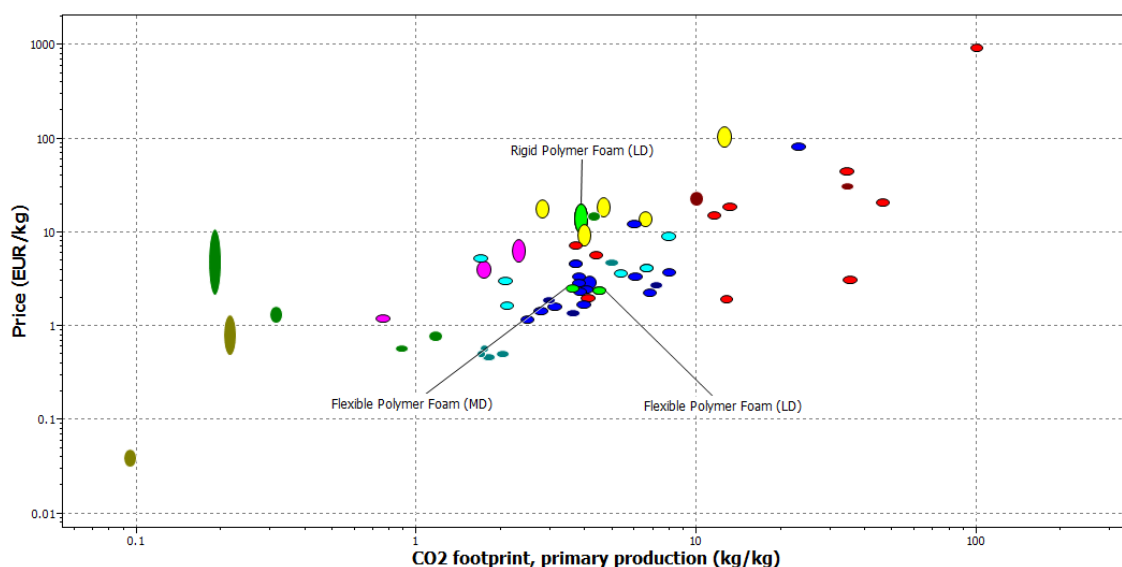
En la següent gràfica es mostren els possibles materials que podrien complir amb les densitats necessàries per aconseguir la comoditat adequada.



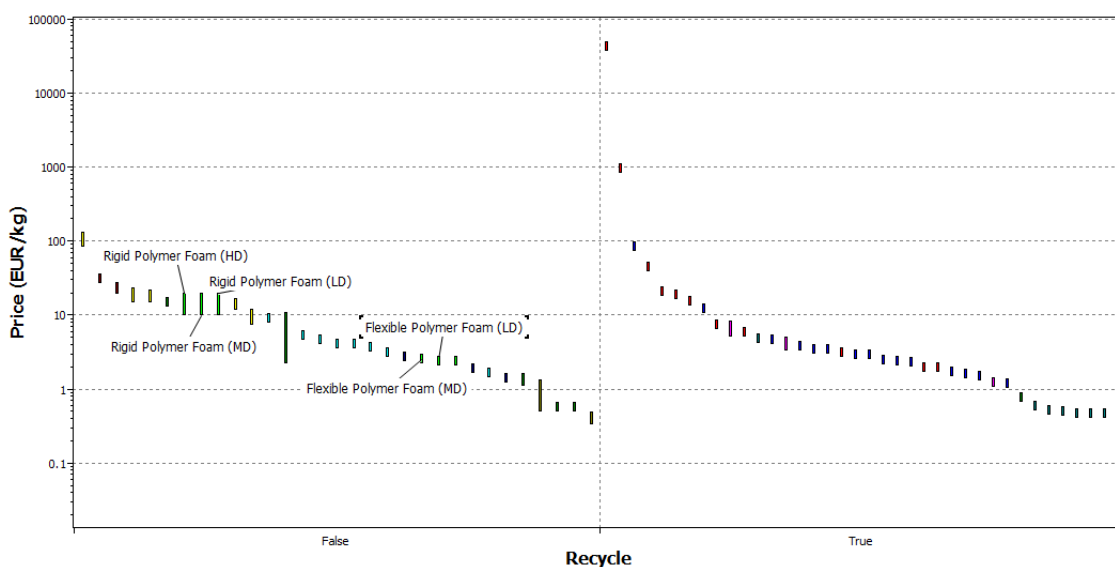
Gràfica 7.26. Relació entre la densitat-preu per polímers.

En relació als resultats obtinguts els possibles candidats són les espumes de polímers flexibles de baixa i mitja densitat, ja que es troben en el rang de densitats que s'acostumen a utilitzar per als seients d'automoció, entre 38 i 115 Kg/m<sup>3</sup>.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 7.27. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers.



Gràfica 7.28. Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats no són reciclables, pels valors de densitats buscats no existeix cap material reciclable. Pel que fa a la petjada ecològica els valors són força semblants, entre el material de baixa i mitja densitat, per tant l'únic paràmetre avaluable serà la comoditat que ofereixi cada densitat. Per tant la selecció final són tots dos materials depenent de les prestacions que es busquin. En tots dos casos el polímer utilitzat serà el poliuretà (PU).

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Polímer flexible de baixa densitat](#)
- [Polímer flexible de mitja densitat](#)

El resum de propietats és el següent:

	Polímer flexible de baixa densitat	Polímer flexible de mitja densitat
Preu	2,31-2,48	2,48-2,64
Petjada de CO <sub>2</sub>	4,28-4,73	3,43-3,79
Densitat	38-70	70-115
Reciclable	No	No

**Taula 7.29.** Resum de les propietats dels materials avaluats pels entapissats del seient.

## 8. Disseny i avaluació del volant

Les innovacions presentades pel volant es resumeixen en els següents punts:

- Integració d'una pantalla d'avisos en la part alta de la circumferència del volant per ajudar a facilitar l'accés a la informació.
- Implementació de comandaments pel control de les prestacions del vehicle per afavorir l'accés a la informació i la minimització de les distraccions
- Combinació dels sistemes de regulació i inclinació de la columna de direcció per garantir l'adaptabilitat.
- Ús d'espuma de poliuretà per afavorir la fermesa del volant a la vegada que s'incrementa la fricció entre el conductor i el volant per obtenir una major seguretat i comoditat.

La imatge mostrada a continuació representa el conjunt complet del volant.



*Figura 8.1. Conjunt complet del volant*



La següent imatge mostra el model humà 3D subjectant el volant per avaluar el correcte posicionament d'aquest.



*Figura 8.2. Posicionament del model humà amb el volant.*

## 8.1. Parts del volant

L'estructura del volant està formada per tres blocs.

- Conjunt de la circumferència del volant
- Radis i centre del volant
- Mecanisme de regulació

### Conjunt de la circumferència del volant

La circumferència del volant està formada per un element tubular disposat en forma de cercle i un curt segment recte actuant com a estructura base sobre el que implementar els elements d'ergonomia, protegir elements electrònics i fer possible la unió amb els radis i el centre del volant.

La circumferència està dotada d'un orifici per a la integració de la pantalla en la part superior, per la part del pilot i un relleu irregular en la part de darrere per evitar el lliscament i la falta d'adherència entre les mans i el volant, dues empunyadures per reforçar la subjecció del volant i l'ergonomia a 30 i 150 graus respectivament i un segment recte en la part inferior del volant que redueix el radi del volant en aquest punt per permetre un gir més ràpid.

### Circumferència del volant

**Funció:** Compleix la funció de permetre la disposició de les mans del conductor i els comandaments en un mateix pla que permet orientar la direcció del cotxe a partir d'un moviment de rotació.

**Fabricació:** Conjunt tubular creat a partir de l'extrusió i tallat per làser, recobert amb espuma modelada i enfundat en material tèxtil bordat.

**Material:** El material seleccionat és un aliatge d'alumini i polímer flexible d'alta densitat a base de poliuretà (PU). La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 8.3.1 Estructura i mecanismes del volant i 8.3.3 Cobertures.



*Figura 8.3. Circumferència del volant amb radi retallat i empenyadures.*

### **Radis i centre del volant**

El disseny dels radis està lleugerament inclinat respecte el pla de la circumferència per tal de guanyar espai entre les mans del conductor i la resta d'elements del quadre de comandaments.

El disseny dels radis està pensat per tal d'incorporar el nombre més gran de funcions amb els mínims comandaments, per tal d'evitar distraccions buscant botons, així doncs compte amb rodes que permeten una navegació àgil a partir de la rotació.

A una banda es troba la roda anteriorment citada, junt amb un parell de botons pel canvi de mode com pot ser entre ràdio o climatització i un per activar el mans lliures que completen un dels radis.

En el radi oposat es troba la mateixa disposició aplicada als diferents menús del quadre d'instruments digital junt amb un botó per activar els comandaments per veu.

Pel radi inferior s'ha elegit un element únicament de rigidesa amb un buidatge equidistant per alleugerir el pes del conjunt.

### **Centre del volant i radis**

**Funció:** Compleix la funció d'unir la columna de direcció amb la circumferència per tal de transmetre el gir d'un element a l'altre. A la vegada també actua com a recipient per encabir l'airbag.

**Fabricació:** Conjunt format a partir de peces de plàstic creades per injecció i polímers flexibles de mitja densitat.

**Material:** El material seleccionat és el polipropilè amb 30% de fibra de vidre per a l'estructura dels radis i l'ABS per les peces que queden a la vista i el poliuretà (PU) de densitat mitjana per la

cobertura del centre del volant. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 8.3.2 estructures plàstiques i 8.3.3 Cobertures.



*Figura 8.4. Radis del volant amb els comandaments de control multimèdia.*

### **Regulació del volant**

El mecanisme de regulació consta d'una palanca que se situa sota la columna de direcció, dins de l'abast de les extremitats superiors de l'ocupant per tal de poder regular el volant mentre s'està segut en el seient. Quan la palanca és accionada, el mecanisme de regulació allibera el pistó de la columna de direcció de la seva subjecció per tal de fer possible l'elongació de la columna i graduar així la profunditat del volant.

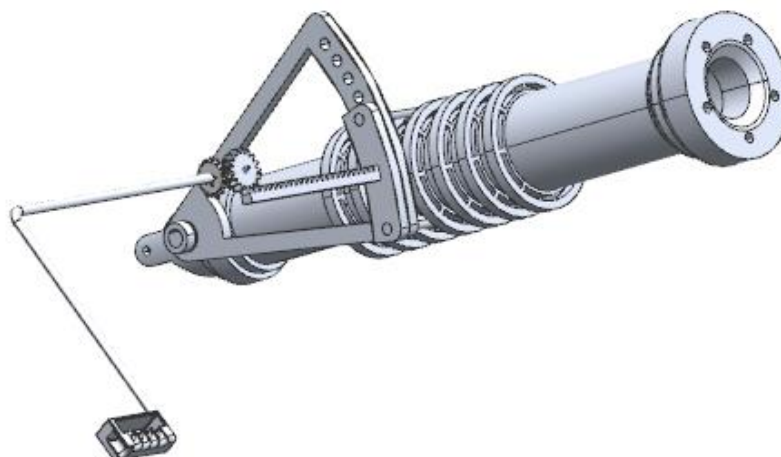
La mateixa palanca citada anteriorment allibera la subjecció del mecanisme de regulació de la inclinació del volant creat a partir d'una roda dentada a l'altura de la junta cardant.

### **Mecanisme de regulació**

**Funció:** Forma part del sistema de direcció en si mateix sent part de la unió entre volant i el sistema de direcció de l'eix frontal dels vehicles, però també actua com a mecanisme per adaptar el posicionament del volant en altura i profunditat mitjançant una columna telescòpica, un mecanisme d'alliberació-bloqueig i un punt des del que regular la inclinació del conjunt.

**Fabricació:** Conjunt format a partir de peces metàl·liques tubulars extruïdes i peces mecanitzades, tallades per làser i soldades al conjunt.

**Material:** El material seleccionat és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 8.3.1 Estructura i mecanismes del volant.



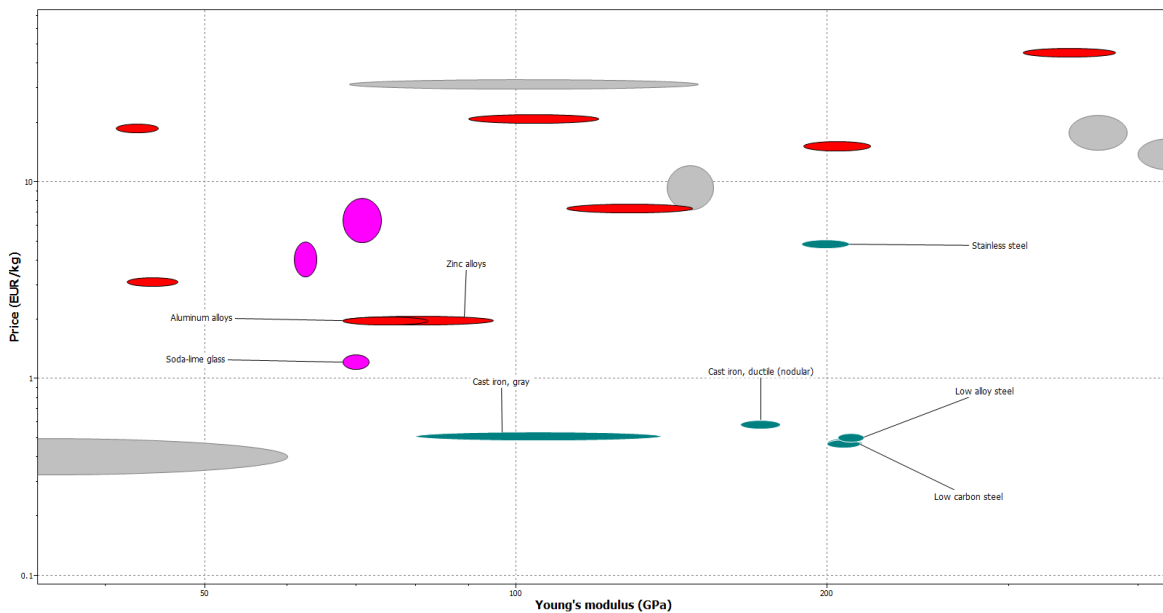
*Figura 8.5. Mecanisme de regulació d'altura i profunditat del volant.*

## 8.2. Selecció de materials

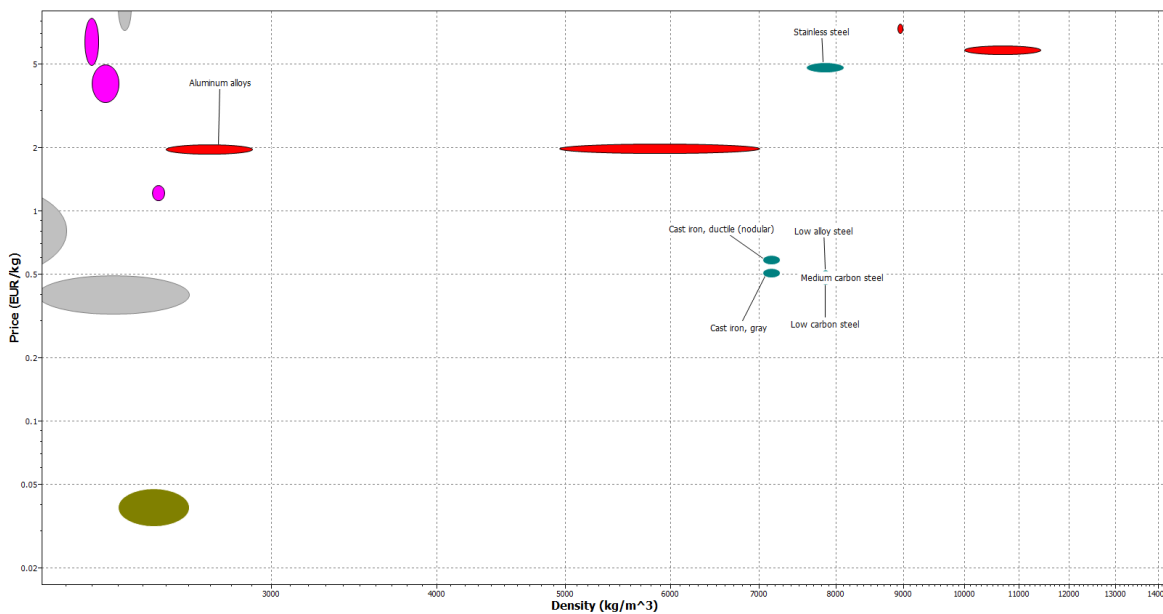
Basant-se en els paràmetres de preu, mòdul de Young, densitat, petjada de diòxid de carboni i la possibilitat de reciclar-se i seguint uns valors similars als utilitzats en els models actuals, es realitza una selecció de materials per a l'estructura, mecanismes i els entapissats del volant.

### **Estructura i mecanismes del volant i el mecanisme de regulació**

En les següents gràfiques es pot observar que les opcions més viables són el ferro colat, l'acer de baix i mig contingut en carboni, l'acer de baix aliatge i sent una mica més car l'acer inoxidable. Un últim candidat són els aliatges d'alumini que si bé no obté el millor resultat pel que respecte al mòdul de Young, es veurà en la segona gràfica que a raó de la seva densitat representa un gran avantatge pel seu reduït pes.

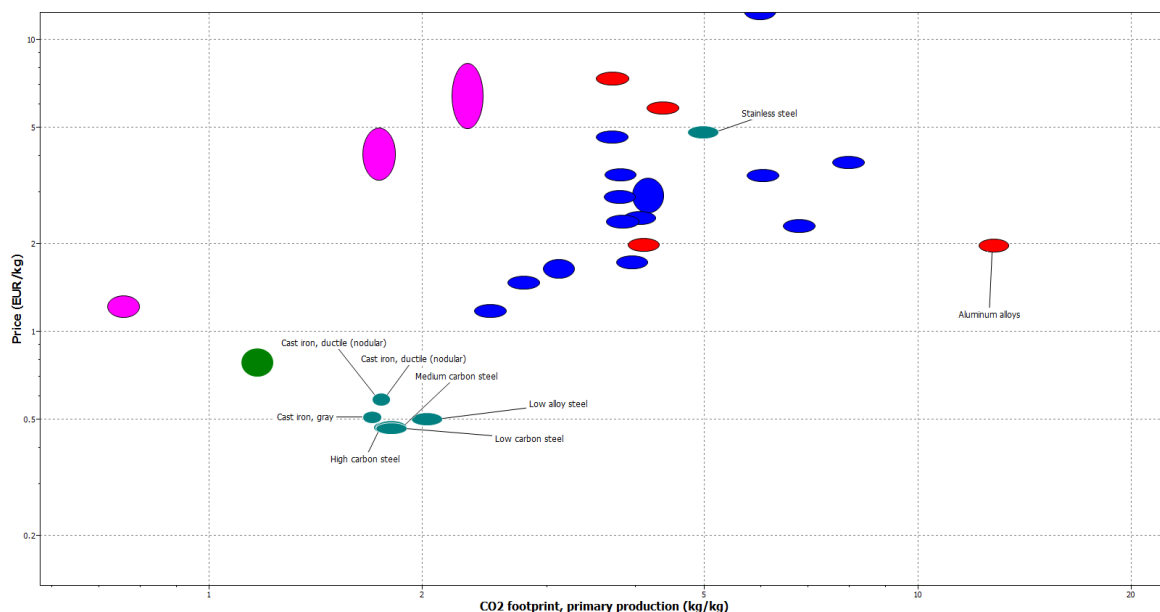


Gràfica 8.6. Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics.

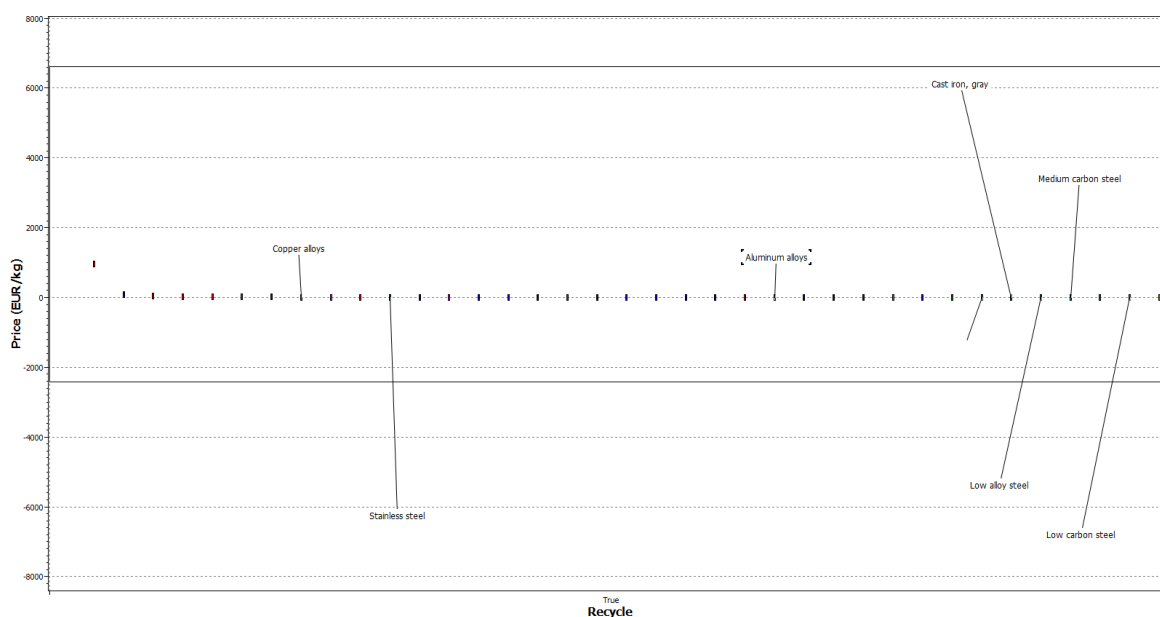


Gràfica 8.7. Relació entre la densitat-preu per materials fèrrics.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



**Gràfica 8.8.** Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics.



**Gràfica 8.9.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada per l'acer de baix i mig contingut de carboni i el de baix aliatge junt amb el ferro colat respecte a l'acer inoxidable i els aliatges d'alumini.

Per tal de seleccionar un dels materials, es crearà una taula que posa en comú les propietats anteriorment avaluades en les gràfiques.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Ferro colat](#)
- [Acer de baix carboni](#)
- [Acer de mig carboni](#)
- [Acer de baix aliatge](#)
- [Acer inoxidable](#)
- [Aliatge d'alumini](#)

	Ferro colat	Acer de baix carboni	Acer de mig carboni	Acer de baix aliatge	Acer inoxidable	Aliatge d'alumini
Preu (€/Kg)	0,486-0,525	0,446-0,486	0,446-0,494	0,478-0,525	4,59-5,06	1,88-2,06
Densitat (Kg/m <sup>3</sup> )	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	2,5·10 <sup>3</sup> -2,9·10 <sup>3</sup>
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	1,65-1,75	1,72-1,9	1,72-1,9	1,93-2,13	4,73-5,23	12,2-13,4
Mòdul de Young (GPa)	80-138	200-215	200-216	205-217	189-210	68-82
Reciclable	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

**Taula 8.10.** Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'estructura i mecanismes del volant.

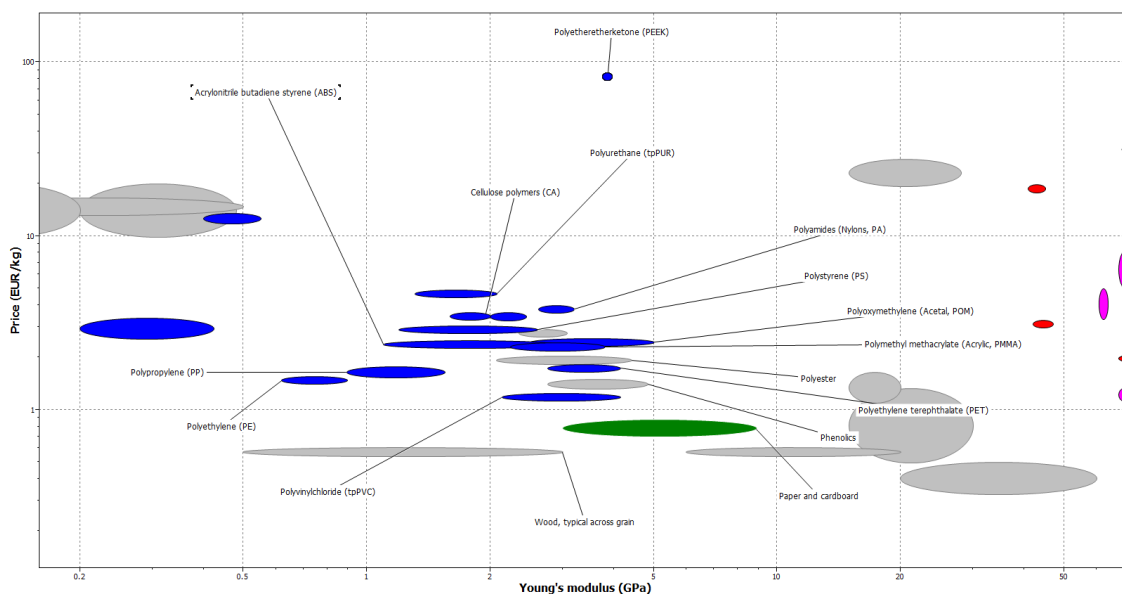
Pel que respecte als resultats es pot observar que tot i que els millors valors es reparteixen entre els diversos materials, l'aliatge d'alumini és el que té en conjunt els valor més favorables.

L'aliatge d'alumini permet una estructura lleugera que pel cas del volant facilitarà els moviments de gir. La seva configuració permet obtenir un material mal·leable fàcilment mecanitzable, moderadament resistent amb un preu molt per sota de la resta de materials avaluats.

És per això que s'ha elegit aquest material com a material de la base estructural de la circumferència del volant. Per una altra banda s'ha elegit l'acer de baix carboni per als mecanismes de regulació del volant ja que aquests estan sota una fatiga constant i donat que formen part d'un sistema essencial com és la direcció cal buscar una vida útil llarga.

### Carcasses protectores

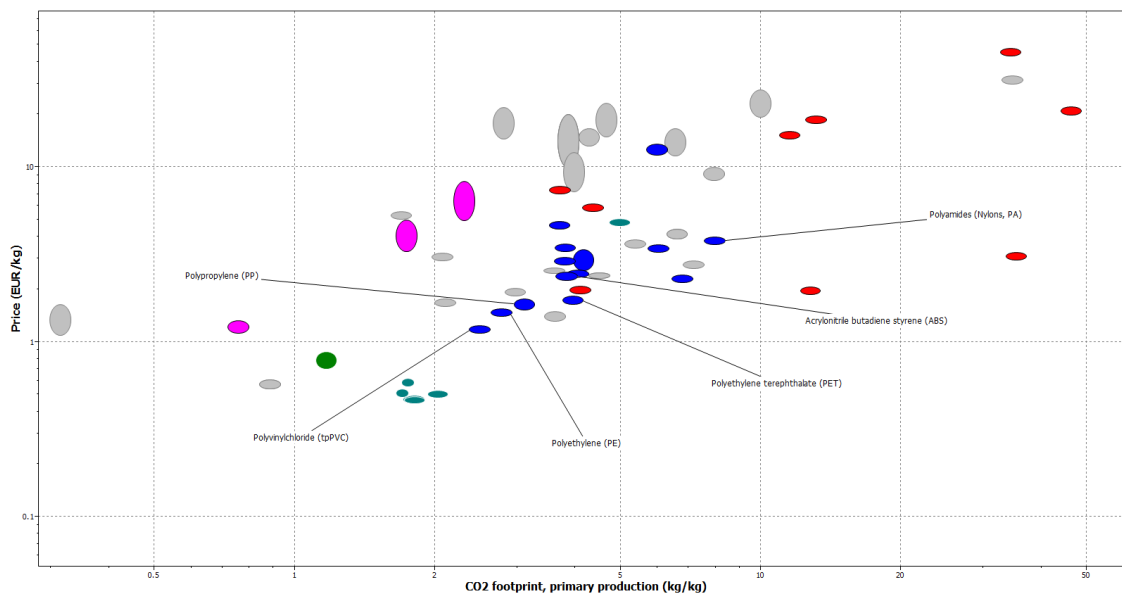
En la següent gràfica es mostren els possibles materials que podrien complir amb les propietats mecàniques necessàries per a les carcasses de protecció. Tot i que hi ha un gran nombre d'opcions que ofereixen un bon mòdul de Young també cal tenir en compte la fabricació de peces amb aquests materials.



Gràfica 8.11. Relació entre mòdul de Young -preu per polímers.

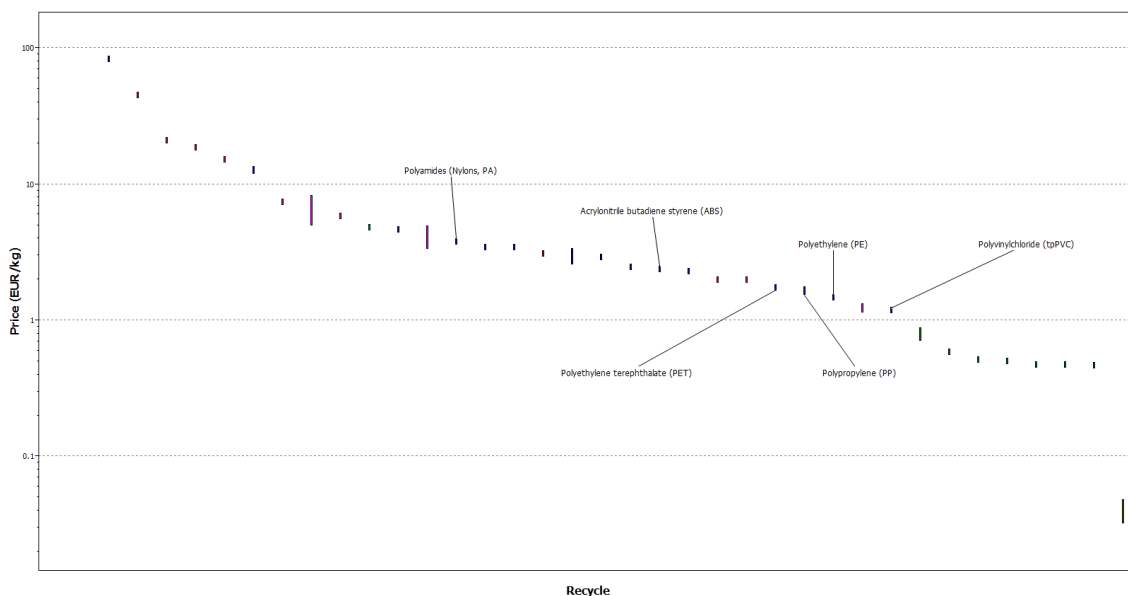
En relació als resultats obtinguts els possibles candidats són per una banda, materials que permeten la impressió 3D com són el Nylon, el PET i l'ABS sent aquest últim el predilecte en la indústria automobilística per a carcasses que queden a la vista pels bons acabats. Per una altra els materials que més s'ajusten als paràmetres avaluats com el tpPVC, el PE i el PP reforçat amb 30% fibra de vidre (LGF30-PP).

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 8.12. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers.





**Gràfica 8.13.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada pel tpPVC, desafortunadament no té un bon mòdul de Young com la majoria de polímers pel que s'opta per una material reforçat, és a dir, compost com es el polipropilè reforçat amb fibra de vidre LGF30-PP. També s'elegeix l'ABS com a segon material pels acabats visibles.

El següent enllaç redirigeix a l'annex on es troba la fulla tècnica del material, fulla tècnica extreta de la base de dades del software CES.

- [Polipropilè reforçat amb 30% de fibra de vidre](#)
- [ABS](#)

El resum de propietats és el següent:

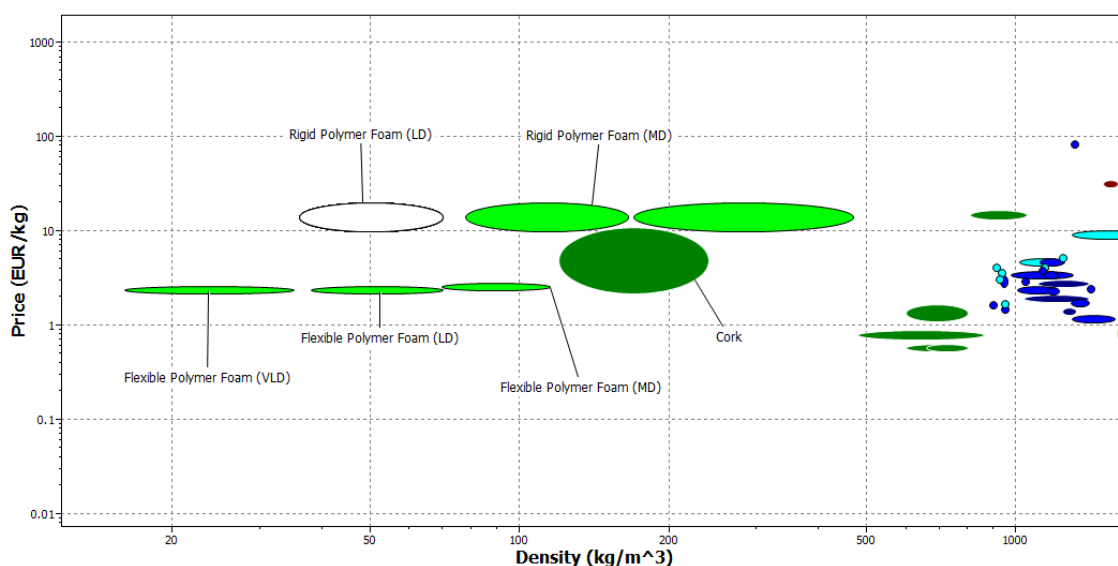
	Polipropilè + 30% fibra de vidre	ABS
Preu (€/Kg)	19,4-27,4	2,26-2,49
Densitat (Kg/m <sup>3</sup> )	1,75·10 <sup>3</sup> -1,97·10 <sup>3</sup>	1,01·10 <sup>3</sup> -1,21·10 <sup>3</sup>
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	9,5-10,5	3,64-4,03
Mòdul de Young (GPa)	15-28	189-210
<b>Reciclable</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>

Taula 8.14. Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del volant.

El LGF30-PP permet aprofitar la baixa densitat d'un polímer amb un increment del mòdul de Young, raó per la qual s'utilitza aquest material per a l'estructura dels radis del volant. Per una altra banda l'ABS serà utilitzat pels elements que queden a la vista o actuen com a element de decoració, pels bons acabats que s'obtenen amb aquest material, sent l'únic polímer que pot ser cromat.

### Entapissats

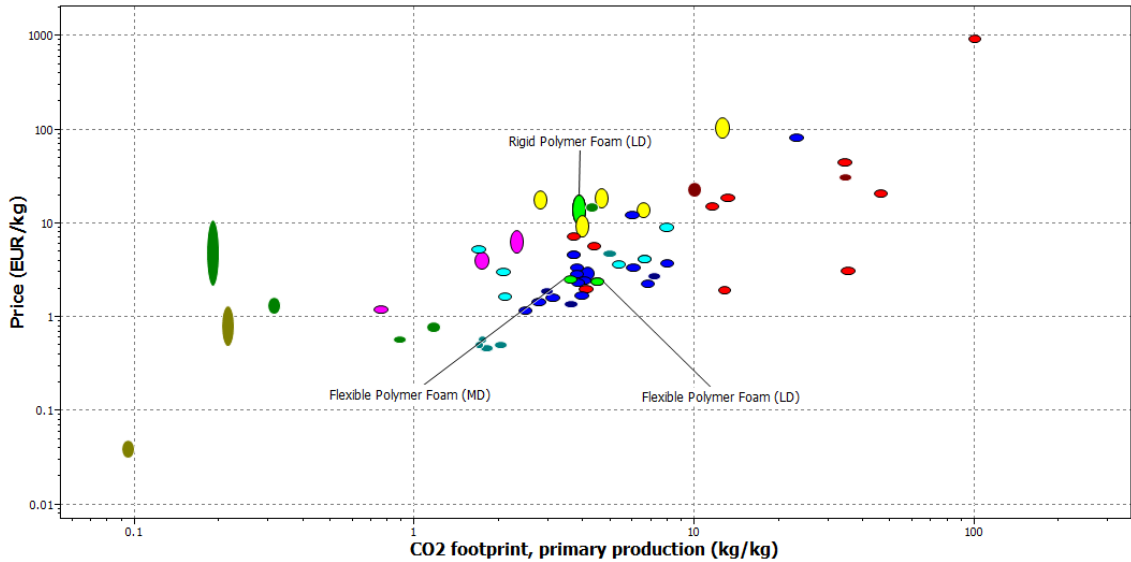
En la següent gràfica es mostren els possibles materials que podrien complir amb les densitats necessàries per aconseguir la comoditat adequada pels punts de subjecció dels diferents elements.



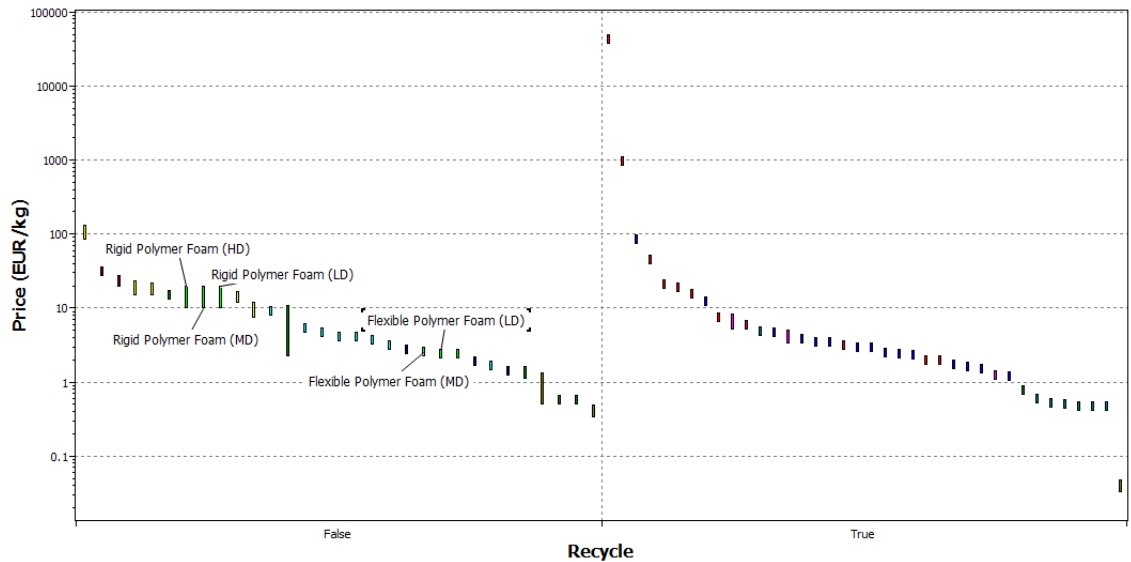
Gràfica 8.15. Relació entre la densitat-preu per polímers.

En relació als resultats obtinguts els possibles candidats són les espumes de polímers flexibles de baixa i mitja densitat, ja que es troben en el rang de densitats que s'acostumen a utilitzar per als punts de subjecció dels ocupants en la d'automoció, entre 38 i 115 Kg/m<sup>3</sup>.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 8.16. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers.



Gràfica 8.17. Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats no són reciclables. Pels valors de densitats buscats no existeix cap material reciclable. Pel que fa a la petjada ecològica els valors són força semblants, entre el material de baixa i mitja densitat, per tant l'únic paràmetre avaluable serà la comoditat que ofereixi cada densitat. Per tant la selecció final són tots dos materials depenent de les prestacions que es busquin.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Polímer flexible de baixa densitat](#)
- [Polímer flexible de mitja densitat](#)

El resum de propietats és el següent:

	Polímer flexible de baixa densitat	Polímer flexible de mitja densitat
Preu	2,31-2,48	2,48-2,64
Petjada de CO <sub>2</sub>	4,28-4,73	3,43-3,79
Densitat	38-70	70-115
Reciclable	No	No

**Taula 8.18.** Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del volant.

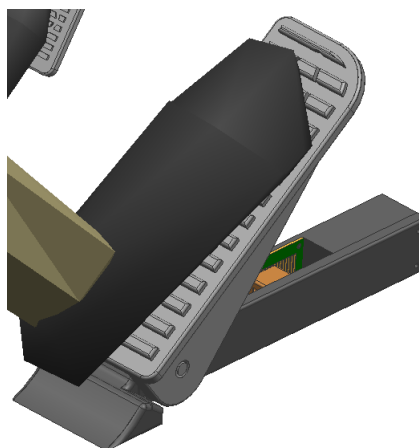
## 9. Disseny i avaluació del sistema de pedals

Els punts novedosos buscats en el disseny del sistema de pedals són els següents:

- Eliminació del pedal d'embragatge
- Utilització d'un sistema diferent per cada pedal per garantir la diferenciació i aconseguir els rangs de moviments, precisions que es desitgen en cada pedal.
- Ús de materials compostos per alleugerir el pes dels pedals i facilitar el seu accionament.

A continuació es mostren els tipus de pedals elegits per a cada funció:

- Per l'accelerador s'ha elegit un mecanisme de gir des de la part inferior, fent possible el repòs del taló i tenint més precisió en el moviment.



*Figura 9.1. Posicionament del peu sobre el pedal de l'accelerador.*

- Pel fre en canvi s'ha triat un mecanisme de gir des de la part superior permetent una acció més contundent i ràpida.



*Figura 9.2. Posicionament del peu sobre el pedal de fre.*

## 9.1. Parts del volant

EL sistema de pedals es pot classificar en dos conjunts.

- Pedal accelerador



Figura 9.3. Conjunt del pedal accelerador.

- Pedal de fre

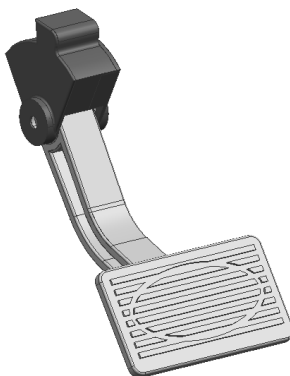


Figura 9.4. Conjunt del pedal de fre.

A la vegada cada pedal té quatre subgrups:

- Suport

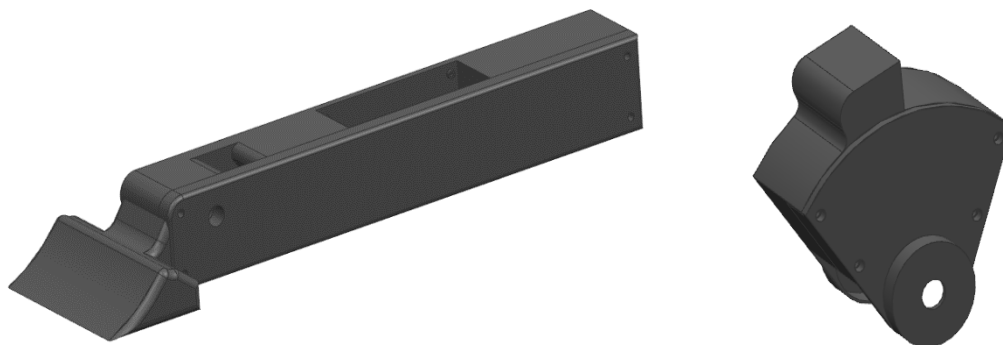
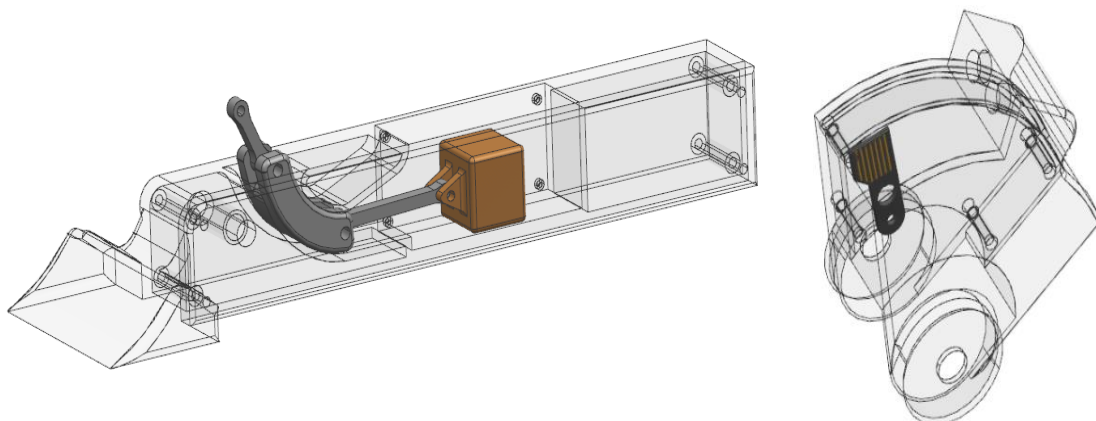


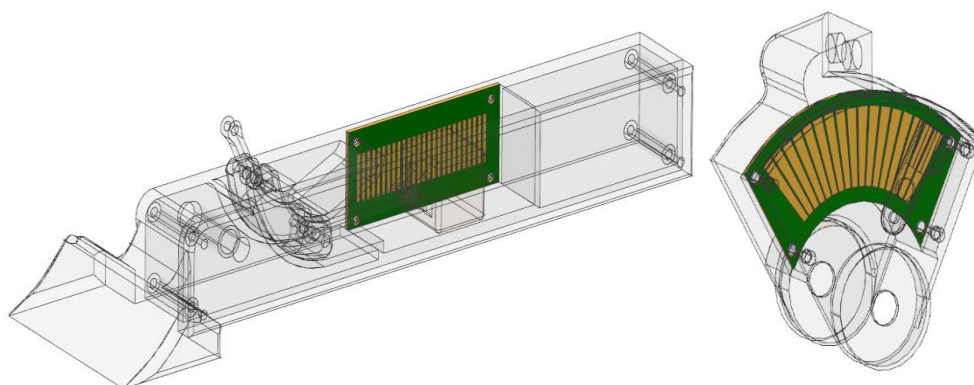
Figura 9.5. A l'esquerra l'estructura de suport de l'accelerador, a la dreta l'estructura del pedal de fre.

- Mecanisme de transmissió



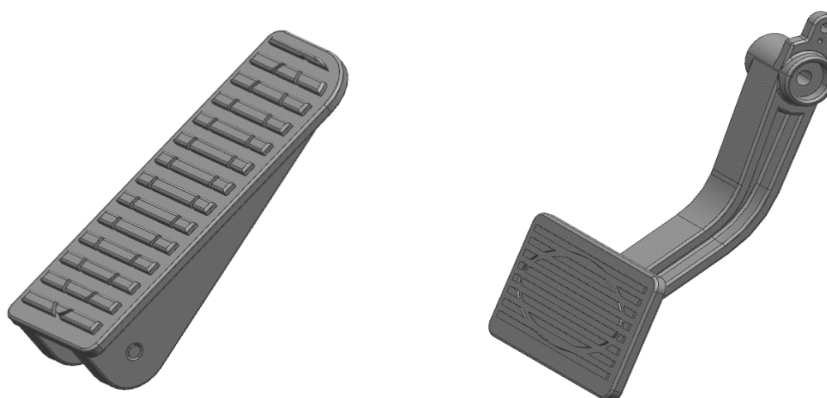
**Figura 9.6.** A l'esquerra el mecanisme intern de l'accelerador, a la dreta el mecanisme intern del pedal de fre.

- Conjunt electrònic



**Figura 9.7.** A l'esquerra l'electrònica de l'accelerador, a la dreta l'electrònica del pedal de fre.

- Palanca d'accionament



**Figura 9.8.** A l'esquerra l'accionador de l'accelerador, a la dreta l'accionador del pedal de fre.

## Pedal i accelerador

### Palanca d'acció

**Funció:** Permet regular l'avanç del mecanisme que avalua la posició del pedal per tal de traduir la posició en subministrament de combustible i per tant el control de l'acceleració

**Fabricació:** Conjunt de peces mecanitzades i soldades entre elles.

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.1 Estructura i mecanismes del sistema de pedals.



*Figura 9.9. Palanca d'accionament de l'accelerador del tipus taula.*

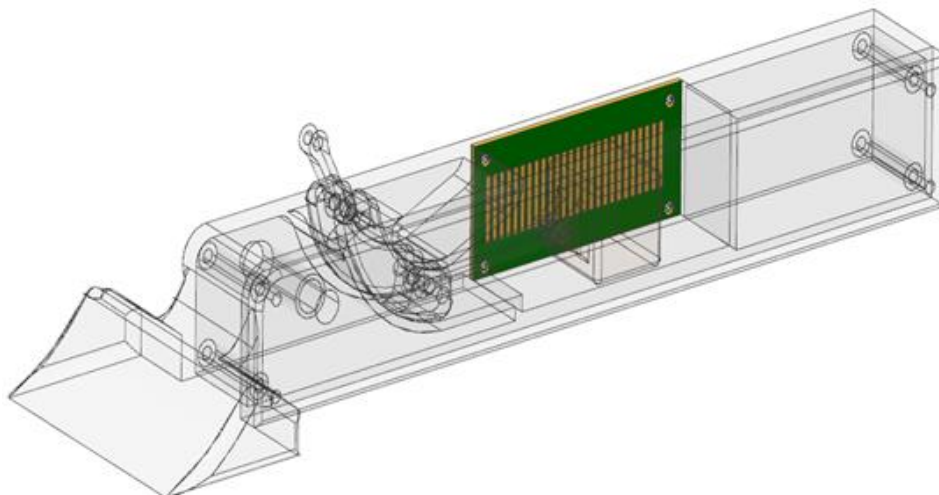
### Conjunt electrònic

**Funció:** Transformar les dades obtingudes del moviment angular del pedal i transmetre-les al dau en contacte amb el circuit imprès per tal d'obtenir valors de posició del pedal, els quals es tradueixen a valors de combustible exigits per assolir l'acceleració demanada pel conductor.

**Fabricació:** Placa de circuit imprès PCB, a partir de coure i fibra de vidre.

**Material:** El material seleccionat és el coure i fibra de vidre característics de les plaques PCB. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.2 Electrònica





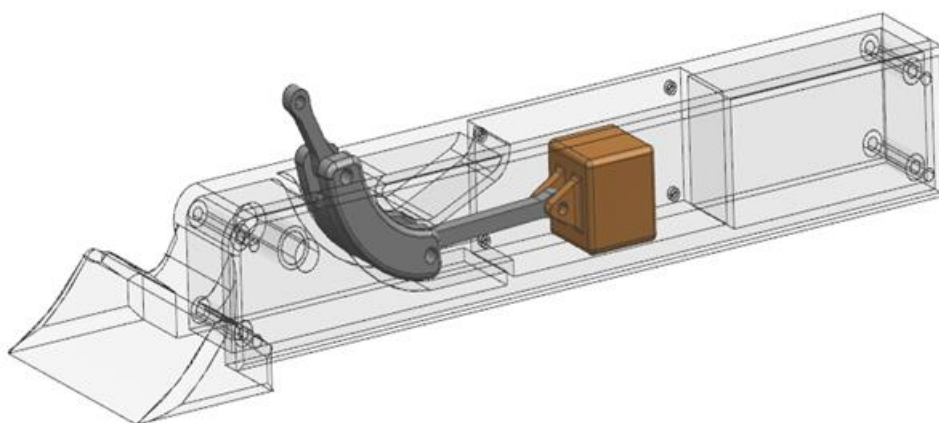
*Figura 9.10. Representació de l'electrònica del pedal accelerador.*

### **Mecanisme de transmissió**

**Funció:** Transmetre l'accionament des de la part inferior del pedal fins al dau que està en contacte amb el circuit imprès.

**Fabricació:** Conjunt de peces mecanitzades.

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7% i el coure. La selecció dels materials i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.1 Estructura i mecanismes del sistema de pedals.



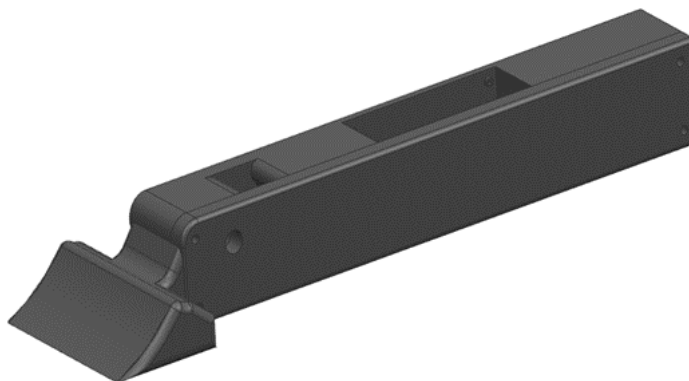
*Figura 9.11. Mecanismes de transmissió de moviment en l'accelerador.*

### **Suport o base**

**Funció:** Subjectar tot el conjunt al vehicle i allotjar els mecanismes de transmissió i el conjunt electrònic.

**Fabricació:** Peces creades a partir de motlles regulats en temperatura i pressió.

**Material:** El material seleccionat és el polipropilè reforçat amb 30% de fibra de vidre (vidre borosilicat). La selecció dels materials i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.3 Carcasses de protecció i suports.



*Figura 9.12. Suport de fixació i cobertura dels elements de transmissió de l'accelerador.*

### **Pedal de fre**

El pedal de fre és més ample en horitzontal amb la finalitat d'abastir més espai i fer possible el seu accionament amb diferents posicions del peu per tal garantir el ràpid accés en cas d'emergència.

L'angle de la superfície en contacte amb el peu ha sigut dissenyada per tal de permetre un gir còmode del peu quan el pedal de fre sigui accionat.

### **Palanca d'acció**

**Funció:** Permet accionar el sistema hidràulic que regula la pressió exercida per les pinces

**Fabricació:** Conjunt de peces mecanitzades i soldades entre elles.

**Material:** El material elegit és acer amb un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.1 Estructura i mecanismes del sistema de pedals.



Figura 9.13. Palanca d'accionament del pedal de fre.

### Conjunt electrònic

**Funció:** Té la funció de transformar un posicionament angular en un senyal digital que serveix per quantificar la força de frenada exigida.

