


Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior


Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Estudi i disseny d'una pròtesi externa de maluc per a cans

Document: Memòria i Annexos

Alumne: Jan Llinàs de Cendra

Tutors: Inés Ferrer Real

Departament: Enginyeria mecànica i de la construcció industrial

Àrea: Enginyeria dels processos de fabricació

Convocatòria: Febrer 2018

ÍNDEX

1	Introducció.....	4
1.1	Antecedents	4
1.2	Objecte	5
1.3	Especificacions i abast.....	5
2	Descripció problemàtica.....	6
2.1	Anàlisi històric.....	6
2.2	Salut i malalties freqüents	7
2.3	Solucions de les patologies.....	10
3	Metodologia.....	13
4	Definició estratègica	15
4.1	Estudi de mercat.....	15
4.2	Definició de requisits	20
5	Disseny conceptual.....	22
5.1	Anàlisi d'entorn del prototip	22
5.2	Anàlisi d'alternatives dels components principals	22
5.2.1	Alternatives per la faixa rígida.....	23
5.2.2	Alternatives de l'estructura.....	25
5.3	Anàlisi funcional	29
5.3.1	Anàlisi de funcionament	30
5.4	Anàlisi comparatiu.....	31
6	Estudi del mecanisme principal	34
6.1	Estudi del mecanisme estàtic.....	34
6.2	Simulació del mecanisme dinàmic.....	35
7	Disseny del detall de la proposta final.....	50
7.1	Sistema d'adaptació alçada	50
7.2	Sistema d'adaptació d'amplada.....	52
7.3	Sistema bloqueig roda.....	53
7.4	Sistema d'unió al gos.....	54
7.5	Altres detalls tècnics	55
7.6	Muntatge i acomodament.....	57
8	Resum del pressupost.....	58
9	Conclusions.....	59
10	Bibliografia	60
A	ANNEX.....	63
A.1	Propostes de modificacions.....	63

A.2 Altres	64
B Plànols	68
C Pressupost	69

1 Introducció

1.1 Antecedents

En la societat actual, el gos és considerat un dels animals de companyia per excel·lència. Gran part de les malalties que poden patir aquests animals afecten la mobilitat de les seves potes posteriors, essent la més freqüent la displasia de maluc. Aquesta malaltia provoca una laxitud i degeneració de l'articulació coxofemoral, que ocasiona una pèrdua progressiva de la mobilitat de les potes posteriors del gos. Inicialment, es manifesta en forma de coixera però en fases avançades produeix una pèrdua total de la mobilitat posterior. La displasia de malucs és molt freqüent sobretot en races grans com el Dogo de Burdeos, on pot arribar a afectar un 56,3% dels animals d'aquesta raça. Davant aquesta problemàtica, el ventall de solucions que garanteixen l'èxit són poques, per aquest motiu en la majoria dels casos s'opta per aplicar mètodes preventius. Les solucions que s'ofereixen es poden englobar en dos grans grups: els tractaments quirúrgics i els tractaments conservadors.

Els tractaments quirúrgics impliquen fer una incisió a la pell i col·locar una pròtesi total de maluc. Solen ser les mesures més eficaces, sempre i quan l'operació sigui correctamentefectuada i el pacient accepti adequadament el tractament. Malauradament, la cirurgia no garanteix l'èxit, no està exempta de complicacions, obliga a una recuperació i és un tractament car .

Els tractaments conservadors proposen una solució menys agressiva que alenteixi la progressió de la malaltia i millori la qualitat de vida del pacient. Es poden dividir en tres grans blocs: l'administració de medicaments, la utilització de suports o faixes i l'ortopèdia. L'administració de medicaments i els suports o faixes s'utilitzen per alleugerir el dolor i impedir la progressió de la displàsia. L'ortopèdia aporta les pròtesis canines externes més conegudes com a cadires de rodes per gossos. Aquestes tracten de donar suport a les potes posteriors del gos de manera que tingui més mobilitat i autonomia. El problema és que les cadires de rodes del mercat són poc ergonòmiques, i depenent del país, extremadament cares. Tanmateix, les cadires que existeixen actualment en el mercat no milloren tant la qualitat de vida de l'animal, i sols els dona autonomia de moviment i requereixen d'un tercer que els ajudi a treure la pròtesi per descansar.

1.2 Objecte

L'Objectiu d'aquest projecte és aplicar coneixements i mètodes enginyerils per estudiar i dissenyar una pròtesi externa de maluc per a cans. La pròtesi que aquí es dissenya ha de garantir les màximes prestacions, tot intentant minimitzar els costos. Les funcions que hauria d'oferir a l'usuari són: poder desplaçar-se de forma autònoma, poder fer les necessitats sense treure la cadira i finalment poder estirar-se i aixecar-se amb autonomia pròpia. La pròtesi ha de poder adaptar-se a la mida del pacient.

Amb aquesta pròtesi externa és pretén millorar la qualitat de vida dels gossos que pateixen les següents malalties: displàsia de maluc, hèrnies discals, meningioma lumbar, artrosis o bé facilitar la rehabilitació física de les extremitats posteriors dels animals en tractaments post quirúrgics.

1.3 Especificacions i abast

Per complir aquest objectiu, el projecte té per abast la realització d'una recerca sobre les malalties que poden ser solucionades o millorades amb el disseny de la protesi proposada i un anàlisi de mercat de les pròtesis existents per tal de millorar-les.

En relació al disseny, es realitzarà una definició dels requisits i un estudi de les possibles solucions per tal de trobar els resultats més òptims per el nostre disseny.

Finalment, es realitzarà una definició del disseny final del prototip tot explicant el per què de cadascuna de les seves parts.

2 Descripció problemàtica

És necessari, abans d'entrar en els aspectes més tècnics i analítics del projecte en qüestió, conèixer millor el que avui dia és una de les espècies animals més relacionada amb els humans, el gos. Cal ser concients de la gran quantitat de gossos que existeixen al món i de les malalties que més els afecten per comprendre la magnitud del problema. Per aquest motiu s'aborden en els següents apartats del capítol, temes com la història i domesticació d'aquest animal, així com les races existents, la salut i el seu comportament.

2.1 Anàlisi històric

El gos, de nom científic *Canis lupus familiaris*, és un mamífer que prové de la família dels cànids. És l'espècie animal que actualment té més relació amb els humans. Les proves arqueològiques demostren que humans i cànids han estat en convivència propera des de fa més de 9000 anys, tot i que hi ha proves fòssils que indiquen que ja hi havia cànids que tenien contacte proper amb humans fa 100.000 anys.

En l'actualitat es calcula que hi ha unes 800 races de gossos, tot i que és difícil saber-ho amb exactitud. Aquest número tan elevat de races és deu als bons resultats obtinguts de la cooperació entre homes i cans al llarg de la història. Aquest fet va fomentar l'afició de trobar la raça perfecta per a cada tipus de treball. D'aquesta manera, van sorgir la gran majoria de raçes conegudes avui en dia, cadascuna d'elles amb unes aptituds mentals i físiques completament diferents.

S'estima que al món hi ha uns 400 milions de gossos domèstics, cosa que els fa un dels animals de companyia més populars. No ha estat però, fins fa uns 100 anys, que aquest animal s'ha considerat un animal de companyia, ja que anteriorment eren animals destinats a la caça, guardia, pastura o fins i tot serveis militars. Avui en dia, la connexió amb aquets animals és tal que podem trobar tot tipus de treballs als quals estan destinats: gossos policia, gossos de treball, gossos llebrers, gossos pigall, gossos pastors etc.

La gran quantitat de gossos domèstics existents, fa que no podem ser aliens a les seves malalties i més concretament a les que afecten les seves extremitats posteriors perquè els hi provoquen una gran incapacitat. Tal i com hem dit anteriorment, l'home

ha forçat l'increment del nombre de races naturals que hi havia. Per fer-ho s'ha fixat en trets diferenciats d'una raça en concret i els ha intentat potenciar mitjançant el creuament amb individus amb el mateix tret . Aquest fet ha produït les grans diferències entre races i ha provocat una gran consanguinitat genètica, sobretot en les races que més es diferencien del "*Canis lupus*", és a dir, les més manipulades genèticament. La manipulació genètica i la consanguinitat han ocasionat problemes de salut en determinades races.

2.2 Salut i malalties freqüents

Els gossos, com els humans , poden patir molts tipus de malalties amb incidències diferents. En aquest apartat s'explicaran les principals patologies que poden afectar la mobilitat de les potes posteriors d'aquests animals. Farem èmfasi en els símptomes que provoquen i quins tipus de gossos tenen més risc de patir-les. Les més freqüents són la displàsia de maluc, les hèrnies discals, el meningioma lumbar i l'artrosi.

DISPLÀSIA DE MALUC

La displàsia de maluc canina és una malaltia òssia, congènita, hereditària, degenerativa i poligènica. Consisteix en una laxitud i degeneració de l'articulació coxofemoral del gos que fa que l'animal perdi progressivament la mobilitat de les potes posteriors. Afecta principalment a races grans o gegants, que presenten un ràpid augment de pes i volum corporal sobre un esquelet immadur juntament, amb una mineralització i calcificació tardanes. En la presentació de la displàsia de maluc també hi intervenen altres factors com l'alimentació, el sobrepès, les alteracions hormonals i l'exercici físic intens, que poden provocar un desgast de l'articulació, especialment en edats juvenils.

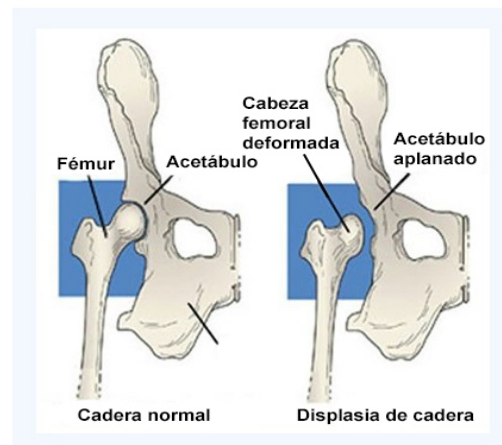


Figura 1: [1] Síntomes de la displàsia de maluc

La severitat de la displàsia pot variar des d'una simple desviació de l'articulació o petita subluxació fins a un aplanament o luxació del cap femoral. Això pot arribar a provocar que el gos deixi de caminar en els nivells més avançats d'aquesta malaltia. La gravetat de la displàsia es pot mesurar de varies maneres. Les més utilitzades són l'angle de Norberg (Figura 2) i el mètode de Schuelle. L'angle de Norberg es medeix

segons la desviació de l'articulació on la displasia pot ser lleu (100° - 105°), moderada (90° - 100°) o greu (90°) amb una possible luxació del cap femoral.

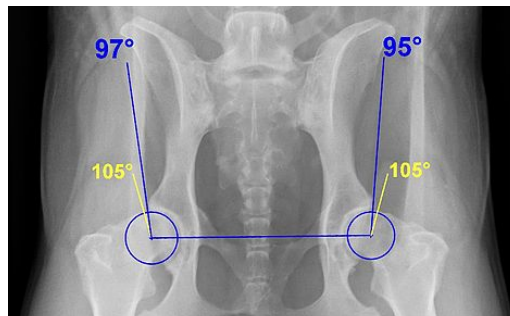


Figura 2: [2] Angles de Norberg

El mètode de Schulle es basa segons l'encaix de l'articulació i diferencia quatre tipus de grau.

- Grau I: petita subluxació.
- Grau II: Marcada subluxació lateral del cap femoral (25-50% fora de l'acetàbul).
- Grau III: 50-75% del cap femoral fora de l'acetàbul.
- Grau IV: luxació del cap femoral amb aplanament de la bora acetabular i cap femoral.

Aquesta malaltia afecta a un gran nombre d'individus d'aquesta espècie. En un estudi de la OFA (Orthopaedic Foundation of Animals) sobre la displàcia de maluc es situen entre les principals races que pateixen displàcia:

Raça	Percentatge displàcia
Bull dog	72,6 %
Carlino	64,3 %
Dogo de Burdeos	56,3 %
Mastí Napolità	48,1 %
San Bernardo	46,7 %
Dogo Argentí	41,0 %

Taula 1: [3] Resum de les principals races amb displàcia (Annex)

HÈRNIES DISCALS

L'hèrnia discal és una malaltia degenerativa dels discs de la columna vertebral i al mateix temps, una de les causes més freqüents de dèficit motor del tram posterior dels gossos. Es produeix per compressió de la medul·la espinal pel material discal herniat (Figura 2). Es manifesta per dolor i diferents graus de disfunció de la medul·la espinal:

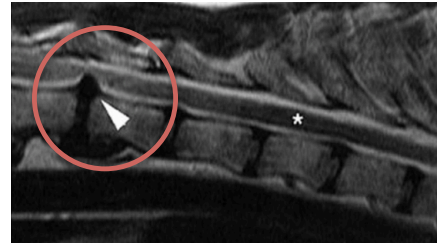


Figura 3: [4] Hèrnia discal

- descoordinació al desplaçar-se
- el gos deixa de caminar, s'arrossega o fa moviments dificultosos (parèsia o paràlisi de les extremitats) amb problemes per realitzar les seves necessitats.

Per combatre el dolor l'animal adopta postures antiàlgiques com portar el cap baix o arquejar l'esquena en la zona de la lesió.

MENINGIOMA LUMBAR

El meningioma és el tumor cerebral més comú en gossos. Afecta el sistema de membranes i a la medul·la espinal que envolten el cervell. Aquests tumors comprimeixen els teixits adjacents i provoquen la inflor de les regions afectades (Figura 3). Els símptomes més comuns del meningioma lumbar són la falta de coordinació dels moviments i dolors aguts de coll o esquena. Totes les races estan en risc de presentar un meningioma, essent més freqüent en gossos d'edat avançada.



Figura 4: [5] Meningioma lumbar

ARTROSI

L'artrosi és la malaltia reumàtica més freqüent dels gossos. Es produeix pel desgast del cartílag que és el teixit que fa d'amortidor protegint els extrems articulars dels ossos afavorint el moviment de l'articulació. Quan el cartílag es desgasta, va perdent elasticitat i força arribant a provocar un mal funcionament de l'articulació. Com a conseqüència, apareix el dolor i la dificultat per a moure's. Pot afectar qualsevol articulació del cos però les localitzacions més freqüents són la columna cervical i lumbar.

2.3 Solucions de les patologies

Gran part d'aquestes malalties acaben afectant les potes posteriors el que ocasiona una pèrdua de l'autonomia i com a conseqüència una afectació de l'estat anímic de l'animal. Per millorar el dèficit motor de les extremitats posteriors disposem de dos grans tipus de tractaments: els tractaments quirúrgics i els tractaments conservadors.

Els tractaments quirúrgics són aquelles accions mecàniques sobre alguna estructura anatòmica del gos que impliquen fer una incisió a la pell. Aquestes solen ser les mesures més efectives sempre que l'operació sigui correctament efectuada. El problema és que no sempre es realitzen a la perfecció o bé el pacient no accepta el tractament quirúrgic. És per això que aquestes no garanteixen l'èxit de l'operació, és a dir, el resultat de l'operació no té garanties sobre el fracàs. A més, són tractaments cars que no estan a l'abast de tothom. El preu de la intervenció oscil·la entre 2000 i 4000 euros aproximadament, depenent del tipus d'operació i centre veterinari. També és cert que es solen oferir varies opcions quirúrgiques, cadascuna amb un cost diferent.

En el cas de la displàsia de maluc, una de les més freqüents tal i com s'ha esmentat anteriorment, existeixen quatre tipus de cirurgia:

- Artroplàstia per excisió del cap del fèmur: consisteix en l'extirpació parcial o total de l'articulació. La musculatura glútea en el gos té un bon potencial de desenvolupament per a subjectar el maluc i el fèmur intervingut. El mal s'alleuja evitant el contacte ossi del fèmur amb la pelvis.



Figura 5: [6] Artroplàstia per excisió del cap del fèmur

- Osteotomia triple de maluc (OTM): procés quirúrgic, correctiu, que reorienta l'acetàbul per establir una congruència entre el cap femoral i l'acetàbul.

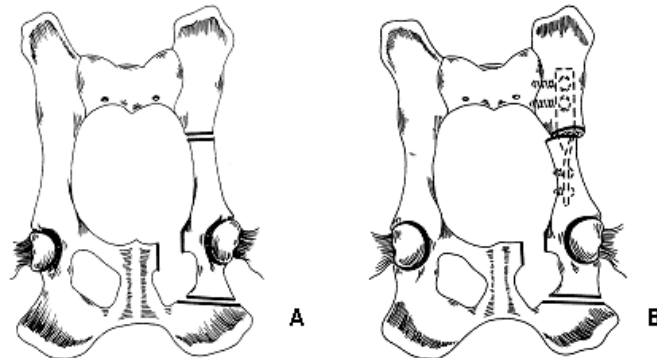


Figura 6: [7] A) Esquema de la osteotomia sobre el maluc. B) Imatge final del maluc després de la osteotomia i la col·locació de la placa.

- Pròtesis o substitució completa del maluc: consisteix en suprimir completament el cap, el coll femoral i l'acetàbul i substituir-los per uns d'artificials.



Figura 7: [8] A) Fèmur sa. B) Fèmur substituït artificial

- Pectinectomia o resecció del múscul pectini: consisteix en seccionar i extreure una porció del múscul o tendó del pectini. Aquest actuarà com adductor del maluc.

Els tractaments conservadors pretenen trobar una solució menys agressiva per tractar o alentir la malaltia. Cal tenir present que no són tractaments permanents però tenen un cost molt més assequible comparat amb els tractaments quirúrgics. Podem trobar tres tipus de tractaments conservadors: L'opció més clàssica és l'administració de fàrmacs per alleugerir el dolor o per impedir que la malaltia pugui progressar. Pel tractament del dolor s'utilitzen antiinflamatoris i/o analgèsics i per evitar la progressió els condroprotectors, molt prescrits per tractar patologies com la displàsia o l'atrosi.

El principal inconvenient dels tractaments farmacològics és que no resolen la malaltia, únicament en milloren els símptomes i la qualitat de vida.

Els suports de maluc o faixes són un altre tipus de tractament molt útil per tractar la displàsia de maluc o l'artrosi localitzada. Són peces de roba elàstica que realitzen una pressió a la zona afectada de manera que l'estabilitzen i l'escalfen reduint el dolor i estimulant la musculatura. La pressió força un moviment més natural, amb el que s'aconsegueix un menor desgast de l'articulació. Són instruments que ajuden a alentir la malaltia, tot i que s'utilitzen poc perquè únicament són efectius en fases inicials i individus joves.



Figura 8: [9] Suport de maluc

Per últim, les cadires de rodes canines són una solució que s'aplica des de fa relativament poc. Aquestes tracten de donar suport a les potes posteriors del gos de manera que tingui més mobilitat i autonomia. N'hi han de molts tipus, fins i tot de fabricació pròpia, doncs el concepte no és massa complicat. Són una solució econòmica que millora la qualitat de vida del gos evitant un tractament agressiu com la cirurgia. Aquest darrer aspecte les fa molt indicades per animals vells o amb un elevat risc quirúrgic.

El fet que els gossos siguin animals domèstics des de fa poc més de 100 anys explica que la medicina aplicada en aquests animals hagi avançat molt en poc temps. Quasi tots els tractaments explicats anteriorment són fruit d'un avenç recent en la recerca mèdica. És per això que encara són molt millorables.

3 Metodologia

Aquesta part del treball té com a objectiu descriure de manera breu les diferents fases del projecte per tal d'oferir un fil conductor del mateix. Així doncs, abans d'entrar en detall en el disseny final, es necessari passar per 5 fases prèvies: definició estratègica, disseny conceptual, estudi del mecanisme i disseny del detall.

En la primera fase es planteja i defineix una estratègia per atacar la problemàtica del projecte. Aquesta fase engloba dos grans blocs: l'estudi de mercat i la definició de requisits.

L'estudi de mercat és molt útil per tenir una idea realista de com són les cadires de rodes per a gossos, quina funcionalitat té cada model i entendre les diferències de preus entre elles. També s'ha fet necessari analitzar quina és la cadira més popular i entendre'n el perquè. Ha estat així, com s'ha detectat la manca de cadires de rodes que permetin que el gos s'estiri per descansar. Aquest és un punt important en tant que es tracta d'animals amb una discapacitat avançada que aguanten tot el pes del seu cos amb les potes anteriors el que fa que es cansin més ràpidament.

Malgrat les cadires que estan al mercat es poden posar i treure amb certa facilitat, sempre s'ha de tenir en compte que un oblit del propietari podria suposar que l'animal estigues dret durant hores. Tanmateix, en general, les cadires comercialitzades són d'una gran simplicitat, la qual cosa no garanteixen un ús correcte de les mateixes.

A nivell conceptual, existeixen cadires que permeten que el gos es pugui estirar o asseure, però són prototips conceptuals i no es troben al mercat.

Un cop analitzades les cadires existents, s'inicia el plantejament de com ha de ser la solució que es vol proposar. Una bona manera de fer-ho és mitjançant una definició de requisits. Aquesta part ha de respondre a la pregunta: Que ha de poder fer la cadira de rodes proposada? d'aquesta manera s'acota l'abast del projecte. Un cop centrat amb els models que permeten assentar al gos es va realitzar un estudi del disseny tot entenent el perquè de tots els seus components. Un dels factors comuns que tenien era la utilització de molles, ja siguin lineals o circulars, doncs aquestes permeten emmagatzemar energia i aquest fet facilita la pujada de la cadira i simular la força que exerceix el gos al aixecar-se.

És en la segona fase on es realitza el disseny conceptual. Aquesta és la part més creativa del projecte, que consisteix en imaginar d'alguna manera com fer que tots els requeriments plantejats en la fase anterior encaixin en un únic disseny. Per dur-la a terme cal un procés de prova i error on de manera seqüencial és va millorant disseny rere disseny fins a arribar a un disseny òptim. Per dur a terme aquesta fase són útils eines com l'anàlisi de l'entorn, l'anàlisi d'estructura i l'anàlisi funcional. Del conjunt d'idees obtingudes amb l'estudi de mercat, es va realitzar una primera maqueta extreta directament de les mesures reals d'un *pastor Belga Malinois*. Aquesta raça és anatòmicament quadrada, és a dir, que aproximadament mesura el mateix d'alçada com d'allargada, fet que ens és útil a l'hora de començar a dimensionar un disseny.

Un cop valorada la solució òptima a nivell conceptual, es defineix quina és la solució final al problema plantejat mitjançant la fase del disseny del detall. Aquesta fase conte els aspectes més concrets del disseny conceptual. Formen part d'ella les especificacions tècniques, la descripció detallada dels sistemes utilitzats i la proposta de modificacions.

En la quarta fase és on es realitza l'estudi del mecanisme principal. En aquesta trobem la justificació del disseny proposat des del punt de vista de l'enginyeria. Cal demostrar des del punt de vista científic que funciona correctament i que els dissenys de totes les parts són realitzables. Aquesta fase també conte un estudi econòmic del cost de la fabricació del producte.

La cinquena i última fase és la de producció. En aquesta es passarà a justificar quines peces són les que comprem i quines són les que fabriquem tot definint en detall aquestes últimes. Finalment, es definirà el muntatge de totes les peces. En aquesta última part trobarem els plànols de com va muntada cadascuna de les peces (tant comprades com fabricades) i plantejarem l'ergonomia i acomodament d'aquesta perquè el prototip pugui ser usat el major temps possible sense portar cap inconvenient a l'animal.

4 Definició estratègica

Abans de començar a dissenyar, cal definir el producte que es vol desenvolupar des del punt de vista de les necessitats que aquest cobrirà juntament amb els avantatges que presentarà respecte els models existents al mercat. Per aquest motiu en aquesta fase es realitzarà un estudi de mercat i una definició dels requisits que volem que tingui nostre producte.

4.1 Estudi de mercat

Les cadires de rodes per gossos són un producte molt recomanat pels ortopedistes canins o veterinaris per solucionar les malalties mencionades anteriorment. Poden ser utilitzades per les rehabilitacions posttraumàtiques on es busca una recuperació del teixit muscular amb moviment parcial, sense carregar en excés. També s'utilitzen per la rehabilitació post quirúrgica en cirurgies de les potes posteriors, on es busca la immobilització temporal d'aquestes.

En el mercat existeixen molts tipus de cadires i de fet, quasi cada model intenta adaptar-se al màxim a cada gos segons el seu problema o discapacitat. El seu disseny i construcció no és extremadament complicat, el que fa que moltes empreses d'ortopèdia animals creïn la seva pròpia. Així doncs, es realitzarà un estudi de mercat analitzant les característiques i funcionalitats que presenta cada model i el perquè de la seva funcionalitat .

MODEL 1

Aquest primer model té una estructura rígida on s'hi enganxa un arnès simple a la part davantera i una faixa que el subjecta a l'abdomen. Les faixes estan confeccionades en neoprè tèxtil per a un millor confort de l'animal. L'estructura és regulable en l'alçada i llargada per nivells. Està dissenyada per a gossos fins a 14 kg. La peculiaritat d'aquesta cadira és que les potes del gos queden fixades a l'estructura amb unes fèrules amb part adhesiva. L'eix té una forma de graó que permet al gos pedalar i avançar amb petits moviments de les potes posteriors. El fet que tingui aquesta petita llibertat de moviment fa que sigui una cadira enfocada a la rehabilitació post quirúrgica.



Figura 10: [10] Model 1



Figura 9: [11] Eix graonat del model 1

MODEL 2

Aquest és el model més estès i popular perquè ofereix una gran adaptabilitat. Parteix d'una estructura rígida regulable en nivells per alçada, llargada i amplada. Les barres que subjecten les rodes tenen una certa inclinació per tal de donar més estabilitat a l'estructura alhora de suportar càrregues. Una de les peculiaritats d'aquesta cadira és que permet l'opció de plegar-se. (Figura 11)



Figura 11: [12] Model 2 muntat / plegat

Aquesta cadira es troba en 3 models diferents segons alçada i pes: per gossos de menys de 4 kg, entre 4 i 11 kg i de més de 11 kg. A la part posterior de la cadira hi han encaixos per poder adaptar-hi una corretja i mantenir les potes elevades. D'aquesta manera la cadira pot ser útil tant per gossos sense mobilitat a les potes posteriors com per gossos que estan en període de rehabilitació. Per la subjecció del maluc s'utilitza un sistema de dos corretges ajustables i revestides amb neoprè tèxtil.

MODEL 3

Podem trobar models molt més simples dirigits a gossos de mida petita o miniatura on les carregues que ha d'aguantar la cadira són mínimes. Tot i la seva simplicitat realitzen una funció molt similar als models més complexos exposats anteriorment. Una de les característiques d'aquests models és que l'estructura de darrere té forma de nansa el que permet aixecar les potes amb facilitat si és requerit pujar un obstacle.



Figura 12: [13] Model 3

MODEL 4

Aquest model és molt similar als exposats anteriorment, amb la diferència que la forma de regular l'alçada de la cadira de rodes és diferent. Aquest sistema es basa en el que pot fer servir qualsevol trípode (per subjectar una càmera de fotos, telescopi, làmpada etc.). El centre de la barra que subjecta les rodes té una guia que mitjançant un cargol es pot collar i fixar a l'alçada desitjada. L'avantatge d'aquest sistema és que es pot regular amb més precisió que la regulació per nivells. L'inconvenient és que no és massa segur per gossos grans o gegants, en els que el pes de l'animal podria superar la força que fa el cargol.



