



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## **Projecte/Treball Fi de Carrera**

**Estudi:** Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

**Títol:** Disseny d'una Bicicleta per als Nens del Tercer Món

**Document:** Memòria i Annexes

**Alumne:** Vallès Gamundi, Èlia

**Director/Tutor:** Julian Perez, Fernando

**Departament:** Organització, Gestió Empr. i Disseny Producte

**Àrea:** Expressió Gràfica en l'Enginyeria

**Convocatòria (mes/any):** Juny 2009

**ÍNDEX****MEMÒRIA**

1	INTRODUCCIÓ .....	3
1.1	Antecedents.....	3
1.2	Objecte .....	3
1.3	Especificacions i abast .....	4
2	PLANIFICACIÓ.....	5
3	ESTUDI DE MERCAT.....	6
3.1	Tipologies de bicicleta .....	6
3.2	Estat de l'art.....	7
3.3	Conclusions de l'estudi .....	11
4	DEFINICIÓ DE CONCEPTE.....	12
5	ESTUDI ERGONÒMIC .....	13
5.1	Relacions dimensionals .....	13
5.2	Check list.....	14
5.3	Conclusions.....	18
5.4	Propostes de millora .....	18
6	GENERALITATS DEL DISSENY .....	19
6.1	Dimensions bàsiques.....	19
6.2	Definició de subconjunts.....	20
7	DESCRIPCIÓ DETALLADA DELS SUBCONJUNTS .....	21
7.1	Subconjunt quadre.....	21
7.2	Subconjunt direcció .....	23
7.2.1	Forquilla.....	23
7.2.2	Direcció .....	25
7.2.3	Manillar.....	27
7.3	Subconjunt pedaler.....	28
7.3.1	Eix i rodaments.....	28
7.3.2	Bieles i pedals .....	29
7.4	Subconjunt seient .....	30
7.5	Subconjunt fre .....	31
7.6	Subconjunt roda posterior.....	33
7.7	Subconjunt roda davant.....	33

8	FABRICACIÓ.....	34
8.1	Subconjunt quadre.....	34
8.1.1	Tall dels tubs .....	34
8.1.2	Soldadures .....	36
9	RESUM DE CARACTERÍSTIQUES.....	41
10	RESUM DEL PRESSUPOST .....	42
11	CONCLUSIONS.....	43
12	RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	44
13	BIBLIOGRAFIA .....	45

## **ANNEXES**

<i>A. ESTUDI ERGONÒMIC D'ACTIVACIÓ DEL SISTEMA DE FRENADA .....</i>	<i>47</i>
A.1 Objectiu de la realització de l'estudi.....	47
A.2 Condicions de realització de l'estudi .....	47
A.3 Resultats obtinguts. Imatges.....	47
A.4 Interpretació de les imatges i conclusions aplicables al projecte.....	48
<i>B. PROTOTIP SISTEMA DE FRENADA.....</i>	<i>49</i>
B.1 Procediment .....	49
B.2 Conclusions.....	50
<i>C. CÀLCULS .....</i>	<i>51</i>
C.1 Introducció.....	51
C.2 Pes aproximat de la bicicleta .....	52
C.3 Força necessària per tal d'activar el sistema de frenada.....	59
C.4 Càlcul de la forquilla .....	63
C.5 Punts febles del quadre en condicions normals.....	65
C.6 Resistència de l'eix del pedaler.....	68
<i>D. RECULL DE PATENTS.....</i>	<i>70</i>

## DOCUMENT 1: MEMÒRIA

### 1 INTRODUCCIÓ

#### 1.1 Antecedents

La bicicleta és un mitjà de transport realment popular. Al llarg del temps han aparegut alternatives que podrien haver-la desbancat però, segurament, hi ha nombrosos avantatges que fan que actualment encara tingui un èxit considerable. Podríem destacar que presenta un cost de compra i de manteniment molt contingut, és un transport sostenible, té una alta eficiència energètica, ocupa poc espai, millora l'autonomia de les persones, es pot utilitzar en un rang d'edats molt ampli, permet assolir velocitats moderades i a més a més, fins hi tot pot resultar divertit utilitzar-la.

No es pretén analitzar a consciència la realitat social al tercer món però les condicions en les que viuen els nens són realment dures. En l'aspecte de l'escolarització les dades demostren que tan sols poc més de la meitat de la població infantil està escolaritzada. També podríem apel·lar a la relació entre l'augment del nivell de formació amb la davallada del nivell de risc d'infecció per VIH, per exemple. Una investigació realitzada per la *Universitat de Dirham* amb nens, professors i pares de districtes de Gamao i Assin, al sud de Ghana, identifiquen la disponibilitat del transport i els costos com a barreres significatives per a que els nens puguin anar a l'escola.

La idea de la realització d'aquest projecte va sorgir d'un grup de professionals del món social que treballen en projectes de muntatge industrial de bicicletes a les comarques gironines. Les dues empreses d'inserció sociolaboral que comparteixen el projecte són *Eina Activa* i *Ecosol* que pertanyen a les entitats no lucratives *Càritas Diocesana de Girona* i *Fundació Plataforma Educativa*, respectivament.

#### 1.2 Objecte

Disseny d'una bicicleta per a nens i nenes de 6 a 11 anys del continent africà. L'ús de la bicicleta està pensat inicialment per als infants que pateixen llargs desplaçaments per anar a l'escola, tot i que pot tenir altres usos com per exemple el lúdic.

Es pretén assolir un disseny assequible, resistent i de fàcil fabricació. Tot i que en una primera fase es fabricarien les bicicletes i es muntarien aquí per després enviar-les, en una segona fase s'haurien de poder fabricar pràcticament la totalitat dels seus components al mateix lloc de destí.

### 1.3 Especificacions i abast

Des de les dues empreses d'inserció sociolaboral peticionaries del projecte i citades anteriorment, s'han proposat un conjunt de requisits indispensables per a què el projecte sigui realment útil. Fonamentalment la bicicleta ha de ser el màxim de simple, econòmica i sostenible possible. Ha de ser duradora i fiable i tenir els mínims components. Com s'ha especificat anteriorment al capítol 1.2 *Objecte* primerament es fabricaran les bicicletes aquí i s'enviaran mentre que en una fase posterior s'haurien de poder fabricar al mateix lloc de destí. Durant el disseny es tenen en compte ambdues coses ja que mentre que a Europa el cost de la mà d'obra supera el dels materials a l'Àfrica el problema és aconseguir el material i les eines per tal de poder fabricar.

#### *Característiques principals*

Dimensions	Bicicleta infantil (de 6 a 11 anys). Roda de diàmetre 20" Alçada seient regulable Alçada manillar regulable
Materials	Ferro, fusta, cautxú...materials simples i econòmics.
Pes	Lleuger però sempre supeditat al mínim cost.
Climatologia	Resistència a l'exposició directa de llum solar. Resistència a la humitat i l'aigua.
Manteniment	Mínim, sense requeriment de personal qualificat o eines sofisticades.
Fabricació	
Europa	Gran valor de mà d'obra i poca importància en la quantitat de material
Àfrica	Mà d'obra molt assequible i material escàs
Altres	
Estructura	Resistent i simple.
Rodes	Evitar punxades.
Frens	Sense manetes ni cablejat.

## 2 PLANIFICACIÓ

A continuació a la *taula 2.1* es poden observar les diverses tasques i el període de temps en que s'han anat realitzant per a assolir el resultat final del projecte des de la seva elecció fins a l'entrega.

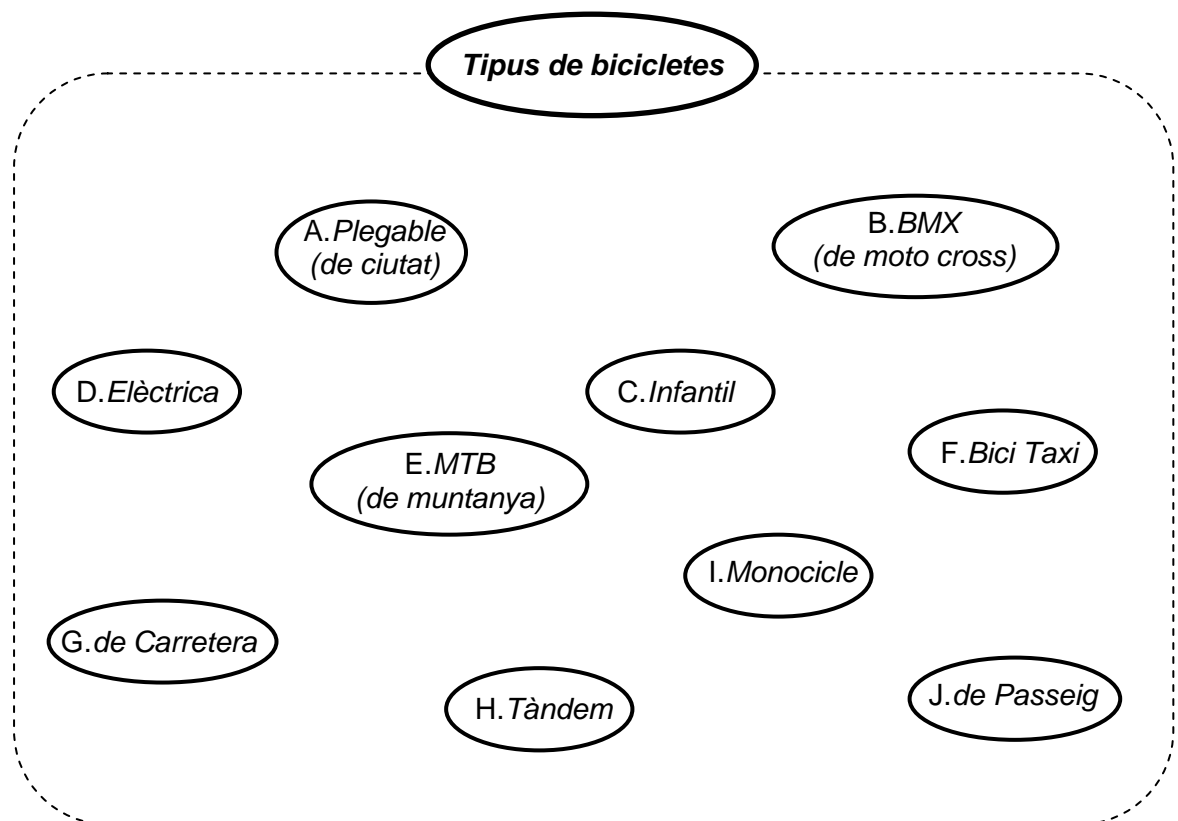
	2008				2009						
	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol
Elecció projecte											
Definició objectiu											
Presentació full de projecte											
Recerca antecedents											
Cerca d'idees											
Elecció d'idees											
Desenvolupament idees											
Realització de càlculs											
Elaboració plànols											
Treball amb Inventor (3D)											
Redacció documentació											
Preparació Power Point											
Defensa pública PTFC											

*Taula 2.1. Planificació per a la realització del projecte*

### 3 ESTUDI DE MERCAT

#### 3.1 Tipologies de bicicleta





Actualment, fent un recorregut pels diferents països i per les diferents edats, trobem un nombre d'usos de la bicicleta extraordinari. Tots aquests usos, que van des de l'alta competició fins a l'oci del cap de setmana, evoquen a un gran nombre de tipus de bicicletes que tot i que mantenen la seva essència són realment diferents. A continuació podem veure'n un esquema a la *figura 3.1*.



*Figura 3.1. Tipologies de bicicleta*

A l'observar les diferents tipologies de bicicleta ens adonem que tenen funcions molt diferents. La bicicleta plegable de ciutat és massa poc resistent i és excessivament complexa; l'elèctrica incorpora un sistema que no podria ser aplicat al destí de la bicicleta; la bici taxi, la de carretera i està pensada per recórrer superfícies llises i planeres; el monocicle requereix molta habilitat i és molt inestable; el tàndem és de grans dimensions i poc pràctic, és per això que han estat descartats. Finalment s'ha seleccionat la infantil ja que és el tipus de bicicleta que cal dissenyar. També s'han estudiat la BMX i la MTB, ja que són les que tenen característiques com alta resistència i adaptació al terreny, per realitzar un estudi més exhaustiu. També s'analitzarà la de passeig per la seva habitual senzillesa.

### 3.2 Estat de l'art






<b>Tipus B: BMX</b>	<b>B.1</b>	<b>B.2</b>	<b>B.3</b>	<b>B.4</b>	<b>B.5</b>
<b>Imatge</b>					
<b>Marca i model</b>	Monty 129-Track	Wethepeople - Envy	Haro - X5	Decathlon X-up	Conor - Hook
<b>Preu</b>	250€	279€	515€	149,90€	190,50€
<b>Material</b>	Alumini 6061	CrMo 4130	Crom	Acer	Alumini
<b>Dimensions</b> (distància eixos rodes)	963,5mm	967mm	956mm	882mm	928mm
<b>Pes</b>	10,910kg	10,8kg	9,8kg	13,9kg	14kg
<b>Rodes</b>	20"	20"	18"	20"	18"
<b>Fre davant</b>	Sistema V-brake <sup>1</sup>	Sistema U-brake <sup>2</sup>	Sistema U-brake	Sistema V-brake	Sistema U-brake
<b>Fre posterior</b>	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake
<b>Velocitats</b>	Una	Una	Una	Una	Una
<b>Transmissió</b>	42plat / 21pinyó	48plat / 22pinyó	25plat/9pinyó	39plat/16pinyó	44plat/16pinyó
<b>Fixació seient</b>	Cargol	Cargol	Cargol	Cargol	Cargol
<b>Suspensions</b>	No	No	No	No	No
<b>Accessoris</b>	No	No	Sortints a les rodes <sup>3</sup>	No	Sortints a les rodes



<sup>1</sup> El sistema V-brake és el més utilitzat en les bicicletes. Consisteix en dos braços amb el fre en el seu extrem units a un pivot mitjançant un cargol. Al pressionar la maneta del fre s'apropen a la roda fins que fan contacte i provoquen la frenada.






<sup>2</sup> El sistema U-brake es basa en l'V-brake però permet el gir de 360° del manillar.

<sup>3</sup> Presenta uns tubs perpendiculars a les rodes tant davantera com posterior que permeten pujar sobre voreres, bancs...



<b>Tipus C: Infantil</b>	<b>C.1</b>	<b>C.2</b>	<b>C.3</b>	<b>C.4</b>	<b>C.5</b>
<b>Imatge</b>					
<b>Marca i model</b>	Orbea - mx	BMW – Cruise Junior	Decathlon–Racing boy	Trek – MT 60	Conor – WRC201
<b>Preu</b>	135€	399€	129,90€	269€	168€
<b>Material</b>	Alumini	Alumini	Alumini	Alumini	Alumini 6061
<b>Pes</b>	8,6kg	8,4kg	11,2kg	9,1kg	10,9kg
<b>Rodes</b>	14"	14"	20"	18"	20"
<b>Fre davant</b>	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake
<b>Fre posterior</b>	Sistema V-brake	Cap	Sistema V-brake	Sistema V-brake	Sistema V-brake
<b>Velocitats</b>	Una	Una	15 velocitats	12 velocitats	1 velocitat
<b>Transmissió</b>	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena
<b>Fixació seient</b>	Tancament ràpid	Soldat	Tancament ràpid	Tancament ràpid	Tancament ràpid
<b>Suspensions</b>	No	No	No	Forquilla	No
<b>Accessoris</b>	Rodetes	Protector cadena	No	No	Aigua

<b>Tipus E: MTB</b>	<b>E.1</b>	<b>E.2</b>	<b>E.3</b>	<b>E.4</b>	<b>E.5</b>
<b>Imatge</b>					
<b>Marca i model</b>	BH – Ultimate 9.9	Giant – Glory DH	Scott USA - Spark Ltd	Conor - Swat	Conor AFX 2.6
<b>Preu</b>	850€	4499€	2500€	1750€	450€
<b>Material</b>	Carbono	Alumini	Carbono	Alumini 7005	Alumini 6061
<b>Pes</b>	18,9kg	19,8kg	17,9kg	19,4kg	16,9
<b>Rodes</b>	28"	26"	26"	26"	24"
<b>Fre davant</b>	Disc	Disc	Disc	Disc	Sistema V-brake
<b>Fre posterior</b>	Disc	Disc	Disc	Disc	Sistema V-brake
<b>Velocitats</b>	27 velocitats	27 velocitats	27velocitats	27 velocitats	24 velocitats
<b>Transmissió</b>	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena
<b>Fixació seient</b>	Tancament ràpid	Cargol	Cargol	Cargol	Tancament ràpid
<b>Suspensions</b>	Forquilla	Complexa	Complexa	Complexa	Forquilla

<b>Tipus J: de Passeig</b>	<b>J.1</b>	<b>J.2</b>	<b>J.3</b>	<b>J.4</b>	<b>J.5</b>
<b>Imatge</b>					
<b>Marca i model</b>	Beixo – Slim Heren	Bmw – Touring	Trek – District	Orbea – Gatika uni	B'twin - Pack
<b>Preu</b>	675€	1260€	799€	550€	249,90€
<b>Material</b>	Alumini	Aliatge de titani	Alumini	Alumini	Alumini
<b>Pes</b>	16,7kg	15,8kg	15,3kg	16,7kg	16,2kg
<b>Rodes</b>	26"	28"	26"	28"	26"
<b>Fre davant</b>	V-brake	V-brake	V-brake	V-brake	V-brake
<b>Fre posterior</b>	V-brake	V-brake	V-brake	V-brake	V-brake
<b>Velocitats</b>	Una	27 velocitats	1 velocitat	27 velocitats	21 velocitats
<b>Transmissió</b>	Cardan	Cadena	Corretja dentada	Corretja	Cadena
<b>Fixació seient</b>	Tancament ràpid	Tancament ràpid	Cargol	Cargol	Tancament ràpid
<b>Suspensions</b>	No	Forquilla	No	Forquilla	No
<b>Accessoris</b>	No	Portaequipatge, parafangs, protector cadena.	No	Portaequipatge, protector cadena.	Portaequipatge

### **3.3 Conclusions de l'estudi**

Les BMX no presenten grans diferències estructurals entre elles. Totes presenten un quadre petit, tenen una sola velocitat i rodes de 18" o 20". La diferència la marca el material amb que està fet el quadre i sobretot el sistema de frens. Especialment per aquest tipus de bicicleta s'ha dissenyat el sistema U-brake que permet un gir de 360° del manillar.

Les bicicletes infantils que podem trobar al mercat són molt diverses. N'hi ha de molt simples, de competició, amb suspensió, amb una o varies velocitats... Aquest fet és degut a que qualssevol de les tecnologies i sistemes que s'apliquen a les bicicletes d'adult es poden aplicar a les de nen.

Actualment fins hi tot les MTB més simples i assequibles tenen suspensió davant. Les més sofisticades tenen sistemes de suspensió complexos per aconseguir el màxim confort. Tenen rodes robustes i cobertes amb gravats profunds. Totes tenen diverses velocitats i la transmissió es fa mitjançant cadena. El sistema més innovador emprat per a frenar és el de disc, encara que moltes, continuen utilitzant el sistema convencional V-brake.

Les bicicletes de passeig destaquen perquè incorporen nous sistemes de transmissió, almenys pel que fa a les bicicletes. Trobem bicis que funcionen amb cardan. Aquest sistema que funciona mitjançant un pinyó d'atac i corona permet evitar la necessitat d'engrassar la cadena però presenta un cost elevat. També trobem transmissions mitjançant corretges dentades. Tot i que encara no s'ha implementat gaire aquest sistema presenta força avantatges respecte la cadena. És poc sorollós i no té gens de manteniment. Per a contrapartida presenta petits problemes de tensat.

Amb aquesta recerca s'han trobat els diferents sistemes de transmissió, de frenada, els materials utilitzats per al quadre, els sistemes de regulació del seient... Cal tenir en compte, però, que el projecte presenta limitacions de pressupost i per tant, de materials, processos i mètodes de fabricació.

## **4 DEFINICIÓ DE CONCEPTE**

Les dimensions de la bicicleta es regiran per les dimensions normals de nens i nenes de 6 a 11 anys. La roda serà de diàmetre 20" com és habitual en bicicletes per a aquesta franja d'edat.