**Fabricació:** Placa de circuit imprès PCB, a partir de coure i fibra de vidre.

**Material:** El material seleccionat és el coure i fibra de vidre característics de les plaques PCB. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.2 Electrònica

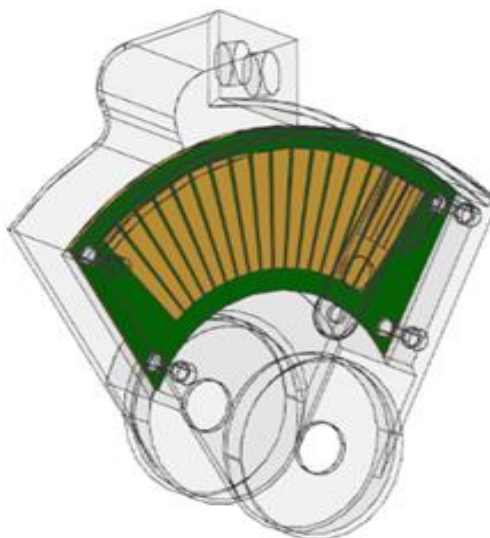


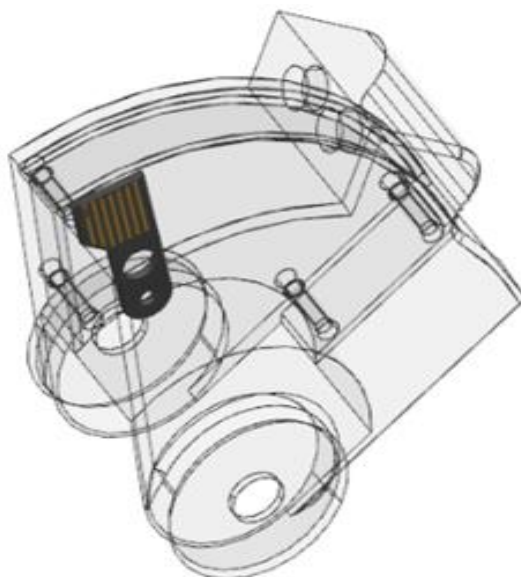
Figura 9.14. Representació de l'electrònica del pedal de fre.

### Mecanisme de transmissió

**Funció:** Útil de calibració del posicionament del pedal vers un recorregut angular

**Fabricació:** Conjunt de peces creades a partir de motlles regulats en temperatura i pressió i soldadura de peces de materials conductors.

**Material:** El material seleccionat és el polipropilè reforçat amb 30% de fibra de vidre (vidre borosilicat) i el coure. La selecció dels materials i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.1 Estructura i mecanismes del sistema de pedals.



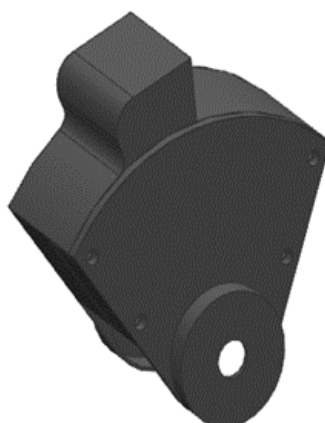
*Figura 9.15. Mecanismes de transmissió de moviment en el pedal de fre.*

### **Suport o base**

**Funció:** Allotjar tot el mecanisme de transmissió i el conjunt electrònic a la vegada que actua de fixació per a tot el sistema del pedal de frenada.

**Fabricació:** Peces creades a partir de motlles regulats en temperatura i pressió.

**Material:** El material seleccionat és el polipropilè reforçat amb 30% de fibra de vidre (vidre borosilicat). La selecció dels materials i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 9.3.3 Carcasses de protecció i suports.



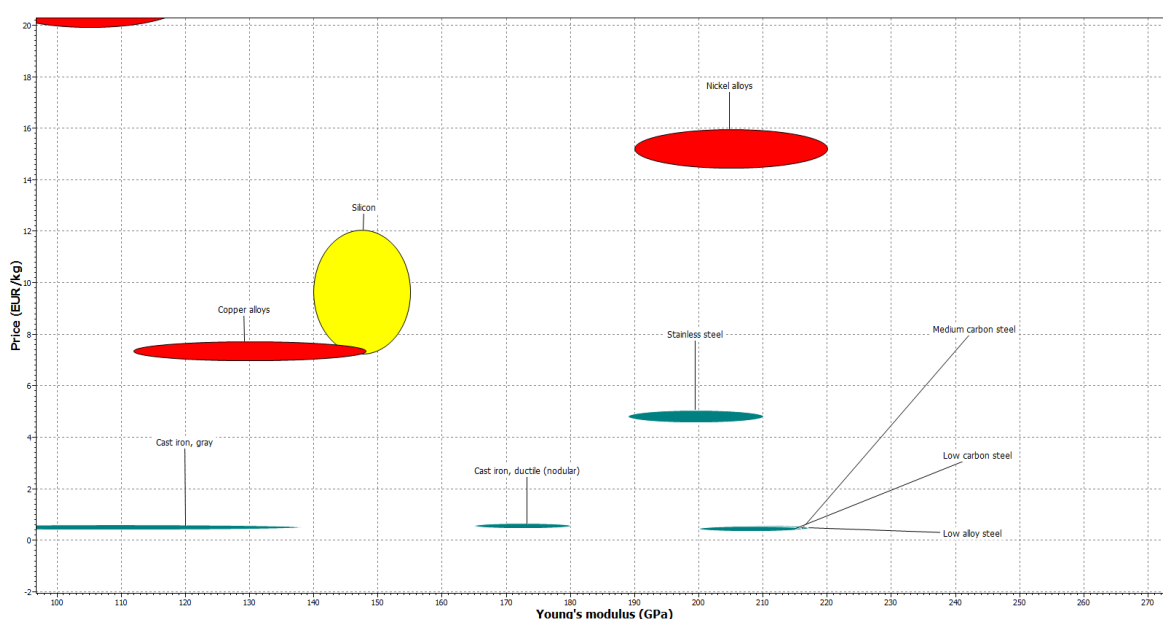
*Figura 9.16. Suport de fixació i cobertura dels elements de transmissió del pedal de fre.*

## 9.2. Selecció de materials

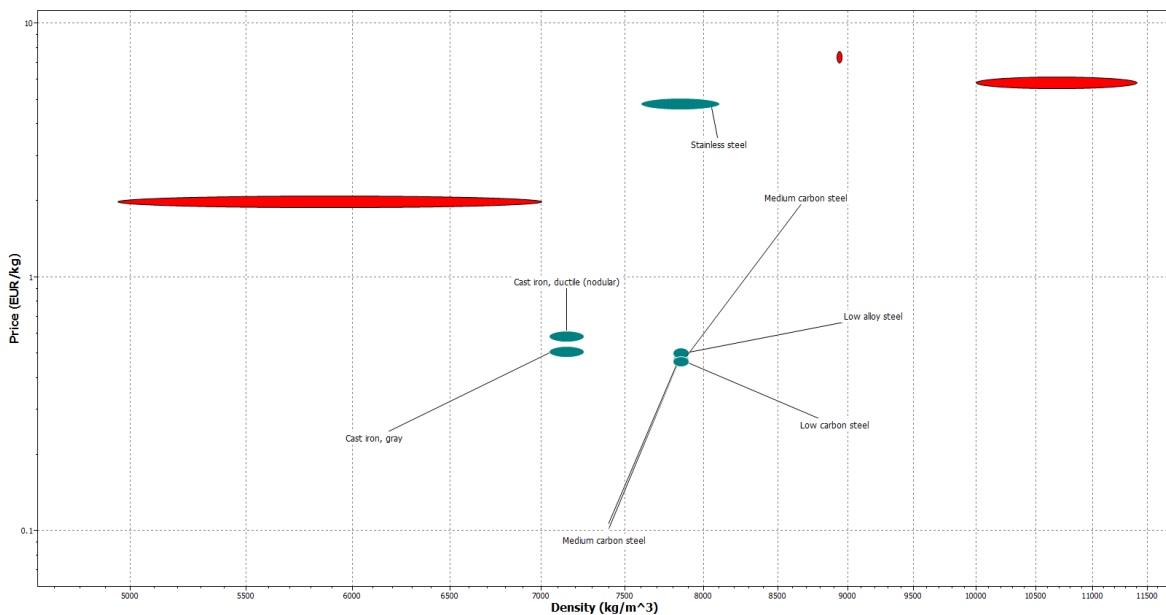
Basant-se en els paràmetres de preu i mòdul de Young, densitat, petjada de diòxid de carboni i la possibilitat de reciclar-se i seguint uns valors similars als utilitzats en els models actuals, es realitza una selecció de materials per a l'estructura i mecanismes, components electrònics i carcasses de protecció.

### Estructura i mecanismes del sistema de pedals

En la següent gràfica es pot observar que les opcions més viables són el ferro colat, l'acer de baix i mig contingut en carboni, l'acer de baix aliatge i sent una mica més car l'acer inoxidable per l'elevat mòdul de Young, propietat a tenir en compte en peces on s'aplicaran forces variables durant un nombre indeterminat de cicles.

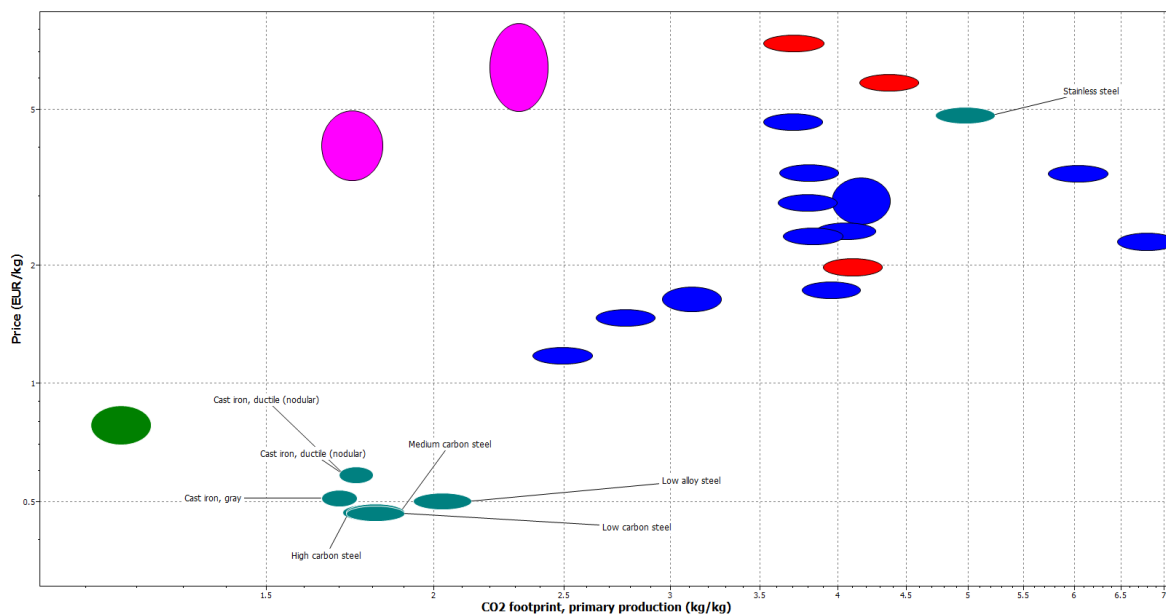


Gràfica 9.17. Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics.

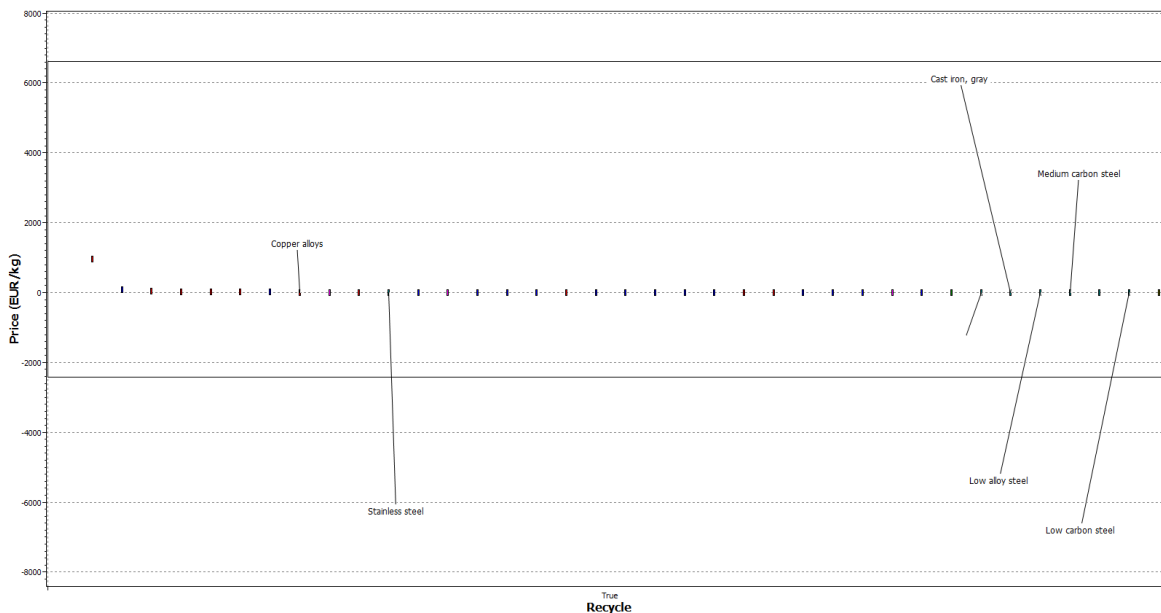


Gràfica 9.18. Relació entre la densitat-preu per materials fèrrics.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 9.19. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics.



**Gràfica 9.20.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada per l'acer de baix i mig contingut de carboni i el de baix aliatge junt amb el ferro colat respecte a l'acer inoxidable.

Per tal de seleccionar un dels materials, es crearà una taula que posa en comú les propietats anteriorment avaluades en les gràfiques.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Ferro colat](#)
- [Acer de baix carboni](#)
- [Acer de mig carboni](#)
- [Acer de baix aliatge](#)
- [Acer inoxidable](#)

	Ferro colat	Acer de baix carboni	Acer de mig carboni	Acer de baix aliatge	Acer inoxidable
Preu (€/Kg)	0,486-0,525	0,446-0,486	0,446-0,494	0,478-0,525	4,59-5,06
Densitat (Kg/m <sup>3</sup> )	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	1,65-1,75	1,72-1,9	1,72-1,9	1,93-2,13	4,73-5,23
Mòdul de Young (GPa)	80-138	200-215	200-216	205-217	189-210
Reciclable	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

**Taula 9.21.** Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'estructura i mecanismes del sistema de pedals.

Pel que respecte als resultats es pot observar que tot i que els millors valors es reparteixen entre els diversos materials, l'acer de mig contingut en carboni és el que té en conjunt els valor més favorables.

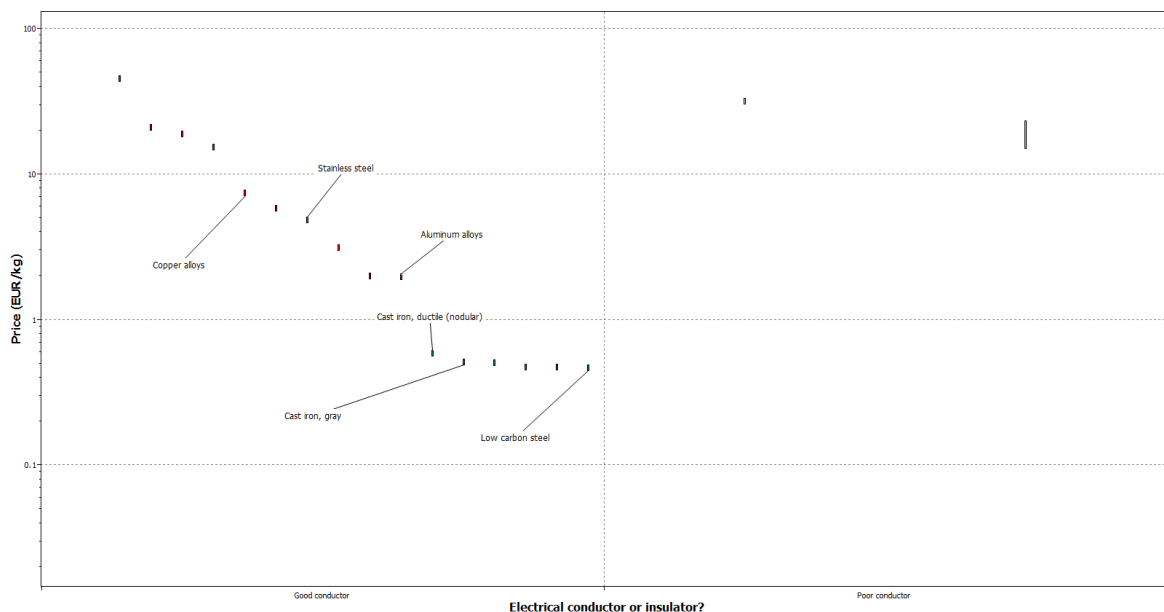
L'acer de mig carboni conté l'acer dolç, semidolç, semidur i dur. I té un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La seva configuració permet obtenir un material mal·leable fàcilment mecanitzable, resistent, relativament barat i reciclable.

És per això que s'ha elegit aquest material com el material adequat per la construcció de tota l'estructura i mecanismes del seient.

### Components electrònics

Com a material base per a la circuiteria el material utilitzat s'elegeix el que freqüentment s'utilitza per a les plaques PCB per la seva disponibilitat i propietats, les plaques de fibra de vidre. Pel que fa al material conductor s'avaluen diverses opcions a partir de la següent gràfica que classifica els materials entre bons conductors i conductors pobres.

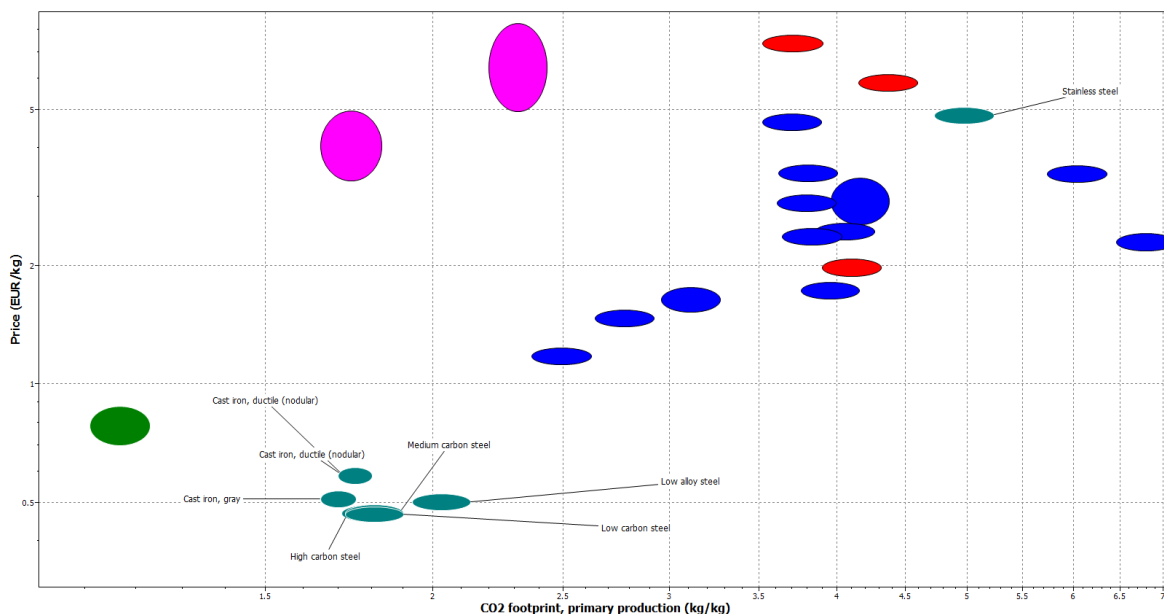




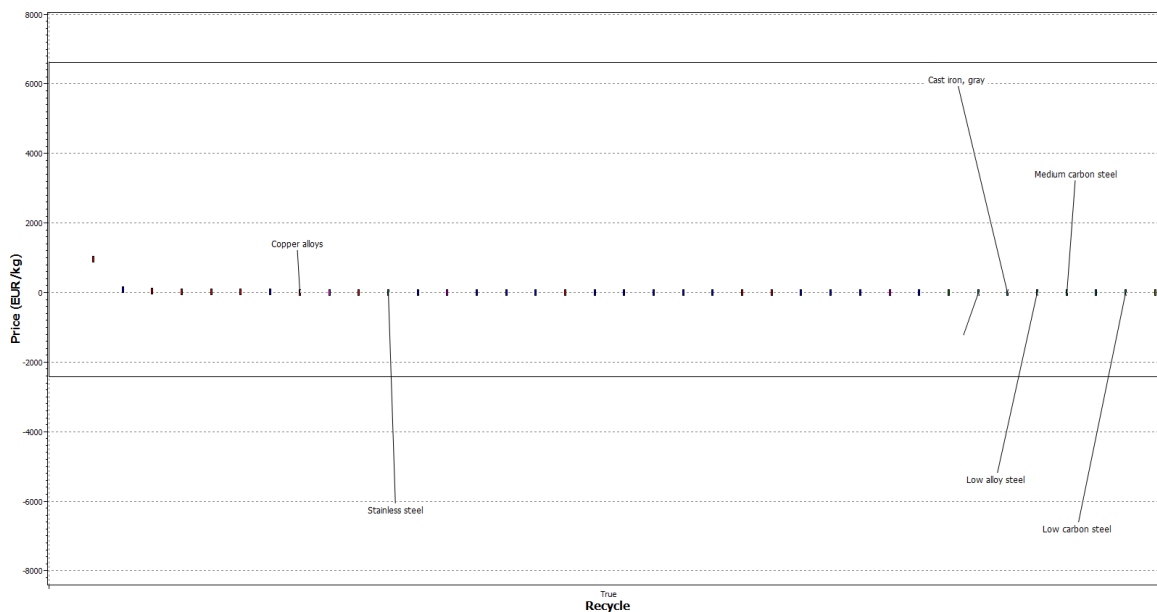
**Gràfica 9.22.** Relació entre conductivitat-preu per materials fèrrics.

D'acord amb la gràfica es pot observar que si bé hi ha diversitat de materials que compleixen amb les propietats de conductivitat només els acers amb contingut de carboni, aliatges d'alumini i aliatges de coure representen una bona opció si s'avaluen en base de qualitat-preu. Tot i que existeixen millors candidats com són la plata i l'or es descarten per l'elevat cost.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



**Gràfica 9.23.** Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics.



**Gràfica 9.24.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada pel coure i la fossa, respecte a la resta d'aliatges i acers.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Ferro colat](#)
- [Aliatge de coure](#)

El resum de propietats és el següent:

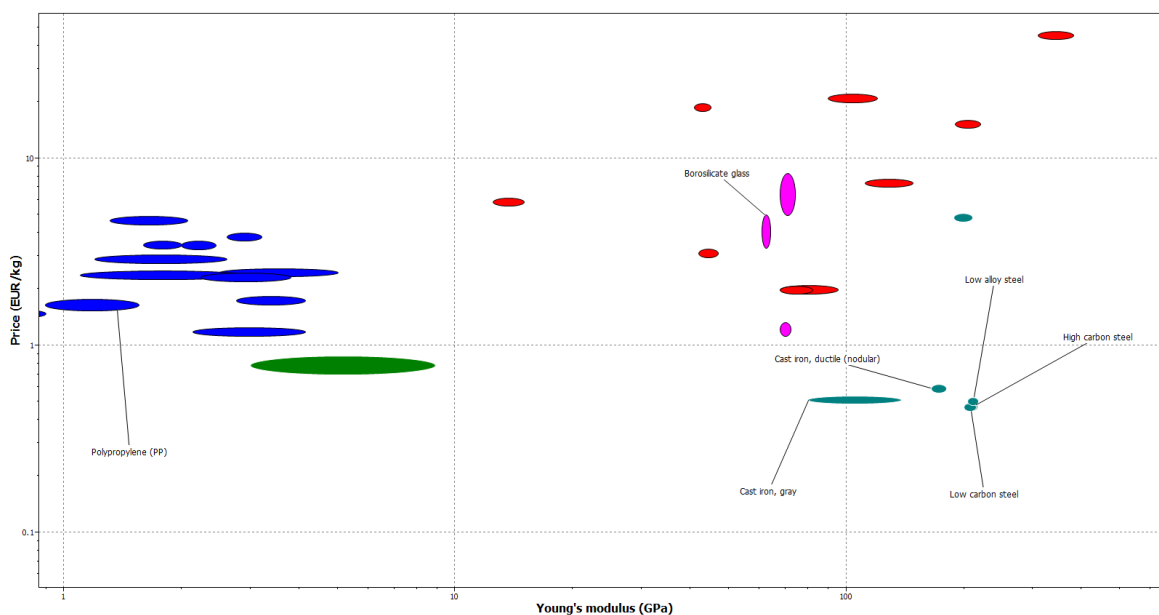
	Fossa	Aliatge de coure
Preu (€/Kg)	0,486-0,533	7,01-7,71
Conductivitat (m/Ω·mm <sup>2</sup> )	15,3	58
Densitat (Kg/m <sup>3</sup> )	7,05·10 <sup>3</sup> -7,25·10 <sup>3</sup>	8,93·10 <sup>3</sup> -8,94·10 <sup>3</sup>
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	1,65-1,75	3,52-3,9
Reciclable	Sí	Sí

**Taula 9.25.** Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'electrònica del sistema de pedals.

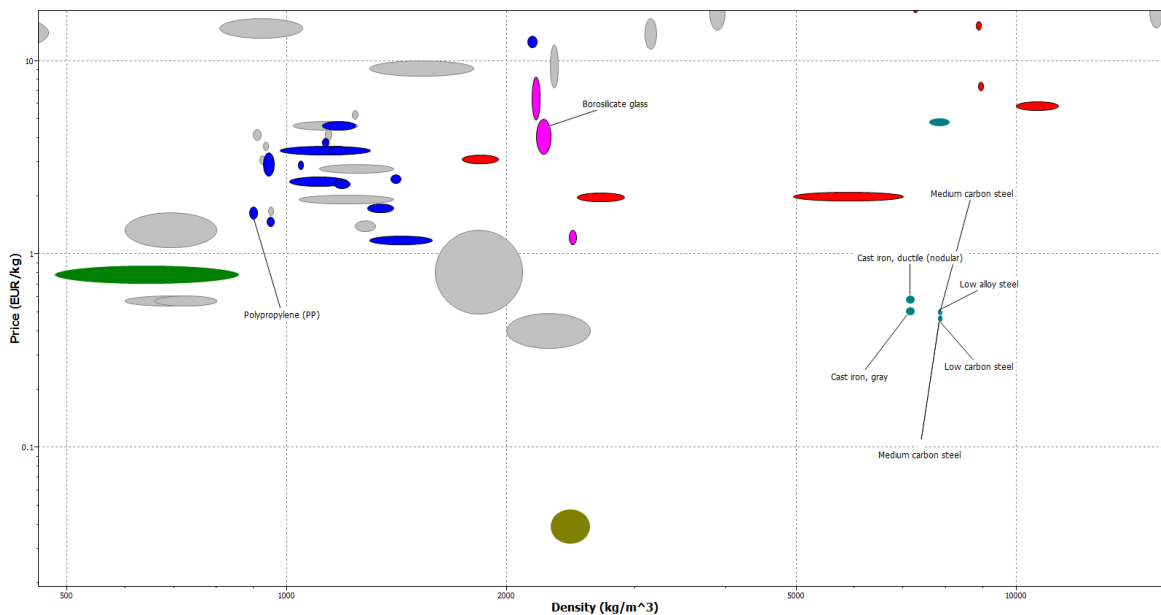
Tot i els bons resultats de tots dos materials, el coure acaba sent el material seleccionat, ja que és el que té la millor conductivitat dels dos, propietat més important si es busca crear una peça que intervingui en un circuit electrònic.

### Carcasses de protecció i suports

En les següents gràfiques es pot observar que les opcions més viables són el ferro colat, l'acer de baix i mig contingut en carboni, l'acer de baix aliatge i sent una mica més car l'acer inoxidable. Tot i això un grup de materials a tenir en compte són els polímers que si bé no tenen el mòdul de Young dels materials fèrrics, si tenen un valor acceptable quan es combinen amb vidre borosilicat, també conegut com a fibra de vidre. També amb aquesta combinació s'aconsegueix un cost notablement reduït i una densitat per sota de la dels materials anteriorment mencionats.

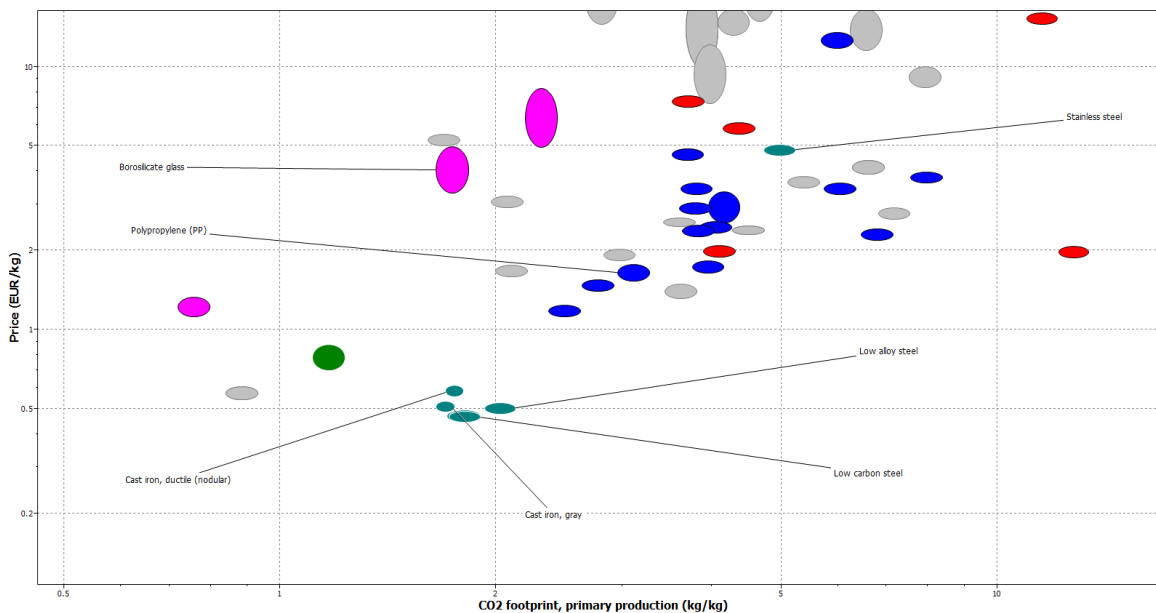


**Gràfica 9.26.** Relació entre mòdul de Young -preu per materials fèrrics i compostos.

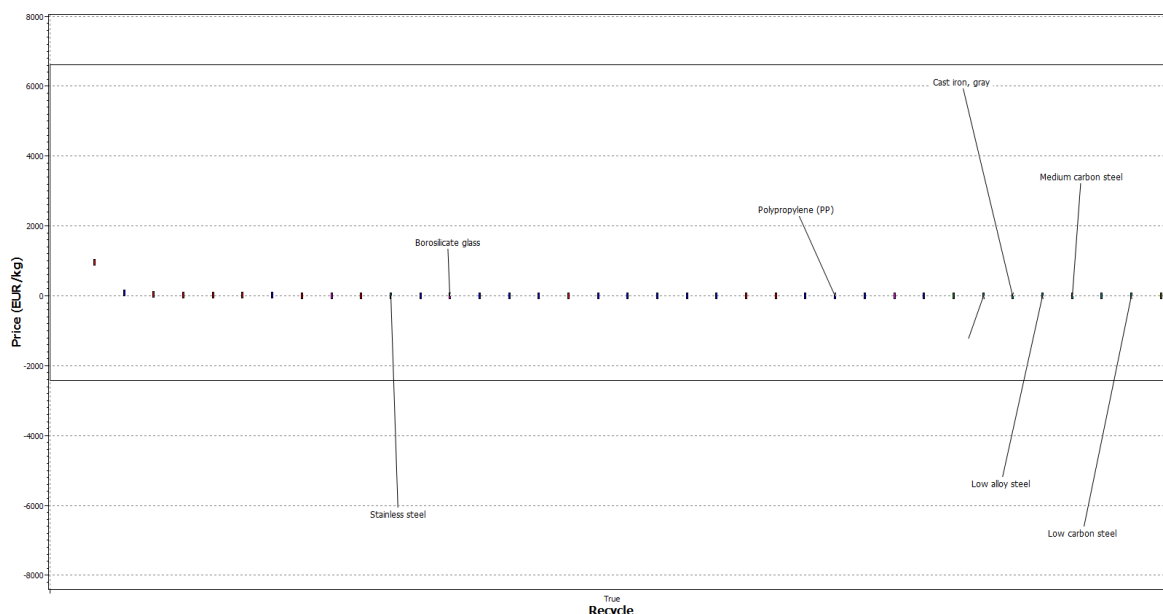


Gràfica 9.27. Relació entre la densitat-preu per materials fèrrics i compostos.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 9.28. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics i compostos.



**Gràfica 9.29.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics i compostos.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada per l'acer de baix i mig contingut de carboni i el de baix aliatge junt amb el ferro colat respecte a l'acer inoxidable, el polipropilè i el vidre borosilicat.

Per tal de seleccionar un dels materials, es crearà una taula que posa en comú les propietats anteriorment avaluades en les gràfiques tractant com a material compost el polipropilè reforçat amb fibra de vidre.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Ferro colat](#)
- [Acer de baix carboni](#)
- [Acer de mig carboni](#)
- [Acer de baix aliatge](#)
- [Acer inoxidable](#)
- [Polipropilè+ 30% fibra de vidre](#)

	Ferro colat	Acer de baix carboni	Acer de mig carboni	Acer de baix aliatge	Acer inoxidable	Polipropilè + 30% fibra de vidre
Preu (€/Kg)	0,486-0,525	0,446-0,486	0,446-0,494	0,478-0,525	4,59-5,06	19,4-27,4
Densitat (Kg/m <sup>3</sup> )	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	7,05·10 <sup>3</sup> -7,05·10 <sup>3</sup>	1,75·10 <sup>3</sup> -1,97·10 <sup>3</sup>
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	1,65-1,75	1,72-1,9	1,72-1,9	1,93-2,13	4,73-5,23	9,5-10,5
Mòdul de Young (GPa)	80-138	200-215	200-216	205-217	189-210	15-28
Reciclable	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No

**Taula 9.30.** Resum de les propietats dels materials avaluats per a les carcasses protectores del sistema de pedals.

Pel que respecte als resultats es pot observar que tot i que els millors valors es reparteixen entre els diversos materials, l'acer de mig contingut en carboni és el que té el mòdul de Young més favorable.

L'acer de mig carboni conté l'acer dolç, semidolç, semidur i dur. I té un contingut de carboni d'entre 0,25 i 0,7%. La seva configuració permet obtenir un material mal-leable fàcilment mecanitzable, resistent, relativament barat i reciclable.

Per una altra banda les peces on s'aplica aquest material són peces que no necessiten un gran mòdul de Young, ja que s'utilitzen a part de suport també com a elements de protecció, però en cap cas han de ser sotmesos a grans esforços.

És per això que amb la finalitat de reduir pes s'utilitza el Polipropilè reforçat amb un 30% fibra de vidre conegut per les sigles LGF30-PP.

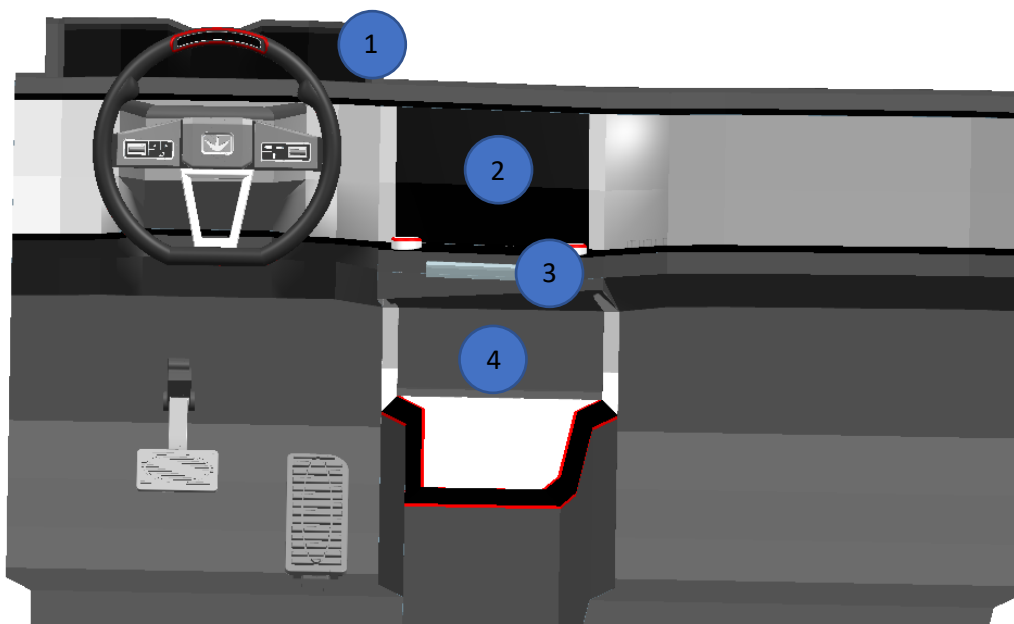
## 10. Disseny i avaluació del panell de comandaments i d'instruments

Les noves implementacions per al quadre de comandaments passen pels següents punts:

- Incorporació d'un panell d'instruments dotat de pantalles per mostrar les imatges enregistrades per les càmeres que substitueixen els retrovisors.
- Implementació d'una pantalla tàctil gestionada per elements analògics i un assistent per veu.
- Posicionament de la pantalla central cap al conductor per reduir el temps en el que es desvía la mirada de la carretera.
- Zona d'inhabilitació del telèfon mòbil i connexió al mans lliures del vehicle.

### 10.1. Parts del panell de comandaments

A continuació es mostra una imatge que representa les diverses zones del quadre de comandaments



*Figura 10.1. Distribució per zones dels elements en el panell de comandaments*

D'acord amb els números representats a la fotografia es troben els següents elements.

1. Panell d'instruments
2. Pantalla tàctil central
3. Canvi de marxes
4. Emmagatzematge

A continuació es veurà amb més detall la funció de cada element, la fabricació i el material utilitzat.

### **Panell d'instruments**

**Funció:** Actua com a font principal d'informació per al conductor, avisant aquest d'elements detectats, informació cinemàtica del vehicle i estat del vehicle a part de la informació multimèdia que pugui afegir cada model.

**Fabricació:** Pantalla de gestionada per l'ordinador de bord i protegida sota una visera creada a partir de peces fabricades en motlles regulats en temperatura i pressió

**Material:** El material seleccionat és el poliuretà (PU) de densitat mitjana per la visera, metacrilat per a la protecció de la pantalla i la combinació de coure i fibra de vidre per les plaques electròniques. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 10.3.1 Estructura i 10.3.2 Electrònica.

### **Pantalla tàctil central**

**Funció:** Tot i ser tàctil, la pantalla central, està equipada amb comandaments analògics per tal de gestionar la navegació entre les diferents pantalles a partir de comandaments fàcilment identificables pel tacte per tal d'evitar distraccions buscant botons en la pantalla. Aquesta funcionalitat es complementa amb la gestió per veu.

**Fabricació:** Pantalla de gestionada per l'ordinador de bord i emmarcada dins l'estructura principal del panell de comandaments creada a partir de peces fabricades en motlles regulats en temperatura i pressió

**Material:** El material seleccionat és el poliuretà (PU) de densitat mitjana per a tots elements que formen l'estructura base del panell de comandaments, metacrilat per a la protecció de la pantalla i la combinació de coure i fibra de vidre per les plaques electròniques. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 10.3.1 Estructura i 10.3.2 Electrònica.

### **Canvi de marxes**

**Funció:** Permet gestionar la posada en funcionament del vehicle, la direcció d'avanç i la relació de transmissió entre les diferents marxes.

**Fabricació:** Conjunt de botons creats a partir d'injecció de plàstic

**Material:** El material seleccionat és l'ABS. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 10.3.3 Comandaments i elements de decoració.



## Emmagatzematge

**Funció:** Permet inhibir elements de comunicació com telèfons mòbils a la vegada que els connecta al propi cotxe, obligant així a prescindir de l'ús del telèfon i afavorir l'ús del mans lliures del vehicle.

**Fabricació:** Sistema NFC cobert per l'estructura del panell de comandaments creada a partir de peces fabricades en motlles regulats en temperatura i pressió

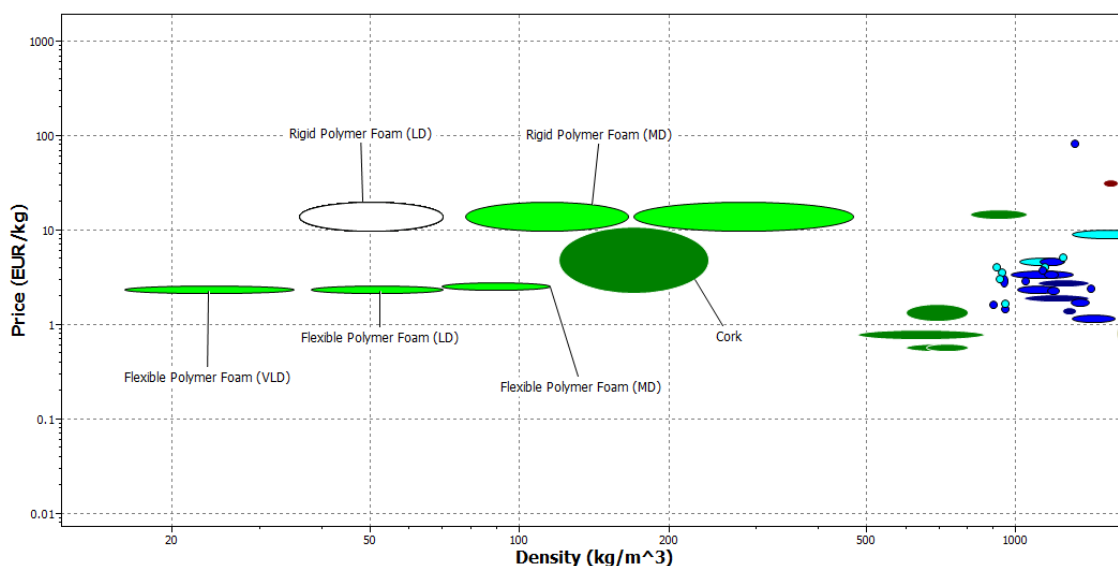
**Material:** El material seleccionat és el poliuretà (PU) de densitat mitjana per a tots elements que formen l'estructura base del panell de comandaments., ABS per a la cobertura del sistema NFC i la combinació de coure i fibra de vidre per les plaques electròniques. La selecció del material i les seves propietats s'expliquen en l'apartat 10.3.1 Estructura i 10.3.2 Electrònica.

## 10.2. Selecció de materials

Basant-se en els paràmetres de preu i mòdul de Young, densitat, petjada de diòxid de carboni i la possibilitat de reciclar-se i seguint uns valors similars als utilitzats en els models actuals, es realitza una selecció de materials per a l'estructura.

### Estructura

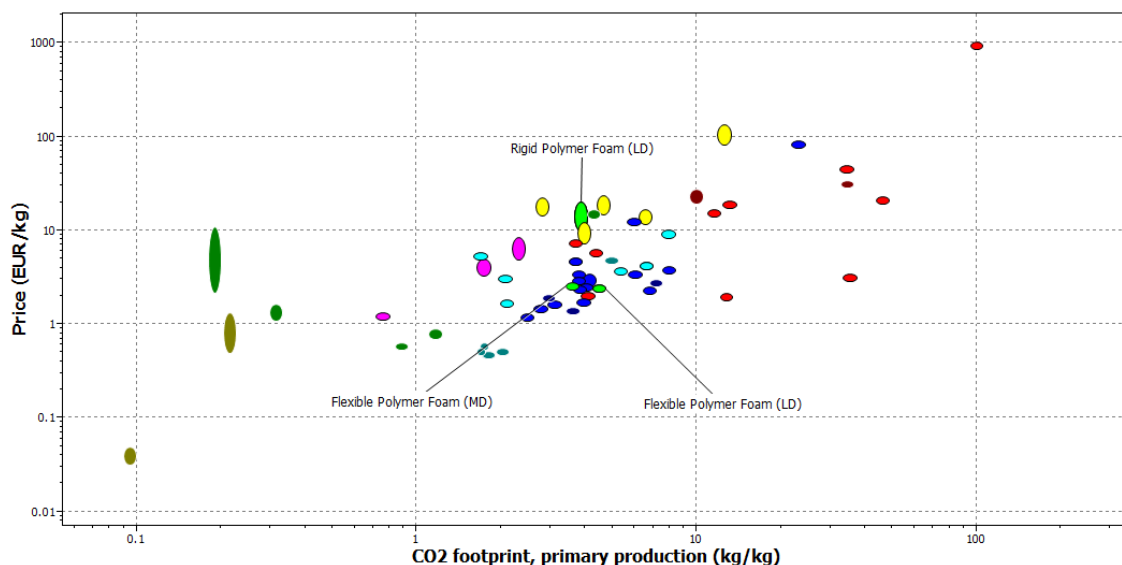
En la següent gràfica s'avalua la densitat de diverses espumes de poliuretà per a la funció d'entapissar del panell de comandaments.



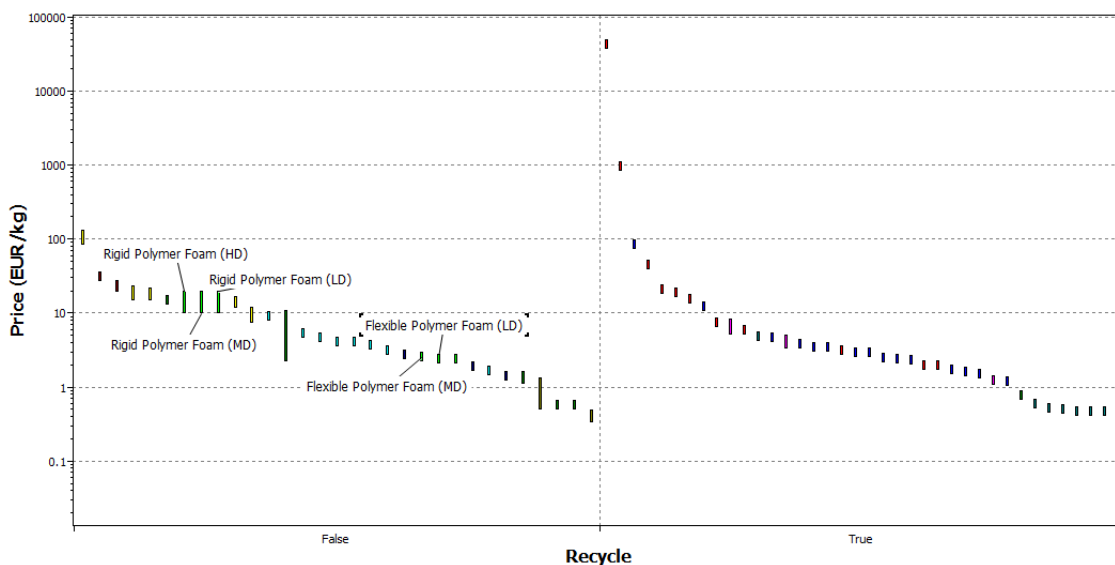
Gràfica 10.2. Relació entre la densitat-preu per polímers.

En relació als resultats obtinguts els possibles candidats són les espumes de polímers flexibles de baixa i mitja densitat, ja que es troben en el rang de densitats utilitzats en l'automoció per aquesta finalitat, ja que han de preveure la possibilitat d'impacte el ocupant sobre aquestes estructures.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 10.3. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers.



Gràfica 10.4. Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats no són reciclables. Pels valors de densitats buscats no existeix cap material reciclable. Pel que fa a la petjada ecològica els valors són força semblants, entre el material de baixa i mitja densitat, per tant l'únic paràmetre avaluable serà densitat de l'element. Per tant la selecció final és l'espuma de baixa densitat en previsió de possible impacte entre els ocupants i l'estructura del panell de comandaments.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Polímer flexible de baixa densitat](#)

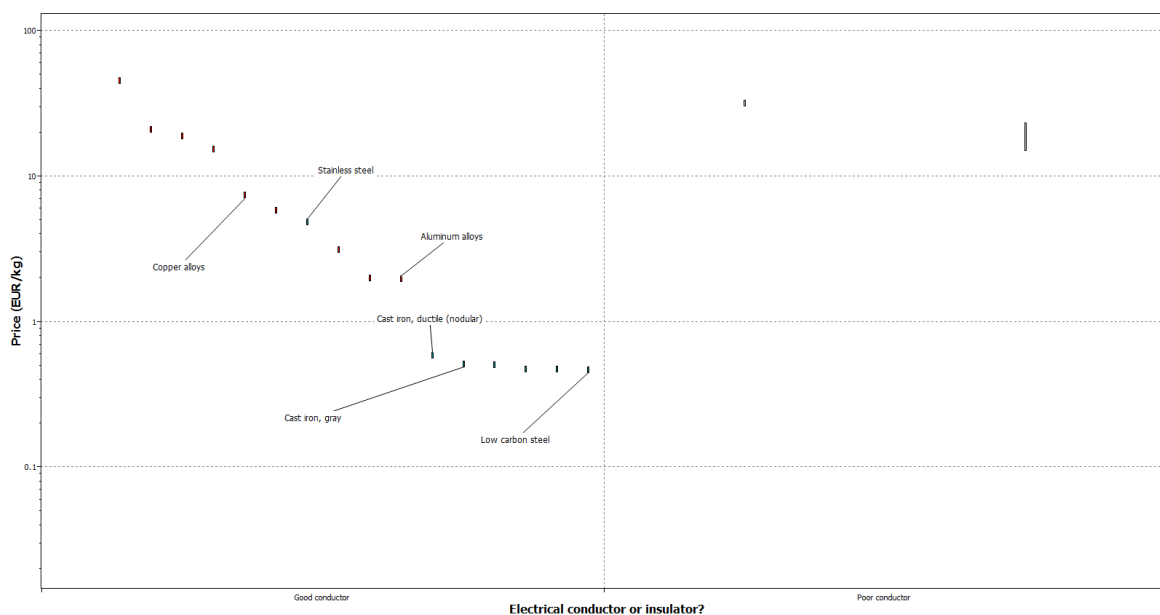
El resum de propietats és el següent:

	Polímer flexible de baixa densitat
Preu	2,31-2,48
Petjada de CO <sub>2</sub>	4,28-4,73
Densitat	38-70
Reciclable	No

**Taula 10.5.** Resum de les propietats dels materials avaluats per l'estructura del panell de comandaments.

### Components electrònics

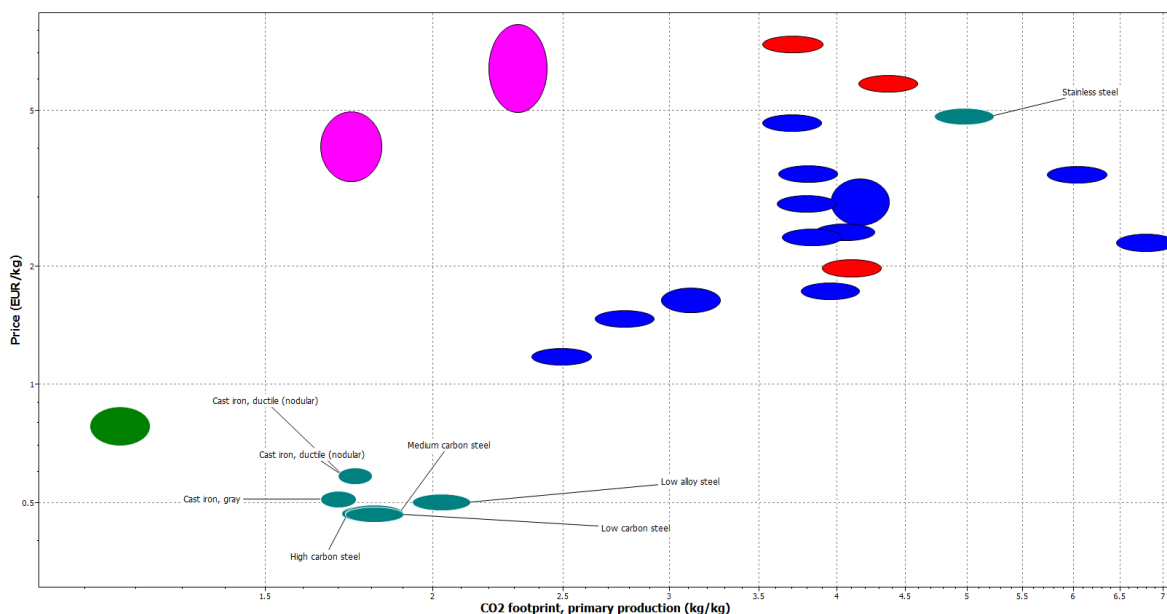
Com a material base per a la circuiteria el material utilitzat s'elegeix el que freqüentment s'utilitza per a les plaques PCB per la seva disponibilitat i propietats, les plaques de fibra de vidre. Pel que fa al material conductor s'avaluen diverses opcions a partir de la següent gràfica que classifica els materials entre bons conductors i conductors pobres.



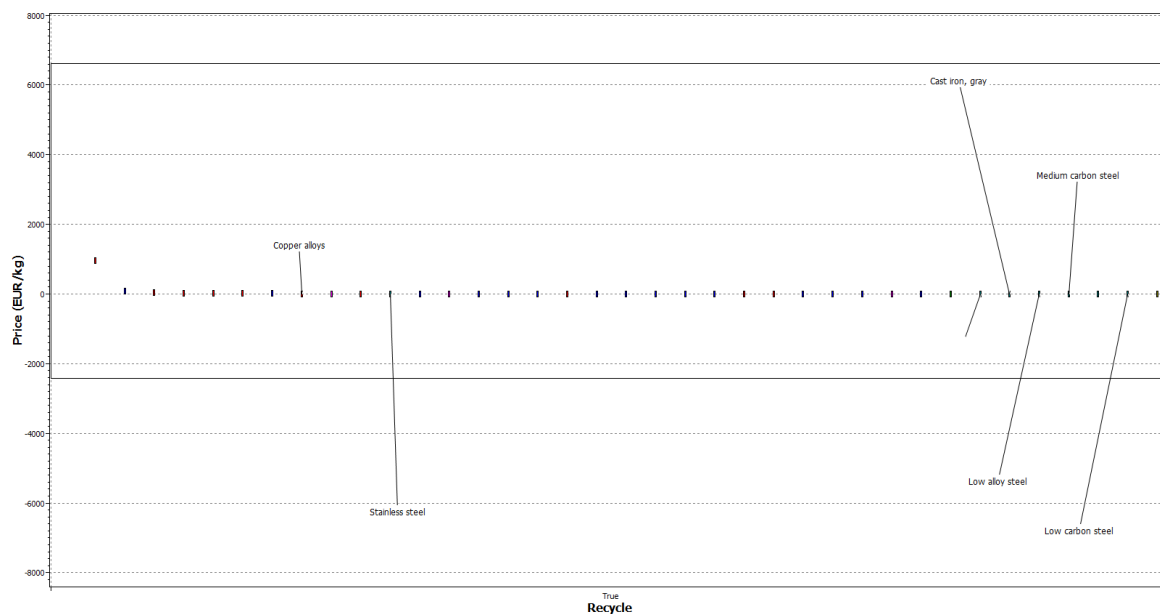
**Gràfica 10.6.** Relació entre conductivitat-preu per materials fèrrics.