MODEL 5

El cinquè model és bastant simple. El gos té les potes posteriors dins una bossa tèxtil situada al canto de les rodes. D'aquesta manera el gos queda immobilitzat de les potes de darrere. També cal fixar-se en que les rodes tenen un cert grau d'inclinació respecte al terra per tal de donar més estabilitat a l'estructura quan aquesta es trobi en moviment.



Figura 14: [15] Model 5

Com hem pogut comprovar, hi ha una quantitat important de models i cada un d'ells adopta funcions lleugerament diferents. En la Taula 2, s'exposen de forma gràfica les característiques, requeriments i funcions dels diferents models. Aquesta taula ens permetrà comparar qualsevol model amb els altres.

Model	Immobilitzar	Caminar	Moviment limitat	Amplada ajustable		Allargada ajustable		Alçada ajustable		Fer necessitats	Plegable	Estable (inclinació)	Desplaçar-se linealment	Fàcil mobilització	Suportar esforços mecànics		
				nivells	lliure	nivells	lliure	nivells	lliure						grans	Mitjans	petits
1			X			X		X					X			X	
2	X	X		X		X		X		X	X	X	X		X	X	X
3		X				X							X	X			X
4	X	X							X			X	X				X
5	X							X				X	X				X

4.2 Definició de requisits

En les cadires de rodes anteriorment analitzades s'ha observat que el gos té la possibilitat de asseure's o descansar amb la pròtesi posada. Tanmateix, aquestes cadires tampoc l'hi permeten fer les seves necessitats amb comoditat. La proposta proposada pretén que el gos pugui fer una vida el més semblant possible a la d'un gos si no tingués una discapacitat. D'alguna manera l'objectiu és unificar les funcions que realitzen les diferents cadires de rodes en un únic disseny. Així doncs, la cadira ha de permetre: desplaçar-se de forma autònoma, fer les necessitats sense treure la cadira, estirar-se i aixecar-se de forma autònoma.

Al tractar-se de gossos amb algun tipus de discapacitat, també es considera com a requisit dissenyar la pròtesi de forma que sigui còmode de manipular el gos per el propietari.

Un altre requisit seria poder ajustar la cadira a la mida del pacient. D'una cadira adaptable a gossos de diferents mides i pes permetria la seva reutilització i adaptació al creixement biològic de l'animal. Per altre banda, permetria tenir un producte més barat d'aquesta manera abaratir els costos al no tractar-se d'un producte personalitzat.

Així doncs la pròtesi ha de permetre:

- Desplaçar-se autònomament
- Fer necessitats directament
- Estirar-se i aixecar-se autònomament
- Facilitar al propietari la mobilització del gos.
- Ajustar la mida

A continuació, adjunta la taula de requeriments (Taula 3) amb les especificacions tècniques del producte:

Concepte	Quantificació/Requeriment
Alçada creu	[55 – 65] cm
Pes del gos	[25 – 40] Kg
Tipus malaltia	Displàsia de maluc / hèrnies discals / Meningioma lumbar / Artrosi / Rehabilitació
Realitzar necessitats	Sí
Sistema ajustable	Sí
Superar petits obstacles	Sí
Estirar-se	Sí
Tipus molla	[1000 - 1500] N/m
Plegar-se	Sí
Material Faixa rígida	Plàstic
Material Estructura	Alumini
Revestiment interior	Espuma EVA d'alta densitat
Cost	314,7 €

Taula 3: Taula de requeriments i especificacions tècniques

5 Disseny conceptual

Aquesta és la part més creativa del projecte. Es tracta de generar i analitzar alternatives per solucionar els problemes identificats en la definició estratègica els quals han de concordar amb els objectius i les restriccions marcades prèviament. S'ha optat per un disseny més elaborat que els existents al mercat amb el qual el gos pugui desplaçar-se, estirar-se i fer les seves necessitats de forma autònoma. Aquests són els requisits més importants que els dissenys conceptuals proposats han de complir.

5.1 Anàlisi d'entorn del prototip

En aquesta part del projecte es definirà sobre quins entorns s'està pensant a l'hora de dissenyar la pròtesi doncs no és el mateix parlar d'entorns urbans que d'entorns d'interiors o d'entorns rurals. També s'ha de tenir en compte el clima del lloc de residència, doncs si és un lloc humit caldrà que la cadira de rodes sigui resistent a l'oxidació.

La pròtesi proposada ha estat dissenyada perquè el gos tingui l'oportunitat de gaudir de quasi qualsevol entorn. Això és possible gracies a les possibles modificacions que se li poden incorporar com el canvi de roda per a diferents tipus de terreny. No obstant les possibles modificacions, la cadira de rodes estàndard té l'avantatge que conta amb dos rodes d'un diàmetre suficient com per superar superfícies amb certes irregularitats. Això la fa idònia per entorns urbans o interiors. També es pot utilitzar en entorns rurals relativament plans com ara camins rurals.

5.2 Anàlisi d'alternatives dels components principals

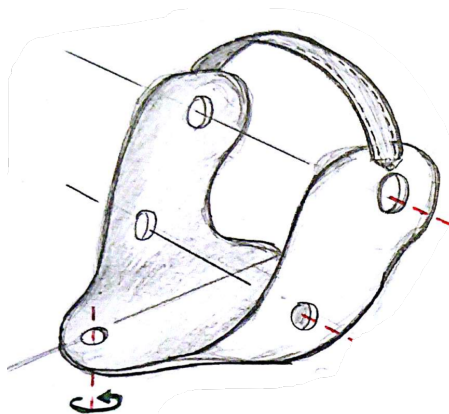
Es defineix com anàlisi d'alternatives la identificació d'un o més medis o sistemes que representen estratègies per donar solució a la problemàtica abordada. Aquesta és una eina molt útil a l'hora d'escollir estratègies i sistemes per tal de arribar a una solució òptima real.

Per tal d'emprendre aquest projecte s'han necessitat varis esbossos per anar perfeccionant el disseny fins a tenir la solució més òptima abans de procedir a la seva definició del disseny detallat final. Podem dividir el projecte en dos grans parts: la faixa rígida i l'estructura. A continuació s'expliquen les alternatives proposades per cada una de les dos parts.

5.2.1 Alternatives per la faixa rígida

Alternativa de la faixa rígida N°1

Inicialment partim d'un disseny conceptual que a priori sembli que pugui satisfer les nostres necessitats.



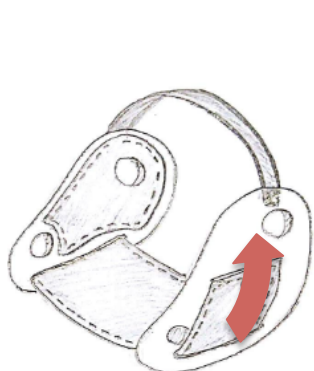
- Permet oscil·lar lateralment al individu
- Permet fixar la pròtesi a l'arnes
- Mida no modificable
- Disseny complexa per CAD
- Incòmode

Figura 15: Alternativa de la faixa rígida N°1

Aquest disseny mostra la primera proposta de faixa rígida. La faixa és l'element de subjecció a la pelvis del gos, on anirà fixada l'estructura. Aquest disseny té l'inconvenient que és rígid i per tant no complirà la condició de ser adaptable a qualsevol individu. Per altra banda té una forma difícil de dissenyar amb CAD i uns acabats incòmodes per tolerar-lo gaire temps. Té l'avantatge que ens permet fixar la pròtesi a l'arnès (fet essencial perquè el mecanisme funcioni) i que l'animal pugui fer petites oscil·lacions laterals imitant millor el moviment natural d'un gos en moviment a velocitats baixes.

Alternativa de la faixa rígida N°2

Per resoldre el problema de l'adaptabilitat, vam pensar en treure la base de la cadira tot mantenint els laterals i afegir un suport de neoprè que es pugui escurçar per adaptar-lo a la mida del gos. També s'ha afegit el mateix material als interiors dels laterals per evitar fregaments amb la pell i fer-lo més confortable.



- Permet variar la mida
- Còmode
- L'excés de lona molesta
- No permet oscil·lar lateralment al individu
- No permet fixar la pròtesi a l'arnes

Figura 16: Alternativa de la faixa rígida N°2

El problema d'aquesta segona alternativa és que, en el cas que el gos tingues una amplada posterior molt petita, hi hauria un excedent de neoprè que molestaria a l'estructura i podria afectar al mecanisme. Tanmateix, aquesta alternativa no permet fixar la pròtesi a l'arnès.

Alternativa de la faixa rígida N°3

Amb aquest tercera alternativa es va aconseguir evitar que hi hagués un excedent de neoprè als laterals. Vam col·locar dos corretges petites a les parts laterals de la faixa rígida (com les d'una maleta) que són fàcilment enrotllables i d'aquesta manera no molesten. Aquesta alternativa tampoc permet fixar la cadira a l'arnès ni oscil·lar, fet necessari pel funcionament correcte de la pròtesi.



Figura 17: Alternativa de la faixa rígida N°3

Alternativa de la faixa rígida final

Un cop detectat aquest darrer problema, vam decidir dissenyar la faixa rígida en tres peces diferenciades. Un seient rígid i dos laterals que es fixarien mitjançant dues corretges. Tant el seient com els laterals estarien fabricats amb una impressora 3D i anirien folrats amb espuma EVA d'alta densitat per evitar el fregaments amb el cos del gos. S'ha optat per aquesta forma del seient perquè permet que l'animal faci les seves necessitats sense haver de retirar la pròtesi. Així doncs el disseny final d'aquesta peça seria:

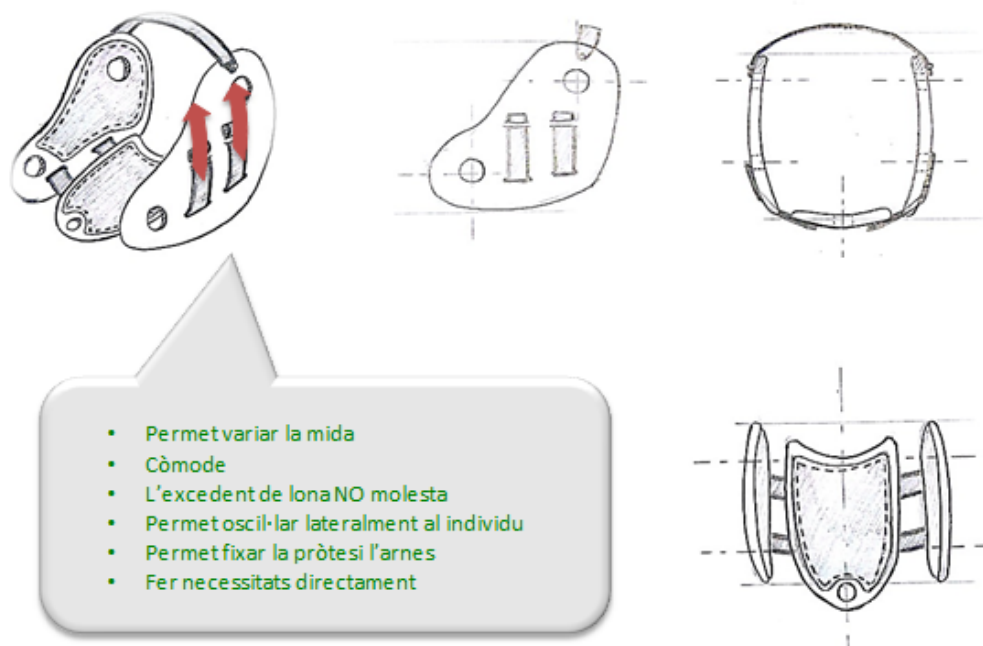


Figura 18: Alternativa de la faixa rígida final

Per tal que el gos es pugui desplaçar, la part davantera de la faixa anirà fixada a la part posterior d'un arnès.

5.2.2 Alternatives de l'estructura

Alternativa de l'estructura N°1

L'estructura és la que ha de permetre al gos estirar-se i aixecar-se amb autonomia. Aquest és el requisit més important del disseny que es vol realitzar. La primera proposta es basa en una estructura bàsica com les que s'han vist a l'estudi de mercat. La diferència principal seria que en aquesta les barres verticals on estan fixades les rodes estan separades per dos barres amb perfils de diferents mides, de manera que una entra dins de l'altre. Amb l'ajuda d'un pistó pneumàtic es faria pujar i baixar al subjecte.

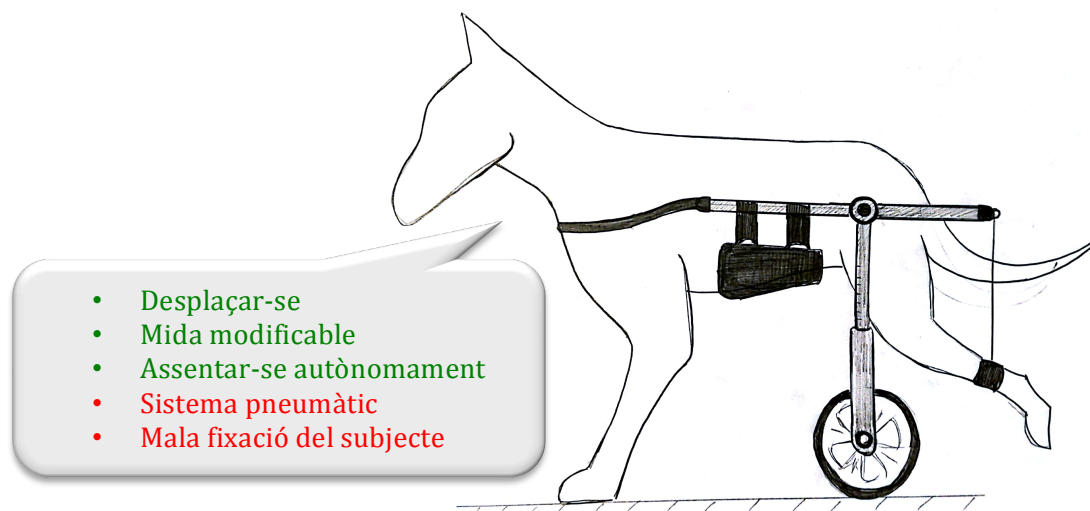


Figura 19: Alternativa de l'estructura N°1

La primera alternativa planteja varis problemes. El primer és que no s'ha sabut trobar una manera amb la qual el gos pugui decidir en quin moment el sistema s'ha d'activar. Tampoc convenç el fet que al baixar l'estructura, la pota tocaria al terra i el fil que l'aguanta quedaria destensat, cosa que podria provocar algun enredo del mateix. Per altre banda no s'ha trobat convenient l'aplicació de sistemes elèctrics o pneumàtics perquè suposarien una major complexitat, cost i pes. El sistema de subjecció del gos és pobre i no convenç.

Alternativa de l'estructura N°2

La segona alternativa busca una solució purament mecànica mitjançant l'aplicació de molles en espiral. Aquestes han de quedar elongades quan el gos està estirat de manera que al aixecar-se l'energia elàstica acumulada en elles l'ajudi a tornar a la posició inicial. Aquesta solució és modificable en amplada, en alçada i en allargada.

El sistema funciona de la següent manera: Per asseure's el gos ha de fer unes passes endarrere fins que l'articulació de l'estructura (marcada en color blau) comenci a girar. La roda tirarà endavant i el cos del gos anirà baixant fins que toqui al terra. Quan el gos vulgui aixecar-se, haurà de fer-ho amb les potes de davant i fer uns passos fins que amb l'ajut de la molla, la barra amb la roda torni a quedar perpendicular al terra.

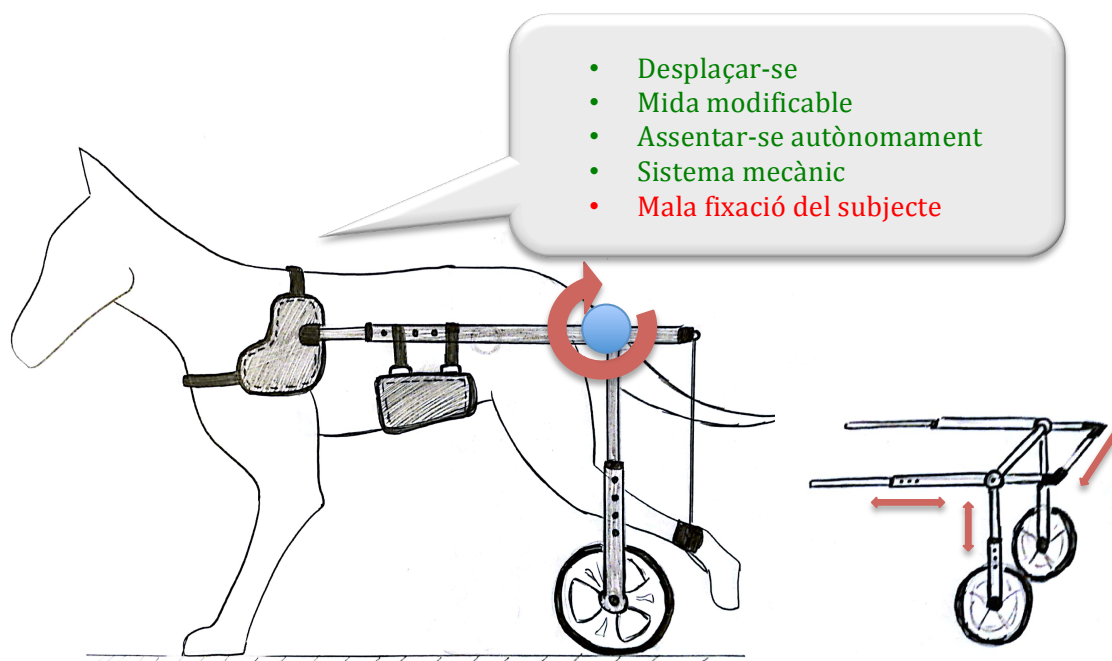


Figura 20: Alternativa de l'estructura N°2

Malgrat s'ha aconseguit que el sistema sigui purament mecànic, aquesta alternativa planteja certs problemes. En primer lloc, a nivell conceptual sembla que podria funcionar, però a nivell pràctic ens podríem trobar que la força que hauria d'exercir la molla hauria de ser excessivament elevada. El fet de posar una molla tant forta podria implicar que el sistema quedés rígid i per tant ja no serviria. En segon lloc, quan el gos ha de passar d'estar estirat a aixecar-se podria succeir que el sistema no acabes de pujar, ja que la roda lliscaria. Per tant queda descartada aquesta alternativa com a solució.

Alternativa de l'estructura N°3

Aquesta tercera alternativa pretén posar en pràctica el disseny conceptual de una estructura més complexa (Figura 21).

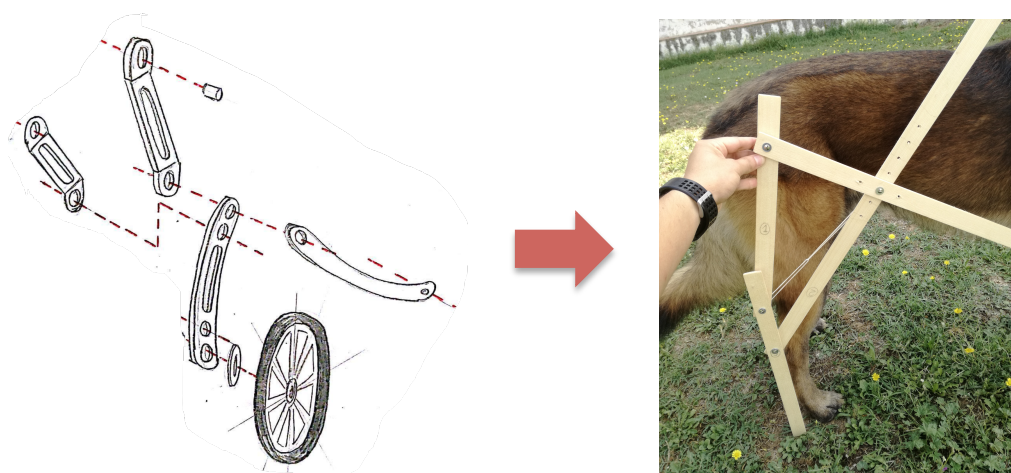


Figura 21: Alternativa de l'estructura N°3 esbós / Maqueta

Aquesta ha de permetre al gos estirar-se per mitja de tres barres connectades entre si i l'ús d'una molla fixada entre dos punts. El sistema és purament mecànic i permet regular l'alçada. Per veure si el model funciona de la manera esperada, es va posar en pràctica amb la realització d'una maqueta de fusta a escala real. Per les mesures es va partir d'un gos model (*Pastor Belga Malinois*). Es va utilitzar una goma elàstica perquè realitzes la funció de molla. El sistema va resultar funcionar tal i com s'esperava, per tant aquest model va ser el punt de partida per la realització de la estructura final.

Alternativa de l'estructura final

Pel que fa al disseny conceptual de l'estructura (Figura 22) observem com aquesta, a grans trets, té la forma d'un quadrilàter articulat en forma "X". L'estructura ha d'aguantar les potes posteriors de l'animal en estàtica i en moviment. També ha de poder plegar-se per permetre que el gos es pugui estirar.

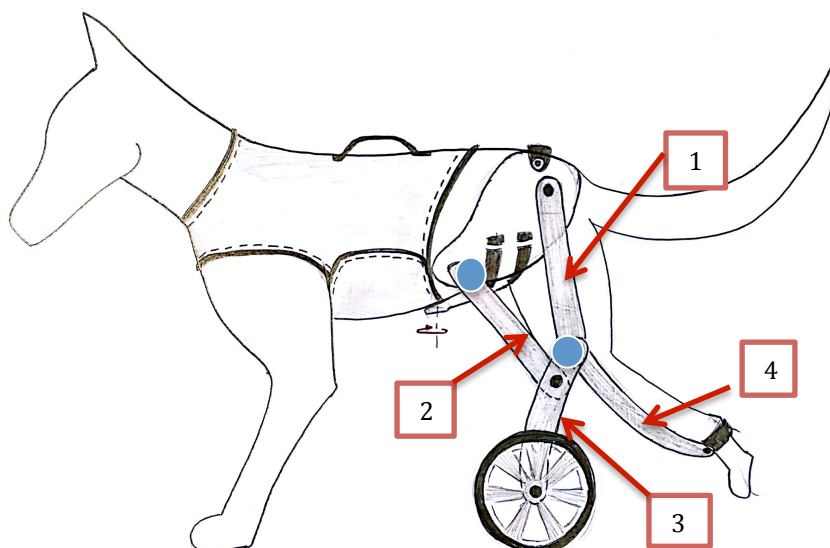


Figura 22: Diferents parts de l'alternativa de l'estructura final

És una estructura totalment simètrica definida per un total de 3 barres estrictament obligatòries i una quarta optativa que dependrà de la utilització que se li vulgui donar a la pròtesi. La quarta barra optativa augmenta les prestacions de la cadira al permetre una immobilització total de les potes posteriors. Seria especialment útil en cas d'una displàsia de maluc avançada o d'una tetraplegia. Aquesta no seria necessària si l'objectiu fos únicament alleugerir l'impacte de les potes amb el terra com en les displàsies moderades o en les rehabilitacions post-quirúrgiques. En aquests casos el que es busca és una recuperació muscular progressiva. Aquesta s'aconseguiria

regulant l'alçada de la barra de manera que es podria anar augmentant l'impacte a mesura que s'anés recuperant la musculatura d'una forma correcte.

Els punts de color blau indiquen on aniria fixada la molla. Aquesta té la funció d'emmagatzemar l'energia potencial elàstica per tal que quan el gos es trobi estirat, com la distancia entre punts serà més llarga (ΔL), oferirà energia extra per aixecar-se.

5.3 Anàlisi funcional

Aquest anàlisi està centrat en la funció que compleix el producte. Aquí s'establiran els llaços entre forma i funció de la solució escollida. També s'explicarà per a que serveix i quina finalitat té. Per altre banda s'analitzarà com compleix la funció mitjançant un anàlisi de funcionament. La pròtesi que s'està dissenyant té tres serveis bàsics.

El servei principal és donar més autonomia als gossos amb problemes de mobilitat de les potes posteriors. Això ho aconsegueix elevat les potes posteriors de manera que les dos rodes son les que aguanten les carregues del pes. El subjecte es pot moure amb autonomia utilitzant com a força motora només les potes anteriors.

La cadira de rodes també es pot utilitzar per a la rehabilitació muscular post-quirúrgica. Per dur a terme aquest servei primerament cal modificar la cadira traient la barra 4 de l'estructura, que és la que s'encarrega d'aguantar les potes elevades. Gràcies a que la pròtesi és regulable en alçada, és pot disminuir l'impacte que pateixen les potes posteriors al entrar en contacte amb el terra. Progressivament, es va disminuint l'alçada de manera que la càrrega que aguanta la pota cada cop és més gran fins que el subjecte estigui totalment recuperat.

Un altre servei que pot oferir la pròtesi és tractar o prevenir certes patologies degeneratives si es detecten amb prou antelació. Utilitzar la cadira de rodes en els passeigs diaris del gos evita gran part del desgast de l'articulació retardant l'aparició de coixera invalidant.

Per últim el disseny del seient de la faixa rígida permet al gos orinar i defecar sense la necessitat de treure la pròtesi.

5.3.1 Anàlisi de funcionament

El mecanisme funciona gràcies a un arnès col·locat en el cos del gos amb un punt de fixació (cercle vermell) a la faixa rígida situat a la part posterior de l'individu. Quan el gos vulgui estirar-se aquest punt de fixació servirà d'ajut perquè es plegui la part posterior de l'animal. D'aquesta manera el quadrilàter tendirà a obrir-se fins que l'animal quedi completament estirat.