La bicicleta ha de poder circular per asfalt però també per camins lleugerament abruptes. El quadre ha de ser el màxim de robust possible però també lleuger. Les cobertes de les rodes hauran de ser lleugerament amples tipus bicicleta MTB. Només seran necessaris un plat i un pinyó. Tindrà, doncs una sola velocitat. L'alçada del seient es regularà de manera que usuaris de diverses edats podran canviar ràpidament l'alçada. També el manillar caldrà que sigui fàcilment regulable. El sistema de frenada haurà de ser sense cablejat i per tant s'eliminaran també les manetes.

Es busca la màxima simplicitat dels components, tant en els materials, el mètode de fabricació com el muntatge i el possible desmuntatge per manteniment o reparació.

## 5 ESTUDI ERGONÒMIC

### 5.1 Relacions dimensionals

La bicicleta s'ha dissenyat de tal manera que podrà ser utilitzada per la majoria de nens. Per aconseguir això s'han tingut en compte les dimensions dels usuaris situats entre els percentils P25 de les nenes i P85 dels nens. Les dades dimensionals que s'han considerat més importants per a una bicicleta són les d'estatura per les dimensions generals de la bicicleta, de pes per la resistència dels materials, d'altura de l'engonal per la regulació de l'alçada del seient i de l'abast amb la punta de la mà per a la correcta posició i ús del manillar. Aquestes dades, que podem veure recollides a la *taula 5.1*, engloben l'edat dels 6 als 11 anys.

	<b>P25 nenes</b>	<b>P85 nens</b>
Estatura	115 cm	152 cm
Pes	25 kg	46 kg
Altura engonal	50 cm	72 cm
Abast punta mà	50 cm	74 cm

*Taula 5.1. Relacions dimensionals*

Les dades de la taula anterior s'han extret del llibre *Las diemnsiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos.* PANER, J. ZELNIK, M. Es tracta d'una edició una mica antiga. Si l'estudi anés dirigit a població occidental segurament les dades que ens proporciona serien poc fiables ja que s'ha confirmat una tendència del creixement dels nens a l'alça. Com que l'estudi va dirigit a nens del continent africà on fonamentalment degut a la mala alimentació aquesta tendència no s'ha fet notòria, les dades del llibre són vàlides.

## 5.2 Check list

<b>V</b>	Veritat	
<b>R</b>	Regular	
<b>M</b>	Mentida	

### INTERFASE USUARI – BICICLETA

<b>Manejabilitat</b>			
• Per la seva forma	V		
• Per les seves dimensions	V		
• Per el seu pes	V		
• Per la seva estabilitat, balanceig, equilibri	V		
• De comandaments i controls		R	
<b>Accessibilitat</b>			
• Facilitat de manteniment		R	
• A la neteja	V		
• A zones i botons	V		
<b>Efectivitat</b>			
• Per a ser operat	V		
• Per a ser dirigit	V		
• Per a ser traslladat		R	
• Per informar senyals de fallida o perill			M

**CONFORT FÍSIC (Treball físic i esforç corporal)**

<b>Postura d'utilització</b>			
• Es pot adoptar una postura còmoda quan s'utilitza		R	
<b>Balanceig corporal</b>			
• Es excessiu	V		
• Genera molèsties amb el temps			M
• Genera perill		R	
<b>Mobilitat</b>			
• Es possible canviar de postura durant el treball		R	
<b>Adaptabilitat</b>			
• Les superfícies estan d'acord amb exigències bàsiques			
1-les dimensions	V		
2-l'aïllament tèrmic	V		
3-el color	V		
<b>Esforç de treball requerit</b>			
• Els moviments poden efectuar-se segons una essència biomecànica adequada	V		
• Poden apropar-se sense esforç els òrgans de servei o de mana		R	
• Els òrgans de mana o de servei accionat amb el peu poden accionar-se sense esforç	V		
<b>Fatiga, cansament i durada</b>			
• Produeix fatiga en alguna part del cos la seva utilització		R	
• Produeix cansament general			M
• Genera dolença crònica	V		
<b>Vestiment i equip de protecció</b>			
• Son necessaris		R	



**CONFORT SENSORIAL (Percepció i procés de la informació)**

<b>Visual</b>			
<b>1. Del procés: Il·luminació / visibilitat / llum / color</b>			
• Esta adaptada la distancia visual a la exactitud exigida	V		
• Esta prevista alguna perturbació de la percepció visual	V		
• La cadència en l'ús es adequada per permetre el control correcte en cada fase de seqüència d'us	V		
• Esta prevista una fatiga sensorial	V		
• Es adequat el color de les eines	V		

<b>Tàctil/temperatura/humitat/olfactori</b>			
<b>2. Dels controls: Il·luminació / visibilitat / llum / color</b>			
• Es pot diferenciar amb el tacte les diferents eines de treball	V		
• El tacte es agradable	V		
• El contacte amb eines produeix la calor		R	
• Produeix moviments d'aire grans		R	
• Produeix humitat			M
• És en ambient humit		R	
• Esta protegit l'usuari de les substàncies nocives que emanen els productes utilitzats	V		

**CONFORT PSICOLÒGIC**

<b>Estres / tensió</b>			
• Per el nombre d'operacions		R	
• Per recordar en el temps com realitzar les operacions	V		
<b>Nivell d'atenció requerit / distracció / avorriment / concentració prolongada</b>			
• L'aparell està concebut per no interpretar informacions innecessàries que suposin un esforç en el curs de treball	V		
• Requereix una forta concentració	V		
• Requereix una atenció prolongada	V		
• Les accions poden resultar avorrides o monòtones	V		

**RELACIONS DIMENSIONALS**

<b>Alçada a diferents plans de treball</b>			
<b>Anàlisi antropomètric</b>			
• Dimensió corporal de l'usuari	V		
• Variabilitat de percentils, P5-P9		R	
• Variacions de sexe, edat o ètnies		R	
<b>Anàlisi biomecànic</b>			
• Moviments	V		
• Abast en moviment	V		
• Mesures i graus (músculs – tensors)		R	

**SEGURETAT I PUNTS CRÍTICS**

<b>Riscs i danys potencials</b>			
• Protecció (vestimenta, equip)	V		
<b>Dispositius informatius</b>			
- Símbols, indicadors	V		
<b>Aspectes legals</b>			
	V		

### **5.3 Conclusions**

Anar en bicicleta, evidentment, exigeix un esforç físic considerable. A banda d'això, que és inevitable, hi ha nombrosos estudis que fan referència a la posició de l'usuari damunt la bicicleta. Tot i que cada usuari és diferent al cap d'una estona d'utilització parts del cos com el cul o l'esquena poden patir. Per això per tal d'adaptar-se a les irregularitats del terreny sol incorporar sistemes de suspensió.

El propi entorn d'ús de la bicicleta requereix una elevada atenció constantment. La possibilitat de caigudes i xocs fan que s'aconselli l'ús de casc. També els guants són un element força utilitzat.

L'usuari pot escollir entre diversos tipus de comandaments d'accionament de frenada i de canvi de velocitat.

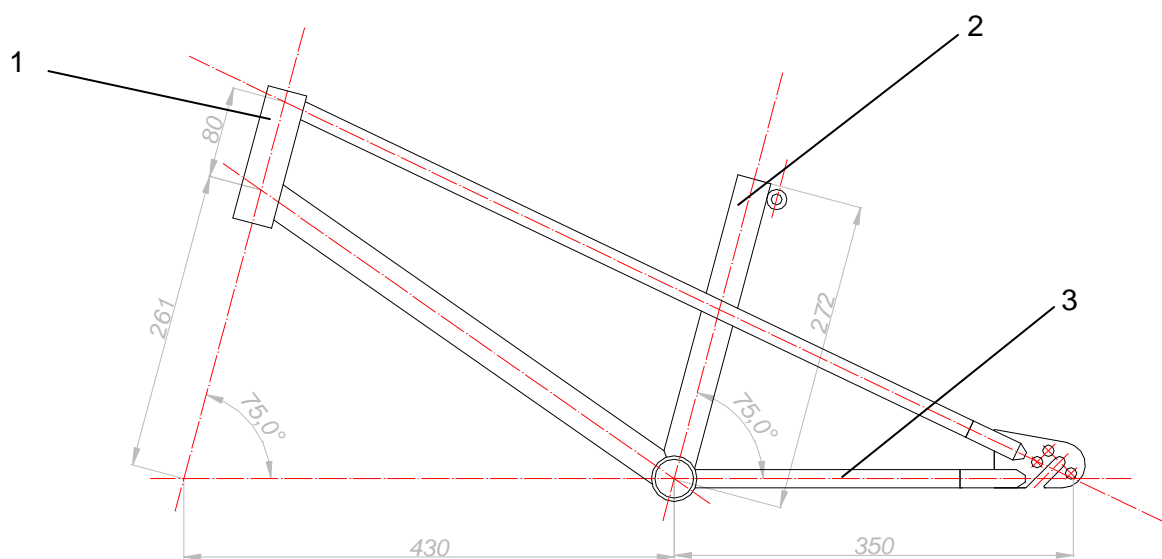
### **5.4 Propostes de millora**

L'objectiu del projecte no és el disseny d'una bicicleta ergonòmicament perfecta. El baix cost i la fàcil fabricació són més importants. L'estudi ha servit per detectar els elements més essencials de l'aparell que caldrà mantenir i per poder valorar quins dels altres es mantenen o quins no. Es procurarà no entrar, en cap cas, en contradicció amb el que ha proporcionat l'estudi ergonòmic.

## 6 GENERALITATS DEL DISSENY

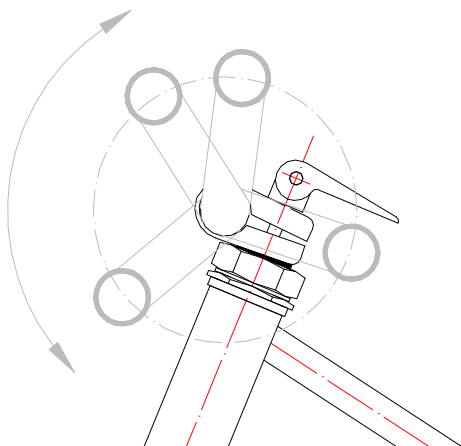
### 6.1 Dimensions bàsiques

A continuació, a la *figura 6.1*, podem observar la geometria bàsica del quadre vist de perfil. Es pot observar que la inclinació del telescopi (1) i la del tub exterior del seient (2) serà la mateixa,  $75^\circ$  respecte el tub que uneix l'allotjament de l'eix dels pedals amb el suport de la roda posterior (3). El tub exterior del seient (2) presenta una longitud suficient per a poder incrementar l'alçada del seient de 272mm a més de 400mm en funció de la longitud del tub del seient.



*Figura 6.1. Esquema del quadre de la bicicleta amb les dimensions bàsiques*

Tal com s'observa a les especificacions les rodes hauran de ser de diàmetre normalitzat 20". El manillar presenta una forma especial per tal de permetre variar la distància i l'alçada simplement fent-lo rotar respecte el seu centre. Es pot observar el moviment que tindrà a la *figura 6.2*.



*Figura 6.2. Posicions del manillar*

Les bieles dels pedals tenen un radi de 170mm, com és habitual en bicicletes d'aquestes dimensions. La transmissió serà mitjançant una cadena des d'un únic plat a un únic pinyó proveït d'un sistema que només transmetrà moviment al pedalar cap endavant.

El sistema de frenada ha estat dissenyat de manera que s'ha suprimit completament el cablejat i les manetes ja que serà accionat directament pressionant sobre una palanca amb el peu esquerre.

## 6.2 Definició de subconjunts

En el conjunt de la bicicleta s'hi ha definit set subconjunts diferents. Els podem veure enumerats a la *figura 6.3*. i llistats a continuació.

1. Subconjunt quadre
2. Subconjunt direcció
3. Subconjunt pedaler
4. Subconjunt seient
5. Subconjunt fre
6. Subconjunt roda posterior
7. Subconjunt roda davant

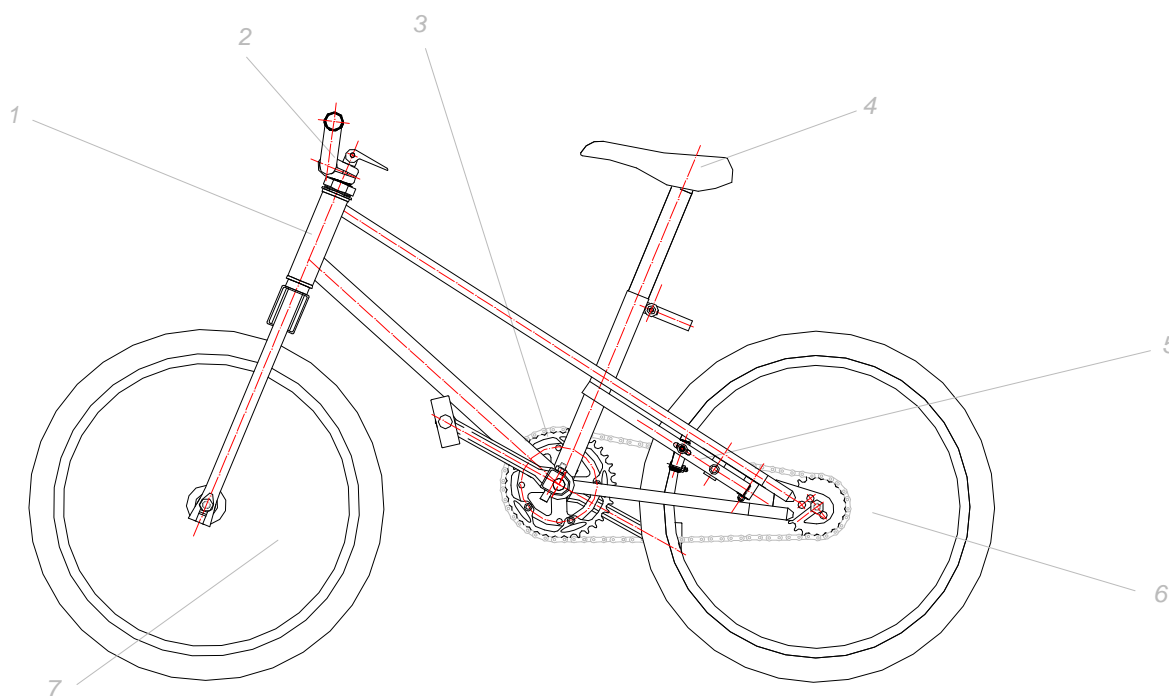


Figura 6.3. Conjunt bicicleta amb marques de subconjunts

## 7 DESCRIPCIÓ DETALLADA DELS SUBCONJUNTS

### 7.1 Subconjunt quadre

El quadre (*figura 7.1*) està format per diverses barres soldades. La peculiaritat d'aquest quadre respecte als que es fabriquen majoritàriament és que tots els tubs emprats són rectes i de diàmetre constant, encara que diferents entre ells. Aquest fet abarateix tant la compra de material com la fabricació.



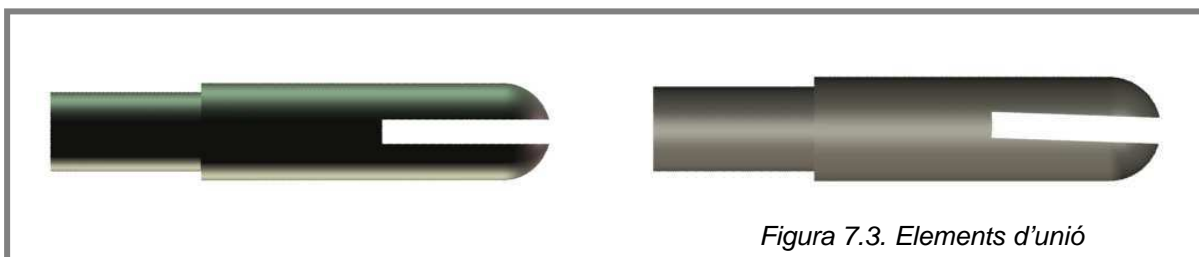
*Figura 7.1. Subconjunt quadre*

Totes les unions es faran soldades. Quan s'han de soldar tubs sobre altres tubs no presenten problemes però si que n'apareixen quan s'han de soldar tubs sobre superfícies planes. Per tal de solucionar el problema que presenta utilitzar tubs de diàmetre constant a l'hora de soldar-los a la peça on s'uneix la roda s'han dissenyat unes peces d'acoblament. Aquestes peces cilíndriques tenen un canvi de diàmetre en una banda i un encaix a l'altra. Això permetrà posicionar-les correctament i realitzar la soldadura. Podem veure el muntatge a la *figura 7.2*.

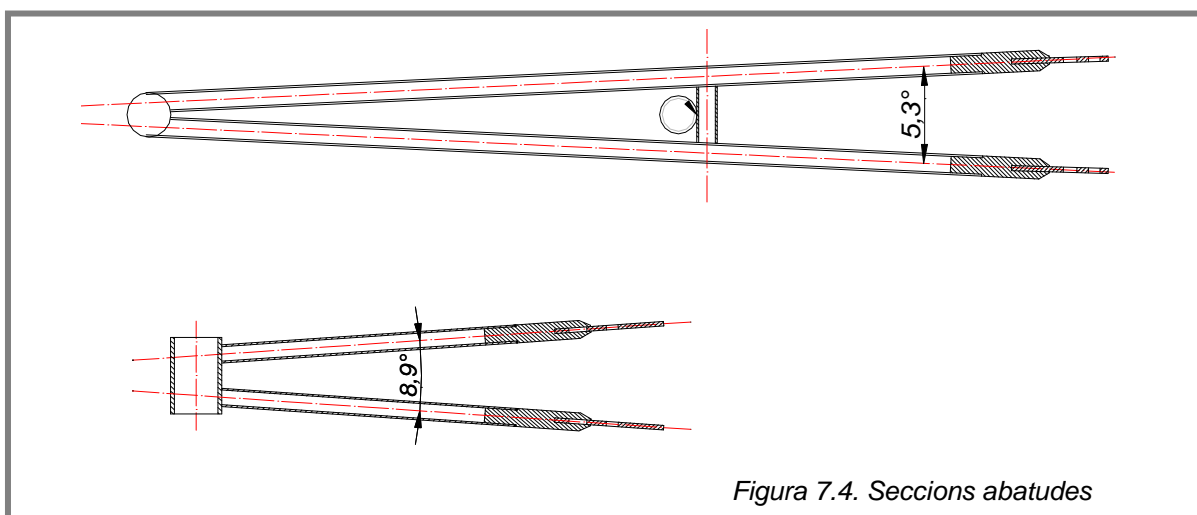


*Figura 7.2. Suport eix roda i peces d'unió amb el quadre.*

Cal tenir en compte que hi ha dos tipus de peces cilíndriques d'unió amb el quadre. Això és degut a la diferència d'angles entre els tubs que van del telescopi a la roda posterior i els que van des de l'eix dels pedals a la roda posterior. Per tal de que es pugui muntar el fressat serà diferent. Un serà completament recte i l'altre inclinat per tal d'eliminar la diferència d'angle. Els podem veure a continuació a la *figura 7.3*.



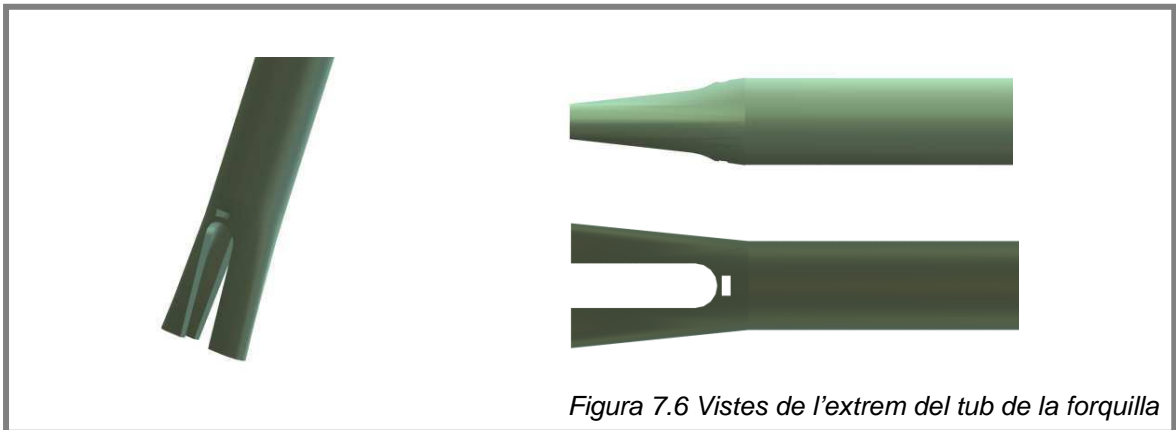
Per tal de poder apreciar els angles de separació entre els tubs simètrics que formen el quadre s'adjunta a continuació la *figura 7.4*, en planta.



