



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## Treball final de grau

**Estudi: Grau en enginyeria mecànica**

**Títol: Remolc per a una motocicleta escúter**

**Document: Memòria**

**Alumne: Albert Fusté**

**Director/Tutor: Fernando Julián**  
**Departament: OGEDP**  
**Àrea: EGE**

**Convocatòria: Juny 2014**

**ÍNDEX**

MEMÒRIA .....	3
1. INTRODUCCIÓ .....	4
1.1 Antecedents.....	4
1.2 Objecte del projecte .....	4
1.3 Especificacions i abast.....	4
2. DOCUMENTACIÓ .....	5
3. DESCRIPCCIÓ CONCEPTUAL .....	7
3.1 Ubicació.....	7
3.2 Aspecte general de la solució .....	7
4. ESTRUCTURA.....	7
4.1 Base del xassís.....	7
4.2 Braç d'unió.....	9
4.3 Basculant.....	12
5. RODES .....	13
6. CARENAT .....	13
6.1 Protecció d'acoblament.....	13
6.2 Unió del carenat i el xassís .....	14
6.3 Model comercial.....	15
6.4 Model per a repartidors .....	16
6.5 Model de primers auxilis .....	16
6.6 Model per a mascotes.....	17
7. SUSPENSIO .....	18
8. SUBCONTRACTACIÓ DEL SISTEMA ELÈCTRIC.....	19

9. RESUM DE CARACTERÍSTIQUES .....	19
10. RESUM DEL PRESSUPOST .....	19
11. CONCLUSIONS .....	20
12. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	20
ANNEX A: CÀLCULS .....	21
A.1 INTRODUCCIÓ .....	22
A.2 MODELITZACIÓ .....	22
A.3 CÀLCUL DE FORCES .....	25
A.4 ANÀLISI DE TENSIONS .....	26
ANNEX B: MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT .....	28
B.1 INSTAL·LACIÓ .....	29
B.2 MANTENIMENT .....	30
ANNEX C: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT .....	32
C.1 FIXACIÓ .....	33
C.2 PROTECCIÓ D'ACOBLAMENT .....	33
C.3 FRE INERCIAL .....	33
C.4 SISTEMA D'ENLLUMENAT .....	33
C.5 BASCULANT .....	34
ANNEX D: DISSENY DEL SISTEMA ELÈCTRIC .....	35
D.1 ANTECEDENTS .....	36
D.2 OBJECTE .....	36
D.3 ESPECIFICACIONS I ABAST .....	37
D.4 ESPECIFICACIONS ADMINISTRATIVES .....	37

# MEMÒRIA

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1 Antecedents

Degut a l'augment del preu del combustible i l'aparició de motocicletes elèctriques, cada vegada s'utilitzen més els escúters per a desplaçar-se. Un dels problemes dels escúters, respecte als automòbils, però, és la manca de capacitat d'emmagatzematge i transport.

### 1.2 Objecte del projecte

Aquest projecte té com a objecte resoldre el problema de capacitat d'emmagatzematge i transport dels escúters tant en l'ús professional (el cas d'un electricista, un missatger, etc.), d'oci (per exemple el transport d'animals de companyia o material esportiu) o del dia a dia (per a transportar les bosses de la compra o el material didàctic d'un estudiant).

Per tal de resoldre aquest problema, es dissenya un remolc per a escúters.

### 1.3 Especificacions i abast

- Especificacions:

Tema	R/D	Descripció
Moviment	R	Capacitat de desplaçar-se a una velocitat de 50 km/h
	R	Capacitat d'utilitzar-se en asfalt o camí de terra
Forces	R	Capacitat per transportar un pes màxim de 50 kg
Seguretat	R	Sistema de frenada incorporat
	R	Sistema d'intermitents i llum de frenada
	D	No augmentar els riscos respecte a conduir un escúter.
Dimensions	D	No superar els 80 cm d'amplada
Ergonomia	D	Possibilitat d'acoblar i retirar de l'escúter sense necessitat d'un procés complicat ni eines
	D	Posició del pany d'obertura a una alçada compresa entre el genoll i la cintura
	R	Possibilitat de transportar animals de companyia
	R	Facilitat per a ser desplaçat per una sola persona un cop retirat de l'escúter

Altres	D	Temps d'instal·lació del cablejat inferior a dues hores a taller
	D	Manteniment mínim anual

- Abast del projecte

L'abast del projecte a realitzar és desenvolupar el disseny complet i els càlculs del xassís, sistemes de subjecció i connexions elèctriques. Es treballarà també en el disseny conceptual general per tal d'oferir diferents alternatives d'utilització.

## 2. DOCUMENTACIÓ

Abans d'optar per solucionar el problema de capacitat amb un remolc, s'ha realitzat un petit estudi de mercat. S'ha pogut observar que principalment hi ha tres alternatives: el sidecar, el maleter i el remolc.



Figura 1: Sidecar



Figura 2: Maleter



Figura 3: Remolc

A continuació s'analitza breument cada alternativa:

Taula 1: Estudi de mercat

Sistema	Influència a la conducció	Capacitat	Popularitat	Comercialitzat	Facilitat de muntatge
Sidecar	Dolent	Bo	Molta	Bastant	Dolent
Maleter	Bo	Dolent	Poca	Molt	Regular
Remolc	Regular	Bo	Poca	Poc	Regular

De la comparació mostrada a la taula 1 se'n extreu que la solució que té més interès és el remolc.

Un cop escollit el camp dels remolcs s'estudia els diferents tipus de remolcs per a moto existents. De seguida s'observa que és un camp molt poc explotat i que la majoria dels existents són de fabricació artesanal.

Així doncs, el projecte no es centra en competir amb un tipus concret de remolc existent, sinó que es desenvolupa un remolc que sigui efectiu i tingui una bona estètica.

Alguns dels remolcs que poden inspirar el disseny, sobretot dels sistemes mecànics, són els següents:



Figura 4: Remolc 1



Figura 5: Remolc 2



Figura 6: Remolc 3



Figura 7: Remolc 4

A continuació s'analitzen les característiques de cadascun d'ells:

Taula 2: Comparativa de remolcs

	Estètica	Capacitat	Subjecció	Nombre de rodes	Manejabilitat
Remolc 1	Dolenta	Alta	Bola	Dues	Baixa
Remolc 2	Regular	Mitjana	Eix posterior	Una	Mitjana
Remolc 3	Regular	Baixa	Eix posterior	Una	Mitjana
Remolc 4	Bona	Baixa	Eix posterior	Dues	Alta

De la taula 2 se'n extreu que el remolc més interessant és el número quatre, ja que les seves dues rodes oscil·lants li proporcionen una gran estabilitat i una bona estètica. No obstant, aquest mateix sistema de rodes resta molt espai al compartiment de càrrega. Un

altre inconvenient d'aquest remolc és la subjecció a l'eix posterior de la moto, que fa necessari utilitzar eines per tal d'acoblar-lo i desacoblar-lo.