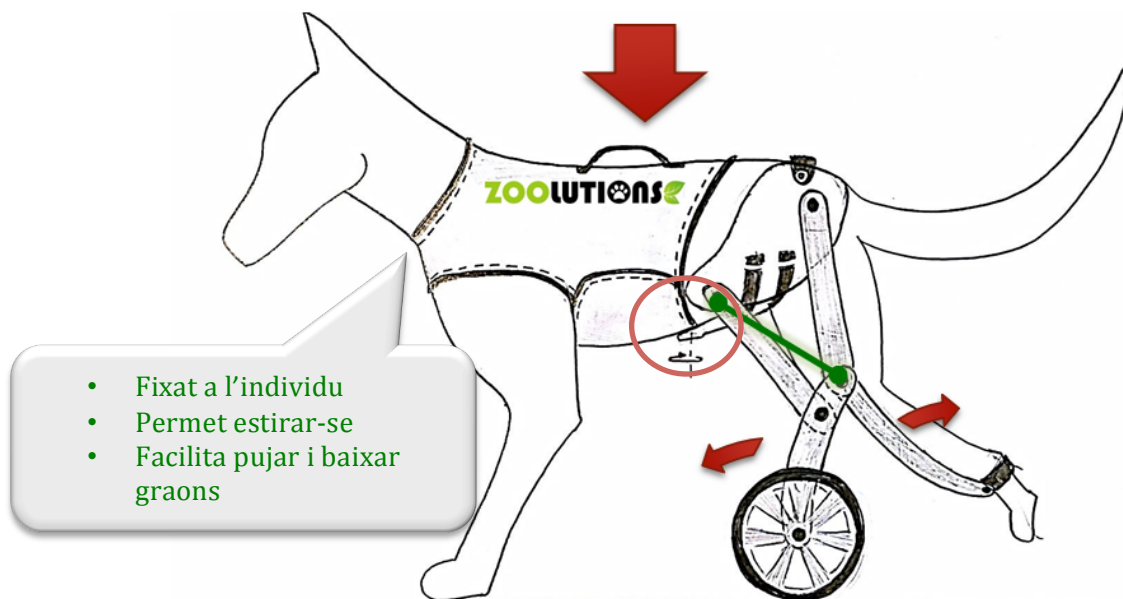


Figura 23: Funcionament de baixada de la cadira de rodes

Cal destacar com la molla (de color verd fosc), al quedar l'animal estirat ,tindrà més tensió el que facilitarà que l'estructura torni a l'estat inicial gràcies al moviment que produeix la goma. Així que quan aquest vulgui aixecar-se amb la part davantera gracies al moviment de la goma i la unió a la faixa , la cadira tornaria a quedar dreta.

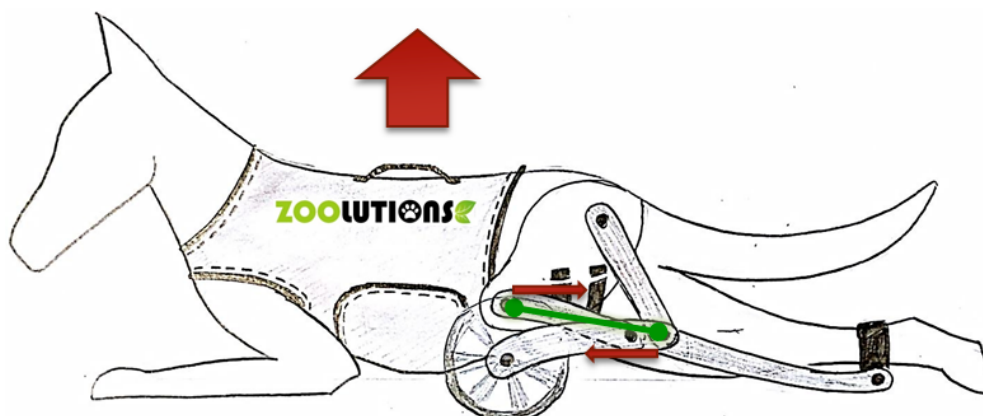


Figura 24: Funcionament de pujada de la cadira de rodes

La nansa acoblada a l'arnès permet que el propietari del gos pugui ajudar-lo a pujar obstacles sense necessitat de retirar-li la pròtesi. Cal ressaltar que les rodes queden al canto de l'animal de manera que no molesten i que les potes posteriors estan fixades i en cap moment tenen un excés de mobilitat que podria produir dolor a l'animal.

5.4 Anàlisi comparatiu

Amb aquest tipus d'anàlisi es pretén establir les diferències i similituds que hi ha entre el producte en qüestió i els productes equivalents que es troben en el mercat. Per contrastar-ho s'utilitzarà la Taula 4 de l'estudi de mercat tot afegint-t'hi les característiques del model proposat. Aquest l'anomenarem model Z.

Confrontant la pròtesi a examen, es pot dir que a nivell estètic, el disseny és més modern que els que es troben al mercat. Aquest parteix d'un disseny estudiat per enllaçar la funcionalitat i l'estètica mentre que altres models opten purament per la funcionalitat. En quant a les prestacions, compleix amb la funció bàsica de donar autonomia a l'animal com totes les analitzades en l'estudi de mercat, però amb l'avantatge que aquesta també es pot modificar i utilitzar per noves funcions.

S'ha aconseguit dissenyar els sistemes suficients per adaptar la pròtesi en amplada i alçada per diferents tipus i mides de gos. Tanmateix permet la immobilització de les potes posteriors a la vegada que es pot modificar per tal que el gos pugui caminar. Aquesta característica doble només la permeten fer dos dels models analitzats en l'estudi de mercat.

El disseny proposat per a la subjecció del gos, anomenat faixa rígida, permet fer les necessitats del gos sense treure la pròtesi. Aquesta funció només la compleix un dels models (model 2) de l'estudi de mercat. Mentre el model 2 té la capacitat de plegar-se per guardar-lo amb més facilitat, no s'ha aconseguit el mateix resultat amb la pròtesi en qüestió.

La nansa de l'arnès facilita la mobilització del gos així com el model 2 de l'estudi de mercat.

Cal dir que la complexitat de la pròtesi en qüestió pot fer-la una mica menys resistent que les de disseny més simple la qual cosa queda compensada amb les prestacions que ofereix.

Per últim la cadira de rodes proposada permet al gos estirar-se i aixecar-se amb autonomia. Aquesta característica és única en el mercat ja que no hi ha cap model que permeti aquesta funció .

En resum, ens trobem davant d'un disseny innovador que millora i engloba en un únic model les prestacions ofertes pels models actualment existents al mercat.

Model	Immobilitzar	Caminar	Moviment limitat	Amplada ajustable		Allargada ajustable		Alçada ajustable		Fer necessitats	Plegable	Estable (inclinació)	Desplaçar-se linealment	Fàcil mobilització	Suportar esforços mecànics		
				nivells	lliure	nivells	lliure	nivells	lliure						grans	Mitjans	petits
1			X			X		X					X			X	
2	X	X		X		X		X		X	X	X	X		X	X	X
3		X				X							X	X			X
4	X	X							X			X	X				X
5	X							X				X	X				X
Z	X	X			X		X	X		X			X	X		X	X

6 Estudi del mecanisme principal

Per comprovar que el sistema funciona correctament cal realitzar un estudi sobre la mecànica d'aquesta pròtesi. S'estudiarà l'estructura des d'un punt de vista dinàmic, tot plantejant les equacions de l'estàtica i realitzant la simulació d'aquesta.

6.1 Estudi del mecanisme estàtic

Per poder dissenyar el mecanisme principal de la cadira de rodes es va realitzar un estudi dinàmic per buscar, a primera instància, quina hauria de ser la força d'exercir la molla (en el cas que només n'hi hagués una per banda) per tenir certs valors numèrics. L'intenció d'aquesta part del projecte un cop finalitzat, és utilitzar un programa d'Excel amb les fórmules descriptives de les forces exercides per la pròtesi. D'aquesta manera la força exercida per la molla només dependria de la longitud de les 3 barres i del pes del gos. Així doncs per adaptar la cadira caldria ajustar-la manualment a la mida del gos, mesurar les barres i entrar-les al programa, juntament amb el pes del gos. Al obtenir la força exercida per la molla al catàleg és podria obtenir la molla adequada.


ESTUDI DE MECANISMES ZOOLUTION		Model:	Z1
α	10,942		
β	28,072		
θ	10,063		
		cm	N
L1	27	FM	-32847,74
L2	34	F1	91,69
L3	32	F2	-32270,14
		FN	17,73
		Kg	N
PES	40	176,58	
P1	0,52	5,10	
P2	0,6	5,89	
P3	0,4	3,92	

Figura 25: Programa d'estudi del mecanisme estàtic

Es va començar per fer l'estudi estàtic de la cadira i es varen obtenir els valors esperats. El problema esdevé quan ens vam adonar que definir matemàticament el moviment del gos al assentar-se no era tan sols un problema d'estàtica, sinó també de cinemàtica. Per resoldre aquest punt vam utilitzar el programa "Interactiu". Aquest programa simula moviments i forces sota les lleis de la física i permet treballar en 2D, és útil donat que la cadira de rodes és simètrica.

6.2 Simulació del mecanisme dinàmic

L'estudi dinàmic del mecanisme ens serà de gran utilitat a l'hora de poder calcular si el sistema proposat tindrà èxit o no. Per fer-ho, s'ha fet ús del programari "Interactive Physics". Aquest programari pot simular mitjançant el mètode d'integració d'Euler o Kutta-Merson. S'ha optat per el mètode de Kutta-Merson per a totes les simulacions d'aquest apartat ja que aquest dona uns resultats més acurats. També s'ha disminuït el pas d'integració per obtenir resultats més realistes.

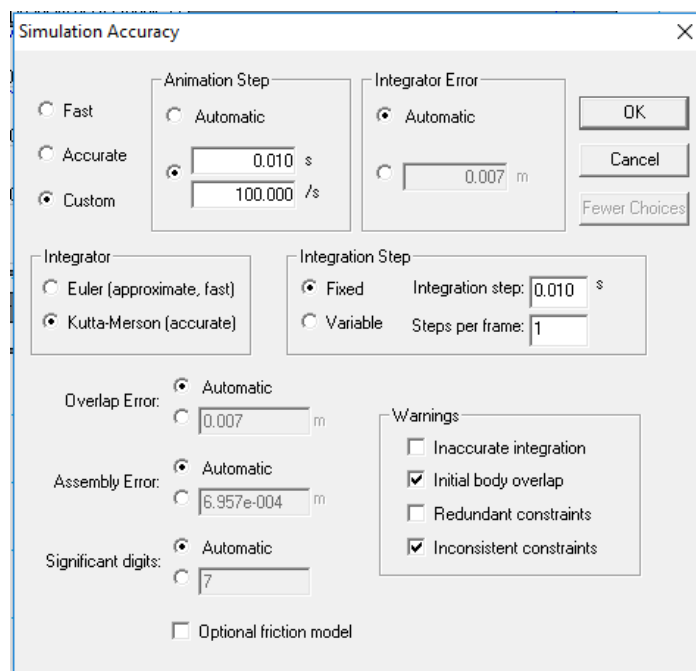


Figura 26: Paràmetres de precisió de les simulacions

SIMULACIÓ MODEL 1

Primerament, es va dibuixar el model de la maqueta de fusta (Figura 16). Aquest model partia d'una longitud de la barra 1 de 27 cm, una longitud de la barra 2 de 34 cm i una longitud de la barra 3 de 32 cm. A més a més tenien uns angles: $\alpha=10.94^\circ$, $\beta=28.07^\circ$, $\theta=-10.06^\circ$. El programa també proporciona informació sobre el pes de cada barra segons material i longitud. El pes de la barra 1, barra 2 i barra 3 són de 0.086 kg, 0.086 kg i 0.102 kg respectivament. Malgrat que considerem que el pes de la faixa rígida (representat per el rectangle gris de sobre la estructura) és menyspreable, per tractar-se de material plàstic, se l'hi assigna un pes total de 13,5 kg. Aquest correspon a un 45% del pes total (30 Kg) del gos model, que és el pes que ha d'aguantar un exemplar sa (segons Kimura T, Endo B: "Comparison of force between quadrupedal walking of dog and bipedal walking of man" [15]).

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 10.94^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 28.07^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -10.06^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5

Taula 5: Paràmetres de la simulació del model 1

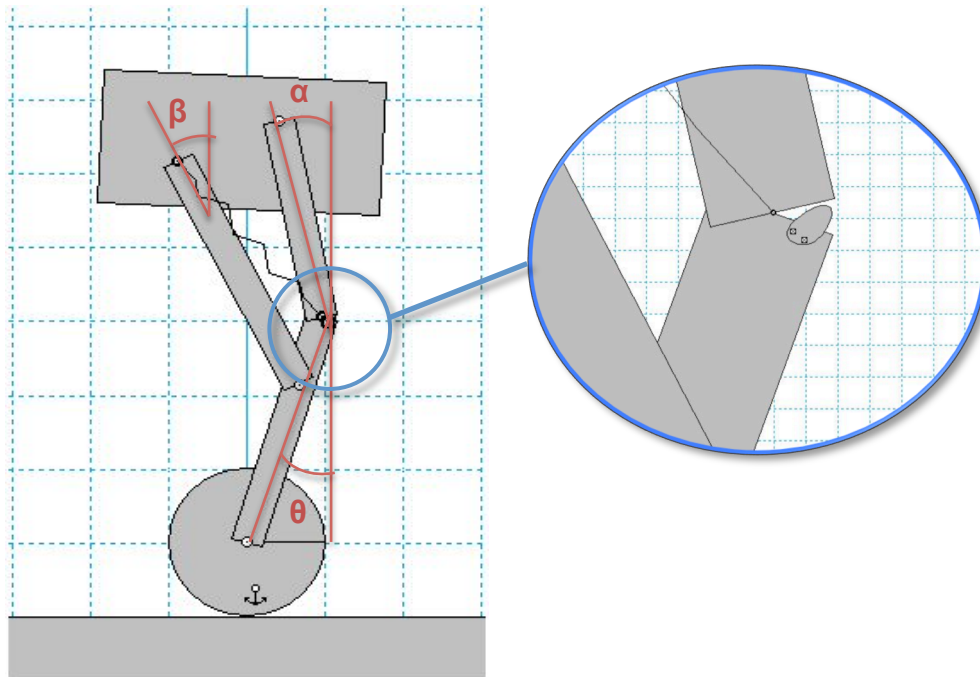


Figura 27: Representació gràfica dels angles de la estructura amb detall del topall

Només es simulen 3 de les barres perquè aquestes són les que aguanten els esforços majoritaris. Tal i com hem dit abans la quarta barra només s'utilitza per mantenir les potes posteriors del gos aixecades. Tots els models que es simularan s'hauran de sotmetre a tres tipus de simulacions: La simulació estàtica, la de baixada i la de pujada.

Un cop definit l'objecte cal definir les restriccions. En el nostre cas hem definit el terra on anirà la roda de la cadira recolzada i també s'ha optat per posar un "tope" (Figura 26) entre les barres 1 i 3 per mantenir l'angle mínim entre aquestes dos, perquè sinó podria arribar a realitzar una rotació total i no interessa. La simulació d'aquest model no representa el moviment desitjat. La roda s'elevava del terra així que es va fixar la roda (símbol d'àncora). Amb la roda fixada tampoc es va aconseguir el moviment desitjat, per això es va realitzar el segon model.

SIMULACIÓ MODEL 2

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 10.94^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 28.07^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -10.06^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5

Taula 6: Paràmetres de la simulació del model 2

El segon model (Figura27) en comptes de roda, té una regata que només deixa lliure el desplaçament en l'eix X i restringia el moviment en Y, així que no es podia aixecar del terra però sí tenia llibertat per moure's.

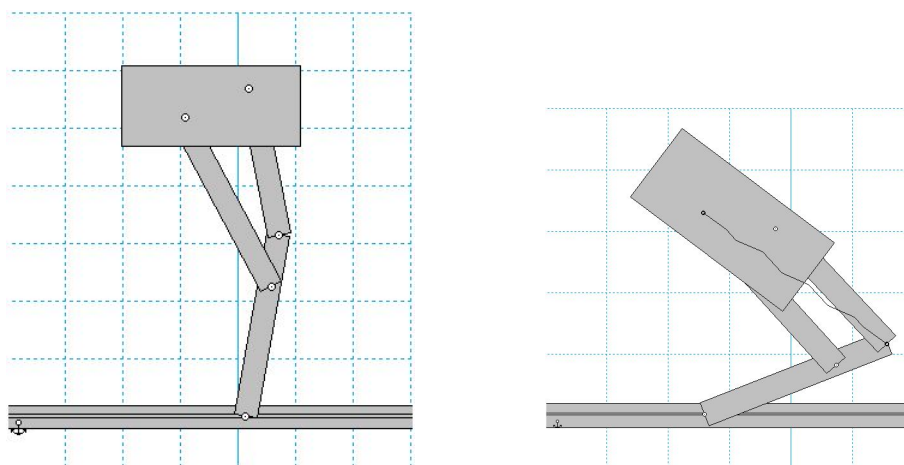


Figura 28: Representació del model 2 en estàtic i plegat

En la Figura 27 observem com la molla s'elonga. Malauradament a l'hora de simular-ho, els resultats obtinguts no són els desitjats. Tant en el primer com en el segon model els resultats no han estat els desitjats perquè tenien masses graus de llibertat.

Criteri Grübler-Kutzbach:

Per calcular els graus de llibertat del sistema s'utilitza el criteri de *Grübler-Kutzbach*¹. Aquest criteri només és útil quan es treballa en 2D.

$$m = 3(n - 1) - 2j_1 - j_2$$

on

m: Graus de llibertat*n*: numero de elements*j*₁: numero d'unions de 1 grau de llibertat*j*₂: umero d'unions de 2 grau de llibertat

¹ aquesta fórmula és vàlida només en el cas que no hi hagi enllaços redundants, és a dir enllaços que

Això es degut a la falta d'un sistema mecànic que representi el moviment del gos. No només ens servirà per veure d'una manera més gràfica el model a simular sinó que ens provocarà que el sistema de gos més cadira tingui menys graus de llibertat.

SIMULACIÓ MODEL 3

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 10.94^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 28.07^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -10.06^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5
Cos del gos	-	-	16.5

Taula 7: Paràmetres de la simulació del model 3

Per aquest tercer model es va realitzar un estudi del moviment que realitza el gos al estirar-se, tot analitzant l'anatomia de les articulacions de les potes del gos. En la Figura 28 s'observen les articulacions més importants representades per punts de color. Els punts de color blau són els que s'han escollit com a més significatius per a la realització del sistema que simularà el gos. Aquests són els punts de més moviment i donat que per representar el sistema que simula el moviment del gos només tenim en compte les potes anteriors només s'han escollit els punts blaus.

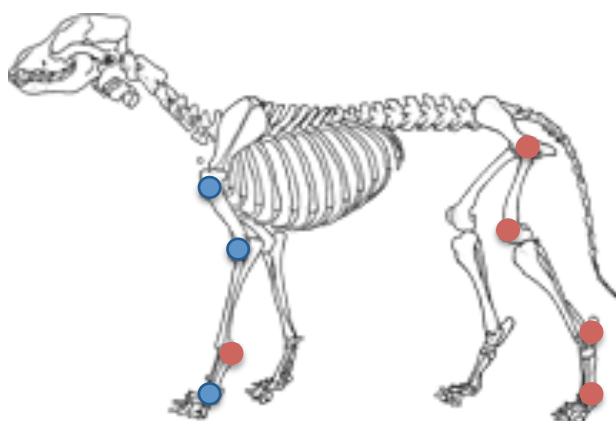


Figura 29: Articulacions principals del gos.

Això ens permet fer un sistema més similar al d'un gos quan s'estira i de simular la nostre cadira correctament. Aquest és el primer model sotmès a simulació amb el mecanisme del gos (Figura 29). Es basa en el moviment natural del gos tot observant la seva anatomia. Diferenciarem les dos parts del model a simular: en gris fosc el sistema del gos i en gris clar la cadira de rodes.

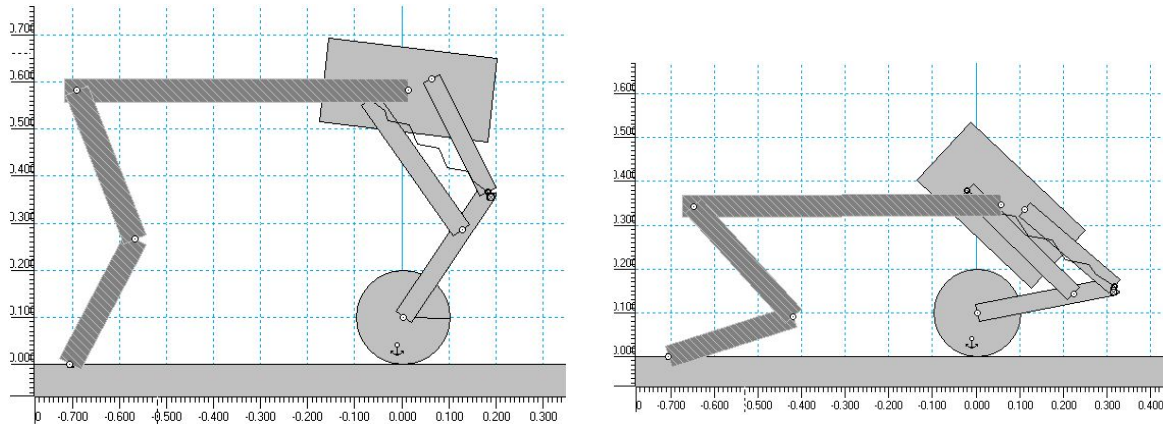


Figura 30: Representació del model 3 en estàtic i plegat

Aquest model va ser descartat perquè el sistema mecànic que representava el gos era massa complex de simular. Malgrat l'estructura és relativament simple, parametritzar les forces que faria una pota del gos és d'extrema dificultat.

SIMULACIÓ MODEL 4

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 11.46^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 27.10^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -16.67^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5
Cos del gos	-	-	16.5

Taula 8: Paràmetres de la simulació del model 4

Els gossos poden passar d'estar drets a estar estirats de moltes maneres diferents. Per tant va caldre fer una hipòtesi sobre com un gos passa d'estar dret a estar estirat. Donat que, en general, els animals que porten pròtesis se'ls ha d'ensenyar a utilitzar-les, s'ha considerat correcte acceptar aquesta hipòtesi.

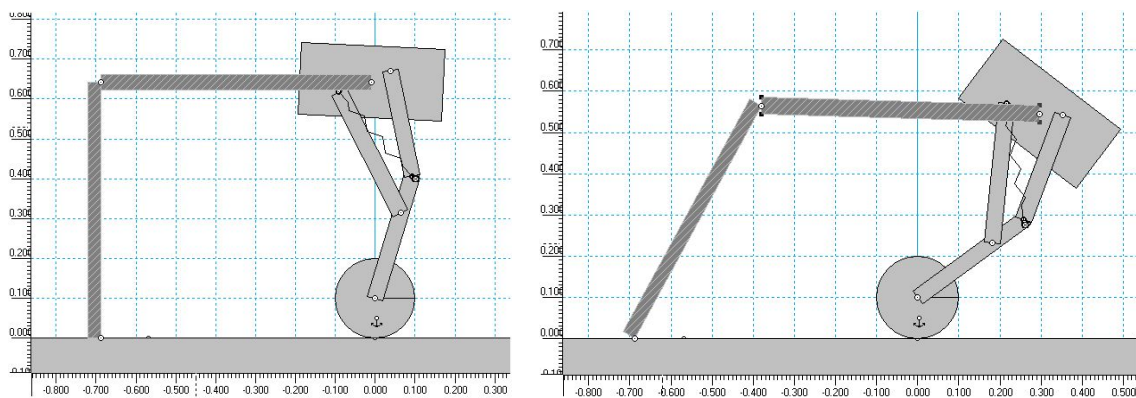


Figura 31: Representació del model 4 en estàtic i plegat

En el model sorgit d'aquesta hipòtesi s'observa com la cadira de rodes es mou en bloc malgrat que els graus de llibertat disponibles es consideren adequats. Aquest fet és degut a que la força que realitza la molla per tal d'aguantar el pes en estàtica és tant forta que mou tota l'estructura en bloc perquè queda rígida. Tanmateix, la cadira de rodes té l'opció de plegar-se de diferents maneres doncs el sistema té més d'un grau de llibertat cosa que es considera correcte. L'inconvenient que ofereix és que és imprevisible veure com és plegarà en cadascun dels casos.

SIMULACIÓ MODEL 5

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 11.46^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 27,10^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -16.67^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5
Cos del gos	-	-	16.5

Taula 9: Paràmetres de la simulació del model 5

També es va considerar oportú simular una prova on la barra horitzontal, que correspondria a la columna vertebral de gos, es mantingués totalment paral·lela al terra. D'aquesta manera s'adequava més a la hipòtesi del moviment que és pretén simular. Per a la realització d'aquest nou model (Figura 31) només va ser necessari afegir una barra totalment paral·lela a la que feia de pota. Mecànicament això provoca que la barra horitzontal forçosament baixi de forma paral·lela al terra.

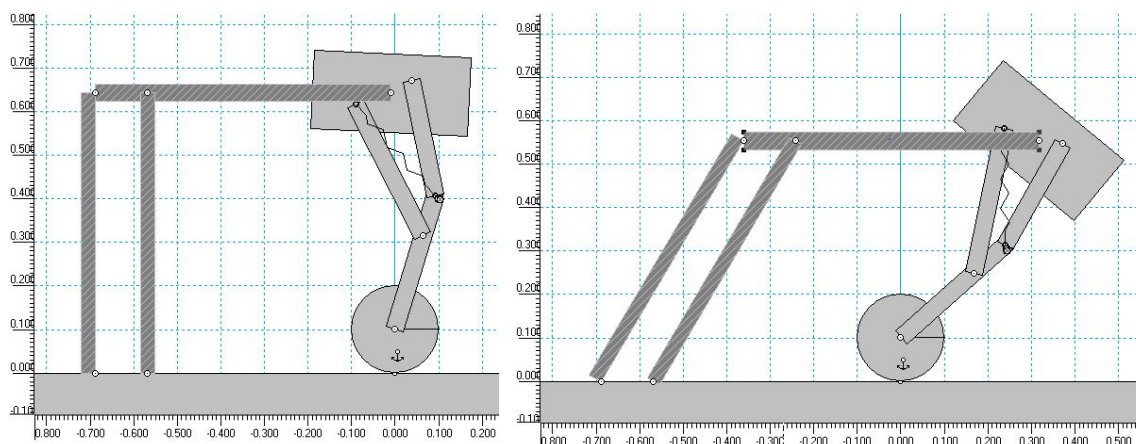


Figura 32: Representació del model 5 en estàtic i plegat

Observem que els resultats obtinguts d'aquest model no són adequats, perquè l'inclusió d'una nova barra al sistema produeix que només tingui un grau de llibertat. Per tant és va descartar continuar amb aquest model.

SIMULACIÓ MODEL 6

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 10.60^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 26.30^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -17.19^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5
Cos del gos	-	-	16.5

Taula 10: Paràmetres de la simulació del model 6

En la simulació d'aquest cinquè model es va considerar una nova hipòtesi. Aquesta planteja que perquè el gos passi d'estar dret a estirat baixa d'una forma totalment perpendicular al terra, així doncs, es considera menyspreable la distancia que el gos tira enrere (Figura 32). Aquesta hipòtesi és considera factible perquè en termes reals al final s'haurà d'ensenyar al gos a utilitzar la pròtesi de forma adequada. Per construir aquest model tansols ha estat necessari la col·locar d'una barra completament vertical amb una regata on va adjunta la barra horitzontal (que simula la columna vertebral del gos) de manera que la barra sempre baixa totalment paral·lela al terra. També s'ha inclòs un altre "tope" per tal d'evitar que el sistema pugui quedar plegat a nivell del terra. Aquest esta situat a la barra 3 i impacta amb la barra 2.