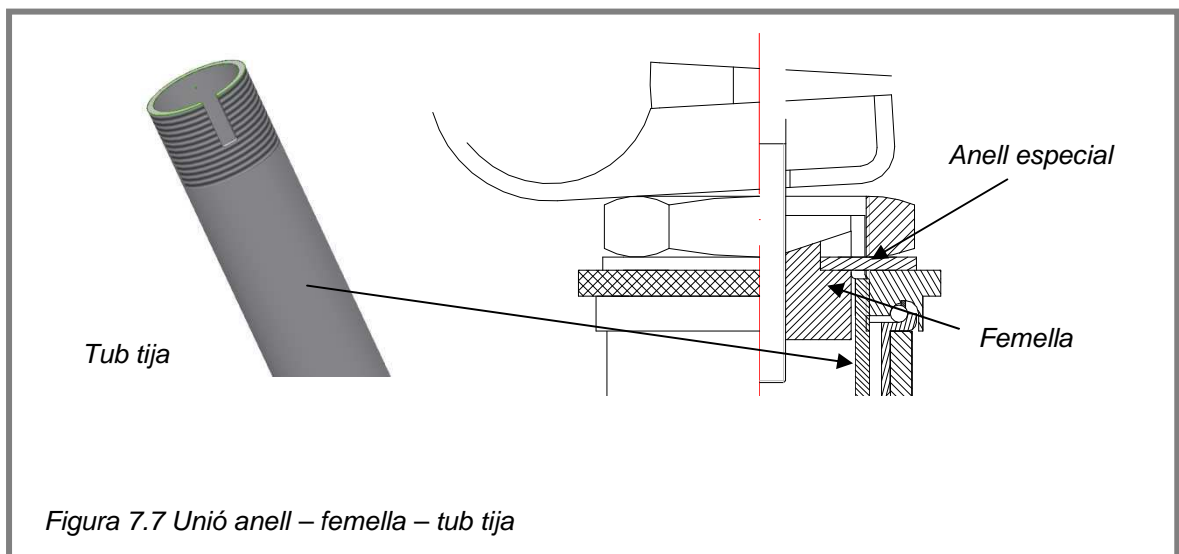
## 7.2 Subconjunt direcció

### 7.2.1 Forquilla

La forquilla és un element molt simple. Consta de dos tubs que seran aixafats cadascun d'ells per un dels seus extrems i fresats per tal de poder collar-hi la roda davantera. Presenten també un forat on s'hi podrà encaixar una volandera especial que evitarà que es pugui escapar la roda. A continuació es pot apreciar a la *figura 7.5*.



El tub de contacte amb el telescopi del quadre de la bicicleta té un diàmetre exterior de 25,2mm ja que és la dimensió estàndard més utilitzada per a bicicletes de nens i facilitarà la compra de les peces necessàries per a muntar posteriorment la direcció. Cal destacar que té una ranura a la part superior i un roscat. La ranura permetrà encaixar-hi un anell especial que posiciona i fixa la femella on va collada la direcció. El roscat servirà per poder fixar el sistema de direcció. Veure *figura 7.7*.



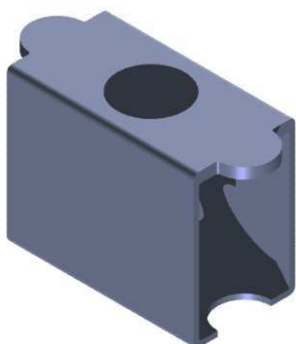


Degut a que el tub anterior presenta un diàmetre inferior al necessari per a allotjar el rodament s'hi incorporarà un postís (veure *figura 7.8*). D'aquesta manera s'evita haver de partir de diàmetres excessivament grans per a realitzar tot el tub. S'utilitzarà menys material i serà més fàcil de fabricar.

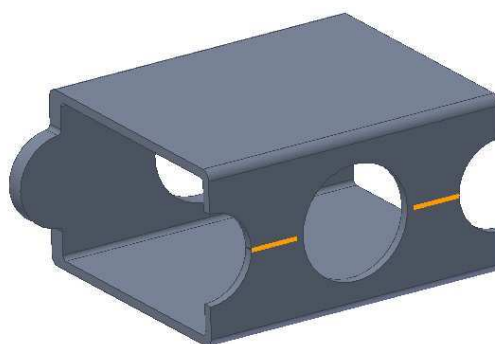


*Figura 7.8. Postís.*

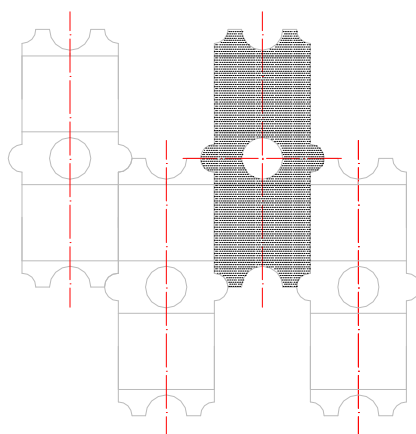
Per tal de mantenir aquests components units s'ha dissenyat una peça específica. Està feta de xapa tallada, doblegada i soldada. Es pot veure a continuació a les *figures 7.9 - 7.11*.



*Figura 7.9. Peça d'unió*

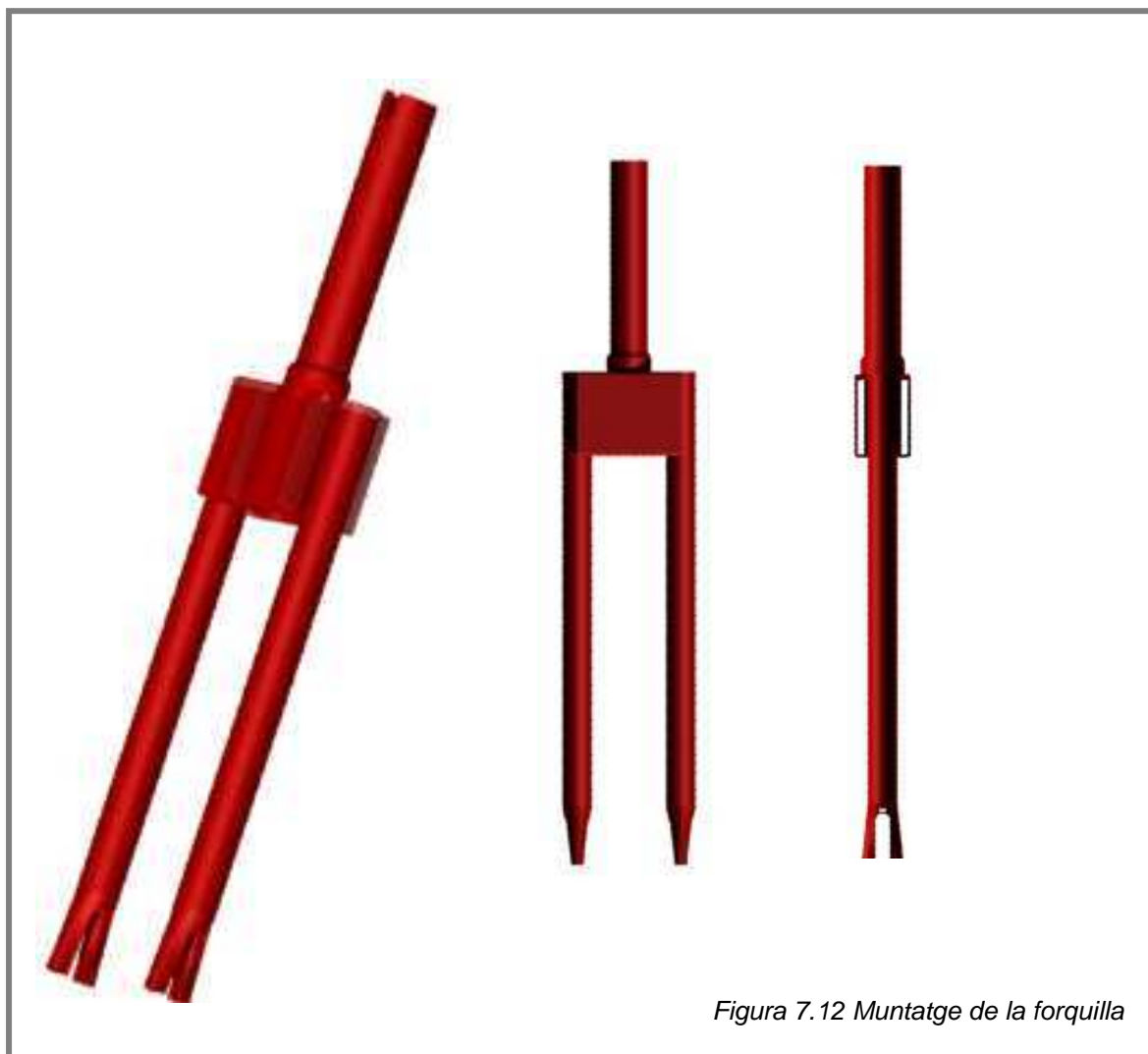


*Figura 7.10. Zona que serà soldada*



*Figura 7.11. Planta de les peces d'unió desplegadas*

Finalment podem veure el muntatge dels diferents elements. A la *figura 7.12* s'observa com s'ajustaran entre ells.



*Figura 7.12 Muntatge de la forquilla*

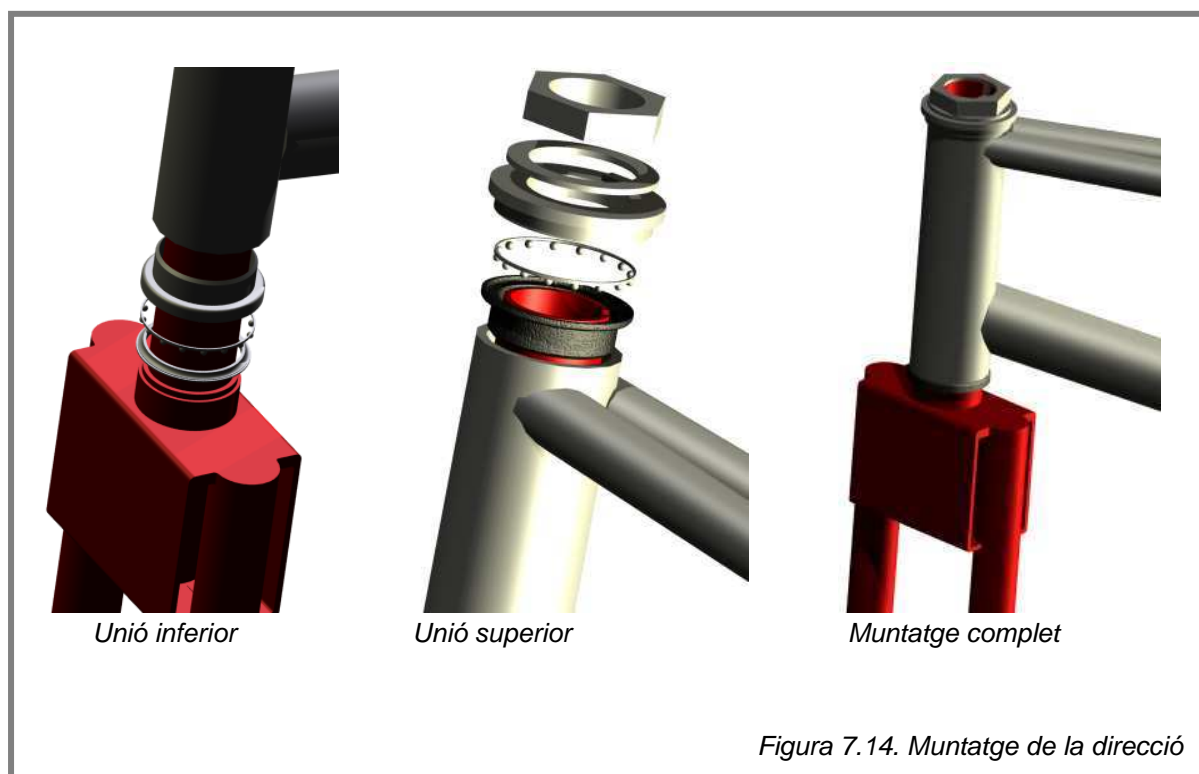
### 7.2.2 Direcció

El sistema utilitzat per a la direcció és el més emprat tradicionalment en les bicicletes. Els seus elements bàsics són uns rodaments que consisteixen en un seguit de boles que van a l'interior d'una gàbia (*figura 7.13*). Per a cadascun dels dos rodaments faltaran, per tant, dues pistes o allotjaments.



*Figura 7.13 Rodament amb gàbia*

El postís de la forquilla allotjarà una de les pistes, a continuació hi anirà el rodament i després l'altra pista que es fixarà a l'interior del telescopi del quadre a pressió. A la part superior del telescopi el sistema emprat serà el mateix. La diferència serà que la pista superior serà roscada per tal que el sistema quedi fixat. A continuació s'hi posarà una volandera amb una llengüeta especial amb la funció de transmetre el moviment al manillar i situar-lo. Finalment s'hi posarà una contrafemella. Podem apreciar-ho a la *figura 7.14*.



### 7.2.3 Manillar

Com es pot observar a l'apartat anterior 6.1. *Dimensions bàsiques*, el manillar permet el gir de 360° complets. Per tal de poder assolir aquest moviment el manillar se subjecta mitjançant una brida. Per estrènyer la brida s'utilitzarà un tancament ràpid. El tancament ràpid consisteix en una cargol amb una cabota foradada que passarà a través de la brida i roscarà amb la femella que comunicarà amb la tija de la forquilla. Es roscarà el cargol i s'acabarà d'estrènyer al canviar la posició del tancament ràpid ja que aquest té el forat descentrat i al moure'l fa més o menys pressió. Veure *figura 7.15*, a continuació.

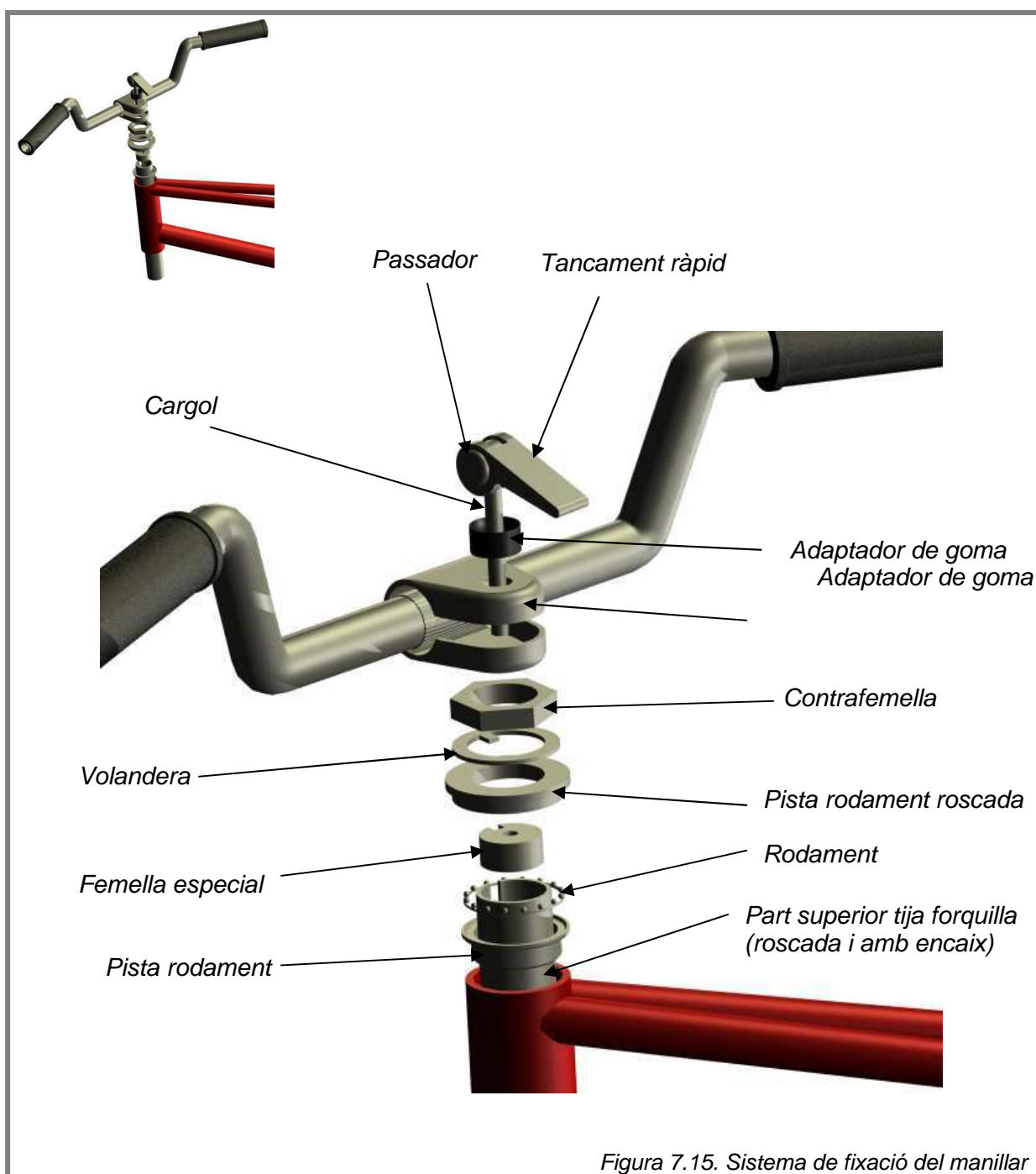


Figura 7.15. Sistema de fixació del manillar

## 7.3 Subconjunt pedaler

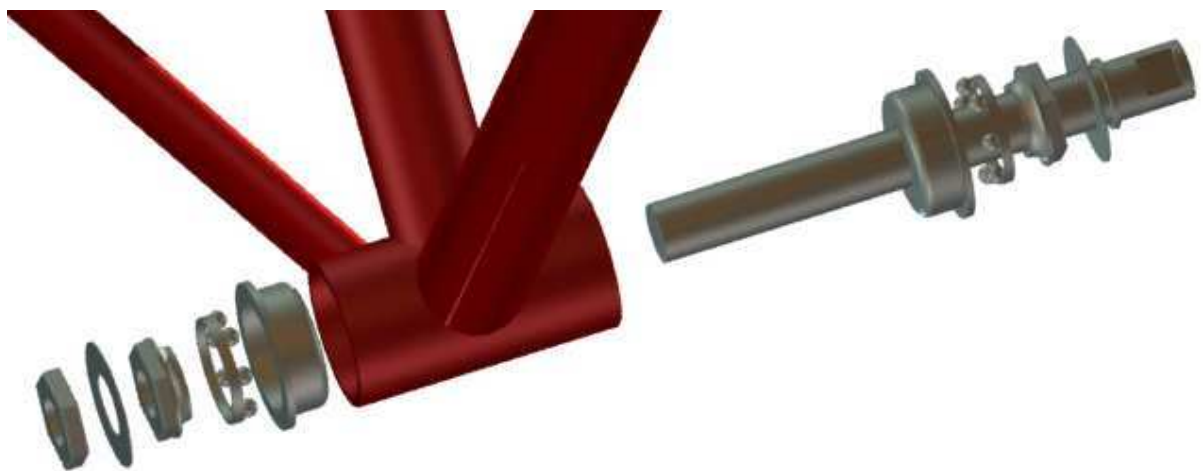
### 7.3.1 Eix i rodaments

L'eix dels pedals (*figura 7.16*) té un diàmetre de 16mm amb un petit canvi de diàmetre a 19mm de 2mm d'amplada. L'eix, a més a més, presenta una part roscada per a poder ser fixat axialment i dos fresats que permetran l'allotjament de les xavetes per fixar els pedals.