D'acord amb la gràfica, es pot observar que si bé hi ha diversitat de materials que compleixen amb les propietats de conductivitat només els acers amb contingut de carboni, aliatges d'alumini i aliatges de coure representen una bona opció si s'avaluen en base de qualitat-preu. Tot i que existeixen millors candidats com són la plata i l'or es descarten per l'elevat cost.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



**Gràfica 10.7.** Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per materials fèrrics.



**Gràfica 10.8.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per materials fèrrics.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada pel coure i la fosa, respecte a la resta d'aliatges i acers.

Els següents enllaços redirigeixen a l'annex on es troben les fulles tècniques de cada un dels materials, fulles tècniques extretes de la base de dades del software CES.

- [Ferro colat](#)
- [Aliatge de coure](#)

El resum de propietats és el següent:

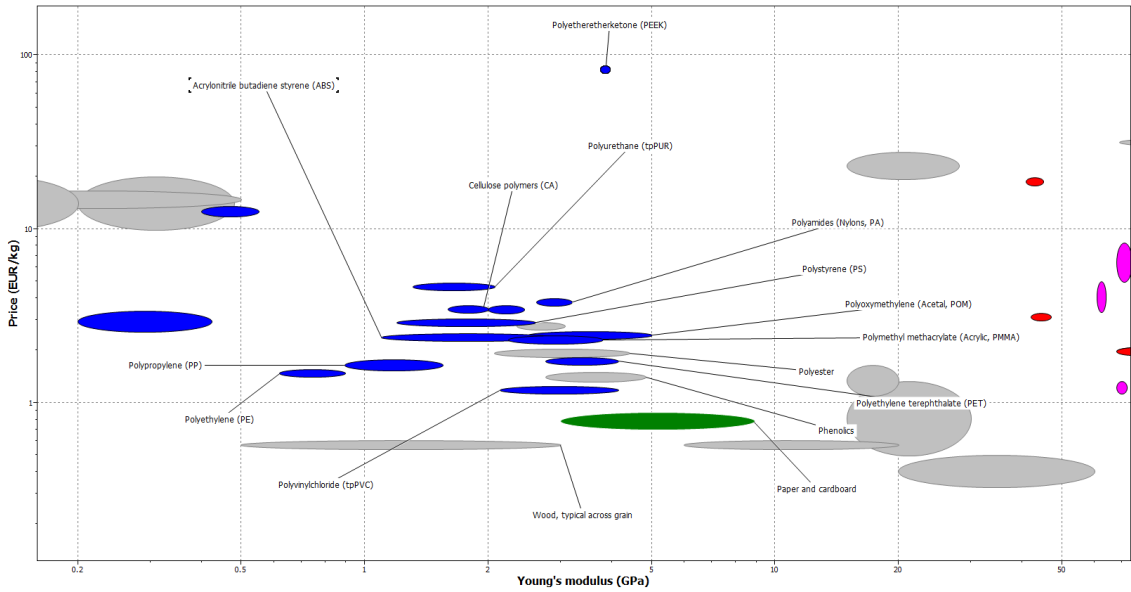
	Fossa	Aliatge de coure
Preu (€/Kg)	0,486-0,533	7,01-7,71
Conductivitat (m/Ω·mm <sup>2</sup> )	15,3	58
Densitat (Kg/m <sup>3</sup> )	7,05·10 <sup>3</sup> -7,25·10 <sup>3</sup>	8,93·10 <sup>3</sup> -8,94·10 <sup>3</sup>
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	1,65-1,75	3,52-3,9
Reciclable	Sí	Sí

*Taula 10.9. Resum de les propietats dels materials avaluats per a l'electrònica del panell de comandaments.*

Tot i els bons resultats de tots dos materials, el coure acaba sent el material seleccionat, ja que és el que té la millor conductivitat dels dos, propietat més important si es busca crear una peça que intervingui en un circuit electrònic.

### Comandaments i elements de decoració

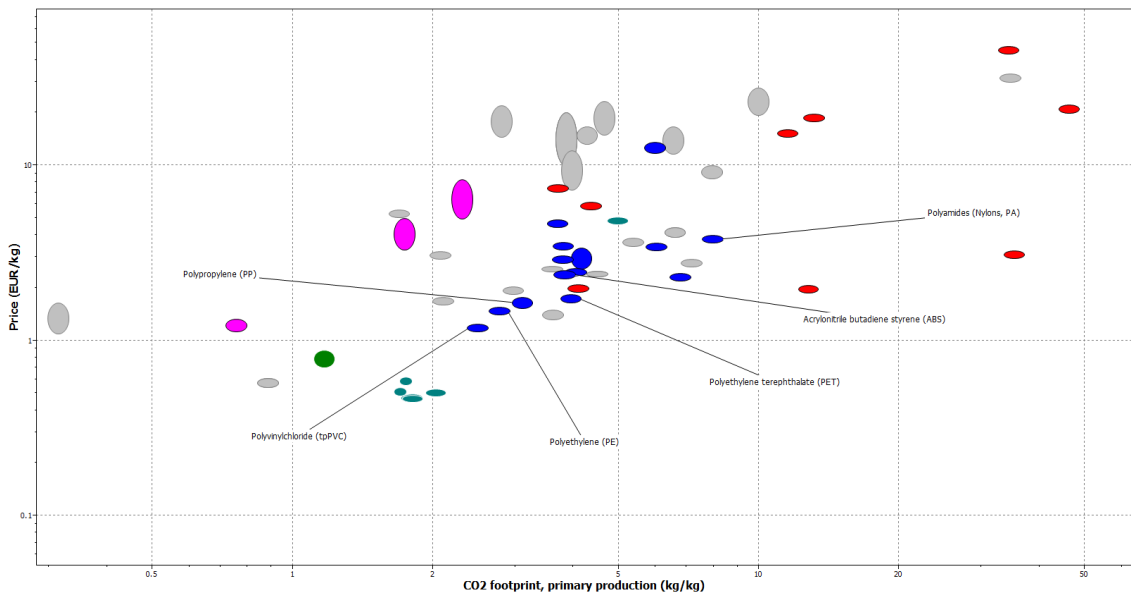
En la següent gràfica mostren els possibles materials que podrien complir amb les propietats mecàniques necessàries per als comandaments i les possibilitats de rebre tractaments per ser utilitzats com a elements de decoració. Tot i que hi ha un gran nombre d'opcions que ofereixen un bon mòdul de Young també cal tenir en compte la fabricació de peces amb aquests materials.



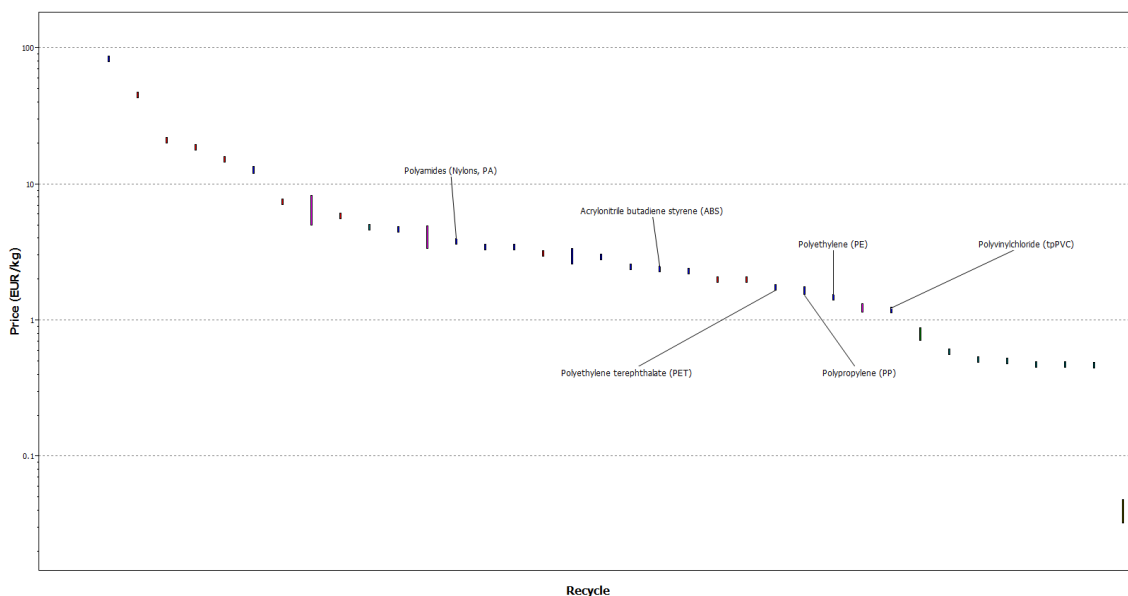
Gràfica 10.10. Relació entre mòdul de Young -preu per polímers.

En relació als resultats obtinguts els possibles candidats són per una banda, materials que permeten la impressió 3D com són el Nylon, el PET i l'ABS i per una altra els materials que més s'ajusten als paràmetres avaluats com el tpPVC, el PE i el PP.

Pel que respecte a l'ecodisseny i la possibilitat de reciclar els materials, es realitza un filtre a partir de les següents gràfiques, enfrontant el preu respecte a la petjada de CO<sub>2</sub> en la primera gràfica i preu respecte a la possibilitat de reciclar-se en la segona gràfica.



Gràfica 10.11. Relació entre petjada de diòxid de carboni-preu per polímers.



**Gràfica 10.12.** Relació entre la possibilitat de reciclar un material-preu per polímers.

A partir de les gràfiques es pot observar que tots els materials anteriorment valorats també són reciclables, però pel que fa a la petjada de CO<sub>2</sub> que produeix la seva fabricació s'observa una notable reducció de la petjada pel tpPVC que junt amb el seu baix cost i el seu bon mòdul de Young el fan un dels millors candidats, tot i això el material utilitzat pels comandaments i els elements decoratius és l'ABS, ja que les peces creades en ABS poden ser tractades per millorar el seu aspecte i propietats i la seva elaboració és ràpida a la vegada que permet el prototipatge en impressores 3D.

El següent enllaç redirigeix a l'annex on es troba la fulla tècnica del material, fulla tècnica extreta de la base de dades del software CES.

- [ABS \( acrilonitrilo butadieno estireno\)](#)

El resum de propietats és el següent:

	ABS ( acrilonitrilo butadieno estireno)
Preu (€/Kg)	2,26-2,49
Petjada de CO <sub>2</sub> (Kg/Kg)	3,64-4,03
Mòdul de Young (GPa)	1,1-2,9
Reciclable	Sí

**Taula 10.13.** Resum de les propietats dels materials avaluats pels comandaments i elements decoratius del panell.

## 11. Validació del disseny

En conseqüència del disseny basat en les eines d'estudi ergonòmic es pot extreure un conjunt de dades referents als índexs de comoditat i l'adequació dels diferents components vers l'anatomia humana. Aquests resultats s'extreuen de l'eina d'estudi ergonòmic del software Unigraphics NX.

Amb la intenció de presentar els resultats, s'ha classificat per moviments necessaris per a la conducció la mostra de resultats. Per cada moviment es mostra la seva pertinent taula de resultats que avalua les diferents extremitats.

Les posicions o moviments avaluats són:

- Peu en repòs – Peu accelerant
- Peu en repòs – Peu frenant
- Braços en repòs – Braços girant el volant
- Braços en repòs – Selecció en la pantalla central

### 11.1. Avaluació dels moviments

Primerament es mostren els resultats en repòs, és a dir amb els peus sobre els pedals i les mans agafant el volant però sense exercir cap força amb voluntat de moure cap element.

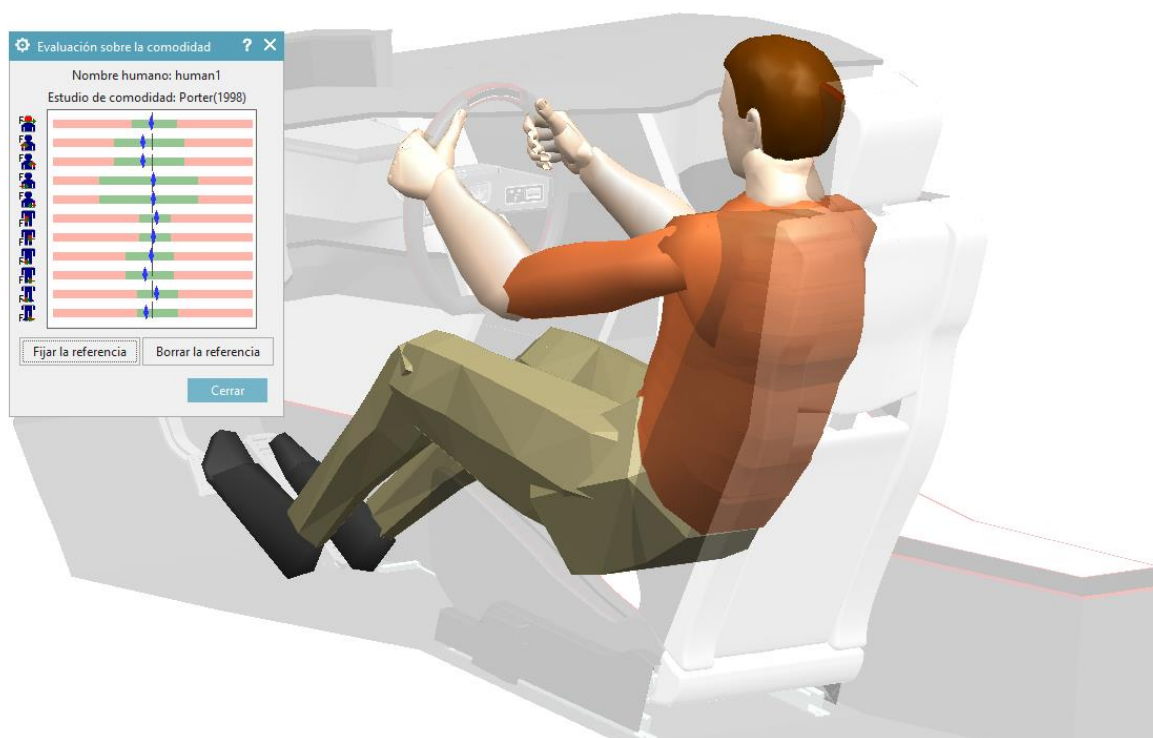


Figura 11.1. Taula de resultats obtinguda en la situació de repòs.



A la part superior esquerra de la figura s'observa una taula de colors que indica si la posició realitzada és còmoda per a cada part del cos. Cada diagrama representa a una part del cos diferent, en ordre de dalt a baix correspon a: cap, espatlla dreta, espatlla esquerra, braç dret, braç esquerra, cuixa dreta, cuixa esquerra, cama dreta, cama esquerra, peu dret i peu esquerre. Per a cada postura hi ha un punt indicat amb una línia negra vertical que indica el 100% de comoditat. Al voltant d'aquest punt hi ha una zona marcada en verd que indica que la posició només es podrà mantindre durant un període de temps, és a dir, si el cos ha d'estar en aquella posició un període de temps prolongat, a causa de la fatiga deixaria de ser una posició còmoda. La mida és diferent per a cada banda perquè no es pot realitzar el mateix rang de moviment cap a cada costat del punt de 100% de comoditat. Per últim, les línies vermelles indiquen una posició que implica incomoditat immediata o lesió.

A continuació es mostren els resultats aplicant un gir de 15,5 graus en el peu dret. Aquests graus són equivalents a l'angle màxim possible abans de trobar molèsties en l'extremitat inferior dreta producte d'accelerar.

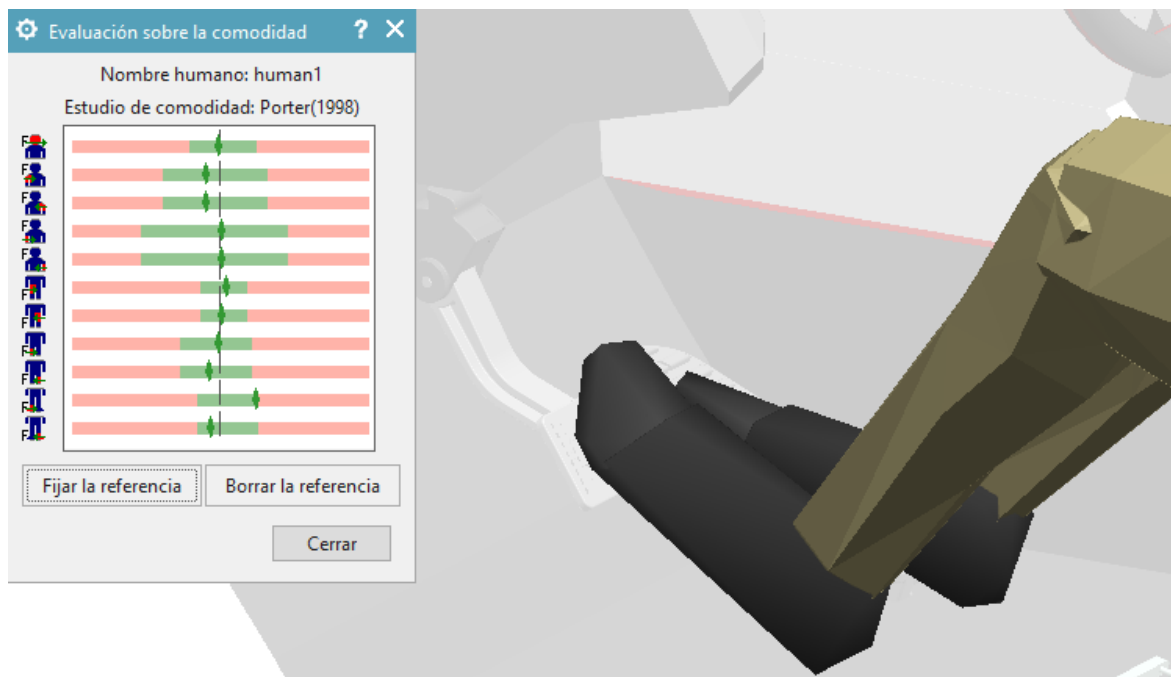


Figura 11.2. Taula de resultats obtinguda en l'acció d'accelerar

Si fem una comparativa, s'observen canvis en la taula referents a la extremitat implicada en l'acció.

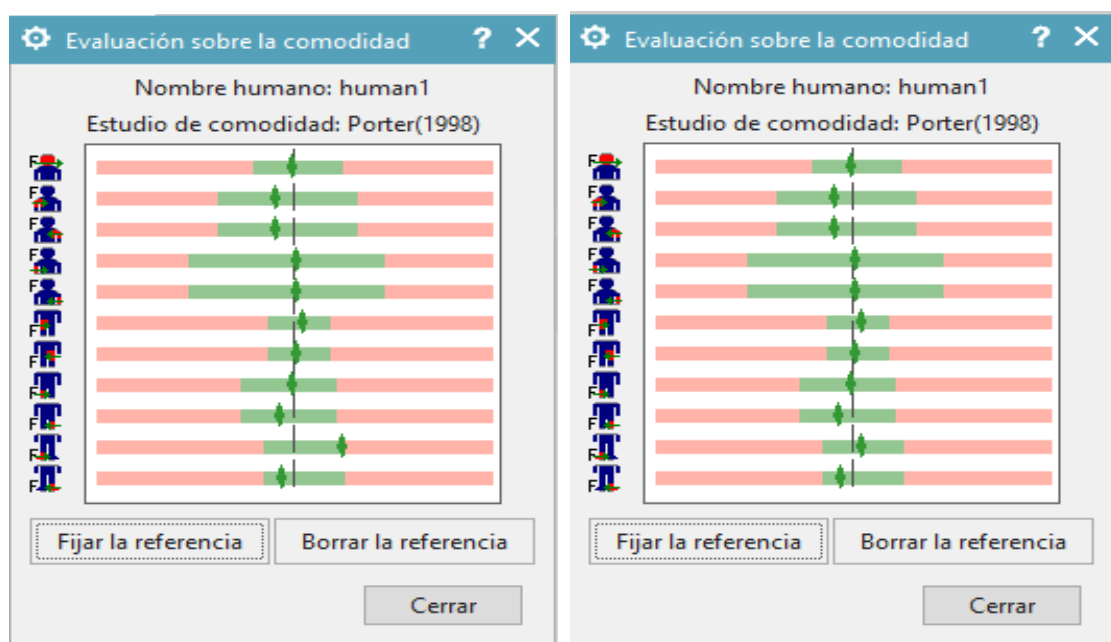


Figura 11.3. Comparativa de taules per l'acció repòs-acceleració. A l'esquerra accelerant i a la dreta en repòs

A continuació es mostren els resultats aplicant un gir de 24 graus en el peu esquerre. Aquests graus són equivalents a l'angle màxim possible abans de trobar molèsties en l'extremitat inferior esquerra producte de l'acció de frenar.

Si fem una comparativa, s'observen canvis en la taula referents a la extremitat implicada en l'acció.

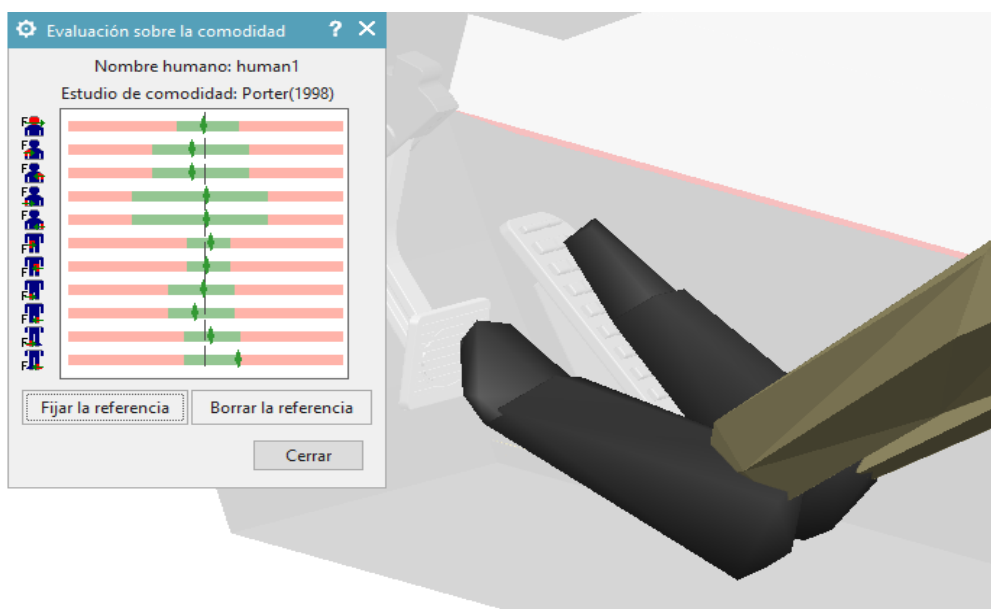


Figura 11.4. Taula de resultats obtinguda en l'acció de frenar.

Si fem una comparativa, s'observen canvis en la taula referents a la extremitat implicada en l'acció.

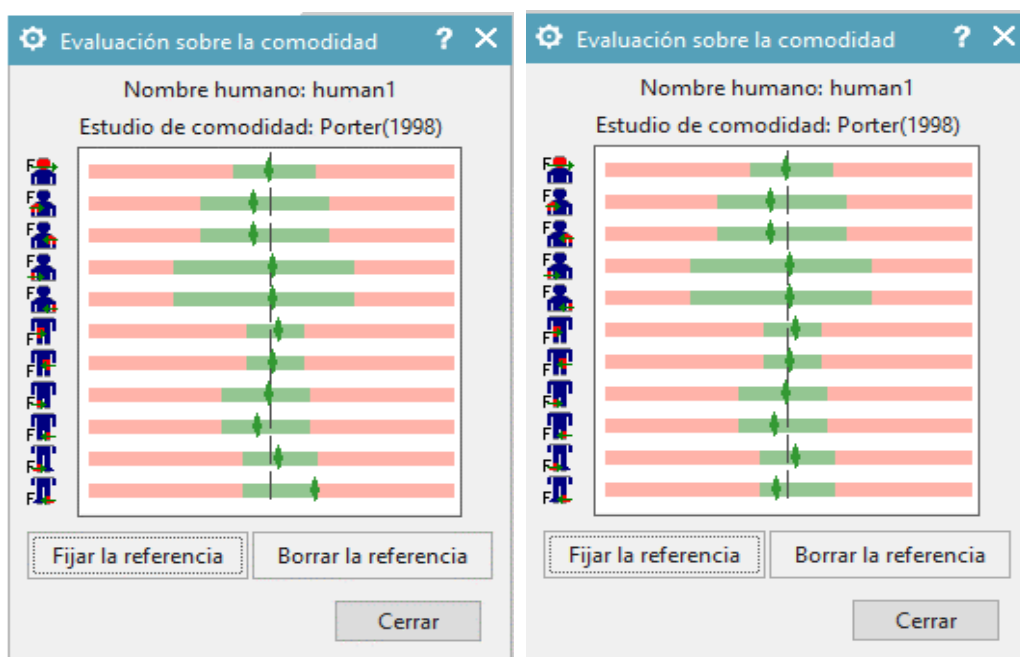


Figura 11.5. Comparativa de taules per l'acció frenada. A l'esquerra frenant i a la dreta en repòs.

A continuació es mostren els resultats aplicant un gir de 85 graus en el volant. Aquests graus són equivalents a l'angle màxim possible abans de trobar molèsties en les espatlles.



Figura 11.6. Taula de resultats obtinguda en l'acció de gir.

Si fem una comparativa, s'observen canvis en la taula referents a les extremitats implicades en l'acció.

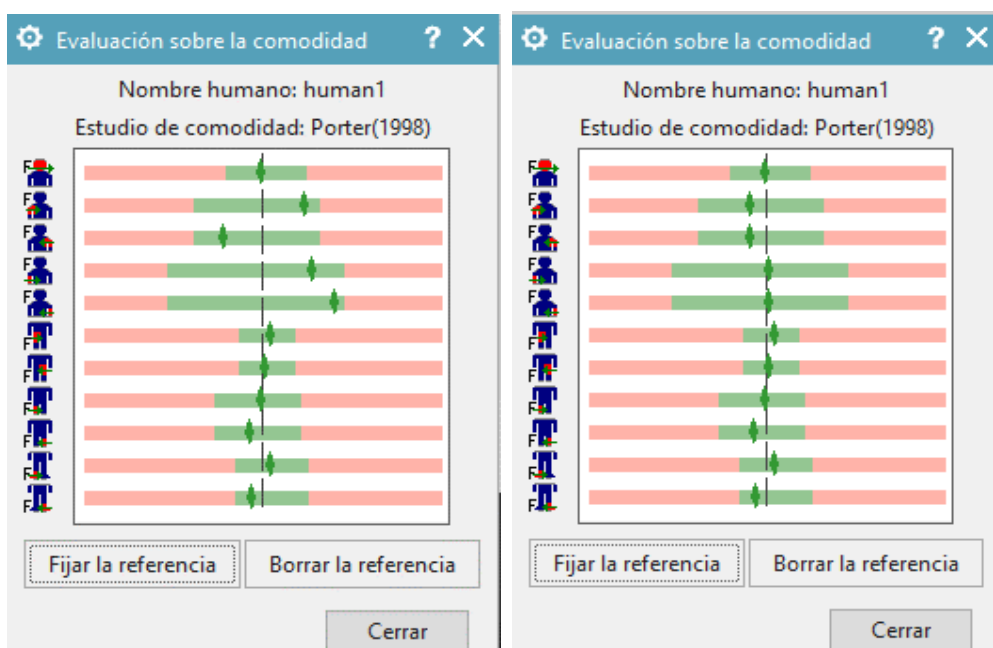


Figura 11.7. Comparativa de taules per l'acció repòs-gir. A l'esquerra girant i a la dreta en repòs.

En la següent imatge es mostren els resultats obtinguts en l'acció de selecció en la pantalla central.

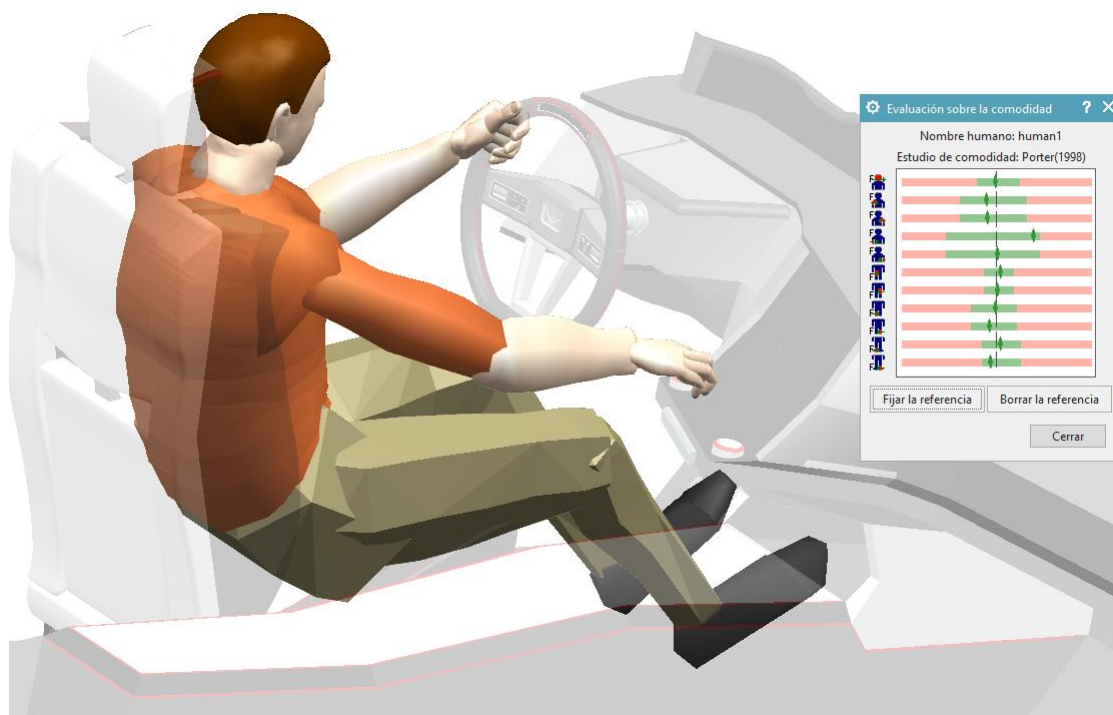


Figura 11.8. Taula de resultats en l'acció de selecció en la pantalla central.

Si fem una comparativa, s'observen canvis en la taula referents a les extremitats implicades en l'acció.

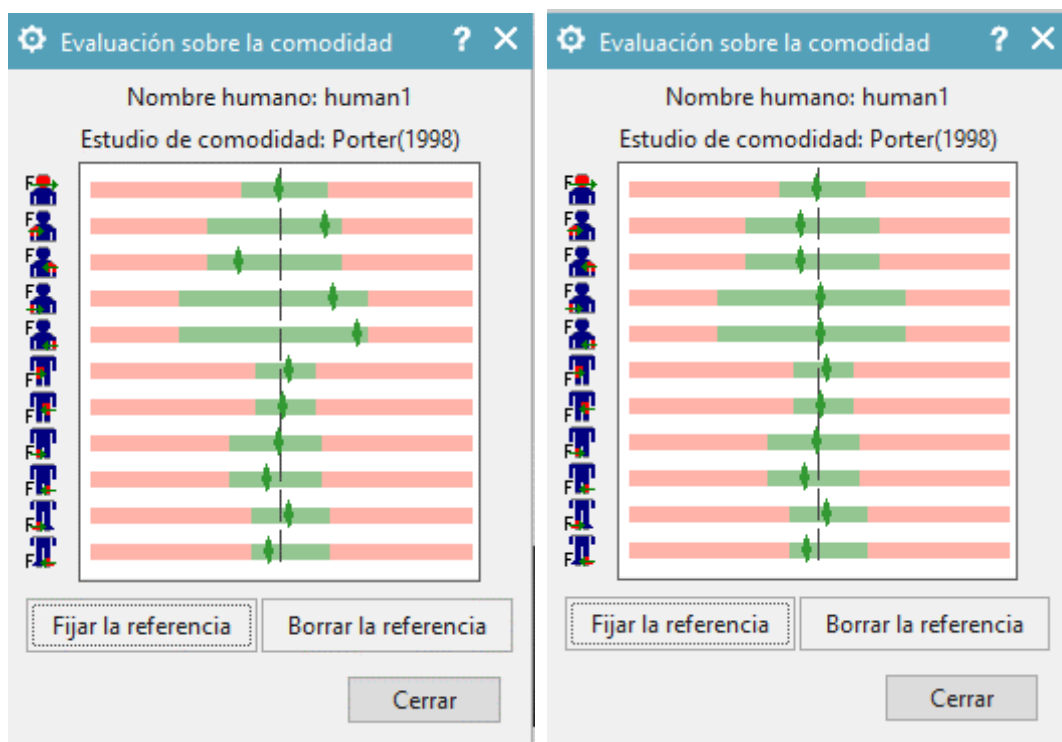


Figura 11.9. Comparativa de taules per l'acció repòs-selecció. A l'esquerra seleccionant i a la dreta en repòs.

## 11.2. Valoració de les dades

Amb els resultats obtinguts de la validació del disseny es poden extreure els punts positius del disseny i els punts a millorar.

Per una banda hi ha els següents punts positius

- Posició de repòs força centrada en el 100 % de comoditat, la qual cosa indica que la situació dels elements en l'espai i les superfícies de contacte entre elements i el model anatòmic són notables.
- Resultat d'angle de gir màxim proper als 90°, què indica un radi de circumferència del volant quasi òptim.
- Correcte accessibilitat als controls del panell de comandament

Per altra banda els punts a millorar serien

- Angle hàbil per a accionar el fre i l'accelerador reduït, el qual podria ser resolt amb una nova inclinació vers el pla horitzontal del vehicle.
- Pèrdua de comoditat en les espatlles com a conseqüència d'una falta de contacte entre la superfície en la part alta del respall i el model anatòmic.

## 12. Conclusions

Amb el treball realitzat s'ha observat que si bé les premisses inicials de comoditat, seguretat, adaptabilitat i minimització de les distraccions han regit un disseny que ha donat lloc a bons resultats es podrien complementar amb les següents noves premisses:

- Comoditat
- Seguretat
- Adaptabilitat
- Minimització de les distraccions
- Reducció del cost dels materials
- Ús de materials que respectin el medi ambient

Més enllà de les premisses les dades obtingudes en l'estudi revelen uns resultats satisfactoris en bona part del projecte a excepció dels elements del sistema de pedals i petites divergències vers el resultat òptim.

Podria formar part de futurs treballs els següents punts:

- Implementació de les noves premisses
- Correcció d'errors per a un estudi ergonòmic en vehicles autònoms (on la intervenció humana passa a un segon pla i per tant es creen i s'eliminen necessitats diferents de les d'aquest projecte).

Algunes reflexions que es podrien extreure de la feina feta per a futurs treballs serien:

- Implementar la tecnologia de manera que afavoreixi la concentració i el relleu d'accions a màquines que puguin assolir la tasca i no pas implementar-la per atreure l'atenció del conductor constantment.
- Crear una distribució accessible des de la posició natural i còmode del conductor en la situació de conducció, tenint en compte que el mateix disseny ha de complir una lògica en el posicionament dels comandaments més consultats i dels comandaments que tenen una relació entre ells han d'estar propers entre ells.
- Veure l'ergonomia com una eina complementària de la seguretat. Sovint en la recerca d'un disseny ergonòmic es pot trobar una optimització de la seguretat tant passiva com activa, reduint temps de visualització, temps d'accessibilitat, temps de reacció entre d'altres.

## 13. Bibliografia

Mondelo Enrique Gregori -Pedro Barrau Ergonomía, P. R. (1999). Edicions Upc Aula Politècnica / Etseib. In Ergonomía 1 Fundamentos.

L Pablo Jordá Rodrigo, L. L., Javier Meroño Gallut, A., & Meroño Gallut, J. (2006). Ergonomía del conductor de automóvil para la prevención de lesiones en accidentes de tráfico Driver's ergonomics in the avoidance of road accident injuries Correspondencia. Retrieved from [www.institutomapfreseguridadvial.com](http://www.institutomapfreseguridadvial.com)

Cognitivas, P. (2004). Sobre la relación entre la ergonomía. 35, 507–519. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/anuariopsicologia/article/viewFile/61802/88586>

Ferrer, M. C. (2006). proyectos de I + D Juegos de mesa y. 3, 42–43.

Wheel, T. L. (2005). Rueda Estratégica del Ecodiseño.

Torrecilla Insagurbe, E. (2012). El gran libro de CATIA (Vol. 2a, p. 709). Vol. 2a, p. 709.

Solutions, K. L. (2011). Catia v6 ®. In Learning.

ABGAM. (n.d.). Manual CATIA V5. 301. Retrieved from [http://www.practicalcatia.com/about\\_catia.h](http://www.practicalcatia.com/about_catia.h)

TREBALL FI DE GRAU  
Grau en Enginyeria Mecànica  
**ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE**



**PLEC DE CONDICIONS D'ACCÈS AL DISSENY**  
**Concurs d'adjudicació**



# Índex del plec de condicions

1.	Finalitat del plec de condicions.....	1
2.	Confidencialitat .....	1
3.	El projecte .....	2
4.	Qualitat.....	2
5.	CAD.....	2
6.	Treball en conjunt amb altres proveïdors .....	2
7.	Comunicació de la informació .....	3
8.	Condicions d'acceptació i garanties .....	3
9.	Objecte del RFP .....	3
9.1.	Confirmació de participació.....	4
9.2.	Formulació de preguntes, consultes i aclariments necessaris sobre el RFP i/o sobre el procés .....	4
9.3.	Presentació de les propostes.....	4
9.4.	Validesa de les propostes .....	4
9.5.	Àmbit geogràfic.....	4
9.6.	Requisits de les propostes .....	4
9.7.	Metodologia per adjudicació.....	5
10.	Recursos tècnics (medis) .....	5
11.	Descripció dels serveis a realitzar .....	5
11.1.	Model de relació i control del servei prestat.....	5
11.2.	Proposta tècnica .....	6
11.3.	Vigència i duració del contracte .....	6
11.4.	Mitjans necessaris per a la prestació dels serveis:.....	6



## 1. Finalitat del plec de condicions

El present plec de condicions insta a consultories o enginyeries que desitgin participar en el concurs d'adjudicació, a realitzar un projecte de disseny i producció d'un vehicle a partir de l'ús de l'estudi ergonòmic realitzat en aquest projecte, afegint al ja mencionat estudi la resta de consideracions tècniques oportunes per a la realització d'un vehicle que pugui ser produït.

Forma part també d'aquest plec de condicions definir els paràmetres amb els quals es treballarà en el projecte presenta.

## 2. Confidencialitat

A) L'empresa a càrrec del desenvolupament del present projecte estarà obligada a tractar tots els documents que rebí o desenvolupi a raó de les activitats esmentades en el contracte de forma totalment confidencial i utilitzar-los únicament amb la finalitat de dur a terme les feines i serveis que es requereixen.

Únicament per petició expressa de l'empresa emissora del projecte serà acceptada la difusió de la informació, altrament està prohibida la divulgació, reproducció, distribució, etc. De qualsevol mena d'informació relacionada amb el projecte resultat de les activitats descrites en el present plec de condicions.

L'empresa encarregada s'ha d'assegurar que tota la informació rebuda no pugui posar-se a disposició de terceres parts no autoritzades, per tant serà l'empresa contractada qui estableixi les obligacions necessàries per assegurar la confidencialitat dels seus treballadors i proveïdors.

L'entrega dels models desenvolupats només podrà ser entregada a l'empresa emissora del projecte i mai a terceres parts a menys que es doni una petició expressa.

B) EL proveïdor reconeix que tots els drets de propietat intel·lectual i industrial derivats de l'encàrrec, tant per desenvolupament com per resultats corresponen a l'empresa emissora del projecte.

Aquests drets protegeixen els documents de l'encàrrec, així com qualsevol altra documentació, dada o material d'ajuda derivat del resultat de les feines de creació, desenvolupament i manteniment, relacionades amb l'encàrrec.

El proveïdor reconeix que no podrà utilitzar els documents referents, dades o materials amb fins diferents que els expressament indicats per l'empresa demandant, ni podrà reproduir-los, transmetre'ls a altres sistemes, modificar-los, adaptar-los, ni realitzar qualsevol altra activitat sense l'autorització de l'empresa emissora del projecte.

El proveïdor informarà l'empresa emissora del projecte dels documents sobre la creació i invencions que, en el desenvolupament d'aquest projecte, siguin susceptibles de registre, facilitant tota la documentació necessària per dur a terme aquest registre.

### 3. El projecte

L'empresa emissora del projecte no farà cap revisió econòmica un cop acceptada l'oferta pel proveïdor de desenvolupament, la qual es considera vinculant. El proveïdor de desenvolupament acceptarà totes aquelles modificacions del projecte i assumirà els costos del desenvolupament de totes les possibles revisions que puguin ser realitzades.

L'empresa emissora fixarà les directrius que el proveïdor de desenvolupament haurà de dur a terme i té la potestat de modificar el projecte a fi d'aconseguir els objectius requerits, sense que això suposi cap revisió econòmica un cop acceptada l'oferta.

El proveïdor de desenvolupament ha de complir els objectius fixats per l'empresa emissora del projecte, sempre tenint en compte les normes del consorci al qual pertany l'empresa emissora del projecte, normativa legal i legislació aplicable. El proveïdor de desenvolupament haurà de modificar el projecte tantes vegades com sigui necessari fins que el projecte compleixi amb les citades normatives vigents.

Per tant, el desenvolupament del projecte haurà de ser efectuat amb conformitat amb les diferents normatives vigents, en especial les ISO 9001 i VDA 6.1 i les internacionals que siguin de l'aplicació, així com les particulars que s'estableixin.

L'empresa emissora del projecte es reserva el dret d'anul·lar el contracte, fent balanç del grau de compliment i, d'acord amb això complirà amb els compromisos econòmics que tingui amb el proveïdor del desenvolupament assignat.

Les presentacions sempre seran d'exclusiva competència de l'empresa emissora, que les donarà només quan estimi el compliment de les condicions per tal act.

### 4. Qualitat

Els objectius de qualitat del consorci de l'empresa emissora vigents, són premissa bàsica per aquest projecte. Han de complir-se els valors que determinin els objectius de qualitat.

### 5. CAD

Les activitats del present plec han de ser realitzades directament pel proveïdor de desenvolupament contractat. No s'admet cap mena de subcontractació d'aquesta, tret d'autoritacions expresses de l'empresa emissora.

### 6. Treball en conjunt amb altres proveïdors

Les activitats del present plec han de ser realitzades directament pel proveïdor de desenvolupament contractat. No s'admet cap mena de subcontractació d'aquesta, tret d'autoritacions expresses de l'empresa emissora.

## 7. Comunicació de la informació

L'única forma oficial de comunicació d'informació de plànols, superfícies, models en 3D i, en general, qualsevol informació referent al desenvolupament del projecte, és a través del sistema propi de gestió de base de dades de l'empresa emissora. En cap cas, l'empresa emissora considerarà oficial el traspàs d'informació si aquesta s'ha efectuat per una altra via.

## 8. Condicions d'acceptació i garanties

L'empresa emissora del projecte supervisarà el desenvolupament del contingut contractat en el present plec.

Les normes d'elaboració de plànols vigents en el consorci de l'empresa contractant, són de rigorosa observació per a la realització dels plànols i hauran de ser respectats a fi de poder disposar d'un format coherent i intercanviable entre tots els implicats en el projecte.

Les normes, procediments, protocols, elaboració de plànols, estudis, càlculs, etc., així com el format d'entrega d'aquests, vigents en el consorci de l'empresa emissora, són de rigorós compliment.

## 9. Objecte del RFP

L'objectiu d'aquest concurs és l'adjudicació per part de l'empresa contractant a un o més proveïdors, sota mobilitat de contracte, les activitats de l'àrea de desenvolupament de l'estudi ergonòmic i creació d'elements de l'habitacle interior del vehicle per cobrir les necessitats suggerides de nous projectes i dels existents.

Activitats:

Realització d'estudis de viabilitat i fitxers CAD des de l'assignació fins a la data de presentació + 3 mesos.

Les activitats s'han de desglossar per exercicis

- KW.30 – KW.51 2019
- KW.01 – KW.30 2020 data de presentació + 3 mesos

Les activitats hauran de ser valorades per fases

- Fase I KW.30 – KW.51 2019
- Fase II KW.01 – KW.30 2020 data de presentació + 3 mesos

L'empresa contractant es reserva el dret a cancel·lar totalment o parcialment les activitats descrites en el plec per qualsevol de les fases, sense repercussió per l'empresa emissora.

El proveïdor haurà de limitar el seu contacte a la comunicació escrita per mitjà de l'interlocutor designat pel departament de compres de l'empresa contractant.

El proveïdor ha d'assignar una única persona de contacte per tots els propòsits de comunicació amb l'empresa contractant.

### **9.1. Confirmació de participació**

El proveïdor haurà de confirmar la seva confirmació o no en el procés al contacte designat en el departament d'interlocutors.

### **9.2. Formulació de preguntes, consultes i aclariments necessaris sobre el RFP i/o sobre el procés**

Les preguntes i consultes així com els aclariments hauran d'enviar-se per escrit i dirigits a la persona de contacte de l'àrea.

### **9.3. Presentació de les propostes**

La informació continguda en la proposta del proveïdor ha de ser precisa i verdadera, indicant i garantint el nº d'activitats oferides. D'altra manera, la proposta serà desqualificada pel propòsit d'aquest concurs.

Les propostes tècniques s'hauran d'enviar per mail en PDF. Les ofertes econòmiques es presentaran a la direcció de la persona que es designi.

La presentació d'una oferta per part del proveïdor implica l'acceptació de les condicions descrites en el present plec.

No obstant això, la presentació de l'oferta no constitueix una oferta de contracte, ni pot ser considerada com a tal. Una vegada realitzada l'adjudicació, l'acceptació definitiva de la proposta presentada quedarà subjecta a la formalització del contracte. L'empresa contractant es reserva els drets a la possibilitat d'adjudicar els serveis totalment o parcialment a un o diversos proveïdors.

La data límit per la recepció d'ofertes i informacions addicionals són les indicades en el calendari, no admetent-se les rebudes amb posterioritat d'aquesta.

### **9.4. Validesa de les propostes**

Les ofertes presentades tindran validesa des de la data de presentació fins a la resolució del concurs.

### **9.5. Àmbit geogràfic**

Les activitats es realitzaran en les instal·lacions de l'empresa sol·licitant, així com del consorci, en funció de les activitats requerides (podent ser necessaris desplaçaments a l'estranger o altres ubicacions d'àmbit nacional), i/o en instal·lacions de l'empresa proveïdora assignada.

### **9.6. Requisits de les propostes**

Totes les ofertes hauran d'anar acompanyades de:

- Oferta econòmica i nº d'activitats que poden oferir
- Acreditació d'experiència en la prestació de serveis de similars característiques a l'objecte del present plec

## 9.7. Metodologia per adjudicació

L'empresa contractant realitzarà la selecció d'un proveïdor que presti el servei, donant especial importància a:

- Criteris de qualitat del servei
- Criteris econòmics d'acord a les ofertes prestades
- Criteris de solvència tècnica i operativa, mitjançant l'acreditació d'experiències de similars característiques en la prestació de serveis a les de l'objecte de contracte, per part de l'empresa contractista. En concret es valorarà que aquests serveis hagin sigut prestats en empreses afins als sectors
- Solvència econòmica i financera
- Relacions prèvies amb l'empresa contractant
- Certificats de qualitat, seguretat i medi ambient.

## 10. Recursos tècnics (medis)

Els elements de protecció individual (EPIs) d'obligat compliment segons la normativa vigent seran a càrrec de l'enginyeria.

Les eines específiques per a la realització de les activitats seran a càrrec de l'enginyeria.

## 11. Descripció dels serveis a realitzar

Activitats a realitzar en la pròpia empresa adjudicatària

- Estudi complementari a l'estudi ergonòmic
- Disseny del vehicle d'acord a l'estudi ergonòmic
- Creació de plànols
- Realització d'un prototip

### 11.1. Model de relació i control del servei prestat

En cas d'assistir en reunions de treball amb l'empresa contractant, el personal del proveïdor extern haurà d'utilitzar diferents identificacions de l'empresa per la qual treballa de forma que no es confongui amb el personal de l'empresa emissora, en la realització dels treballs. Així mateix, s'ha d'identificar els llocs de treball ocupats per empreses externes de forma visible.

Els treballadors de l'empresa externa no podran representar a l'empresa contractant tant en reunions internes com externes. Tampoc podran utilitzar la firma de l'empresa sol·licitant en els seus mails i/o comunicacions, sinó la firma pròpia de l'empresa del proveïdor.

L'empresa contractant nomenarà un responsable del servei, qui serà en tot moment l'interlocutor entre l'empresa emissora i el responsable que assigni l'empresa contractada. En tot moment

vetllarà perquè el servei es realitzi d'acord amb els nivells de qualitat exigits. S'establiran així mateix reunions periòdiques per comprovar el grau de compliment dels nivells de qualitat pactats. L'empresa podrà rebutjar els treballs que no compleixin amb els nivells de qualitat pactats.

La determinació d'un treball correctament realitzat es mesurarà en funció de:

- Compliment de plans d'entrega
- Compliment de qualitat pactada
- Informes correctament presentats que presenten conclusions correctes de les dades analitzades.

### **11.2. Proposta tècnica**

En tot cas l'oferta haurà d'ajustar-se als criteris d'adjudicació descrits en el present plec. No obstant això, haurà d'aportar-se de manera obligatòria:

- Proposta de valor
- Organigrama del servei
- Dimensionament del servei: equip humà
- Nivell de qualificació del personal
- Sistema de gestió i control de servei
- Format d'informes que controlen els paràmetres de qualitat descrits

### **11.3. Vigència i duració del contracte**

El contracte tindrà vigència des del KW 30/2019 fins al KW 30/2020 + 3 mesos, a partir de la data de la firma les activitats hauran de ser desglossades per fases equivalents als anys naturals.

L'empresa contractant podrà rescindir sense dret a indemnització si les condicions de subministrament i qualitat pactats no són assolides.

### **11.4. Mitjans necessaris per a la prestació dels serveis:**

Per aquells serveis en els quals s'hagi de desenvolupar activitats en instal·lacions de l'empresa contractant, el prestador de serveis requerirà mitjans propis de l'empresa sol·licitant per a l'execució dels serveis demanats.

L'enginyeria serà informada periòdicament del seu personal resident i dels mitjans que està utilitzant, així com del procediment a seguir per a realitzar les al·legacions pertinents. Un cop processades les al·legacions per part de l'empresa contractant i firmades les cartes d'acceptació de costos per part de les enginyeries es donaran les ordres d'abonament sobre els salaris pendents que l'empresa emissora del projecte tingui amb les enginyeries. La tarifa aplicada serà setmanal i es considerarà fracturable un ús superior a les 20 hores setmanals.

TREBALL FI DE GRAU  
Grau en Enginyeria Mecànica  
**ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE**



**COST**



# Índex del cost

## COST

1. Cost dels recursos humans .....	1
2. Cost de l'equipament.....	1
3 Cost total del projecte.....	2



## Cost

El següent cost està desglossat en tres parts diferents fent referència les dues primeres als tipus de recurs necessaris per a l'elaboració del projecte: recursos humans, on s'analitza els costos de l'ús dels serveis oferts per les persones implicades i anàlisis del cost de l'equipament: on es desglossa els equips informàtics i llicències. Per últim es troba la suma total de les parts avaluades anteriorment.

El següent cost planteja i analitza el cost únicament dels costos derivats del disseny i l'estudi ergonòmic del projecte. Implica per tant l'exclusió de costos derivats de la fabricació, ja que de la mateixa manera que el plec de condicions, el projecte està enfocat a proporcionar les eines bàsiques de l'ergonomia per complementar un disseny posterior i amb més consideracions, no només les de l'ergonomia, no és per tant un disseny preparat per producció.

### 1. Cost dels recursos humans

Pel projecte s'ha considerat la participació d'un enginyer junior (es refereix al mateix projectista encarregat d'aquest treball de final de grau), el qual ha d'estar supervisat per un enginyer sènior (company de feina amb alta experiència en el sector).

Els següents valors han sigut basats en exemples reals de consultories dedicades al desenvolupament de prototips en projectes relacionats amb el sector de l'automòbil.

Participants	Hores dedicades	Preu/hora	Cost
Enginyer junior	750 hores	30 €/h	22.500 €
Enginyer senior	65 hores	90 €/h	5.850 €
Cost total dels recursos humans			28.350 €

Taula AE.0.1. Resum dels costos dels recursos humans.

### 2. Cost de l'equipament

Per l'anàlisi del cost de l'equipament s'aproximen les hores de l'ús de l'ordinador en 600 hores, sent 500 hores les dedicades als softwares de CAD. Amb la següent distribució 250 hores per SolidWorks, 200 hores per Unigraphics NX i 50 hores per CATIA V5. Les 100 hores restants s'han dedicat en la seva totalitat a la redacció de la memòria en softwares de Microsoft Office.

Les llicències dels softwares utilitzats es mostren en hores per tal de poder comparar els costos amb els altres valors de l'equipament.

Tenint en compte un consum d'energia per part de l'ordinador de 330W, per un període de 600 h, s'obté un consum de 198 kWh. Tenint present el cost del kWh en Espanya en 2019, que és de mitjana 0,13€/kWh segons Endesa.

Equipament valorat	Temps d'ús/Quantitat	Cost per unitat	Cost
Ús de l'ordinador	600 hores	0,13 €/kWh	25,74 €
SolidWorks 2016-2017	1 llicència / 250 hores	0,77 €/h	192,5 €
Unigraphics NX 11	1 llicència / 200 hores	1,48 €/h	296 €
CATIA V5	1 llicència / 50 hores	2,05 €/h	102,5 €
Microsoft Office 2016	1 llicència / 100 hores	0,022 €/h	2,2 €
Cost total de l'equipament			618,94 €

Taula AE.0.2. Resum dels costos de l'equipament.

### 3 Cost total del projecte

En aquest apartat no només es farà la suma total dels costos sinó que també s'aplicarà el cost de la gestió del projecte els quals s'estimen en un 15% del cost dels recursos humans.