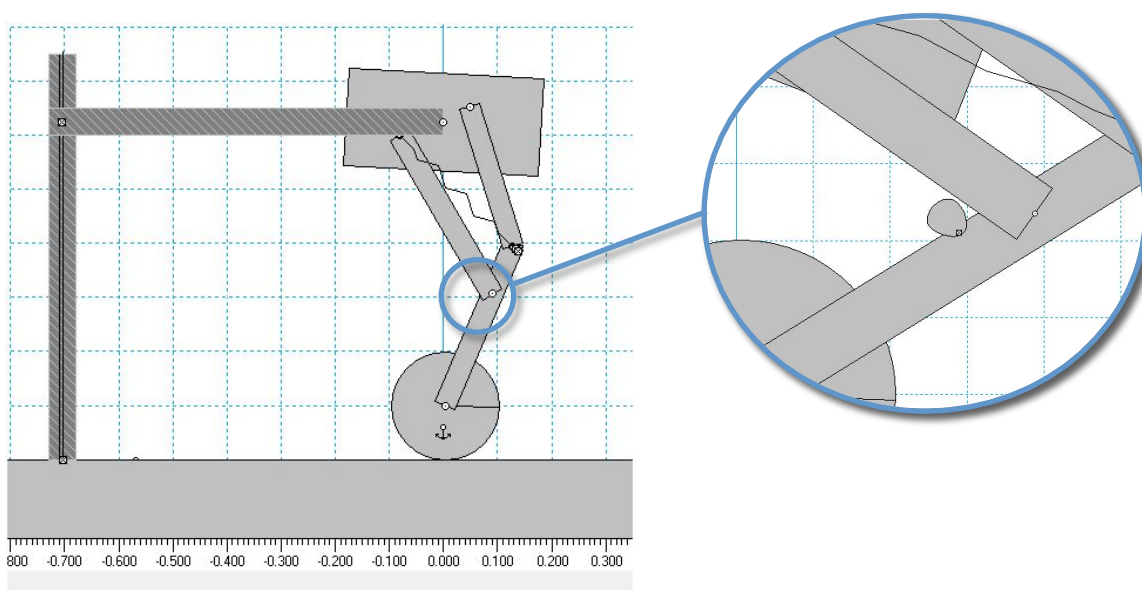


Figura 33: Model 6 amb detall del topall inferior

En una primera simulació no numèrica s'ha entrat el model i a priori s'ha observat que es plega de manera adequada. Per tant el sotmetrem als tres casos de simulacions numèriques: La simulació en estàtica, la de baixada i la de pujada. Aquest són els tres possibles moviments que permet la nostre cadira de rodes per passar d'estar dret a assegut i viceversa. Tanmateix, i donada l' experiència prèvia s'ha optat per modificar els angles de l'estructura per tal de disminuir la força exercida tant per les potes anteriors del gos com de la molla. Els nous angles escollits són: $\alpha=10,6^\circ$, $\beta=26,3^\circ$, $\theta=-17,19^\circ$. També s'ha arribat a la conclusió que és necessari aplicar la força que realitza el gos amb les potes de davant (color vermell) perquè el sistema treballi correctament. Per tal que el model funcioni s'ha escollit una molla amb una rigidesa $K=1500$ N/m, una longitud inicial $L_0=0,1$ m i una longitud final de $L=0,278$ m és a dir una elongació de $\Delta L=0,178$ m.

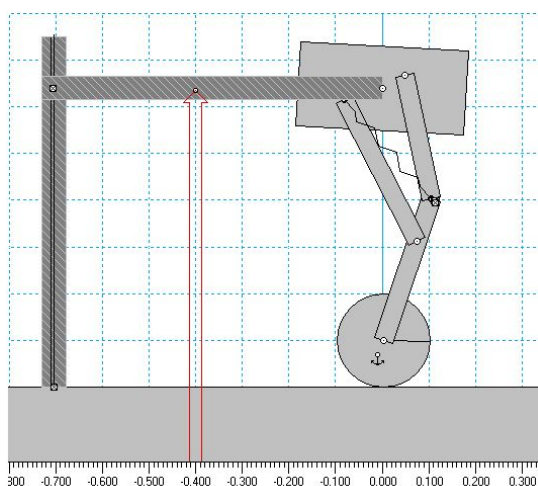


Figura 34: Simulació del model 6 en estàtic

Primerament es realitza la simulació estàtica (Figura 33). En aquest cas perquè el resultat sigui satisfactori la molla hauria de realitzar una força constant al llarg del temps per tal d'impedir que l'estructura es plegui pel pes d'ella mateixa i el del gos.

L₀	0.100 m
L	0.278 m
ΔL	0.178 m
K	1500 N/m
F molla	[267 – 268] N
F gos	80 N

Taula 11: Paràmetres de la molla i solució estàtica del model 6

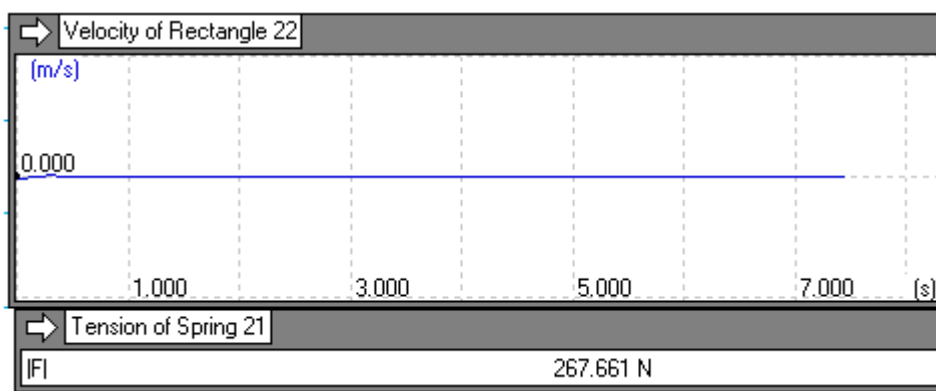


Figura 35: Gràfic de la velocitat en l'eix Y de la faixa rígida en la simulació estàtica del model 6

El resultat obtingut és l'esperat i el sistema es manté estàtic al llarg del temps. Per realitzar-ho el gos ha de fer una força mínima de 73 N que li apliquem un marge de 7 N, per tant realitza una força total de 80 N. Aquesta força total és la que servirà de referència per a la simulació dels dos casos següents.

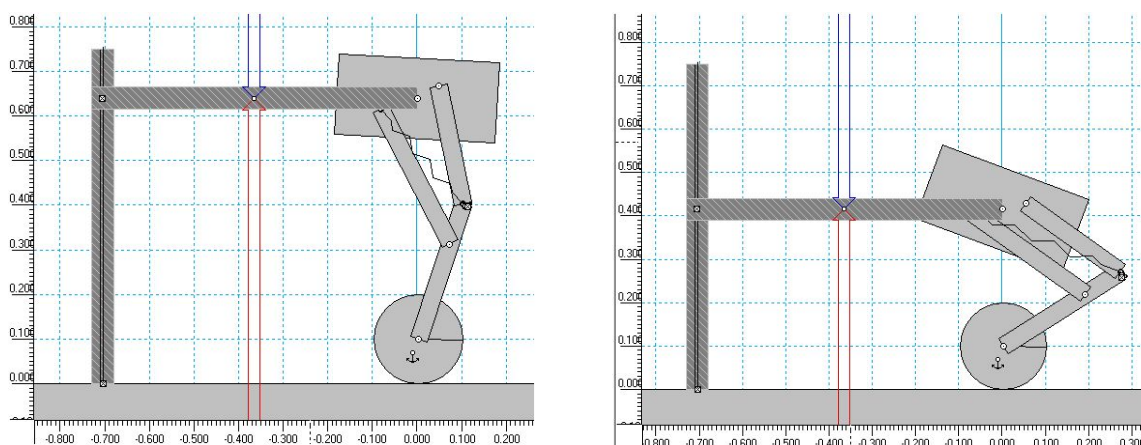


Figura 36: Simulació de baixada del model 6

Per realitzar la simulació de baixada (Figura 35) tansols ha calgut incloure una força (de color blau) en direcció contrària a la que realitza el gos per representar com el gos deixa de fer força. En definitiva, el mòdul de la força total continua essent positiva però més petita. Malgrat això provoca que el sistema es plegui, cal considerar que la força real que realitza un gos al assentar-se no es constant, sinó que va variant al llarg de tot el procés en funció de la velocitat a la qual el subjecte vol baixar.

Lo	0.100 m
L	0.278 m
ΔL	0.178 m
K	1500 N/m
F molla	[267 – 435] N
F gos	80 N

Taula 12: Paràmetres de la molla i solució de baixada del model 6

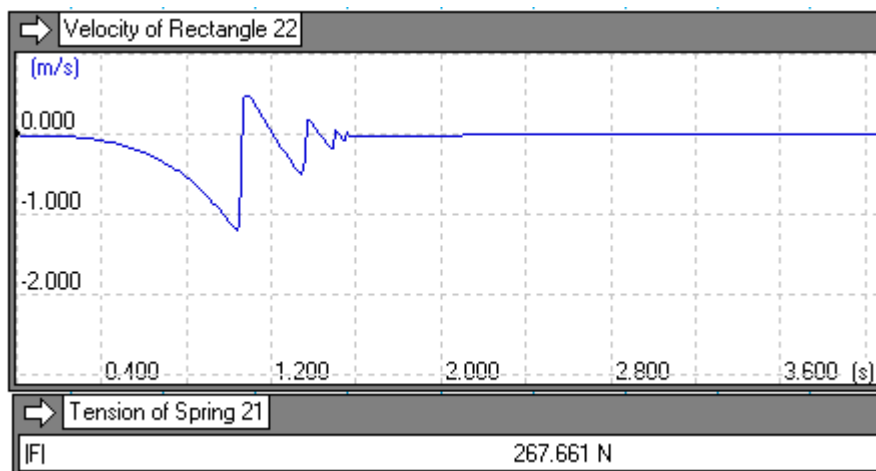


Figura 37: Gràfic de la velocitat en l'eix Y de la faixa rígida en la simulació de baixada del model 6

La simulació de baixada compleix les expectatives. Per realitzar-la satisfactòriament ha estat necessari disminuir la força en 8N on se li aplica un marge de 2N. Per tant el ha de realitzar una disminució de força amb les potes anteriors de -10 N. La força que exerceix la molla arriba a un màxim de 435 N. El resultat es que la cadira de rodes baixa a una velocitat de 1,1 m/s que es considera adequada.

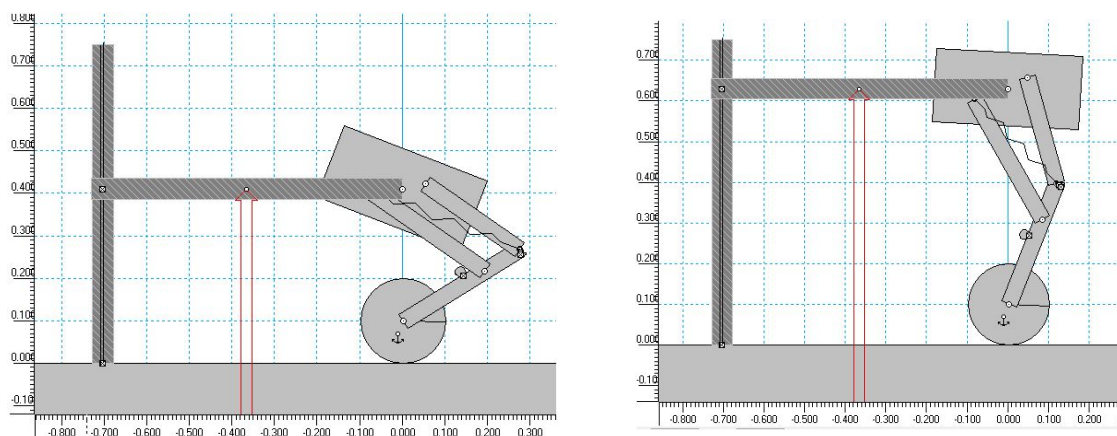


Figura 38: Simulació de pujada de model 6

Per realitzar la simulació de pujada (Figura 37) s'ha augmentat la força que ha de fer el gos en el la mateixa direcció i sentit que en el cas de la simulació estàtica. Aquesta pren uns valors totals de 180 N, malgrat necessita una força mínima de 175 N. De manera desglossada el gos ha d'incrementar la nostre força referència en 95 N per tal de vèncer la gravetat i fer que la cadira de rodes i les potes posteriors s'aixequin. En els primers instants de temps la molla exerceix una força màxima de 430 N que és el que permet al gos pujar.

Lo	0.100 m
L	0.387 m
ΔL	0.287 m
K	1500 N/m
F molla	[430 – 273] N
F gos	180 N

Taula 13: Paràmetres de la molla i solució de pujada del model 6

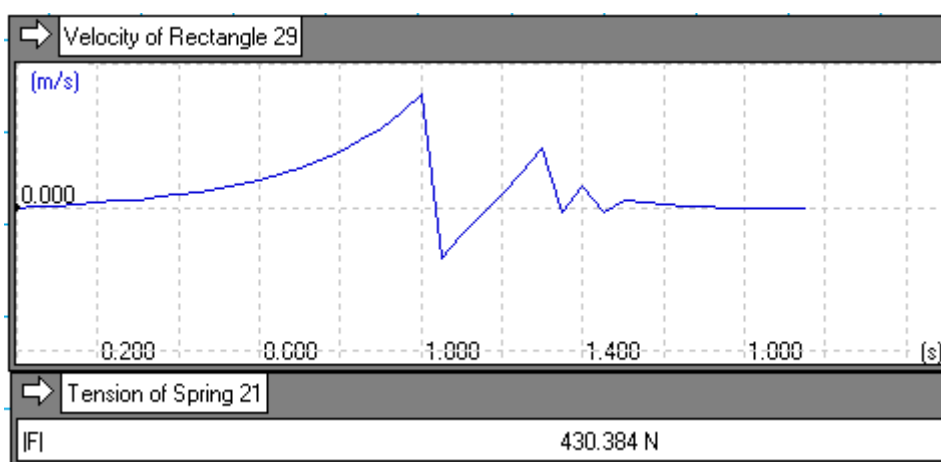


Figura 39: Gràfic de la velocitat en l'eix Y de la faixa rígida en la simulació de pujada del model 6

SIMULACIÓ MODEL 7

	Longitud [m]	Angle inicial	Pes [Kg]
Barra 1	0.27	$\alpha = 9.85^\circ$	0.086
Barra 2	0.34	$\beta = 25.32^\circ$	0.086
Barra 3	0.32	$\theta = -19.08^\circ$	0.102
Faixa rígida	-	-	13.5
Cos del gos	-	-	16.5

Taula 14: Paràmetres de simulació del model 7

Malgrat la simulació del model 5 ha estat satisfactòria es va voler estudiar una nova solució per veure si amb aquest nou sistema es podia simular la hipòtesi dels models 1, 2, 3 i 4. Aquesta hipòtesi es basa en que un gos al estirar-se es tira enrere a la vegada que baixava. D'aquí sorgeix el model 6. Aquest model parteix del model 5 amb la diferència que la barra que abans era totalment perpendicular al terra ara té un angle de 15° . Amb això aconseguim que a la vegada que la cadira de rodes baixi tiri una distancia de 0,2 m endarrere. Per realitzar-lo s'ha fet necessari modificar lleugerament els angles de les barres. Aquests agafen uns valors de: $\alpha=9,85^\circ$, $\beta=25,32^\circ$, $\theta=-19,08^\circ$.

A priori es va observar com el sistema funcionava correctament, per tant es va passar a realitzar les tres simulacions amb la mateixa metodologia que en la simulació del model 5.

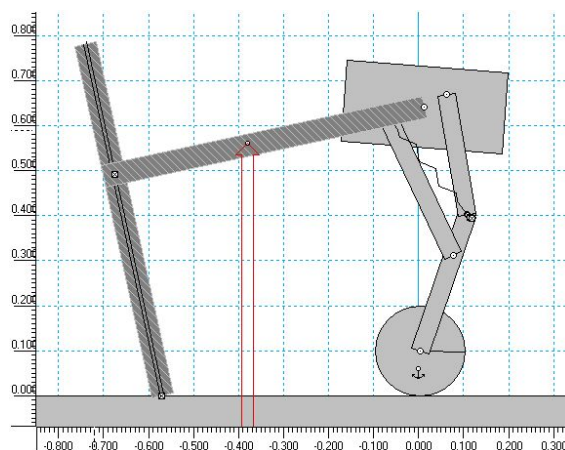


Figura 40: Simulació del model 7 en estàtic.

En la simulació estàtica de la (Figura 39) el gos ha de realitzar una força mínima de 70 N a la qual li afegim un marge de 10 N, per tant realitza una força total de 80 N en sentit positiu en l'eix Y. Aquesta força total es la que servirà novament de referència per a la simulació dels dos casos següents.

Lo	0.100 m
L	0.280 m
ΔL	0.187 m
K	1500 N/m
F molla	[254 – 265] N
F gos	80 N

Taula 15: Paràmetres de la molla i solució estàtica del model 7

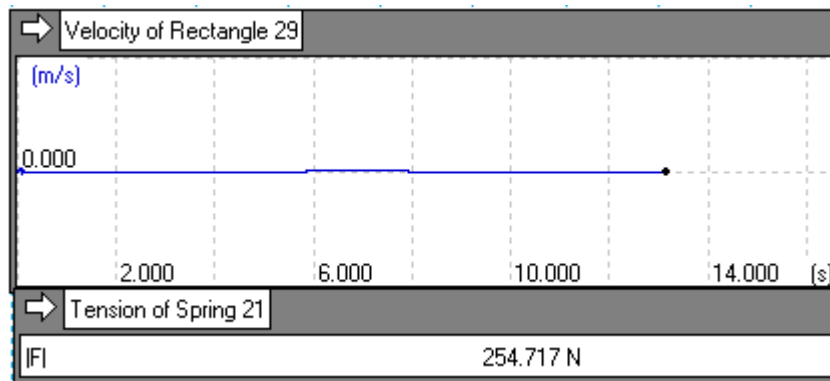


Figura 41: Gràfic de la velocitat en l'eix Y de la faixa rígida en la simulació estàtica del model 7

La resposta obtinguda és considera correcte. El sistema es manté estable al llarg del temps tal i com es mostra en la Figura 40. La molla exerceix una força entorn els 260 N que provoca que el sistema romangui quiet.

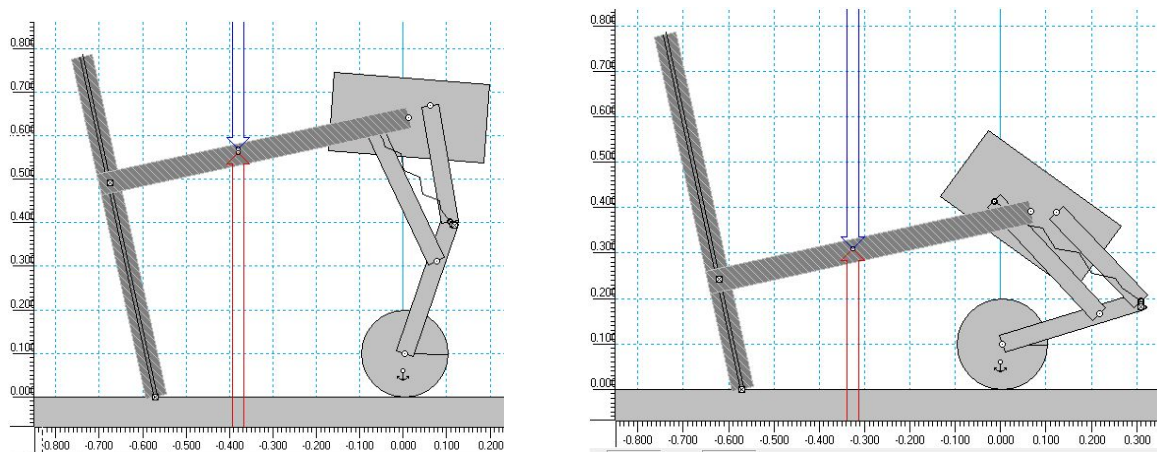


Figura 42: Simulació de baixada del model 7

Per la simulació de baixada (Figura 41) cal que el gos disminueixi la força efectiva en 13 N la a qual li apliquem un marge de 2 N. Per tant el gos ha de realitzar una disminució de força amb les potes anteriors de -15 N.

Lo	0.100 m
L	0.287 m
ΔL	0.187 m
K	1500 N/m
F molla	[269 – 464] N
F gos	65 N

Taula 16: Paràmetres de la molla i solució de baixada del model 7

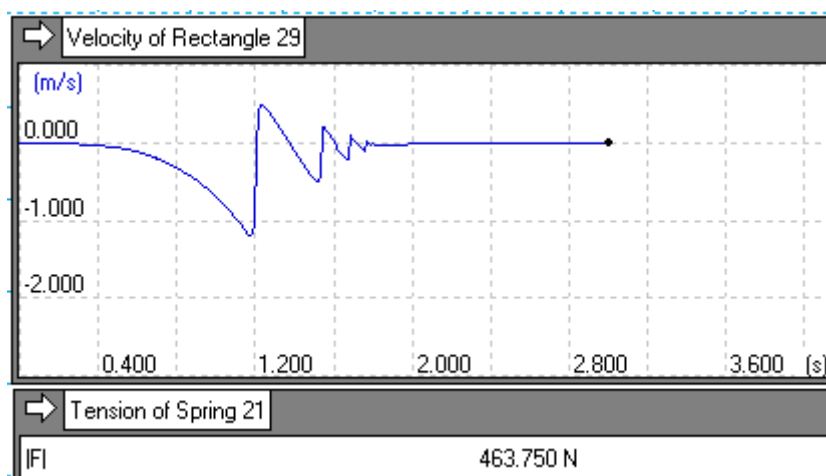


Figura 43: Gràfic de la velocitat en l'eix Y de la faixa rígida en la simulació de baixada del model 7

La simulació de baixada compleix les expectatives i dona resultats similars als de la simulació de baixada del model 5. El sistema baixa amb una velocitat màxima de 1.1 m/s i la molla treballa adequadament agafant valors màxims al final de la simulació de 464 N, lleugerament superiors que el model 5.

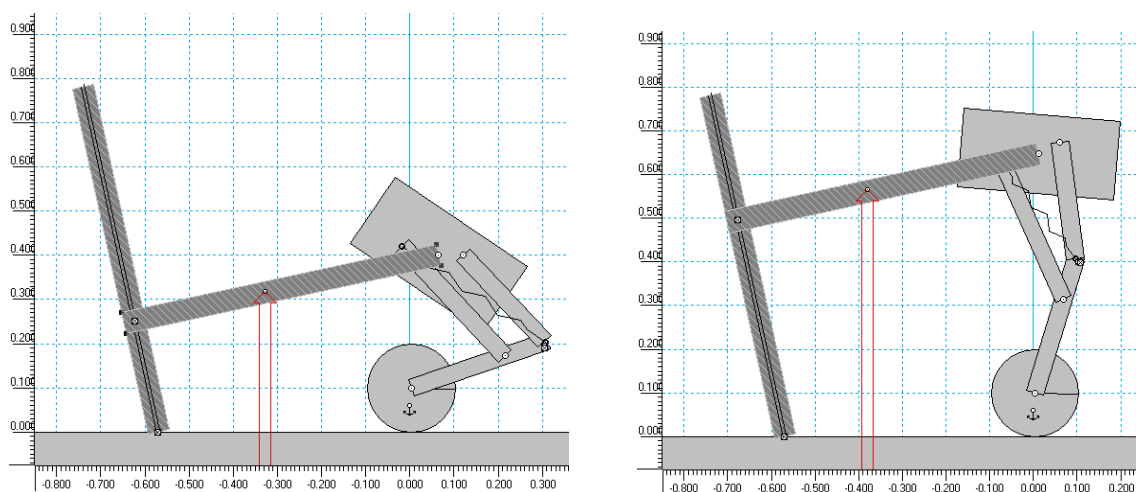


Figura 44: Simulació de pujada del model 7

Per realitzar la simulació de pujada (Figura 43) s'ha augmentat la força que ha de fer el gos en la mateixa direcció i sentit que en el cas de la simulació estàtica. Aquesta pren uns valors totals de 190 N tot i que realment necessita una força mínima de 185 N. De manera desglossada el gos ha d'incrementar la nostre força referència en 110 N per tal de vèncer la gravetat i fer que la cadira de rodes i les potes posteriors s'aixequin.

Lo	0.100 m
L	0.287 m
ΔL	0.187 m
K	1500 N/m
F molla	[455 – 255] N
F gos	190 N

Taula 17: Paràmetres de la molla i solució de pujada del model 7

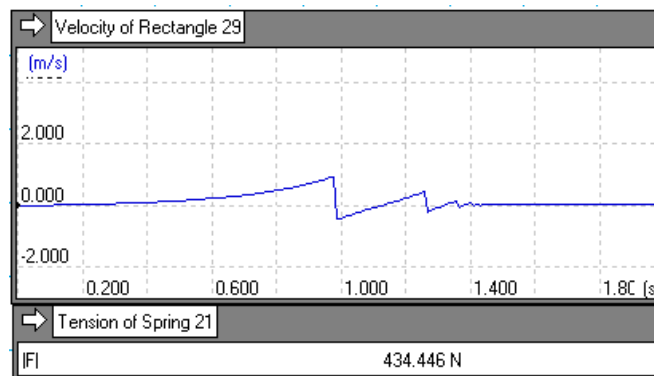


Figura 45: Gràfic de la velocitat en l'eix Y de la faixa rígida en la simulació de pujada del model 7

Tal i com es mostra en la Figura 44, la pujada és suau, arribant a velocitats màximes de 0,5 m/s. Per altre banda el rang de valors de la força que exerceix correcte ja que permet que el sistema torni a quedar dret.

7 Disseny del detall de la proposta final

En aquesta fase es determinarà de forma tècnica i detallada el perfil formal del producte, així com els sistemes secundaris que el completen. Per fer-ho es requerirà d'un anàlisi tecnològic seguit d'un anàlisi dels sistemes secundaris de la nostre cadira i d'una proposta de modificacions. Tot això duent a terme anàlisi estructural del disseny final de la cadira de rodes. Aquest consisteix en considerar el producte com un conjunt d'elements o peces que interactuen entre elles. Així doncs, apunta a individualitzar els diferents elements del producte i a com aquests és relacionen entre si.