Així doncs, es seguirà la línia d'aquest tipus de remolc i es dissenyarà un sistema per tal d'intentar solucionar la manca d'espai i la complexitat de la subjecció.

### **3. DESCRIPCCIÓ CONCEPTUAL**

#### **3.1 Ubicació**

Els entorns en els que el remolc podrà utilitzar-se seran aquells en els quals es pugui conduir una motocicleta escúter, és a dir, carreteres d'asfalt o paviment i camins de terra poc irregulars.

#### **3.2 Aspecte general de la solució**

El remolc s'acobla a l'escúter mitjançant la subjecció de maleters comercialitzada per l'empresa SHAD. Per desacoblar el remolc cal una clau de seguretat que es subministra amb el remolc.

Per tal que els llums de fre i intermitents funcionin correctament cal fer una petita modificació al cablejat de la motocicleta, obtenint així una connexió no-permanent. El sistema de frenada, però, és inercial i, per tant, independent del fre de l'escúter.

El remolc posseeix un basculant amb suspensió central.

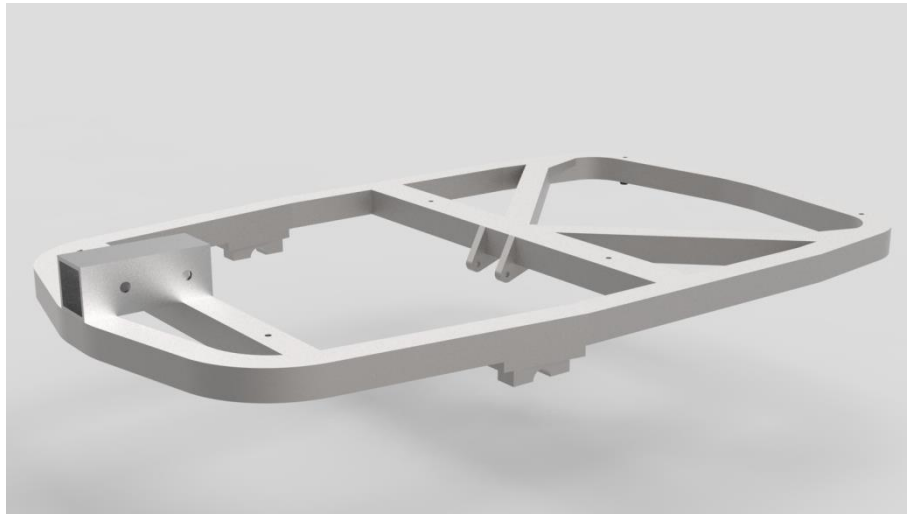
### **4. ESTRUCTURA**

L'estructura dissenyada consisteix en una conjunt de perfils d'acer, elements mecanitzats i peces de compra.

#### **4.1 Base del xassís**

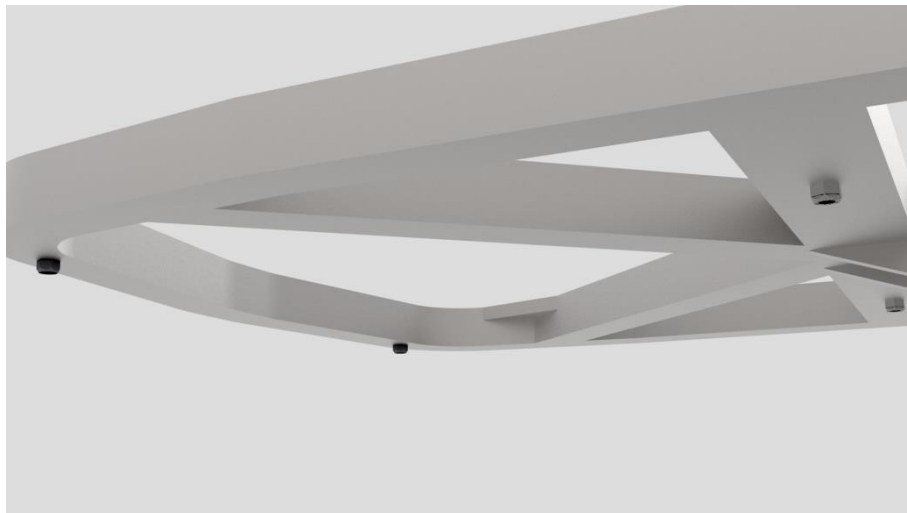
Com es pot observar a la figura 8, la base del xassís consta de diferents perfils rectangulars soldats en pla. Aquest tipus d'estructura permet suportar càrregues considerables amb un cost de producció baix. Aquest tipus de xassís no és el més atractiu a la vista però degut a que el carenat del remolc el cobrirà, aquesta és la millor opció.





**Figura 8: Xassís soldat**

El xassís posseeix dues petites cartelles de reforç que eviten les concentracions de tensions, i per tal de poder fixar el carenat al xassís, hi ha sis femelles soldades (figura 9).



**Figura 9: Nervi i femelles**

## 4.2 Braç d'unió

El braç d'unió es pot subdividir en tres conjunts; la fixació, el braç superior i el braç inferior, tots ells mostrats a la figura 10.



Figura 10: Braç d'unió

La fixació i el braç superior estan units mitjançant soldadura i el braç superior i l'inferior mitjançant un passador.

De la unió del braç superior i l'inferior s'obté el mecanisme de frenada inercial mostrat a la figura 11.



Figura 11: Sistema de fre inercial

En reduir la velocitat de l'escúter, el remolc tendeix a continuar amb la mateixa velocitat i per tant, empeny el braç inferior endavant. Quan el parell del braç inferior respecte el passador venç al parell resistent creat per les molles, s'activa el cable de fre fent que les rodes del remolc frenin i tot el conjunt torni a la posició de repòs.

Mitjançant aquest sistema s'evitarà que en una frenada brusca o en revolt, el remolc faci desestabilitzar el pilot.

- Fixació

La fixació es fabrica per fosa d'acer i està dissenyada per acoblar-se als adaptadors per a maleters comercialitzats per la marca SHAD (figura 12). Incorporant uns separadors entre l'adaptador de maleters i la sola del maleter, s'obtenen quatre punts de suport en els quals s'acobla la fixació. Per fixar o retirar el remolc de l'escúter no cal treure el maleter.