*Figura 7.16. Eix del pedaler*

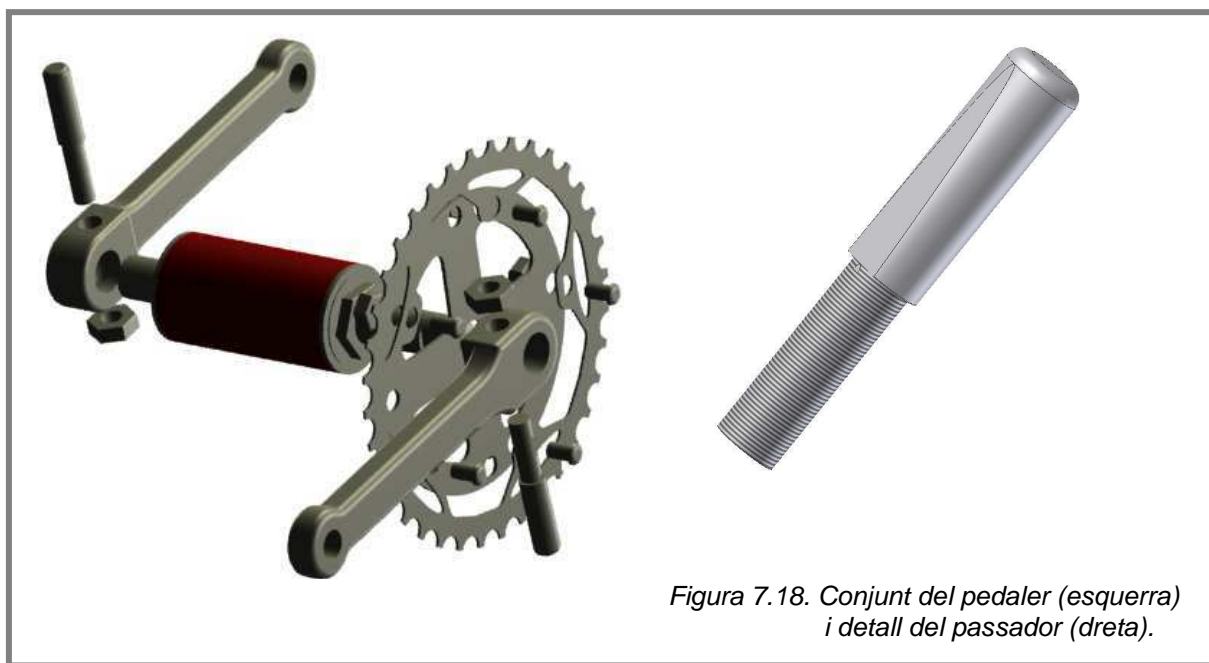
L'eix del pedaler se suporta directament mitjançant rodaments en gàbia, semblants als emprats en la direcció. Aquests rodaments se suportaran mitjançant pistes en el quadre de la bicicleta dintre d'un tub de diàmetre exterior 40mm, 3mm de gruix i 68mm de llargada. A la *figura 7.17* es poden observar les diverses peces que formen el muntatge. Per la banda oposada a el canvi de diàmetre descrit anteriorment s'hi aniran introduint successivament una volandera molt fina de protecció, una pista per al rodament en gàbia, el rodament, i la pista exterior. Aquest muntatge ja es podrà passar per l'allotjament de l'eix del pedaler. A continuació es repetirà el procediment a la inversa. Primer una altra pista exterior, després la pista interior roscada, la volandera de protecció i finalment una contrafemella.



*Figura 7.17. Eix del pedaler*

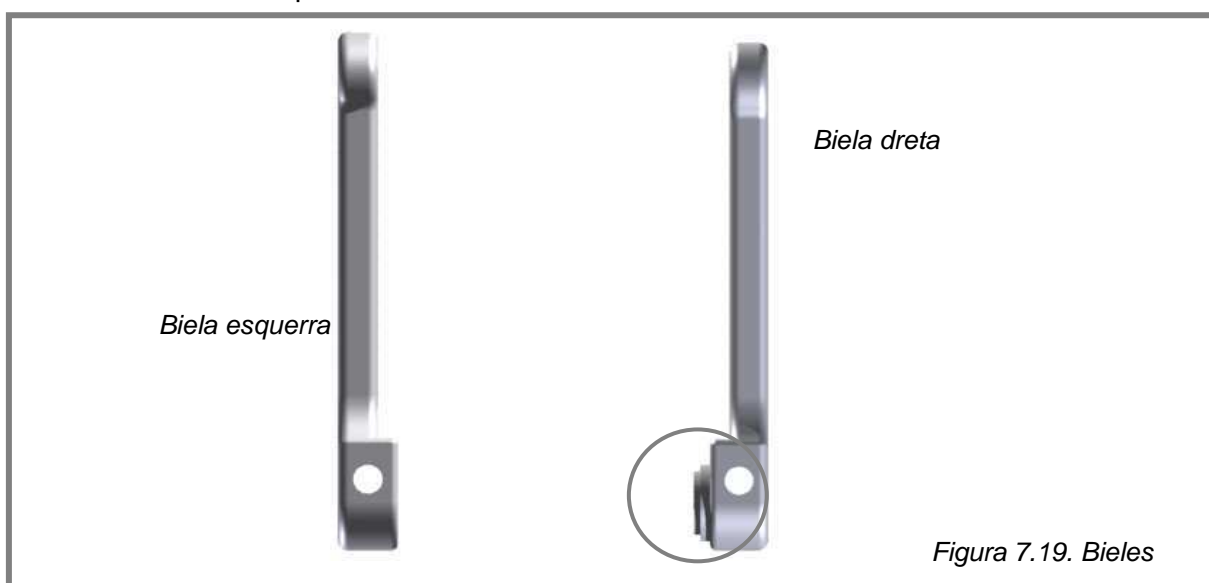
### 7.3.2 Bieles i pedals

Les bieles dels pedals van unides a l'eix mitjançant dos passadors que tenen una cara plana inclinada de manera que com més entren més pressionen i que després van roscats. En el mateix conjunt també hi trobem el suport del plat i el plat com es pot veure a la *figura 7.18*. Els pedals estàndard es roscaran directament al forat de l'extrem de les bieles.



*Figura 7.18. Conjunt del pedaler (esquerra) i detall del passador (dreta).*

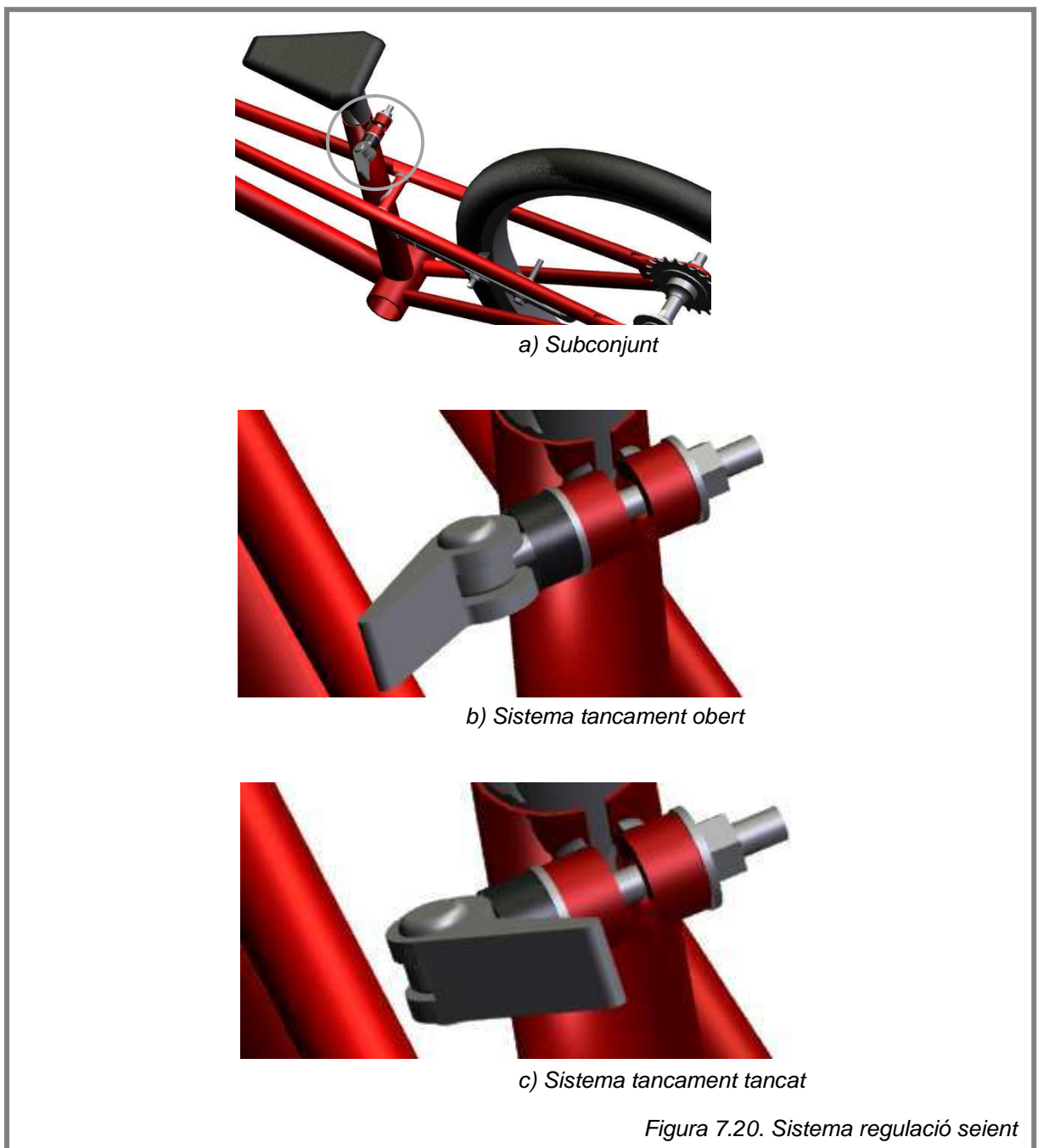
Les dues bieles són diferents tal i com es pot apreciar a la *figura 7.19*. La biela esquerra és més simple, en canvi, la biela dreta presenta dos canvis de diàmetre a la zona de connexió amb l'eix per tal de poder-hi encaixar a pressió i a continuació soldar-hi el suport per al plat. D'aquesta manera es permetrà canviar el plat en el moment que convingui i sense desmuntar els pedals.



*Figura 7.19. Bieles*

## 7.4 Subconjunt seient

El seient es fixarà a un tub. El sistema utilitzat dependrà del seient de compra. Una vegada tinguem aquests dos elements units s'introduirà el tub dintre el tub corresponent de la bicicleta. Aquests dos tubs entren l'un dintre l'altre d'una manera no excessivament forçada. Per tal de permetre regular el seient s'hi ha incorporat un sistema de tancament ràpid que es pot veure a la *figura 7.20*. Consisteix en la palanca de tancament connectada a través d'un passador a un cargol. També hi ha un adaptador i dues anelles i finalment la femella. Primerament es collarà la femella amb la palanca oberta (*b*) i degut a que té el centre del seu eix descentrat al canviar-la de posició farà més força (*c*).

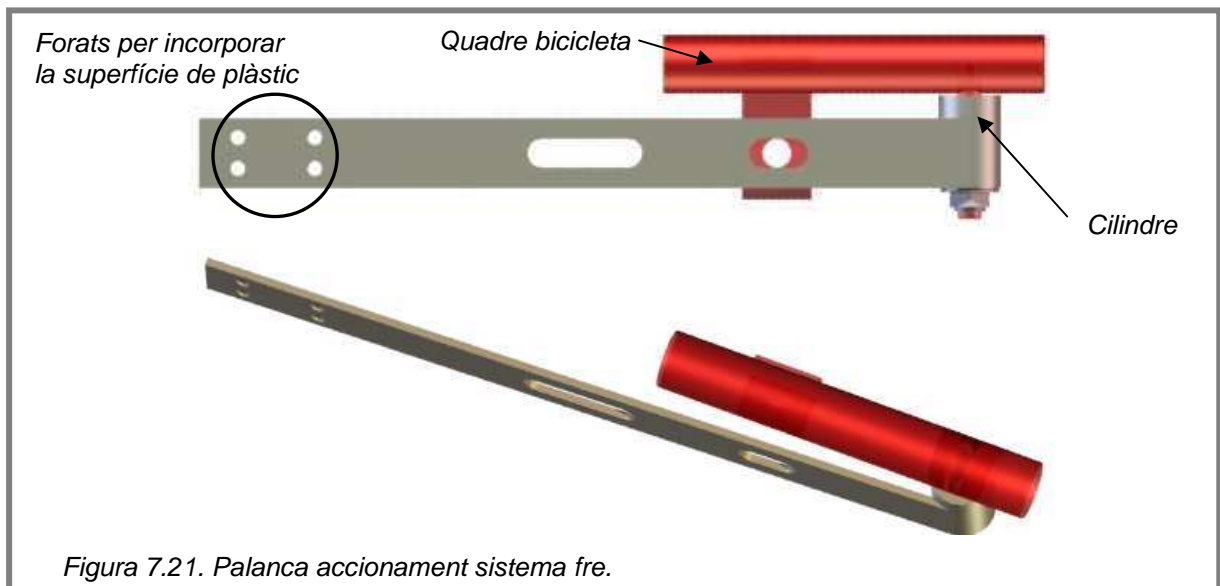




## 7.5 Subconjunt fre

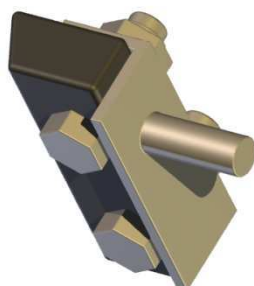
Es considera d'interès consultar els annexos a la memòria *A. Estudi ergonòmic del sistema de frenada* i *B. Prototip del sistema de frenada* per tal d'entendre com s'ha arribat a la solució definitiva.

El sistema de frenada s'accionarà amb el peu. La zona d'accionament consisteix en una àmplia superfície plàstica connectada amb cargols a una palanca. Aquesta palanca té un cilindre perforat al seu extrem. Aquest cilindre allotjarà una barra roscada que serà soldada directament al quadre de la bicicleta. El cilindre es fixarà a la barra roscada amb una volandera i una femella autoblocant de manera que permetrà el gir de la palanca respecte la barra roscada tal i com es pot veure a la *figura 7.21*.



*Figura 7.21. Palanca accionament sistema fre.*

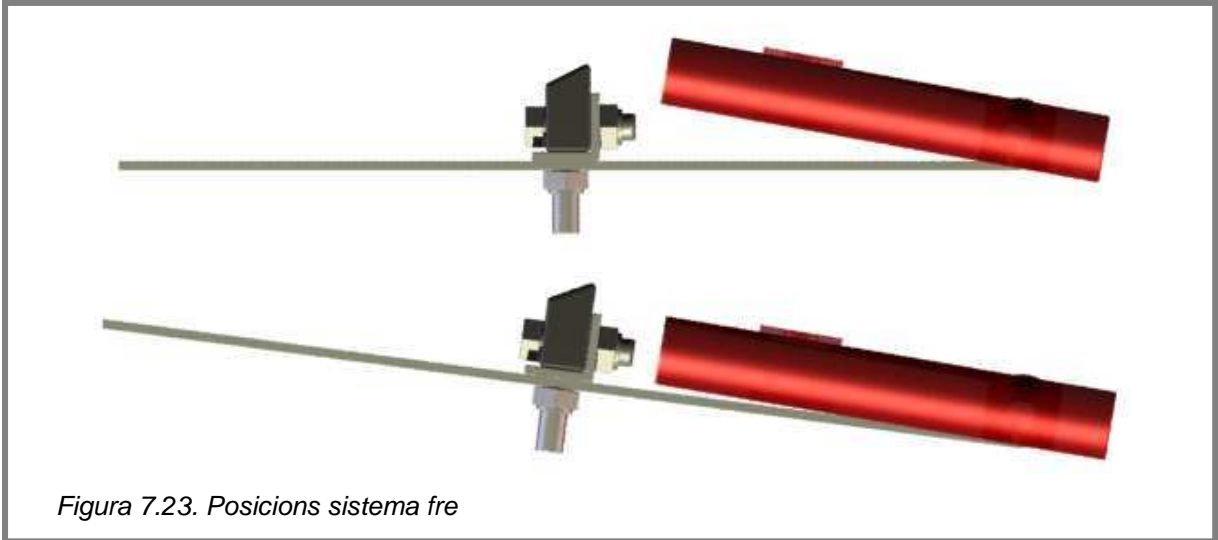
La palanca anterior té un traç polís on s'hi podrà collar en diverses posicions el propi fre. El fre consisteix en un passamà doblegat en forma de 'L' amb dos forats i una barra roscada soldada. En aquest suport metàl·lic s'hi podrà collar qualsevol tipus de goma per tal de que generi la fricció amb la llanta de la roda i es produeixi la frenada. La goma o el material utilitzat no caldrà que tingui dimensions precises. Es podria utilitzar, per exemple, un tros de pneumàtic de cotxe vell. A la *figura 7.22* es pot observar.



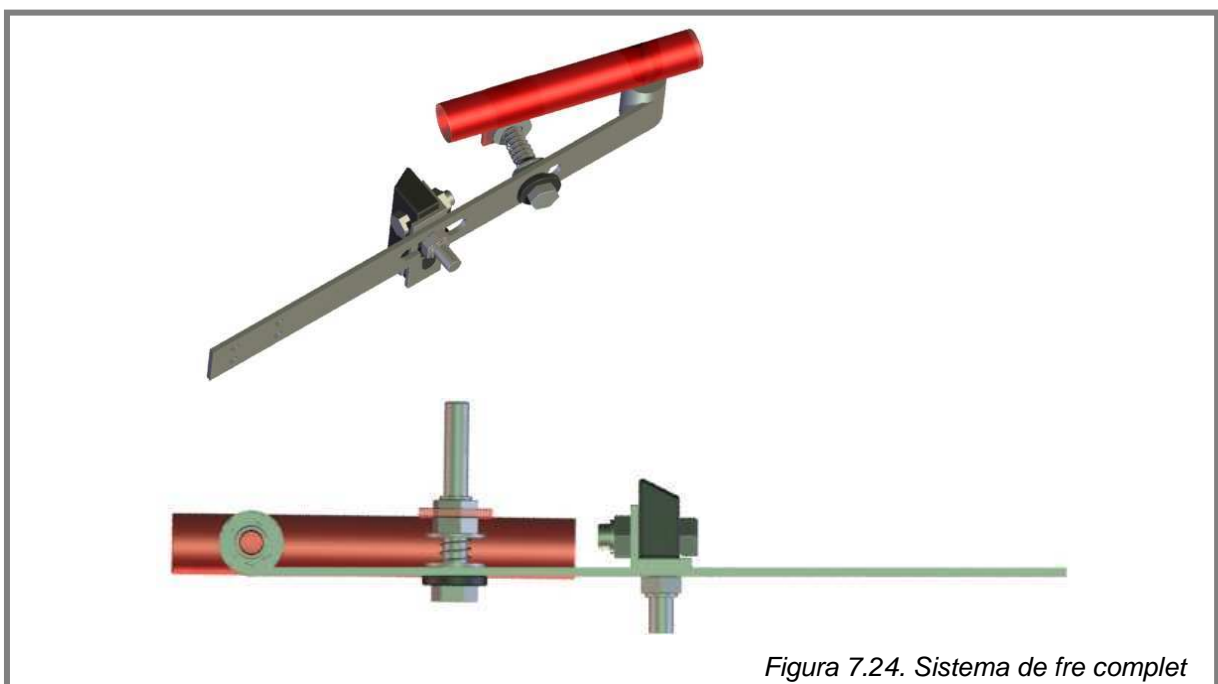
*Figura 7.22. Suport fre.*



A la *figura 7.23* que veiem a continuació es poden observar dues de les posicions que pot adoptar el sistema de fre. Com es pot veure caldrà afegir-hi algun element que garanteixi que després de realitzar la pressió necessària sobre la palanca per tal de realitzar la frenada retorni el mecanisme a la seva posició inicial. Per tal d'aconseguir això s'utilitzarà una molla.



Es soldarà un passamà a 50mm de l'eix del cilindre. En aquest passamà s'hi farà un forat i s'hi fixarà un cargol amb la molla. El cargol es passarà pel trau polís de la palanca, després s'hi introduirà la molla i es fixarà amb dues femelles al passamà. D'aquesta manera segons si s'estreny més o menys el cargol es regularà l'angle de la palanca i es podrà adaptar a les dimensions de l'element que actuarà pròpiament de fre. A la *figura 7.24*, es poden apreciar els diferents elements.



## 7.6 Subconjunt roda posterior

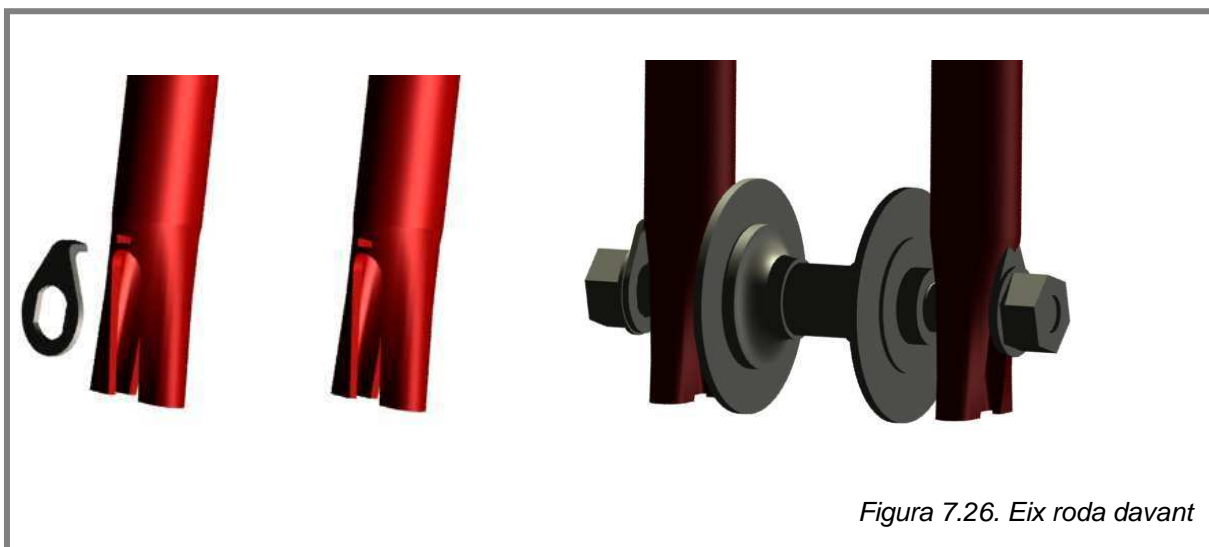
La roda posterior juntament amb el seu eix seran elements estàndard. Es fixaran al quadre de la bicicleta mitjançant dues femelles autoblocants i dues femelles. L'eix presenta un espai per incorporar-hi un rodament especial que només transmet parell en una direcció. Sobre aquest rodament s'hi muntarà el pinyó. A la *figura 7.25* Podem veure l'eix estàndard amb el pinyó.



*Figura 7.25. Eix roda posterior*

## 7.7 Subconjunt roda davant

La roda de davant juntament amb el seu eix seran elements estàndard. Es fixaran al quadre de la bicicleta mitjançant dues femelles autoblocants i dues femelles. També s'hi incorporarà una volandera amb un sortint per tal d'evitar que la roda pugui sortir cap avall tal i com es pot observar a la *figura 7.26*.



*Figura 7.26. Eix roda davant*

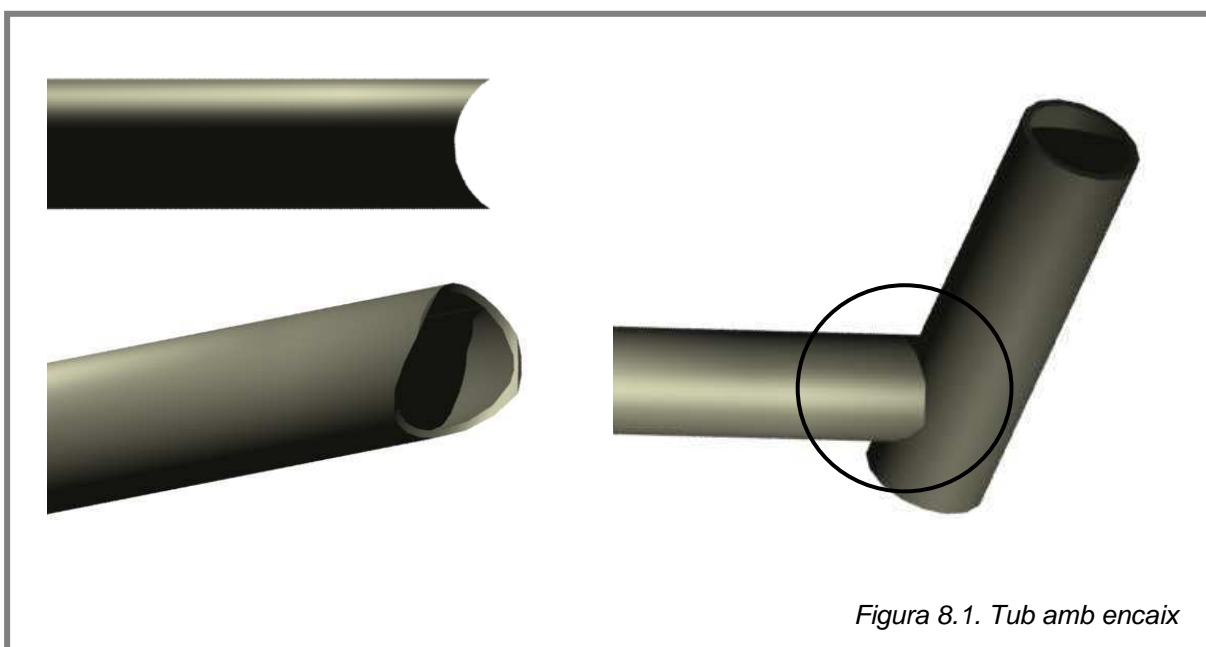
## 8 FABRICACIÓ

### 8.1 Subconjunt quadre

A grans trets el procés de fabricació d'un quadre de bicicleta consisteix a tallar els tubs a la mida necessària, a continuació cal fresar els tubs corresponents per tal de que els seus extrems tinguin la forma adient per tal de que es puguin unir entre ells. Després es solda l'estructura per punts per tal de que encara permeti lleugers moviments. Finalment se solda cada tub per tot els seu voltant (normalment amb soldadura MIG per tal de garantir que no variaran les propietats del material). Seguidament es comprovarà que estigui correctament alineat, en cas de no estar-ho es procurarà alinear-lo. Finalment es procedirà a polir les zones on s'ha practicat soldadura i finalment es podrà pintar. A continuació es detallen el procés de tall dels tubs i el de soldadura.

#### 8.1.1 Tall dels tubs

Tot i que molts dels tubs han de ser tallats a  $90^\circ$  respecte el seu eix alguns d'ells, tal i com es mostra als plànols, tenen formes i encaixos per tal d'adaptar-se a altres tubs. Per a fer aquests encaixos com el que es pot veure a la *figura 8.1*.

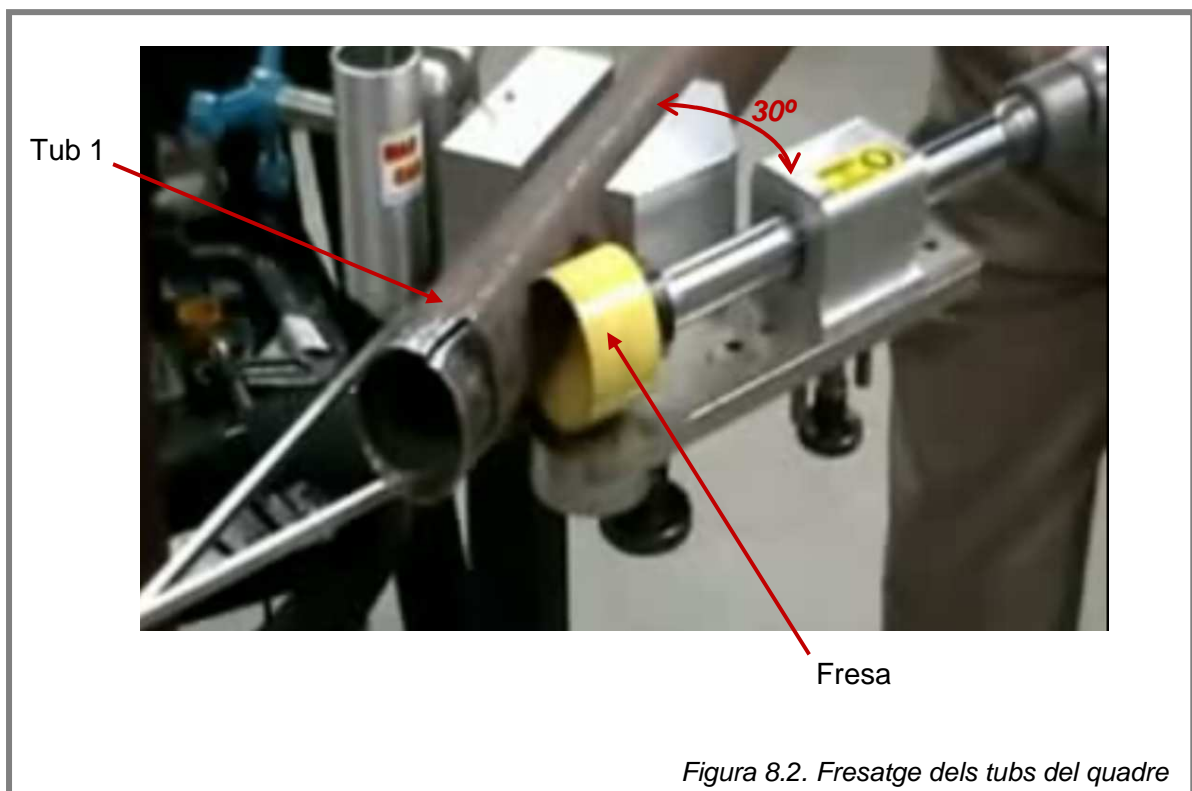


*Figura 8.1. Tub amb encaix*

Si per exemple hem d'unir el tub amb encaix (tub 1) a 30° amb un altre tub (tub 2) el procés a seguir serà el següent:

1. Fixarem el tub 1 a 30° respecte la fresa.
2. Utilitzarem una eina de fresar capaç de realitzar un forat del mateix diàmetre que el tub 2.
3. Fresarem
4. Polirem amb la mola

Podem apreciar el muntatge a la *figura 8.2 (extreta de youtube)*.

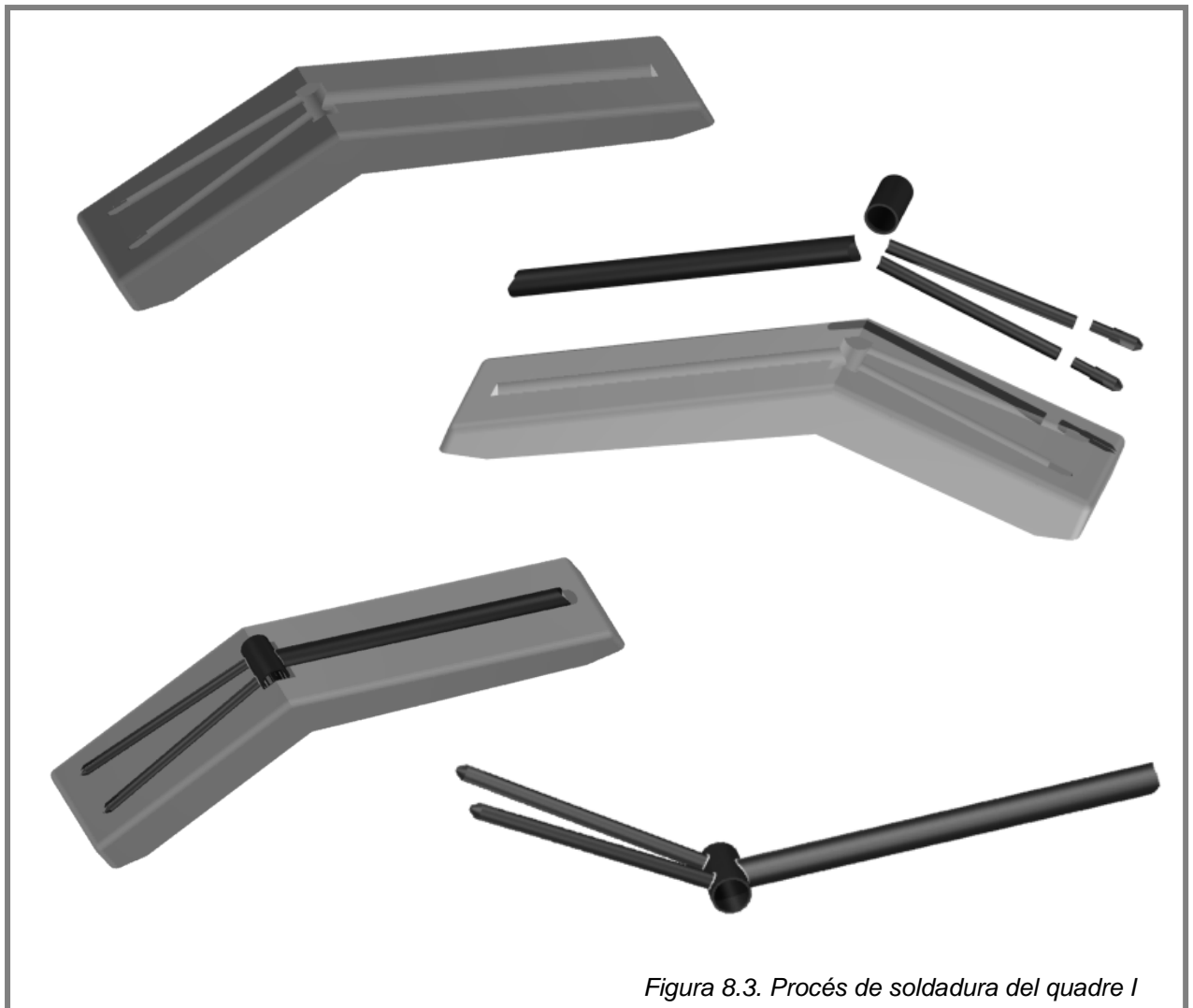


*Figura 8.2. Fresatge dels tubs del quadre*

### 8.1.2 Soldadures

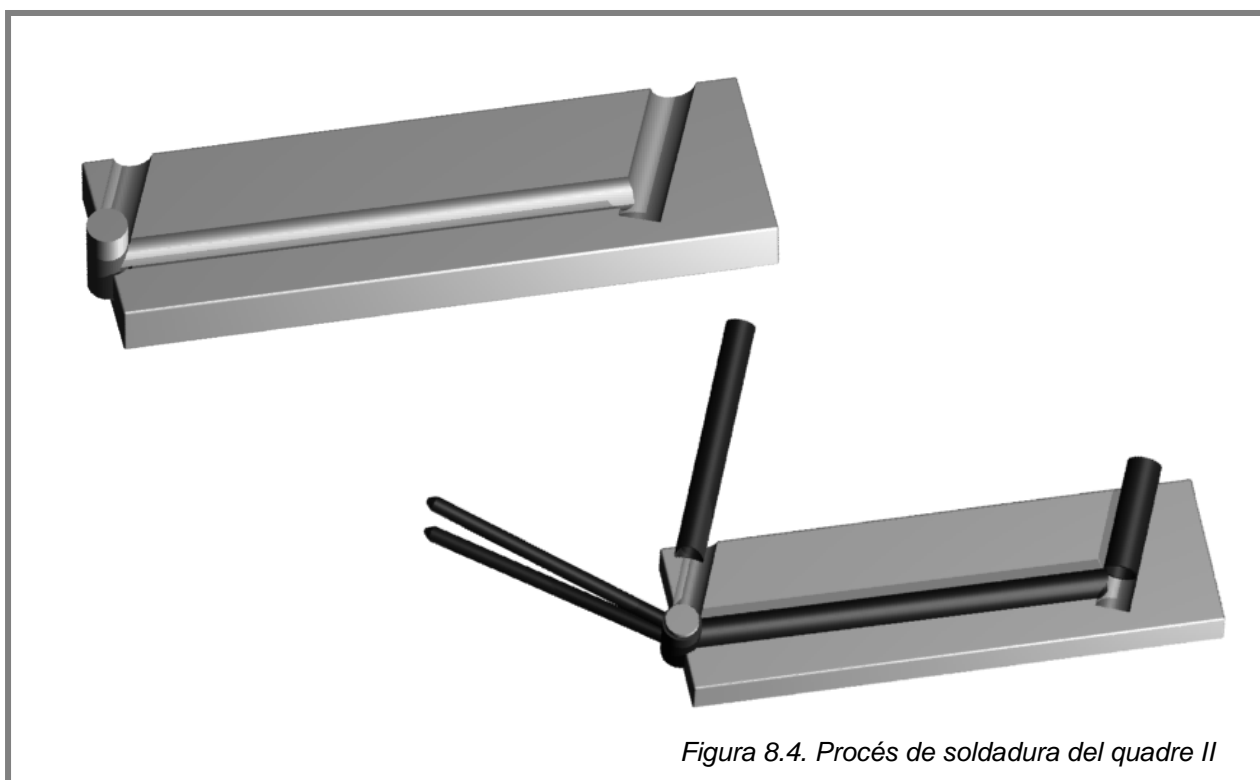
El quadre de la bicicleta està format fonamentalment per tubs de diversos diàmetres. En primer lloc caldrà tallar cadascun dels tubs a la seves dimensions exactes segons indiquen els plànols. A continuació caldrà soldar-los entre ells i per tal de garantir les distàncies i els angles entre els tubs s'utilitzaran diversos utillatges.

Amb el primer utillatge, que es pot observar a la *figura 8.3*, s'uniran l'allotjament de l'eix dels pedals, la barra inferior, les dues barres que uneixen l'allotjament de l'eix dels pedals amb la roda posterior i els dos elements que permeten unir les barres anteriorment mencionades amb la peça on es collarà la roda posterior.



*Figura 8.3. Procés de soldadura del quadre I*

A continuació es procedirà a soldar el tub que suportarà la tija del seient i el telescopi al conjunt anterior. Tots dos tenen un angle de  $75^\circ$  respecte les dues barres que suporten la roda posterior. L'utilitatge utilitzat per garantir-ho es pot veure a la *figura 8.4*. Podem observar que té dos encaixos per als tubs. En el cas del telescopi s'ha deixat obert per la part superior per tal de permetre el muntatge. Un boló i un encaix permetran el perfecte posicionament del quadre.



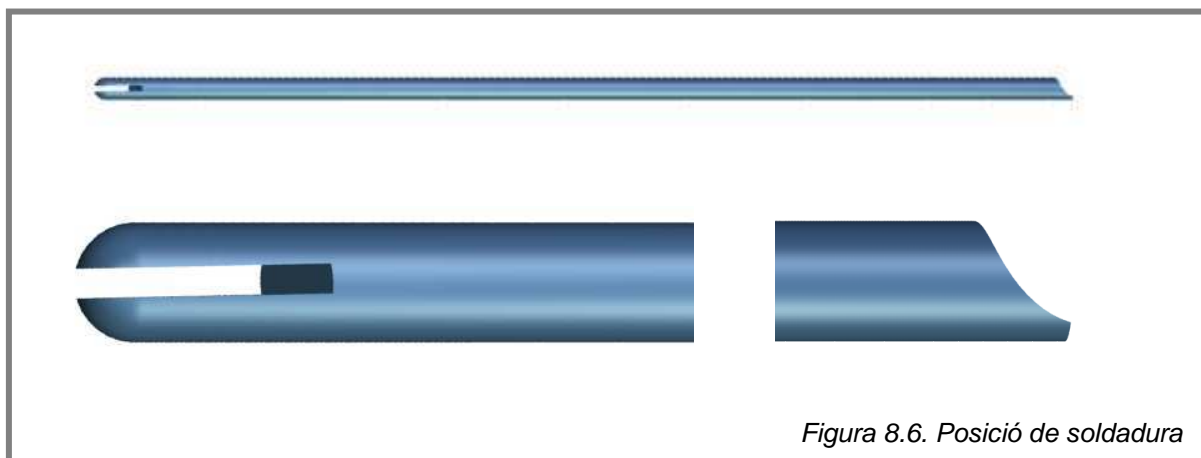
*Figura 8.4. Procés de soldadura del quadre II*

A continuació se soldaran directament a aquesta part els dos suports de la roda posterior. Primerament se subjectaran amb un serjant per tal de garantir el correcte posicionament i a continuació es passarà a soldar. Les dues peces han de situar-se de manera que no sobresurtin gens de les tiges inferiors tal i com es pot veure a la *figura 8.5*. Degut a la seva forma el seu posicionament serà molt senzill.

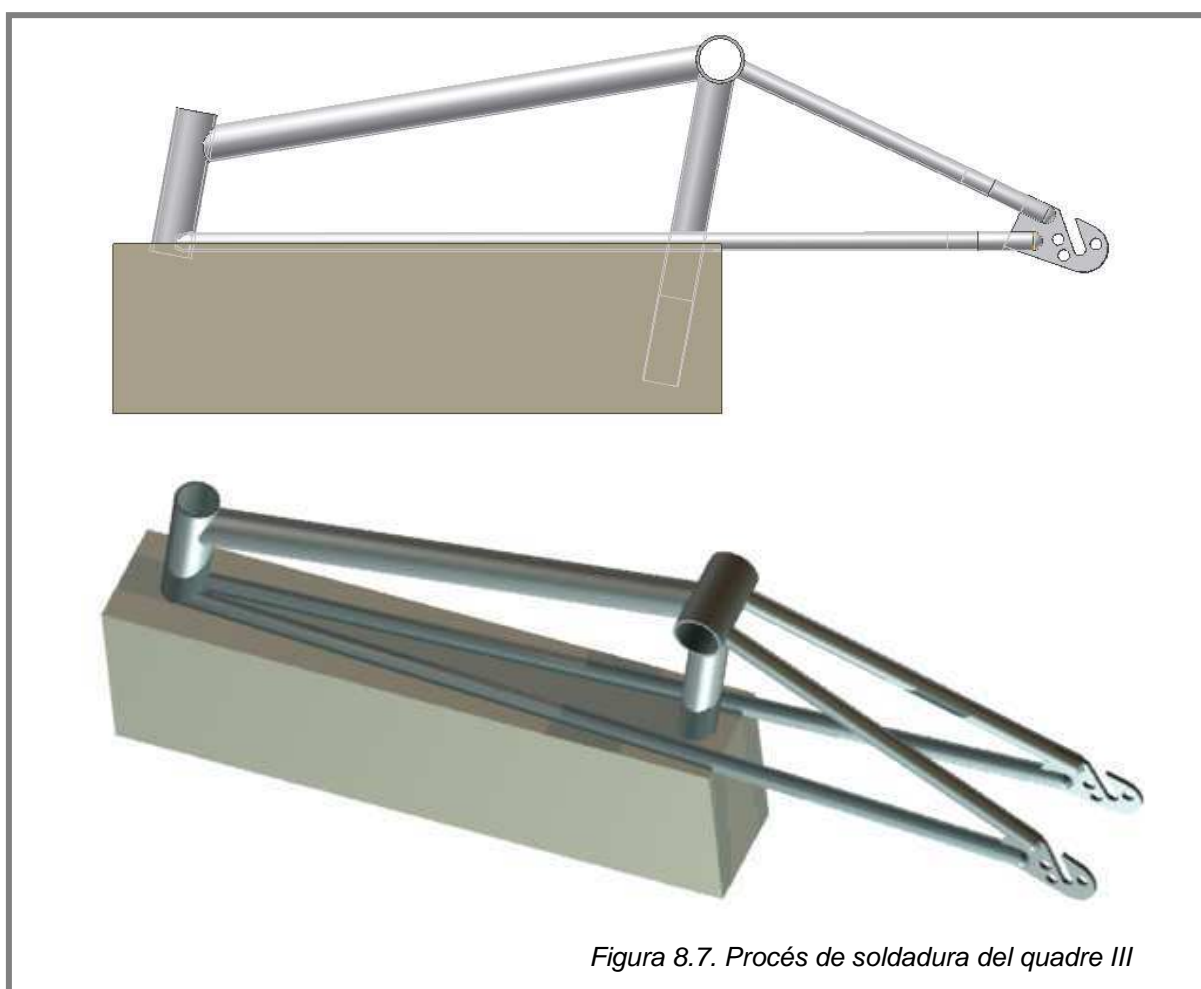


*Figura 8.5. Posició dels suports de la roda posterior*

A continuació és el moment de soldar els dos tubs llargs (*figura 8.6*) que uneixen el telescopi de la bicicleta amb el suports de les rodes posteriors.



Per a soldar aquests tubs amb l'angle i l'alçada correctes s'utilitzarà de nou un utilatge. Com que el tub de suport de la tija del seient i el telescopi tenen el mateix angle l'utilatge consisteix en una base amb dos forats per als dos tubs i un encaix per als tubs a soldar com podem veure a la *figura 8.7*.



A continuació es recomana fixar la bicicleta en un suport com el que es pot veure a la *figura 8.8*. Consisteix en dos punts de suport. A l'esquerra es tracta d'un sortint que simula l'eix de la roda posterior i a la dreta d'un eix del mateix diàmetre que l'allotjament de l'eix del pedaler. Per fixar-la s'introdueixen els eixos dintre dels forats corresponents i es colla el cargol de la dreta amb una volandera i una femella de manera que impedirà el moviment axial.



*Figura 8.8. Quadre fixat al suport*



És en aquesta posició s'aprofitarà per a soldar el tub curt que uneix els dos tubs llargs ja soldats al quadre. Caldrà també soldar les dues petites peces al suport de la tija del seient les quals allotjaran el cargol del tancament ràpid i també les dues barres roscades que suporten el sistema de fre. Una vegada fet això tindrem el quadre finalitzat tal i com es mostra a la *figura 8.9*.



*Figura 8.9. Quadre amb soldadura finalitzada*

Per finalitzar el quadre restarà polir les zones on s'ha realitzat soldadura i pintar-lo per tal de protegir-lo.

## 9 RESUM DE CARACTERÍSTIQUES

S'adjunta la *taula 9.1* amb les característiques bàsiques de la bicicleta dissenyada i finalment la *figura 9.1* on es poden apreciar els diferents components muntats al seu lloc corresponent.

Pes	10,2kg
Alçada selló	Mínima 512mm
	Màxima 680mm
Amplada	350mm
Distància entre eixos rodes	798mm
Diàmetre rodes	20"
Distància selló a eix manillar	481mm
Manillar	Rotació 360° (r=60mm)
Plat	36 dents
Pinyó	20 dents

*Taula 9.1. Resum de característiques*



*Figura 9.1. Bicicleta final*

## **10 RESUM DEL PRESSUPOST**

El cost total de compra de material, fabricació i muntatge de 100 bicicletes en el primer món, amb les condicions especificades és de:

*VUIT MIL DOS-CENTS ONZE AMB NORANTA- DOS CÈNTIMS D'EURO 8.211,92 €.*

El cost unitari, per tant, serà de:

*VUITANTA-DOS AMB DOTZE CÈNTIMS D'EURO 82,12 €.*

Dimarts, 16 de juny 2009

## **11 CONCLUSIONS**

Dissenyar una bicicleta, probablement, és relativament senzill. Aquesta bicicleta, però, viatja cap a un sentit totalment oposat al que va dirigit actualment el disseny de bicicletes. Estèticament no és la que més crida l'atenció, no és extraordinàriament lleugera, no té varies velocitats, ni la comoditat que proporcionen les suspensions. Però, és indiscutiblement funcional i s'adapta a la antropometria de gairebé tots els possibles usuaris.

S'ha aconseguit que tots els tubs que la conformen, com els del quadre i els de la forquilla siguin rectes i de seccions contínues circulars, amb l'excepció del manillar (que podria ser substituït per una simple barra recta). S'ha eliminat tot el cablejat, en part perquè no té canvi de velocitats però també perquè s'hi ha implementat un innovador i a la vegada senzill sistema de fre. S'ha procurat que les unions desmuntables estiguin fixades amb elements convencionals i de fàcil accés.

S'ha aconseguit una bicicleta senzilla però útil en tots els seus aspectes. La utilització d'elements simples, encara que potser una mica rudimentaris, permetrà no només una fàcil i econòmica fabricació sinó la possible substitució dels elements que es trenquin degut al seu ús continuat.

Una segona fase del projecte podria ser fer-ne un prototip complet per tal de detectar possibles punts de millora. A partir d'això seria molt interessant estudiar exactament com i què seria necessari per tal de fabricar-la íntegrament al seu lloc de destí.

## **12 RELACIÓ DE DOCUMENTS**

A continuació es llisten el conjunt de documents que formen part d'aquest mateix projecte.

### **DOCUMENT 1: MEMÒRIA I ANNEXES**

Annex 1: Estudi ergonòmic d'activació del sistema de frenada

Annex 2: Prototip del sistema de frenada

Annex 3: Càlculs

Annex 4: Recull de patents

### **DOCUMENT 2: PLÀNOLS**

### **DOCUMENT 3: PLEC DE CONDICIONS**

### **DOCUMENT 4: ESTAT D'AMIDAMENTS**

### **DOCUMENT 5: PRESSUPOST**

## 13 BIBLIOGRAFIA

### *Llibres*

FERNÁNDEZ, E., VÁZQUEZ, C.J. Dirección de la producción. Colección Empresa. Editorial Civitas. Madrid. 1994.

PANER, J. ZELNIK, M. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos. México D.F. 2007

FERDINAND P. BEER. Mecànica vectorial para ingenieros. Dinàmica. Editorial McGrawHill.

### *Material obtingut de la xarxa*

Decathlon. Empresa d'elements i accessoris esportius (<http://www.decathlon.es/ES/bmx-x-up-52395013/>, 4 de desembre de 2009)

Bicicletes Monty. Catàleg de bicicletes ([http://www.monty.es/bikes/2009/Monty\\_Off\\_Road\\_09\\_Catalogue.pdf](http://www.monty.es/bikes/2009/Monty_Off_Road_09_Catalogue.pdf), 3 de març de 2009)

Universitat de Girona. Pautes de realització del Projecte/Treball de Fi de Carrera. Àmbit industrial. ([http://eps.udg.es/vell/ambit\\_industrial/Pautes\\_PTFC\\_Ambit\\_Industrial.pdf](http://eps.udg.es/vell/ambit_industrial/Pautes_PTFC_Ambit_Industrial.pdf), 3 de març de 2009)

Bicicletes Wethepeople. Catàleg de bicicletes. (<http://wethepeople.de/V3/product/>, 3 de juny de 2009)

Bicicletes Haro. Catàleg de bicicletes ([http://www.harobikes.com/bmx/tab2\\_subNav2.php](http://www.harobikes.com/bmx/tab2_subNav2.php), 3 de març de 2009)

Bicicletes BH. Catàleg de bicicletes ([http://www.bhbikes.com/catalogo/2009/mountain%20bike/ULTIMATE\\_99\\_2009.htm](http://www.bhbikes.com/catalogo/2009/mountain%20bike/ULTIMATE_99_2009.htm), 1 de juny de 2009)

### *Projectes/Treballs Fi de Carrera*

SERRA, J. Disseny d'una cadira de rodes a Holgín, Cuba. Projecte/Treball Fi de Carrera. Enginyeria Tècnica Mecànica Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Maig 2008.

VALDERRAMA, C. Disseny i projecte per a la construcció d'una màquina per a realitzar el tall a les castanyes. Projecte/ Treball Fi de Carrera. Enginyeria Tècnica Mecànica Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Juliol 2008.

## **ANNEXES**

## **ANNEX A**

### **ESTUDI ERGONÒMIC D'ACTIVACIÓ DEL SISTEMA DE FRENADA**

#### **A.1 Objectiu de la realització de l'estudi**

Com mostra el projecte, l'activació del sistema de frenada es realitza aplicant una pressió directa en una palanca mitjançant el peu. Aquest estudi simple i pràctic es va realitzar amb l'objectiu de determinar a quines zones pot accedir l'usuari de la bicicleta per realitzar la pressió esmentada sense treure necessàriament els peus dels pedals. També té en compte amb quina part del peu hi arriba (punta o taló). A partir d'aquestes dades es pot determinar la posició i la forma més òptima que permetrà activar el sistema.

#### **A.2 Condicions de realització de l'estudi**

L'estudi s'ha realitzat amb una bicicleta convencional de mida adulta ja que les dimensions de qui ha realitzat l'experiment així ho requerien. Per aplicar-ho al disseny que ens ocupa s'aplicaran les proporcions necessàries.

En primer lloc s'ha fixat un plàstic al propi quadre de la bicicleta. Es pretén que mitjançant la impregnació amb pintura de l'extremitat de l'usuari, aquest al pedalar taqui només les zones del plàstic amb les que té contacte i s'aconsegueixi així reflectir les zones on té accés. S'ha realitzat en tres etapes diferents. En primer lloc s'ha impregnat la punta del peu de color groc, s'ha realitzat l'experiment i s'han netejat les restes. A continuació s'ha impregnat el taló del peu amb color blau i finalment el genoll amb color negre.

#### **A.3 Resultats obtinguts. Imatges**

A continuació podem observar com va quedar el plàstic una vegada finalitzat l'experiment. Podem veure en blau clar les marques del quadre de la bicicleta i el recorregut dels pedals a les *figures A.1 i A.2*.



*Figura A.1 Bicicleta utilitzada en l'experiment*





Figura A.2. Resultats de l'experiment

#### **A.4 Interpretació de les imatges i conclusions aplicables al projecte**

A partir de les zones on és capaç d'accedir l'usuari i la forma de la bicicleta es pot determinar quina serà la zona més favorable on situar la palanca.

En primer lloc cal descartar la utilitat del genoll ja que era molt difícil arribar a realitzar les marques. Tenint en compte els resultats la zona més adequada serà la que apareix més tacada i que ha estat marcada a la imatge anterior en vermell. En aquesta zona s'hi pot accedir tant amb el taló com amb la punta i a més a més no representa un inconvenient per a l'ús habitual de la bicicleta.

## ANNEX B

### PROTOTIP SISTEMA DE FRENADA

#### B.1 Procediment

Per tal de poder experimentar les qualitats i característiques del sistema en funcionament i per poder efectuar millores i resoldre'n les imperfeccions es va realitzar un prototip senzill del sistema de frenada.

A les *figura B.1. i B.1* que es mostren a continuació hi ha marcats els elements que es descriuen. En primer lloc es va soldar una barra roscada (1) al rodó que simulava l'estructura de la bicicleta (2). En aquesta barra roscada s'hi va introduir un cilindre (3) amb un forat passant el qual tenia un passamà (4) soldat. El passamà tenia dos forats tipus trau polis (5), un per permetre el moviment del passamà en el punt on hi ha la molla que n'assegura el retorn i l'altre per poder-hi collar el que seria el propi fre i així disposar de diverses posicions de muntatge tant longitudinalment com radialment.

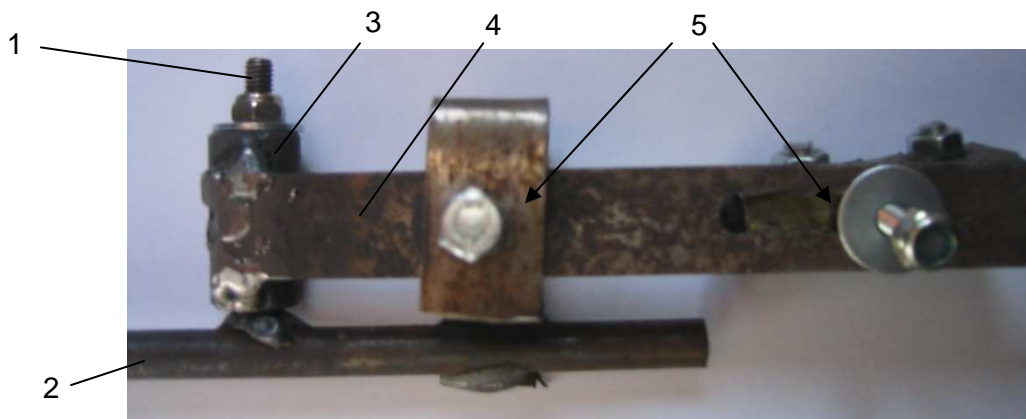


Figura B.1. Prototip

A continuació es va doblegar un tros d'un altre passamà en forma d'u (6) i es va soldar també al rodó que simulava l'estructura de la bicicleta. Aquest darrer passamà duia incorporat un passador (7) amb una molla i una goma per tal de regular la posició i el recorregut del passamà que actua com a accionador de frenada.

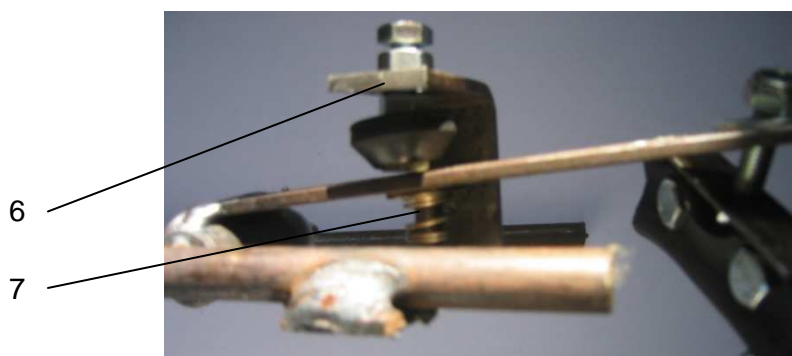
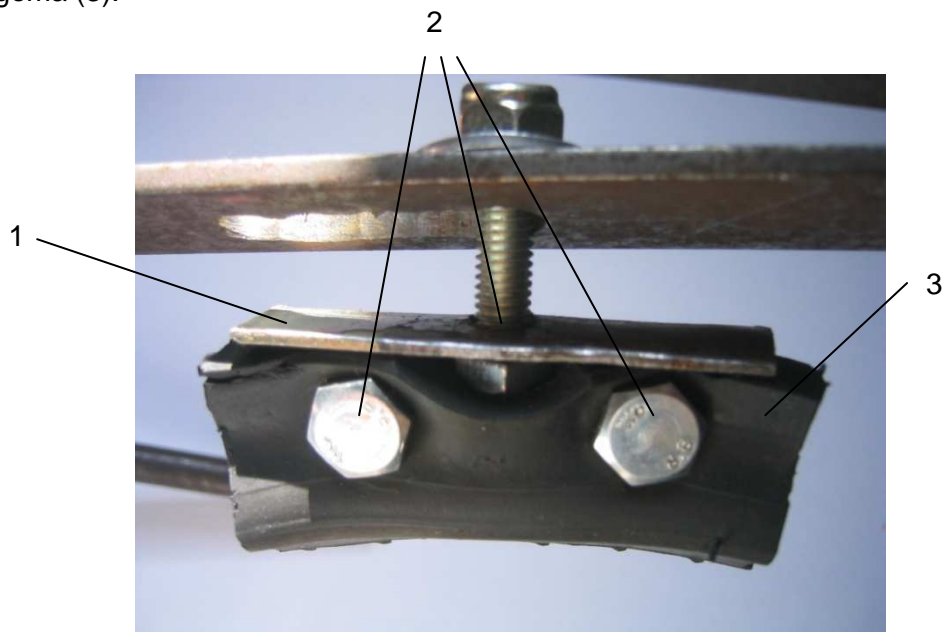


Figura B.2. Prototip

Per al propi fre (veure *figura B.3*) s'ha doblegat un tros de passamà (1) en forma d' 'L' al qual se li han fet tres forats (2). Un per passar-hi el cargol per fixar-lo a la palanca i dos més per fixar-hi la goma. En aquest cas s'ha utilitzat un retall de pneumàtic de cotxe usat com a goma (3).



*Figura B.3. Prototip del fre*

## **B.2 Conclusions**

En aquest cas es va localitzar un problema. L'element marcat com a 6 de la *figura B.3*. degut a la seva forma d'u, al ser soldat, fa que una vegada muntat el conjunt no es pugui desmuntar. Per tal d'evitar això, en el disseny final s'ha utilitzat un passamà sense doblegar en el qual s'hi fixa un cargol que contindrà la molla i que per tant, farà la mateixa funció però serà desmuntable.

## **ANNEX C**

### **CÀLCULS**

#### **C.1 Introducció**

S'han realitzats petits càlculs per tal de garantir que la bicicleta resistirà els esforços als que estarà sotmesa en el seu ús habitual. S'han estudiat diversos casos.

- Pes aproximat de la bicicleta
- Força per tal d'activar el sistema de frenada
- Força a què estarà sotmesa la forquilla en cas de xoc frontal
- Forces que rep el quadre en condicions normals degut al pes de l'usuari
- Forces que reben les bieles i l'eix del pedaler si l'usuari es posa dret

## C.2 Pes aproximat de la bicicleta

### 1.01.00 Subconjunt quadre

*Peces de pes considerable i de fàcil càlcul*

Marca	Nº peces	Descripció	Concepte	Quantitat	Quantitat total	Unitats	Pes	Unitats pes	Pes total
	1	1 Allotjament eix	Tub Ø40x34	68	68	mm	2,5 kg/m		0,16932 kg
	2	1 Tub inferior	Tub Ø30x28	440	440	mm	0,7 kg/m		0,3168 kg
	3	1 Telescopi	Tub Ø35x30	120	120	mm	2 kg/m		0,24 kg
	4	1 Tub exterior del selló	Tub Ø30x28	270	270	mm	0,7 kg/m		0,1944 kg
	5	2 Suport regulador selló	Massís Ø18	12	24	mm	2 kg/m		0,048 kg
	6	2 Unió tub-platina roda posterior (inclinat)	Massís Ø16	90	180	mm	1,6 kg/m		0,2844 kg
	7	2 Tub superior	Tub Ø16x13	650	1300	mm	0,5 kg/m		0,702 kg
	8	1 Tub curt	Tub Ø16x13	60	120	mm	0,5 kg/m		0,0648 kg
	9	2 Tub (eix pedals-roda posterior)	Tub Ø16x13	250	500	mm	0,5 kg/m		0,27 kg
	10	2 Unió tub-platina roda posterior	Massís Ø16	90	180	mm	1,6 kg/m		0,2844 kg
	11	2 Platina roda posterior	Secció 55x4mm	90	180	mm	1,7 kg/m		0,31086 kg
<b>PES TOTAL SUBCONJUNT</b>									<b>2,88498 kg</b>

**1.02.00 Subconjunt direcció***Peces de pes considerable i de fàcil càlcul*

Marca	Nº peces	Descripció	Concepte	Quantitat	Quantitat total	Unitats	Pes	Unitats pes	Pes total
	1	2 Forquilla	Tub Ø20x18	280	560	mm	0,47 kg/m		0,2632 kg
	2	1 Postís	Tub Ø30x25	12	24	mm	1,7 kg/m		0,0408 kg
	5	1 Manillar	Tub Ø22x18mm	640	1280	mm	0,999 kg/m		1,27872 kg
	10	1 Femella posicionadora	Massís Ø21	10	20	mm	2,72 kg/m		0,0544 kg
	14	1 Tija forquilla	Tub Ø26x22mm	205	410	mm	1,18 kg/m		0,4838 kg
	19	1 Brida	Secció 55x2mm	100	200	mm	0,864 kg/m		0,1728 kg
								<i>Valor de pes</i>	<i>2,29372 kg</i>

*Altres peces*

Marca	Nº peces	Descripció
	3	1 Volandera especial
	4	2 "Manguito"
	6	1 Cargol de ojo
	7	1 Tancament ràpid
	8	1 Connector
	9	1 Femella direcció
	11	2 Rodament
	12	1 Pista rodament inferior
	13	1 Allotjament rodament inferior
	15	1 Unió tija-forquilla
	16	1 Pista rodament inferior
	17	1 Allotjament rodament superior
	19	1 Passador

*Valor de pes estimat* 0,5 kg  
**PES TOTAL SUBCONJUNT** 2,79372 kg

### 1.03.00 Subconjunt pedals

*Peces de pes considerable i de fàcil càlcul*

Marca	Nº peces	Descripció	Concepte	Quantitat	Quantitat total	Unitats	Pes	Unitats pes	Pes total
6	1	Eix pedaler	Massís Ø18mm	150	150	mm	2 kg/m		0,3 kg
8	1	Biela esquerra	Volum 18x26x160mm	66560	66560	mm <sup>3</sup>	7850 kg/m <sup>3</sup>		0,522496 kg
14	1	Biela dreta	Volum 18x26x160mm	66560	66560	mm	7850 kg/m <sup>3</sup>		0,522496 kg

*Valor de pes 1,344992 kg*

*Altres peces*

Marca	Nº peces	Descripció
1	1	Pista rodament roscada
2	2	Pista rodament
3	2	Rodament
4	1	Pista rodament no roscada
5	2	Lamina protectora
7	1	Femella hexagonal baixa
9	1	Femella hexagonal baixa
10	5	Femella autoblocant baixa
11	1	Plat
12	1	Suport plat
13	2	Passador
15	5	Cargol allen
16	2	Pedal

*Valor de pes estimat 0,5 kg*

**PES TOTAL SUBCONJUNT 1,844992 kg**

1.04.00 Subconjunt selló

Peces de pes considerable i de fàcil càlcul

Marca	Nº peces	Descripció	Concepte	Quantitat	Quantitat total	Unitats	Pes	Unitats pes	Pes total
	1	1 Tija selló	Tub Ø22x18mm	230	230	mm	0,99 kg/m		0,2277 kg
								Valor de pes	0,2277 kg

Altres peces

Marca	Nº peces	Descripció							
	2	1 Selló							
	3	1 Tancament ràpid							
	4	1 Femella hexagonal							
	5	1 Passador							
	6	1 Cargol 'de ojo'							
	7	1 Volandera							
	8	1 Connector							
								Valor de pes estimat	0,7 kg
								<b>PES TOTAL SUBCONJUNT</b>	<b>0,9277 kg</b>



### 1.05.00 Subconjunt fre

*Peces de pes considerable i de fàcil càlcul*

Marca	Nº peces	Descripció	Concepte	Quantitat	Quantitat total	Unitats	Pes	Unitats pes	Pes total
1	1	Palanca d'accionament	Passamà 2x18mm	280	280	mm	0,283 kg/m		0,07924 kg
7	1	Perfil circular	Massís Ø30	25	25	mm	5,55 kg/m		0,13875 kg
9	1	Suport guia molla	Passamà 2x18mm	30	30	mm	0,283 kg/m		0,00849 kg

*Valor de pes 0,22648 kg*

*Altres peces*

Marca	Nº peces	Descripció
2	4	Anella ala ampla
3	3	Femella hexagonal autoblocant
4	1	Suport goma
5	1	Femella hexagonal
8	1	Cargol cabota hexagonal
10	2	Cargol cabota hexagonal
11	1	Connector
1	1	Goma pneumàtic automòbil
13	1	Topall
14	1	Anella Grower
15	1	Barra roscada
16	1	Barra roscada

*Valor de pes estimat 0,3 kg*

**PES TOTAL 0,52648 kg**

### 1.06.00 Subconjunt roda davant

Peces

Marca	Nº peces	Descripció		
	1	1 Eix roda davant		
	2	2 Femella hexagonal baixa		
	3	2 Arandela de seguretat amb solapa		
	4	2 Femella amb base		
	5	1 Roda		
			Valor de pes estimat	0,5 kg
			<b>PES TOTAL</b>	<b>0,5 kg</b>

### 1.07.00 Subconjunt roda darrere

Peces

Marca	Nº peces	Descripció		
	1	1 Eix roda darrere		
	2	2 Femella hexagonal baixa		
	3	1 Rodament pinyó		
	4	2 Femella amb base		
	5	1 Pinyó		
	6	1 Roda		
	7	1 Cadena transmissió		
			Valor de pes estimat	0,7 kg
			<b>PES TOTAL</b>	<b>0,7 kg</b>

A continuació podem veure el sumatori total de cadascun dels subconjunts i el pes total estimat de la bicicleta que és de 10,2kg.

<i>1.00.01</i>	<i>Subconjunt quadre</i>	<i>2,88 kg</i>
<i>1.00.02</i>	<i>Subconjunt direcció</i>	<i>2,79 kg</i>
<i>1.00.03</i>	<i>Subconjunt pedaler</i>	<i>1,84 kg</i>
<i>1.00.04</i>	<i>Subconjunt seient</i>	<i>0,93 kg</i>
<i>1.00.05</i>	<i>Subconjunt fre</i>	<i>0,53 kg</i>
<i>1.00.06</i>	<i>Subconjunt roda davant</i>	<i>0,5 kg</i>
<i>1.00.07</i>	<i>Subconjunt roda darrere</i>	<i>0,7 kg</i>
	<b><i>Pes total Conjunt Bicicleta</i></b>	<b><i>10,2 kg</i></b>

Tot i que és un pes potser una mica elevat per una bicicleta d'aquestes dimensions es considera acceptable degut a la seva robustesa i resistència.

### C.3 Força necessària per tal d'activar el sistema de frenada

#### Condicions de càlcul

- Centre de gravetat global situat a una distància  $d=234\text{mm}$  cap a l'esquerra respecte l'eix de la roda posterior i a una distància  $h=995\text{mm}$  cap amunt respecte el terra
- Distància entre els eixos de les rodes  $L=798\text{mm}$
- Radi exterior de la roda  $r_e=250\text{mm}$
- Radi de la llanta de la roda on s'aplica la força de frenada  $r=200\text{mm}$
- Pes global de la bicicleta i l'usuari  $m=60\text{kg}$
- Valor de gravetat  $g=10\text{m/s}^2$
- Coeficient de fricció de la roda amb el terra  $\mu=0,8$
- Distància del punt de fre al punt de recolzament  $a=50\text{mm}$
- Distància del punt d'aplicació de la força al punt de recolzament  $b=100\text{mm}$
- Coeficient de fricció entre la llanta i la goma de fre  $\mu_2=0,5$

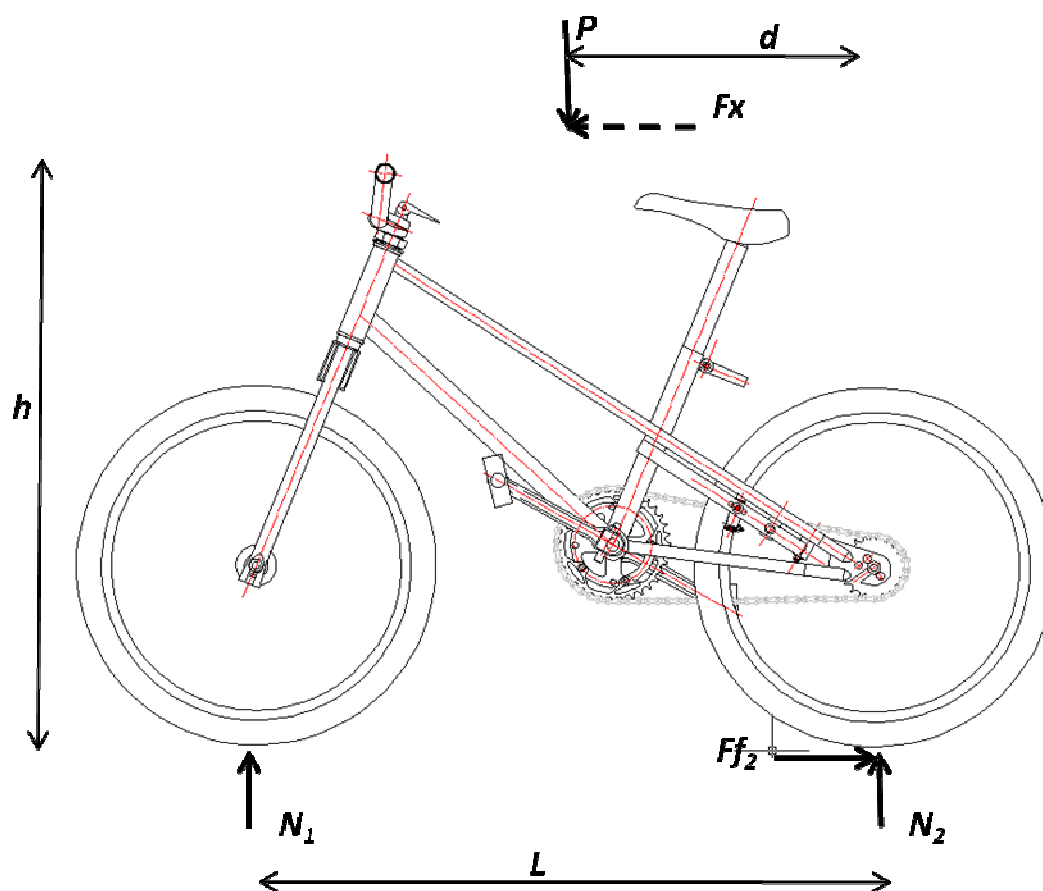
#### Procediment a seguir

Mitjançant el sumatori de forces horitzontals i verticals i el sumatori de moments al centre de gravetat podrem obtenir els valors de les dues normals la  $F_x$  i la força de fricció. Aparentment pot semblar que tenim 4 incògnites i només tres equacions però degut a que suposem que la roda posterior lliscarà de forma imminent al frenar podem relacionar directament la força de fregament amb la normal.

Una vegada haguem obtingut el valor de la força de fricció que rep la roda posterior podrem imposar que el mòdul del moment que genera aquesta força és el mateix que el que haurà de generar la força de fricció del fre per tal de frenar.

A partir del valor de la força de fricció del fre es podrà obtenir el valor de la força normal i per proporcions el valor que caldrà aplicar a l'extrem de la palanca d'accionament del fre.

Diagrama de cos lliure



Càlculs

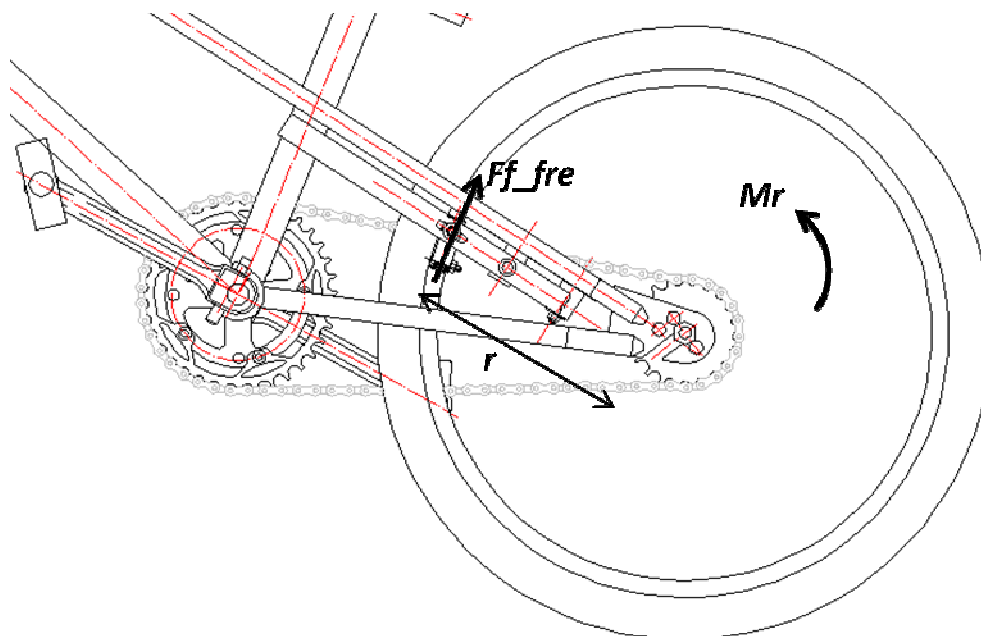
$\sum F_{\text{horizontals}}$	$F_x = F_{f_2}$	Eq (3.1)
$\sum F_{\text{verticals}}$	$P = N_1 + N_2$	Eq (3.2)
$\sum M_{\text{cdg}}$	$F_{f_2} \cdot h + N_2 \cdot d = N_1 \cdot (L - d)$	Eq (3.3)
Relació	$F_{f_2} = \mu \cdot N$	Eq (3.4)

Resultats

$N_2 = 212,93 \text{ N}$   
 $F_{f_2} = 170,34 \text{ N}$   
 $N_1 = 388,85 \text{ N}$   
 $F_x = 170,34 \text{ N}$

A continuació es buscarà el valor de la força de fricció del fre. Primer cal trobar el moment resistent que provoca el terra.

Diagrama de cos lliure



Càlculs

$$Mr = Ff_2 \cdot r_e \quad \text{Eq (3.5)}$$

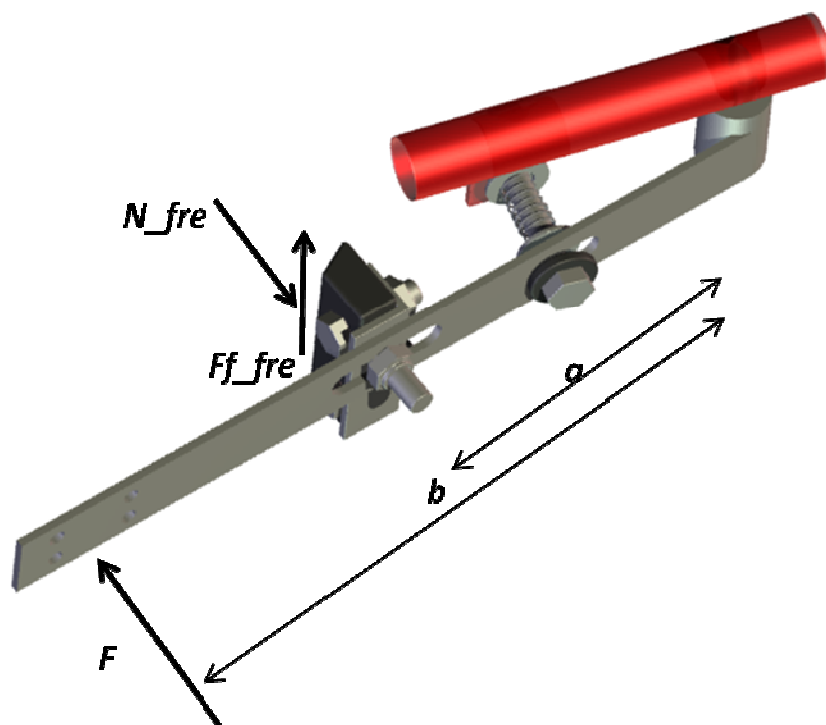
$$Ff_{fre} = Mr/r \quad \text{Eq (3.6)}$$

Resultats

$$Mr = 42,59 \text{ Nm}$$

$$Ff_{fre} = 212,93 \text{ N}$$

## Diagrama de cos lliure



## Càlculs

$$Ff_{re} = \mu_s \cdot N \quad Eq (3.7)$$

$$F \cdot b = N \cdot a \quad Eq (3.8)$$

## Resultats

$$N = 212,93 \quad N$$

$$F = 106,46 \quad N$$

Una força de 106,45N serà suficient per tal de frenar la bicicleta en les condicions anteriorment especificades. Es considera una força que un nen en condicions normals podrà efectuar amb facilitat.

## C.4 Càlcul de la forquilla

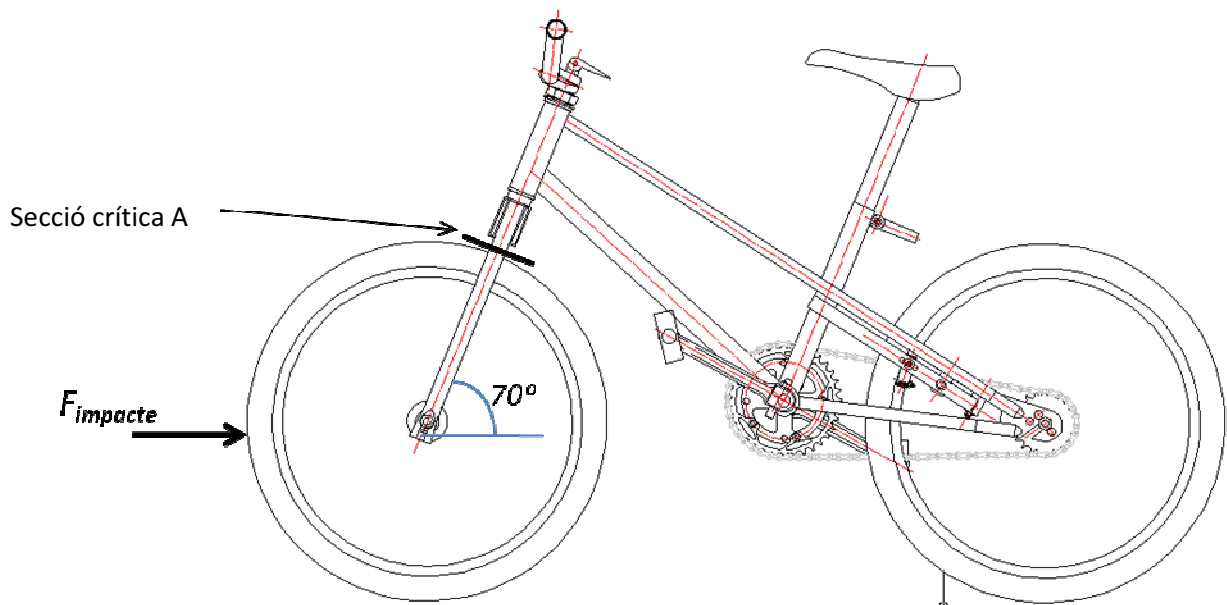
### Condicions de càlcul

- Es considera que la resistència de l'acer utilitzat 1.1191 és de  $S_y = 340\text{MPa}$
- Es considerarà el pes de l'usuari menyspreable al comparar-lo amb la força d'impacte.
- L'angle d'inclinació de la forquilla respecte el terra és de  $70^\circ$
- El diàmetre exterior  $d_e = 20\text{mm}$  i l'interior  $d_i = 18\text{mm}$
- Les distàncies entre l'eix de la roda i la secció a estudiar són  $h = 252\text{mm}$  i  $d = 45\text{mm}$
- Es considera el coeficient de seguretat  $n = 1$  per tal d'establir la situació límit

### Procediment a seguir

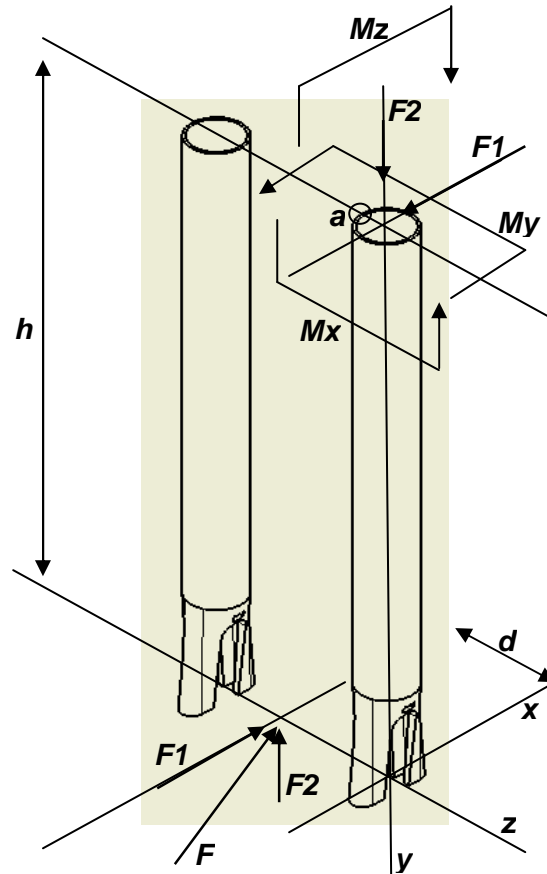
En primer lloc es traslladarà la força d'impacte a la secció crítica amb els corresponents moments que això generarà. A continuació es calcularà el punt més crític de la secció. Tots els càlculs es faran en funció de la força d'impacte de manera que al final podrem saber quina serà la força màxima que podrà resistir la forquilla feta amb aquest acer concret.

### Diagrama de cos lliure





Secció (forces i moments)



$$F_1 = F \cdot \sin 70^\circ / 2$$

$$F_2 = F \cdot \cos 70^\circ / 2$$

$$M_x = F_1 \cdot h$$

$$M_y = F_1 \cdot d$$

$$M_z = F_2 \cdot d$$

Punt A

$$\sigma(N) = \frac{F_2}{A} \quad \text{Eq (4.1)}$$

$$\sigma(M_x) = \frac{M_x \cdot 32}{\pi \cdot d_e^3} \quad \text{Eq (4.2)}$$

$$\tau(T) = \frac{M_x \cdot r}{I_p} \quad \text{Eq (4.3)}$$

$$I_p = \frac{\pi \cdot (d_e^4 - d_i^4)}{32} \quad \text{Eq (4.4)}$$

$$\sigma = \sigma(N) + \sigma(M_x) \quad \text{Eq (4.5)}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad \text{Eq (4.6)}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad \text{Eq (4.7)}$$

Finalment a partir de deixar totes les expressions anteriors en funció de la força trobem l'equació següent:

$$F = 2 \cdot \sqrt{\frac{\frac{S_y}{n}}{\left(\left(\frac{\cos 70^\circ}{A} + \frac{\sin 70^\circ \cdot h \cdot 32}{\pi \cdot d_e^3}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\sin 70^\circ \cdot d_e \cdot r}{I_p}\right)^2\right)}}$$

$$F_{adm} = 1012N$$

(Eq 4.8)

## C.5 Punts febles del quadre en condicions normals

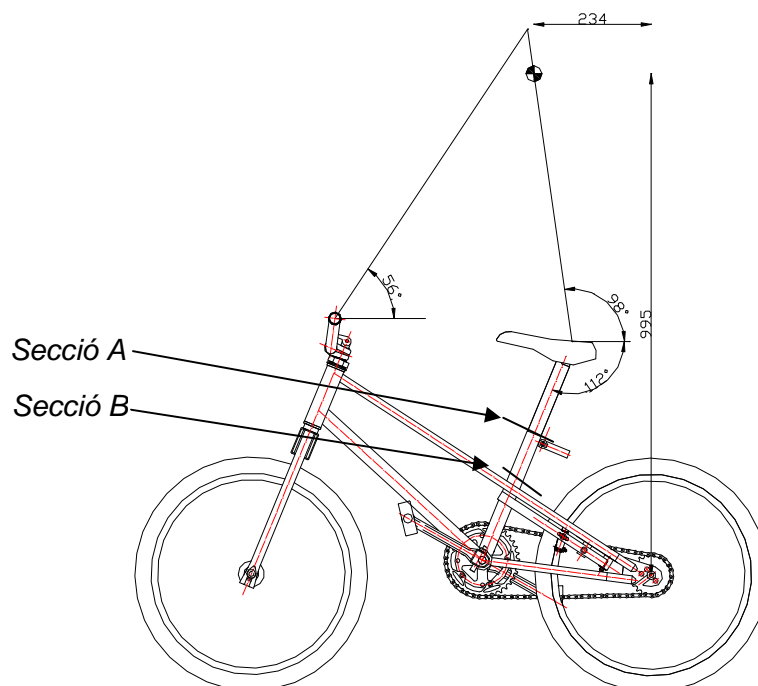
### Condicions de càlcul

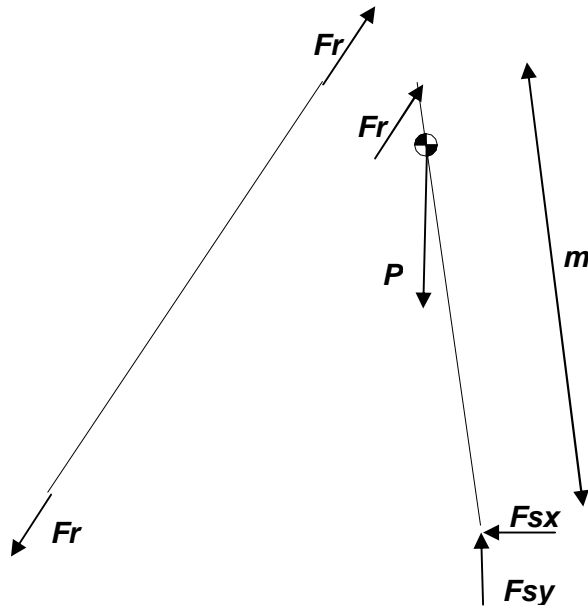
- Es considerarà el centre de gravetat situat a una distància  $d=234\text{mm}$  cap a l'esquerra respecte l'eix de la roda posterior i a una distància  $h=995\text{mm}$  cap amunt respecte el terra
- La barra de la dreta equivalent al tronc de l'usuari mesura  $m=625\text{mm}$
- Pes de l'usuari  $m=50\text{kg}$
- Valor de gravetat  $g=10\text{m/s}^2$
- La secció A té un diàmetre exterior  $d_e=28\text{mm}$  i l'interior  $d_i=26\text{mm}$  i la secció B té un diàmetre exterior  $d_e=30\text{mm}$  i l'interior  $d_i=28\text{mm}$ .
- La distància del punt d'aplicació de les forces del selló a la secció A és de  $d_A=198\text{mm}$  i de  $d_B=308\text{mm}$  a la secció B.

### Procediment

En primer lloc a partir del pes i dels angles es trobaran les forces de reacció de l'usuari damunt del selló mitjançant el sumatori de forces en l'eix de les  $x$  i de les  $y$  i el sumatori de moments respecte el selló. A continuació es traslladaran les forces a les seccions corresponents tenint en compte els moments generats i comprovaran les seccions A i B.

### Diagrama de cos lliure





$$Fr \cdot \cos 56 = Fsx \quad \text{Eq (5.1)}$$

$$P = Fsy + Fr \sin 56 \quad \text{Eq (5.2)}$$

$$P \cdot m \cdot \cos 82 = Fr \sin 42 \cdot m \quad \text{Eq (5.3)}$$

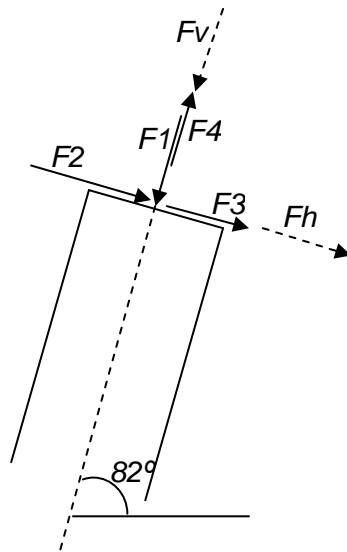
D'aquestes equacions s'obté:

$$Fr = 124,8\text{N}$$

$$Fsx = 69,8\text{N}$$

$$Fsy = 496,5\text{N}$$

A continuació es descompondrà Fsx en F1 i F2 i Fsy en F3 i F4 per tal de que vagin en sentits o paral·lels o perpendiculars a les seccions a estudiar. Després se sumaran les components verticals i horitzontals i donaran dues forces resultants Fh i Fv.



$$F1 = Fsy \sin 82 \quad \text{Eq (5.4)}$$

$$F2 = Fsy \cos 82 \quad \text{Eq (5.5)}$$

$$F3 = Fsx \sin 82 \quad \text{Eq (5.6)}$$

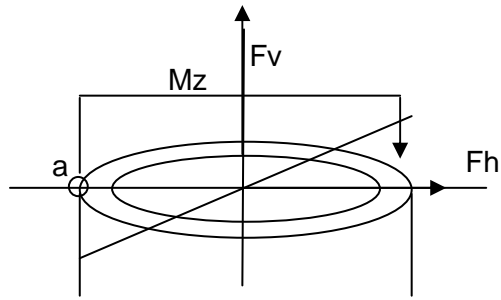
$$F4 = Fsx \cos 82 \quad \text{Eq (5.7)}$$

$$Fh = F2 + F3 \quad \text{Eq (5.8)}$$

$$Fv = F1 + F4 \quad \text{Eq (5.9)}$$

D'aquí s'ha obtingut Fh=138,1N i Fv=482N. Amb aquests valors podem calcular la secció A i la secció B.

## Secció



En aquest cas les forces seran les mateixes tant per la secció A com per la B, variarà el valor del moment en funció de la distància d.

$$Mz = Fh \cdot d \quad \text{Eq (5.10)}$$

$$\sigma(N) = \frac{Fv}{A} \quad \text{Eq (5.11)}$$

$$\sigma(Mz) = \frac{Mz \cdot 32}{\pi \cdot d^3} \quad \text{Eq (5.12)}$$

$$\sigma = \sigma(N) + \sigma(Mz) \quad \text{Eq (5.13)}$$

Secció A, punt a

$$\sigma(N)=5,7N$$

$$\sigma(Mz)=12,7N$$

$$\sigma_{eq}=18,4N$$

Secció B, punt a

$$\sigma(N)=5,3N$$

$$\sigma(Mz)=16N$$

$$\sigma_{eq}=21,N$$

Les tensions obtingudes en les dues seccions són molt petites, la bicicleta resistirà sense cap tipus de problema.

## C.6 Resistència de l'eix del pedaler

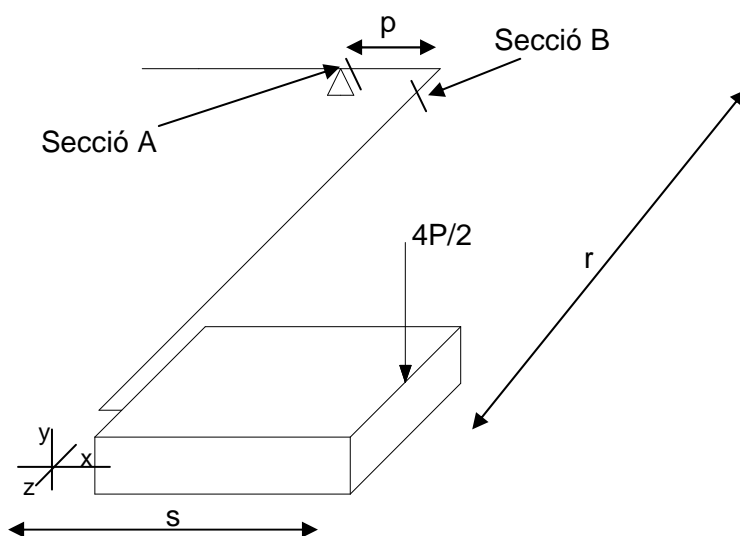
### Condicions de càlcul

- Es considera que la resistència de l'acer utilitzat per a l'eix és de  $S_y=680\text{MPa}$  i de  $S_y=340\text{MPa}$  per a la biela.
- Es considerarà que l'usuari realitza una força equivalent a 3 vegades el seu pes, és a dir, 150kg. Aquesta força s'aplicarà a l'extrem de més cap enfora del pedal ja que és el cas més desfavorable i es repartirà a parts iguals en cada pedal, 75kg a cadascun.
- S'utilitzarà com a valor de gravetat  $g=10\text{m/s}^2$
- Es considerarà que fa la mateixa força a cada pedal i que aquests estan situats paral·lelament a la superfície terrestre.
- La distància de l'eix del pedal a l'eix del pedaler és de  $r=170\text{mm}$ , la distància del punt d'aplicació de la força a la biela és de  $s=108\text{mm}$  i el rodament està situat a  $p=35\text{mm}$  de la biela. La distància de la secció B a l'eix del pedaler és de  $m=100\text{mm}$ .
- El diàmetre de l'eix és de 16mm.

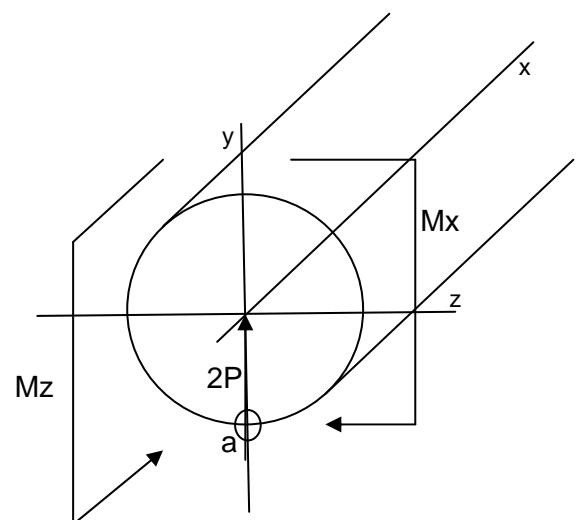
### Procediment a seguir

En primer lloc es traslladarà la força i els moments que això generi a la secció més desfavorable de l'eix. Aquesta secció serà la immediatament anterior al recolzament del rodament ja que és on es produirà el moment flector màxim. A continuació s'estudiaran les tensions i es calcularà el punt més crític. Per a la biela es seguirà exactament el mateix procediment.

### Diagrama de cos lliure



### Secció A (forces i moments)



$$M_x = 2P \cdot r/3$$

$$M_z = 2P \cdot (s+p)/3$$

Punt a

$$\sigma(M_z) = \frac{M_z \cdot 32}{\pi \cdot d^3} \quad \text{Eq (6.1)}$$

$$\tau(T) = \frac{M_x \cdot d/2}{I_p} \quad \text{Eq (6.2)}$$

$$I_p = \frac{\pi \cdot (d^4)}{32} \quad \text{Eq (6.3)}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad \text{Eq (6.4)}$$

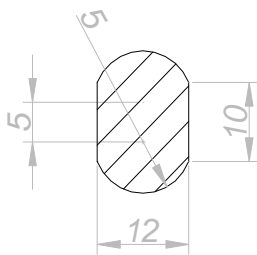
$$n = \frac{S_y}{\sigma_{\text{eq}}} \quad \text{Eq (6.5)}$$

Aplicant aquestes equacions obtenim:

$\sigma_{\text{eq}} = 488,4 \text{ MPa}$  i per tant,

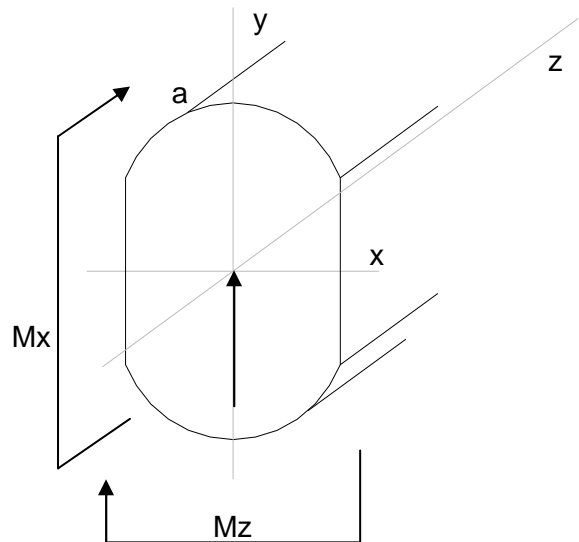
$n = 1,39$

Secció B



$$M_x = 2P \cdot m/3$$

$$M_z = 2P \cdot s/3$$



Punt a

$$\tau_{\text{max}} = \gamma \frac{T}{W_T} \quad \text{Eq (6.6)}$$

$$W_T = \mu \cdot b \cdot e^2 \quad \text{Eq (6.7)}$$

( $\mu=0,223$ ;  $\gamma=0,929$ )

$$\sigma(M_x) = \frac{M \cdot y}{I_x} \quad \text{Eq (6.8)}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad \text{Eq (6.3)}$$

Aplicant aquestes equacions obtenim:

$\sigma_{\text{eq}} = 314,57 \text{ MPa}$  i per tant,

$n = 1,1$

## **ANNEX D**

### **RECULL DE PATENTS**

A continuació s'adjunten fotocòpies d'alguns invents relacionats amb sistemes de frenada de bicicletes o altres elements similars que en algun moment han estat registrats o patentats.