Amb el programa "SolidWorks 2017" s'han creat totes les peces i s'han muntat de manera que es pot visualitzar tot el conjunt de la cadira de rodes sense la necessitat de haver-la fabricat abans. Aquest és el resultat final:

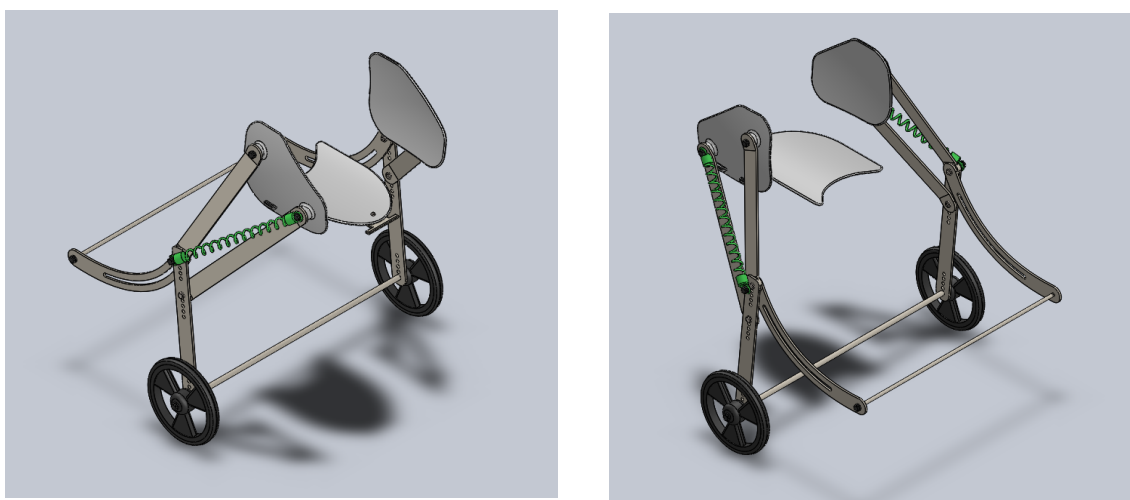


Figura 46: Vistes isomètriques del muntatge de la cadira de rodes

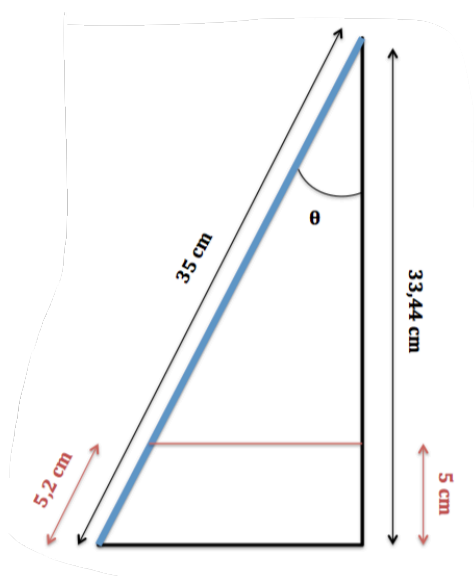
Analitzant en detall la cadira de rodes apareixen un total de quatre sistemes secundaris que permeten que la cadira compleixi amb els requeriments imposats.

7.1 Sistema d'adaptació alçada

Un requeriment fonamental del disseny de l'estructura és que es pugui adaptar a qualsevol tipus de gos de mida gran, tant en alçada com en amplada. Per modificar l'alçada ha estat necessari inventar un nou sistema. Les cadires analitzades en l'estudi de mercat que permetien l'opció de modificar l'alçada tan sols comptaven amb una barra, cosa que en facilitava el disseny. En aquest cas l'angle inicial de les barres de

l'estructura no es pot modificar per molt que s'adapti l'alçada ja que el funcionament depèn directament d'aquest.

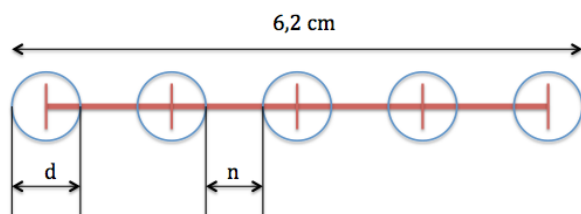
Cal dissenyar un sistema que no modifiqui els angles de l'estructura i que permeti una diferència d'alçada d'aproximadament uns 10 cm (rang establert en les especificacions tècniques). S'ha optat per fer que la barra 3 (Figura 46) de l'estructura tingui un total de 10 posicions diferents, 5 a la part superior de la barra i 5 més a la part inferior de la barra. Degut a que la barra 3 té certa inclinació cal realitzar la següent operació trigonomètrica:



$$\cos(17,19) = \frac{a}{35} \rightarrow a = 33,44 \text{ cm}$$

$$\cos(17,19) = \frac{5}{x} \rightarrow x = 5,2 \text{ cm}$$

Ara ja sabem que per augmentar 5 cm d'alçada es necessita 5,2 cm de la barra en cada extrem. Si volem realitzar un total de 10 posicions diferents cal que en cadascun dels 5,2 cm hi hagin un total de 5 forats. Es considera acceptable ja que la roda té un radi $R=10$ cm per tant en cas que la barra 3 s'escollís la mesura més petita, els 5,2 cm de barra sobrant no tocarien el terra.



$$5d + 4n = 6,2$$

Per tant, si els forats son de $d=0,8$ cm l'espai que s'ha de deixar entre forat i forat ha de ser $n=0,55$ cm. Cal tenir en compte que a la barra 3 s'hi ajunten les barres 1 i 2. Per tant aquesta tindrà un total de 15 forats, 5 forats per l'eix de la roda, 5 per la barra 2 i 5 més per la barra 1.

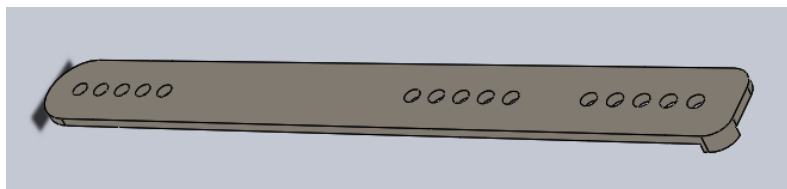


Figura 47: Imatge isomètrica de la barra 3

7.2 Sistema d'adaptació d'amplada

Perquè la cadira de rodes sigui adaptable a tots els gossos, cal que permeti la modificació de l'amplada. Gràcies al disseny final de la faixa rígida s'ha trobat una solució per modificar l'amplada d'aquesta. S'ha optat per reforçar l'estructura de la faixa mitjançant una barra tubular (requadre vermell). Cal tenir en compte que el fet que es pugui modificar l'amplada de la faixa rígida no és suficient, doncs si tan sols modifiques la distancia en amplada, la barra tubular exerciria uns esforços a l'extrem inferior de l'estructura perquè aquesta no modificaria la seva mida. És per aquest motiu que s'ha decidit que la barra tubular sigui extensible mitjançant uns cargols de rosca situats als extrems d'aquesta.

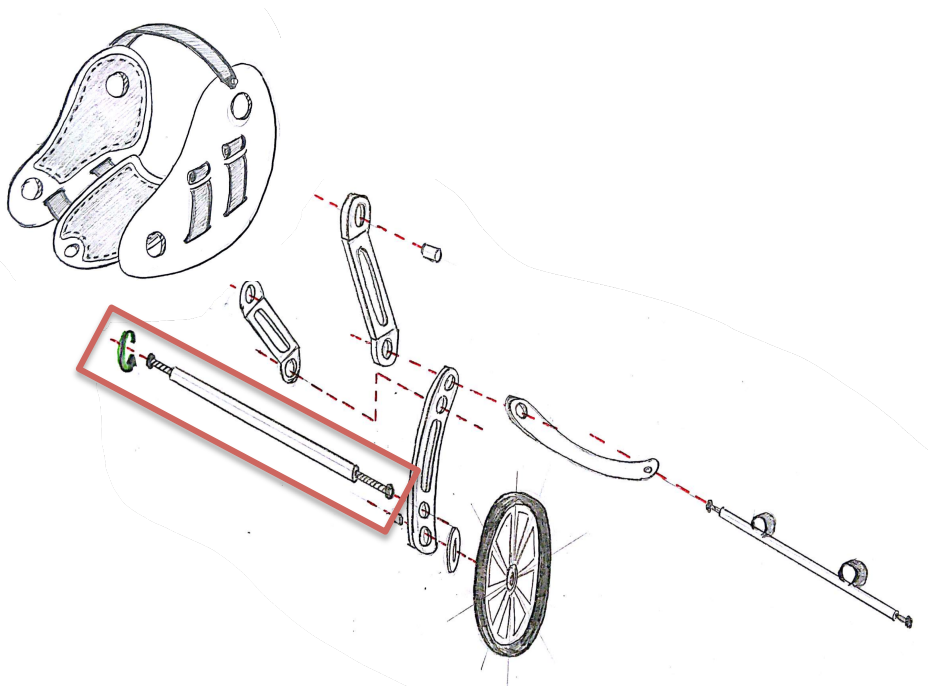


Figura 48: Situació de la barra tubular en l'estructura

També cal tenir en compte que l'estructura ha de guanyar espai en amplada per tal que, al plegar-se, les rodes no quedin sota l'abdomen del gos. És per això que les barres 1 i 2 es sotmeten a un plegatge. S'ha considerat correcte deixar un marge de 10 cm per banda. De tal manera que la barra extensible té una llargada fixe de 60 cm ampliables a 10 cm més per cada banda gràcies als cargols roscats.

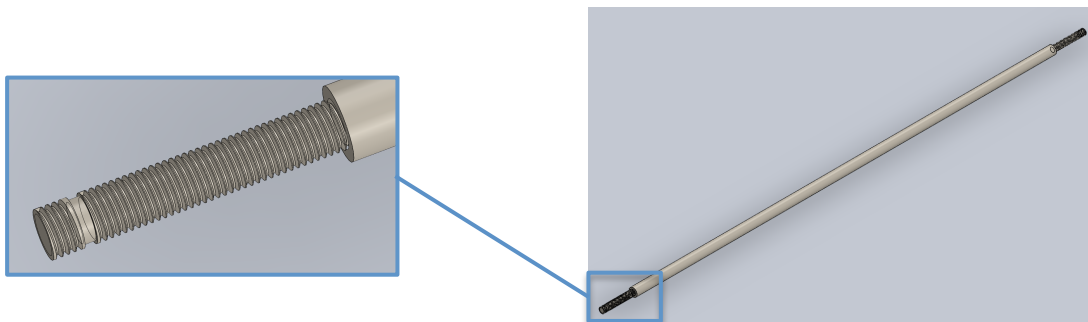


Figura 49: Detall del roscat de la barra tubular

7.3 Sistema bloqueig roda

La cadira de rodes esta equipada amb un sistema que bloqueja uns instants la roda durant les transicions de pujada i baixada del gos. Aquest sistema es compon de tres peces bàsiques d'alumini (B1,B2, B3). La peça B1 té un perfil en forma de "L" i va col·lat de manera fixe (no pot rotar) a la roda de la cadira. La peça B2 és una barra que va unida a l'eix de la peça B1, però aquesta té un moviment lliure (sí que pot rotar). A l'extrem de la peça B2 s'hi colla una roda cilíndrica de cautxú.

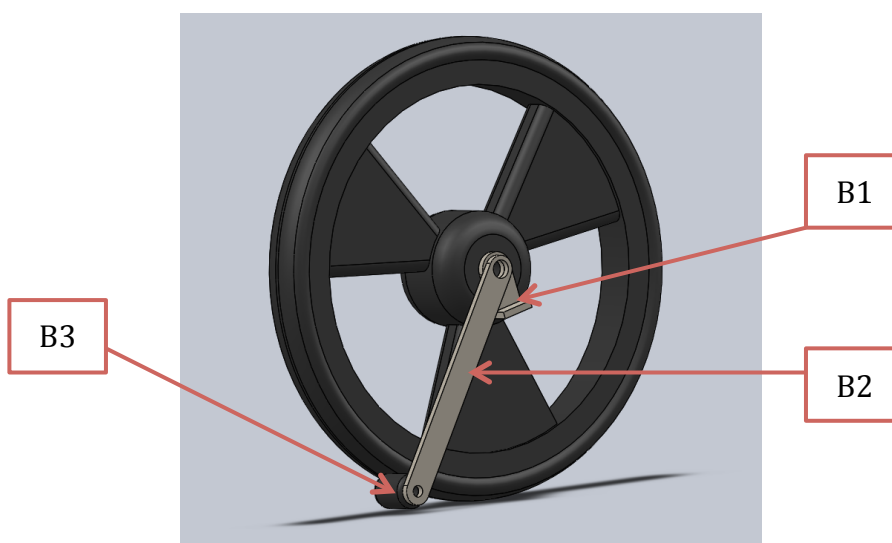


Figura 50: Ubicació del conjunt de peces que formen el sistema de bloqueig de la roda.

El funcionament d'aquet és relativament simple (Figura 50). Mentre el gos avança endavant el sistema de bloqueig permet a la roda rotar amb normalitat ja que la llargada de B2 es una mica més gran que el radi extern de la roda. El sistema es posa en funcionament quan el gos es vol asseure. Al tirar una mica endarrere la peça B3 toca amb la roda provocant que aquesta es freni uns instants. Aquest impacte és el que ajuda a tot el sistema a plegar-se, juntament amb la força de la molla. Com que la roda de la pròtesi té un radi molt superior al de la peça B3, el supera com si fos un petit obstacle amb el que provoca que el sistema quedi situat a la part davantera de la roda. Aquest moviment queda limitat per la peça B1.

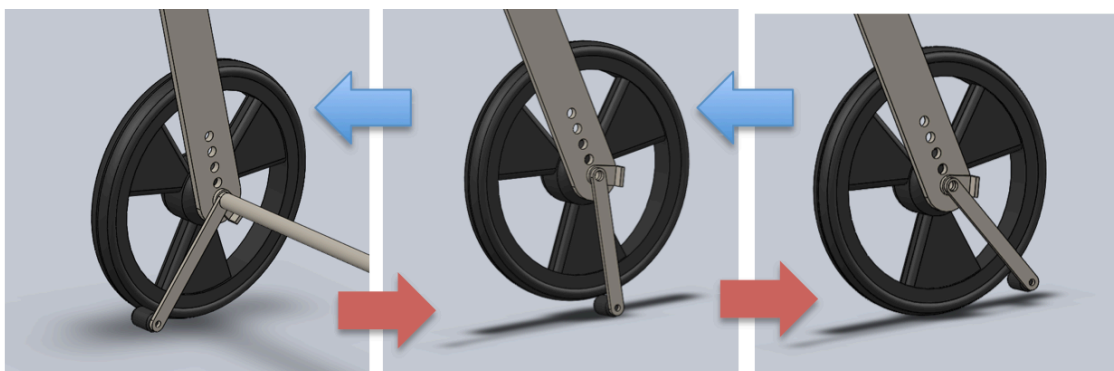


Figura 51: Procés del sistema de bloqueig de la roda.

Un cop el gos es vol aixecar per seguir endavant, el procés segueix exactament el mateix procés que l'anterior però invertit, ja que ara el sistema de bloqueig impactarà quan la roda tiri endavant.

Aquest sistema és essencial per el funcionament de la pròtesi ja que totes les simulacions s'han dut a terme amb la roda fixe en el procés de estirar-se i aixecar-se.

7.4 Sistema d'unió al gos

Malgrat el funcionament de la cadira de rodes depèn principalment de la forma de la estructura, ha d'anar enganxada a l'arnes que porta el gos perquè funcioni correctament. Al estar unida al gos la fixació és molt més uniforme i per tant tots els moviments que provoqui el gos amb les potes de davant repercutiran més en el tronc inferior. Això és de molta utilitat en els processos de pujada i baixada de la pròtesi.

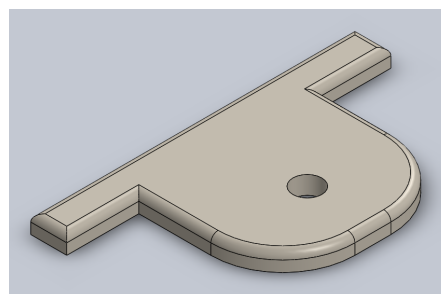


Figura 52: Imatge de la peça de fixació arnés / faixa rígida.

En la Figura 51 es mostra el disseny final de la peça que va situada a dins l'arnés. Les dos ales de la peça es fixen amb tela a la part inferior de l'arnés tot deixant el forat al descobert. Un cop la peça fixada a l'arnés es recobreix amb espuma EVA per tal de evitar fregaments amb la panxa de l'animal. És per aquest motiu que s'ha optat per un disseny arrodonit. Un cop aquest procés està finalitzat, la faixa rígida ja es pot unir a l'arnés de manera fixa (Figura 52). Aquesta unió no només facilitarà el moviment de la pròtesi sinó permetrà que el gos al caminar a poc a poc pugui oscil·lar lleugerament, respecte l'eix d'unió, sense que la pròtesi es mogui.

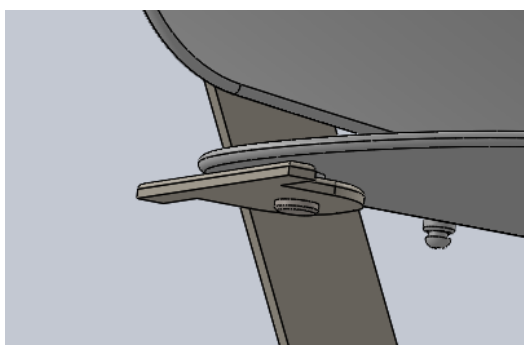


Figura 53: Unió de la peça de fixació i la faixa rígida.

7.5 Altres detalls tècnics

Per acabar de definir a la perfecció la proposta final cal definir els petits detalls que completen la cadira de rodes.

Un d'ells és la implementació d'un topall a l'extrem de la barra 3. Aquest provoca que la barra 1 de la estructura no pugui tirar més enrere que l'angle que forma aquest. D'aquesta manera es conserven els angles en estat de repòs de l'estructura.

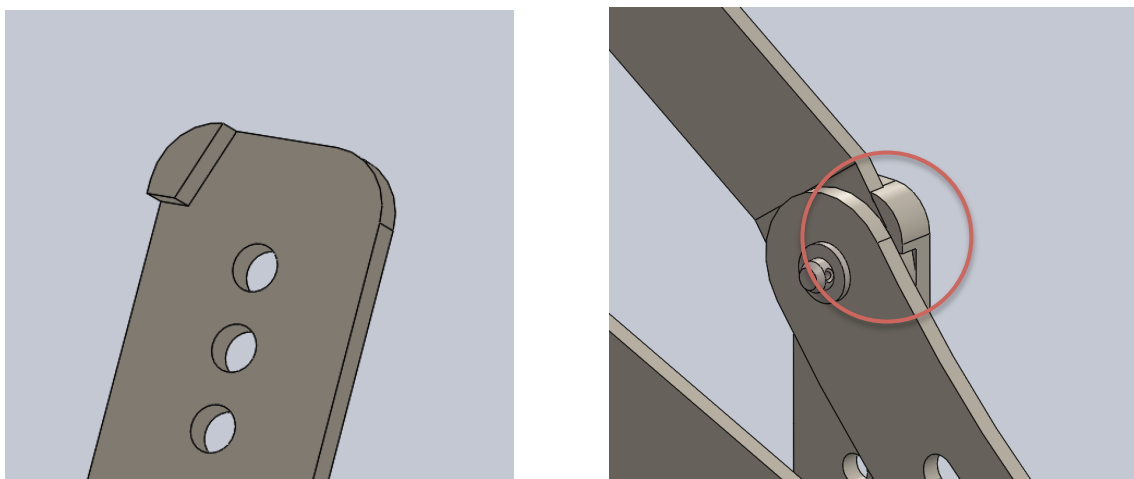


Figura 54: Imatge del topall de la barra 3 i com aquest funciona.

S'ha optat per donar forma corbada a la barra 4 (Figura 54 A) perquè al estirar-se les potes subjectades en ell no toquin el terra. Com que aquesta barra no suporta grans esforços, s'ha decidit de treure material fent un ranura al mig d'aquesta seguint la mateixa forma. D'aquesta manera s'alleugereix una mica el pes de la pròtesi.

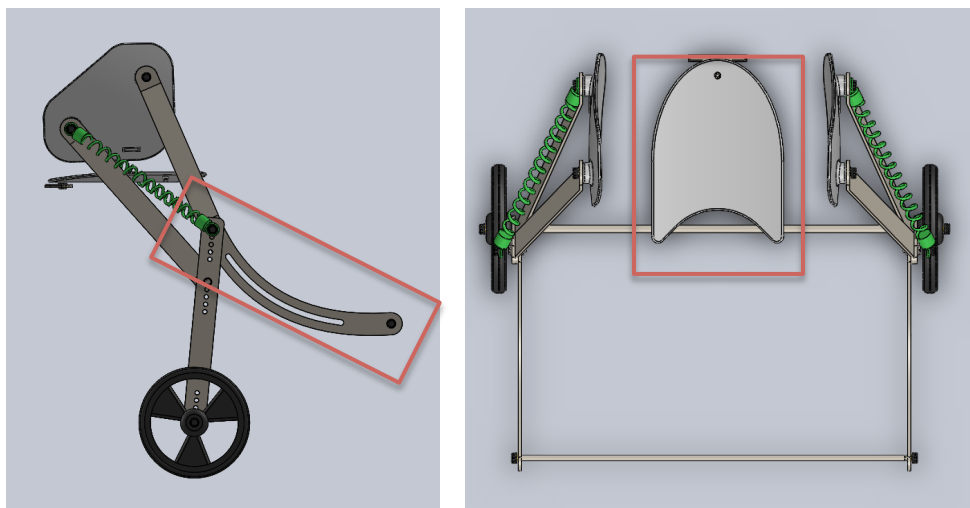


Figura 55: A) perfil de la barra 4.

B) planta del seient de la faixa rígida

En la Figura 54 B, s'observa com el disseny escollit per el seient de la faixa rígida permet al subjecte orinar i defecar sense la necessitat de treure-la.

Com que les simulacions havien estat realitzades en 2D, malgrat la nostre pròtesi no ho és, els encaixos de la molla tenen cert angle. Aquest angle s'utilitza per guanyar distància en amplada com s'observa en la Figura 54 B.

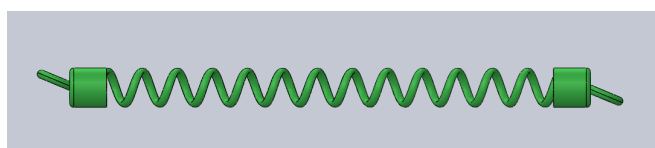


Figura 56: Vista lateral de la molla

7.6 Muntatge i acomodament

Aquesta última part va dirigida a explicar com s'han dissenyat els encaixos i subjeccions de les peces en el moment de muntar-les, així com l'acomodament de la pròtesi per un acabat més còmode. Per fixar els components s'ha optat per utilitzar una junta de bloqueig. Aquesta només impedeix que les peces surtin de l'eix on van fixades mentre que permet que puguin rotar tal i com s'observa en la Figura 56.

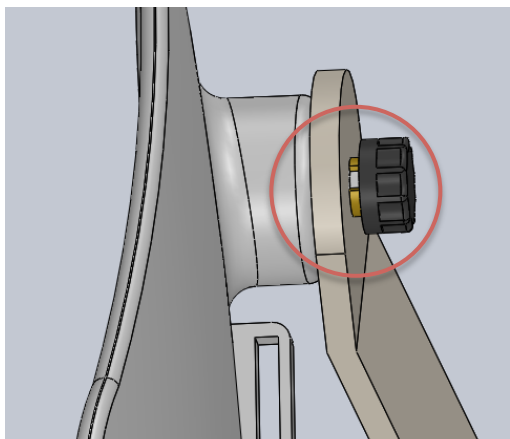


Figura 57: junta de bloqueig un cop muntada



Figura 57: Secció lateral de l'encaix de la faixa rígida

Com que es pretén que la cadira sigui adaptable, el canvi de molla ha de ser el més senzill possible ja que aquest serà necessari cada cop que s'adapti. Per aquest motiu és la última peça de la pròtesi que es col·loca. El sistema de subjecció és senzill. Es col·loca la molla en els forats adients i amb un tap de plàstic amb rosca es colla fins que aquesta queda fixada (Figura 56).

Per tal que la pròtesi sigui el més còmode possible per al subjecte que l'utilitza s'ha optat per acomodar les parets interiors de la faixa rígida així com la part interior del seient amb espuma EVA d'alta densitat. D'aquesta manera, no només és més còmode per l'animal, sinó evita el frec amb el plàstic que podria produir llagues al llarg del temps.

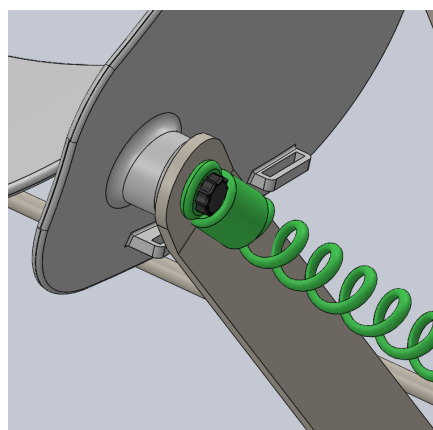


Figura 58: Fixació de la molla al mecanisme

8 Resum del pressupost

El pressupost del present estudi sobre el disseny d'una pròtesi de maluc per a cans, tenint en compte els costos de fabricació i mà d'obra és de 7.124,12 € amb IVA inclòs.

9 Conclusions

En el present projecte s'ha obtingut una solució adequada per la construcció del prototip. S'han realitzat les fases necessàries per definir el disseny complet, que permet fer funcionar la pròtesi complint tots els requeriments imposats i la possibilitat de comercialitzar-la.

S'han hagut d'aplicar simulacions i coneixements d'enginyeria per tal de garantir les màximes prestacions en un únic disseny. Aquest permet al subjecte que l'utilitza desplaçar-se de forma autònoma, poder orinar i defecar sense necessitat de treure la pròtesi així com la possibilitat d'estirar-se i aixecar-se amb autonomia pròpia. Fet que cap cadira de rodes canina comercialitzada ha assolit.

Per altra banda, s'ha aconseguit que la pròtesi sigui adaptable a tots els individus de mida gran, independentment de la raça que siguin. Això ha estat possible gràcies al disseny de la faixa rígida. El fet que sigui de plàstic don pas a que, gràcies a les tecnologies actuals, pugui ser fabricada per mitjà d'una impressora 3D cosa que abarateix els costos de producció.

La millora en qualitat de vida de l'usuari al utilitzar-la es considera superior als models més rudimentaris existents. Amb l'al·licient que la pròtesi que s'ha dissenyat no només és útil per tractar la displàsia de maluc (patologia més comuna en gossos) sinó també pot combatre amb els símptomes que presenten malalties com hèrnies discals, meningioma lumbar i artrosis. A més a més, gràcies a que es adaptable en alçada, es pot utilitzar com a tractament de recuperació post-quirúrgic on es necessita una recuperació progressiva de la musculatura.

Així doncs, s'ha elaborat un disseny compacte i versàtil on les seves característiques fan que pugui competir amb les cadires de rodes per gossos convencionals del mercat i disposa d'una gran senzillesa en la fabricació i muntatge.