Concepte	Cost
Recursos humans	28.350 €
Equipament	618,94 €
Altres despeses	5.386,50€
Cost total del projecte	34.355,44 €

Taula AE.0.3. Resum dels costos totals

TREBALL FI DE GRAU  
Grau en Enginyeria Mecànica  
**ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE**



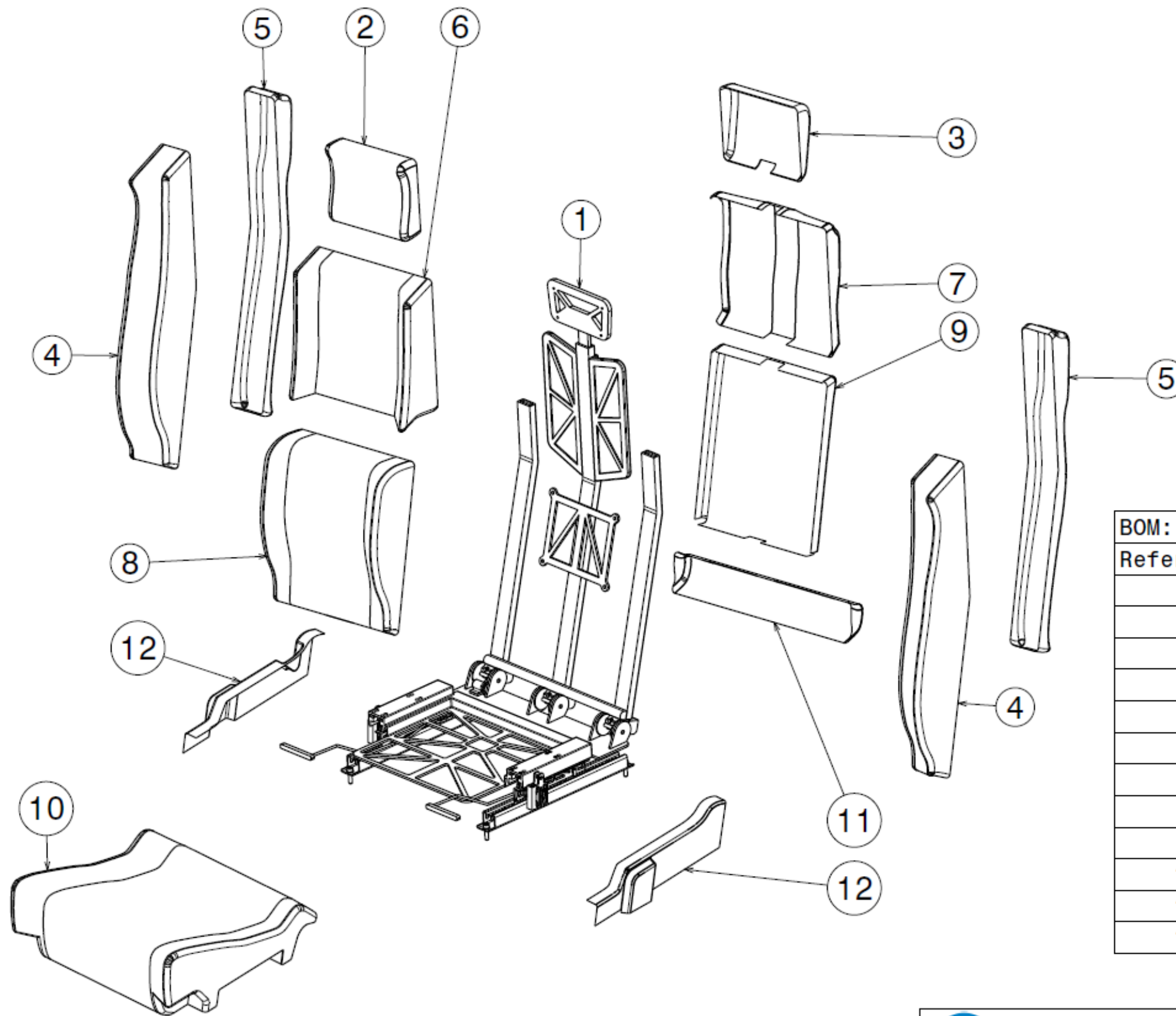
**PLÀNOLS**

## Plànols



Ordre de plànol	Nom del plànol	Escala del plànol	Mida del plànol
A1	Explosionat del seient	-	A3
A2	Explosionat de l'estructura metàl·lica	-	A3
A3	Conjunt del seient	1:10	A3
A4	Estructura metàl·lica	1:10	A3
A5	Suport del reposacaps	1:1	A3
A6	Pilar del reposacaps / Barra d'unió de pilars	1:1	A3
A7	Suport del respallier	1:2	A3
A8	Pilar central	1:2	A3
A9	Pilars regulables del respallier	1:2	A3
A10	Suport lumbar	1:1	A3
A11	Bases dels pilars del respallier	1:1	A3
A12	Suport de la base	1:4	A3
A13	Carrils de desplaçament	1:2	A3
A14	Barra fixadora de desplaçament	1:4	A3
A15	Pilars de la base	1:2	A3
A16	Sistemes de regulació d'altura	1:1	A3
A17	Pistons reguladors d'altura	2:1	A3
A18	Bieles reguladores d'altura	1:1	A3
A19	Fixador de desplaçament	1:1	A3
B1	Explosionat del mecanisme de regulació del volant	-	A3
B2	Conjunt del mecanisme de regulació del volant	1:3	A3
B3	Bloquejador de profunditat / Columna telescòpica	1:1	A3
B4	Regulació angular	1:2	A3



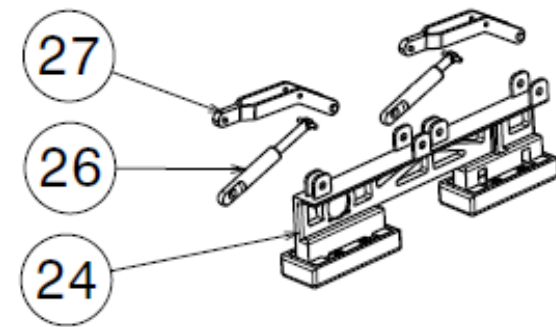
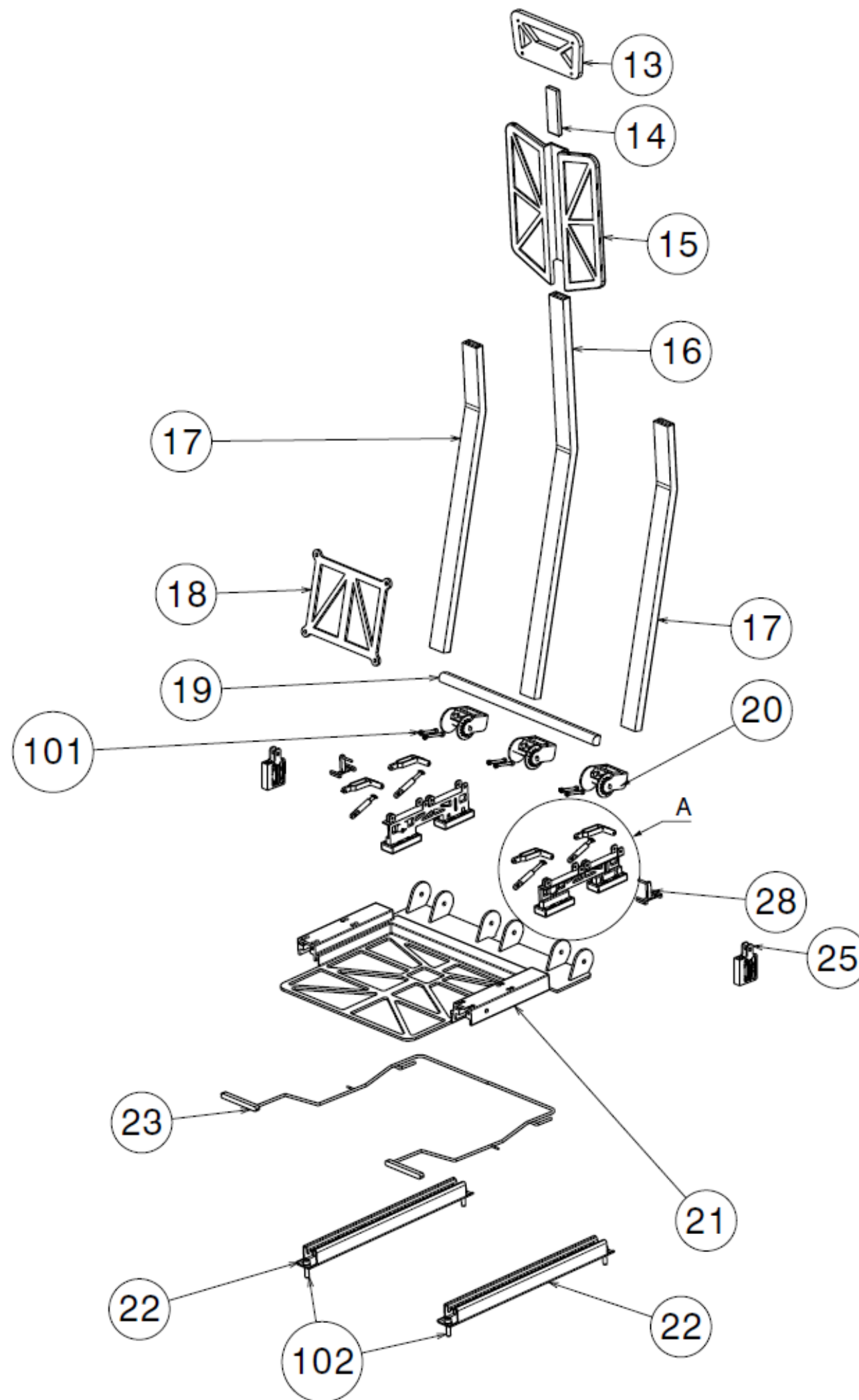
Ordre de plànol	Nom del plànol	Escala del plànol	Mida del plànol
B5	Regulador de profunditat	1:2	A3
C1	Explosionat del volant	-	A3
C2	Conjunt del volant	1:3	A3
C3	Circumferència del volant	1:3	A3
C4	Radis del volant	1:3	A3
C5	Centre del volant	1:3	A3
D1	Explosionat del pedal accelerador	-	A3
D2	Conjunt del pedal accelerador	1:3	A3
D3	Palanca d'accionament de l'accelerador	1:3	A3
D4	Suport del pedal	1:3	A3
D5	Mecanisme de transmissió	1:1	A3
D6	Dau de contacte	2:1	A3
E1	Explosionat del pedal de fre	-	A3
E2	Conjunt del pedal de fre	1:3	A3
E3	Palanca d'accionament del fre	1:2	A3
E4	Suport del pedal	1:1	A3
E5	Mecanisme de transmissió	2:1	A3



BOM: Conjunt global del seient		
Referència	Nom de la peça	Quantitat
1	Estructura metàl·lica	1
2	Entapissat reposacaps	1
3	Protecció reposacaps	1
4	Entapissat pilar	1+1
5	Protecció pilar	1+1
6	Respatller	1
7	Protecció del respattler	1
8	Entapissat lumbar	1
9	Protecció lumbar	
10	Entapissat base	1
11	Protecció base	1
12	Carcasses laterals	1+1

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b> Designació del plànol: <b>EXPLOSIONAT DEL SEIENT</b>		Escala:
 Dibuyxat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b> Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>		
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>





DETALL A-A  
ESCALA: 1:5

BOM: Conjunt global del seient

Número del plànol	Nom de la peça	Quantitat
13	Suport del reposacaps	1
14	Pilar del reposacaps	1
15	Suport del respatlle	1
16	Pilar central	1
17	Pilars regulables del respatlle	1+1
18	Suport lumbar	1
19	Barra d'unió de pilars	1
20	Bases dels pilars del respatlle	3
21	Suport de la base	1
22	Carrils de desplaçament	1+1
23	Barra fixadora de desplaçament	1
24	Pilars de la base	1+1
25	Sistemes de regulació d'altura	2+2
26	Pistons regulador d'altura	2+2
27	Bielas reguladores d'altura	2+2
28	Fixador de desplaçament	1+1
101	ISO 4762 M5x40	3+3
102	ISO 4762 M8x30	2+2



Observacions:

Sèrie:

**A**

Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE

Designació del plànol:  
EXPLOSIONAT DE L'ESTRUCTURA METÀL·LICA

Nº plànol:

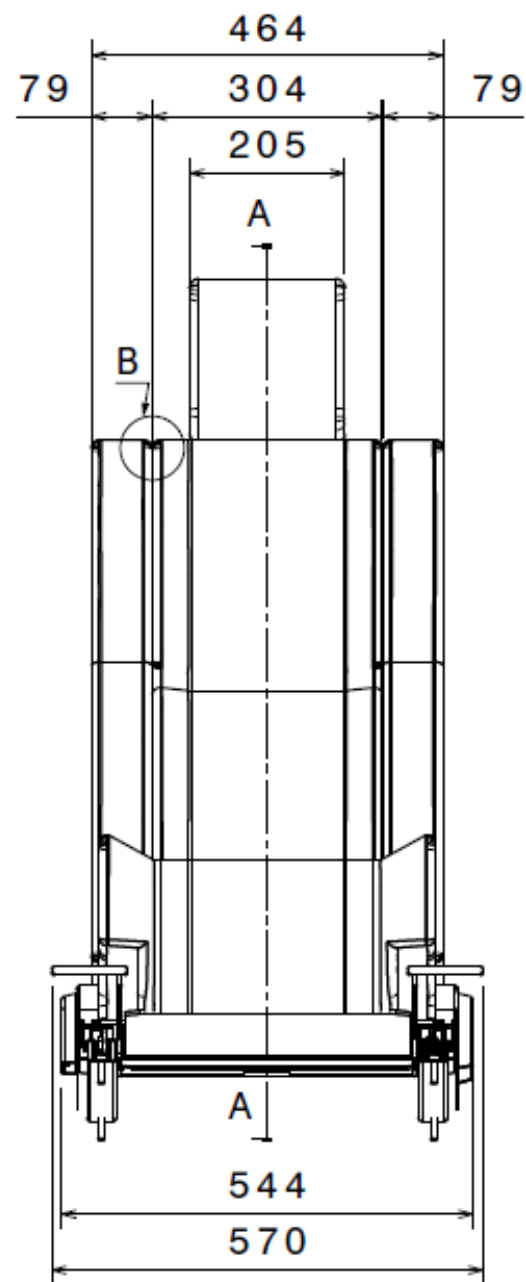
**002**

Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA  
Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA

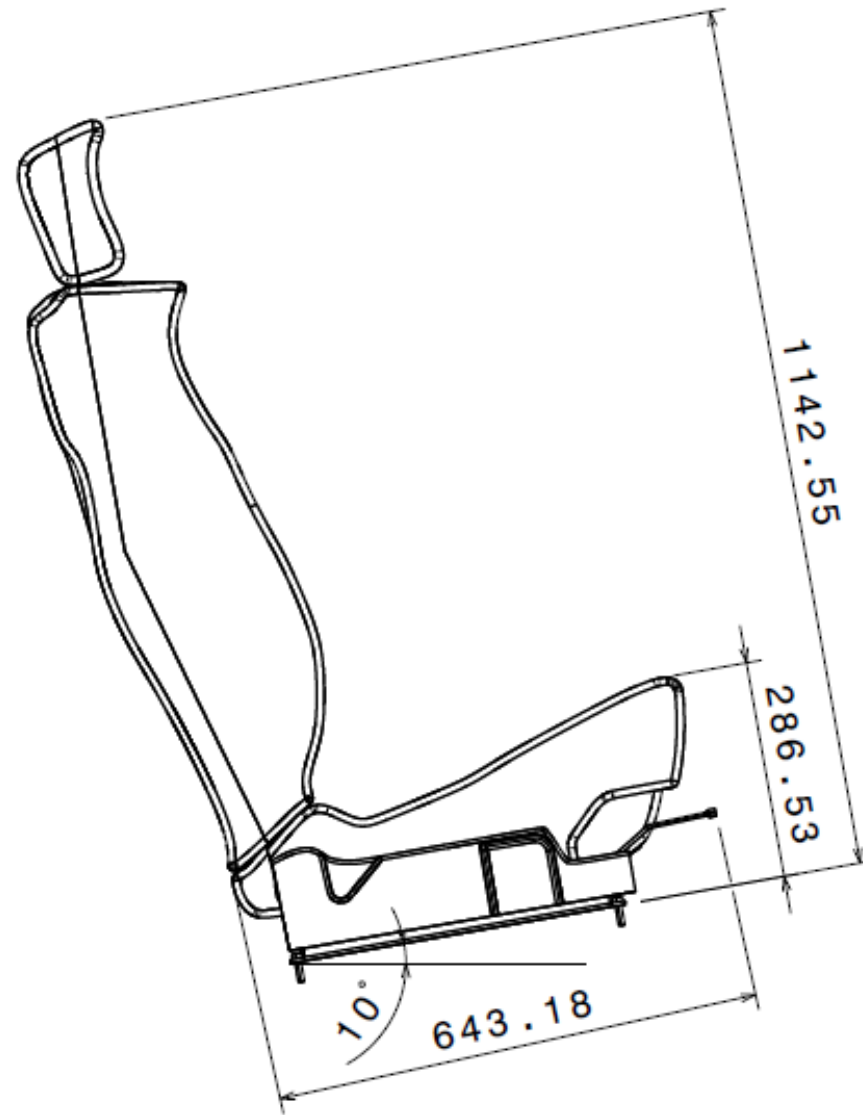
Escala:

Mides del plànol: A3  
Data d'edició: 30/03/2019  
Data de comprovació: 01/04/2019

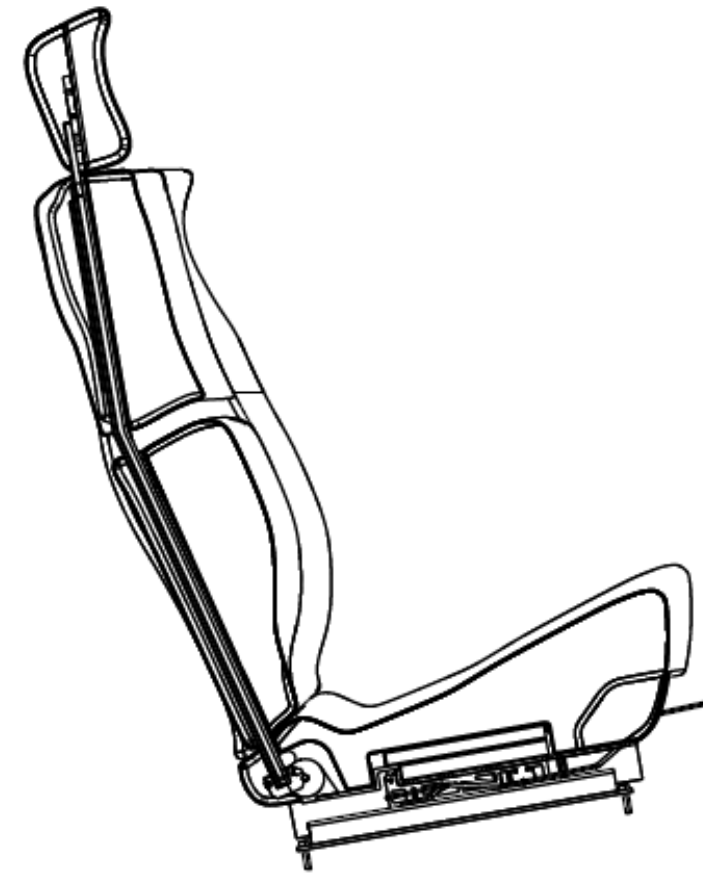




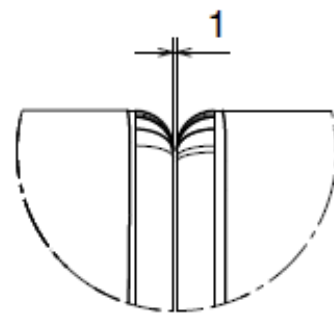
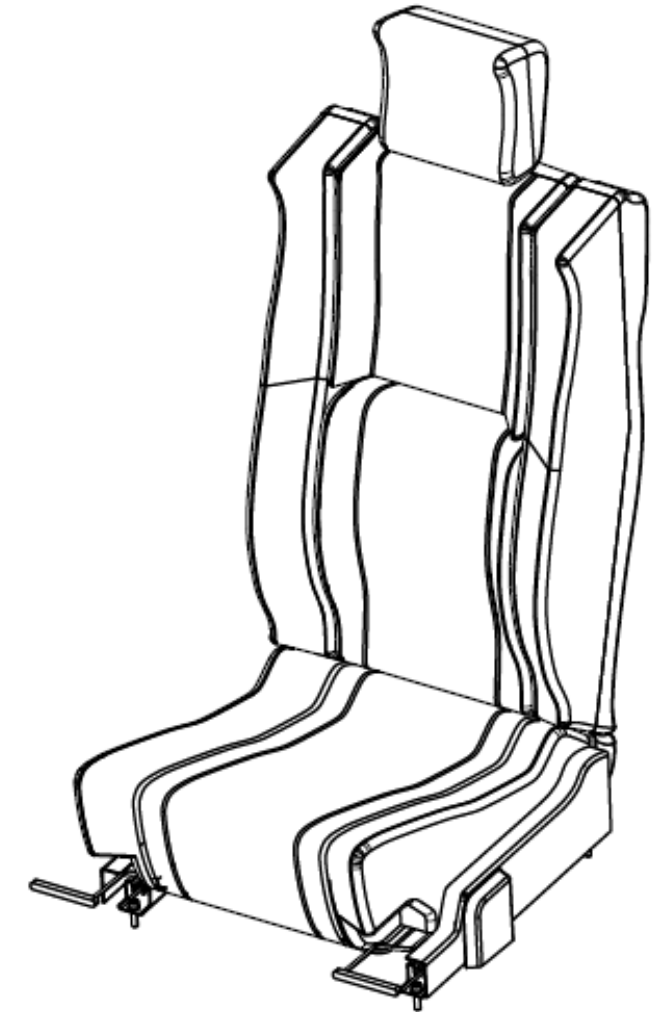
ALÇAT





PERFIL ESQUERRA

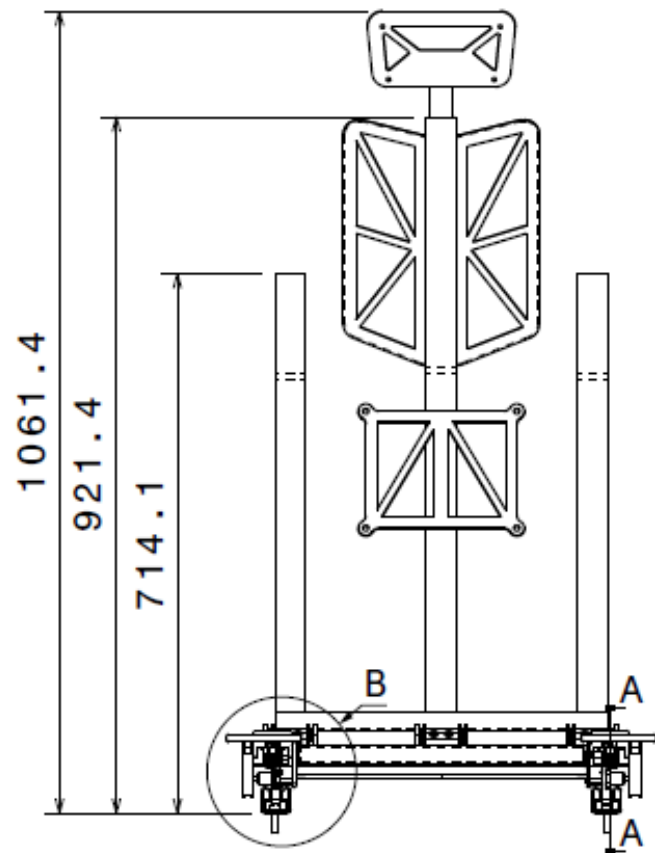


SECCIÓ A-A

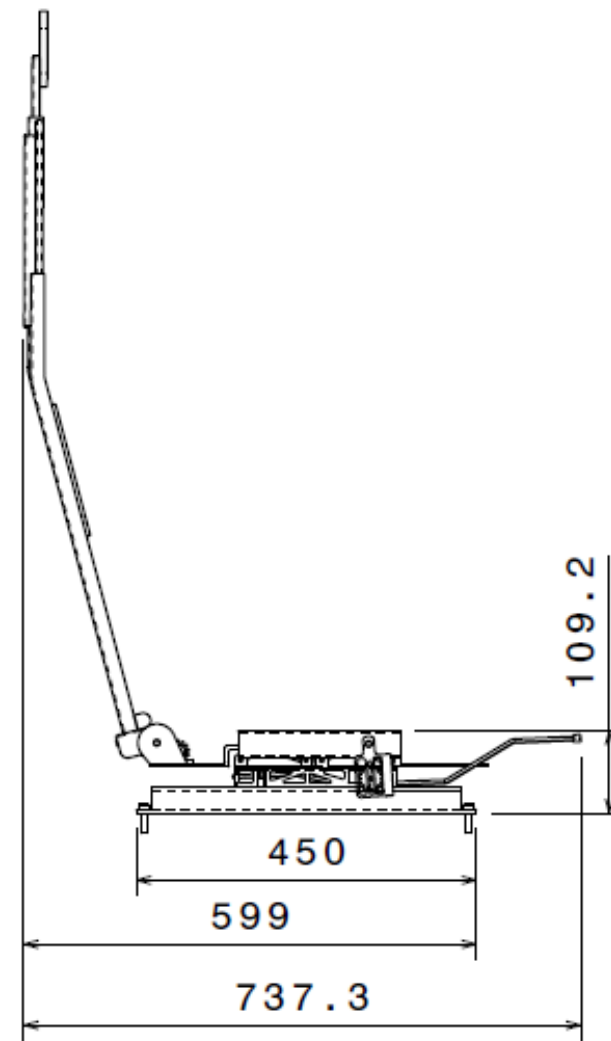


DETALL B-B  
ESCALA: 1:2

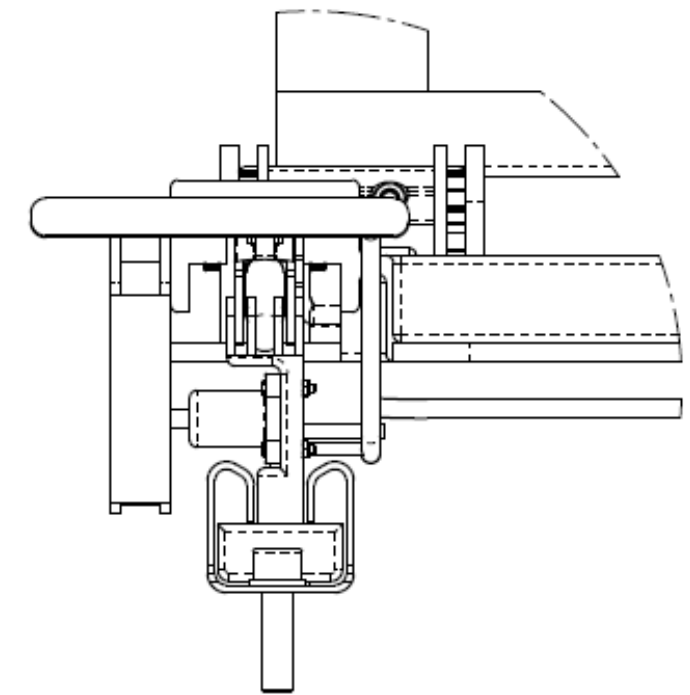
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie:
	-	<b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol:
Designació del plànol: CONJUNT DEL SEIENT		<b>003</b>
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala:
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019



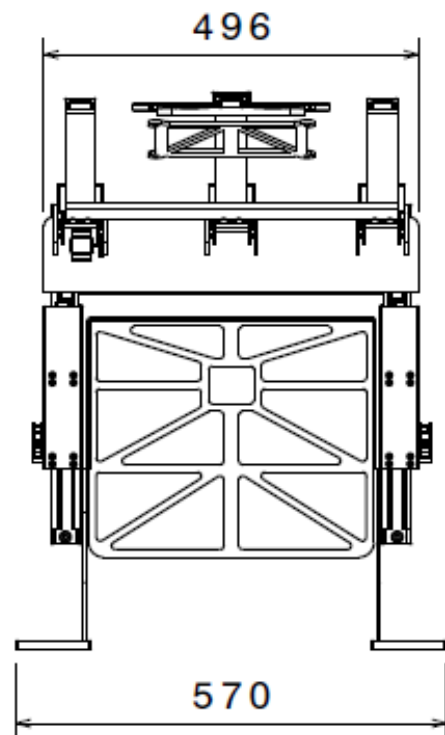
ALÇAT



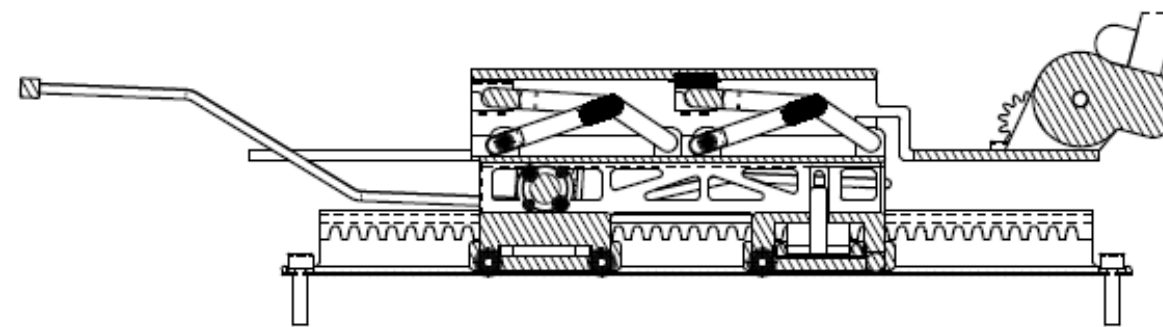
PERFIL ESQUERRA





DETALL B-B  
ESCALA: 1:2

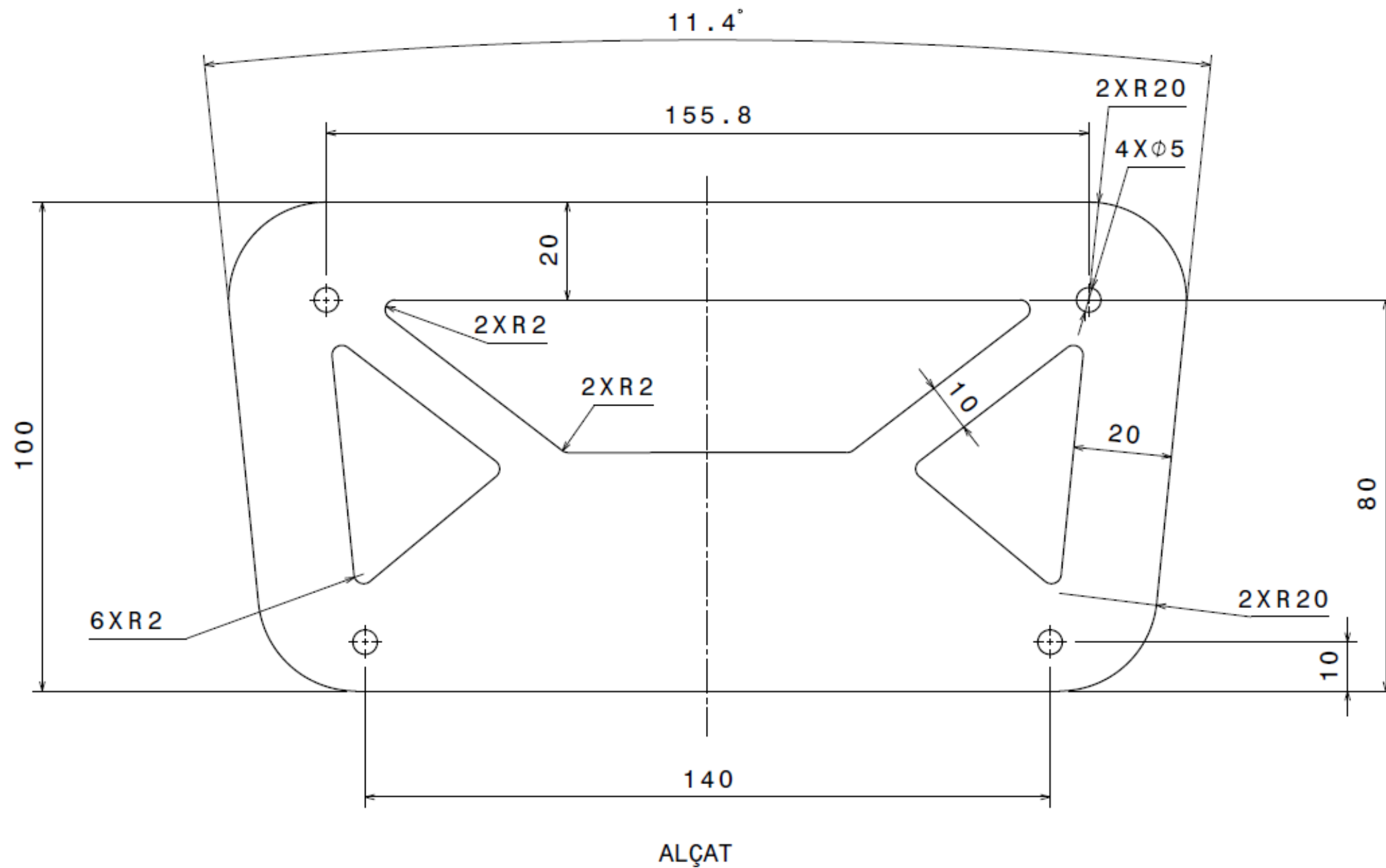




PLANTA

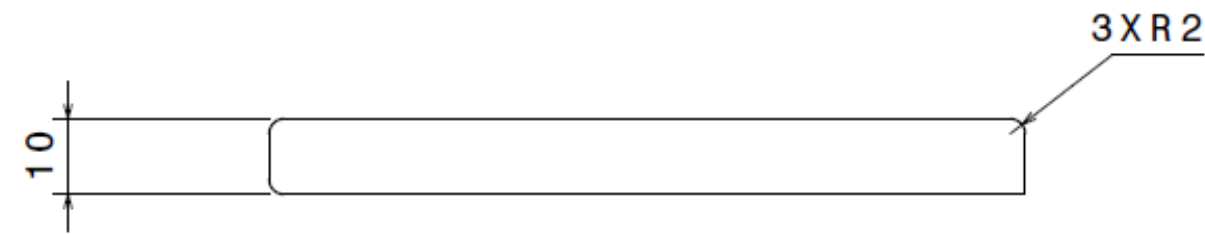


SECCIÓ A-A  
ESCALA: 1:4

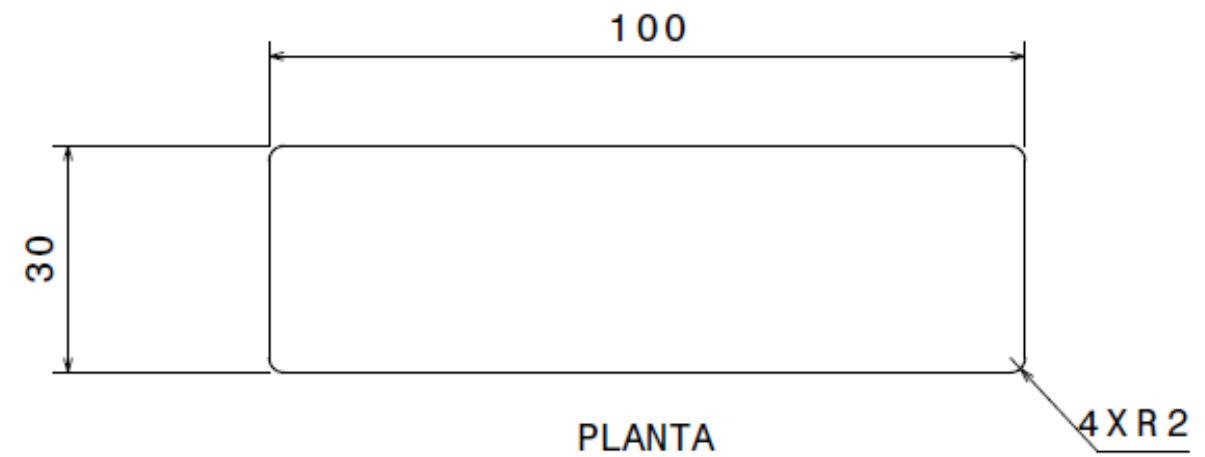
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie:
	-	<b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol:
Designació del plànol: CONJUNT DE L'ESTRUCTURA DEL SEIENT 001		<b>004</b>
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala:
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019



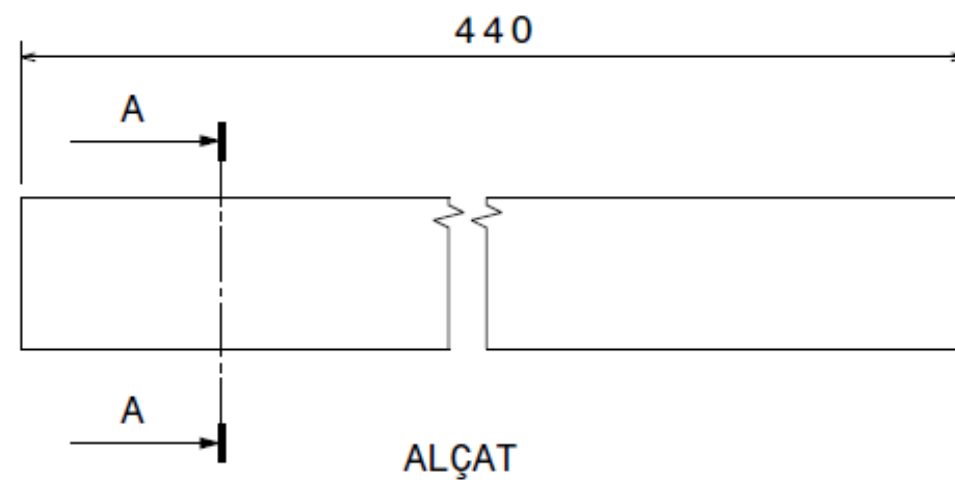
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b>			Nº plànol: <b>005</b>
Designació del plànol: <b>SUPORT DEL REPOSACAPS 013</b>			
	Dibuixat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>		Escala: <b>1:1</b>
	Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>		
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>	



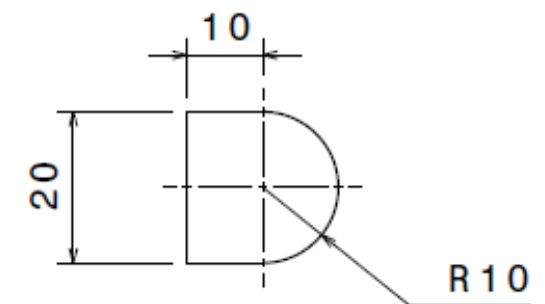
ALÇAT



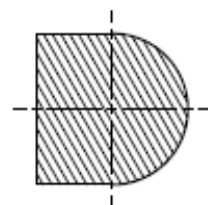
PLANTA




ALÇAT

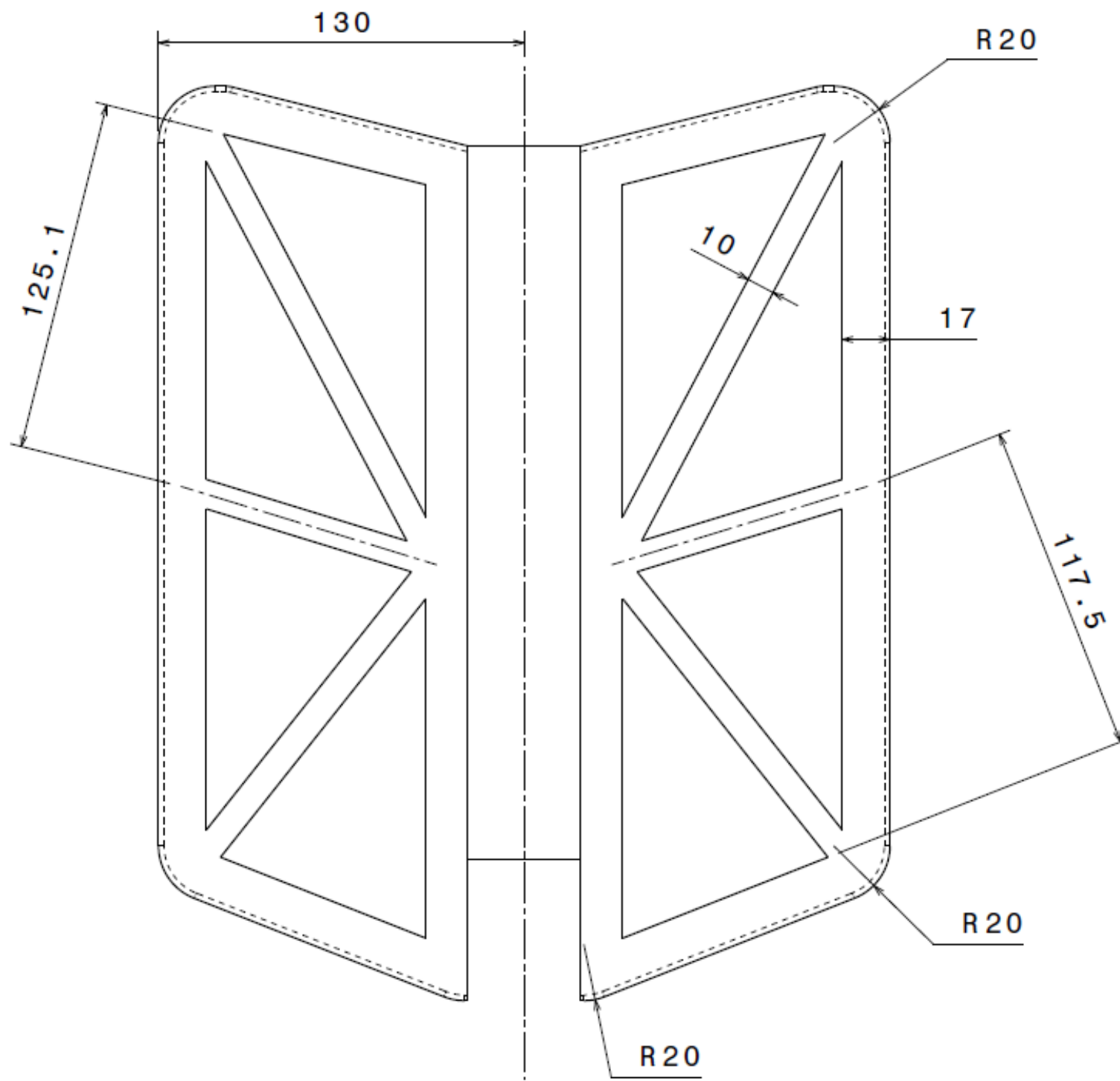


PERFIL ESQUERRA

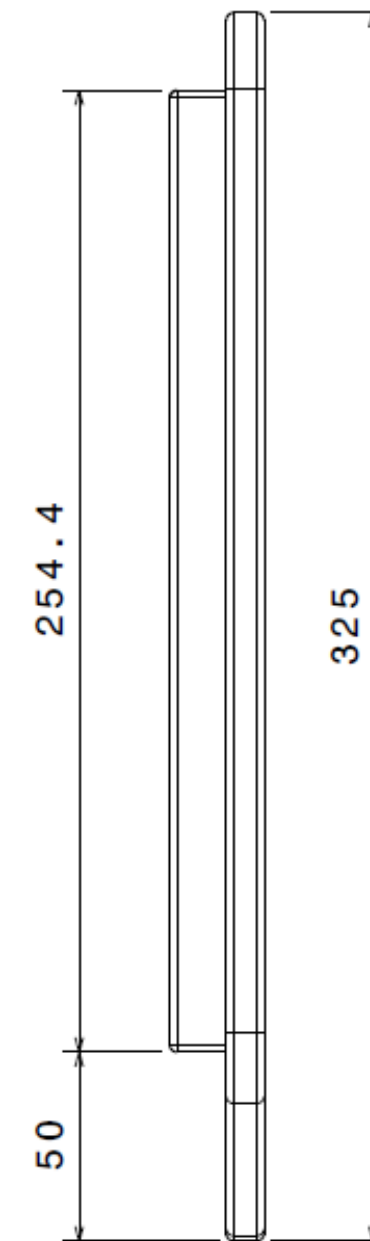


SECCIÓ A-A  
ESCALA: 1:1

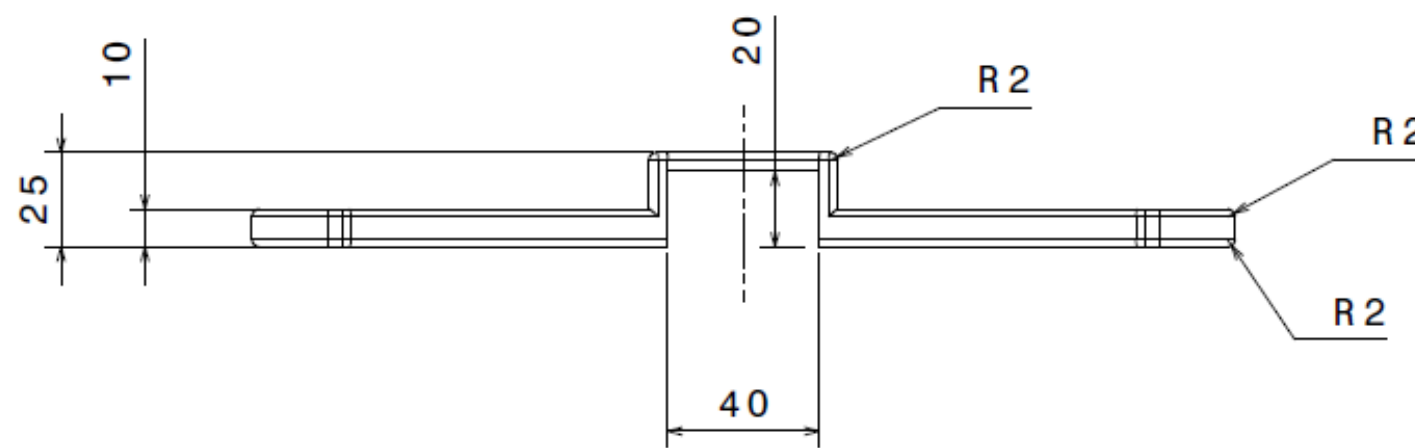
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b> Designació del plànol: <b>PILAR DEL REPOSACAPS 014 / BARRA D'UNIÓ DE PILARS 019</b>			Nº plànol: <b>006</b>
 Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>	Escala: <b>1:1</b>
Dibuixat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b> Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>			





ALÇAT



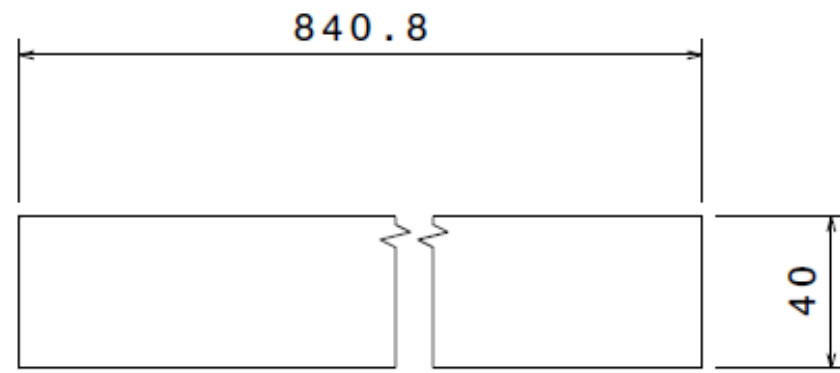
PERFIL ESQUERRA



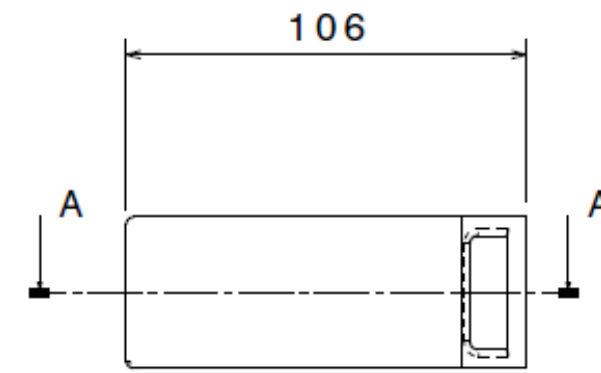
PLANTA

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b>			Nº plànol: <b>007</b>
Designació del plànol: <b>SUPORT DEL RESPATLLER 015</b>			
 Dibuyxat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b> Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>		Escala: <b>1:2</b>	
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>	

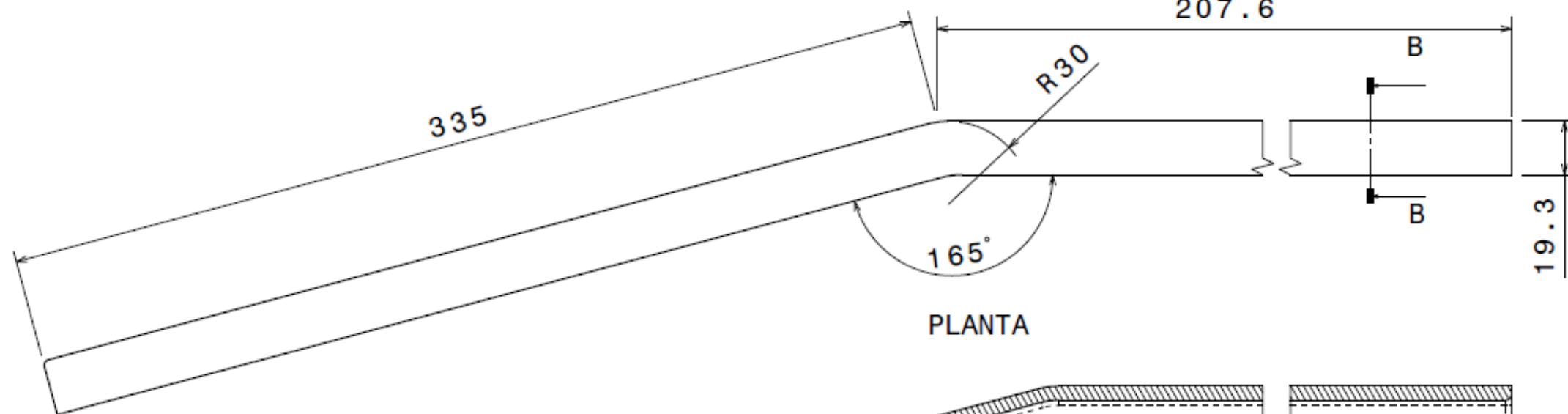




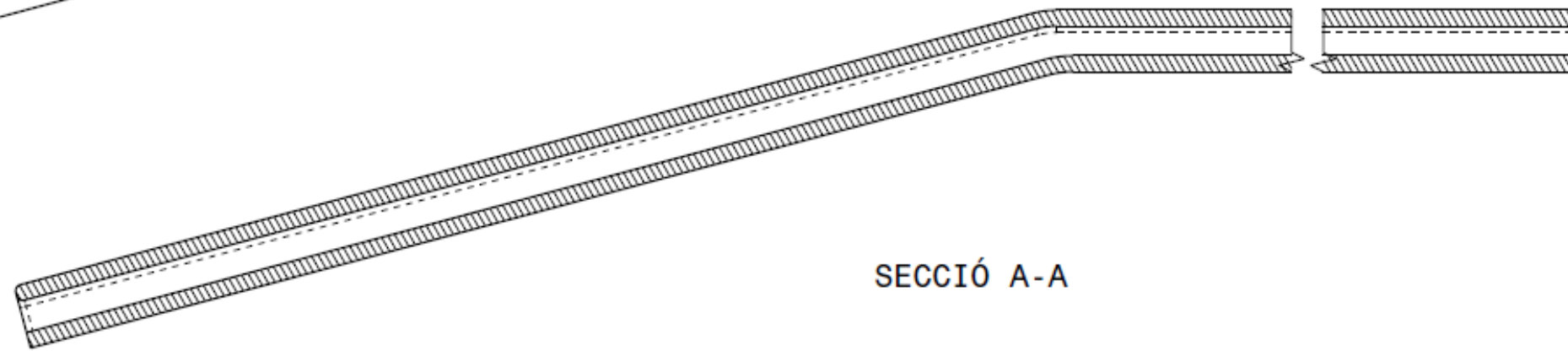
ALÇAT



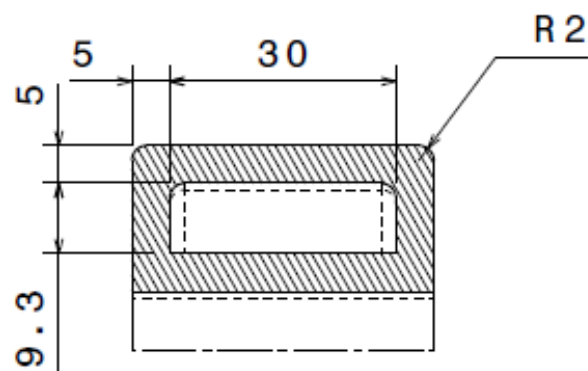
PERFIL ESQUERRA





PLANTA

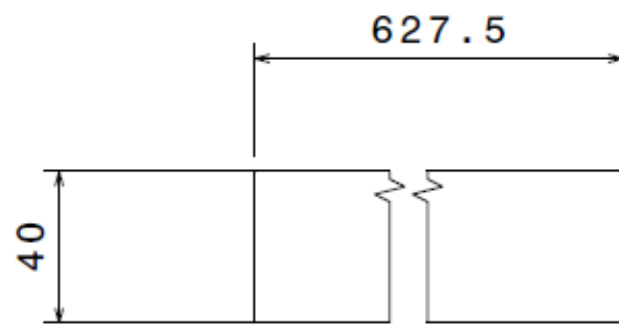


SECCIÓ A-A

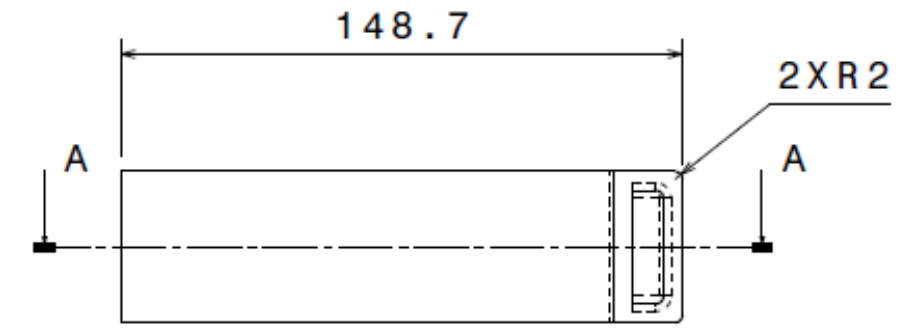


SECCIÓ B-B  
ESCALA 1:1

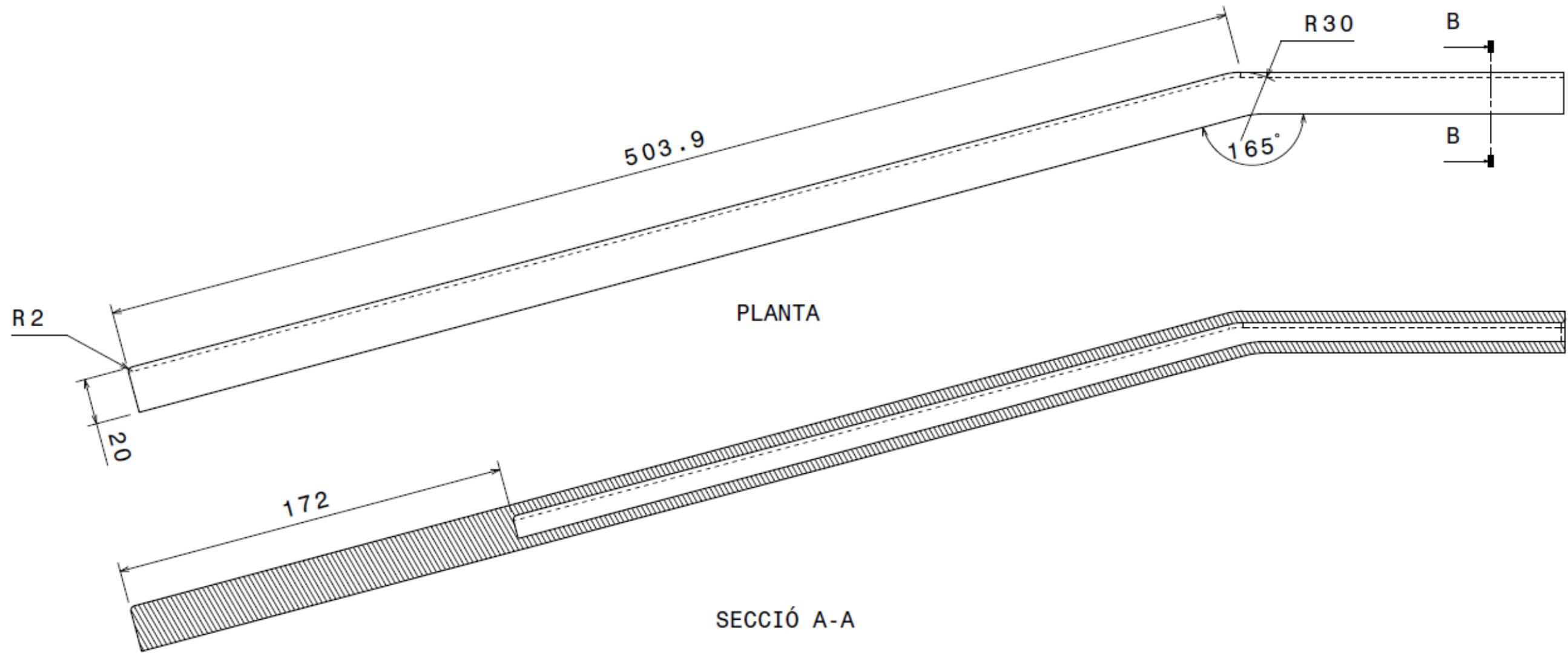
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>008</b>
Designació del plànol: PILAR CENTRAL 016			
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:2</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