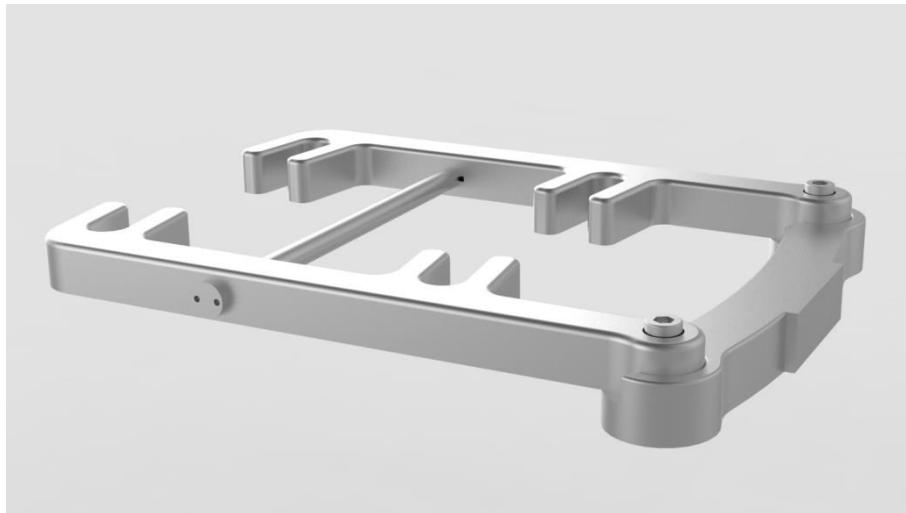


Figura 12: Fixació

La fixació s'obre i es tanca amb una clau de seguretat, impedit així que en deixar la moto estacionada, el remolc pugui ser sostret (figura 13).

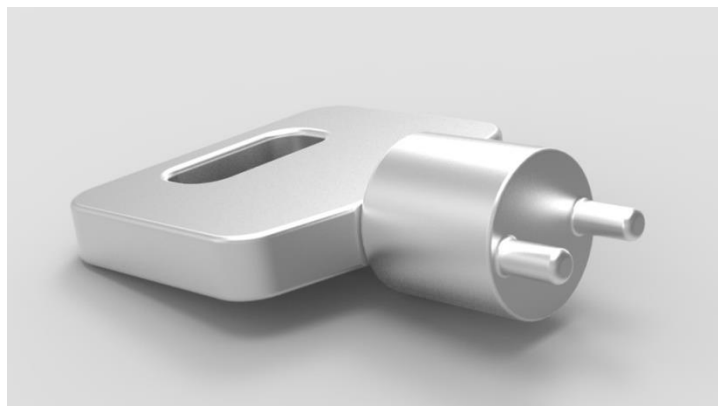


Figura 13: Clau de seguretat

Al mercat hi ha adaptadors de maleters per a tots els models d'escúter i tots ells acaben en una base quadrada amb quatre forats d'una mida establerta. Això permet dissenyar una sola fixació per a tots els model d'escúter.

- Braç superior

El braç superior es fabrica amb perfil rectangular d'acer i posseeix un braç interior telescòpic per tal de poder ajustar la alçada del remolc segons l'alçada de l'escúter. Per canviar l'alçada del remolc cal utilitzar unes alicates ja que és un procés que només es du a terme unes poques vegades durant la vida útil del remolc.

El braç superior consta dels braços de palanca per a la molla, un dels quals té el forat passant per al cable de fre.

La part superior del braç d'unió, tal i com es mostra a la figura 14, té una entalla per tal de facilitar el pas del cable elèctric que va de la moto als llums del remolc.

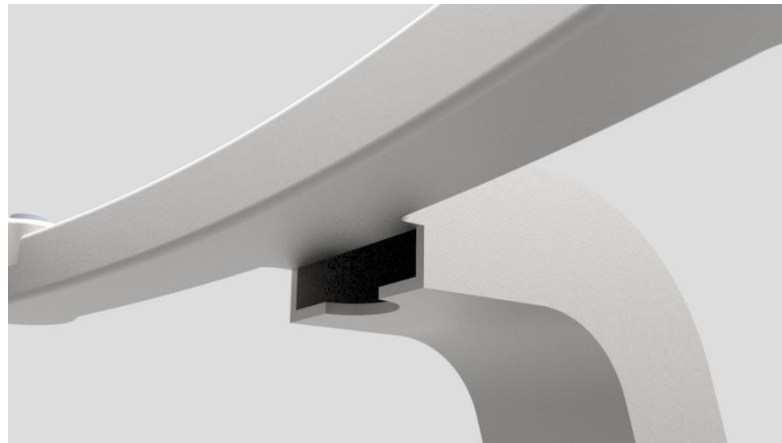


Figura 14: Entalla

- Braç inferior

El braç inferior és conformat amb perfil rectangular d'acer i s'uneix a la base del xassís mitjançant una bola de remolc estàndard (figura 15). El cable elèctric passa pel seu interior i el de fre per l'exterior.

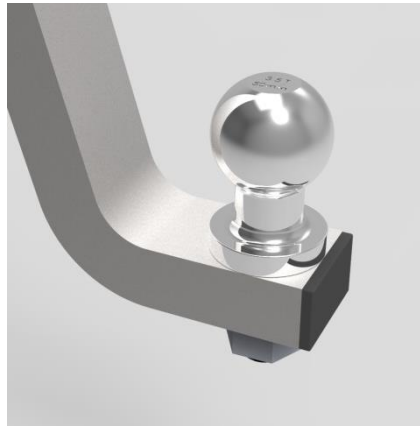


Figura 15: Bola d'acoblament

### 4.3 Basculant

El basculant consta, com es pot observar a la figura 16, de dos braços conformats en perfil rectangular, una barra de torsió fabricada amb tub rodó i dos eixos per a les rodes conformats en perfil rodó.



Figura 16: Basculant

Mitjançant la barra de torsió evitarem que el remolc s'inclini degut al pes de la càrrega en prendre un revol a una certa velocitat. De la mateixa manera, ens permetrà utilitzar un sol sistema de suspensió per a ambdues rodes.

## 5. RODES

Les rodes utilitzades són de 12 polzades de niló que posseeixen ancoratges per a instal·lar els discs de fre (figura 17). Les llantes munten rodaments per a eix de 17mm. El sistema de fre és mecànic i el cable es bifurca per tal de poder frenar les dues rodes a partir d'un sol cable al sistema inercial.



Figura 17: Roda

## 6. CARENAT

El carenat es conforma principalment per rotomoldeig de polietilè amb un gruix de 5mm.

Consta de la base, la tapa, la faldilla i la protecció. El carenat és l'únic que varia en els diferents models de remolc dissenyats. En cada model el carenat té un color diferent, però a més, en alguns dels models es fan canvis que van més enllà de la pintura a la tapa.

### 6.1 Protecció d'acoblament

La principal funció de la protecció d'acoblament és evitar confondre el sistema d'acoblament per un sistema que es pot manipular per enganxar i desenganxar el remolc de la moto, ja que no és així. El sistema d'acoblament es desacobla en comptades ocasions ja que a través seu passen els cables elèctrics i de fre (figura 18).