10 Bibliografia

Llibres

- [1] PANERO, J., ZELNIK, M. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estandares antropométricos. Editorial Gustavo Gili. 2007.
- GARCÍA, F., PRANDI, D., FRANCH, J., Dela Fuente, J., Peña T., Displasia de cadera en el perro. Estado actual. Madrid. 1999.: 78-92

Adreces electròniques

- [1] ORTOCANIS, Complete veterinary guide to hip dysplasia. [Figura] (<https://www.ortocanis.com/es/ayudas-tecnicas/128-soporte-de-cadera.html> , consultat novembre 2017).
- [10] [11] NOVECAN, Sillas de ruedas [Figura] (<http://www.novecan.com/silla-de-ruedas-de-rehabilitacion-para-perros/> , consultat novembre 2017)
- [13] [14] ORTOCANIS, Adjustable dog wheelchair [Figura] (<https://www.ortocanis.com/en/home/103-dog-wheelchair.html> , consultat novembre 2017).
- [14] ORTOCANIS, silla de ruedas para perro [Figura] (<http://www.ortocanis.com/es/home/103-sillas-de-ruedas-para-perros.html> , consultat novembre 2017)
- [2] PORPATAS, Angulo de Norberg [Figura] (<https://porpatas.wordpress.com/tag/angulo-de-norberg/> , consultat novembre 2017).
- [3] ORTOCANIS, Incidencia de la displasia de cadera en perros. [Taula] (<https://www.ortocanis.com/es/content/59-incidencia-de-la-displasia-de-cadera-en-perros> , consultat novembre 2017).
- [4] ORTOCANIS, Parálisis de las extremidades posteriores [Figura] (<https://www.ortocanis.com/es/content/129-paralisis-en-las-extremidades-posteriores-causas-neurologicas-paraparesia-paraplejia-aguda> , consultat novembre 2017).

- [5] SC.EHU, Tumores del espacio epidural raquídeo [Figura] (<http://www.sc.ehu.es/scrwwsr/kirurgia/20081/Arrazola.htm> , consultat novembre 2017).
- [6] DIAGNOSTICOVETERINARIO, Artroplastia de cadera [Figura] (<http://www.diagnosticoveterinario.com/artroplastia-de-cadera-en-perros/5065> , consultat novembre 2017).
- [7] TRAUMATOLOGIAVETERINARIA, Diagnostico y tratamiento de la displasia de cadera y lesiones de cadera en general. [Figura] (http://www.traumatologiaveterinaria.com/index.php?web=displasia_cadera/displasia.php , consultat octubre 2017).
- [8] TRAUMATOLOGIAVETERINARIA, displàsia de cadera en los perros [Figura] (<https://www.traumatologiaveterinaria.cl/DISPLASIA.html> , consultat novembre 2017).
- [9] ORTOCANIS, soporte de cadera [Figura] (<https://www.ortocanis.com/es/ayudas-tecnicas/128-soporte-de-cadera.html> , consultat novembre 2017)
- CEPPB, Estandar del pastor belga (<http://www.ceppb.es/estandar.html> , consultat novembre 2017).
- MERCADOLIBRE, sillas para perros discapacitados. [Figura] (<https://listado.mercadolibre.com.ar/sillas-para-perros-discapacitados> , consultat novembre 2017).
- ORTOCANIS, La heria discal en perros. (<http://www.ortocanis.com/es/content/24-la-hernia-discal-en-perros> consultat novembre 2017).

Articles / Treballs

- [15] KIMURA, T., ENDO, B.: Comparison of force of foot between quadrupedal walking of dog and bipedal walking of man. J. Fac. Sci. Uni. Tokyo.1972.
- JOSEPH W., ALEXANDER, DVM, Ms. Canine Hip Dysplasia. W.B.Sauders Company. May 1992.

- CARRILLO I., Federation cynologique internationale (AISBL). Perro de pastor belga. Bélgica. 2001.

A ANNEX

A.1 Propostes de modificacions

En aquest apartat es tractaran les possibles millores de la cadira que no s'han dut a terme en aquest estudi.

El disseny d'aquesta pròtesi esta pensada per tal que hi hagin certs components modificables. Un d'ells és el tipus de roda. Es podria modificar, a conveniència, el tipus de roda a utilitzar en funció del tipus de entorn. De tal manera que si es pretén fer una excursió per entorns més rurals optar a una roda de més diàmetre i amb un relleu més marcat per una millor adherència. D'aquesta manera es podria adaptar la cadira als entorns de cada situació.

Una altre possible millora és que es podria diferenciar aquesta pròtesi en diferents qualitats en funció del material per fabricar la estructura. La fibra de carboni és un material mol bo per confeccionar pròtesis ja que aquest és molt lleuger oferint una gran resistència. L'inconvenient és que la fabricació d'aquest és car. Un altre material molt utilitzat per fer pròtesis es el titani, més pesat que la fibra de carboni però molt resistent a la corrosió, molt útil en entorns propers al mar. Així que en funció del que el propietari estigués disposat a pagar es despondria de cadires de rodes de diferents gammes.

Per últim, un aspecte a millorar del disseny proposat és el fet que quan la cadira baixa per l'acció del gos, la faixa rígida té certa rotació. Per evitar-ho caldria que el final de la barra 2 on es situa l'ancoratge al lateral de la faixa tingues cert recorregut. D'aquesta manera s'evitaria aquest problema.

A.2 Altres

Resum de les principals races en un estudi prolongat en el temps des de 1974 fins 2010 amb un mínim de 100 casos per raça analitzant fins 147 races diferents.

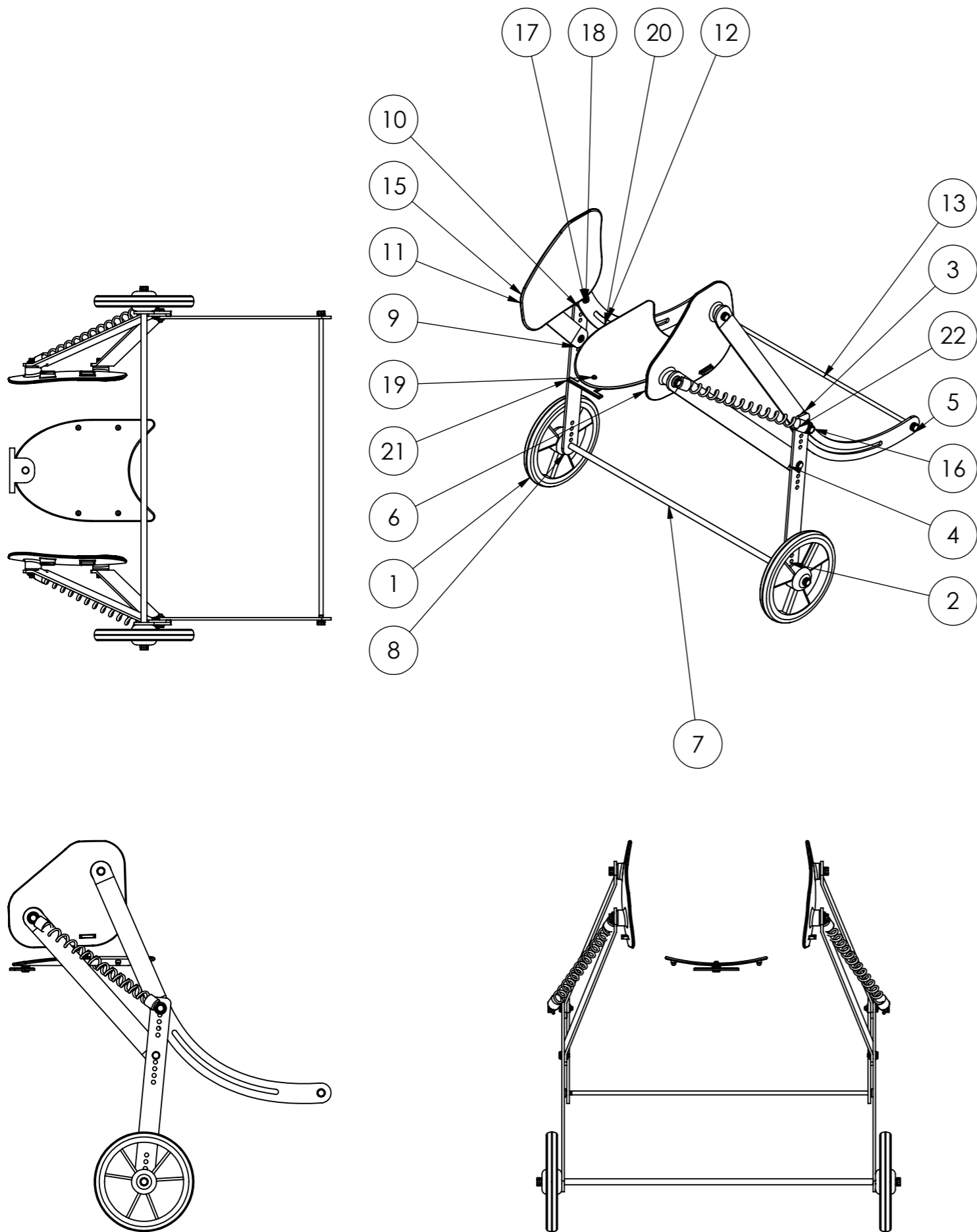
Raça	Posic.	Nº evaluacions	% Excel.lent	% displasia
BULLDOG	1	506	0.2	72.1
PUG	2	441	0.0	66.0
DOGUE DE BORDEAUX	3	406	1.0	56.7
OTTERHOUND	4	374	0.3	51.1
BOERBOEL	5	110	4.5	48.2
NEAPOLITAN MASTIFF	6	155	2.6	47.7
ST. BERNARD	7	2112	4.1	46.8
CLUMBER SPANIEL	8	864	3.0	44.8
BLACK RUSSIAN TERRIER	9	435	3.7	43.4
SUSSEX SPANIEL	10	258	1.6	41.5
ARGENTINE DOGO	11	193	3.1	40.9
CANE CORSO	12	687	6.7	40.0
BASSET HOUND	13	198	0.0	37.4
BOYKIN SPANIEL	14	2890	2.1	33.7
PERRO DE PRESA CANARIO	15	180	3.9	33.3
NORFOLK TERRIER	16	274	0.0	33.2
AMERICAN BULLDOG	17	1733	4.9	33.2
GLEN OF IMAAL TERRIER	18	145	0.7	31.0
FRENCH BULLDOG	19	931	1.3	30.4
FILA BRASILEIRO	20	598	7.5	29.9
AMERICAN STAFFORDSHIRE TERRIER	21	2860	2.4	26.0
BLOODHOUND	22	2768	2.8	25.7
NEWFOUNDLAND	23	14688	8.3	25.2
BULLMASTIFF	24	5369	3.9	24.4
MAINE COON CAT	25	1073	4.2	24.3
AMERICAN PIT BULL TERRIER	26	733	5.6	24.1
LOUISIANA CATAHOULA LEOPARD	27	531	11.7	22.0
ENGLISH SHEPHERD	28	322	10.6	22.0
CHESAPEAKE BAY RETRIEVER	29	12356	12.3	20.6
ROTTWEILER	30	92235	8.3	20.3
CARDIGAN WELSH CORGI	31	1759	3.2	19.7
GOLDEN RETRIEVER	32	130304	4.1	19.7
NORWEGIAN ELKHOUND	33	3756	7.2	19.6
CHOW CHOW	34	5218	7.2	19.5
PYRENEAN SHEPHERD	35	108	2.8	19.4
MASTIFF	36	10505	7.9	19.3
SHIH TZU	37	615	2.0	19.3
GORDON SETTER	38	5947	8.8	19.3
HYBRID	39	1172	8.3	19.3
GERMAN SHEPHERD DOG	40	102750	3.9	19.0
GREATER SWISS MOUNTAIN DOG	41	2500	12.9	18.9
PEMBROKE WELSH CORGI	42	10636	3.2	18.6
OLD ENGLISH SHEEPDOG	43	10515	11.7	18.5

KUVASZ	44	1713	13.7	18.1
CHINOOK	45	581	9.3	18.1
FIELD SPANIEL	46	964	8.2	18.0
SHILOH SHEPHERD	47	701	9.0	18.0
BEAGLE	48	855	2.6	18.0
GIANT SCHNAUZER	49	4266	9.7	17.9
STAFFORDSHIRE BULL TERRIER	50	552	2.0	17.8
EPAGNEUL BRETON	51	121	1.7	17.4
WELSH TERRIER	52	104	5.8	17.3
ICELANDIC SHEEPDOG	53	197	11.7	16.8
ENGLISH SETTER	54	10145	10.4	16.1
ENTLEBUCHER	55	293	4.4	16.0
BERNESE MOUNTAIN DOG	56	16544	13.6	15.9
AUSTRALIAN CATTLE DOG	57	3334	4.4	15.6
SPINONE ITALIANO	58	1120	18.0	15.5
LABRADOODLE	59	149	9.4	15.4
POLISH LOWLAND SHEEPDOG	60	464	8.2	15.3
CURLY-COATED RETRIEVER	61	1122	8.3	15.3
AFFENPINSCHER	62	274	4.0	15.3
BOUVIER DES FLANDRES	63	7959	6.1	15.0
BRITTANY	64	17673	8.7	14.6
BLACK AND TAN COONHOUND	65	678	10.3	14.5
BRIARD	66	2338	13.2	14.2
HARRIER	67	318	9.1	14.2
LEONBERGER	68	1574	20.2	14.0
TIBETAN MASTIFF	69	862	7.5	13.9
BEAUCERON	70	349	14.3	13.8
HAVANA SILK DOG	71	183	2.2	13.7
NORWICH TERRIER	72	693	7.1	13.4
CHINESE SHAR-PEI	73	9470	9.1	13.3
ENGLISH SPRINGER SPANIEL	74	14309	8.6	13.0
PORTUGUESE WATER DOG	75	7468	14.0	12.8
AKITA	76	15949	18.9	12.8
PUDELPOINTER	77	390	14.9	12.6
FINNISH LAPPHUND	78	144	11.1	12.5
CAVALIER KING CHARLES SPANIEL	79	5896	4.2	12.4
KOMONDOR	80	960	12.2	12.2
POODLE	81	21881	11.7	12.2
WEST HIGHLAND WHITE TERRIER	82	264	3.4	12.1
BOSTON TERRIER	83	182	6.0	12.1
GREAT DANE	84	12071	11.6	12.0
IRISH SETTER	85	11075	9.1	12.0
IRISH WATER SPANIEL	86	1250	17.3	11.9
LABRADOR RETRIEVER	87	221077	18.1	11.8
SMOOTH FOX TERRIER	88	317	8.8	11.7
WELSH SPRINGER SPANIEL	89	1893	15.2	11.7
AIREDALE TERRIER	90	5757	7.3	11.5
ALASKAN MALAMUTE	91	13605	16.8	11.4
PETIT BASSET GRIFFONS VENDEEN	92	677	4.1	11.4

SAMOYED	93	15590	10.4	11.0
BOXER	94	5221	3.4	10.9
WIREHAired VIZSLA	95	101	10.9	10.9
BORDER COLLIE	96	10353	12.9	10.8
ANATOLIAN SHEPHERD	97	1714	18.1	10.3
PULI	98	1717	16.3	10.1
HAVANESE	99	2776	9.1	10.0
SMALL MUNSTERLANDER	100	134	12.7	9.7
AKBASH DOG	101	537	23.8	9.7
AMERICAN ESKIMO DOG	102	990	8.6	9.3
AUSTRALIAN KELPIE	103	119	9.2	9.2
GREAT PYRENEES	104	5749	14.0	9.2
COTON DE TULEAR	105	640	9.2	9.2
GERMAN WIREHAired POINTER	106	3959	16.5	9.1
NORWEGIAN BUHUND	107	176	8.0	9.1
MINIATURE AUSTRALIAN SHEPHERD	108	1131	16.9	8.7
SWEDISH VALLHUND	109	185	5.9	8.6
WEIMARANER	110	11733	21.1	8.5
STANDARD SCHNAUZER	111	4073	8.1	8.5
TIBETAN SPANIEL	112	319	6.6	8.2
POINTER	113	1501	13.7	8.1
WIREHAired POINTING GRIFFON	114	1914	20.5	8.0
FRENCH SPANIEL	115	167	18.6	7.8
AMERICAN WATER SPANIEL	116	736	10.1	7.7
VIZSLA	117	13032	16.5	7.1
BICHON FRISE	118	3364	11.4	6.9
DUTCH SHEPHERD	119	190	18.4	6.8
BULL TERRIER	120	105	11.4	6.7
NOVA SCOTIA DUCKTOLLING RET.	121	1683	17.8	6.4
COCKER SPANIEL	122	12575	10.8	6.4
LHASA APSO	123	812	14.5	6.4
KEESHOND	124	4537	9.1	6.3
DOBERMAN PINSCHER	125	14922	17.9	6.1
HOVAWART	126	131	22.9	6.1
BEARDED COLLIE	127	4356	16.3	6.1
FINNISH SPITZ	128	321	16.8	5.9
SCHIPPERKE	129	426	10.3	5.9
TIBETAN TERRIER	130	3836	30.6	5.8
AUSTRALIAN SHEPHERD	131	30510	16.4	5.8
AFGHAN HOUND	132	6593	29.7	5.7
KERRY BLUE TERRIER	133	1502	13.2	5.7
SHIBA INU	134	2892	18.4	5.6
ENGLISH COCKER SPANIEL	135	6681	18.7	5.6
BELGIAN MALINOIS	136	2480	18.4	5.4
NORTH AMERICAN SHEPHERD	137	336	16.7	5.1
IRISH WOLFHOUND	138	1695	26.7	5.0
RHODESIAN RIDGEBACK	139	10672	21.8	5.0
SOFT COATED WHEATEN TERRIER	140	5817	16.9	4.8
SHETLAND SHEEPDOG	141	19079	27.5	4.6
DALMATIAN	142	3273	10.5	4.5

FLAT-COATED RETRIEVER	143	5242	19.5	4.2
GERMAN SHORTHAIRED POINTER	144	15084	25.8	4.2
IRISH RED & WHITE SETTER	145	197	29.4	4.1
BORDER TERRIER	146	2453	20.4	3.8
PARSON RUSSELL TERRIER	147	109	24.8	3.7
BELGIAN TERVUREN	148	5664	25.9	3.5
BASENJI	149	2448	23.1	3.4
RAT TERRIER	150	421	14.0	3.3
BELGIAN SHEEPDOG	151	3886	32.7	2.9
COLLIE	152	2825	29.9	2.8
IBIZAN HOUND	153	322	35.7	2.8
PHARAOH HOUND	154	444	15.5	2.7
AUSTRALIAN TERRIER	155	179	5.6	2.2
CANAAN	156	423	17.3	2.1
GREYHOUND	157	343	35.6	2.0
SIBERIAN HUSKY	158	16915	33.7	2.0
TOY AUSTRALIAN SHEPHERD	159	100	28.0	2.0
BORZOI	160	846	31.0	1.8
SALUKI	161	261	42.5	1.5
WHIPPET	162	154	38.3	1.3
GERMAN PINSCHER	163	331	21.8	1.2
ITALIAN GREYHOUND	164	211	59.2	0.0

B Plànols

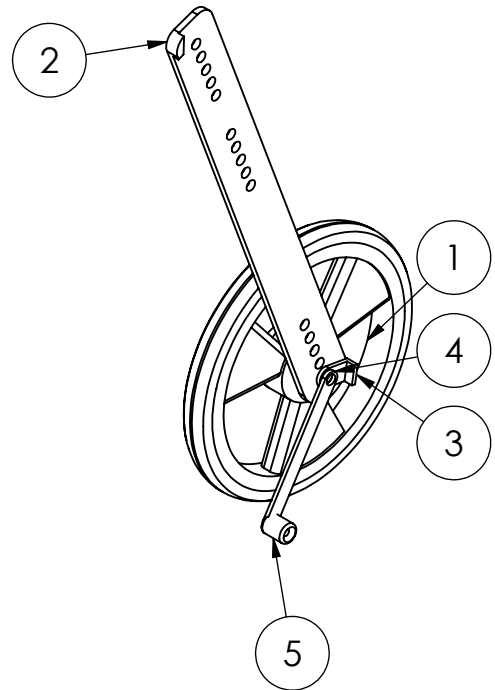
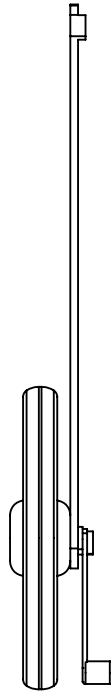
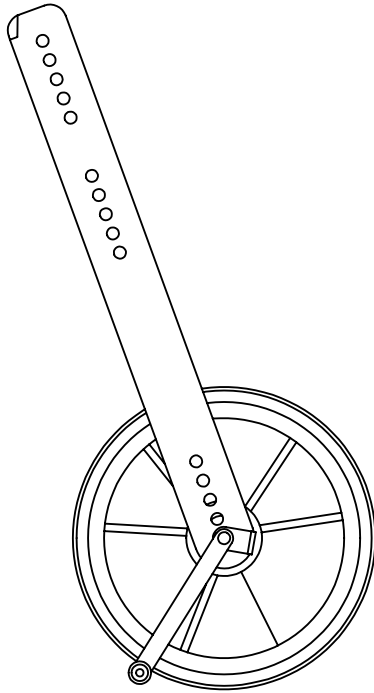


22	molla	2		
21	encaix_seient	1		
20	SEIENT_D	1		
19	ISO 2341 - B - 8 x 18 x 2 - St	3		
18	ISO 2341 - B - 8 x 24 x 2 - St	2		
17	ISO 8738 - 8	8		
16	Tapacubus	5		
15	Tapacubus(dreta)	5		
14	junta	8		
13	suport4	1		
12	Barra4(dreta)	1		
11	Faixa(dreta)	1		
10	Barra1(dreta)	1		
9	Barra2(dreta)	1		
8	Barra3(dreta)	1		
7	extensible	1		
6	FAIXA	1		
5	Barra4	1		
4	Barra2	1		
3	Barra1	1		
2	Barra3	1		
1	Roda	2		
Marca	Denominació i observacions	Nombre de peces	Norma	Material


	12/01/18	Jan	Llinàs
Dibuixat			
Comprov.			
id.s.norm			ISO-UNE

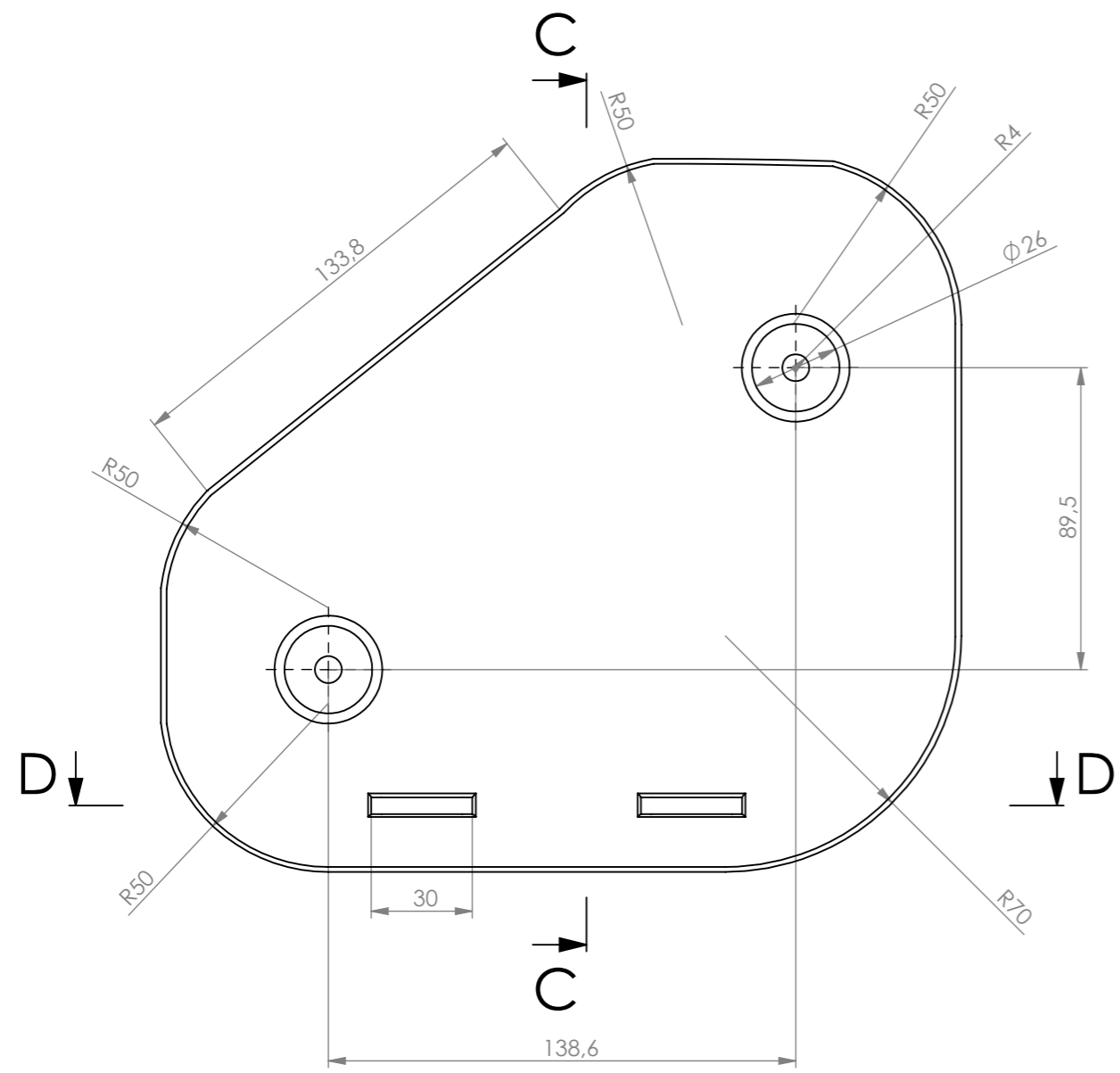


1:10 Conjun Cadira de rodes	Enginyeria en Tecnologies Industrials Estudi i disseny d'una pròtesi externa de maluc per a cans
--	---

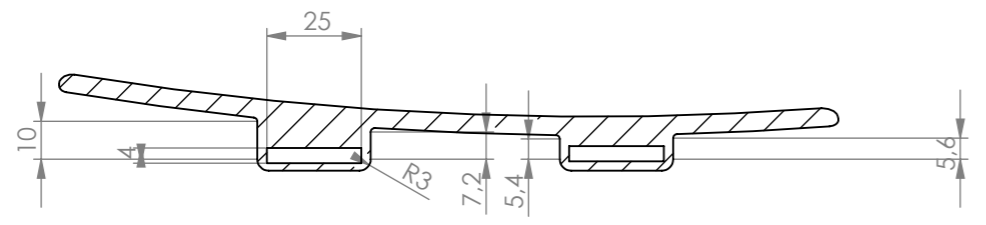
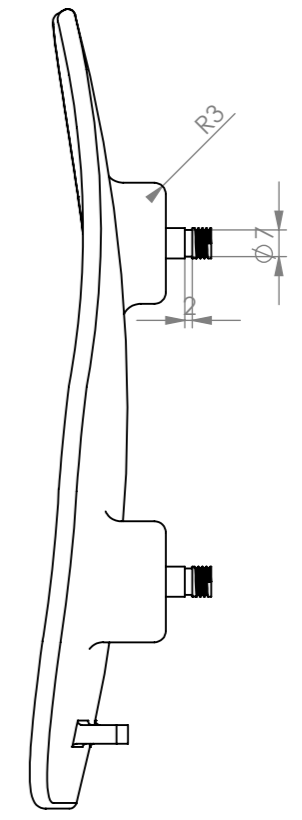
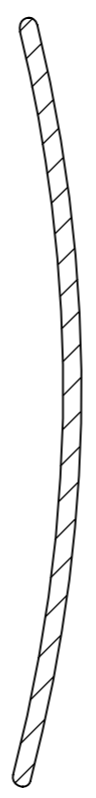