ALÇAT

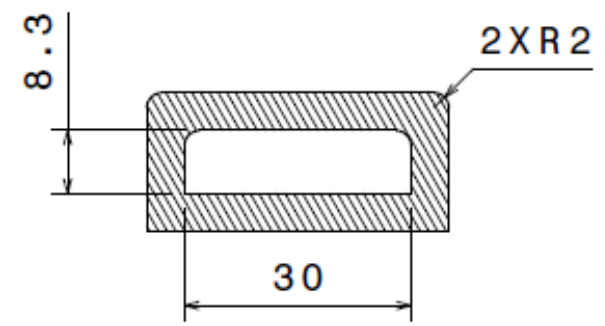


PERFIL ESQUERRA





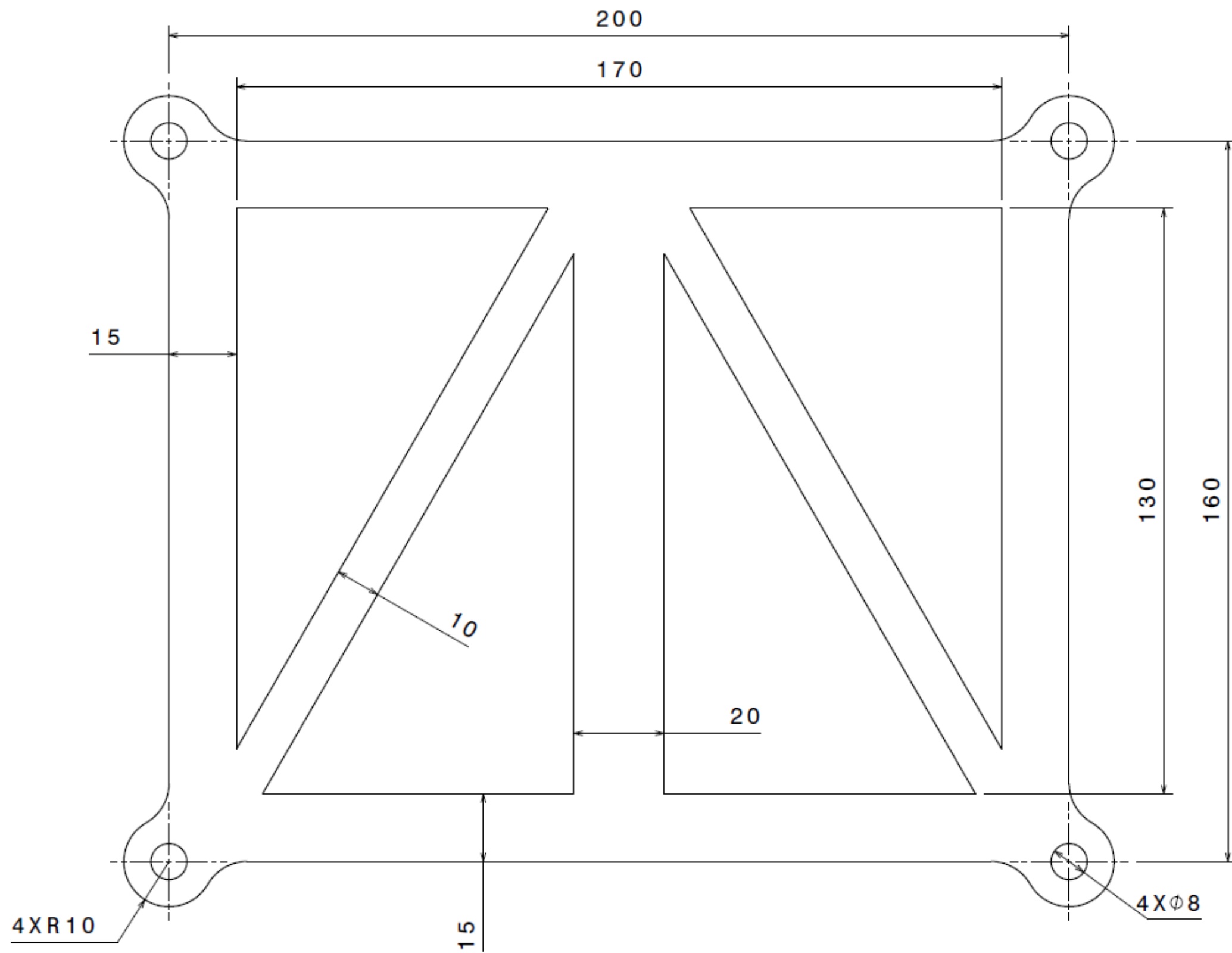
PLANTA

SECCIÓ A-A

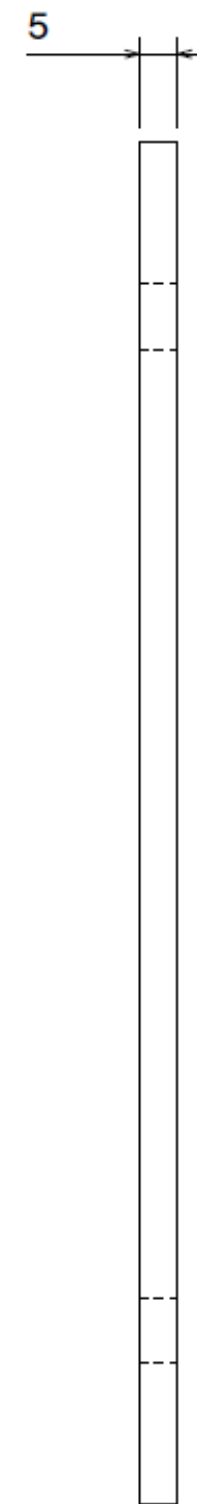


SECCIÓ B-B  
ESCALA: 1:1



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>009</b>
Designació del plànol: PILARS REGULABLES DEL RESPATLLER 017		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:2</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019



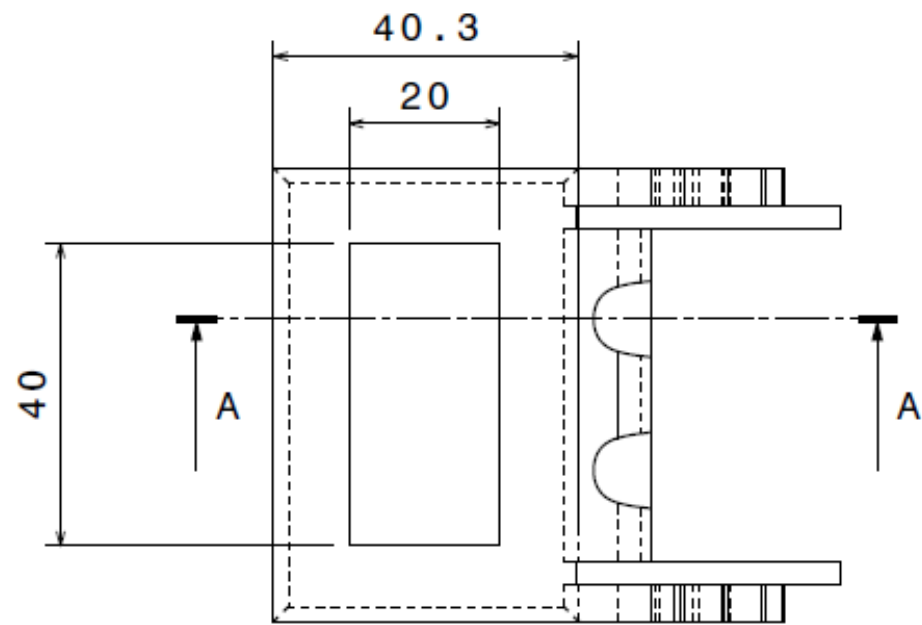
ALÇAT



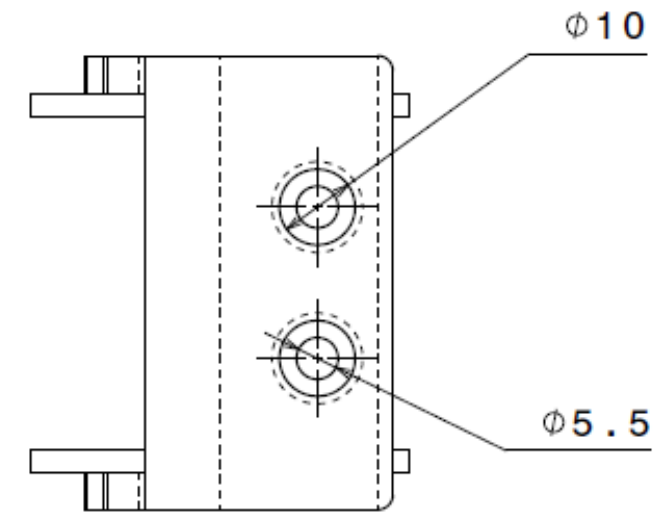
PERFIL ESQUERRA

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b>			Nº plànol: <b>010</b>
Designació del plànol: <b>SUPORT LUMBAR 018</b>			
 Dibuijat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b> Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>		Escala: <b>1:1</b>	
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>	

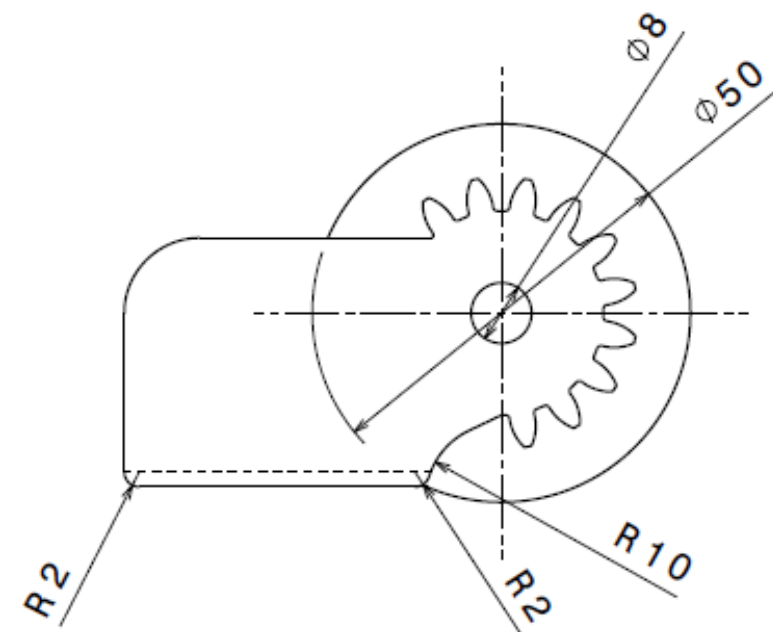




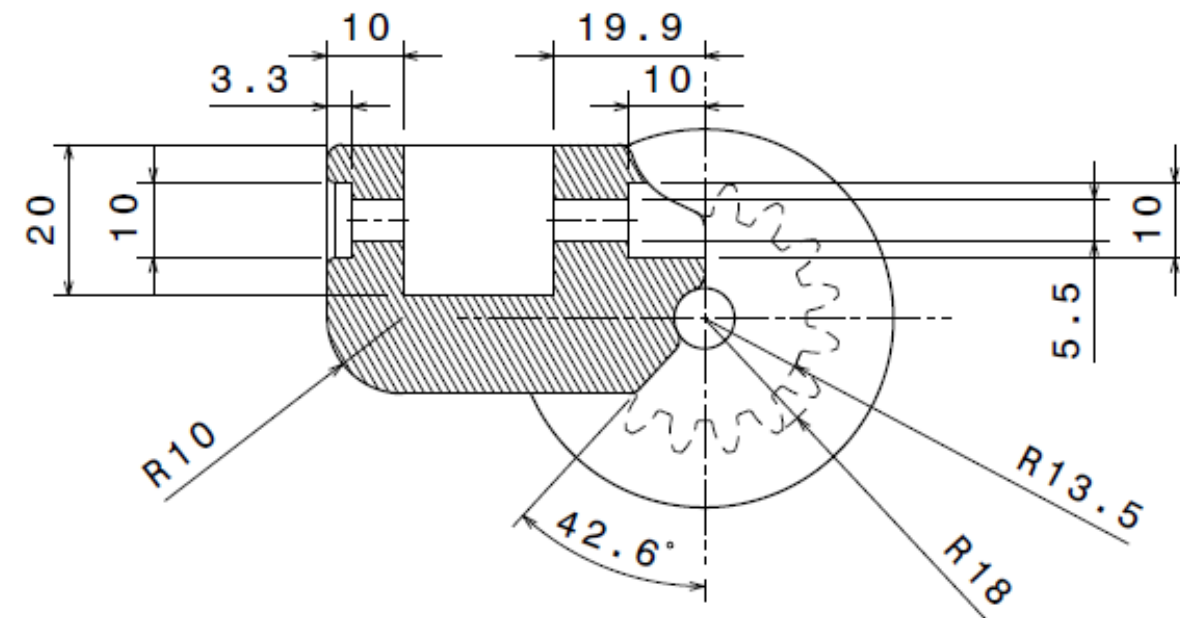
ALÇAT





PERFIL ESQUERRA

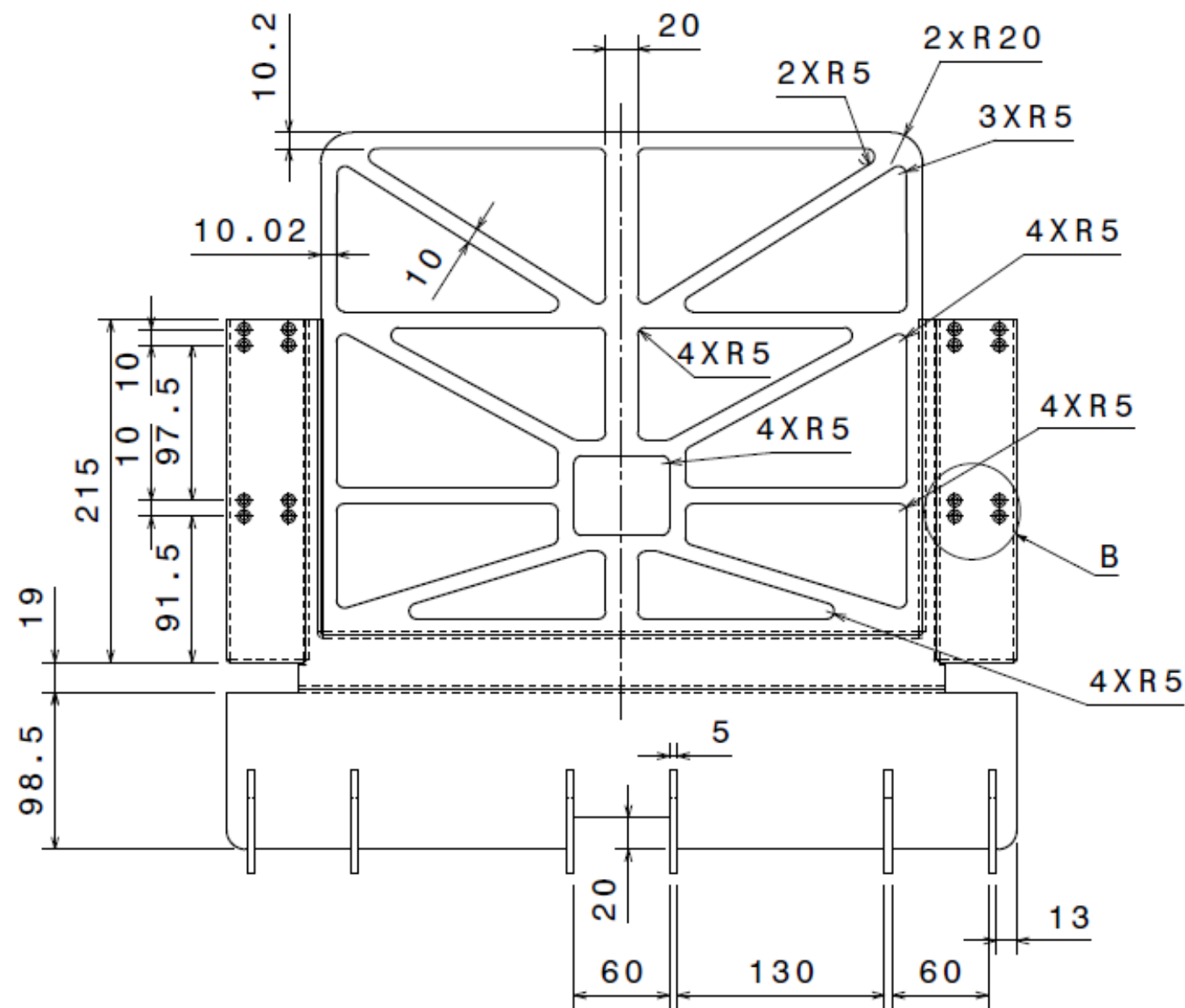


PLANTA

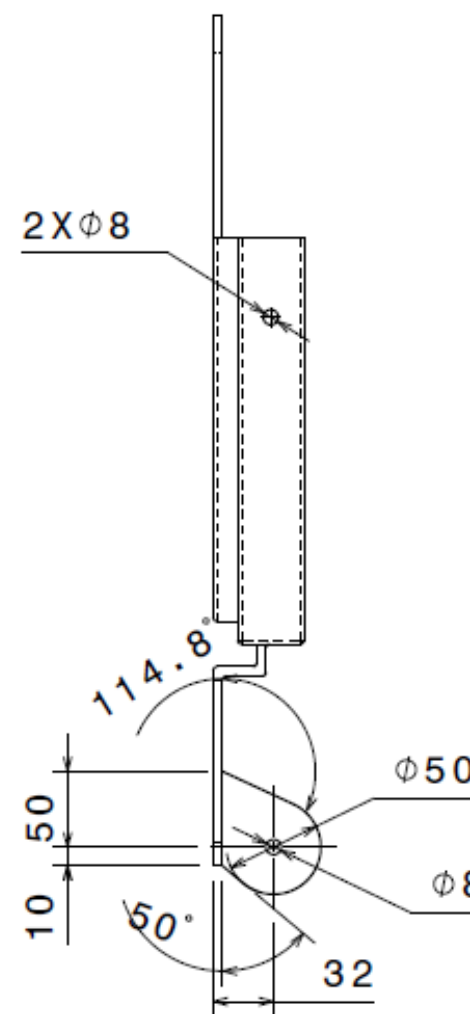


SECCIÓ A-A

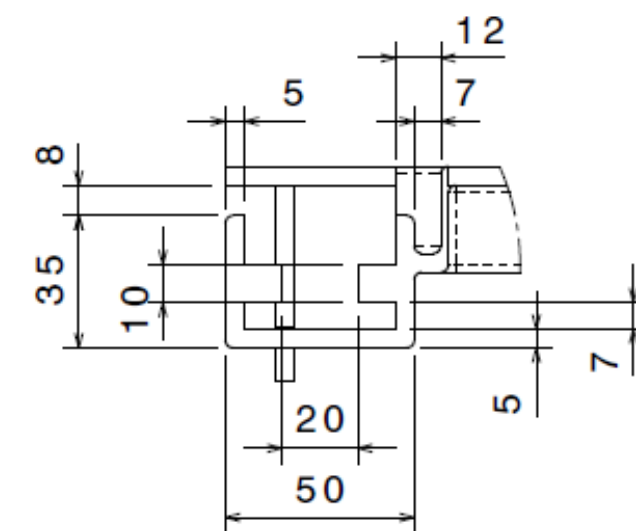
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>011</b>
Designació del plànol: BASES DELS PILARS DEL RESPATLLER 020			
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:1</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



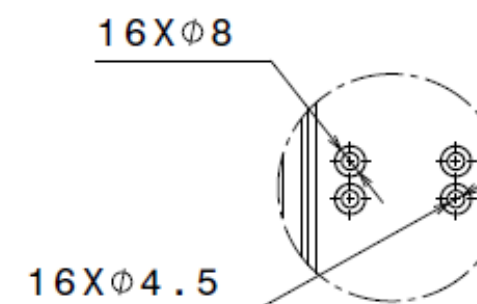
ALÇAT



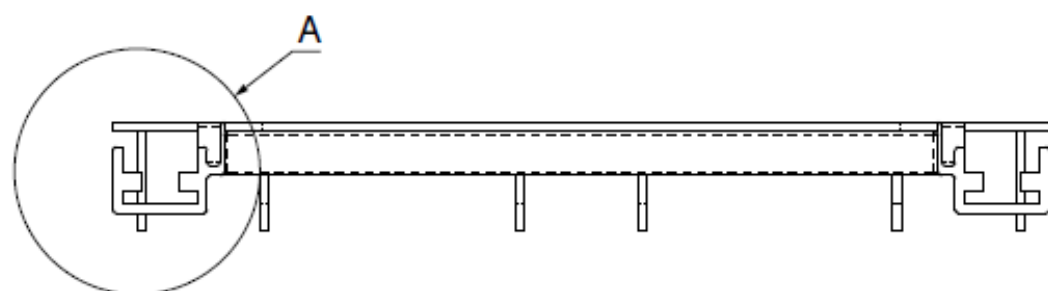
PERFIL ESQUERRA





DETALL A-A  
ESCALA: 1:2

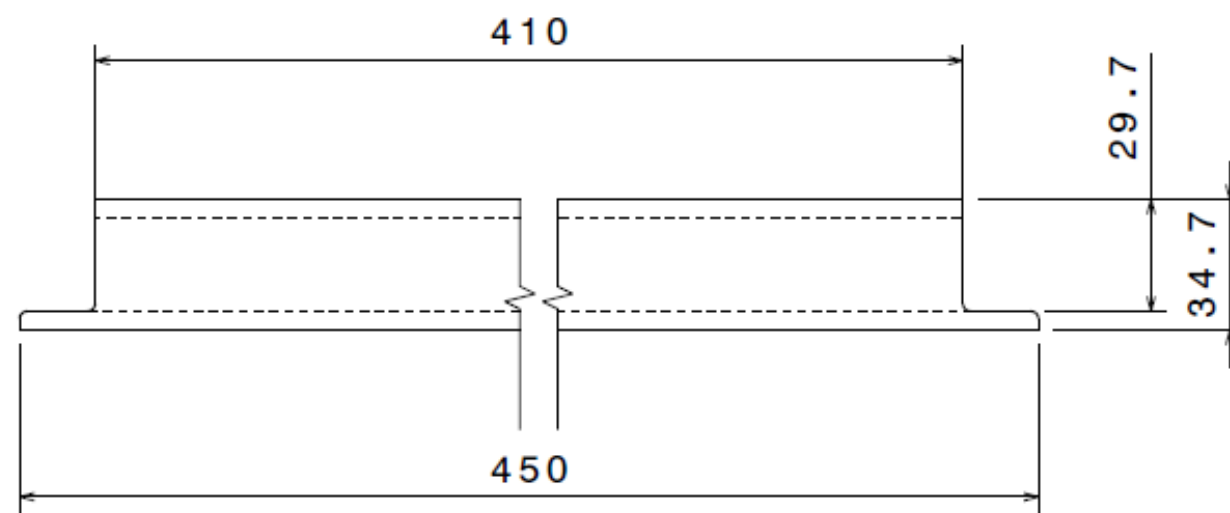


DETALL B-B  
ESCALA: 1:2

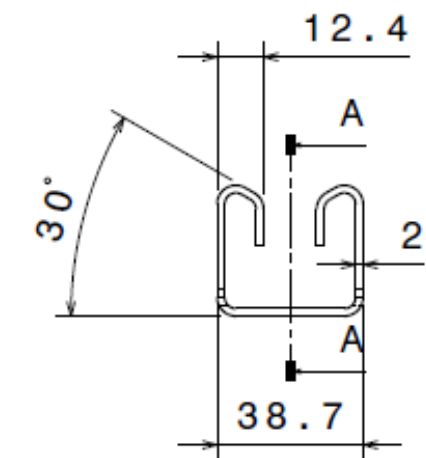


PLANTA

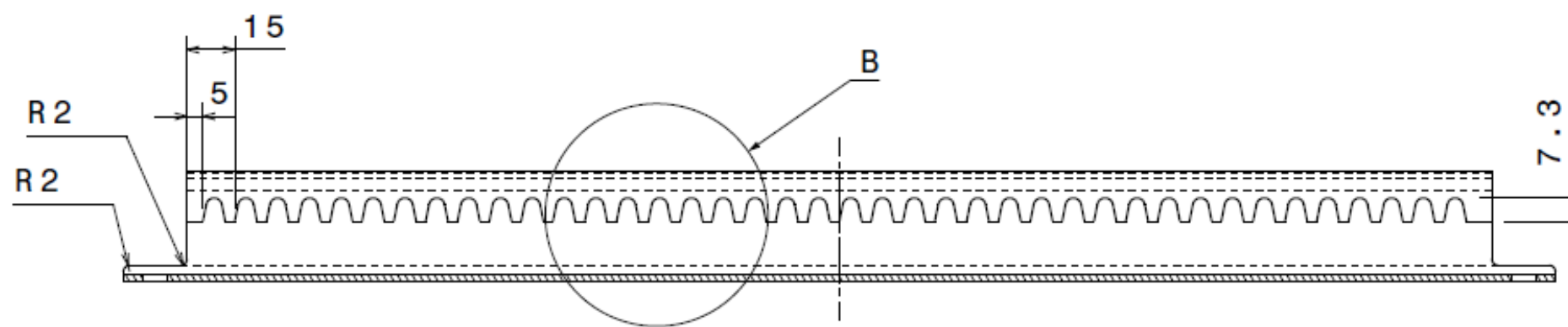
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b>		Nº plànol: <b>012</b>
Designació del plànol: <b>SUPORT DE LA BASE 021</b>		
	Dibuixat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>	Escala: <b>1:4</b>
	Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>	
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>



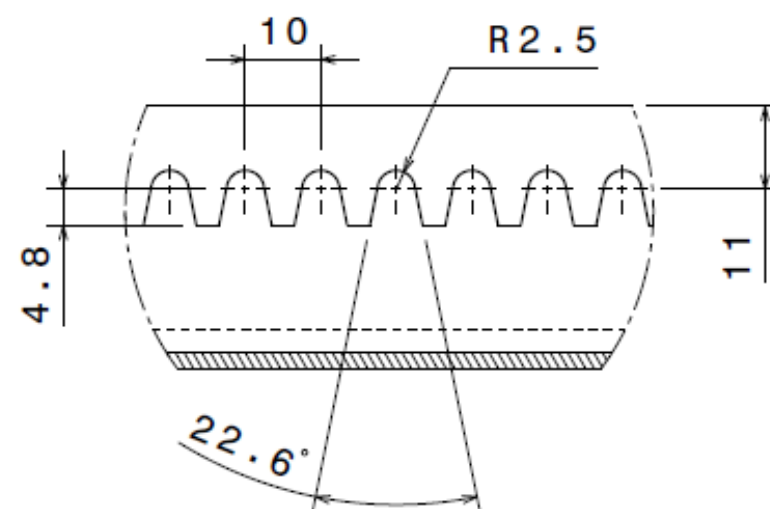
ALÇAT





PERFIL ESQUERRA

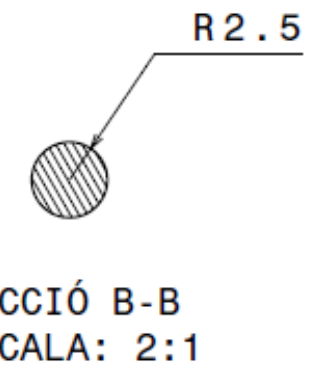
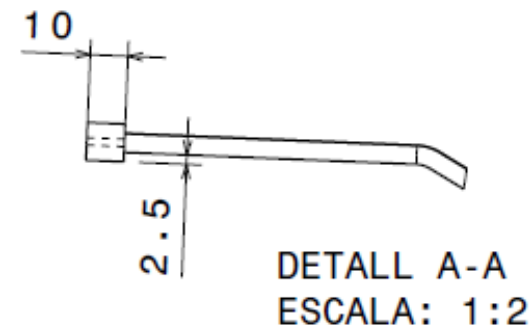
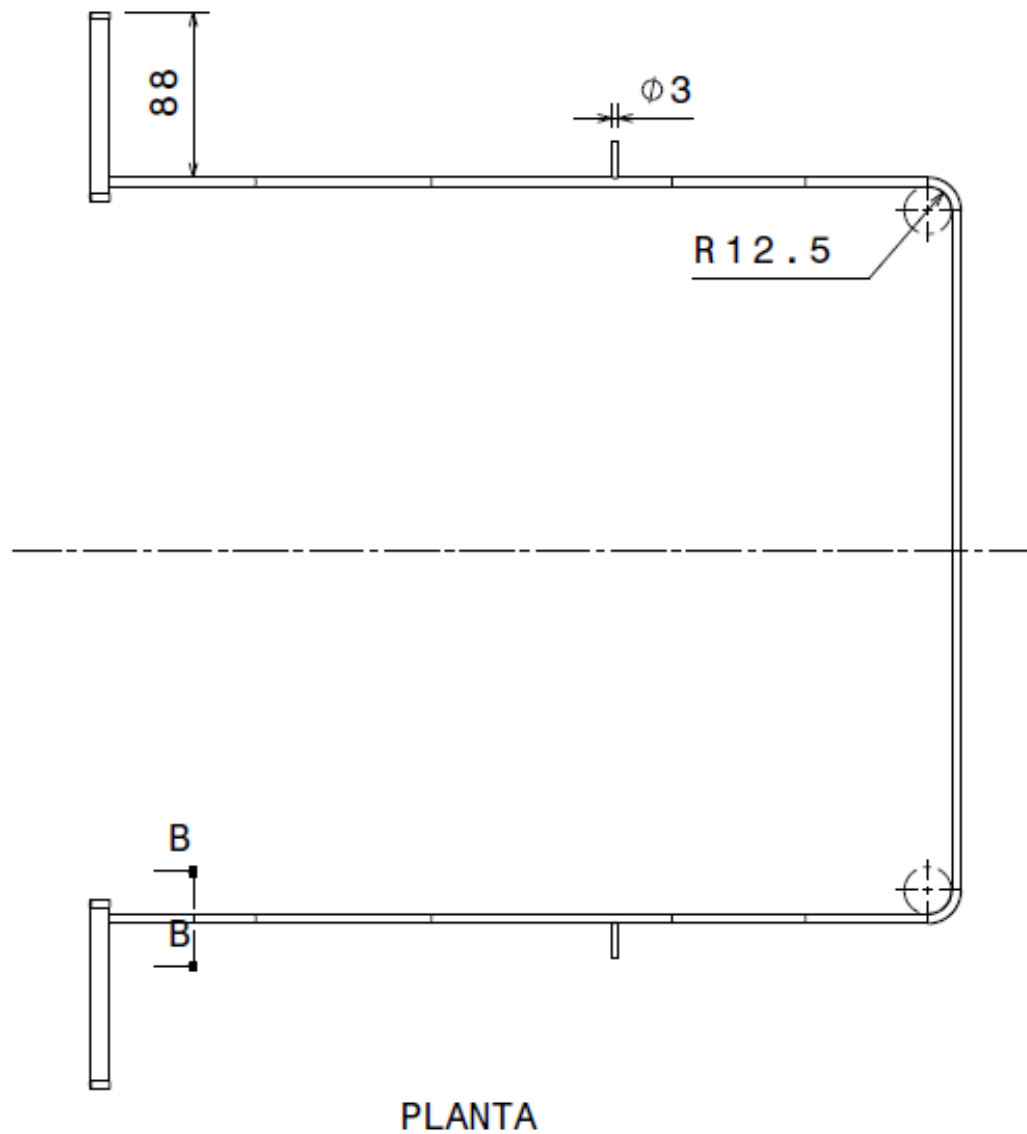
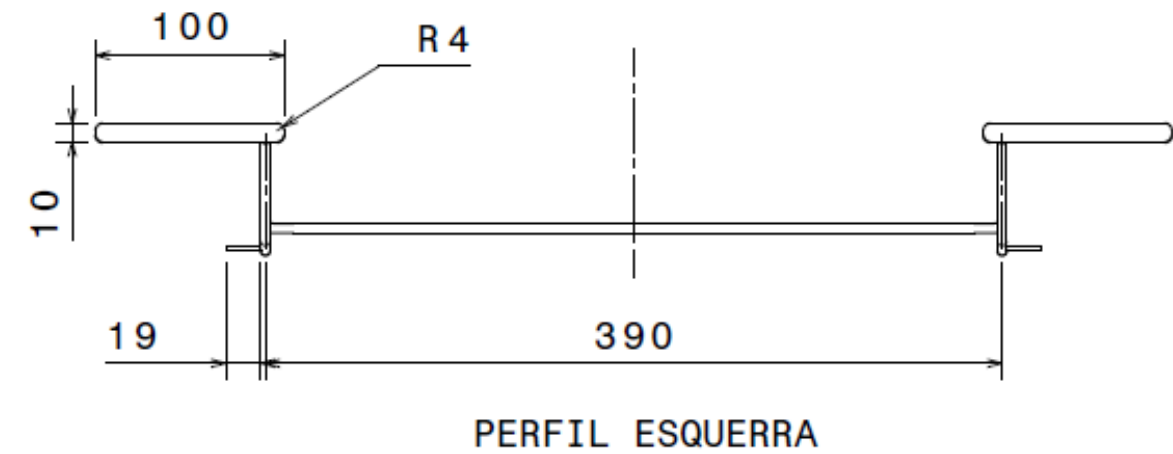
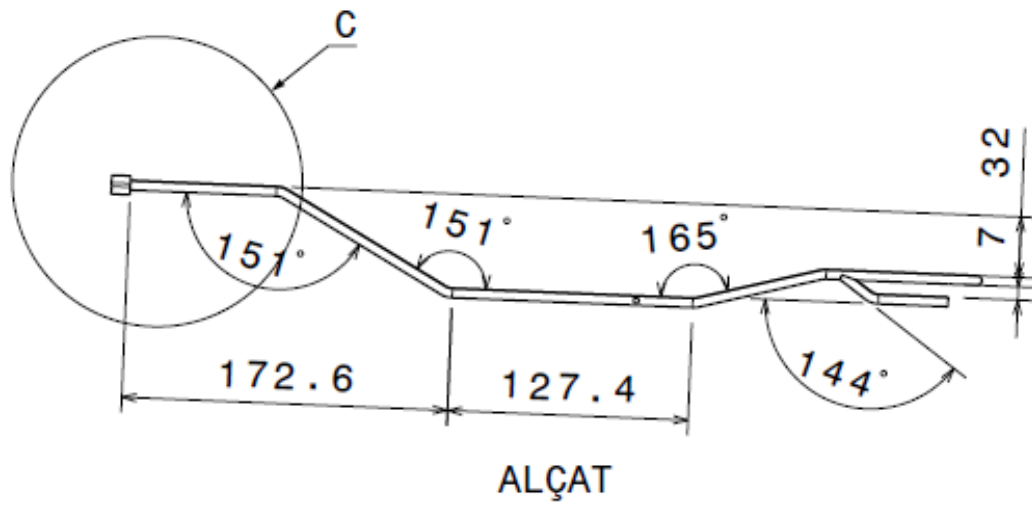




SECCIÓ A-A

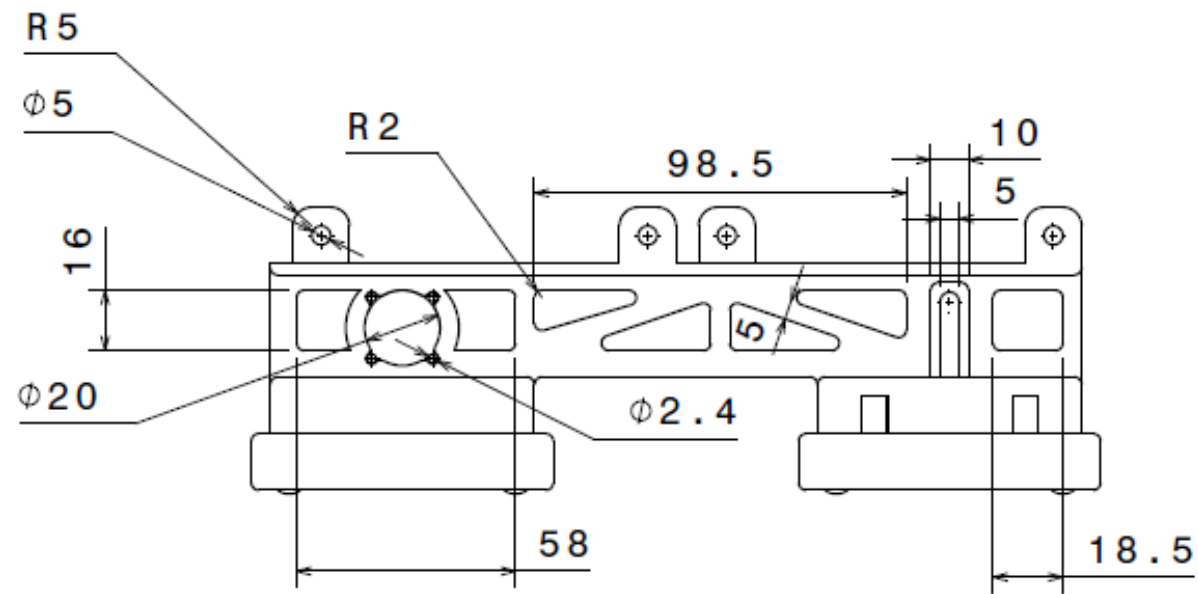


DETALL B-B  
ESCALA: 1:1

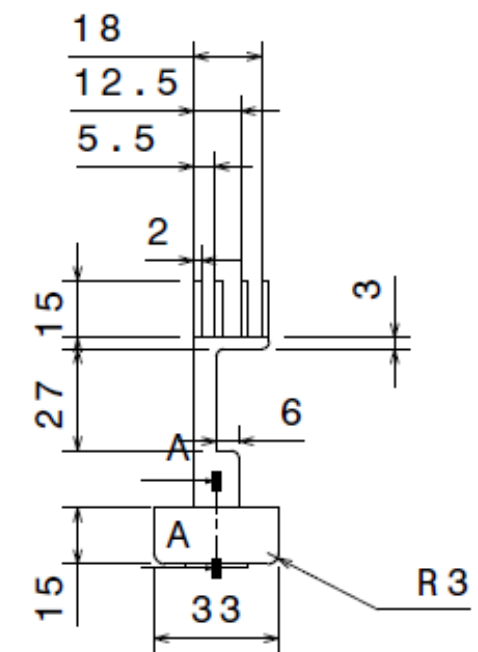
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>013</b>
Designació del plànol: CARRILS DE DESPLAÇAMENT 022		
 Dibuijat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:2</b>	
		Mides del plànol: A3



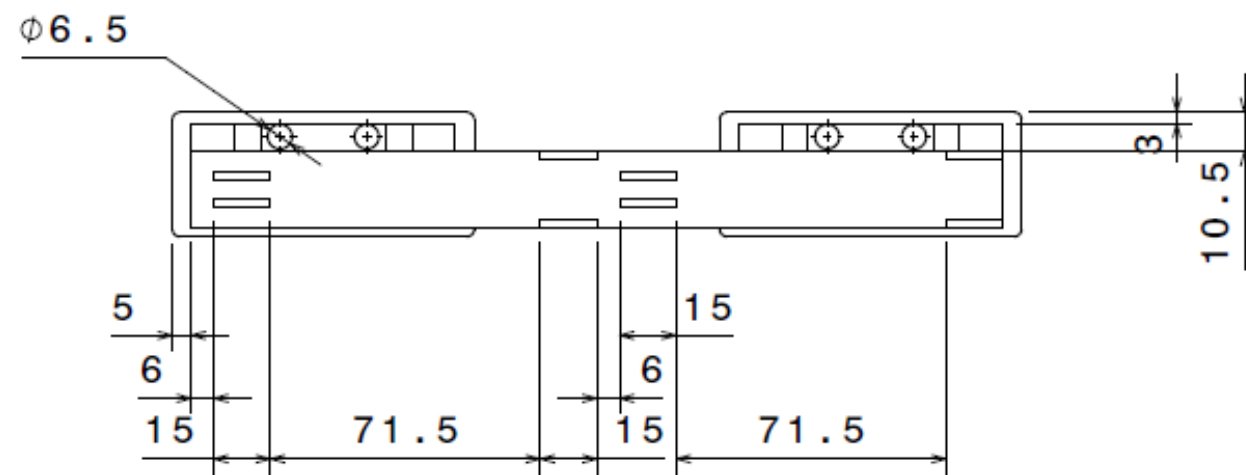
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>014</b>
Designació del plànol: BARRA FIXADORA DE DESPLAÇAMENT 023		
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:4</b>	
		Mides del plànol: A3
Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



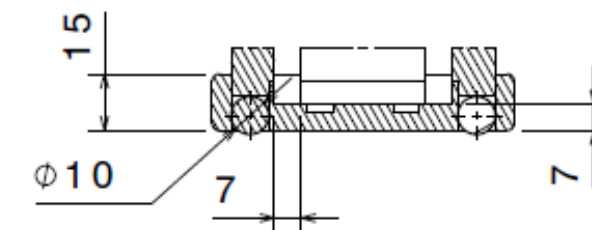
ALÇAT





PERFIL ESQUERRA

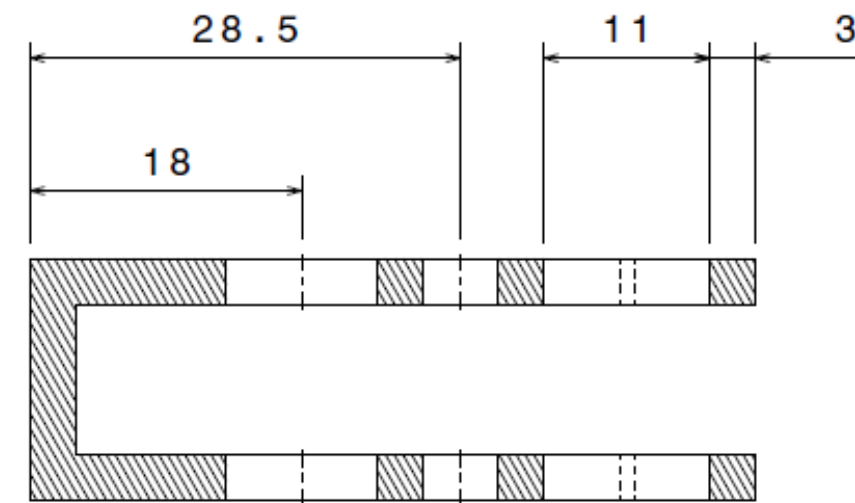
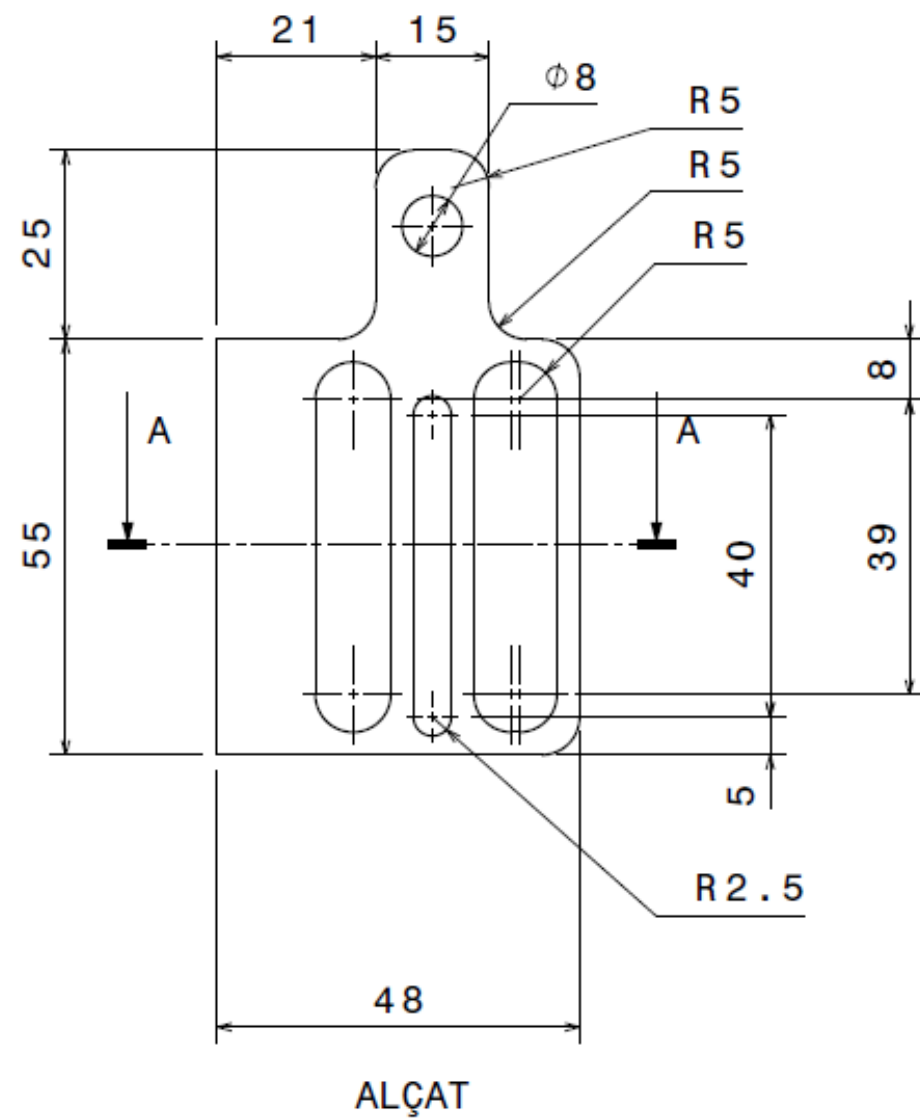


PLANTA

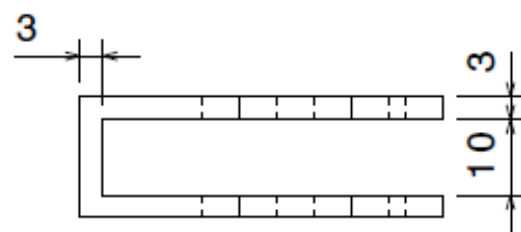


SECCIÓ A-A  
ESCALA: 1:2



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>015</b>
Designació del plànol: PILARS DE LA BASE 024			
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:2</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



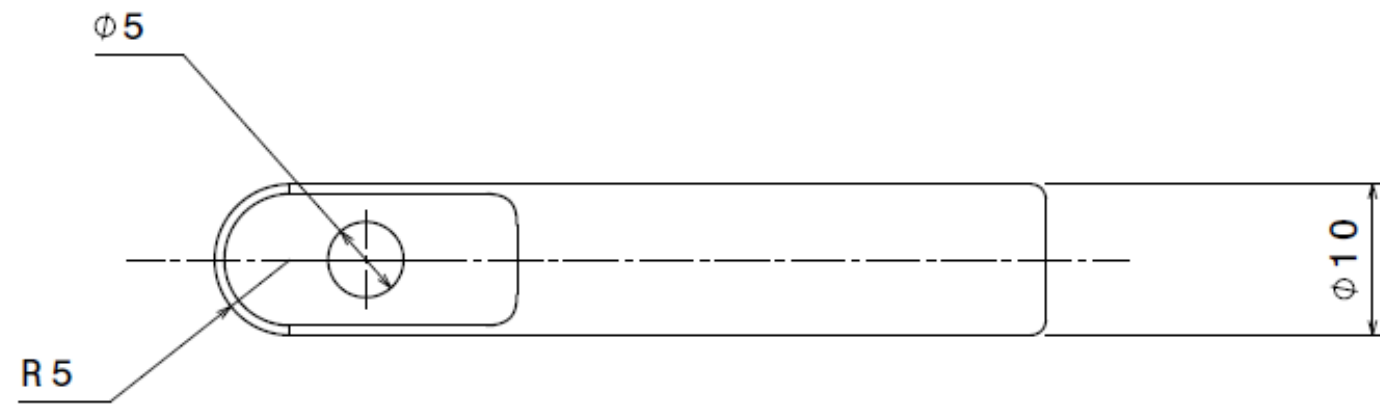
SECCIÓ A-A  
ESCALA: 2:1



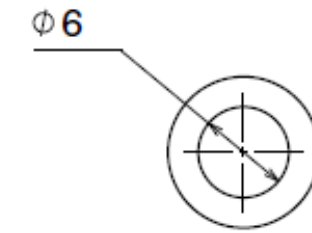
PLANTA

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>016</b>
Designació del plànol: SISTEMA DE REGULACIÓ D'ALTURA 025		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019

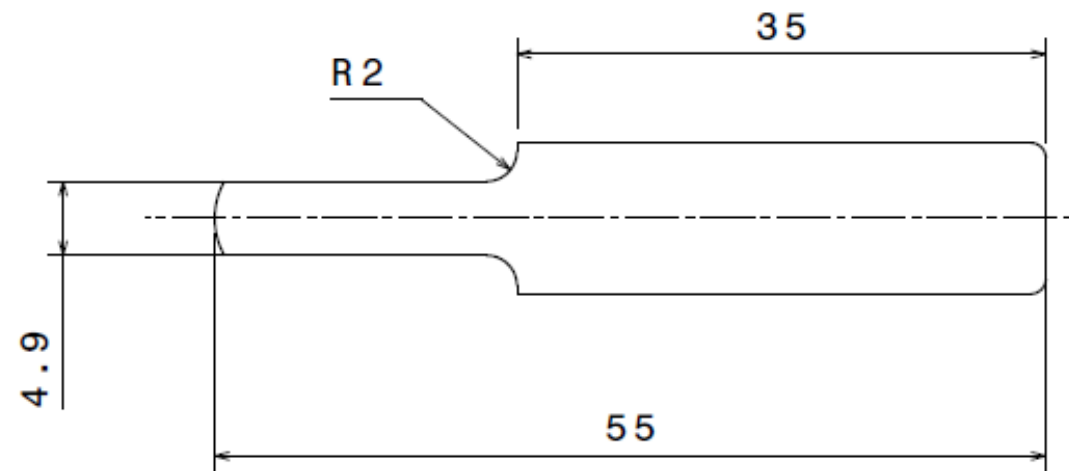






ALÇAT

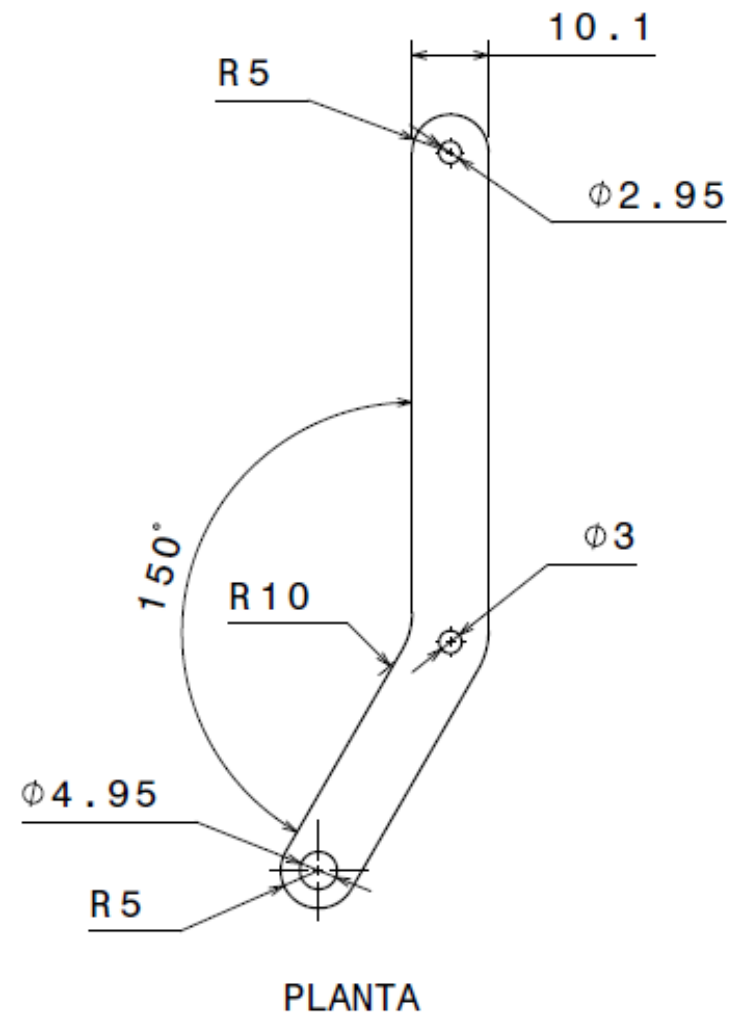
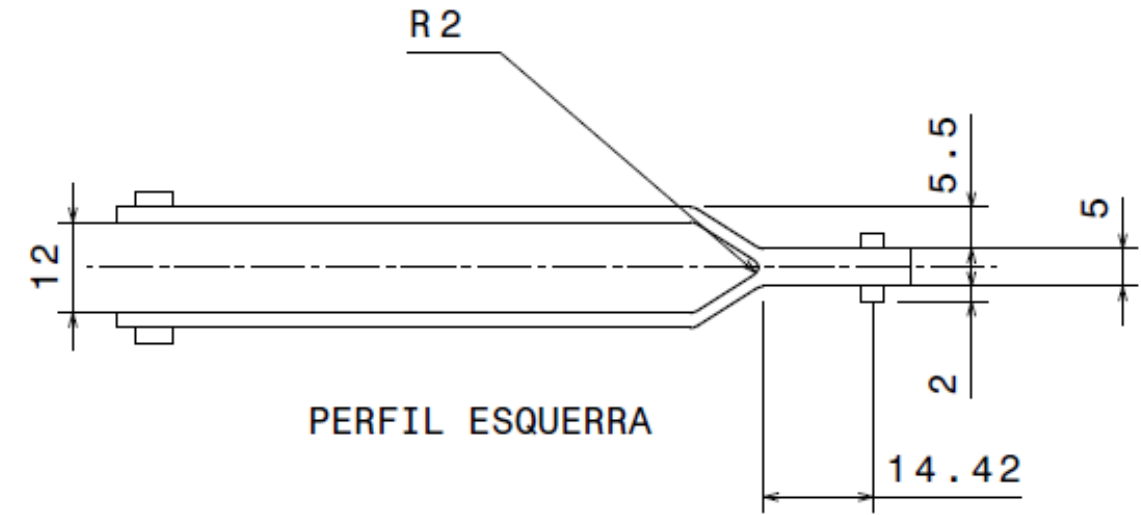
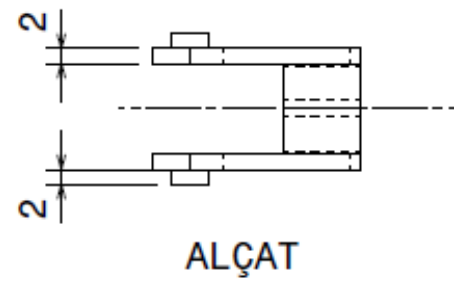