Figura 18: Protecció d'acoblament

## 6.2 Unió del carenat i el xassís

El carenat i el xassís, tal i com es mostra a la figura 19, s'uneixen mitjançant sis cargols de cap arrodonit amb hexagonal interior.

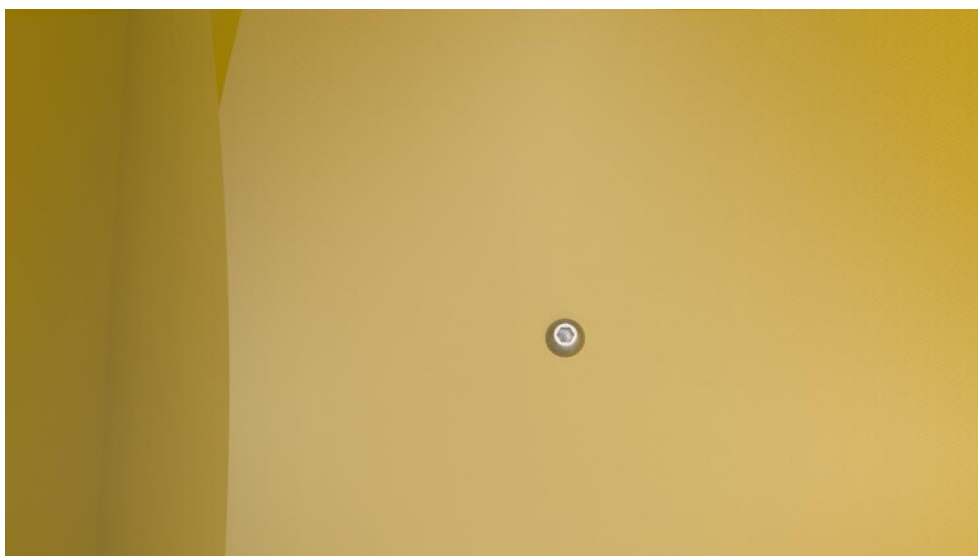


Figura 19: Cargol d'unió del carenat

Per unir o separar el carenat i el xassís mai cal introduir una clau fixe per sota del xassís, ja que les femelles es troben soldades a aquest. Aquest detall facilitarà notablement el muntatge del remolc.

### 6.3 Model comercial

La versió comercial del remolc ha estat dissenyada amb l'aspecte següent:



Figura 20: Model comercial



Figura 21: Detall del model comercial

Tal i com mostren a les figures 18 i 19, s'ha escollit un color sòlid per al carenat on tant sols hi destaca lleugerament la marca. Aquest model està destinat a aquella gent que necessita augmentar la capacitat de transport del seu escúter per a oci o altres usos personals. Una de les possibles utilitats del model comercial és transportar les raquetes de tennis des de casa fins a les pistes.



#### 6.4 Model per a repartidors

A continuació es mostra el model per a repartidors.



Figura 22: Model per a repartidors

El model per a repartidors s'entrega personalitzat per a cada empresa en concret (figura 20).

Incloent un remolc "vettore" al llistat de vehicles de l'empresa de repartició es soluciona el problema que tenen els cotxes per a circular per carrers estrets i alhora el de les motos amb maletes, que és la manca d'espai per a transportar elements de mida més gran que sobres.

#### 6.5 Model de primers auxilis

El model de primers auxilis s'ha dissenyat amb l'aspecte següent:



Figura 23: Model de primers auxilis

Aquest model, de la mateixa manera que el de repartidors, es personalitza amb els colors de l'empresa (figura 21).

El remolc per a primers auxilis és un dels més útils, ja que en moltes ocasions d'emergència no és necessari desplaçar-se una gran distància fins al lloc de l'incident, però cal fer-ho amb rapidesa i agilitat. El remolc ens permetrà fer-ho encara que el trànsit sigui dens o els carrers estrets.

D'aquesta manera es poden guanyar uns minuts que poden ser molt importants.

### 6.6 Model per a mascotes

El model per a mascotes es comercialitza amb el nom de "vettore pets" i esta disponible en diferents colors (figura 22).



Figura 24: Model per a mascotes



**Figura 25: Model per a mascotes obert**

La principal diferència d'aquest model respecte als altres és que incorpora una tapa composta, la qual té una part de polietilè, com la resta del carenat, per tal de donar-li rigidesa, i una part de reixa metàl·lica. La incorporació de la reixa permet que l'aire circuli lliurement de dins a fora del remolc i fa possible transportar animals al seu interior.

El model "vettore pets" està destinat a tots aquells amos d'animals de companyia que no es desplacen amb les seves mascotes als espais naturals per falta de medis de transport.

El remolc, però, també pretén donar una solució a aquells amos d'animals que per tal de desplaçar-se amb les seves mascotes tot i no tenir cotxe, condueixen una moto o una bicicleta amb el seu animal lligat. Aquesta pràctica és altament perillosa tant per als animals com per als amos i la resta d'usuaris de la via pública.

## **7. SUSPENSÍO**

El sistema de suspensió central compost per l'esmorteïdor i la biela de suspensió, forma una geometria que permet que un cop el remolc està carregat, el basculant quedi paral·lel al terra i l'esmorteïdor treballi paral·lel a la força a esmorteir. D'aquesta manera, quan el remolc troba un sotrac, el sistema de suspensió treballa en la seva posició òptima (figura 26).

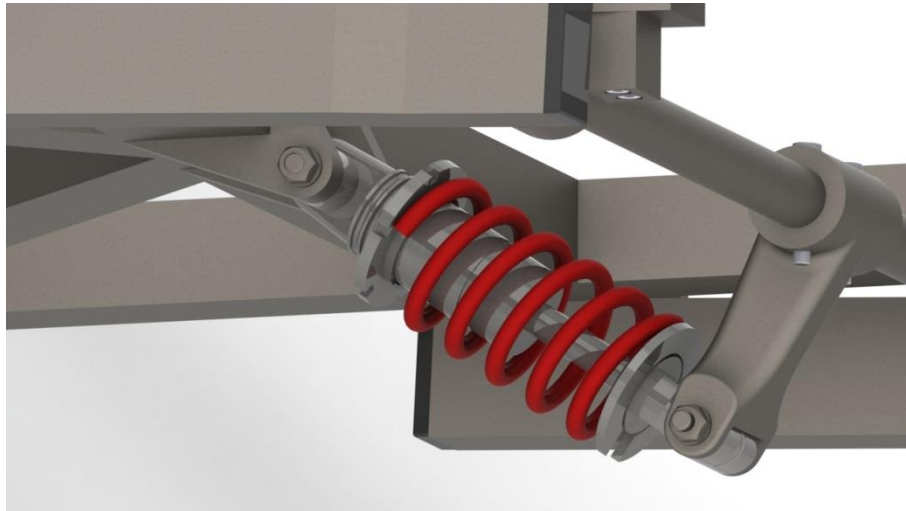


Figura 26: Sistema de suspensió

## 8. SUBCONTRACTACIÓ DEL SISTEMA ELÈCTRIC

Es subcontracta un tècnic extern per tal de dissenyar un sistema elèctric que proveeixi al remolc de llums d'indicació de direcció, frenada, posició i matrícula.

Cal que el sistema es pugui endollar i desendollar de l'escúter.

## 9. RESUM DE CARACTERÍSTIQUES

Tara	20 Kg
Càrrega màxima	50 Kg
Dimensions generals	1020x760x690mm
Velocitat màxima	50 km/h

## 10. RESUM DEL PRESSUPOST

El cost estimat del projecte és de tres-cents trenta-sis euros amb trenta cèntims (336.3€).

## 11. CONCLUSIONS

Un cop finalitzada la projecció del remolc es pot afirmar que s'han assolit tots els objectius. Per tal d'aconseguir-ho s'ha dissenyat un remolc que compleix totes les especificacions sol·licitades pel client i reuneix tots els requisits per tal de garantir la seguretat de l'usuari mentre és utilitzat.

Per tal de fer més atractiu el producte a les diferents classes de client, una bona opció és adaptar també els interiors dels remolcs segons convingui. Així doncs, aquest és un aspecte a treballar.

## 12. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Els documents que formen part d'aquest projecte són els que es mostren a continuació.

- MEMÒRIA
  - Annex A: càlculs
  - Annex B: Manual d'usuari i manteniment
  - Annex C: Estudi de seguretat i salut
  - Annex D: Disseny del sistema elèctric
- PÀNOLS
- PLEC DE CONDICIONS
- ESTAT D'AMIDAMENTS
- PRESSUPOST

# **ANNEX A: CÀLCULS**

## A.1 INTRODUCCIÓ

L'element més important de dissenyar i dimensionar correctament és el xassís soldat. És fonamental evitar que pugui trencar i alhora abaratir costos.

Es considera que en el cas més desfavorable el pilot del escúter salta d'un graó de 30 centímetres amb el remolc carregat amb un pes superior a la seva carrega màxima, fent que el conjunt del remolc i la càrrega pesi 80kg. Aquest cas és un incident que no es repeteix periòdicament i, per tant, es calcula el coeficient de seguretat estàtic.

## A.2 MODELITZACIÓ

El sistema de suspensió sobre el qual es realitzaran els càlculs és el que es mostra a la figura 27.

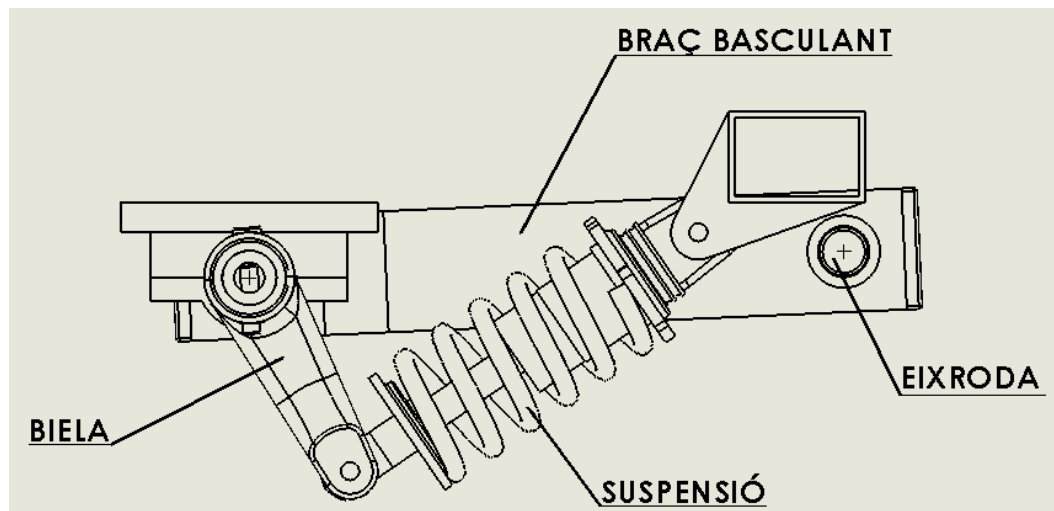


Figura 27: Sistema de suspensió

Aquest sistema de suspensió, per tal de fer entenedors els càlculs, es pot sintetitzar de la següent manera:

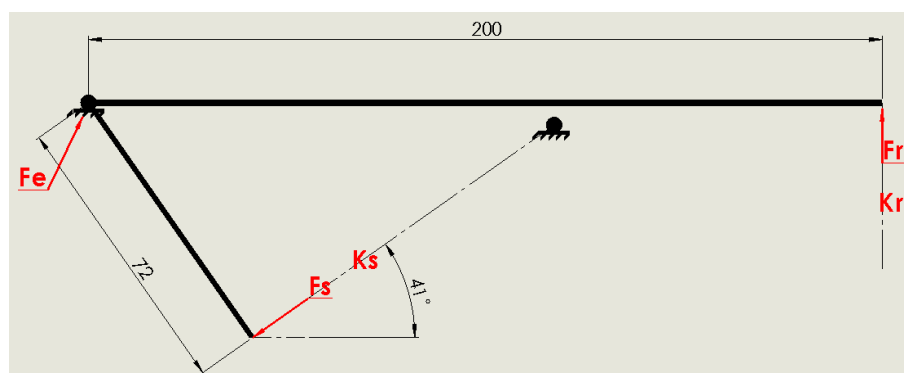


Figura 28: Primera simplificació

On les línies discontinues representen els dos elements elàstics; la roda i la suspensió. Al model s'indica també la força i constant elàstica de la suspensió i la roda, i la força de reacció de l'eix.

Per tal de calcular la força d'impacte cal fer el sumatori de moments respecte l'eix E i, per tant, es pot aproximar el model al següent esquema:

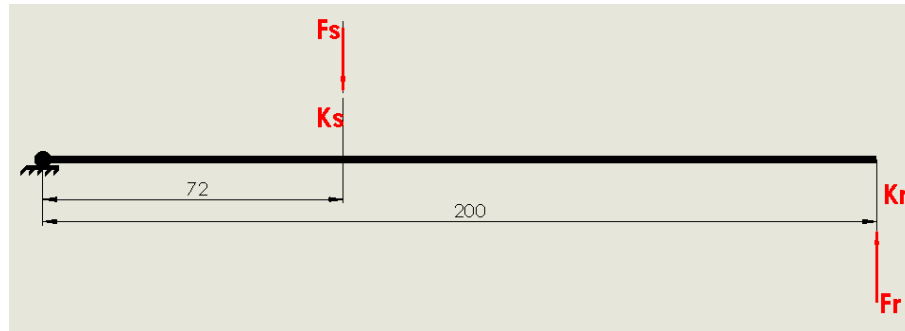


Figura 29: Segona simplificació

A les figures 29 i posteriors es pot observar que s'ha prescindit de la representació de les forces de l'eix ja que no intervenen en la modelització.

A continuació es desplaça la suspensió fins a l'extrem del basculant. Per mantenir la coherència, es recalcula la nova constant elàstica i s'anomena  $K_s'$  (figura 30).

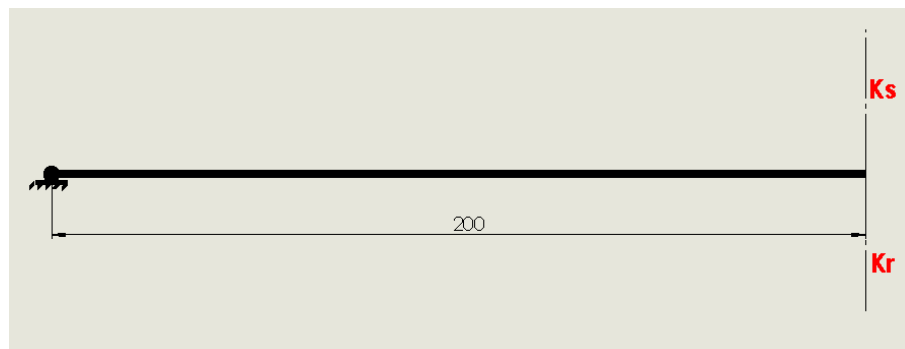


Figura 30: Tercera simplificació

Finalment, es calcula la constant elàstica equivalent a les dues molles en sèrie i s'anomena  $K_{eq}$  (figura 31).

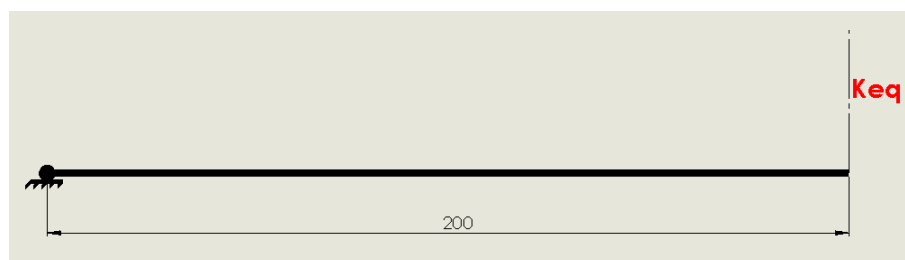


Figura 31: Quarta simplificació



A partir d'aquí es comença a calcular la força rebuda per la roda en saltar el graó.

Primer de tot es fan els càlculs per arribar a tenir un model equivalent al de la figura 31.

Per a realitzar el càlcul de forces s'utilitzaran les següents fórmules:

$$K_s' = \frac{F_s'}{Y_s'} \quad (1)$$

On:

$$F_s' = F_s \cdot \frac{L_1}{L_2} \quad (2)$$

$$Y_s' = Y_s \cdot \frac{L_2}{L_1} \quad (3)$$

On:

$F_s$  és la força que rep la suspensió.

$L_1$  és la distància de l'eix del basculant a la molla abans de ser desplaçada.

$L_2$  és la distància de l'eix del basculant a la molla després de ser desplaçada.

Sabent que:

$$K_s = \frac{F_s}{Y_s} \quad (4)$$

S'obté:

$$K_s' = \frac{L_1^2}{L_2^2} K_s \quad (5)$$

On:

$K_s$  és la constant elàstica de la molla.

A continuació es calcula la constant elàstica equivalent:

$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_s'} + \frac{1}{K_r} \quad (7)$$

On:

$K_r$  és la constant elàstica de dos pneumàtics de bicicleta en paral·lel.

### A.3 CÀLCUL DE FORCES

Aplicant la llei de conservació de l'energia exposada a continuació, s'obté la deformació de la molla equivalent.

$$m \cdot g \cdot h' = \frac{1}{2} \cdot K_{eq} \cdot Y_{m\grave{a}x}^2 \quad (8)$$

On:

$m$  és la massa del remolc carregat.

$g$  representa l'acceleració de la gravetat.

$Y_{m\grave{a}x}$  és la deformació màxima de la molla equivalent.

$$h' = h + Y_{m\grave{a}x} \quad (9)$$

On:

$h$  representa l'alçada del graó.

A partir de la deformació màxima de la molla equivalent es calcula la deformació de la roda i la de la suspensió per tal de confirmar que no és superior a la longitud deformable de cadascun dels elements.

$$Y_s' = \frac{Y_{m\grave{a}x}}{K_s + K_r} \cdot K_r \quad (10)$$

$$Y_r = \frac{Y_{m\grave{a}x}}{K_s + K_r} \cdot K_s \quad (11)$$

A partir de  $Y_s'$  i aplicant l'equació (3) s'obté el valor de  $Y_s$ .

Finalment es pot obtenir la força que rep la roda en saltar el graó. Per fer-ho, s'aplica la següent fórmula:

$$F_{m\grave{a}x} = Y_{m\grave{a}x} \cdot K_{eq} \quad (12)$$

Si es col·loca la força màxima calculada a l'eix de la roda en el diagrama de cos lliure de la figura 28 i es descomponen les forces en els eixos horitzontal i vertical les reaccions a l'eix del basculant i a la suspensió, es pot calcular cadascuna d'aquestes forces.

Aplicant sumatori de moments respecte l'eix del basculant s'arriba a la següent equació:

$$F_s = F_{m\grave{a}x} \cdot \frac{L_2}{L_1} \quad (13)$$

On  $F_s$  representa la força que rep la suspensió, que es descompon com:

$$F_{sx} = F_s \cdot \cos \alpha \quad (14)$$

$$F_{sy} = F_s \cdot \sin \alpha \quad (15)$$

On  $\alpha$  és l'angle que forma la suspensió amb la línia horitzontal.

Finalment, per sumatori de forces en ambdós eixos s'obtenen les forces restants.

$$F_{ex} = F_{sx} \quad (16)$$

$$F_{ey} = F_{sy} - F_{m\grave{a}x} \quad (17)$$

#### Dades:

- Dimensions (veure figura 28):  $L_1=72mm$ ,  $L_2=200mm$ ,  $h=300mm$ ,  $\alpha=41^\circ$
- Constants elàstiques:  $K_r=150N/mm$ ,  $K_s=350N/mm$
- Altres:  $m=80Kg$ ,  $g=9.81m/s^2$

#### Resultats:

- Deformacions:  $Y_r=32.6mm$ ,  $Y_s=38.5mm$
- Forces:  $F_{m\grave{a}x}=4900N$ ,  $F_{sx}=10250N$ ,  $F_{sy}=8900N$ ,  $F_{ex}=10250N$ ,  $F_{ey}=4000N$

Com que el pneumàtic té un perfil de  $40mm$  i l'esmoreïdor té una longitud lliure de  $45mm$ , les dues deformacions es troben dintre del rang acceptable.

### A.4 ANÀLISI DE TENSIONS

A continuació s'insereixen les forces obtingudes i el xassís dissenyat a l'ANSYS.

Després de definir les propietats dels materials i condicions de contorn, s'obtenen les següents solucions:

#### Deformacions:

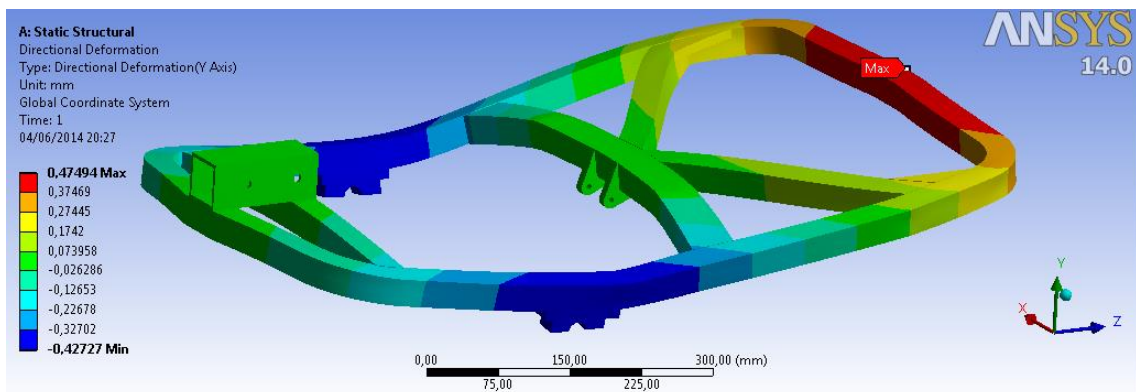


Figura 32: Visualització de les deformacions a l'eix vertical

Com es pot observar a la figura 32, la **deformació màxima** és de menys de **0.5mm** i, per tant, un bon resultat.

### Tensions:

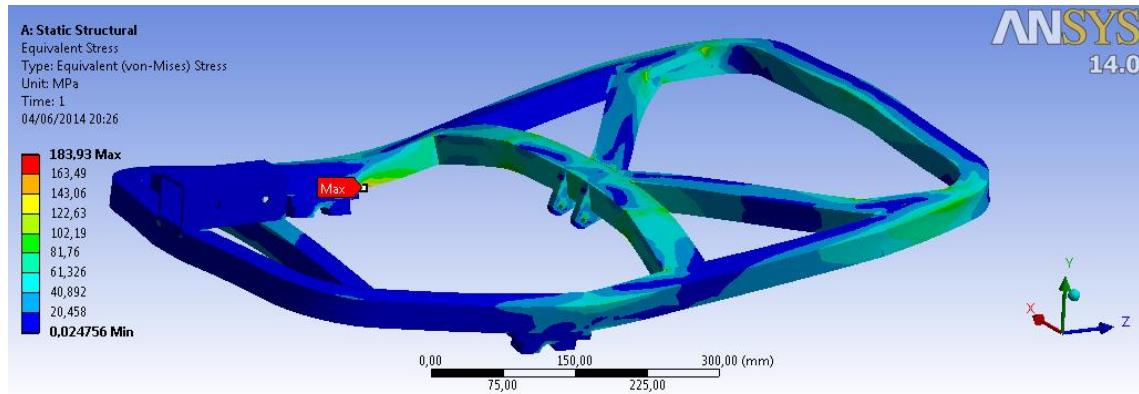


Figura 33: Visualització de les tensions equivalents

Com es pot observar a la figura 33, el valor màxim de la tensió és de **183.94 MPa**.

Com que es tracta d'un cas de ruptura estàtica, per tal de calcular el coeficient de seguretat, s'aplica la següent fórmula:

$$n_e = \frac{S_y}{\sigma_{m\grave{a}x}} \quad (18)$$

On:

$n_e$  representa el coeficient de seguretat estàtic.

$S_y$  és el límit elàstic de l'acer, que pren un valor de **335MPa**.

$\sigma_{m\grave{a}x}$  representa la tensió màxima.

D'aquesta equació s'obté que el **coeficient de seguretat estàtic** és de **1.82**. Al tractar-se d'un nombre considerablement superior a 1, el xassís supera la prova de ruptura estàtica.

Es descarta la opció de fer el càlcul a fatiga amb el cas de càrrega i descàrrega periòdica del remolc ja que la força màxima es de 800N i, per tant, sis vegades més petita que la estudiada en el cas estàtic. Per aquest motiu, es considera innecessari l'estudi de fatiga.

# **ANNEX B: MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT**

## B.1 INSTAL·LACIÓ

El remolc esta dissenyat de tal manera que el procés d'instal·lació sigui molt ràpid i senzill.

Per tal de poder proveir de llums el remolc, cal instal·lar un connector circular de cinc borns a l'escúter (figura 34). Aquest procés comporta aproximadament una hora de mà d'obra a taller. Totes les peces necessàries per a realitzar aquesta tasca es troben incorporades en el remolc.



Figura 34: Connector circular fixat al porta-matrícules

Un cop la instal·lació del connector ha estat realitzada, només cal endollar i desendollar el connector instal·lat amb el connector provinent del braç d'unió quan es vulgui acoblar i desacoblar el remolc de la moto.

Per tal de poder unir i separar amb facilitat el remolc de la moto, cal primer fer una petita instal·lació dels punts de suport de la fixació. Tal i com s'indica a la figura 35, cal incorporar uns separadors entre l'adaptador per a maleters i la sola del maleter. Per tal de poder unir les peces, cal utilitzar uns cargols de major longitud.

L'adaptador per a maleters es comercialitza per separat i els cargols i separadors es troben incorporats en el remolc.

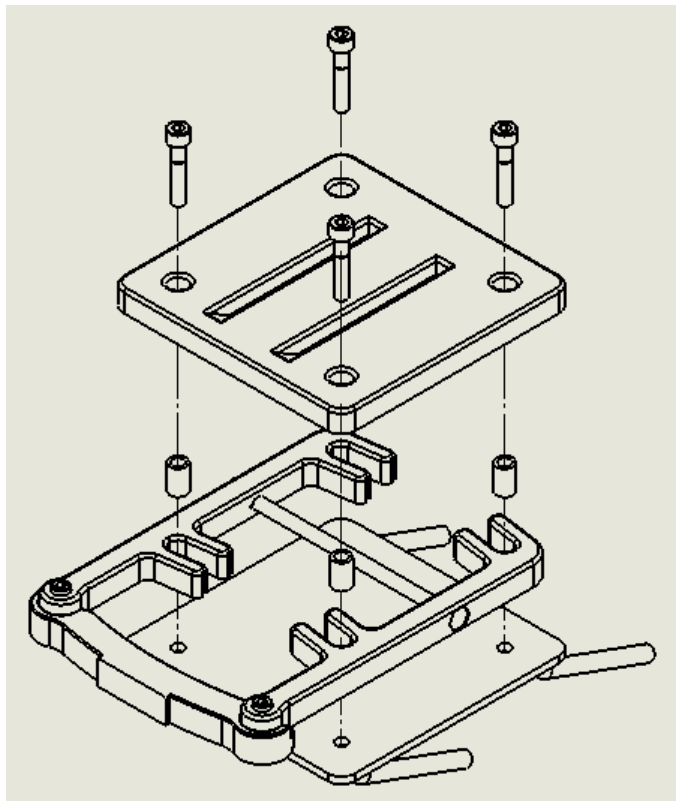


Figura 35: Plànol explosionat del sistema de fixació universal dissenyat

El procés d'acoblar el remolc a la moto un cop s'ha fet la instal·lació dels separadors, només consta de tres fases:

- Desenroscar l'assegurador amb l'ajuda de la clau. Caldrà pressionar per a poder fer-ho.
- Obrir els braços de la fixació i tancar-los atrapant els quatre separadors.
- Enroscar l'assegurador amb l'ajuda de la clau.

Per desacoblar el remolc, es realitzen les mateixes fases que per acoblar-lo però a la inversa.

## B.2 MANTENIMENT

Les necessitats de manteniment del remolc són gairebé nul·les. Cal mostrar atenció al desgast dels pneumàtics i canviar-los quan el desgast sigui notable. És recomanable revisar la pressió de les rodes trimestralment.

Cada quatre mil quilòmetres recorreguts amb remolc caldrà substituir les molles d'unió per tal d'evitar que perdin la seva força de tracció. Si abans del període establert s'observa que

les molles no retornen a l'estat de repòs i, per tant, pateixen un desgast superior a l'estimat, cal canviar immediatament les molles.

Cada sis mil quilòmetres recorreguts amb el remolc caldrà substituir els coixinets de fricció per evitar que es produeixi joc entre el basculant i el xassís. Per tal d'accedir als coixinets tant sols cal descargolar els cargols del tancament del suport de l'eix del basculant. Es recomana desacoblar la suspensió per al seva part inferior per tal de facilitar la tasca.

Cada sis mil quilòmetres és necessari canviar les pastilles de fre. Si durant la seva utilització es detecten sorolls en la frenada, es recomana revisar les pastilles i en cas que sigui necessari, substituir-les per unes de noves.



# **ANNEX C: ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT**

### **C.1 FIXACIÓ**

El sistema de fixació incorpora un assegurador que permet desacoblar el remolc de l'escúter amb una clau de seguretat. Per tal que aquest assegurador no es desenganxi per error o degut a les vibracions, s'ha dissenyat un sistema que incorpora una molla i obliga a prémer la clau i desenroscar per tal de poder desacoblar el remolc. Aquest sistema augmenta notablement la seguretat del conjunt eliminant la possibilitat de despreniment del remolc durant la utilització.

### **C.2 PROTECCIÓ D'ACOBLAMENT**

S'ha dissenyat una prolongació del carenat marcada com protecció d'acoblament que cobreix el sistema de bola d'acoblament.

Aquesta protecció, al ocultar el sistema d'acoblament, evita que per confusió o males intencions s'intenti desenganxar la base del xassís del braç d'unió, ja que és un sistema molt utilitzat en remolcs de cotxes i es sol poder desacoblar. En el cas d'aquest remolc, però, es tracta d'una unió permanent ja que a través d'ella hi passen el cable d'electricitat i el de fre.

En ocasions puntuals es podrà desmuntar la protecció d'acoblament mitjançant quatre visos que l'uneixen a la base del carenat per tal d'accedir al sistema d'acoblament.

### **C.3 FRE INERCIAL**

El remolc incorpora un sistema de frenada inercial que permet realitzar frenades brusques o en revolt sense que el remolc dificulti el control del pilot sobre l'escúter.

Quan la velocitat del remolc és major que la de l'escúter, la força inercial del remolc provoca que el braç superior i l'inferior es desalineïn i com a conseqüència s'activa el cable de fre. En el moment que la força de resistència de les molles és superior a la de la inèrcia del remolc, el sistema torna al seu estat de repòs i es desactiven els frens.

### **C.4 SISTEMA D'ENLLUMENAT**

El carenat del remolc consta d'un sistema d'enllumenat connectat amb la moto que permet senyalitzar la direcció, la posició i la frenada. D'aquesta manera s'augmenta la seguretat durant la circulació per vies transitades.

### **C.5 BASCULANT**

El basculant instal·lat en el remolc és de braços solidaris i suspensió central. Aquest tipus de basculant assegura el moviment simultani dels dos braços mitjançant l'eix de torsió que els uneix.

Amb un moviment simultani dels braços s'evita que en prendre els revolts, el pes de la càrrega del remolc l'inclini i pugui arribar a provocar-ne la bolcada.

# **ANNEX D: DISSENY DEL SISTEMA ELÈCTRIC**

## D.1 ANTECEDENTS

S'està projectant un remolc per tal de solucionar la manca de capacitat d'emmagatzematge dels escúters. Per tal de poder circular amb seguretat per la via, aquest remolc ha d'incorporar un seguit d'elements lluminosos que permetin que sigui visible per a la resta de conductors.

La forma general del remolc és la mostrada a la figura 36.



Figura 36: Aspecte general

## D.2 OBJECTE

Es sol·licita el disseny del sistema elèctric per tal d'assegurar que un cop sigui instal·lat, la seguretat del conductor augmenti i el sistema funcioni amb fiabilitat durant el període de garantia establert.

El sistema a dissenyar ha de incloure llums intermitents indicadors de direcció, llum de posició i llum de frenada.

Cal tenir en compte l'aspecte general del remolc a l'hora de l'elecció dels indicadors lluminosos.

**D.3 ESPECIFICACIONS I ABAST**

<b>Tema</b>	<b>R/D</b>	<b>Descripció</b>
Seguretat	R	Ha d'incorporar intermitents.
	R	Ha d'incorporar llum de frenada.
	R	Ha d'incorporar llum de posició.
	R	El cablejat ha de passar per l'interior del carenat.
	R	La connexió a l'escúter ha de ser desendollable i s'ha de realitzar amb un connector circular.
	R	La instal·lació del connector a l'escúter no pot superar les dues hores de taller.
	R	Tots els elements instal·lats han de complir les normes d'homologació pertinents.

**D.4 ESPECIFICACIONS ADMINISTRATIVES**

Qualsevol modificació sobre les especificacions establertes es notificarà via e-mail.

Els honoraris per al disseny de la instal·lació elèctrica són de vuit-cents euros (800€).