5	B3_RODA_dreta	1		
4	B2	1		
3	B1	1		
2	Barra3	1		
1	Roda	1		
Marca	Denominació i observacions	Nombre de peces	Norma	Material

	Dibuixat	Jan	Llinàs	12/01/18	
	Comprovat				
Escala 1:5	Sisema bloqueig de roda				Enginyeria en Tecnologies Industrials

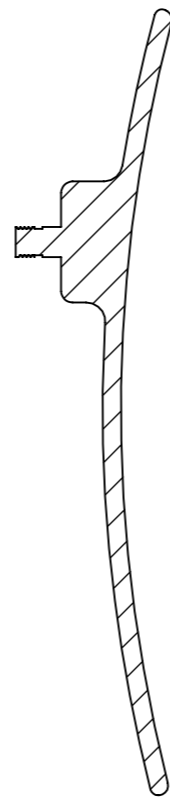
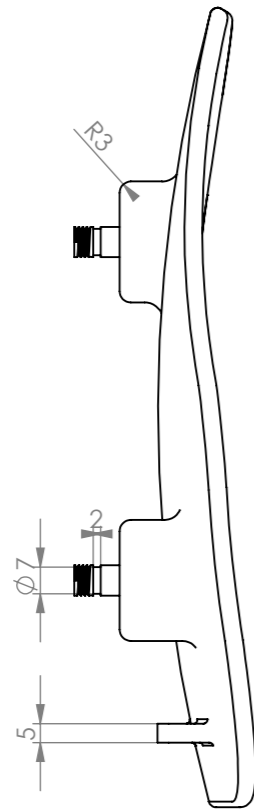


SECCIÓN C-C

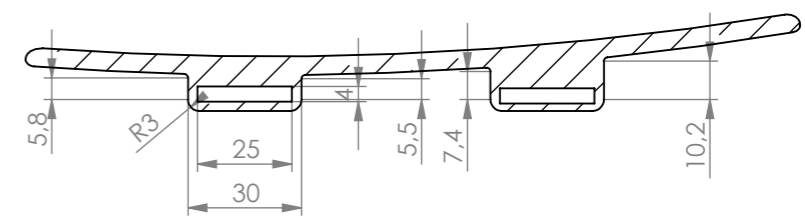
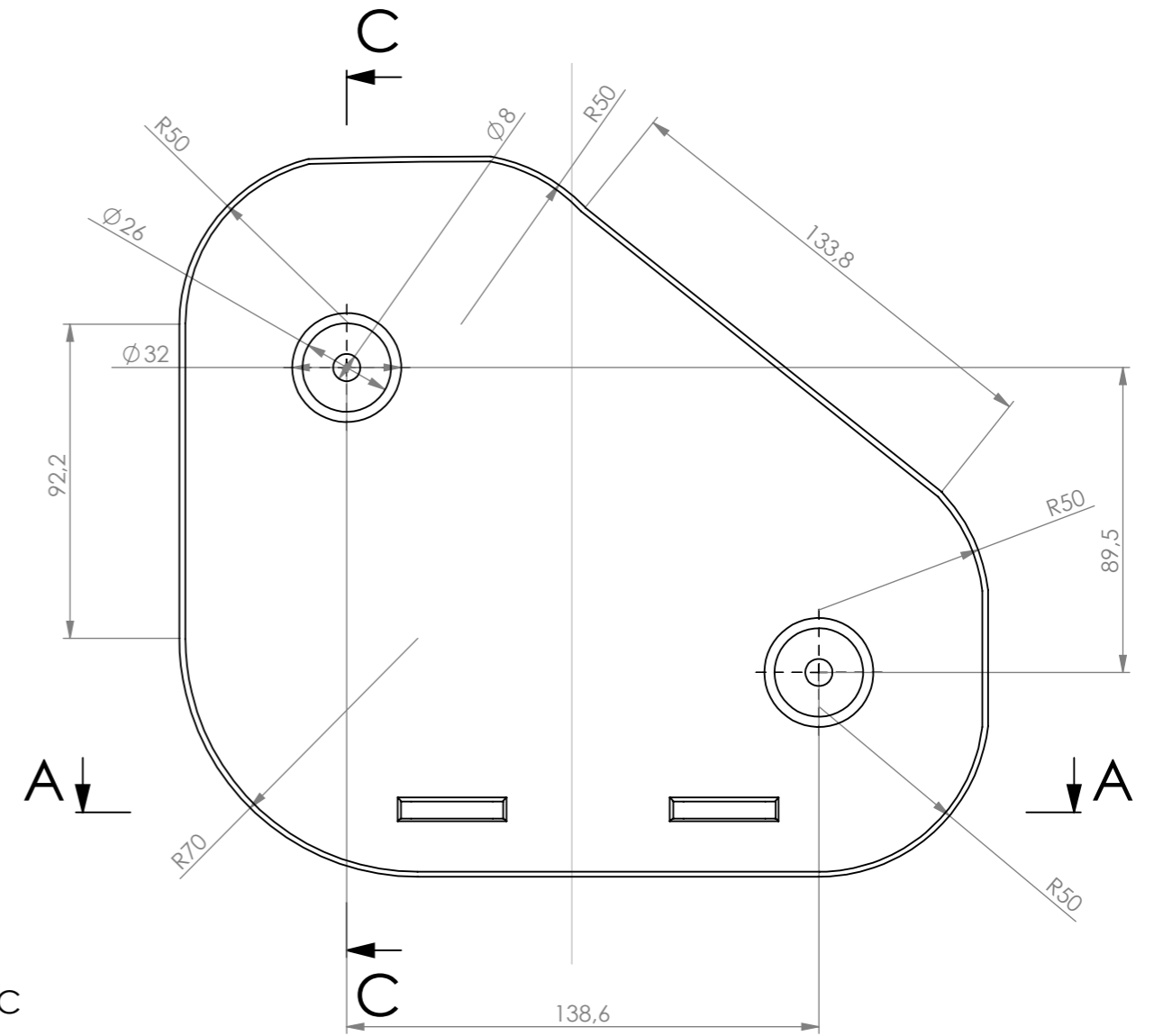


SECCIÓN D-D

	12/01/18	Jan	Llinàs	
Revisió				
Comprov.				
id.s.norm			ISO-UNE	
Escala	1:2			Lateral esquerre faixa
				Plàstic

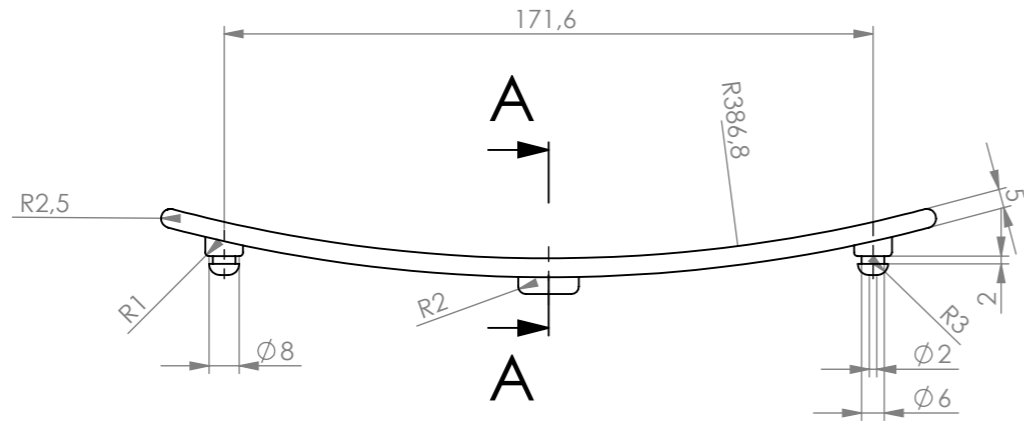


SECCIÓ C-C

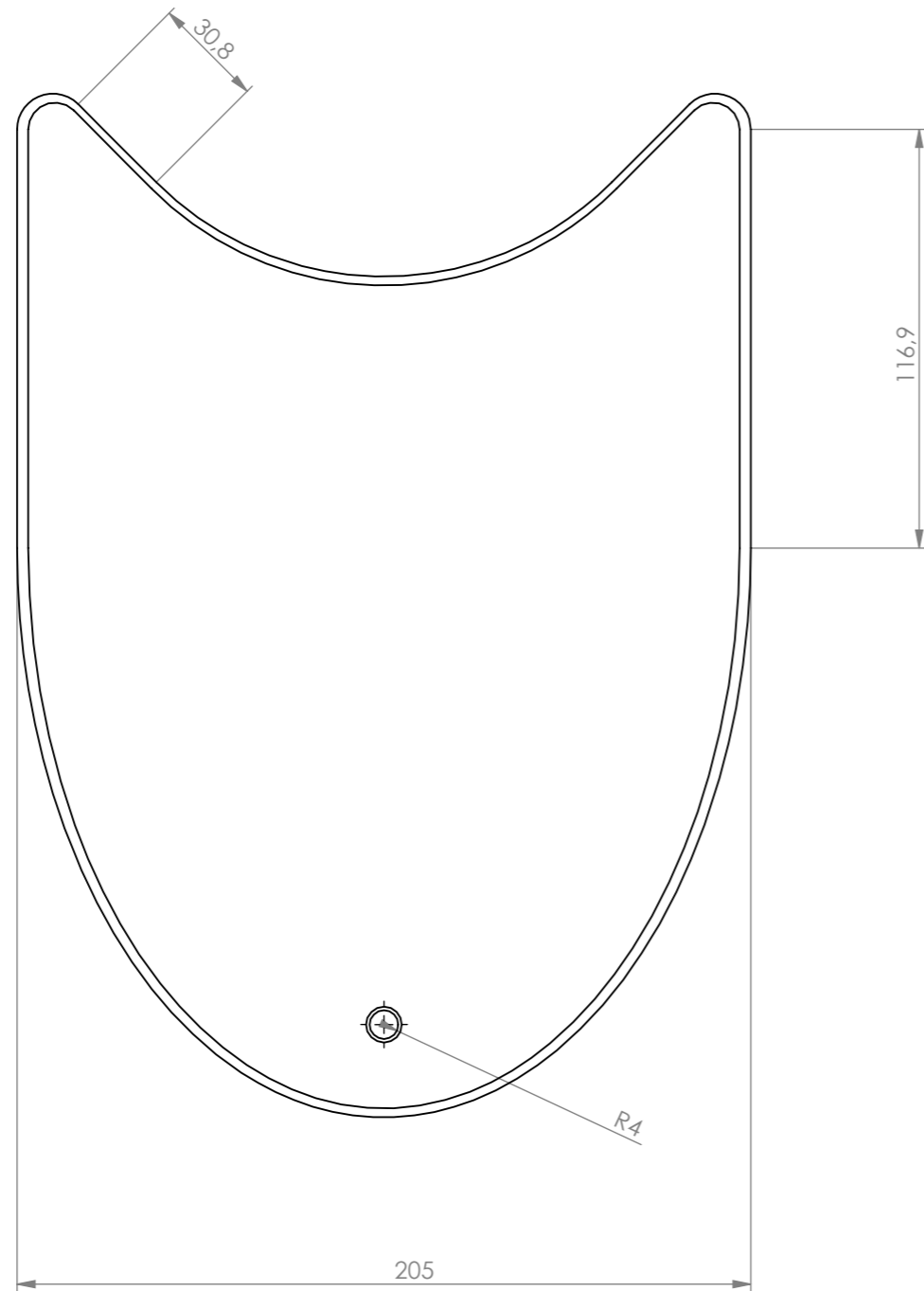


SECCIÓ A-A

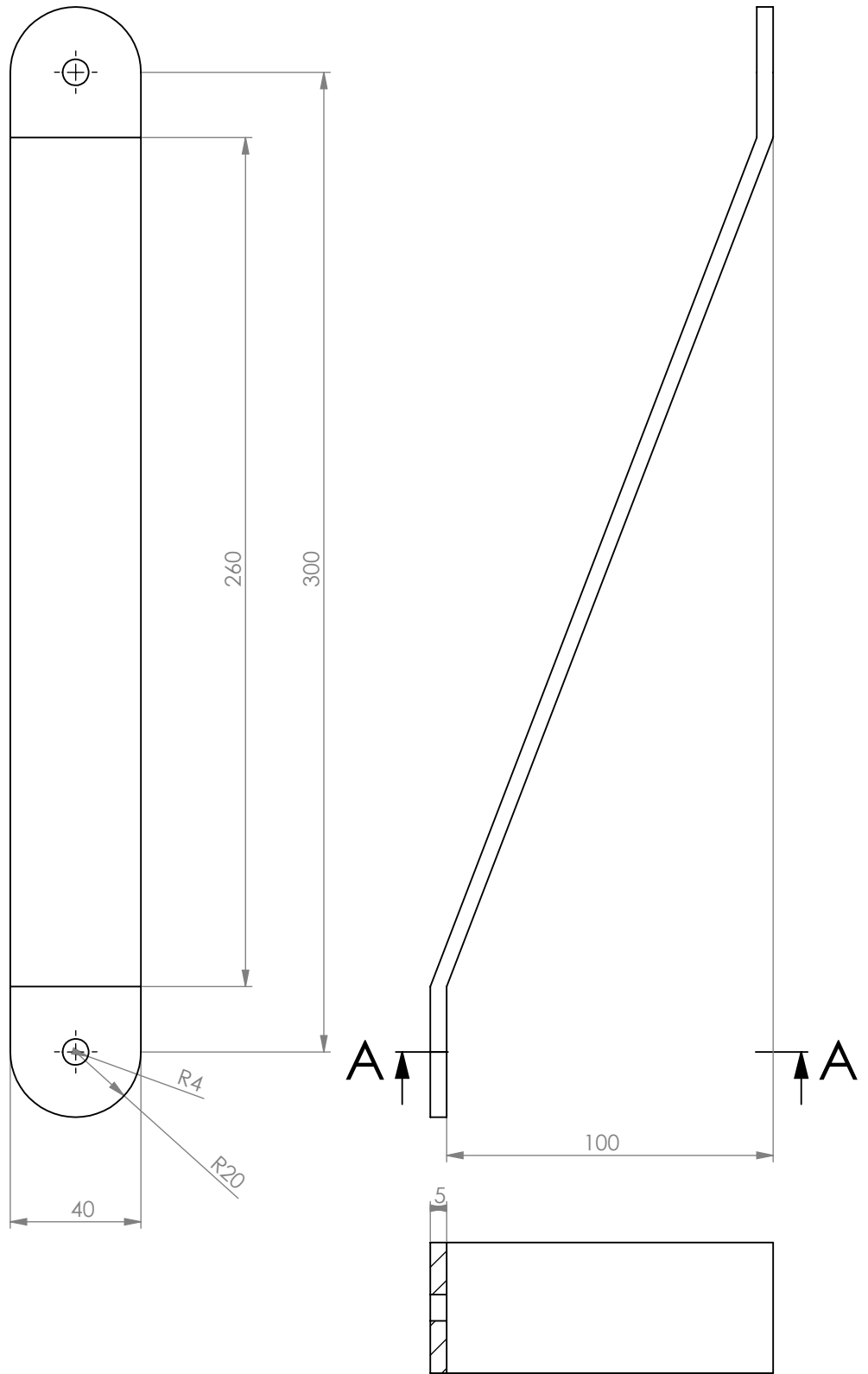
	12/01/18	Jan	Llinàs	
Revisió				
Comprov.				
id.s.norm			ISO-UNE	
Escala	1:2			Enginyeria en Tecnologies Industrials
				Lateral dret faixa
				Plàstic



SECCIÓ A-A
ESCALA 1 : 2




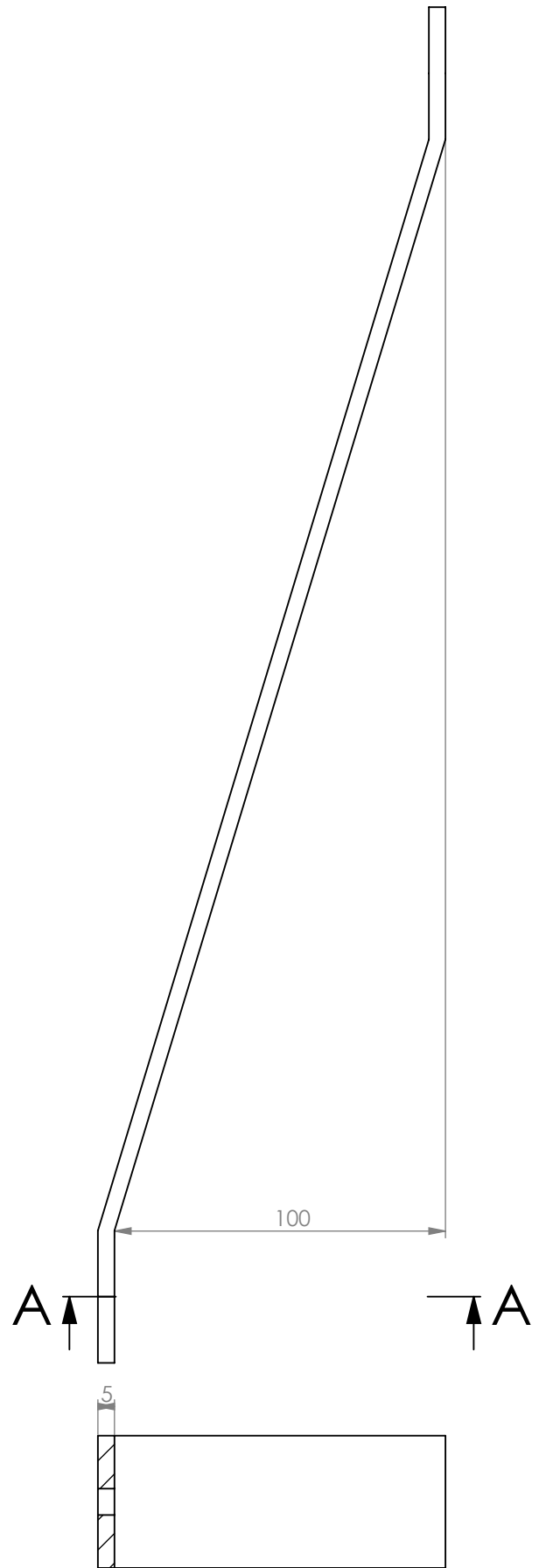
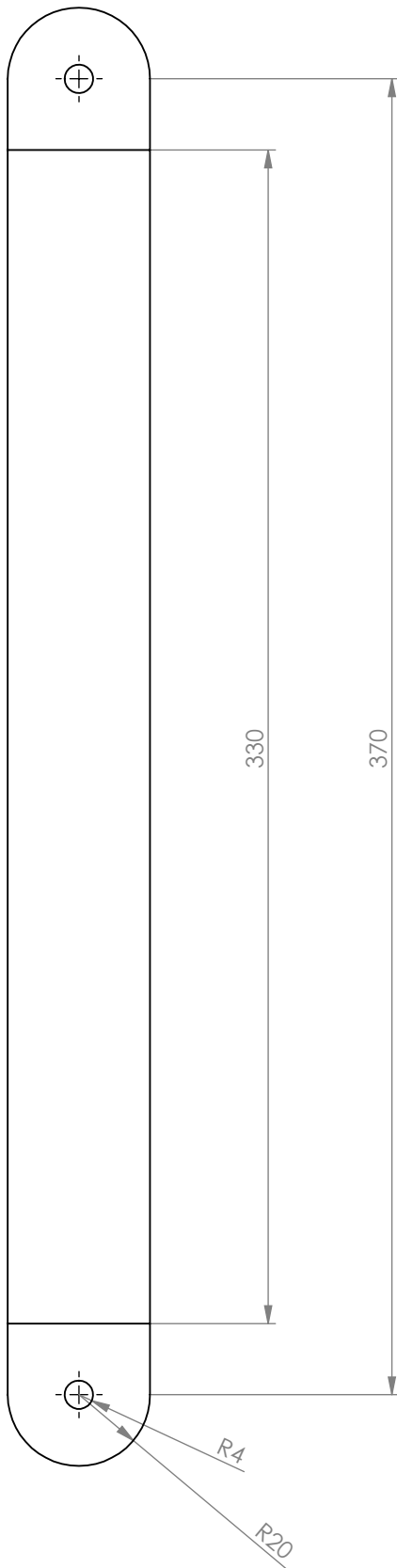
	12/01/18	Jan	Llinàs	
Revisió				
Comprov.				
id.s.norm			ISO-UNE	
Escala	1:2 Seient faixa			Enginyeria en Tecnologies Industrials



SECCIÓN A-A

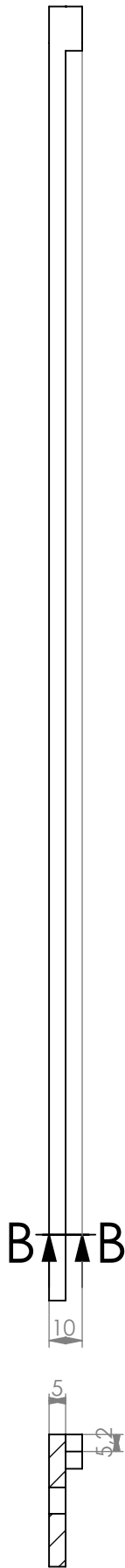
ESCALA 1 : 2

<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 1:2	Barra 1				Enginyeria en Tecnologies Industrials

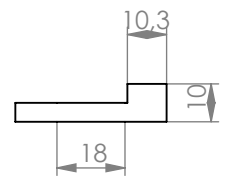
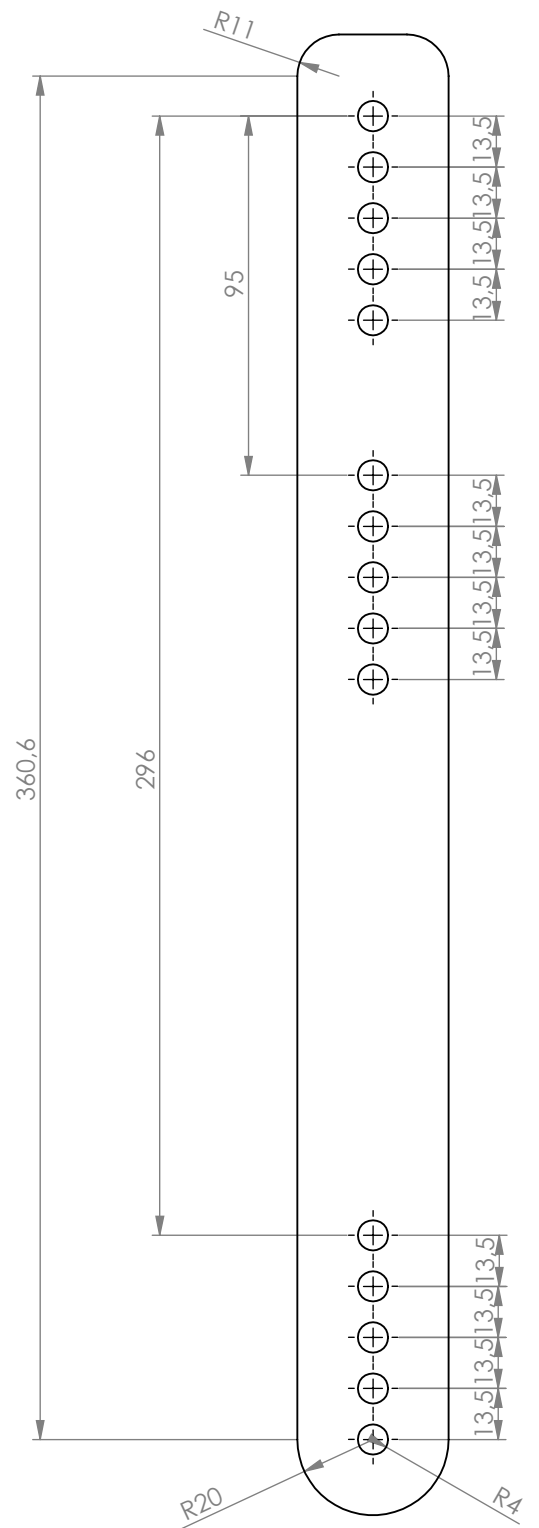


SECCIÓ A-A

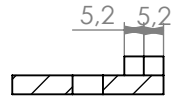
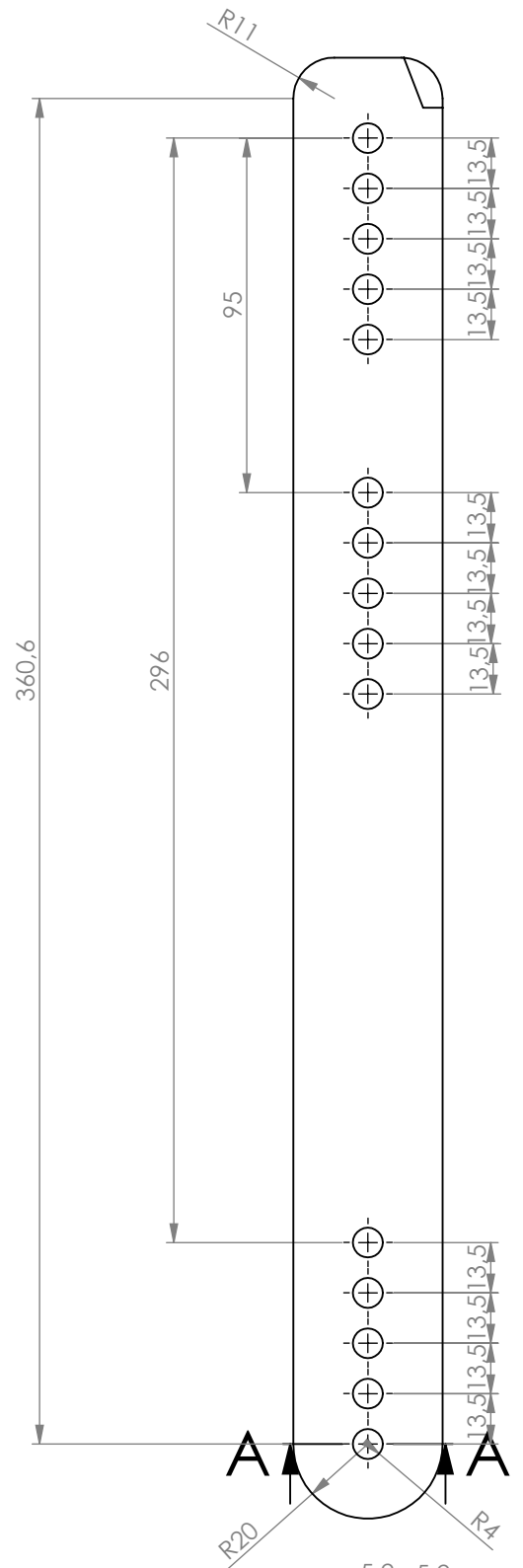
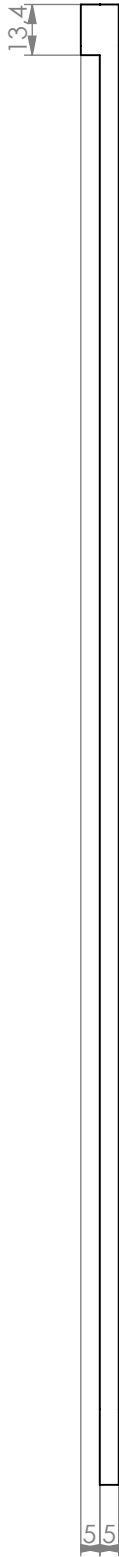
Alumini	Dibuixat	Jan	Llinàs	12/01/18	
	Comprovat			ESCALA 1:2	
Escala 1:2	Barra 2				Enginyeria en Tecnologies Industrials