PERFIL ESQUERRA



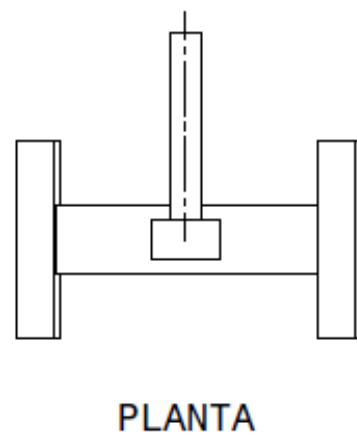
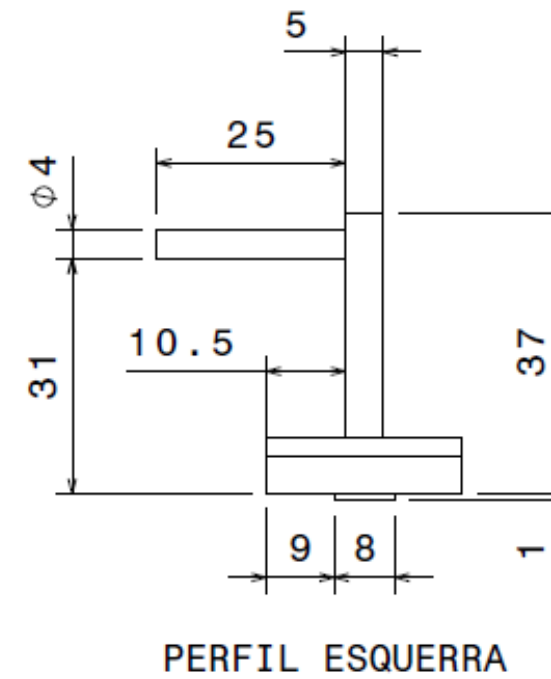
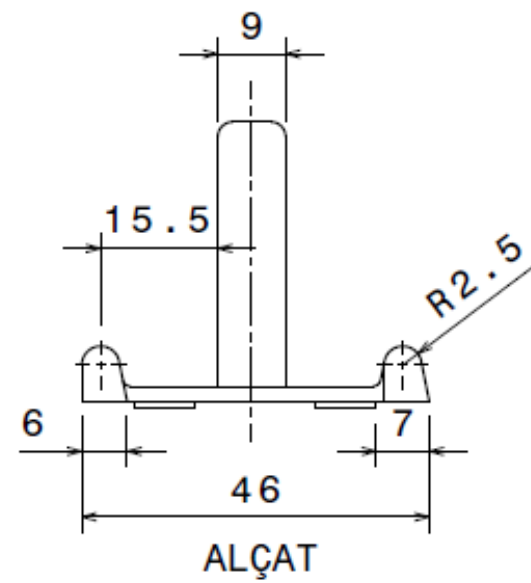
PLANTA



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>A</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>017</b>
Designació del plànol: PISTÓ REGULADOR D'ALTURA 026		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>2:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019

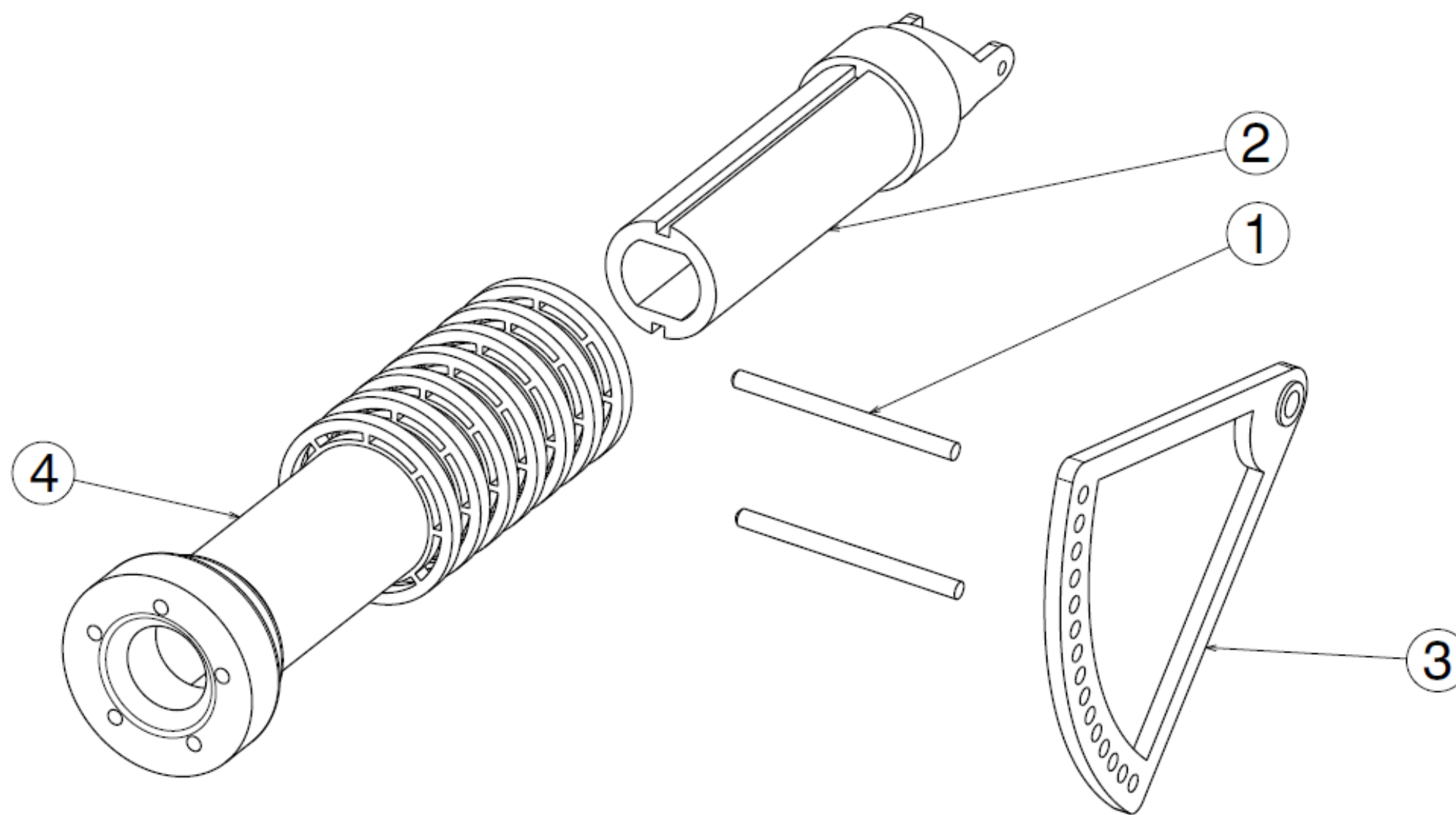


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>018</b>
Designació del plànol: BIELES REGULADORES D'ALTURA 027			
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	





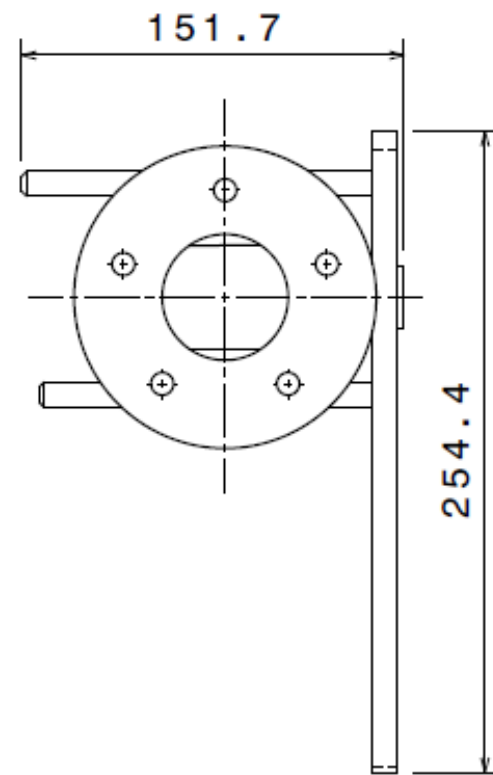


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>A</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>019</b>
Designació del plànol: FIXADOR DE DESPLAÇAMENT 028			
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:1</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	

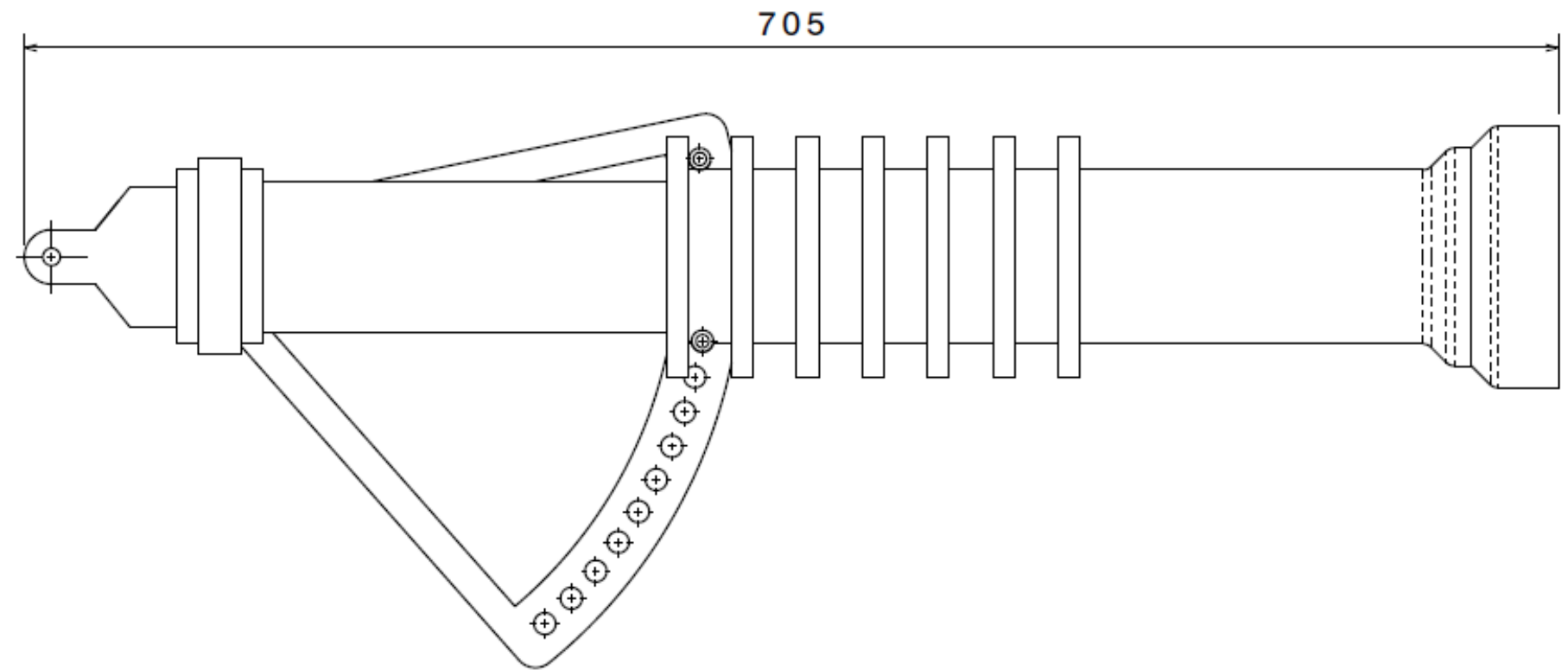


BOM: Conjunt global del volant		
Referència	Nom de la peça	Quantitat
1	Bloquejador de profunditat	2
2	Columna telescòpica	1
3	Regulador angular	1
4	Regulador de profunditat	1



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>B</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>001</b>
Designació del plànol: EXPLOSIONAT DEL MECANISME DE REGULACIÓ DEL VOLANT		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala:
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019

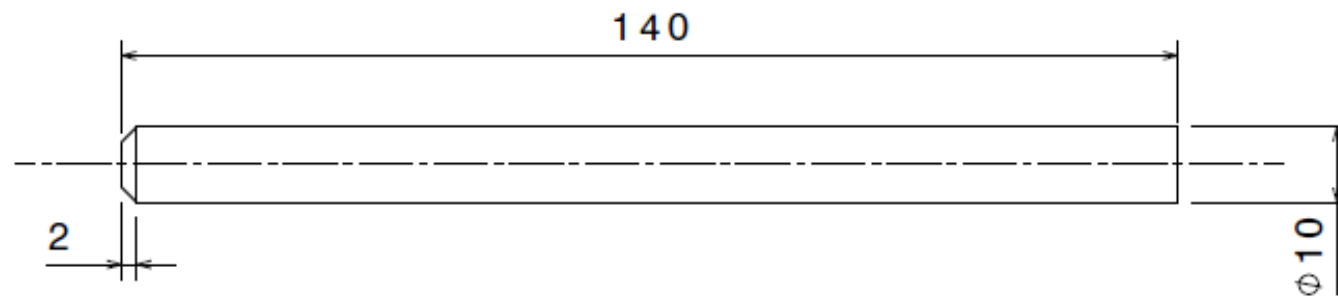


ALÇAT

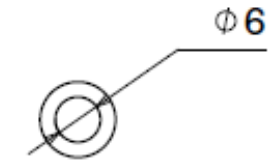


PERFIL ESQUERRA

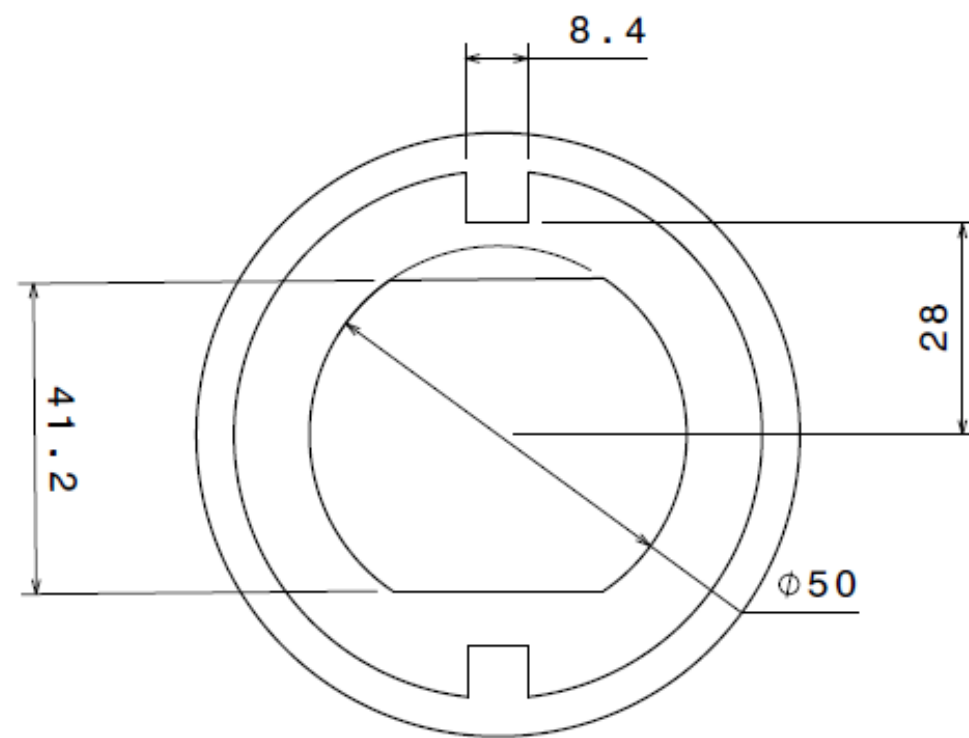
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>B</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>002</b>
Designació del plànol: CONJUNT DEL MECANISME DE REGULACIÓ DEL VOLANT			
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:3</b>	
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



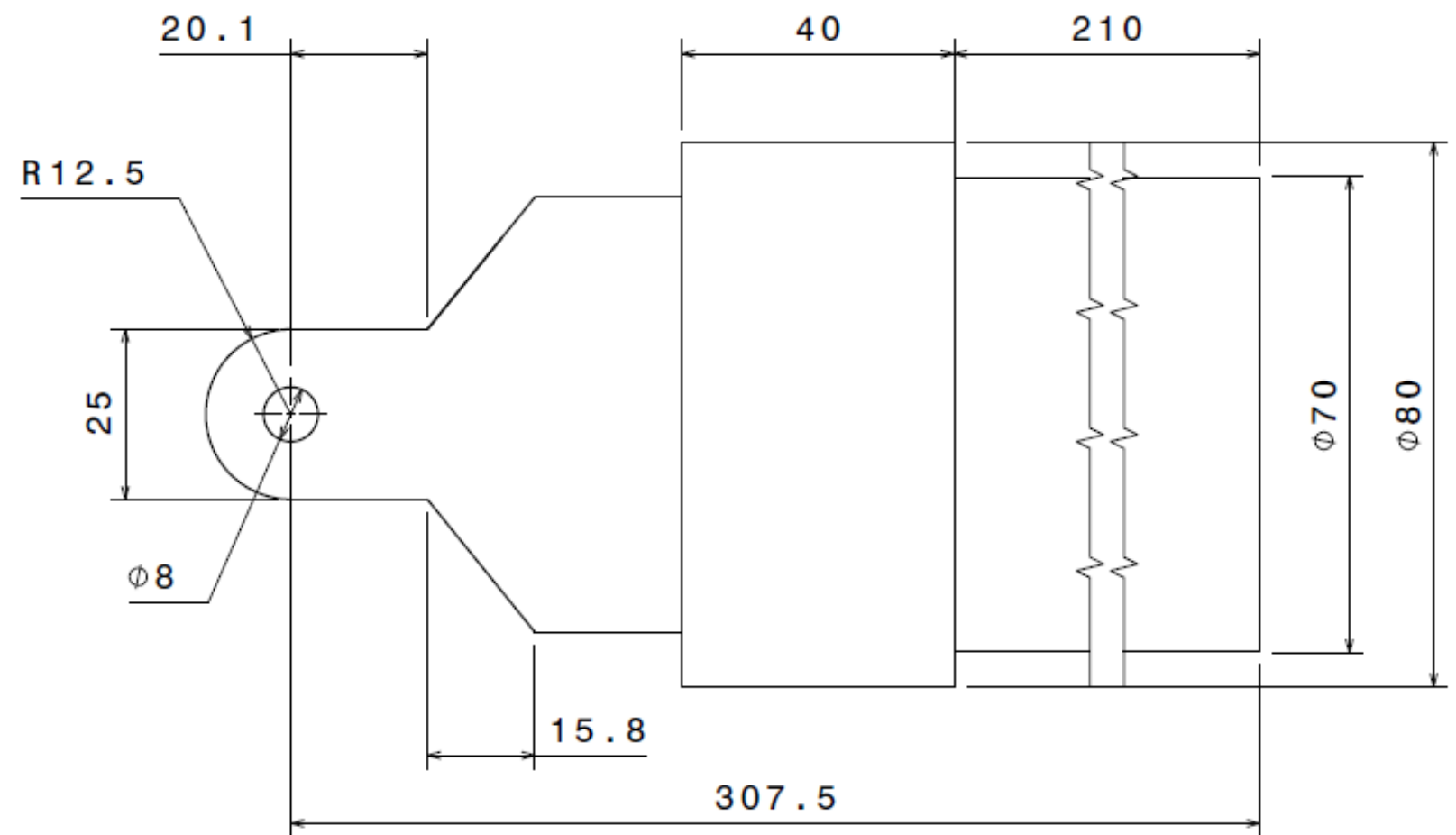
ALÇAT





PERFIL ESQUERRA

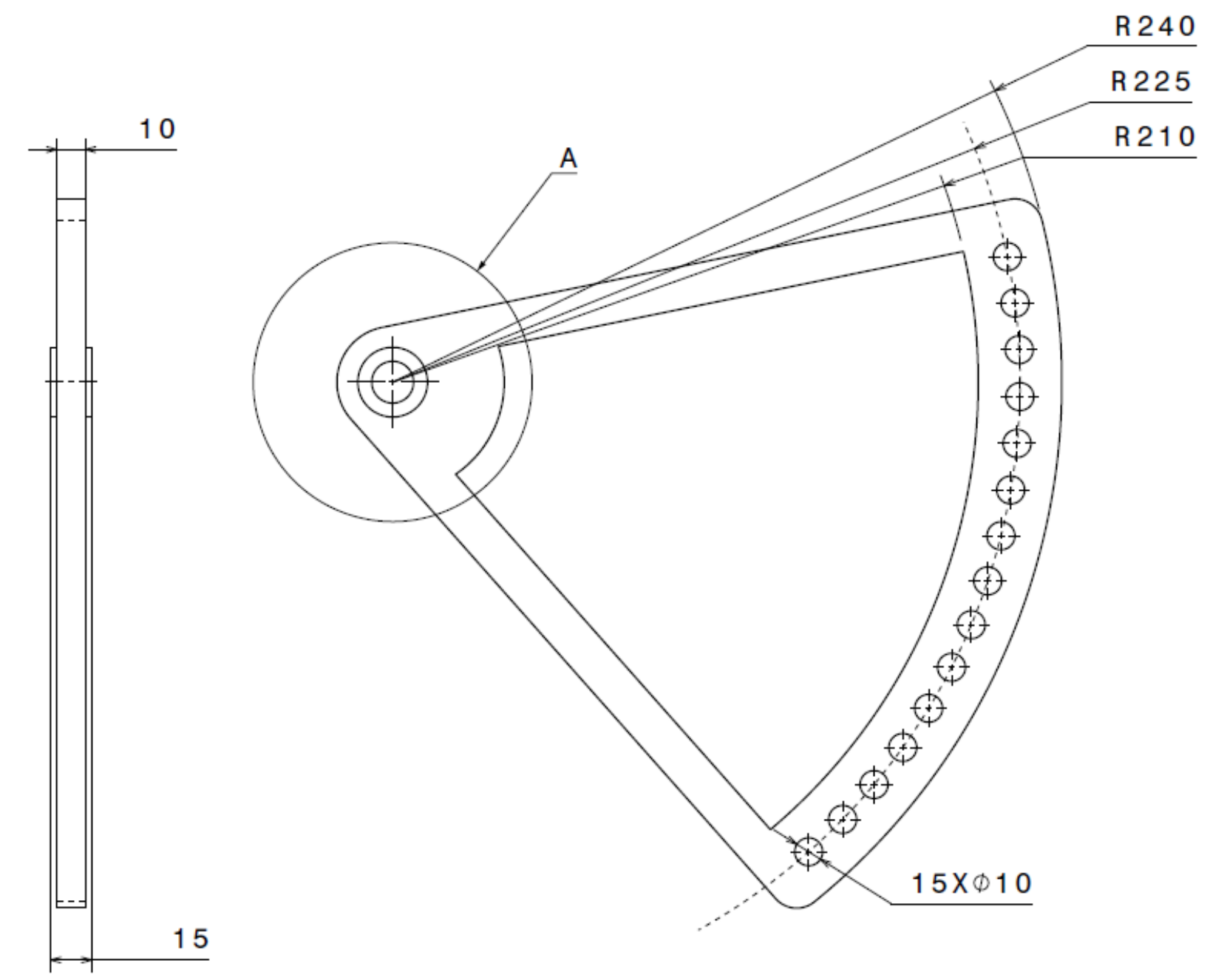


ALÇAT



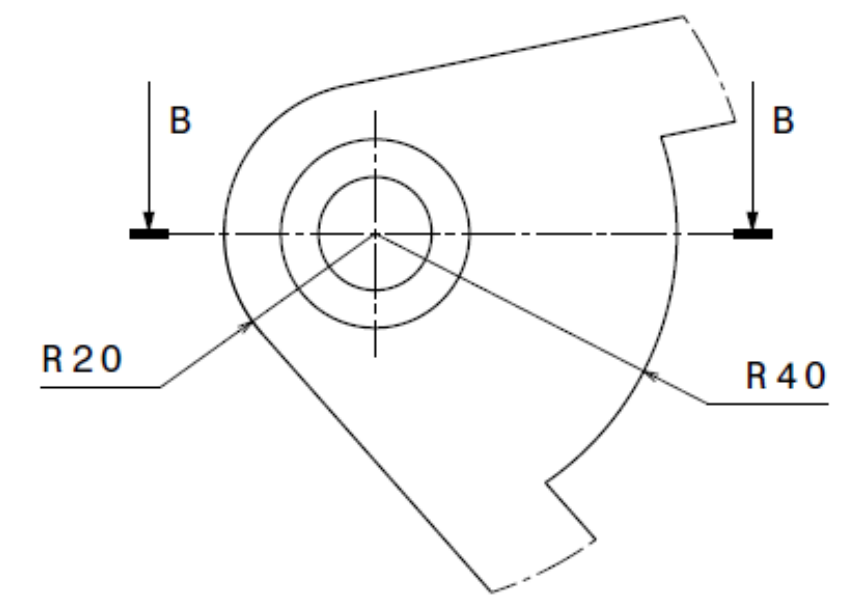
PERFIL ESQUERRA

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>B</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>003</b>
Designació del plànol: BLOQUEJADOR DE PROFUNDITAT 001 / COLUMNA TELESCÒPICA 002		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019

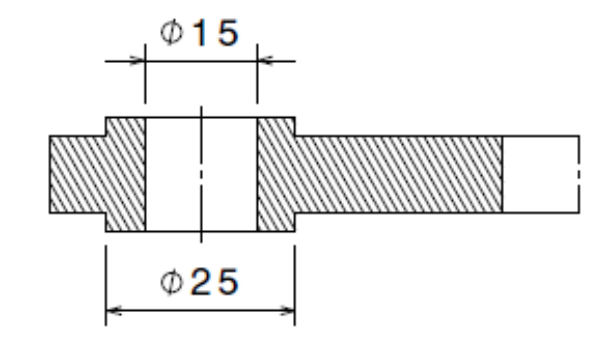


ALÇAT



PERFIL ESQUERRA

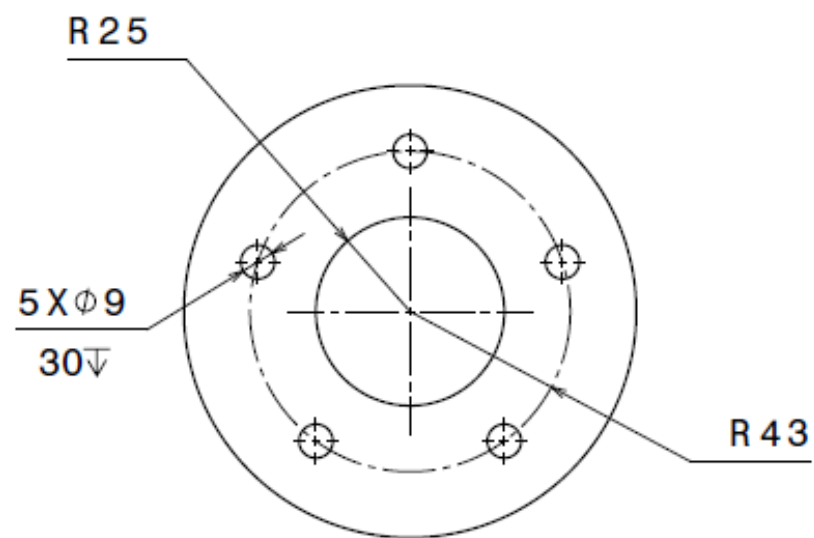


DETALL A-A  
ESCALA: 1:1

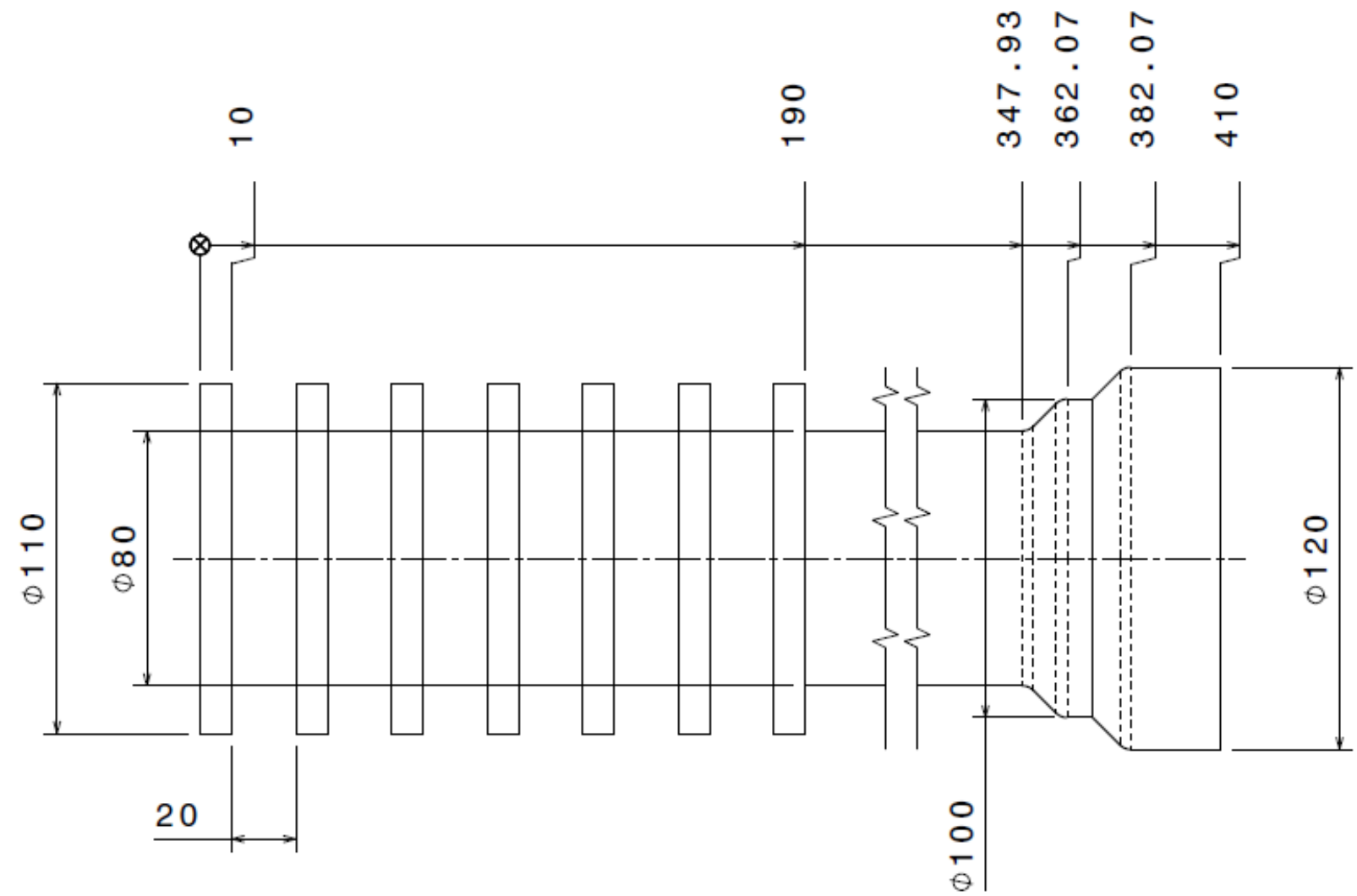


SECCIÓ B-B  
ESCALA 1:1



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>B</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>004</b>
Designació del plànol: REGULADOR ANGULAR 003			
 Dibuijat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:2</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



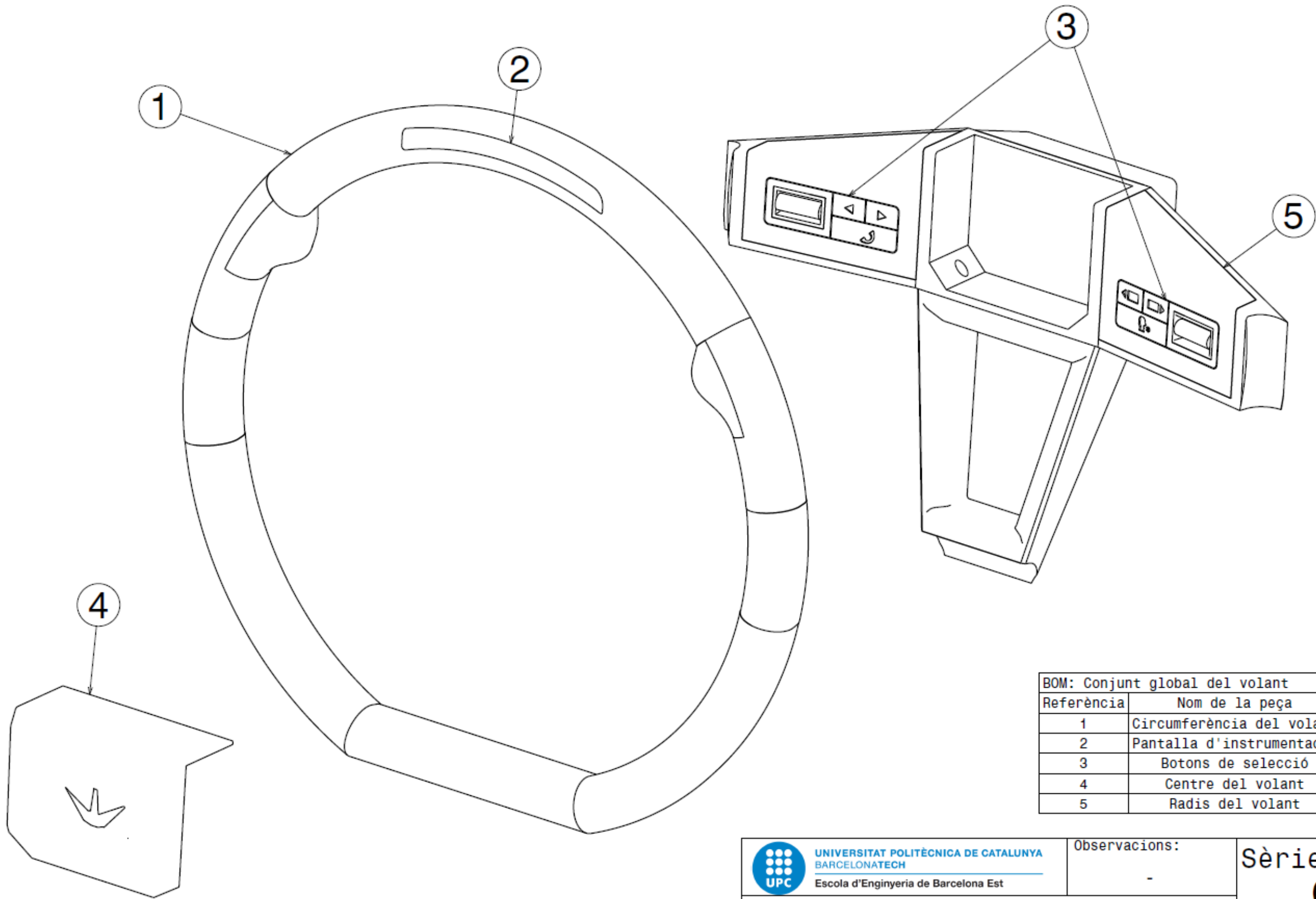
ALÇAT





PERFIL ESQUERRA

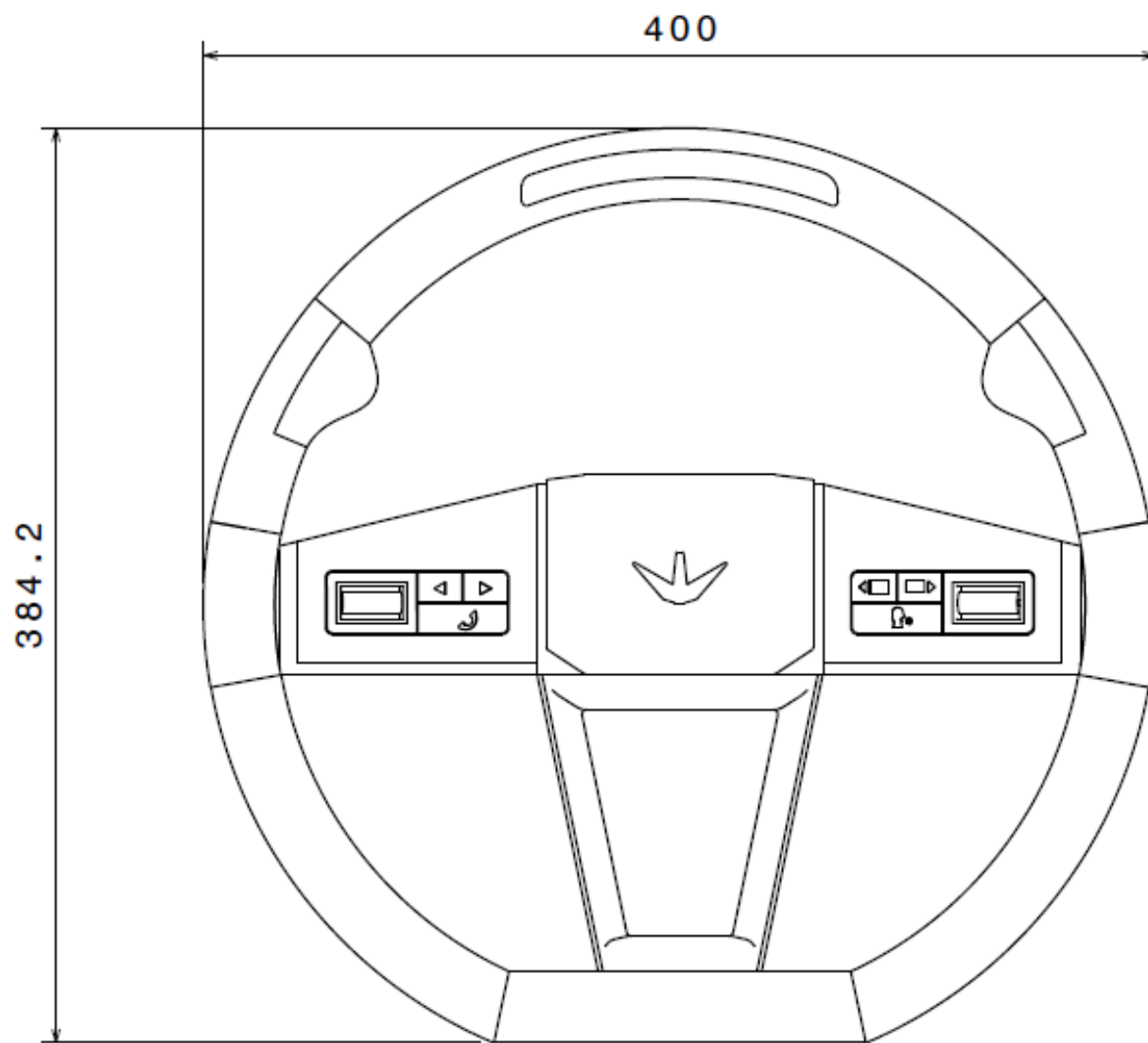
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>B</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>005</b>
Designació del plànol: REGULADOR DE PROFUNDITAT 004			
 Dibuijat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:2</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	



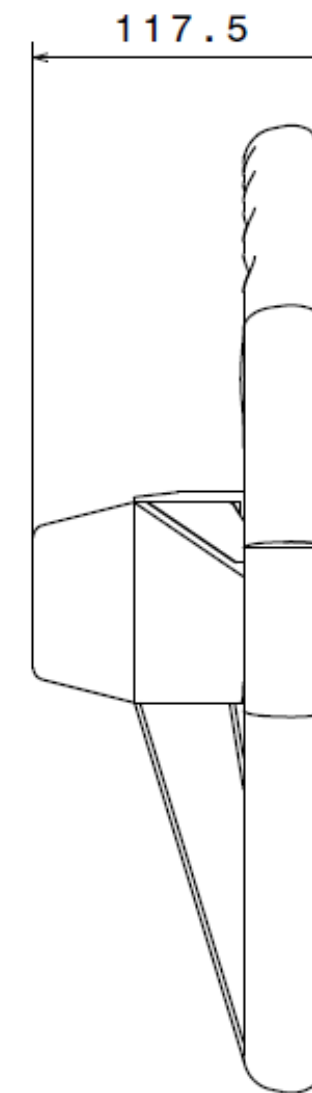


BOM: Conjunt global del volant		
Referència	Nom de la peça	Quantitat
1	Circumferència del volant	1
2	Pantalla d'instrumentació	1
3	Botons de selecció	1+1
4	Centre del volant	1
5	Radis del volant	1



 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>C</b>
	-	
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b>		Escala:
Designació del plànol: <b>EXPLOSIONAT DEL VOLANT</b>		
 Dibuyat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b> Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>		
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>



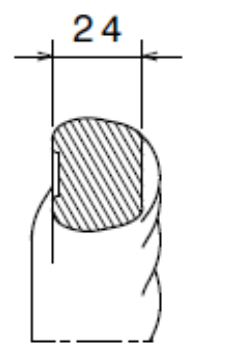
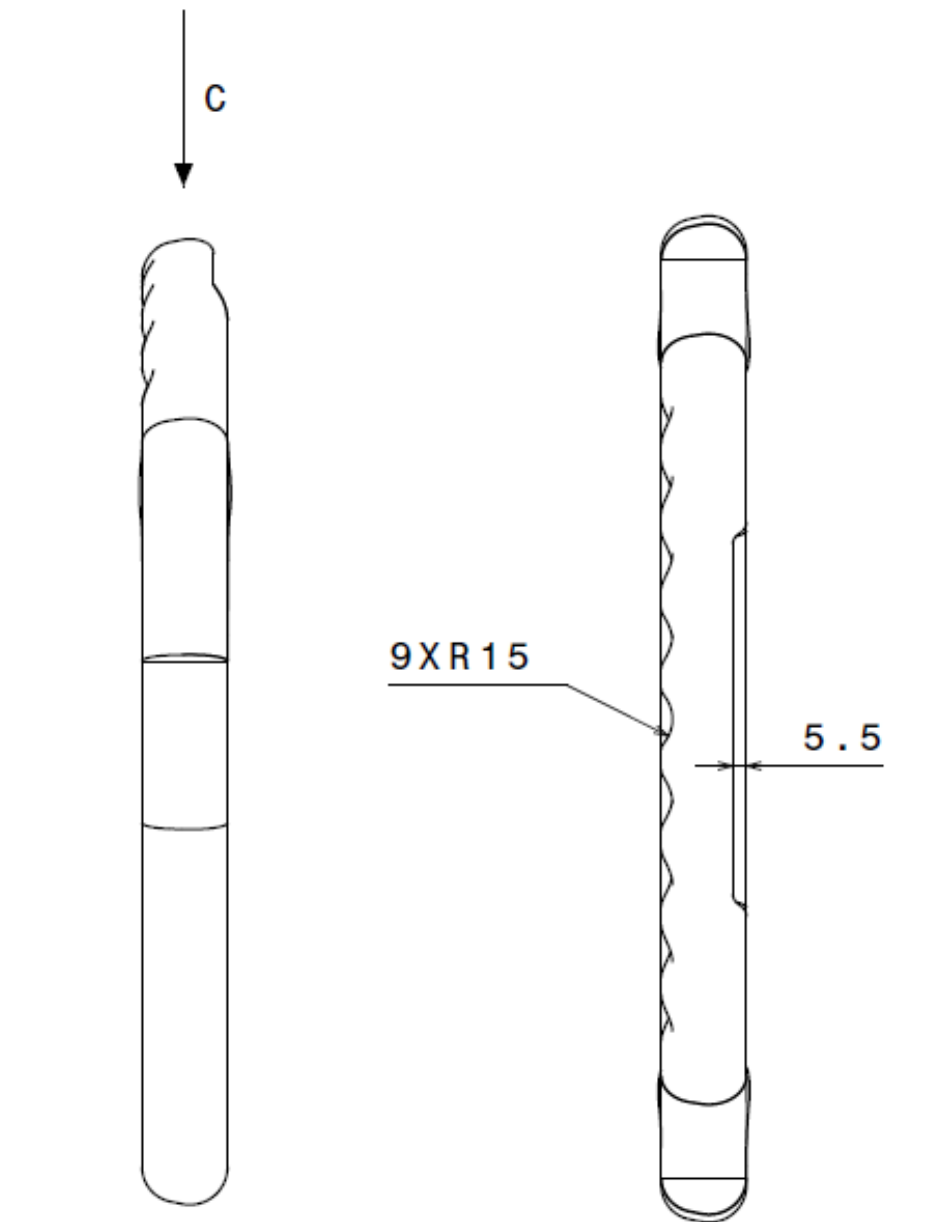
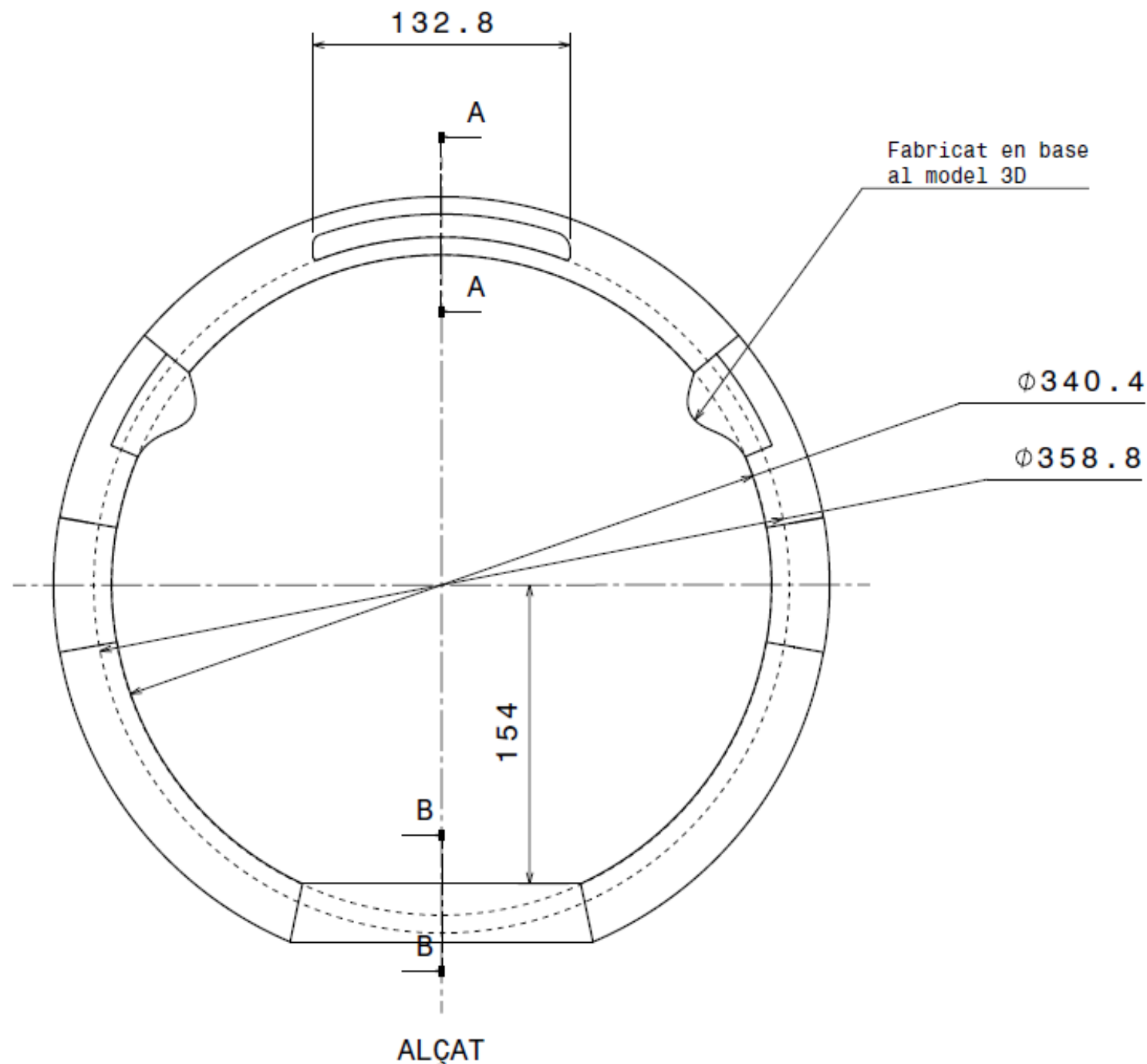
ALÇAT



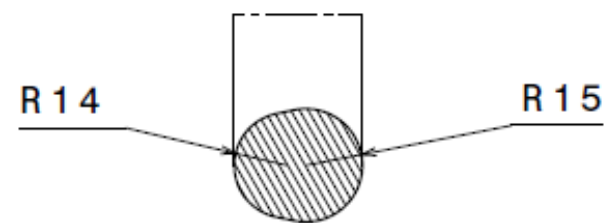
PERFIL ESQUERRA

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>C</b>
	-	
Títol del TFG: <b>ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE</b>		Nº plànol: <b>002</b>
Designació del plànol: <b>CONJUNT DEL VOLANT</b>		
	Dibuixat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>	Escala: <b>1:3</b>
	Comprovat per: <b>GERARD MINGOT ECHEANDIA</b>	
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>





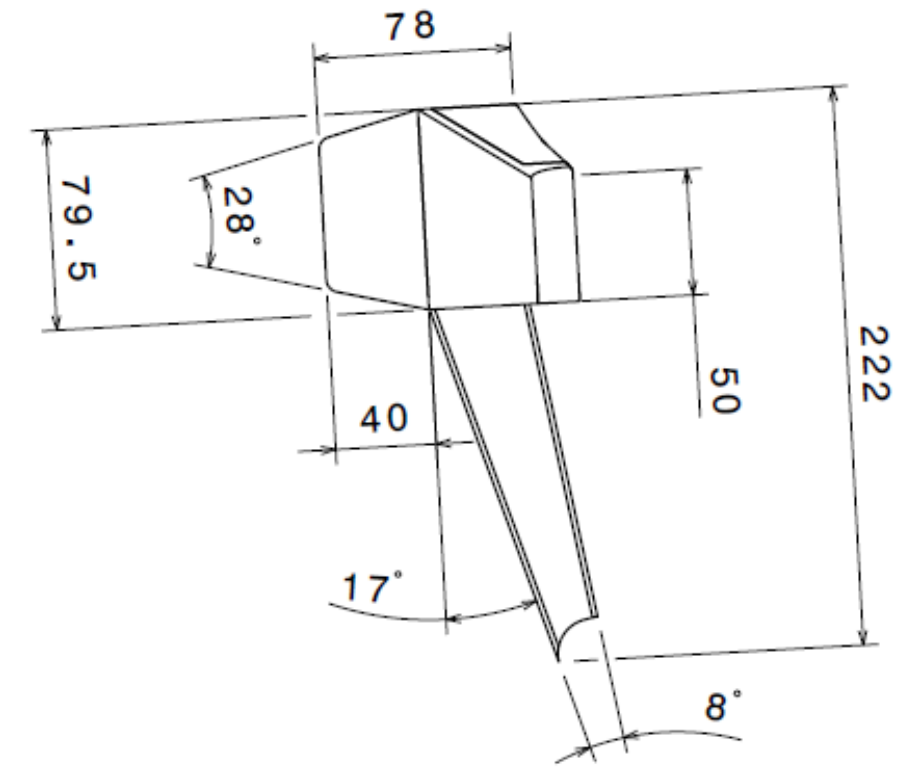
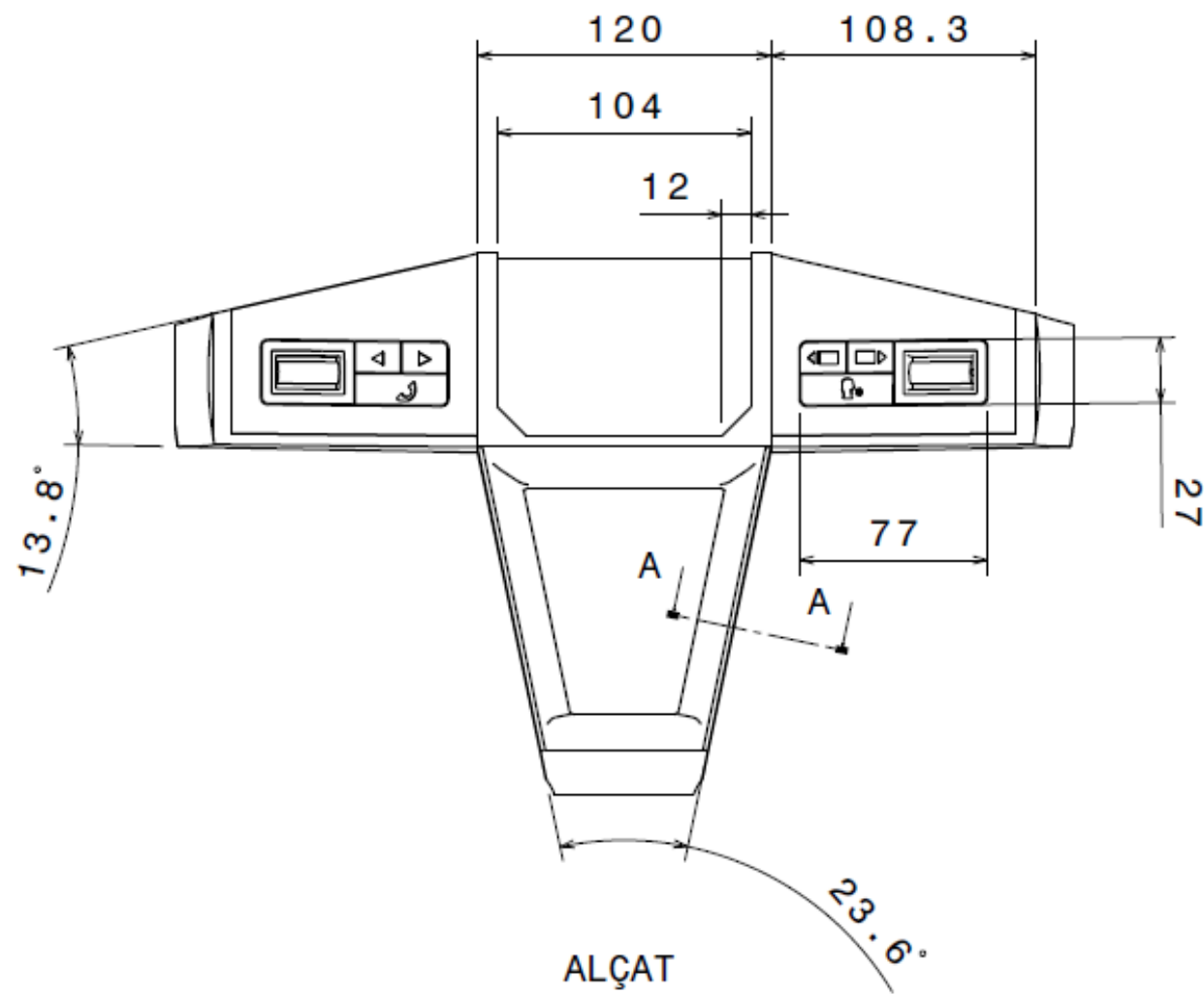


SECCIÓ A-A  
ESCALA: 1:2

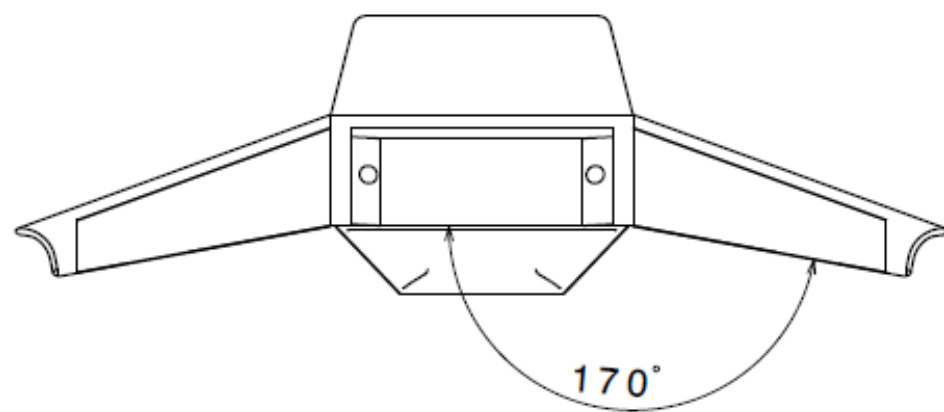


SECCIÓ B-B  
ESCALA: 1:2

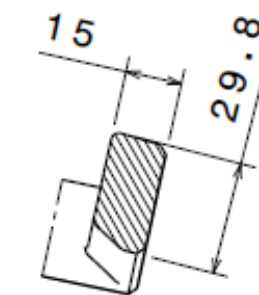
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>C</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE Designació del plànol: CIRCUMFERÈNCIA DEL VOLANT 001		Nº plànol: <b>003</b>
 Dibuijat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:3</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019





PERFIL ESQUERRA

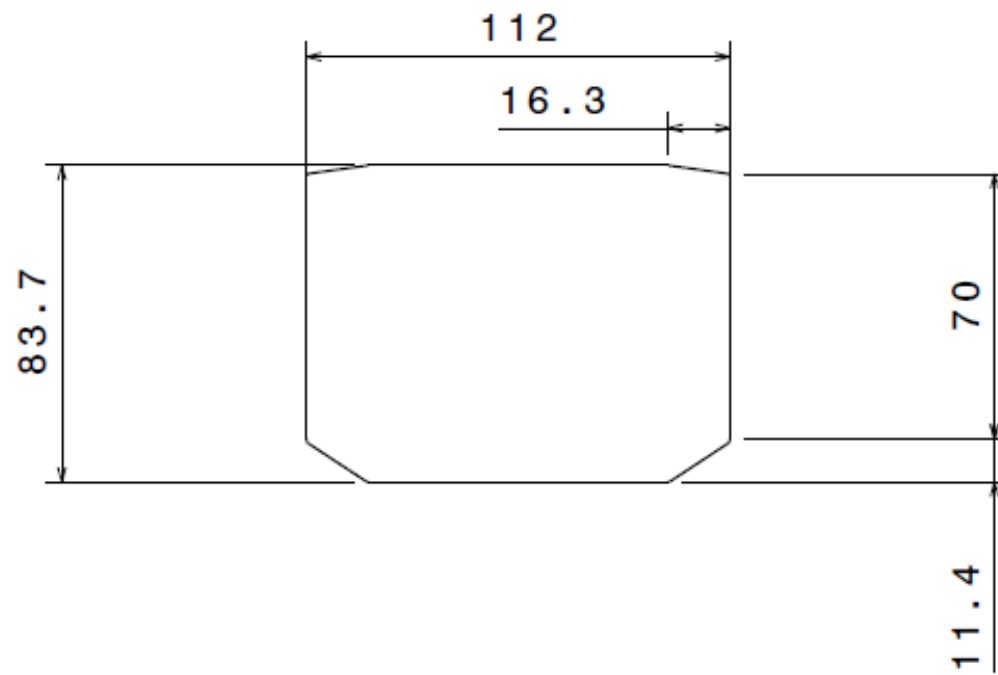


PLANTA

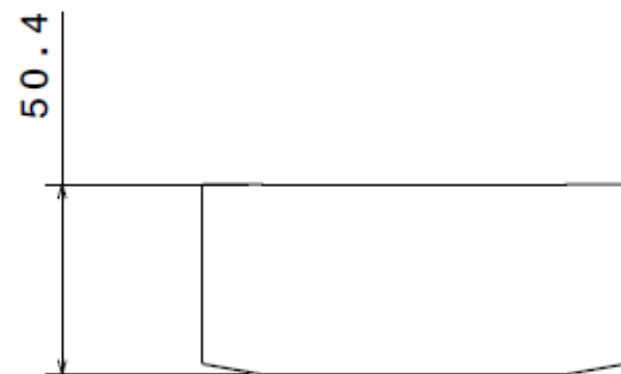


SECCIÓ A-A  
ESCALA: 1:2

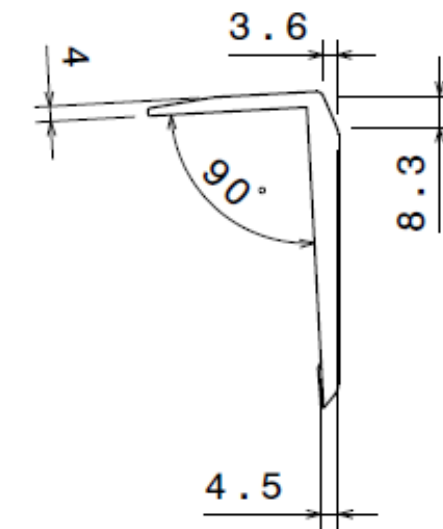
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>C</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>004</b>
Designació del plànol: RADIS DEL VOLANT 004		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:3</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019





ALÇAT

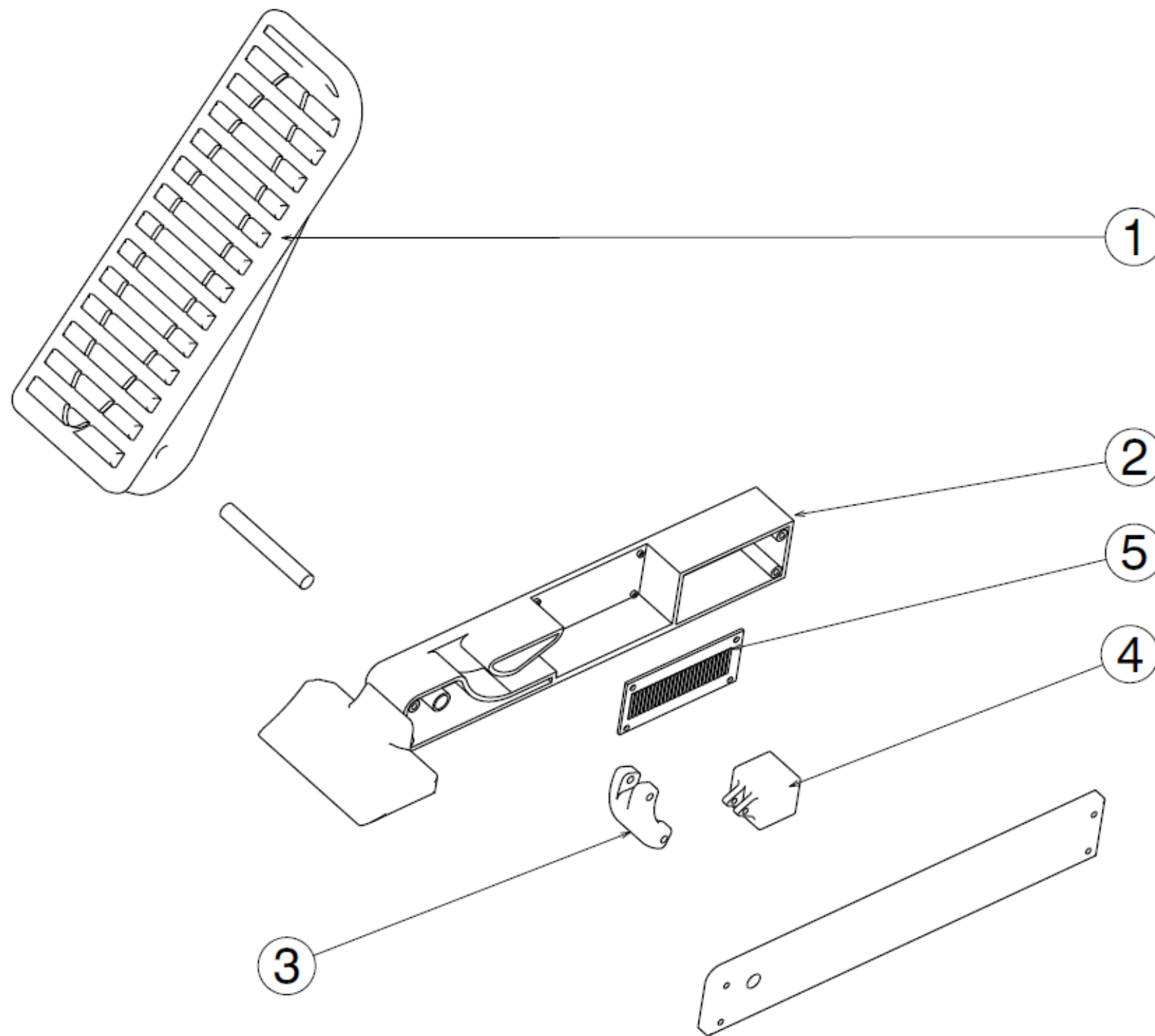


PLANTA





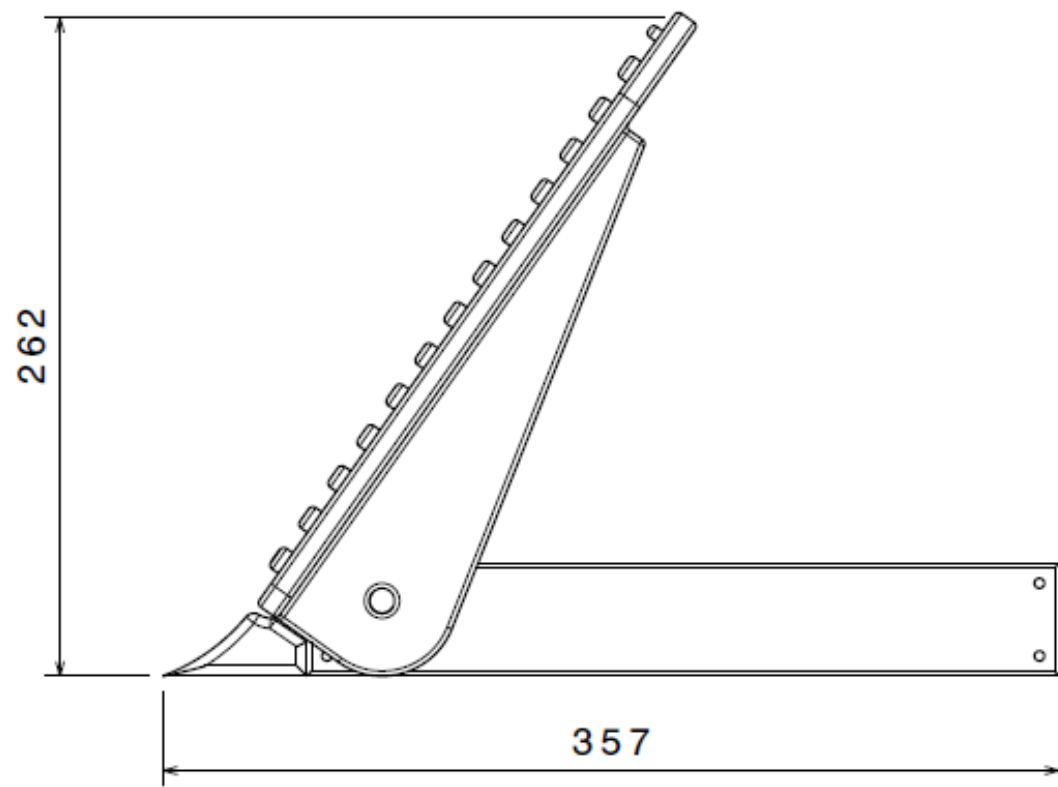
PERFIL ESQUERRA

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>C</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>005</b>
Designació del plànol: CENTRE DEL VOLANT 005		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:3</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019

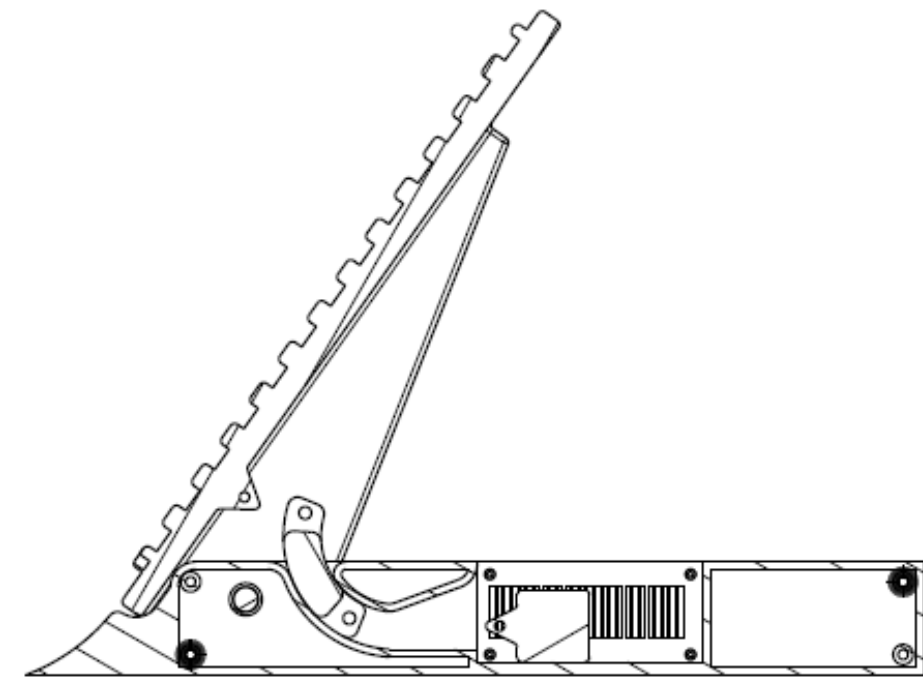


BOM: Conjunt global de l'accelerador		
Referència	Nom de la peça	Quantitat
1	Palanca d'accionament de l'accelerador	1
2	Suport del pedal	1
3	Mecanisme de transmissió	1
4	Dau de contacte	1
5	PCB electrònica	1

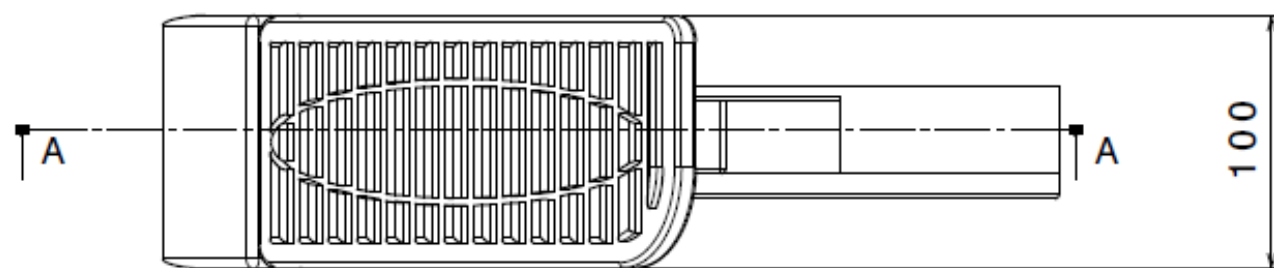
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>D</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>001</b>
Designació del plànol: <b>EXPLOSIONAT DEL PEDAL ACCELERADOR</b>		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala:
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: <b>A3</b>	Data d'edició: <b>30/03/2019</b>	Data de comprovació: <b>01/04/2019</b>





ALÇAT

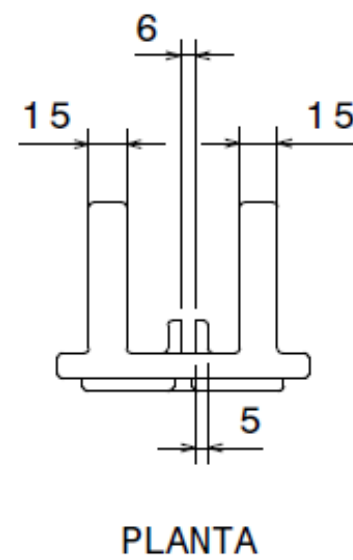
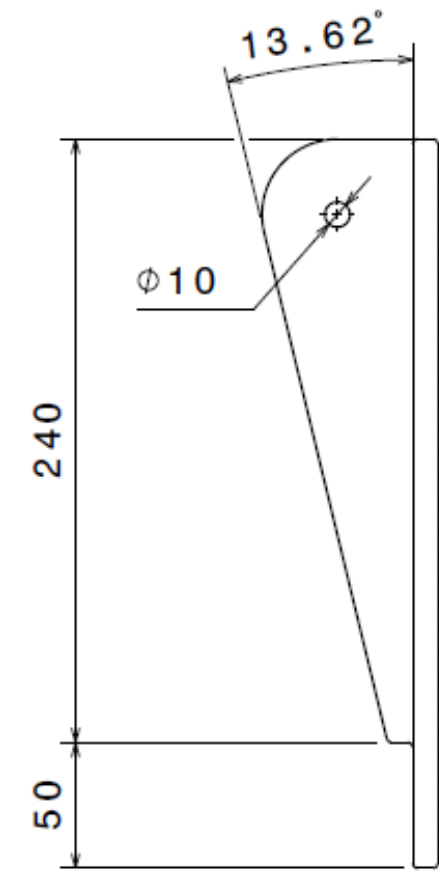
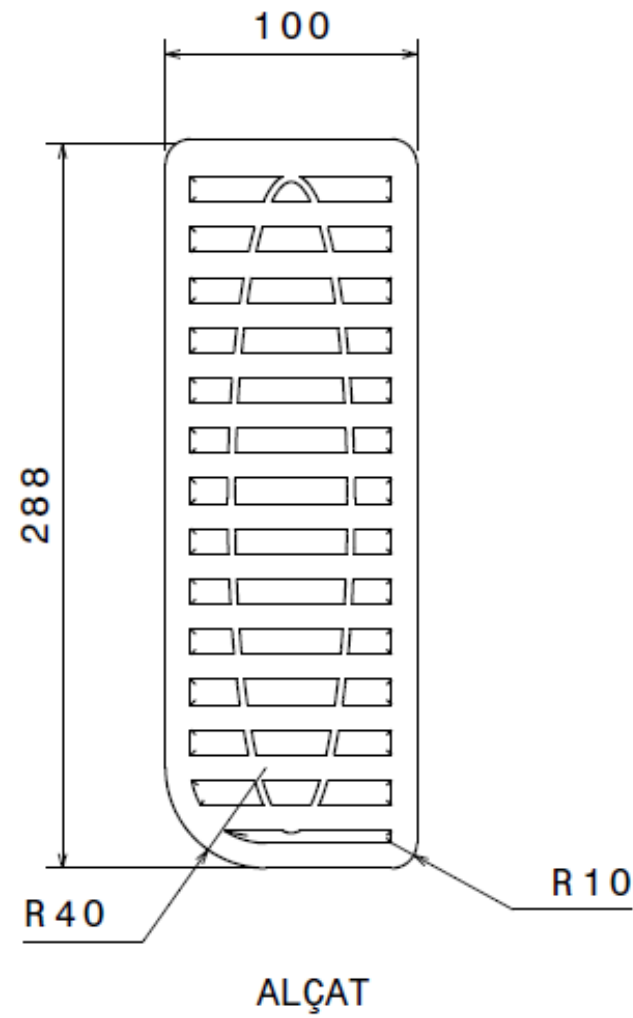


PERFIL ESQUERRA





PLANTA

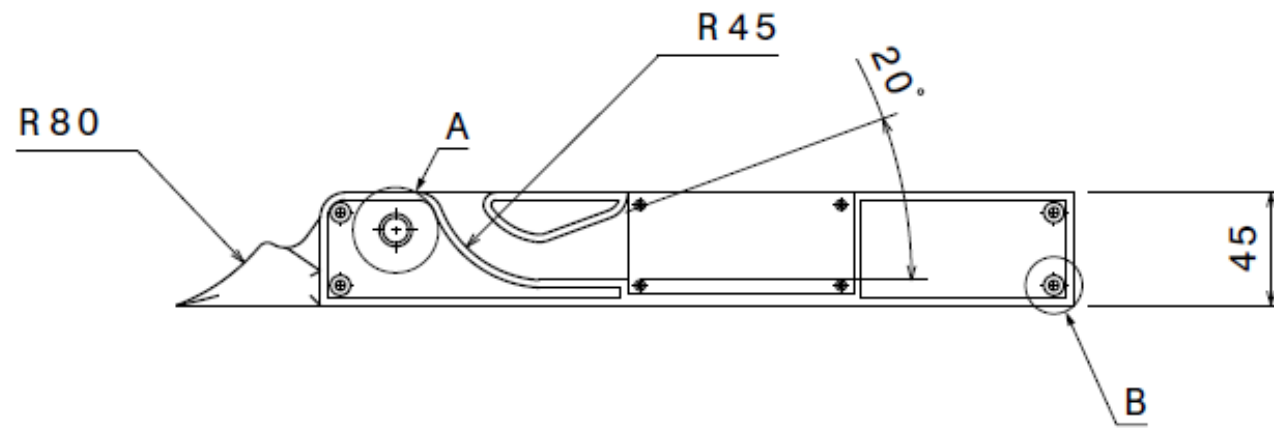
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>D</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>002</b>
Designació del plànol: CONJUNT DEL PEDAL ACCELERADOR		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:3</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019



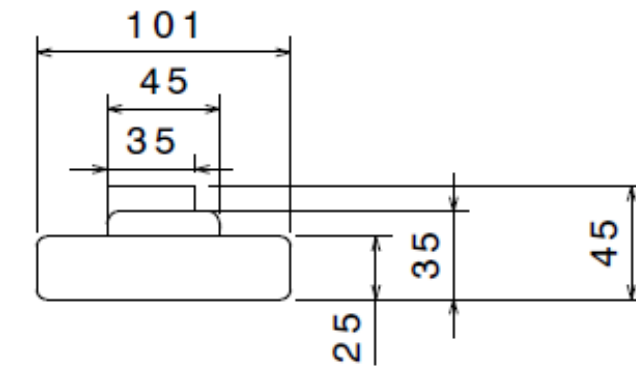
PERFIL ESQUERRA

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>D</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>003</b>
Designació del plànol: PLANCA D'ACCIONAMENT DE L'ACCELERADOR 001			
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:3</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	

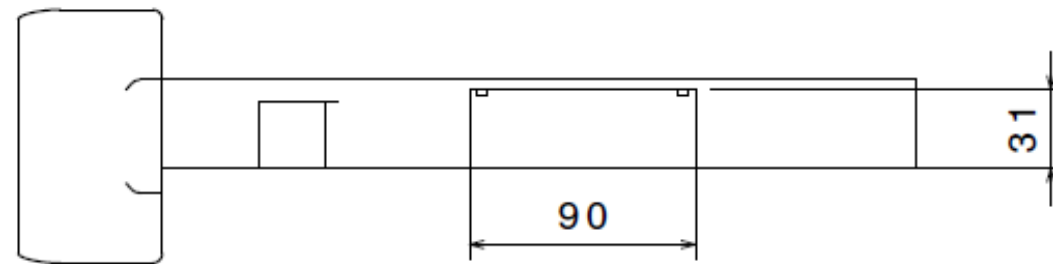




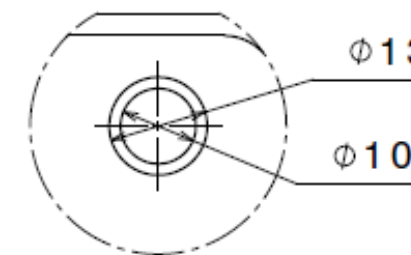
ALÇAT



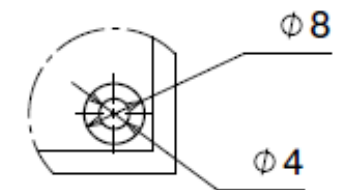
PERFIL ESQUERRA





PLANTA

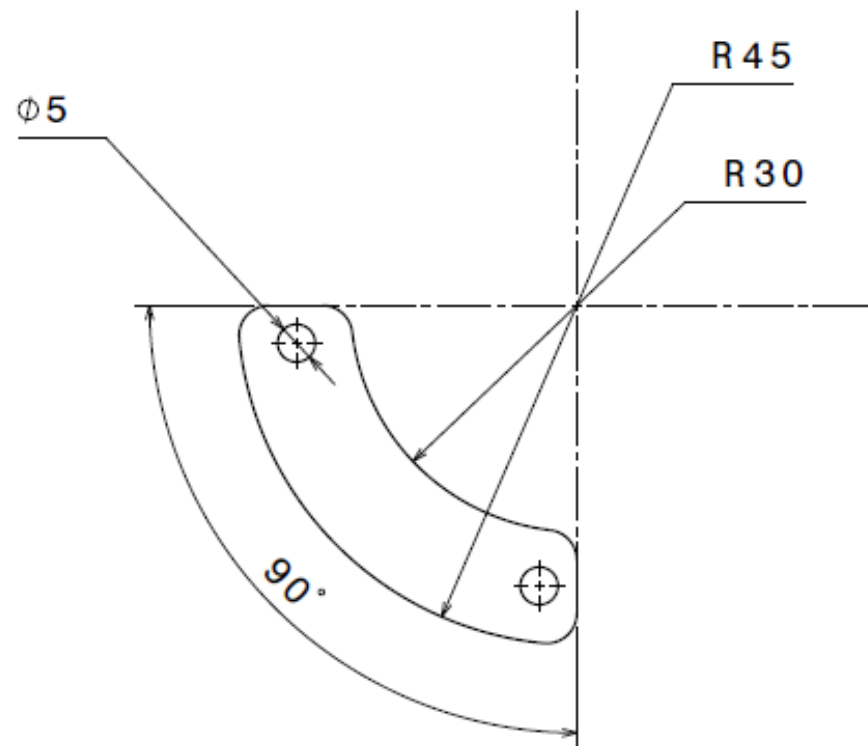


DETALL A-A  
ESCALA: 1:1

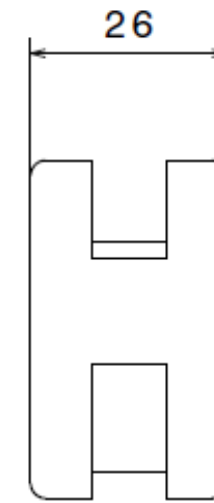


DETALL B-B  
ESCALA: 1:1

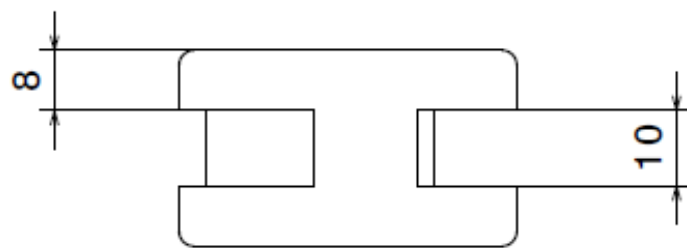
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>D</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>004</b>
Designació del plànol: SUPORT DEL PEDAL 002			
 Dibuyxat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:3</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	





ALÇAT



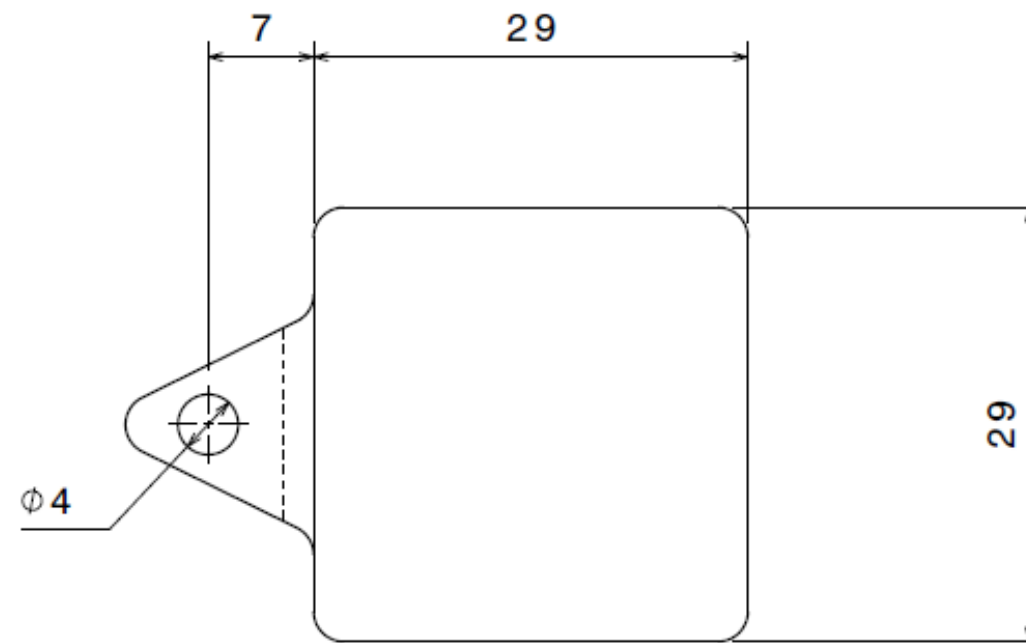
PERFIL ESQUERRA



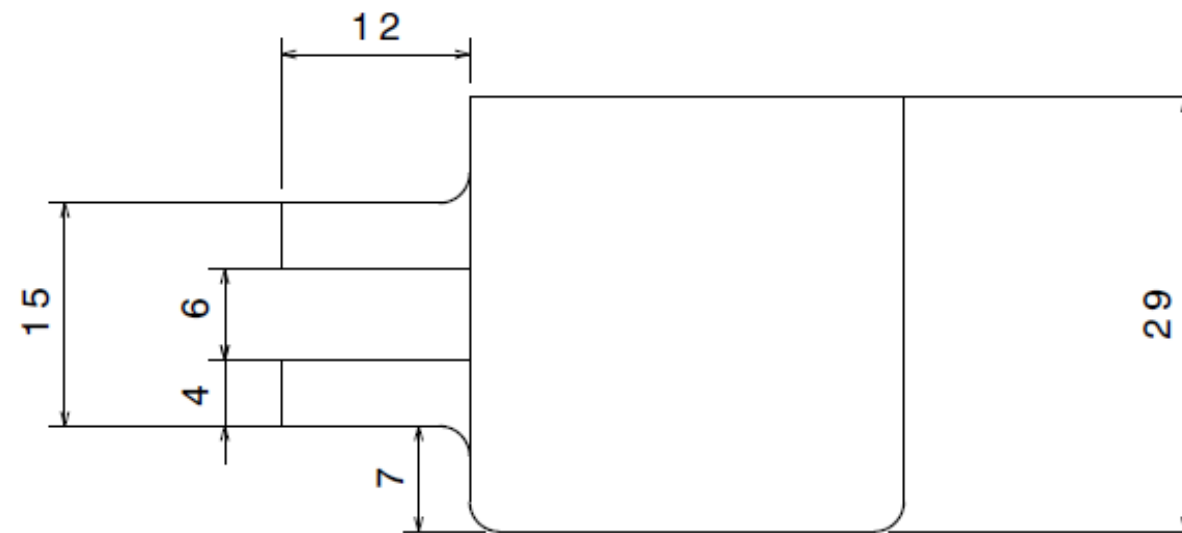
PLANTA

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>D</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>005</b>
Designació del plànol: MECANISME DE TRANSMISSIÓ 003		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019





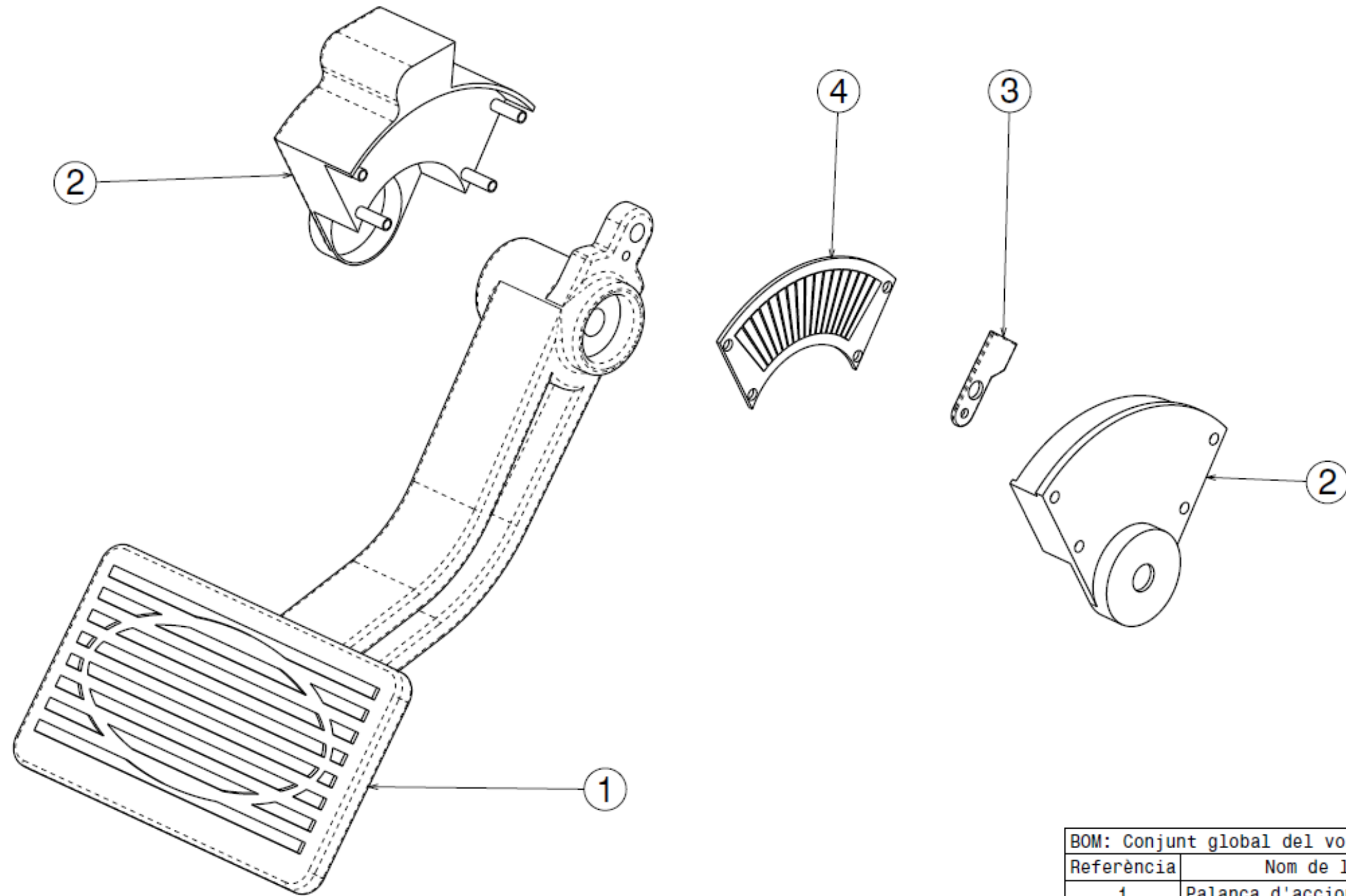


ALÇAT





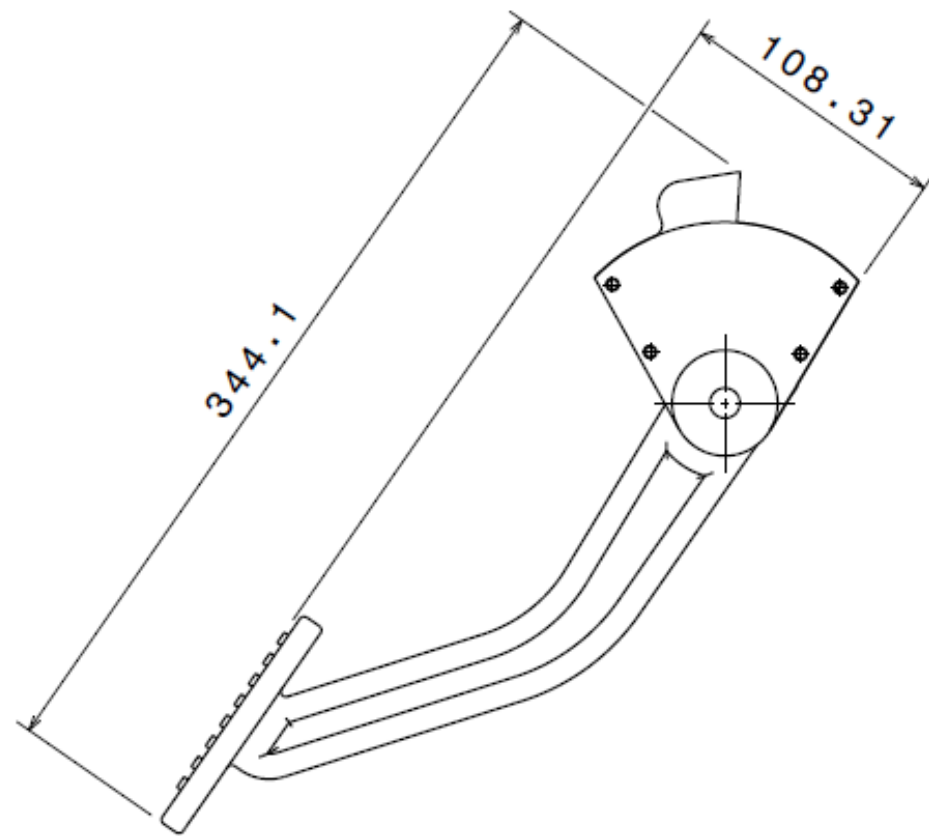
PLANTA

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>D</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>006</b>
Designació del plànol: DAU DE CONTACTE 004		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>2:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019

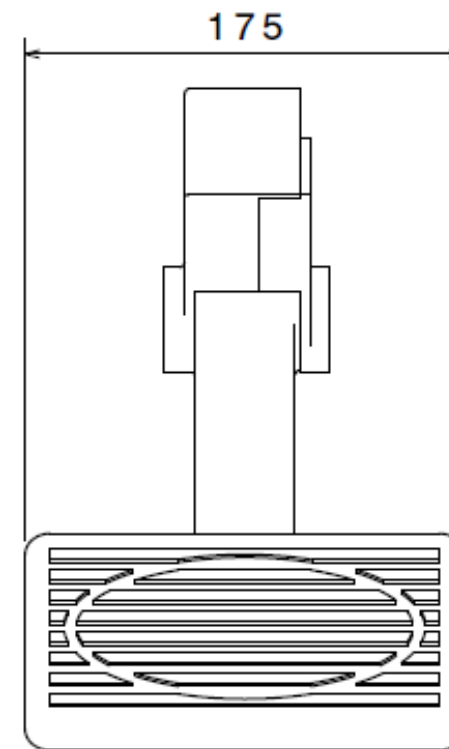


BOM: Conjunt global del volant		
Referència	Nom de la peça	Quantitat
1	Palanca d'accionament del fre	1
2	Suport del pedal	1
3	Mecanisme de transmissió	1
4	PCB electrònica	1

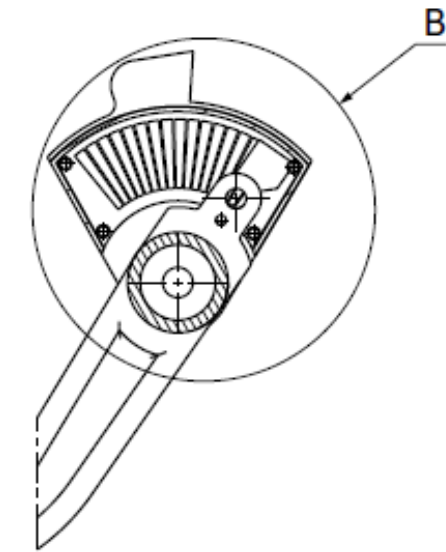
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>E</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>001</b>
Designació del plànol: EXPLOSIONAT DEL PEDAL DE FRE		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala:
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019



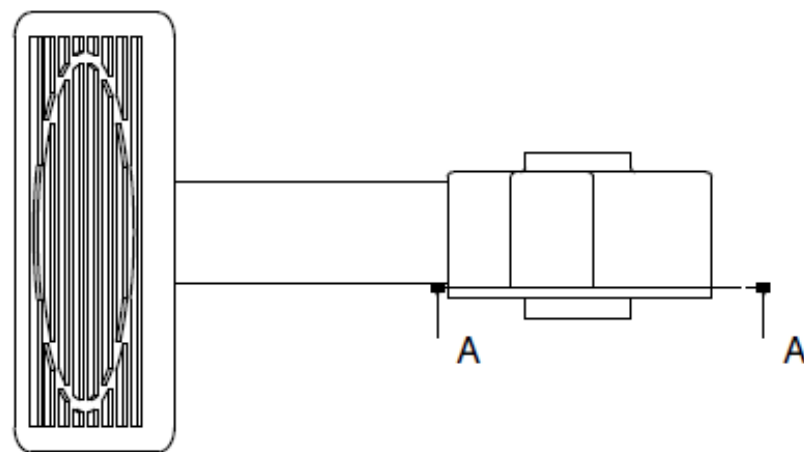
ALÇAT



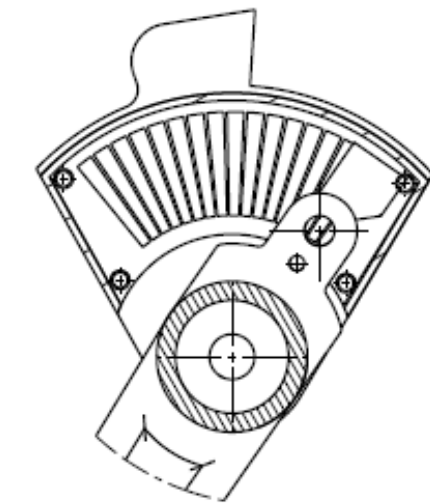
PERFIL ESQUERRA





SECCIÓ A-A

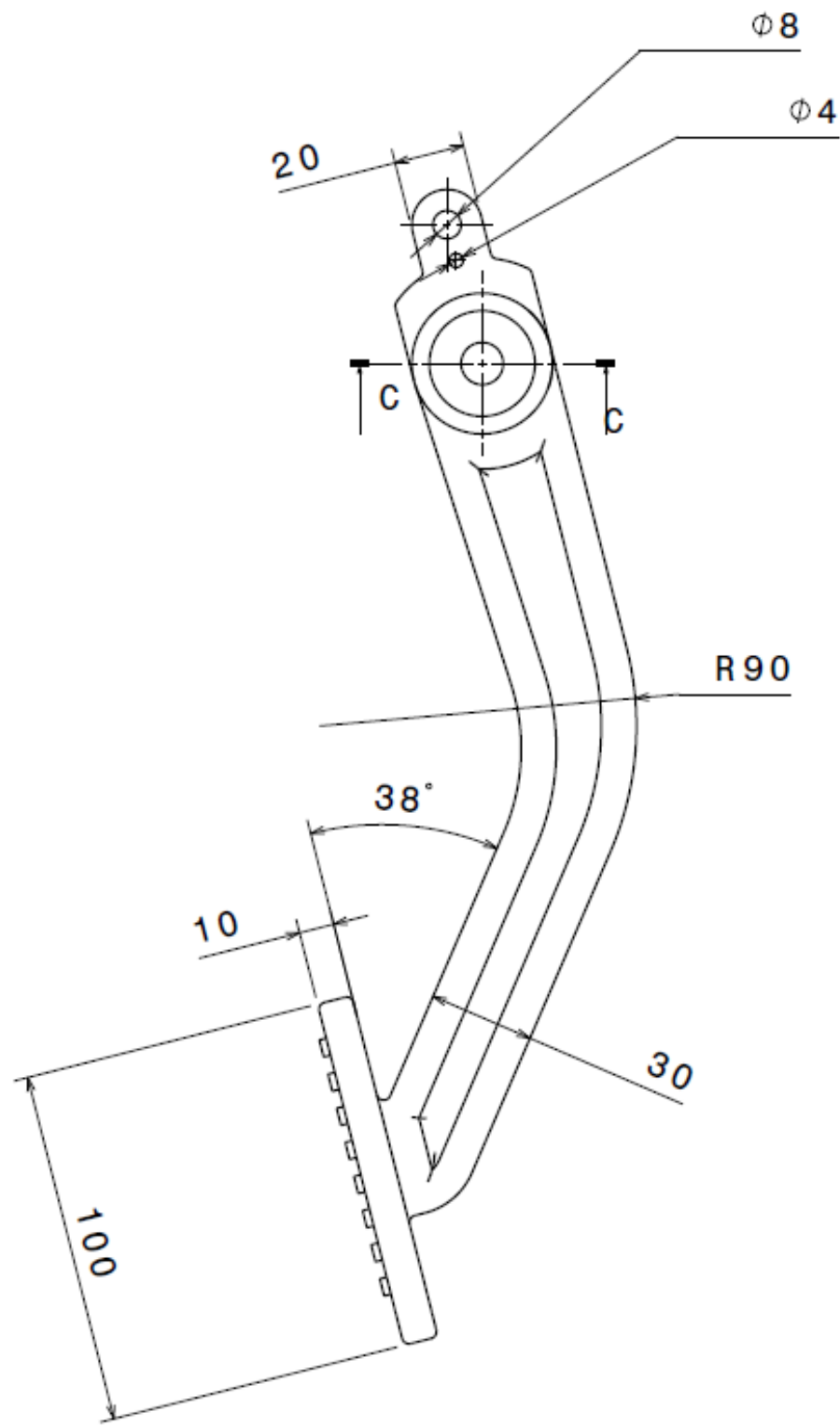


PLANTA

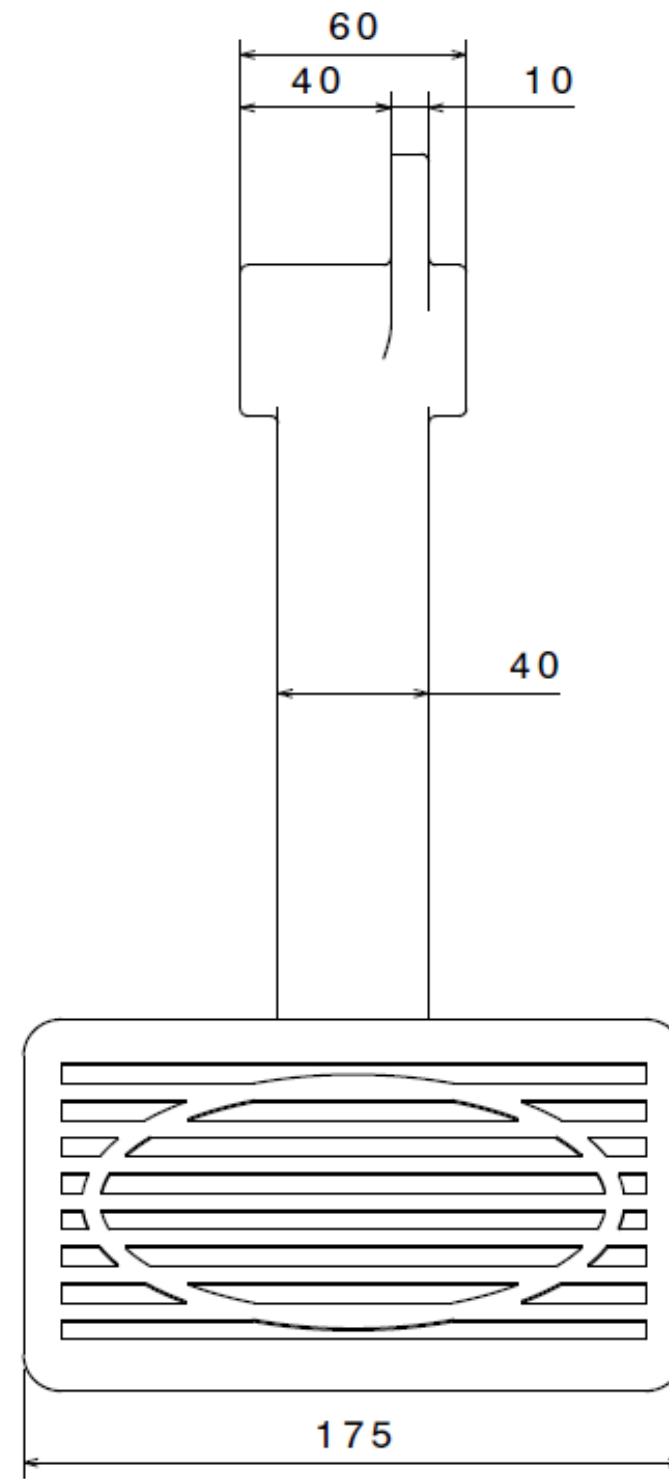


DETALL B-B  
ESCALA: 1:2

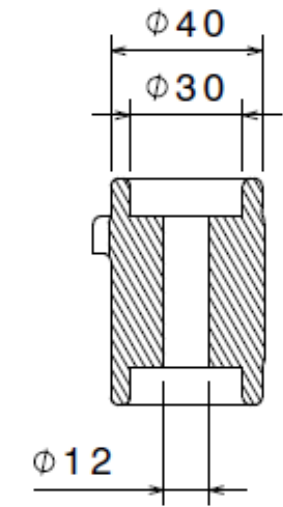
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>E</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>002</b>
Designació del plànol: CONJUNT DEL PEDAL DE FRE		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>1:3</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019





ALÇAT

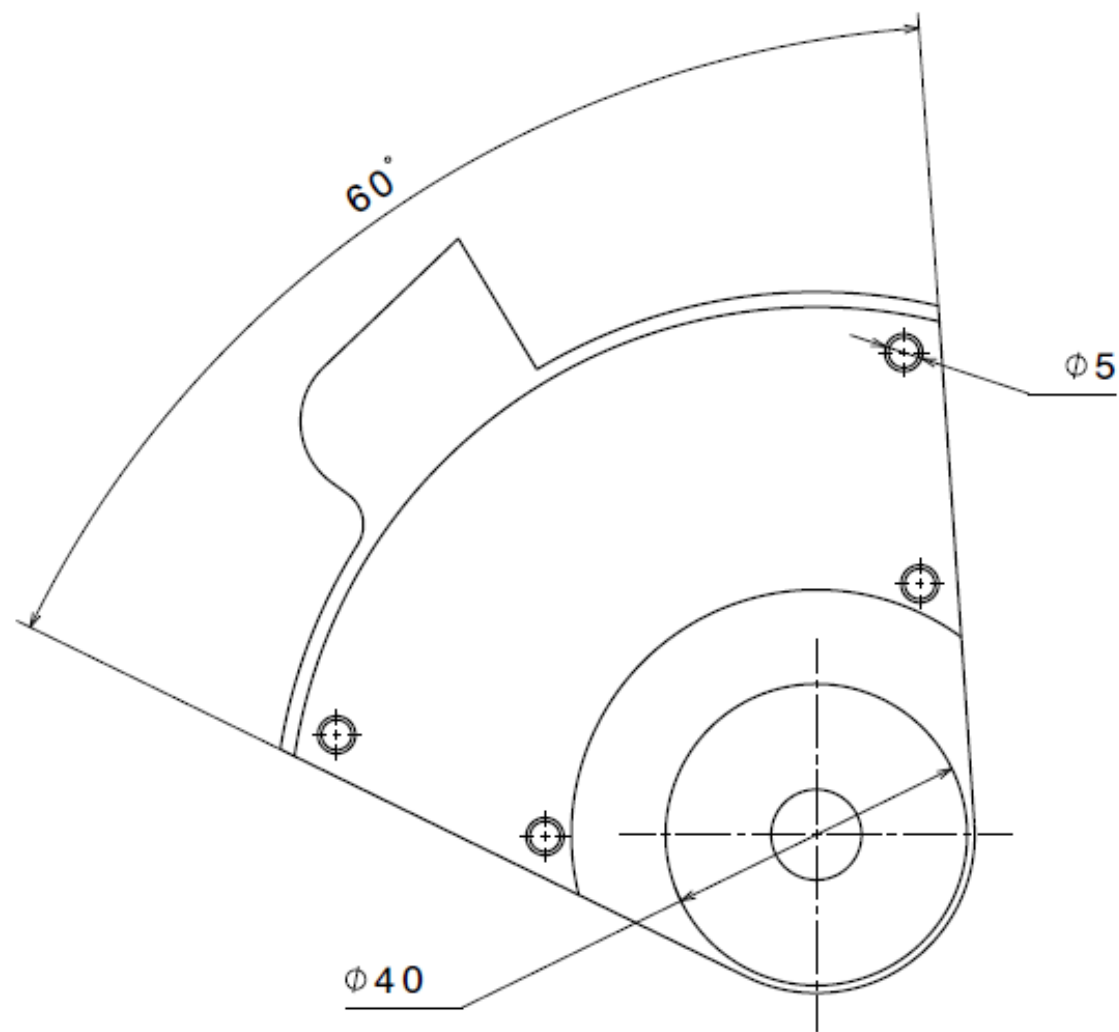


PERFIL ESQUERRA

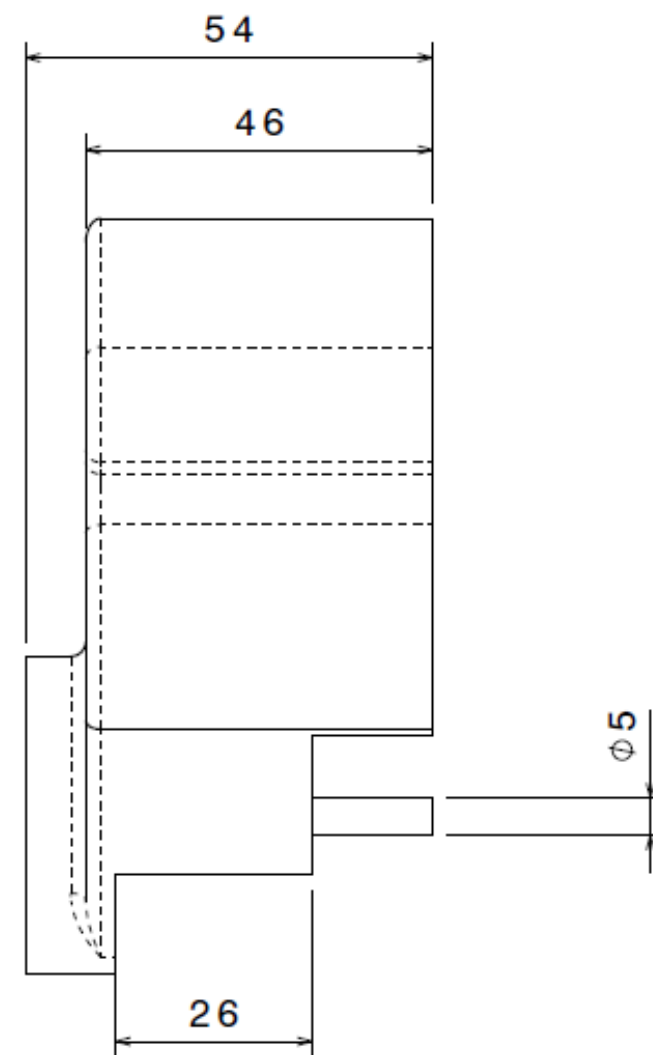


SECCIÓ A-A

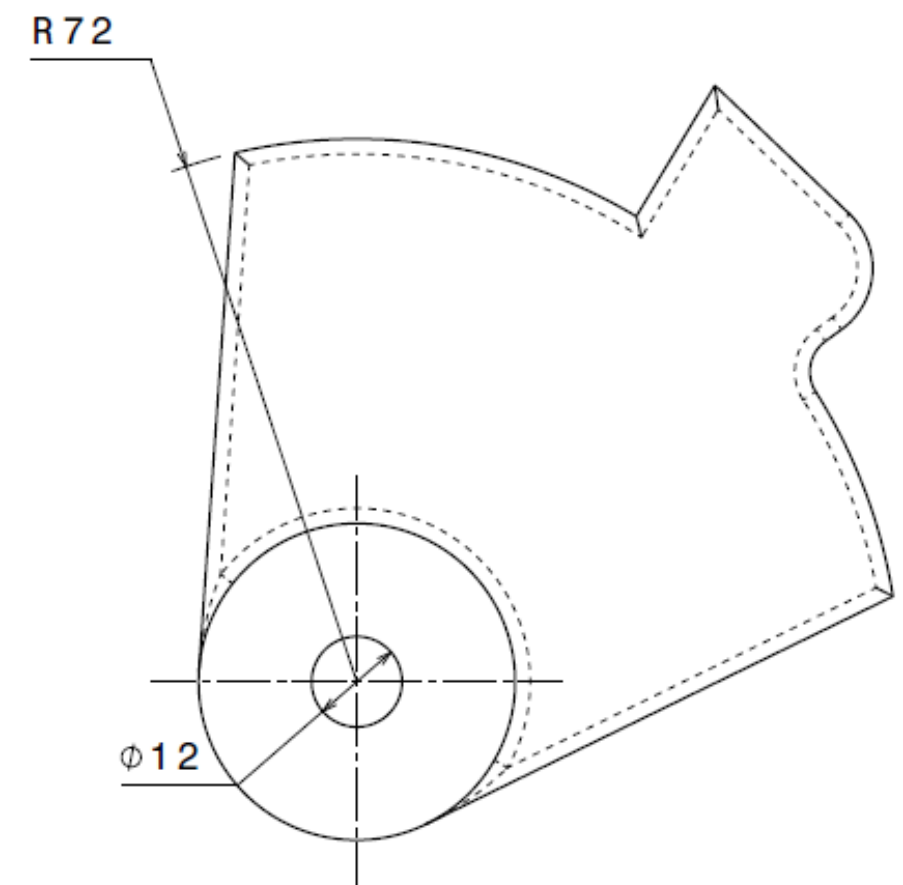
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions:	Sèrie: <b>E</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		-	
Designació del plànol: PALANCA D'ACCIONAMENT DEL FRE 001		Nº plànol: <b>003</b>	
 Dibuijat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:2</b>	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	





ALÇAT

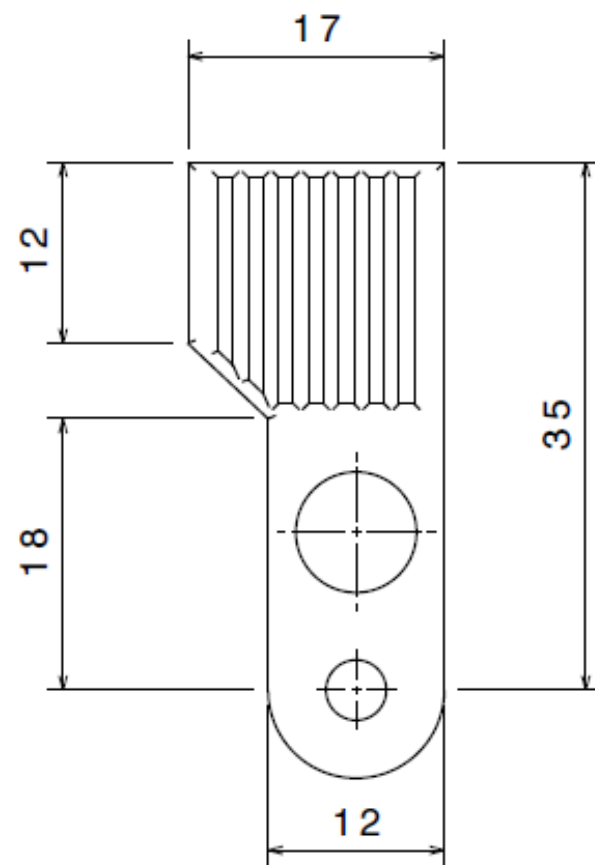


PERFIL ESQUERRA

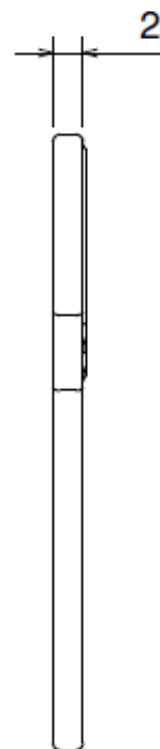


VISTA POSTERIOR

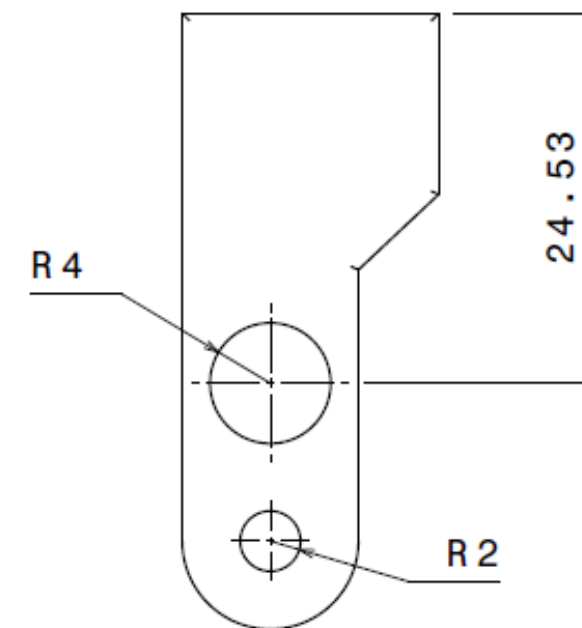
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</b> BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est		Observacions: -	Sèrie: <b>E</b>
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE			Nº plànol: <b>004</b>
Designació del plànol: SUPORT DEL PEDAL 002			
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		Escala: <b>1:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA		
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019	





ALÇAT



PERFIL ESQUERRA



VISTA POSTERIOR

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est	Observacions:	Sèrie: <b>E</b>
	-	
Títol del TFG: ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE		Nº plànol: <b>005</b>
Designació del plànol: MECANISME DE TRANSMISSIÓ 003		
	Dibuixat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	Escala: <b>2:1</b>
	Comprovat per: GERARD MINGOT ECHEANDIA	
Mides del plànol: A3	Data d'edició: 30/03/2019	Data de comprovació: 01/04/2019



TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Mecànica**

**ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE**



**ANNEX A**



# Índex de l'annex

<b>ANNEX A</b>	<b>1</b>
1. Detalls de l'avaluació de la comoditat .....	1
2. Dades d'interès .....	4
3. Estudi RULA d'ergonomia .....	5
3. Estudi OCRA d'ergonomia.....	7





## Annex A

A continuació es mostra una extensió de l'informe de l'estudi ergonòmic

### 1. Detalls de l'avaluació de la comoditat

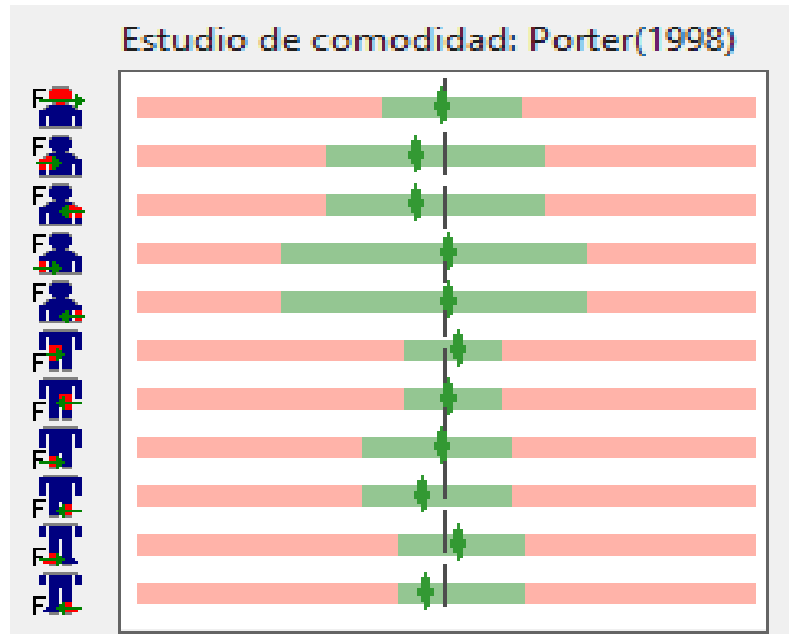


Figura AA.1. Taula de resultats obtinguda en la situació de repòs.

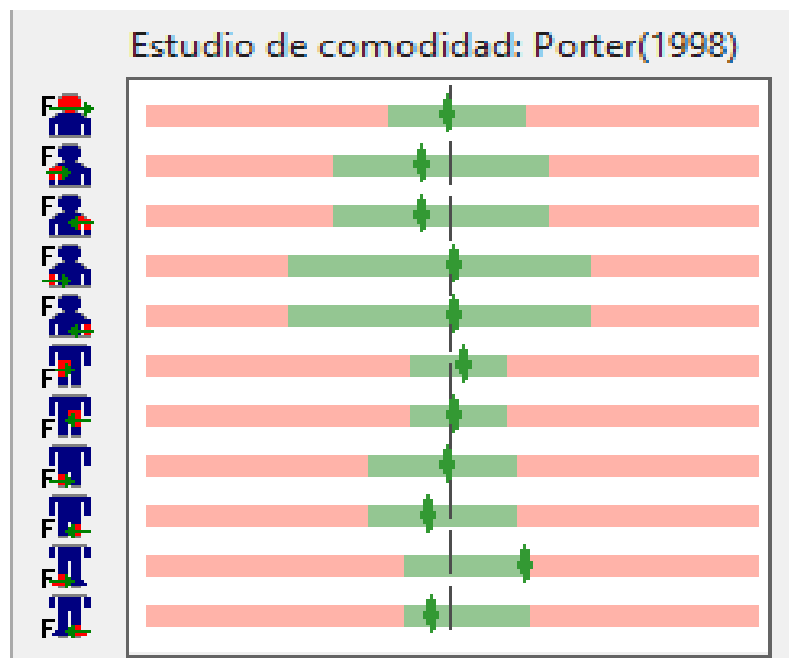


Figura AA.2. Taula de resultats obtinguda en la situació d'acceleració.

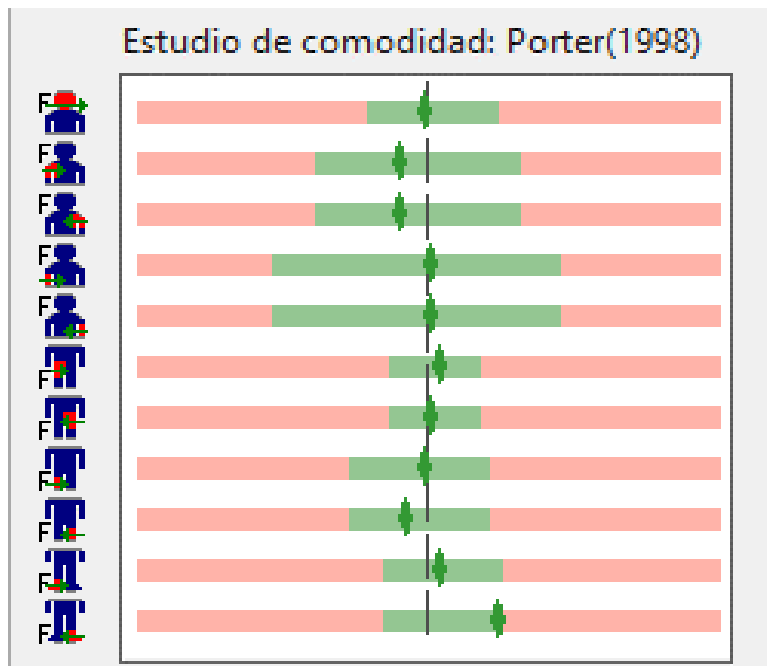


Figura AA.3. Taula de resultats obtinguda en la situació de frenada.

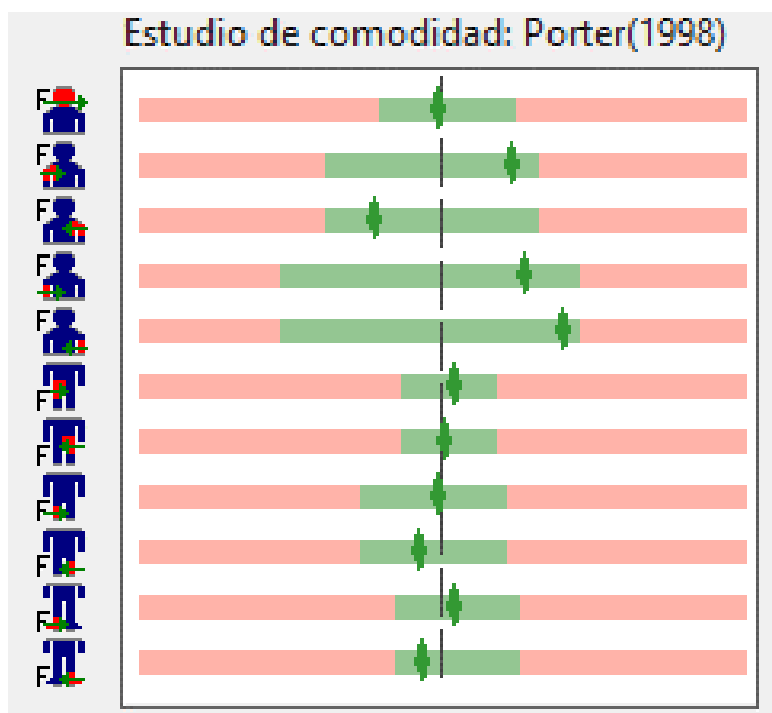


Figura AA.4. Taula de resultats obtinguda en l'acció de gir.

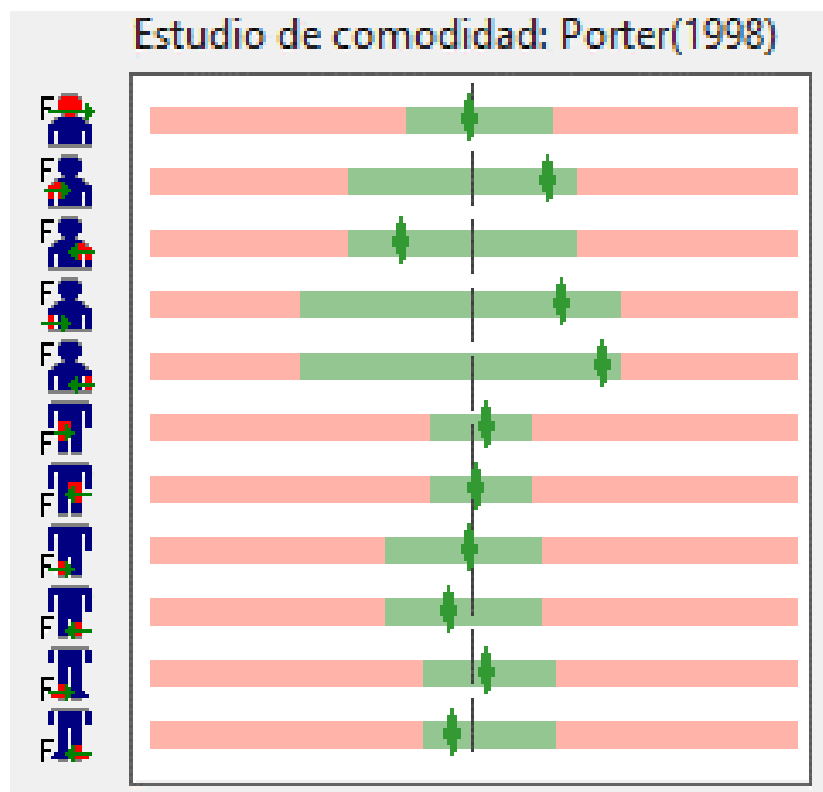


Figura AA.5. Taula de resultats obtinguda en l'acció de selecció.

## 2. Dades d'interès

A continuació es mostra el valor quantitatiu que avalua a partir de les dades pròpies de la base de dades d'ergonomia de l'estudi Porter (1998) del software Unigraphics NX de Siemens l'adequació de la posició del cos humà en base al temps que pot aguantar la mateixa posició al llarg d'un temps concret.

Així doncs avaluant totes les parts i fent la mitja es troba que el cos es troba amb:

- Percentatge mitjà d'ergonomia: 79,5%

El valor obtingut indica que tot i la possibilitat del moviment, la fatiga pel fet de mantenir la posició provoca la necessitat d'assolir altres posicions per tal de descansar.

Seguidament s'avaluen els mateixos valors separats per les diverses parts del cos.

Avaluació per parts:

- Comoditat del cap: 100%
- Comoditat d'espatlla dreta: 60%
- Comoditat d'espatlla esquerra: 60%
- Comoditat avantbraç dret: 100%
- Comoditat avantbraç dret: 100%
- Cuixa dreta: 75%
- Cuixa esquerra: 90%
- Bessó dret: 100%
- Bessó esquerra: 60%
- Peu dret: 80 %
- Peu esquerre 50 %
- El radi d'abast del moviment dels braços és de 600 mm i de 900 per les cames.

### 3. Estudi RULA d'ergonomia

A continuació s'avalua l'ergonomia del model humà a partir del mètode RULA on s'avalua el cos en dos grups.

- Avaluació Grup A: Braç, avantbraç, i canell
- Avaluació Grup A: Coll, tronc i cames

#### Avaluació Grup A

##### Puntuació del braç

La posició de flexió entre 45° i 90°: 3 punts.

Modificació per suport: -1 punt.

Puntuació total: **2 punts.**

##### Puntuació de l'avantbraç

La posició de flexió entre 60° i 100°: 1 punt.

Modificació per encreuament de la línia mitjana del tronc: 0 punts (No es dóna el cas).

Modificació per situar-se al costat del cos sense contacte: 0 punts (No es dóna el cas).

Puntuació total: **1 punt.**

##### Puntuació del canell

Posició neutre: 1 punt.

Modificació per desviació: 0 punts (No es dóna el cas).

Puntuació total: **1 punt .**

##### Segona puntuació del canell

Gir de canell (Supinació mitjana): 1 punt.

Puntuació total: **1 punt.**

A partir de la taula de puntuació del Grup A s'extreu el resultat final del grup què és: **2 punts.**

#### Avaluació Grup B

##### Puntuació del coll

La posició de flexió entre 0° i 10°: 1 punt.

Modificació per rotació: 0 punts (No es dóna el cas).

Modificació per inclinació: 0 punts (No es dóna el cas).

Puntuació total: **1 punt.**

### Puntuació de tronc

Posició seguda: 1 punt.

Modificació per rotació: 0 punts (No es dóna el cas).

Modificació per inclinació: 0 punts (No es dóna el cas).

Puntuació total: **1 punt** .

### Puntuació de les cames

Posició seguda i amb suport 1 punt.

Puntuació total: **1 punt** .

A partir de la taula de puntuació del Grup B s'extreu el resultat final del grup què és: **1 punt**.

### **Avaluació per tipus d'activitat**

Activitat poc freqüent o de poca duració: 0 punts d'increment.

Punts grup A: **2 punts**.

Punts grup B: **1 punt**.

Activitat amb càrrega de força inferior als 2 Kg: 0 punts.

Punts grup A: **2 punts**.

Punts grup B: **1 punt**.

Un cop avaluats els grups per tipus activitat aquests passen a ser Grup C i Grup D.

Punts grup C: **2 punts**.

Punts grup D: **1 punt**.

A partir de la taula de puntuació final de l'estudi RULA s'extreu un valor final de **2 punts**.

En vista dels punts obtinguts es pot afirmar que la posició és acceptable i el risc de lesió és molt baix.

### 3. Estudi OCRA d'ergonomia

A continuació s'avalua l'ergonomia del model humà a partir del mètode OCRA. Es calcula l'índex de comoditat a partir de la següent fórmula.

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \cdot MD$$

On

- FR: Factor de recuperació
- FF: Factor de freqüència
- FFz: Factor de força
- FP: Factor de postures i moviments
- FC: Factor de risc addicional
- MD: Multiplicador de duració

Segons el software els valors dels paràmetres són:

- FR= 3 (Existeixen pauses entre moviments)
- FF= 0 (Moviments lents de braç)
- FFz= 0 (Esforç dèbil, no es considera en l'ICKL)
- FP= 8 (Valor màxim entre puntuació de moviments d'espatlla, canell, colze i mà)
- FC= 3 (Suma del ritme de treball més feines de precisió com controlar el volant)
- MD= 0,5 (Equival a un període d'entre 1 i 2 hores de conducció)

El resultat és:

$$ICKL = (3 + 0 + 0 + 8 + 3) \cdot 0,5 = 7$$

Aquest ICKL indica un nivell acceptable de comoditat i no implica cap acció correctora.

## TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Mecànica**  
**ESTUDI I DISSENY DE L'ERGONOMIA D'UN VEHICLE**



**ANNEX B**



# Índex de l'annex

<b>ANNEX B</b>	<b>1</b>
1. Material compuesto GFRP isotrópico (Matriz Epoxídica Reforzada con Fibra de Vidrio)	1
2. Espuma flexible de polímero de baja densidad.....	3
3. Espuma flexible de polímero de densidad intermedia .....	5
4. Espuma flexible de polímero de densidad muy baja .....	6
5. Acero de baja aleación.....	8
6. Acero inoxidable .....	10
7. Acero ordinario de bajo contenido en carbono .....	12
8. Acero ordinario de contenido intermedio en carbono .....	14
9. Fundición gris de hierro .....	16
10. Aleaciones de aluminio.....	18
11. Aleaciones de cobre.....	20
12. Polímero ABS (Termoplástico de Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno).....	22



## Annex B

Els següents fulls tècnics han sigut extrets del Software de selecció de materials CES.

### 1. Material compuesto GFRP isotrópico (Matriz Epoxídica Reforzada con Fibra de Vidrio)

#### Descripción

#### Material

Los materiales compuestos o composites son uno de los desarrollos en materiales más importantes del siglo 20. Aquellos con mayor rigidez y resistencia se fabrican con fibras continuas (vidrio, carbono o aramida como el kevlar) incrustados en una resina termoestable (poliéster o epoxi). Las fibras son responsables de la rigidez y resistencia actuando la matriz como distribuidor de esfuerzos, y proporcionando ductilidad y tenacidad, así como protección a las fibras de los daños causados por la manipulación o el medio ambiente. Es el material de la matriz, quien limita la temperatura de servicio y las condiciones de procesamiento. Los composites de vidrio y poliéster (GFRPs) son los más baratos y con mucho, los más utilizados. Una innovación reciente es el uso de termoplásticos como material para la matriz, ya con un co-tejido de polipropileno barato y fibra de vidrio para por termoformado, derretir el PP, o para alta temperatura con resinas termoplásticas caras, como el PEEK que permiten a los composites mayor temperatura de trabajo y resistencia al impacto. El GFRP de alto rendimiento utiliza fibras continuas. Los composites con fibras de vidrio cortadas son más baratos y se utilizan en cantidades mucho más grandes. Los productos de GFRP van desde pequeñas placas de circuitos electrónicos, a cascos de barcos grandes, la carrocería y paneles interiores de automóviles, electrodomésticos, muebles y accesorios.

#### Composición (resumen)

Epoxi + refuerzo con fibra de vidrio E continua (0, +-45, 90), disposición casi-isotrópica.

#### Figura



## Leyenda

Carcasa en GFRP cortesía de MAS Design Windsor (Reino Unido).

### Propiedades generales

Densidad	1.75e3	-	1.97e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 19.4	-	27.4	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	* 15	-	28	GPa
Límite elástico	* 110	-	192	MPa
Resistencia a tracción	* 138	-	241	MPa
Elongación	* 0.85	-	0.95	% strain
Dureza-Vickers	* 10.8	-	21.5	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 55	-	96	MPa
Tenacidad a fractura	* 7	-	23	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	* 140	-	220	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Mal aislante			
Conductividad térmica	* 0.4	-	0.55	W/m.°C
Calor específico	* 1e3	-	1.2e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	* 8.64	-	33	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante
----------------------------------	---------------

### Propiedades ópticas

Transparencia	Translucido
---------------	-------------

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 150	-	170	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 9.5	-	10.5	kg/kg
Reciclaje	False			

## Información de apoyo

### Usos típicos

Equipamiento deportivo como esquís, raquetas, palos de golf y tablas de patinaje sobre hielo o de surf; cascos de barcos, botes y lanchas; carrocerías, componentes de automoción, cerramientos y elementos auxiliares en construcción, plantas químicas.

## 2. Espuma flexible de polímero de baja densidad

### Descripción

#### Material

Las espumas poliméricas se realizan por expansión controlada y posterior solidificación de un líquido, o masa fundida, utilizando un agente de soplado. Se suelen usar agentes de soplado físicos, químicos o mecánicos. El material celular resultante tiene una densidad muy baja, con alta rigidez y mejor resistencia que el material original, todo ello ligado a su densidad relativa función de la fracción de sólidos en el volumen de la espuma. Las espumas flexibles pueden ser suaves y compatibles con el material de los cojines, colchones, acolchados y prendas de vestir. La mayoría están hechas de poliuretano, a pesar de que el látex (goma natural) y la mayoría de los elastómeros pueden ser materia prima para espumas.

#### Composición (resumen)

Hidrocarburos

#### Figura



#### Leyenda

La espuma de poliuretano se utiliza como amortiguador de impactos y embalaje.

#### Propiedades generales

Densidad	38	-	70	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 2.31	-	2.48	EUR/kg

#### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	0.001	-	0.003	GPa
Límite elástico	0.02	-	0.3	MPa
Resistencia a tracci3n	0.24	-	2.35	MPa
Elongaci3n	10	-	175	% strain
Dureza-Vickers	0.002	-	0.03	HV
Resistencia a fatiga para $10^7$ ciclos	* 0.2	-	2	MPa
Tenacidad a fractura	* 0.015	-	0.05	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	112	-	177	°C
Máxima temperatura en servicio	82.9	-	112	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0.04	-	0.059	W/m.°C
Calor específico	1.75e3	-	2.26e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansi3n térmica	115	-	220	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante
----------------------------------	---------------

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco
---------------	-------

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producci3n primaria	* 103	-	114	MJ/kg
Huella de CO2, producci3n primaria	* 4.28	-	4.73	kg/kg
Reciclaje	False			

### Informaci3n de apoyo

#### Usos típicos

Embalajes, elementos de flotaci3n, acolchamiento, colchonetas para dormir, recubrimientos blandos, piel artificial, esponjas, contenedores de tintas y tintes.

### 3. Espuma flexible de polímero de densidad intermedia

#### Descripción

#### Material

Las espumas poliméricas se realizan por expansión controlada y posterior solidificación de un líquido, o masa fundida, utilizando un agente de soplado. Se suelen usar agentes de soplado físicos, químicos o mecánicos. El material celular resultante tiene una densidad muy baja, con alta rigidez y mejor resistencia que el material original, todo ello ligado a su densidad relativa función de la fracción de sólidos en el volumen de la espuma. Las espumas flexibles pueden ser suaves y compatibles con el material de los cojines, colchones, acolchados y prendas de vestir. La mayoría están hechas de poliuretano, a pesar de que el látex (goma natural) y la mayoría de los elastómeros pueden ser materia prima para espumas.

#### Composición (resumen)

Hidrocarburos

#### Figura



#### Leyenda

Las espumas flexibles de látex se utilizan para cojines, colchones, envases y relleno.

#### Propiedades generales

Densidad	70	-	115	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 2.48	-	2.64	EUR/kg

#### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	0.004	-	0.012	GPa
Límite elástico	0.048	-	0.7	MPa
Resistencia a tracción	0.43	-	2.95	MPa
Elongación	9	-	115	% strain

Dureza-Vickers	0.0048	-	0.07	HV
Resistencia a fatiga para $10^7$ ciclos	* 0.34	-	2.5	MPa
Tenacidad a fractura	* 0.03	-	0.09	MPa.m <sup>0.5</sup>
<b>Propiedades térmicas</b>				
Punto de fusión	112	-	177	°C
Máxima temperatura en servicio	82.9	-	112	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0.041	-	0.078	W/m.°C
Calor específico	1.75e3	-	2.26e3	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	115	-	220	μstrain/°C
<b>Propiedades eléctricas</b>				
¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
<b>Propiedades ópticas</b>				
Transparencia	Opaco			
<b>Ecopropiedades</b>				
Contenido en energía, producción primaria	* 100	-	111	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 3.43	-	3.79	kg/kg
Reciclaje	False			

#### Información de apoyo

#### Usos típicos

Embalajes, elementos de flotación, acolchamiento, colchonetas para dormir, recubrimientos blandos, piel artificial, esponjas, contenedores de tintas y tintes.

## 4. Espuma flexible de polímero de densidad muy baja

### Descripción

#### Material

Las espumas poliméricas se realizan por expansión controlada y posterior solidificación de un líquido, o masa fundida, utilizando un agente de soplado. Se suelen usar agentes de soplado físicos, químicos o mecánicos. El material celular resultante tiene una densidad muy baja, con alta rigidez y mejor resistencia que el material original, todo ello ligado a su densidad relativa función de la fracción de sólidos en el volumen de la espuma. Las espumas flexibles pueden ser suaves y compatibles con el material de los cojines, colchones, acolchados y prendas de vestir. La mayoría están hechas de poliuretano, a pesar de que el látex (goma natural) y la mayoría de los elastómeros pueden ser materia prima para espumas.

## Composició (resumen)

Hidrocarburos

### Figura



### Leyenda

Las espumas flexibles se usan en almohadones, colchones y embalajes. (Imagen cortesía de Sumed Internacional GB Ltd.)

#### Propiedades generales

Densidad	16	-	35	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 2.31	-	2.48	EUR/kg

#### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	2.5e-4	-	0.001	GPa
Límite elástico	0.01	-	0.12	MPa
Resistencia a tracción	0.24	-	0.85	MPa
Elongación	10	-	135	% strain
Dureza-Vickers	0.001	-	0.012	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 0.15	-	0.7	MPa
Tenacidad a fractura	* 0.005	-	0.02	MPa.m <sup>0.5</sup>

#### Propiedades térmicas

Punto de fusión	112	-	177	°C
Máxima temperatura en servicio	86.9	-	112	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0.036	-	0.048	W/m.°C



Calor específico	1.75e3	-	2.26e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	120	-	220	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante? Buen aislante

### Propiedades ópticas

Transparencia Opaco

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 103	-	114	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 4.28	-	4.73	kg/kg
Reciclaje	False			

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Embalajes, elementos de flotación, acolchamiento, colchonetas para dormir, recubrimientos blandos, piel artificial, esponjas, contenedores de tintas y tintes.

## 5. Acero de baja aleación

### Descripción

#### Material

El hierro puro es un material blando. Si se le añade carbono y se trata bien térmicamente, se puede obtener un material que casi tan duro y quebradizo como el cristal, o dúctil y resistente como la chapa para calderas. Tratar térmicamente significa calentar el acero a unos 800°C para disolver el carbono y, a continuación, enfriarlo rápidamente (templarlo) pudiendo posteriormente aliviar tensiones con un calentamiento menor (revenido). El temple del acero lo convierte en duro, quebradizo debido a la martensita. Templando poco a poco el metal se restablece la resistencia y baja la dureza. El control del tiempo y temperatura de revenido permite controlar las propiedades finales. Es maravilloso lo que el 1% de carbono puede hacer. Pero (el inevitable "pero") la velocidad de enfriamiento inicial tiene que ser rápida (mayor de 200 °C/segundo para los aceros al carbono). No hay ninguna dificultad en la transformación de la superficie de una pieza a martensita, pero el interior se enfría más lentamente ya que el calor ha de atravesar el material. Si la pieza sólo tiene unos pocos milímetros de espesor, hay algún problema, el interior no se enfría lo suficientemente rápido. El problema se supera mediante la aleación. Al añadir un poco de manganeso (Mn), níquel (Ni), molibdeno (Mo), o cromo (Cr), la velocidad de enfriamiento crítica se viene abajo, permitiendo que las secciones de espesor sean endurecidas y templadas. Agregando algo de vanadio (V) se consigue una fina dispersión de los carburos que dan dureza, manteniendo la resistencia y ductilidad. Los aceros al cromo-molibdeno como el AISI 4140 se utilizan para tubos de aeronaves y otras piezas de alta resistencia. Los aceros al cromo-vanadio se utilizan para cigüeñales, ejes de hélices y herramientas de alta calidad. Los aceros aleados para

este propósito se llaman aceros de baja aleación, y la propiedad fundamental que tienen es la "templabilidad".

### Composició (resumen)

Fe/<1.0 C/<2.5 Cr/<2.5 Ni/<2.5 Mo/<2.5 V

Figura



### Leyenda

Los aceros de baja aleación al cromo-molibdeno y cromo-vanadio se utilizan para herramientas de alta calidad, cuadros de bicicleta, así como motores y transmisiones de automóvil.

### Propiedades generales

Densidad	7.8e3	-	7.9e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0.478	-	0.525	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	205	-	217	GPa
Límite elástico	400	-	1.5e3	MPa
Resistencia a tracción	550	-	1.76e3	MPa
Elongación	3	-	38	% strain
Dureza-Vickers	140	-	693	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 248	-	700	MPa
Tenacidad a fractura	14	-	200	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	1.38e3	-	1.53e3	°C
Máxima temperatura en servicio	* 500	-	550	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	34	-	55	W/m.°C
Calor específico	410	-	530	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	10.5	-	13.5	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor			
----------------------------------	----------------	--	--	--

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco			
---------------	-------	--	--	--

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 28.7	-	31.7	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 1.93	-	2.13	kg/kg
Reciclaje	True			

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Muelles y resortes, herramientas, rodamientos a bolas, rodillos de laminación, cigüeñales, cambios, pasadores, cuchillos y tijeras, recipientes a presión.

## 6. Acero inoxidable

### Descripción

#### Material

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro, cromo, níquel, y a menudo, cuatro o cinco elementos adicionales. La aleación transmuta el acero al carbono normal que se oxida, y propenso a la fragilidad por debajo de la temperatura ambiente, en un material que supera estas limitaciones. De hecho, la mayoría de los aceros inoxidables resisten la corrosión en entornos más normales, y siguen siendo dúctiles a menores temperaturas.

#### Composición (resumen)

Fe/<0.25C/16 - 30Cr/3.5 - 37Ni/<10Mn + Si,P,S (+N para la serie 200)

**Figura**



**Leyenda**

A la izquierda: tostadora Siemens en acero inoxidable cepillado austenítico (por Porsche Design).  
 A la derecha, tijeras de acero inoxidable ferrítico, magnético, inoxidable a diferencia del austenítico que no lo es.

**Propiedades generales**

Densidad	7.6e3	-	8.1e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 4.59	-	5.06	EUR/kg

**Propiedades mecánicas**

Módulo de Young	189	-	210	GPa
Límite elástico	170	-	1e3	MPa
Resistencia a tracción	480	-	2.24e3	MPa
Elongación	5	-	70	% strain
Dureza-Vickers	130	-	570	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 175	-	753	MPa
Tenacidad a fractura	62	-	150	MPa.m <sup>0.5</sup>

**Propiedades térmicas**

Punto de fusión	1.37e3	-	1.45e3	°C
-----------------	--------	---	--------	----

Máxima temperatura en servicio	750	-	820	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Mal conductor			
Conductividad térmica	12	-	24	W/m.°C
Calor específico	450	-	530	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	13	-	20	μstrain/°C
<b>Propiedades eléctricas</b>				
¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor			
<b>Propiedades ópticas</b>				
Transparencia	Opaco			
<b>Ecopropiedades</b>				
Contenido en energía, producción primaria	* 80.3	-	88.8	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 4.73	-	5.23	kg/kg
Reciclaje	True			

#### Información de apoyo

#### Usos típicos

Vagones, camiones, tráileres, equipamiento en la industria de la alimentación, lavabos, quemadores, menaje de cocina, cuchillería, carpintería metálica en arquitectura, lavadoras, equipos para procesos químicos, piezas de reactores, instrumental quirúrgico, hornos y componentes de calderas, piezas para quemadores de aceite, equipos para industria del petróleo e industria láctea, equipos de tratamiento térmico, interiores de automoción. Posibles usos estructurales en ambientes corrosivos (ej. centrales nucleares, buques, instalaciones petrolíferas, cables submarinos y tuberías).

## 7. Acero ordinario de bajo contenido en carbono

### Descripción

#### Material

Al pensar en acero y vienen a la mente los ferrocarriles, plataformas petrolíferas, buques cisterna, y rascacielos. Y esta imagen no es solo acero, sino acero al carbono. Ese es el metal que los hizo posible. No hay otra ningún material que al mismo tiempo sea tan fuerte, tan tenaz, tan fácilmente conformable, y tan barato. Los aceros al carbono son aleaciones de hierro con carbón y a menudo un poco de manganeso, níquel y silicio. Los bajos en carbono o "suave" aceros tienen menos de carbono (por debajo del 0,25%). Son relativamente blandos, fáciles de laminar en chapa, perfiles "I" o varilla (de hormigón). Son los más baratos de todos los metales estructurales

(se utilizan a gran escala para armaduras, para estructuras de edificios, chapas navales y similares).

### Composició (resumen)

Fe/0.02 - 0.3C

### Figura



### Leyenda

El acero suave es el material más versátil del mundo.

### Propiedades generales

Densidad	7.8e3	-	7.9e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0.446	-	0.486	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	200	-	215	GPa
Límite elástico	250	-	395	MPa
Resistencia a tracción	345	-	580	MPa
Elongación	26	-	47	% strain
Dureza-Vickers	108	-	173	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 203	-	293	MPa
Tenacidad a fractura	* 41	-	82	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	1.48e3	-	1.53e3	°C
Máxima temperatura en servicio	* 350	-	400	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			

Conductivitat tèrmica	49	-	54	W/m.°C
Calor específic	460	-	505	J/kg.°C
Coefficient de expansió tèrmica	11.5	-	13	μstrain/°C

#### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante? Buen conductor

#### Propiedades ópticas

Transparencia Opaco

#### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 25	-	27.7	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 1.72	-	1.9	kg/kg
Reciclaje	True			

#### Información de apoyo

#### Usos típicos

Multitud de aplicaciones difíciles de listar, algunos ejemplos serían: refuerzos de hormigón, perfiles estructurales en construcción y fabricación, chapas para cubiertas de edificios y carrocerías de vehículos, latas, botes y otros productos hechos por estampación o embutición.

## 8. Acero ordinario de contenido intermedio en carbono

### Descripción

#### Material

Los aceros con un carbono medio (0,25-0,7% de carbono) se endurecen por temple. Esta propiedad permite un gran control sobre sus propiedades. La "templabilidad" mide el grado en que puede ser endurecido en secciones gruesas; los aceros al carbono normales tienen una templabilidad pobre. Se utilizan elementos adicionales de aleación para aumentar esta propiedad (véase aceros de baja aleación). Los aceros de carbono medio se utilizan a gran escala en las vías del ferrocarril, aunque hay muchas otras aplicaciones de menor volumen.

#### Composición (resumen)

Fe/0.3 - 0.7%C

#### Figura



### Leyenda

El acero medio en carbono es el material de las herramientas económicas. Los aceros de baja aleación son muy superiores y solo un poco más caros. Las herramientas de calidad son de aceros con baja aleación.

### Propiedades generales

Densidad	7.8e3	-	7.9e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0.446	-	0.494	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	200	-	216	GPa
Límite elástico	305	-	900	MPa
Resistencia a tracción	410	-	1.2e3	MPa
Elongación	4	-	39	% strain
Dureza-Vickers	120	-	565	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 229	-	600	MPa
Tenacidad a fractura	* 12	-	92	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	1.38e3	-	1.51e3	°C
Máxima temperatura en servicio	* 370	-	420	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	45	-	55	W/m.°C
Calor específico	440	-	520	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	10	-	14	μstrain/°C



### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante? Buen conductor

### Propiedades ópticas

Transparencia Opaco

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria \* 25.1 - 27.8 MJ/kg

Huella de CO2, producción primaria \* 1.72 - 1.9 kg/kg

Reciclaje True

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Construcción en general, ingeniería mecánica en general, automoción, herramientas, ejes, engranajes, cojinetes, cigüeñales, campanas, guías, cuchillos y tijeras.

## 9. Fundición gris de hierro

### Descripción

#### Material

Los cimientos de la sociedad industrial moderna se establecen, por así decirlo, sobre hierro fundido. Es el material que hizo posible la revolución industrial. Hoy en día, tiene un segundo honor: la de ser el más barato de todos los metales de ingeniería. El hierro fundido contiene al menos el 2% de carbono (la mayoría tienen del 3 a 4%) y entre el 1 y el 3% de silicio. El carbono hace que el hierro sea fluido al fundir, lo que le permite ser utilizado para formas complejas. Hay cinco clases de hierro colado: gris, blanco, dúctil (o nodular), maleable y con aleación. A continuación, se dan detalles de ellos en las pautas de diseño. Los dos más utilizados son el gris y el dúctil. Este disco es de fundición de hierro gris.

#### Composición (resumen)

Fe/3.2-4.1%C/1.8-2.8%Si/<0.8%Mn/<0.1%P/<0.03%S

#### Figura



### Leyenda

La fundició de ferro gris se utilitza ampliament en bastidors de màquina ferramenta y bloques de motor, utilitzant la seva funcionalitat auto-lubrificant i la capacitat de amortiguar vibracions.

### Propiedades generales

Densidad	7.05e3	-	7.25e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0.486	-	0.533	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	80	-	138	GPa
Límite elástico	140	-	420	MPa
Resistencia a tracción	140	-	448	MPa
Elongación	0.17	-	0.7	% strain
Dureza-Vickers	90	-	310	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	40	-	170	MPa
Tenacidad a fractura	10	-	24	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	1.13e3	-	1.38e3	°C
Máxima temperatura en servicio	350	-	450	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	40	-	72	W/m.°C

Calor específico	430	-	495	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	11	-	12.5	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante? Buen conductor

### Propiedades ópticas

Transparencia Opaco

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 17	-	21	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 1.65	-	1.75	kg/kg
Reciclaje	True			

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Discos y tambores de freno, cojinetes, cigüeñales, camisas de cilindro, anillos de pistón (segmentos), partes de estructuras de máquinas herramienta, bloques de motor, engranajes, reductores, ejes, cajas de cambio, uniones de tubos, chasis de bombas, piezas de trituradores de roca.

## 10. Aleaciones de aluminio

### Descripción

#### Material

El aluminio fue una vez tan raro y precioso que el Emperador Napoleón III de Francia tuvo un juego de cubiertos en aluminio con coste superior al equivalente en plata. Pero eso fue en 1860, hoy, casi 150 años más tarde, existen cucharas de aluminio de un solo uso (un testimonio de nuestra capacidad de convertir la técnica y creatividad en un despilfarro). El aluminio, se incorpora en la familia de las "aleaciones ligeras" (junto con el magnesio y el titanio). Es el tercer metal más abundante en la corteza terrestre (después del hierro y el silicio), pero su extracción cuesta mucha energía. Se ha convertido en el segundo metal más importante en la economía (el acero sigue siendo el primero), y el pilar de la industria aeroespacial.

#### Composición (resumen)

Al + elementos de aleación como Mg, Mn, Cr, Cu, Zn, Zr, Li

#### Figura



### Leyenda

El aluminio puede ser conformado tanto por colada como por deformación.

### Propiedades generales

Densidad	2.5e3	-	2.9e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 1.88	-	2.06	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	68	-	82	GPa
Límite elástico	30	-	500	MPa
Resistencia a tracción	58	-	550	MPa
Elongación	1	-	44	% strain
Dureza-Vickers	12	-	151	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	21.6	-	157	MPa
Tenacidad a fractura	22	-	35	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	475	-	677	°C
Máxima temperatura en servicio	120	-	210	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	76	-	235	W/m.°C
Calor específico	857	-	990	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	21	-	24	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor		
<b>Propiedades ópticas</b>			
Transparencia	Opaco		
<b>Ecopropiedades</b>			
Contenido en energía, producción primaria	* 198	- 219	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 12.2	- 13.4	kg/kg
Reciclaje	True		

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Ingeniería aeroespacial, automoción (pistones, cajas de embrague, tubos de escape), equipamiento deportivo como palos de golf y bicicletas, chasis realizados por moldeo para elementos domésticos y productos electrónicos, revestimientos en edificios, recubrimientos reflectantes para espejos, chapas para contenedores y embalaje, latas de bebidas, conductores eléctricos y térmicos.

## 11. Aleaciones de cobre

### Descripción

#### Material

En la época victoriana se lavaba la ropa en un "cobre" (una cuba o tanque de chapa de cobre batido), que se calentaba al fuego. Este utensilio explotaba tanto la alta ductilidad y como la conductividad térmica del material. El cobre tiene un lugar distinguido en la historia por su papel en la historia de la civilización: fue la clave tecnológica de la Edad de Bronce (3000 AC - 1000 AC). Se usa en muchas formas: como cobre puro, en aleaciones de cobre-cinc (latón), en aleaciones de cobre-estaño (bronce), y también cobre-níquel y cobre-berilio. La designación de "cobre" se utiliza cuando el porcentaje de cobre es mayor del 99,3%.

#### Composición (resumen)

Cu con hasta 40% Zn o 30% Sn, Al o Ni.

**Figura**



**Leyenda**

Tanto el cobre como el latón son excepcionalmente dúctiles y puede ser trabajados con formas complejas.

**Propiedades generales**

Densidad	8.93e3	-	8.94e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 7.01	-	7.71	EUR/kg

**Propiedades mecánicas**

Módulo de Young	112	-	148	GPa
Límite elástico	30	-	500	MPa
Resistencia a tracción	100	-	550	MPa
Elongación	3	-	50	% strain
Dureza-Vickers	44	-	180	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	60	-	200	MPa
Tenacidad a fractura	30	-	90	MPa.m <sup>0.5</sup>

**Propiedades térmicas**

Punto de fusión	982	-	1.08e3	°C
Máxima temperatura en servicio	180	-	350	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	160	-	390	W/m.°C
Calor específico	372	-	388	J/kg.°C

Coefficiente de expansión térmica	16.9	-	18	μstrain/°C
<b>Propiedades eléctricas</b>				
¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor			
<b>Propiedades ópticas</b>				
Transparencia	Opaco			
<b>Ecopropiedades</b>				
Contenido en energía, producción primaria	* 56.8	-	62.8	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 3.52	-	3.9	kg/kg
Reciclaje	True			

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Cables, secciones y conducciones eléctricas, barras colectoras de alta tensión, líneas aéreas de alta tensión, contactos, electrodos para soldadura por arco, terminales, elementos conductores a temperatura elevada, intercambiadores de calor, monedas, sartenes, calderas, placas para grabado, cubiertas y tejados en construcción, esculturas por moldeo, bombas, válvulas, hélices de propulsión naval.

## 12. Polímero ABS (Termoplástico de Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno)

### Descripción

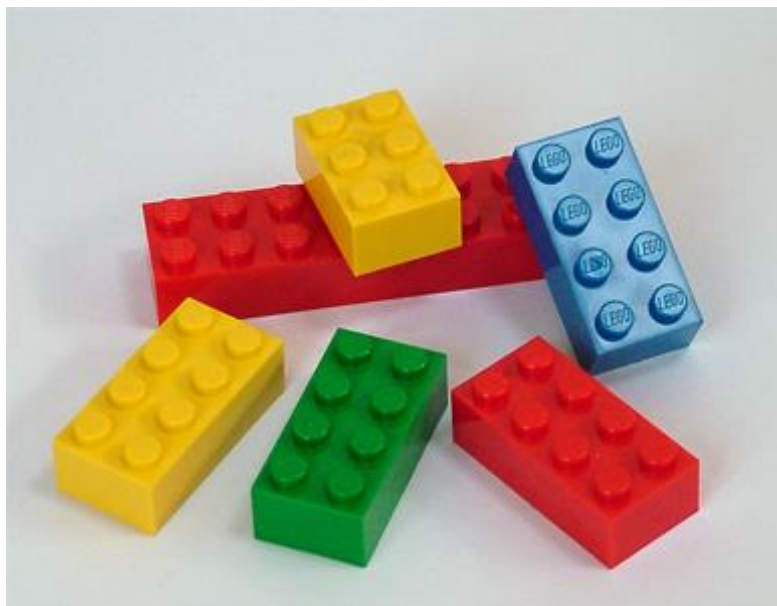
#### Material

El ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) es fuerte, tenaz y fácil de moldear. Por lo general es opaco, aunque algunos grados actuales son transparentes, y se le puede dar colores vivos. Las aleaciones ABS-PVC son más tenaces que el ABS estándar y, en algunos grados, auto-extinguibles, se utilizan para carcasas de herramientas de potencia.

#### Composición (resumen)

Bloquear terpolímero de acrilonitrilo (15-35%), butadieno (5-30%) y estireno (40-60%).

#### Figura



### Leyenda

La imagen dice mucho: el ABS permite obtener molduras detalladas, acepta una amplia paleta de colores y no es toxico, pero si lo suficientemente fuerte como para sobrevivir a lo peor que los niños puedan infringirle.

### Propiedades generales

Densidad	1.01e3	-	1.21e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 2.26	-	2.49	EUR/kg

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	1.1	-	2.9	GPa
Límite elástico	18.5	-	51	MPa
Resistencia a tracción	27.6	-	55.2	MPa
Elongación	1.5	-	100	% strain
Dureza-Vickers	5.6	-	15.3	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	11	-	22.1	MPa
Tenacidad a fractura	1.19	-	4.29	MPa.m <sup>0.5</sup>

### Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	61.9	-	76.9	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0.188	-	0.335	W/m.°C
Calor específico	1.39e3	-	1.92e3	J/kg.°C



Coefficiente de expansión térmica 84.6 - 234  $\mu$ strain/°C

**Propiedades eléctricas**

¿Conductor eléctrico o aislante? Buen aislante

**Propiedades ópticas**

Transparencia Opaco

**Ecopropiedades**

Contenido en energía, producción primaria \* 90.3 - 99.9 MJ/kg

Huella de CO2, producción primaria \* 3.64 - 4.03 kg/kg

Reciclaje True

**Marca de reciclaje**



**Información de apoyo**

**Usos típicos**

Cascos de seguridad, material de acampada, paneles de instrumentos y equipamiento interior de automóvil, accesorios de tuberías, seguridad doméstica, cubiertas de pequeños electrodomésticos, equipos de comunicación, máquinas de oficina, fontanería, rejillas y tapacubos de coche.