SECCIÓ B-B
 ESCALA 1 : 2




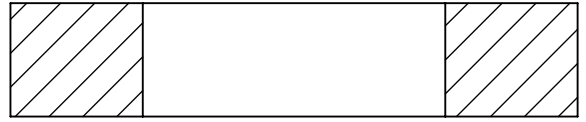
<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala 1:2</i>	<i>Barra 3 esquerre</i>				<i>Enginyeria en Tecnologies Industrials</i>



SECCIÓN A-A

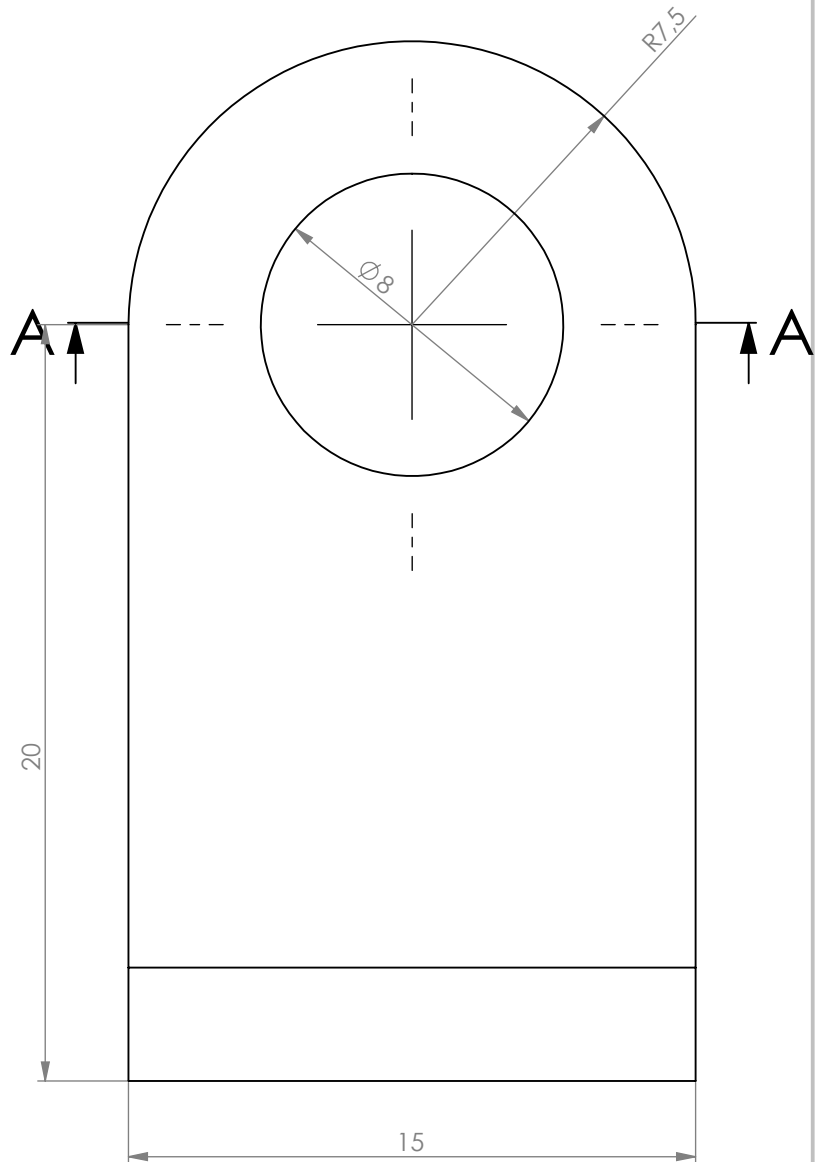
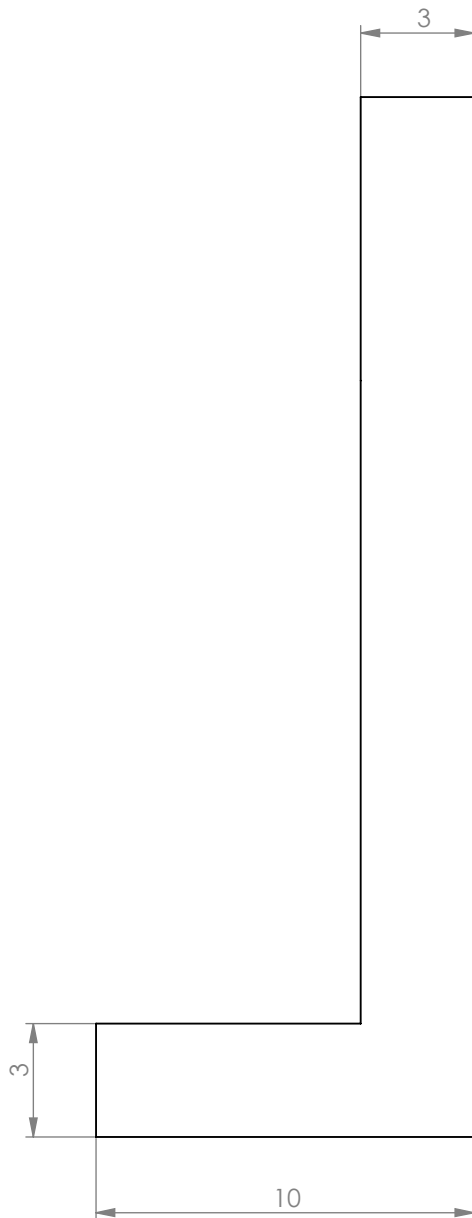
ESCALA 1 : 2


<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 1:2	Barra 3 dreta				Enginyeria en Tecnologies Industrials

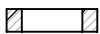


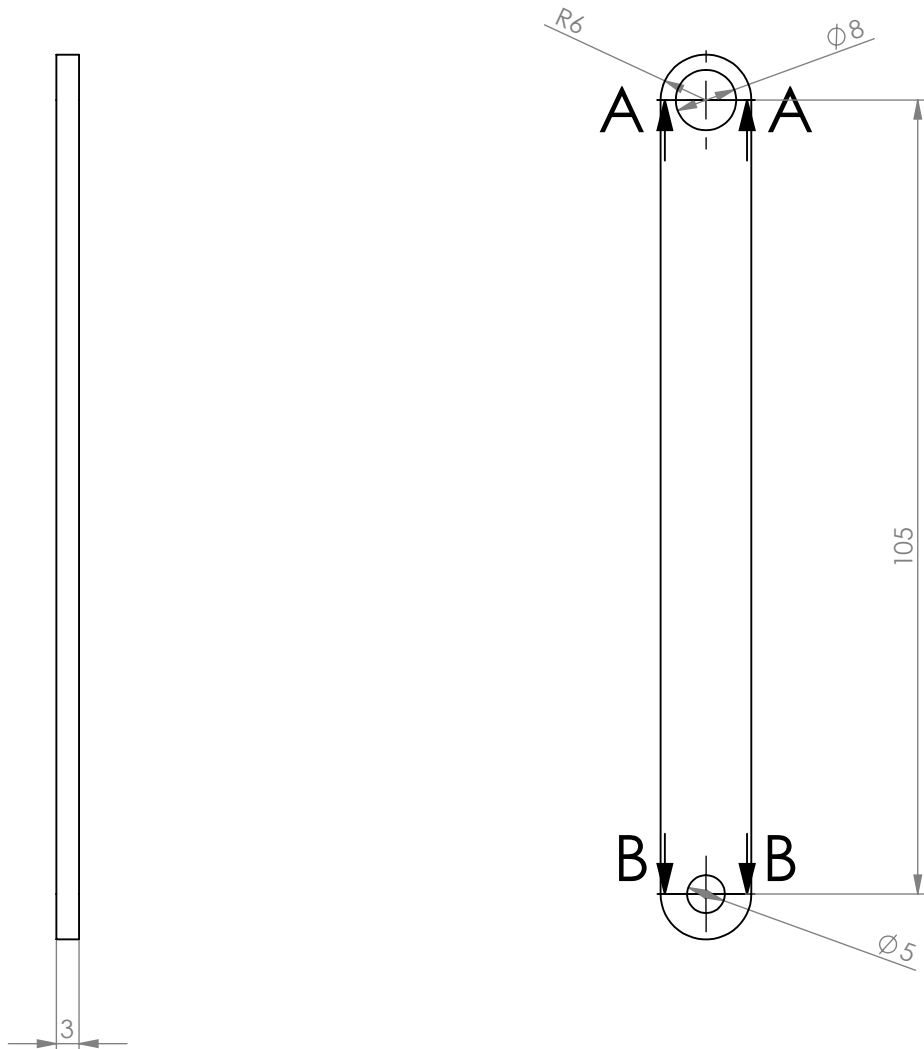
SECCIÓN A-A

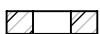
ESCALA 5 : 1




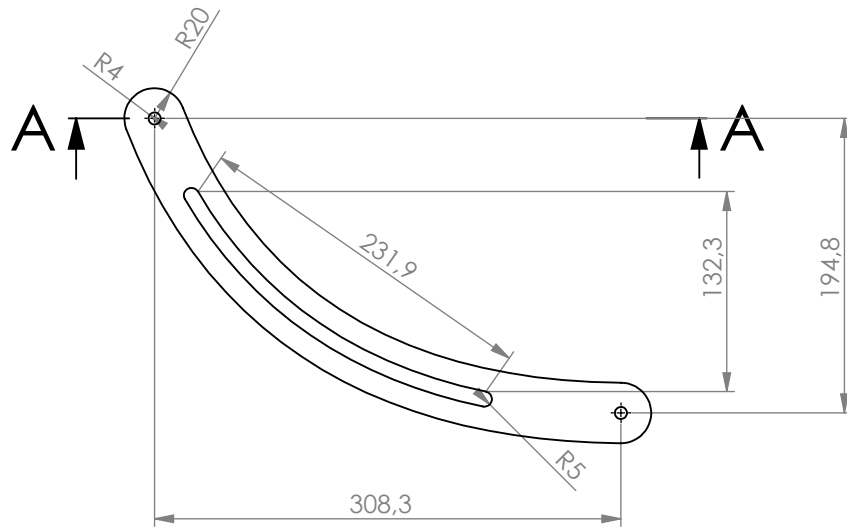
<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
Escala 5:1	Bloqueig roda 1				Enginyeria en Tecnologies Industrials


SECCIÓ A-A




SECCIÓ B-B

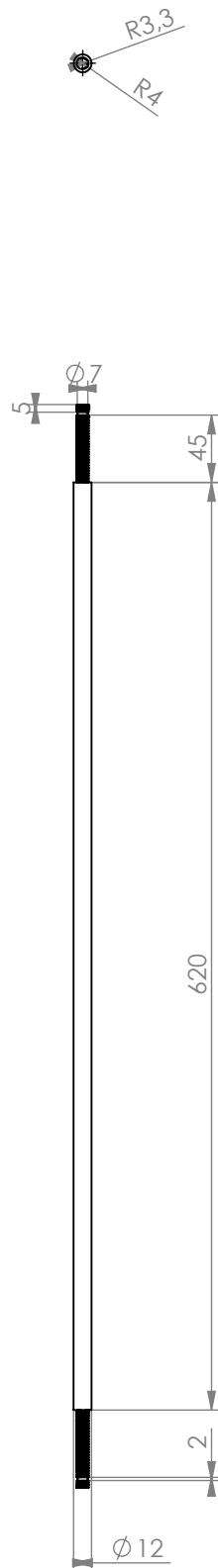
<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 1:1	Bloqueig roda 2				Enginyeria en Tecnologies Industrials




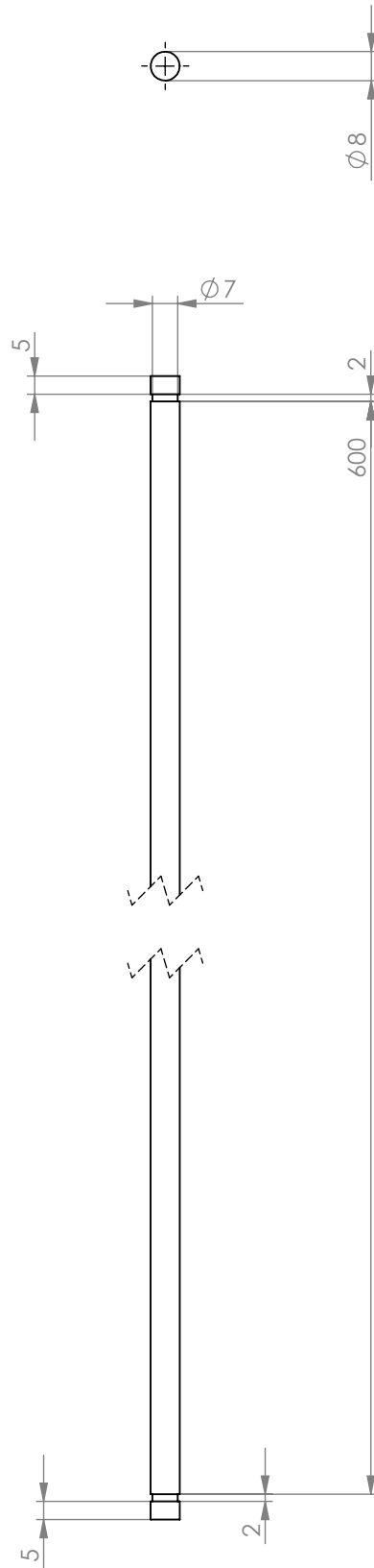
SECCIÓN A-A



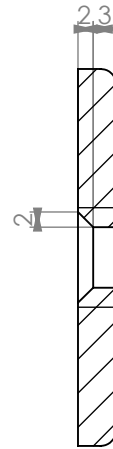
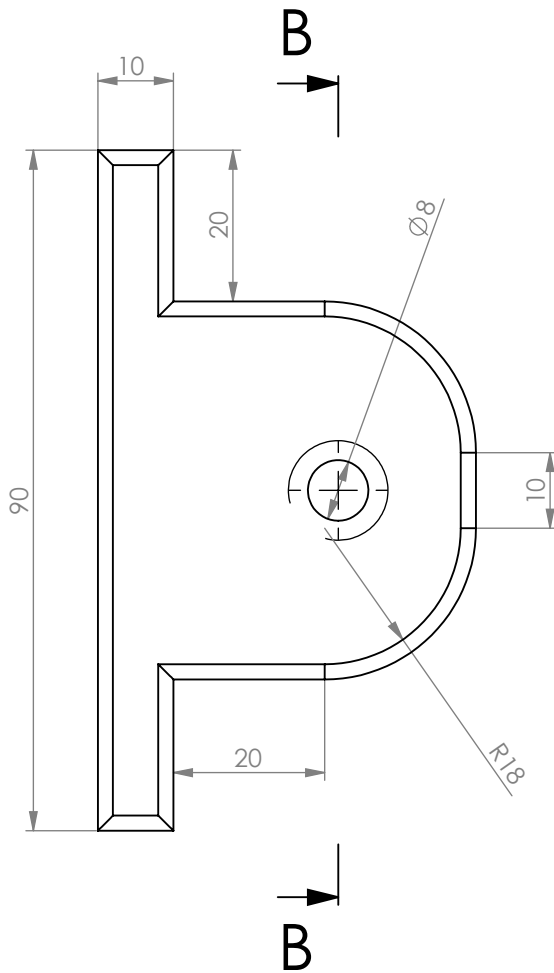
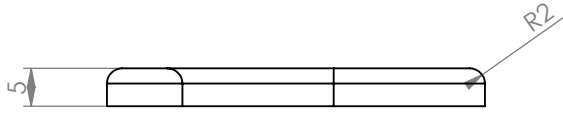
<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/10/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 1:5	Barra 4				Enginyeria en Tecnologies Industrials



<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 1:5	<i>Barra extensible</i>				<i>Enginyeria en Tecnologies Industrials</i>

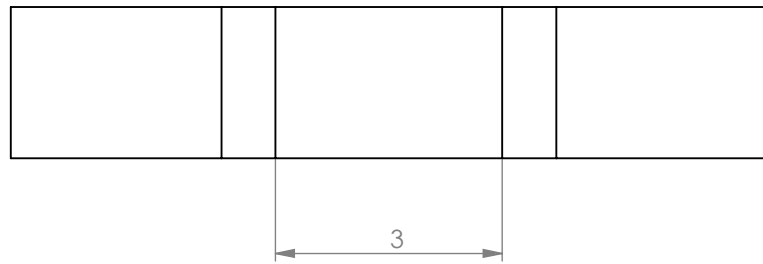
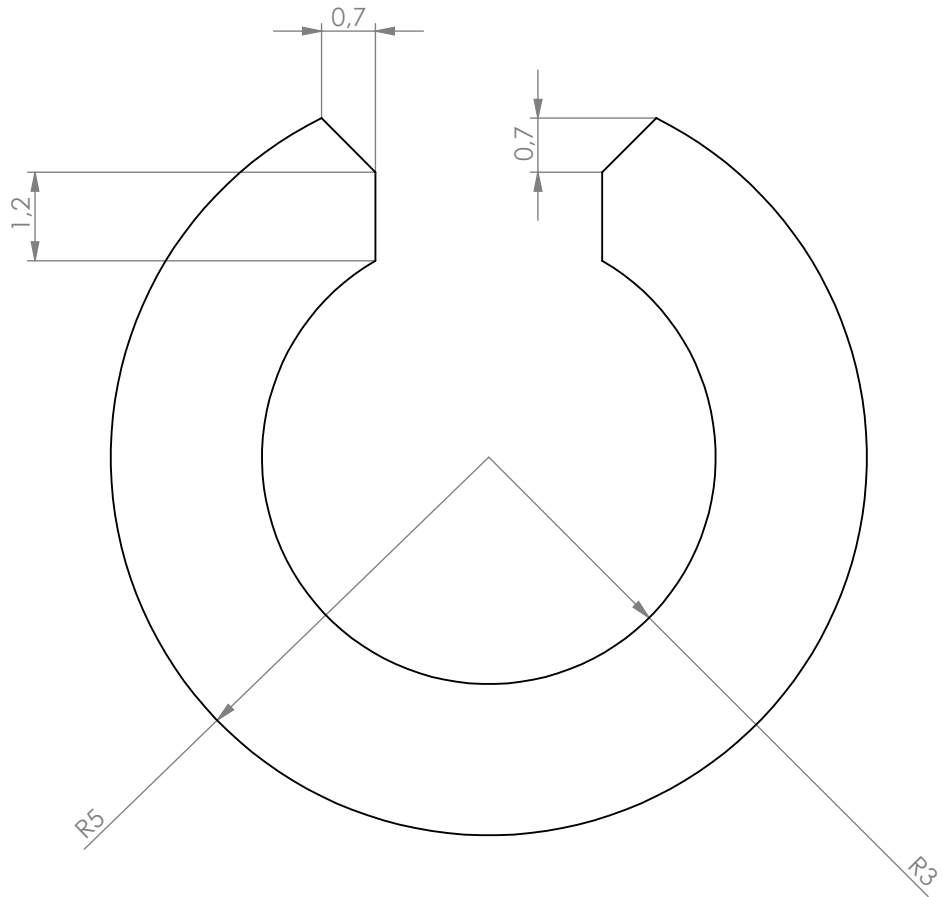



<i>Alumini</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 1:2	Suport potes				Enginyeria en Tecnologies Industrials

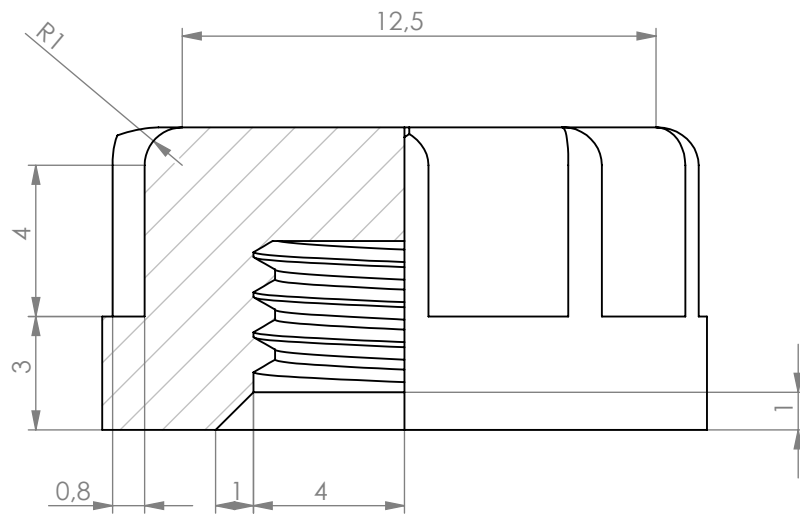
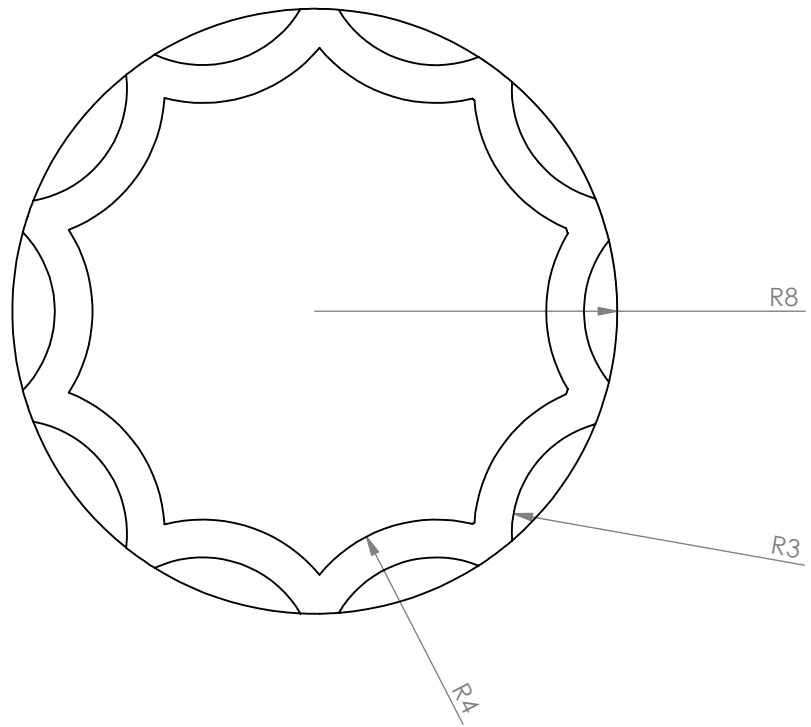



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1

Alumini	Dibuixat	Jan	Llinàs	12/01/18	
	Comprovat				
Escala 1:1	Encaix seient				Enginyeria en Tecnologies Industrials



<i>Llautó</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 10:1	<i>Junta de bloqueig</i>				<i>Enginyeria en Tecnologies Industrials</i>



<i>Plàstic</i>	<i>Dibuixat</i>	<i>Jan</i>	<i>Llinàs</i>	<i>12/01/18</i>	
	<i>Comprovat</i>				
<i>Escala</i> 5:1	<i>Tap de fixació</i>				<i>Enginyeria en Tecnologies Industrials</i>

C Pressupost

El present estudi consta de les despeses de realització que es mostren en aquest apartat. Aquestes es dividiran en dos blocs: Pressupost de fabricació i pressupost de ma d'obra.

Els pressupost de fabricació es pot veure a la Taula 18. Aquest esta desglossat en el cost total del material i el cost de fabricació. El cost de fabricació correspon al cycle que de muntatge i elaboració que ha de seguir la cadira de rodes per estar acabada.

PRESSUPOST FABRICACIÓ				
Concepte	Uts. amidament	Amidament [ust.]	Cost unitari [€/u]	Preu total [€]
Roda 200mm	u.	2	28,45	56,90
Arnès Julius K9	u.	1	59,99	59,99
Perfil Alumini 40x5 mm	m	6	4,50	27,00
Perfil Alumini cilíndric d.8 mm	m	2	4,50	9,00
Bobina PLA bq 1,75mm	kg	2	15,94	31,88
Molla de compressió ISO10243	u.	2	33,94	67,88
Cargol ISO 2341-B 8x18x2 -St	u.	3	0,30	0,90
Cargol ISO 2341-B 8x24x2 -St	u.	2	0,30	0,60
Plaina Alumini 10x10x5 mm	u.	1	4,65	4,65
Arandela ISO 8738-8	u.	8	0,15	1,20
Tap plastic M8	u.	8	0,50	4,00
Juna bloqueig d.6 mm	u.	8	0,20	1,60
Planxa alumini 100x100x5 mm	u.	1	11,35	11,35
Corretja nilon 25x1 mm	m	2	3,95	7,90
Espuma EVA 100x100x3 mm	u.	2	3,65	7,30
Cola industrial	L	1	6,99	6,99
Velcro 50x50	u.	1	4,56	4,56
COST MATERIAL				303,70 €
Nº Fase	Descripció	Centre de treball	Util·litge	Cicle [€/peça]
1	Impressió del seient	Impressora 3D	Impressora 3D	19,00
2	Impressió estructura	Impressora 3D	Impressora 3D	19,00
3	Esampació de forros	Estampa	Estampa x3	5,00
4	Folrat seient	Tèxtil	-	2,50
5	Suport potes	Tèxtil	-	2,50
6	Muntatge cadira	Taller de muntatge	-	4,00
7	Unió arnès	Taller de muntatge	-	2,00
COST ELAVORACIÓ				54,00 €
COST FABRICACIÓ				357,70 €
IVA 21%				75,12 €
TOTAL FABRICACIÓ				432,82 €
Benefici del 20%				71,54 €
PREU DE VENTA				504,36 €

Taula 18: Pressupost de fabricació

El pressupost de la ma d'obra es pot veure a la Taula 19. Aquest correspon a les hores realitzades per al desenvolupament de l'estudi.

PRESSUPOST DE MÀ D'OBRA			
Concepte	cost unitari [€/h]	hores	Preu total [€]
Disseny conceptual	30	100	3000
Simulacions	20	80	1600
Analisi de dades	20	25	500
Disseny CAD	12	15	180
Redacció	5	50	250
COST		270	5.530 €
IVA 21%			1.161 €
TOTAL MÁ D'OBRA			6.691 €

Taula 19: Pressupost de mà d'obra

PRESSUPOST TOTAL DE L'ESTUDI	
Concepte	Cost [€]
TOTAL FABRICACIÓ	432,82 €
TOTAL MÁ D'OBRA	6.691 €
TOTAL PRESSUPOST	7.124,12 €

Taula 20: Pressupost total de l'estudi

El cost total de l'estudi mostrat a la Taula 20 és de set mil cent vint-i-quatre euros amb dotze cèntims.

Nom i Cognoms:

DNI:

Data:

Signatura: