

## ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	3
1.1 Antecedents.....	3
1.1.1 Peticionari.....	3
1.2 Necessitat del projecte .....	3
1.3 Objecte del projecte.....	3
1.4 Especificacions i abast .....	4
1.4.1 Especificacions de la petició .....	4
1.4.2 Abast del projecte .....	6
2. DESCRIPCIÓ CONCEPTUAL .....	7
2.1 Concepte .....	7
2.2 Aspectes generals de la solució.....	8
2.3 Principi de funcionament. ....	8
3. XASSÍS .....	10
3.1 Esquema de l'estructura principal .....	10
3.1.1 Soldadures.....	10
3.1.2 Reforços.....	11
4. TRANSMISSIÓ .....	13
4.1 Canvi.....	13
4.2 Diferencial .....	14
5. MOTOR ELÈCTRIC .....	15
5.1 Motor 'Brushless' DC.....	15
5.2 Control.....	15
5.3 Acceleració / Assistència al pedaleig .....	16
5.3 Bateria .....	16
6. CAIXA.....	18

7. RESUM DE CARACTERÍSTIQUES.....	19
8. RESUM DEL PRESSUPOST.....	21
9. CONCLUSIONS .....	21
10. RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	21
ANNEXOS .....	23
Annex A: Càlculs.....	23
Annex B: Fitxa tècnica perfils d'acer.....	49
Annex C: Manual d'ús.....	50
Annex D: Manual de manteniment.....	53
Annex E: Manual tècnic canvi de marxes.....	56
Annex F: Fabricació del xassís.....	57

# 1 INTRODUCCIÓ

## 1.1 Antecedents

### 1.1.1 Peticionari

ECOSOL – Càritas Diocesana de Girona

Pujada de la Mercè 8, 17004 Girona

Adreça: C/Torrents ,56

17001 Girona

## 1.2 Necessitat del projecte

ECOSOL, empresa d'economia solidària de Càritas Diocesana de Girona, té interès en dissenyar i construir un tricicle de càrrega amb assistència elèctrica a fi de realitzar diferents activitats de proximitat, com transportar roba de segona mà, transportar una o dues bicicletes o bé paqueteria diversa. Per aquest motiu ha interessat el finançament d'un prototip a partir d'un conveni amb una de les empreses que col·laboren en es tasques solidàries de Càritas Diocesana.



## 1.3 Objecte del projecte

- Dissenyar i construir un prototip de tricicle de càrrega multi funció amb assistència elèctrica.
- Fer el seguiment de la producció del prototip i redactar els informes pertinents sobre els problemes o ajustos necessaris per poder construir-lo.

## **1.4 Especificacions i abast**

### **1.4.1 Especificacions de la petició**

*Funcions: (Requeriment)*

- Mitjà de transport sostenible de mercaderies per l'àrea urbana de Girona. En el disseny es té en compte el fet de poder substituir el tipus de caixa portaequipatges posteriorment.
- El vehicle no pot superar els 25 km/h de velocitat màxima i té un pes màxim admissible de 250kg.

*Trajecte: (Requeriment)*

- Ha de poder desplaçar-se a qualsevol punt de la ciutat de Girona tenint en compte les limitacions tècniques, com per exemple la potència del motor, la velocitat màxima i l'autonomia de la bateria.

*Dimensions i càrrega: (Desitjable)*

- Longitud: 2700 mm
- Amplada: 1000 mm
- Alçada: 2000 mm
- Pes de càrrega (Tara): 250 kg
- Volum de càrrega: 1,5 m<sup>3</sup>
- Altura de la càrrega respecte del terra: 360 mm
- Tancament amb doble porta i clau.

*Muntatge: (Requeriment)*

- Els projectistes es comprometen a retornar totes les eines i màquines que li siguin aportades d'altres empreses.
- El muntatge es farà amb total respecte a la integritat de les instal·lacions de producció i muntatge.
- Tots els industrials han de seguir estrictament les especificacions dels plànols subministrats pels projectistes.
- Qualsevol incidència que estigui relacionada íntegrament amb el procés de fabricació del tricicle, la responsabilitat recau sobre l'empresa o taller on s'hagi realitzat l'operació corresponent.

- Els projectistes es comprometen a estar presents en tot moment durant el muntatge de les diferents parts del tricicle per tal de procurar que el vehicle es fabriqui segons el disseny establert, així com per prendre decisions si s'ha de realitzar algun canvi.
- Els projectistes es comprometen a fer una valoració del procés de muntatge i les seves incidències –modificacions de projecte, procés de muntatge, temps, etc-, a fi d'incorporar l'experiència adquirida en la posterior fabricació de nous tricicles.

*Reciclatge: (Desitjable)*

- Es pot utilitzar material reciclat d'altres projectes.
- Posteriors usos del tricicle que surtin de l'abast del propi projecte estaran a càrrec d'ECOSOL - Càrites.

*Senyals i control: (Requeriment)*

- Imprescindible utilitzar tots els sistemes i material de seguretat necessari durant tota operació.

*Costos: (Requeriment)*

- Tots els costos per dur a terme el projecte fins arribar a tenir el tricicle en funcionament no poden superar els 10.000 €, els quals seran aportats per ECOSOL (prèvia conformitat amb les peces i els treballs, i presentació de les factures dels proveïdors i industrials).
- Els projectistes i els directors de projecte es comprometen a no cobrar per les tasques ordinàries (hores de projecte, desplaçaments al voltant de Girona, etc.) però si sorgís la necessitat de despeses extraordinàries ECOSOL s'hauria de fer càrrec del cost (inclosos dins els 10.000 €), tenint en compte que caldria la seva autorització prèvia.

*Responsabilitats: (Requeriment)*

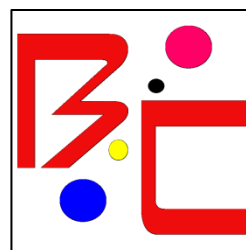
Direcció tècnica, control i certificació del cost del muntatge:

Sra. Elia Muns Montaña      Sr. Ricardo Andrés Vargas      Sr. Xavier Malpica

- Els directors del projecte es responsabilitzen únicament de que els dissenys i els càlculs realitzats pels projectistes garanteixin que el tricicle, un cop fabricat,

podrà realitzar la funció que s'ha definit anteriorment. Així mateix, com a representants dels projectistes, garanteixen el seguiment del projecte fins arribar a l'obtenció del prototip final.

- Els directors del projecte també assumeixen, en funció de la seva experiència professional i la informació aportada entre les parts, el cost indicatiu del projecte executiu.
- Els industrials que assumeixen les diferents responsabilitats referents a la fabricació del xassís, muntatge de diferents peces de bicicleta/tricicle, caixa portaequipatges i coberta davantera són, respectivament:



Banyoles color S.L.

### 1.4.2 Abast del projecte

El projecte neix del fet que ECOSOL – Càrites vol repartir productes ecològics a domicili amb un tricicle de càrrega amb assistència elèctrica. Posteriorment, aquesta idea fa fallida i es destina l'ús del tricicle projectat a les diferents activitats de proximitat que ofereix ECOSOL – Càrites com el servei de recollida de roba a domicili, entrega de bicicletes en diferents punts de venda de l'àrea urbana de Girona, serveis de paqueteria en l'àrea urbana de Girona, etc.

El projecte acaba quan ECOSOL disposi del tricicle en condicions per a ser utilitzat, de la documentació i una proposta de possibles solucions als problemes soferts durant el disseny i fabricació.

## **2 DESCRIPCIÓ CONCEPTUAL**

### **2.1 Concepte**

El concepte de tricicle ha nascut arran de la simplicitat mecànica i estructural que ofereixen aquest tipus de vehicles.

En el mercat existeixen vehicles de característiques similars que s'utilitzen per transportar tot tipus de mercaderies.

Aquest vehicle és un mitjà de transport molt polivalent, ja que pot transportar paqueteria de tot tipus, amb un límit de volum de 1,5 m<sup>3</sup> i un pes de càrrega que no pot superar els 120 kg.

La finalitat d'aquest mitjà és poder arribar a distribuir en zones de les ciutats on amb un furgó convencional és limitat el seu accés, ja sigui per la dificultat de l'amplada dels carrers o per les franges horàries d'accés als barris antics o cascs urbans, que solen limitar les hores de circulació de vehicles motoritzats. Per aquest motiu el tricicle és una bona opció ja que és un vehicle silenciós, poc voluminós i de maniobra fàcil.





*Fig 1: Tricicle*

## **2.2 Aspectes generals de la solució**

La solució es basa en un xassís, on la part davantera és molt semblant al de una bicicleta convencional, i en la part posterior hi hem acoblat un triangle que fa de suport per la caixa on hi va la mercaderia.

Aquesta semblança tècnica a una bicicleta fa que puguem utilitzar components de les pròpies bicicletes i conseqüentment facilitar la producció d'aquests.

La caixa on hi va la mercaderia, va recolzada per tres punts directament sobre del xassís a través d'uns bolcs de goma que absorbeixen els moviments de la caixa i les irregularitats del terreny.

## **2.3 Principi de funcionament**

Pel que fa a la part de cicle, consta d'un mecanisme biela-manovella amb un sol plat, igual que els que porten les bicicletes convencionals, un canvi de marxes integrat de vuit velocitats i un diferencial que transmet el parell a les dues rodes posteriors. El canvi de marxes disposa d'un rang de relacions de transmissió que poden augmentar el parell de



transmissió fins a un 325%. A més el diferencial redueix aquesta relació en un 175% més cosa que fa que tinguem una transmissió de parell importat a les rodes posteriors. Cal destacar que a l'eix posterior només s'hi transmet parell provinent del conductor.

El motor elèctric de rang 250-2000W només proporciona parell a la roda davantera i aporta una assistència notable a la propulsió del tricicle. Amb aquest tipus de vehicle és molt convenient incorporar-hi un motor elèctric ja que una persona habituada a anar amb bicicleta pot fer mitjanes de potència d'entre 200 i 400W i això fa que per poder moure amb efectivitat el tricicle requereix d'una assistència.

El motor es posa en funcionament quan el conductor es posa a pedalar. Llavors el sensor de revolucions, que es troba a la caixa de pedalier, detecta el moviment i envia la senyal al controlador. Aquest envia senyal directament al motor perquè entregui la potència necessari amb la qual ha estat programant prèviament.

El motor disposa de cinc nivells d'assistència, que es poden configurar en funció de les necessitats del conductor i de la quantitat de pes que esta transportant el tricicle.

El kit d'assistència elèctrica disposa d'un display on hi podem veure diferents paràmetres, com la velocitat, el quilometratge, l'estat de càrrega de la bateria o el mode en el qual esta treballant el motor.

### **3 XASSÍS**

#### **3.1 Esquema de l'estructura principal**



*Fig 2: Xassís tricicle*

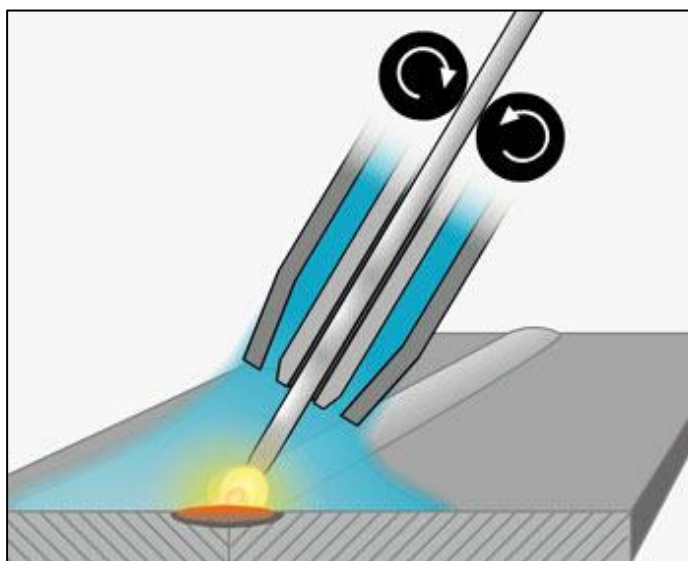
L'estructura està dissenyada a través de dos conceptes diferents. La part davantera reflexa l'estructura d'una bicicleta, on la geometria afavoreix l'accés al tricicle, mentre que la part posterior és un triangle que fa de base per subjectar la caixa. Dins d'aquest triangle hi trobem dues plaquetes que fan de suport al canvi de marxes.

Està fabricat amb perfils de 80x40x2 mm i 60x30x1.5mm d'acer S235JR. Totes les plaques i els tubs utilitzats també són del mateix material.

##### **3.1.1 Soldadures**

El tipus de soldadura emprat és la soldadura MIG. Aquest tipus de soldadura amb aportació de material ens aporta una gran resistència i és recomanable per grans estructures que requereixin una resistència elevada en les unions.

Aquesta operació de soldadura ha estat realitzada per Artinox S.L. i el resultat ha estat satisfactori.



*Fig.3 : Soldadura MIG*

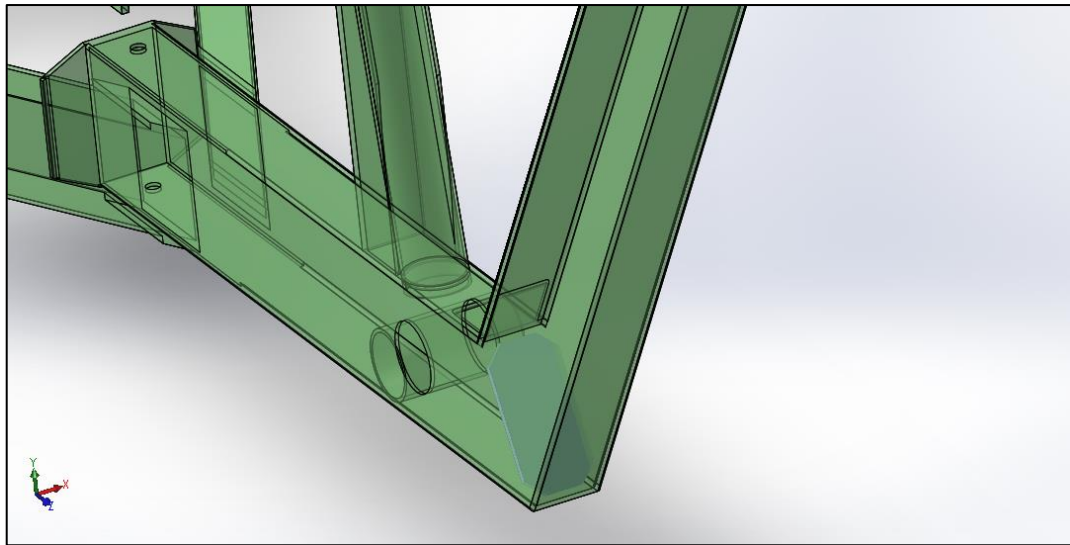
A continuació es mostren el resultat de les soldadures:



### **3.1.2 Reforços**

En els punts més crítics de l'estructura hem col·locat uns reforços per repartir millor es esforços que pateixen aquestes zones i alliberar les possibles concentració de tensions.

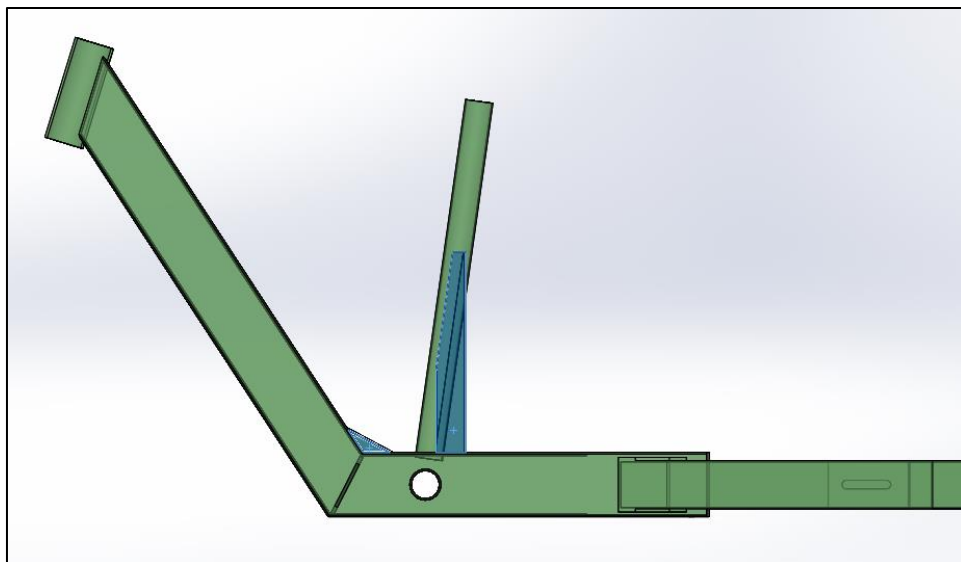
En la Figura 4 podem veure el reforç inferior del punt d'unió de la biga central. Aquest reforç fa que les parets no es deformin i tot treballi com un conjunt.



*Fig.4: Reforç interior*

Com podem veure a la Figura 5, també hem reforçat l'exterior d'aquesta unió i el tub de la tija del sillín. Sobre càlculs aquests dos reforços no són necessaris, però s'hi han posat per donar més sensació de seguretat per la persona que el condueix.

En possibles xocs aquests reforços poden evitar deformacions en punts delicats que poden comprometre a l'estabilitat de l'estructura.



*Fig 5: Reforços exteriors*

## 4 TRANSMISSIÓ

La transmissió del tricicle es fa a través de dues cadenes, una va del plat a l'entrada del canvi, i l'altre va de la sortida del canvi al diferencial. Aquests transmet el moviment a les rodes posteriors a través de dos paliers que giren solidàriament amb la caixa de la roda. En la Figura 6 podem veure la transmissió al complet.



*Fig.6: Transmissió vehicle*

### 4.1 Canvi

El canvi de marxes és de tipus integrat, on les relacions de transmissió es fan dins de la caixa de canvis. Aquest canvi disposa de vuit velocitats i les marxes van des de 1:1 fins a 1:3,25. A la Figura 7 podem veure una imatge representativa del canvi de marxes.



Fig. 7: Canvi de marxes integrat

Els canvis de marxa s'accionen a través d'una maneta tipus "Grip Shift" que està unida per una cable d'acer al canvi. Hem incorporat un tensor de cadena a l'entrada i a la sortida de la cadena per poder transmetre correctament el parell i evitar salts de cadena.

## 4.2 Diferencial

El diferencial, a diferència dels altres elements, és un component que ha estat fabricat específicament per tricicles. El moviment entra per la carcassa, a través d'un pinyó, i surt pels paliers. La relació de transmissió és de 1:1,75.

El mecanisme es comporta igual que qualsevol diferencial convencional de cotxe, remarcant que el moviment no entra per un engranatge connectat a un arbre de transmissió, sinó que entra per la carcassa a través d'un pinyó. A la Figura 8 podem veure el component.



Fig. 8: Diferencial

## 5 MOTOR ELÈCTIRC

Aquesta part del projecte ha estat subcontractat al projectista Sr. Pavlo Slastion

### 5.1 Motor 'Brushless' DC

El motor 'brushless' DC és la màquina síncrona amb imants permanents. Com ho indica el seu nom, és un motor que s'alimenta de corrent continu, però no porta escombretes, la commutació es realitza mitjançant el control electrònic. Els instants de la commutació es detecten mitjançant diferents tècniques que poden emprar o no uns sensors que poden ser de diferents tipus: encoders o sensors d'efecte Hall.

Aquest motor es troba a la caixa de la roda davantera, de manera que el rotor és la carcassa del motor i l'estator és l'eix. En la Figura 9 podem veure la disposició dels elements.

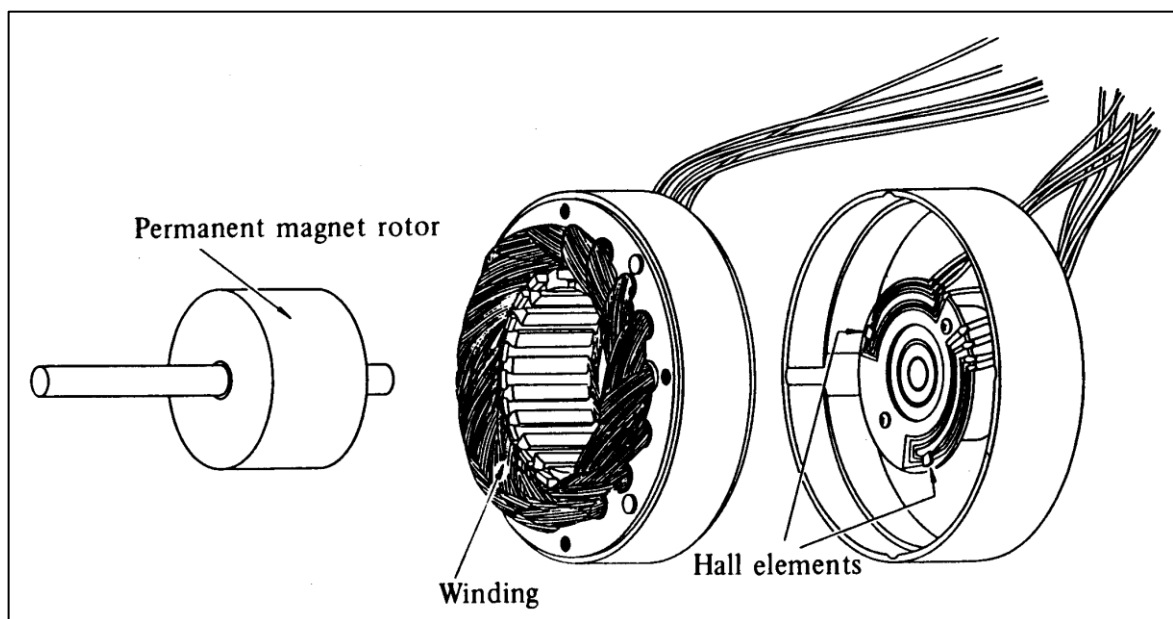


Fig. 9 : Motor 'Brushless' DC

### 5.2 Control

Un motor 'brushless' DC com ja s'ha esmentat anteriorment, és un motor síncron amb un control de posició del rotor.



Existeixen dos tipus principals de control del motor, que es diferencien entre ells en la utilització o no dels sensors per a determinar la posició del rotor. En el nostre cas tenim un motor amb un controlador que no empra els sensors, o sigui amb la tècnica de control 'sensorless'.

### **5.3 Acceleració / Assistència al pedaleig**

Per poder controlar el motor el sistema electrònic disposa de dos tipus de sensors:

Sensor denominat PAS que dona la informació de les rpm a les que gira la biela, i va connectat entre l'eix i la biela. Aquesta informació la processa el controlador i envia la informació al motor, el qual dóna més o menys parell en funció de la velocitat del vehicle.

L'altre sensor és el de la maneta de fre, que connecta i desconnecta el motor quan actua aquest, i dóna un senyal al motor de parada.



*Sensor PAS*



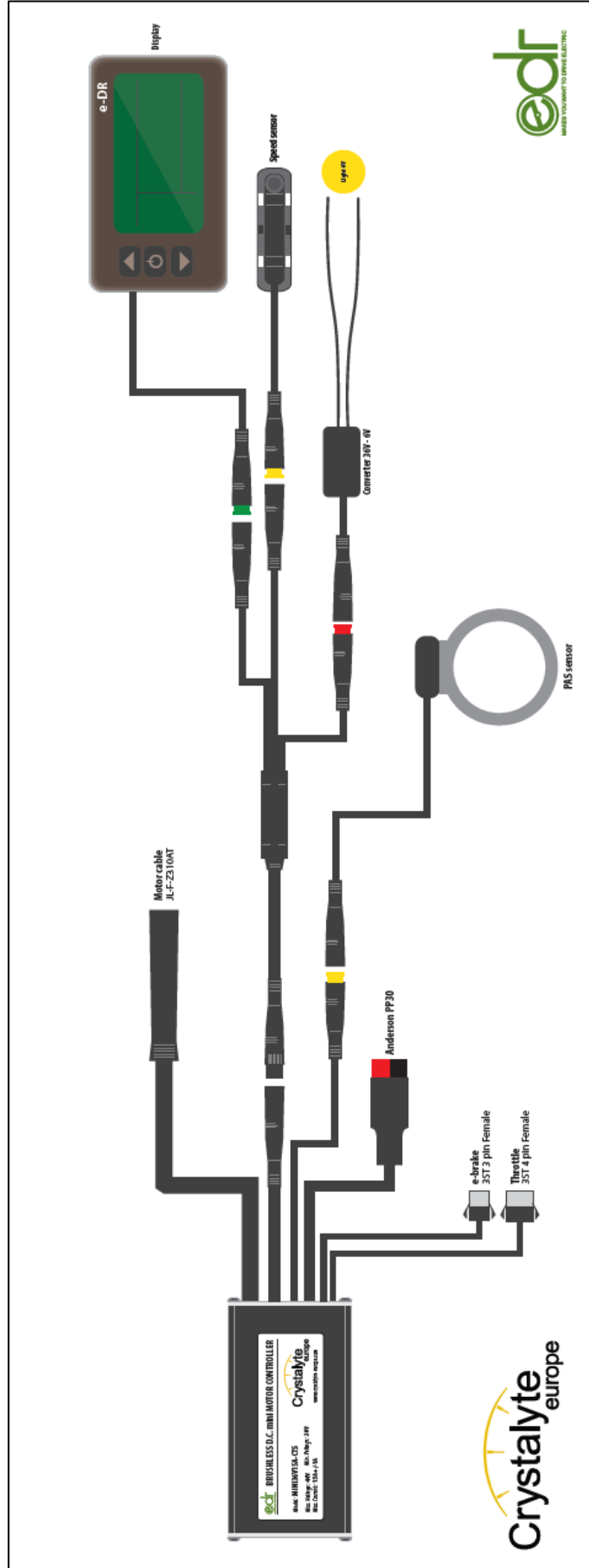
*Sensor maneta fre*

### **5.4 Bateria**

La bateria és una bateria de Liti extraïble de 36v 17Ah el qual dóna energia al motor a través d'un cable que passa pel display i dóna tota la informació necessària; com el nivell de bateria, el nivell de potència, o el quilometratge realitzat. És una bateria que es pot carregar a 230V i té una autonomia d'entre 100 i 120 km.

A continuació es mostren les connexions elèctriques del sistema:

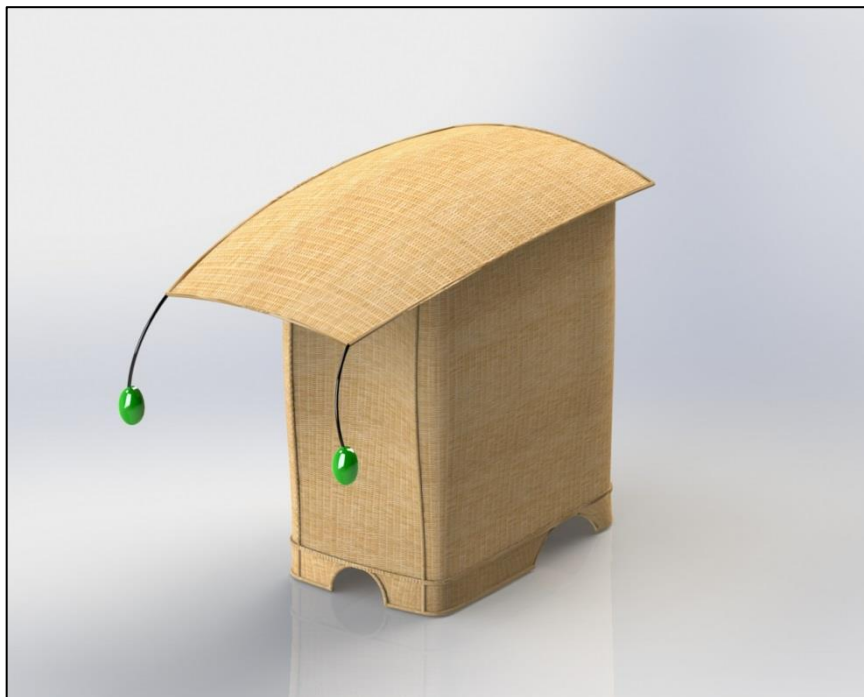




## **6 CAIXA**

Aquesta part del projecte ha estat subcontractat al projectista Sr. Pau Feixas

La caixa esta dissenyada per portar tot tipus de càrrega, ja sigui paqueteria, roba o aliments que no necessitin càmera refrigerada. Esta fabricada amb una estructura tubular de ferro i un recobriment trenat de vímet. Aquest material li dona una caràcter més ecològic i amigable, ja que un dels trets importats d'aquest vehicle és la sostenibilitat tant econòmica com ecològica.



Aquesta caixa disposa de dues portes a la part posterior que donen accés a l'interior. El sistema de tancament consta d'un candau, la que un pany dóna massa fragilitat degut al poc ajustatge de les portes.

També disposa de pilots i catadiòptrics a la part posterior, així com dos retrovisors perquè el pilot pugui tenir una bona visió posterior.

## **7 RESUM DE CARACTERISTIQUES**

### Dimensions:

- Longitud: 2700 mm
- Amplada: 1000 mm
- Alçada: 2000 mm

### Càrrega:

- Pes de càrrega (Tara): 250 kg
- Volum de càrrega: 1,5 m<sup>3</sup>
- Altura de la càrrega respecte del terra: 360 mm
- Tancament amb doble porta i clau.

### Motorització:

- Motor brushless de corrent continu (Heinzman)
- El motor només actua com a assistent, no es pot accionar sense pedalar.
- Tres nivells d'assistència.
- Potència: 250W
- Tensió de sistema: 36V
- Bateria: Bateria Io-Liti
- Capacitat de la bateria: 13,5Ah
- Bateria extraïble situada en punt fàcilment accessible.
- Controlador integrat en el manillar.
- Sensors mesuradors del parell i de la velocitat.
- Display situat en el manillar. Indicarà nivell de bateria, velocitat, velocitat mitjana, quilometratge, etc.
- Velocitat màxima de l'assistència: 25 km/h

### Mecànica:

- Xassís d'acer
- Direcció integrada amb angle restringit
- Canvi integrat tipus Hub de 8 velocitats
- Diferencial posterior
- Doble cadena: plat-canvi i canvi-diferencial
- Tensor a cada cadena per evitar salts de cadena
- Manetes de canvi tipus GripShift

- Frens hidràulics: Posterior Trekro Auriga Twin i anterior Tekro
- Fre de mà incorporat en els mateixos frens.
- Pedals de plataforma
- Llanta davantera de 26" i posterior de 24"

#### Disseny

- Retrovisors
- Llums LED davanter i posteriors
- Clàxon / timbre
- Seient ergonòmic
- Posició de conducció variable
- Parafang davanter
- Para-xocs posterior
- Cablejat elèctric i mecànic per dins del xassís
- Caixa portaequipatges de vímet.
- S'acoblarà la caixa portaequipatges amb el xassís per tres punts amb uns blocs elastòmers amortidors.
- Coberta superior incorporada amb la caixa portaequipatges.
- Suport de mòbil situat en el manillar.
- Sistema de seguretat de bloqueig de roda i/o manillar.
- Petita cistella al davant per deixar-hi utensilis varis.
- Coberta davantera de plàstic (PET, PETG, Policarbonat, etc.)

## 8 RESUM DEL PRESSUPOST

Capítol	Cost(€)
Xassís	1.229,00
Components	2.153,28
Caixa	1868,29
Muntatge	70,00
<b>TOTAL</b>	<b>5.320,57</b>

## 9 CONCLUSIONS

El vehicle compleix totes les especificacions acordades amb el client a l'inici del projecte.

Es tracte d'un vehicle versàtil, de fàcil maneig i amb un caràcter amigable i sostenible.

Pel que fa al xassís, aquest compleix amb les expectatives desitjades de seguretat i confort.

Al ser un xassís tubular de perfil rectangular no requereix de maquinària i utilitatges especials per fabricar-lo , i aquest és un aspecte en el qual hem hagut de tenir molt en compte alhora de dissenyar-lo. Totes les peces i materials projectats es troba al mercat.

Finalment dir que aquest és un vehicle que té potencial per esdevenir un vehicle de transport de mercaderies habitual en els cascs antics de les ciutats.

## 10 RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document 1: Memòria

Annexos

- Càlculs, annex A
- Fitxa tècnica perfils d'acer, annex B

- Manual d'ús, annex C
  
- Manual de manteniment, annex D
  
- Manual tècnic canvi de marxes, annex E
  
- Fabricació del xassís, annex F

Document 3: Plànols

Document 4: Plec de condicions

Document 5: Estat d'amidaments

Document 6: Pressupost

# **ANNEXOS**

---

## ANNEX A: CÀLCULS

### Càlcul de l'eix de la roda

---

#### Objectiu:

Calcular les tensions de l'eix de la roda, i trobar el coeficient de seguretat estàtic i a fatiga amb les dimensions donades.

#### Dades:

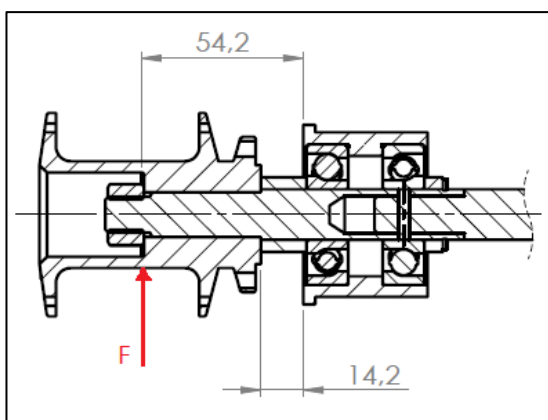
Diàmetre de l'eix: 17 mm

Distància entre la força i la secció: 54,2 mm

Força: 1000N (100kg)

#### Càlculs:

El punt més desfavorable de l'eix és just abans d'entrar dins del primer rodament. El separador que hi ha entre la caixa i el rodament no afecta als càlculs perquè no treballa solidàriament amb l'eix.



Moment màxim

$$M_a = F * z = 55000 \text{ Nmm}$$

on:  $F = 1000\text{N}$  i  $z = 55\text{mm}$

El torçor que genera el pilot sobre de l'eix de la roda és molt petit comparat amb el moment flector que genera la força de la roda contra el terra. ( $T \approx 33,75\text{Nm}$ )

Apliquem concentració de tensions ja que l'eix està encastat pel rodament.



$$d = 17 \quad r = 1 \quad D = 25$$

Calculem  $S_e$ :

$$S_e = 0.5 * S_{ut} * k_a * k_b$$

Calculem el coeficient de seguretat a fatiga:

$$f_1 = 4 * \left( \frac{k_f * M_a}{S_e} \right)^2 + 3 * \left( \frac{k_{fs} * T_a}{S_e} \right)^2$$

$$f_2 = 4 * \left( \frac{M_m}{S_y} \right)^2 + 3 * \left( \frac{T_m}{S_y} \right)^2$$

$$n_f = \frac{1}{\left( \frac{16}{\pi * d^3} \right)} * (f_1 + f_2)^{0.5} \quad n_f = 2.91$$

Calculem el coeficient de seguretat estàtic:

$$M = M_a + M_m$$

$$f_1 = 4 * M^2 + 3 * T^2$$

$$n_e = \frac{1}{\frac{16}{(\pi * d^3 * S_y) * f_1^{0.5}}} \quad n_e = 5.74$$

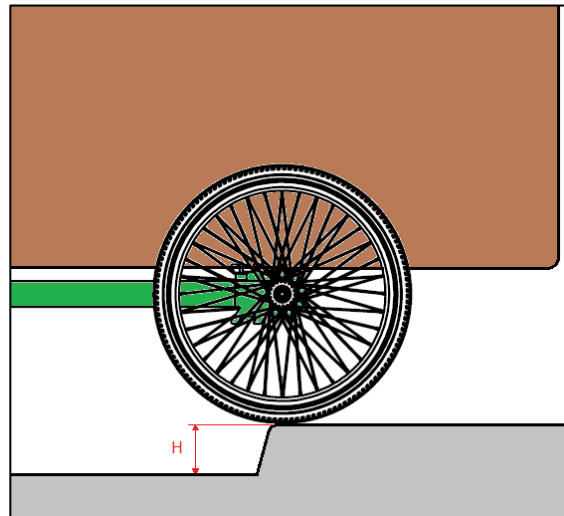
### **CAS: Salt des d'un esglaó**

#### **Objectiu:**

Calcularem el coeficient estàtic i a fatiga d'un salt de la roda posterior des d'una altura de 0,2m.

#### **Dades:**

Agafem les dades anteriors sumant-hi la altura de xoc de 0,2 m



Imatge1: Altura de caiguda del tricicle

### **Càlculs:**

Força d'impacte:

Aquest és un cas de xoc elàstic. No disposem de la K del pneumàtic, i per tant no podem fer un càlcul exacte de la força d'impacte del tricicle contra el terra. Degut a això agafem una força d'impacte del doble de la força estàtica .

$$F_i = 2000N$$

### **Resultats:**

$$M_a = F * z = 110000 \text{ Nmm}$$

$$n_f = \frac{1}{\left(\frac{16}{\pi * d^3}\right)} * (f_1 + f_2)^{0.5} \quad n_f = 1,45$$

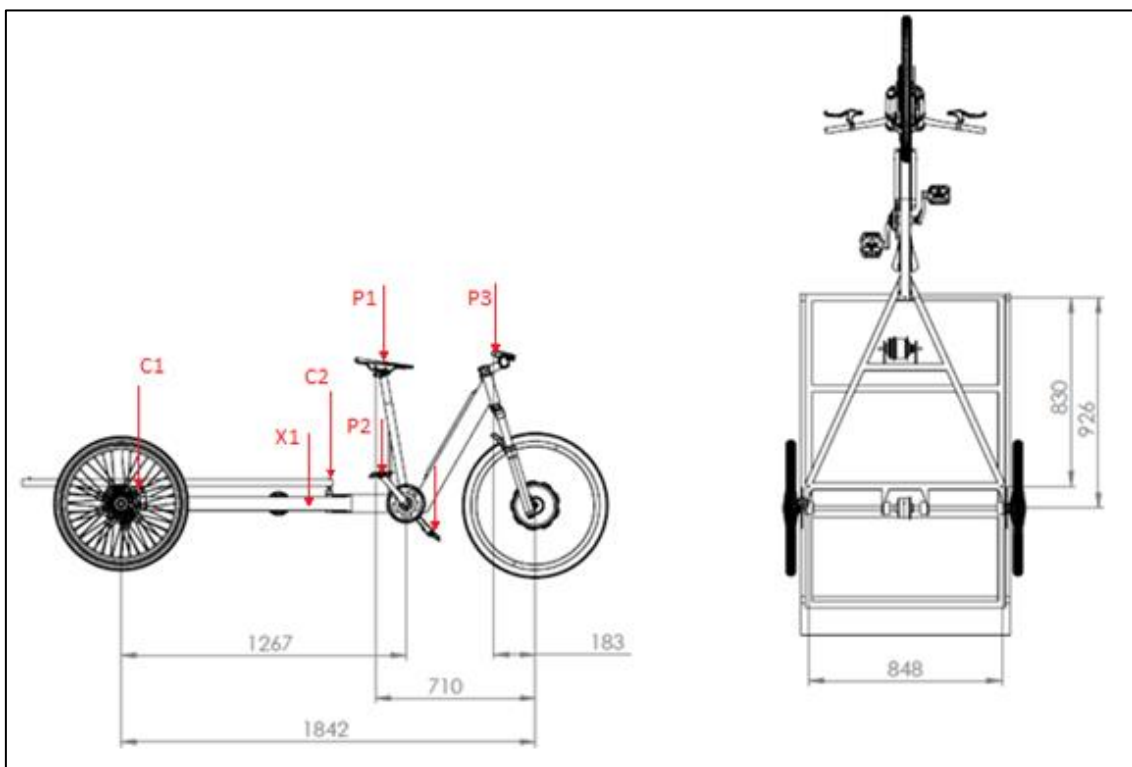
$$n_e = \frac{1}{\frac{16}{(\pi * d^3 * S_y)} * f_1^{0.5}} \quad n_e = 2,87$$

## Càlcul de tensions suport:

### Objectiu:

Calcular la tensió de la secció A , i trobar el coeficient de seguretat estàtic amb les dimensions de perfil donades.

### Dades:



La càrrega de la caixa es distribueix per tota la superfície i el seu centre de masses esta al centre de l'estructura de la caixa.

$$C1 = 36,25 \text{ kg} \quad C2 = 72,5 \text{ kg}$$

$$P1 = 55 \text{ kg} \quad P2 = 5 \text{ kg} \quad P3 = 15 \text{ kg}$$

X1 = 25 kg a una distància de 844,1 mm respecte de les rodes posteriors.

Forces aplicades al xassís:

$$V = (36,25 * 2 + 72,5 + 55 + 5 + 15 + 25) * 9,81 = 2403,45 \text{ N}$$

Reaccions N1 i N2 (rodes posteriors i roda davantera)

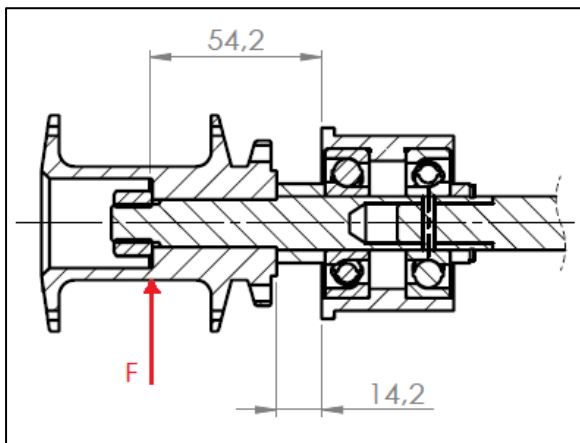
$$\sum M_{\text{roda davantera}} = 0 \text{ Nm}$$

$$N2 * 1842 - 145 * (1842 - 997,9) = 0$$

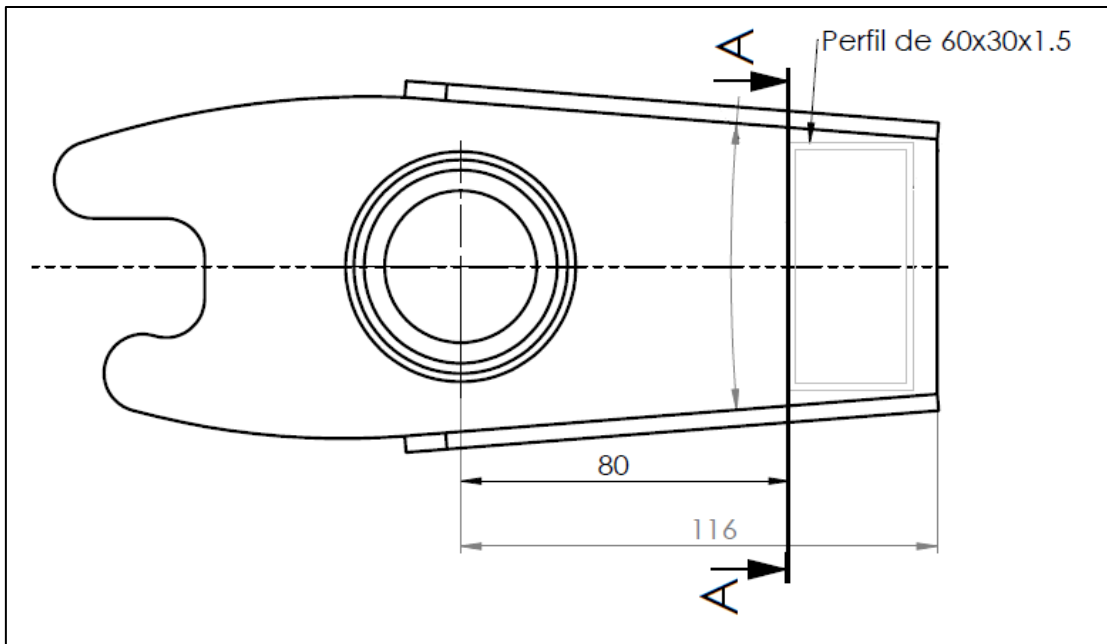
$$N2 = \frac{145 * (1842 - 997,9)}{1842} = 66.45 \text{ kg} = \mathbf{651.84 \text{ N}}$$

$$N1 = \frac{145 - 66.45}{2} = 39.28 \text{ kg} = \mathbf{385.3 \text{ N}}$$

Estructura:

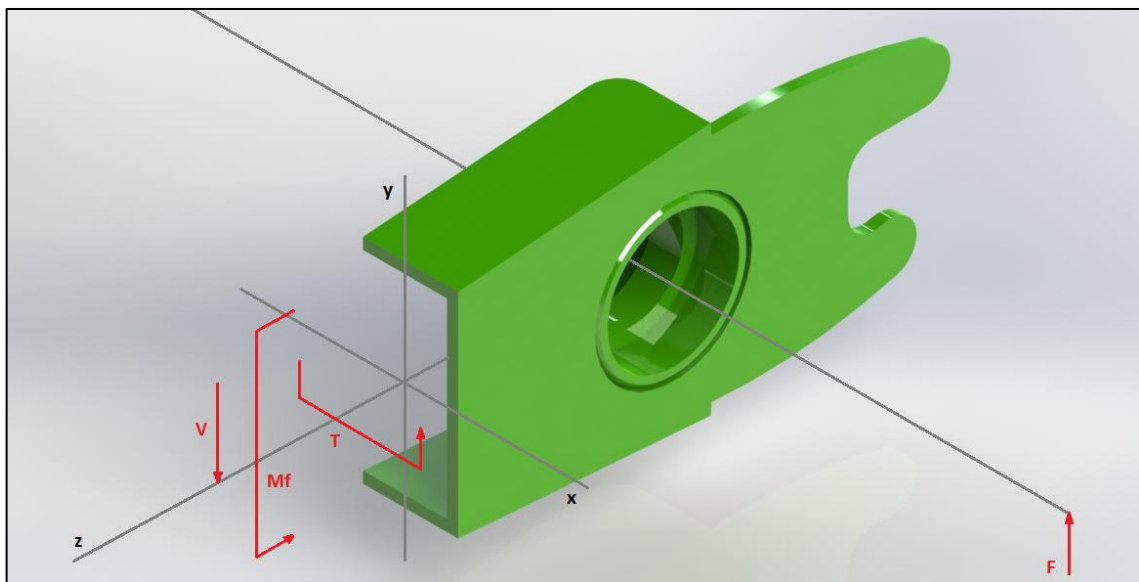


La distància des del punt on s'aplica la força és de  $54,2 + 34/2 = 71,2 \text{ mm}$ .



Per calcular em moment flector agafem una distància de 80 mm respecte de l'eix de la roda.

Secció A-A



Dades del perfil 60x34x4 mm

Acer S235JR  $S_{ut} = 435 \text{ MPa}$

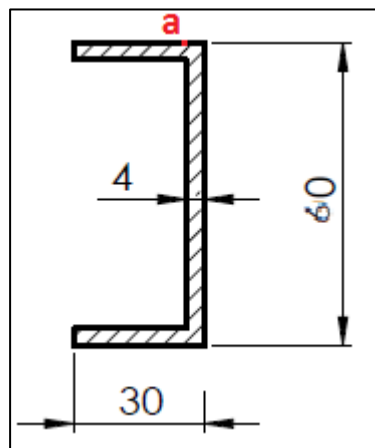
**Càlcul:**

$$F = 2400\text{N} \quad x = 71,2 \text{ mm}$$

$$F = 2400\text{N} \quad x = 80 \text{ mm}$$

$$T = F * \frac{xr + eb}{2 - c} = 174,8\text{Nm}$$

$$M_x = F * x = 192 \text{ Nm}$$



$$h = 64$$

$$eh = 4 \rightarrow \text{ànima}$$

$$b = 34$$

$$eb = 4 \rightarrow \text{ala}$$

$$I_x = h^3 * \frac{b}{12} - (h - 2 * eb)^3 * \frac{b - eh}{12}$$

$$c = \left(b - \frac{eh}{2}\right)^2 * (h - eb)^2 * \frac{eb}{4} = 12,33 \text{ mm}$$

**Punt a:**

Per fer el càlcul simulem una ala de 4 mm amb una ànima de  $b/4 = 34/4 = 8,5$  mm i generem l'esforç de torsió amb dues forces de igual magnitud però de sentit contrari.

$$A_l = eb * b + eh * \frac{b}{4}$$

$$x_c = \frac{eb * b * \frac{b}{2} + eb * \frac{b}{4} * \frac{eh}{2}}{A_l}$$

$$f_2 = \frac{b}{4} * \frac{eh^3}{12} + eh * \frac{b}{4} * (eh - x_c)^2$$

$$Ix2 = eb * \frac{b^3}{12} + eb * b * \left(\frac{b}{2} - xc\right)^2 + f2$$

Resultats tensió punt a:

$$c = 12,14 \text{ mm}$$

$$sMl2 = Ml * \frac{\frac{b}{2}}{Ix2} = 179 \text{ MPa}$$

$$\text{Angle de flexió} = Ftl * \frac{\frac{z^3}{h}}{\frac{3 * 207000 * Ix2}{2}} = 0,0033 \text{ rad}$$

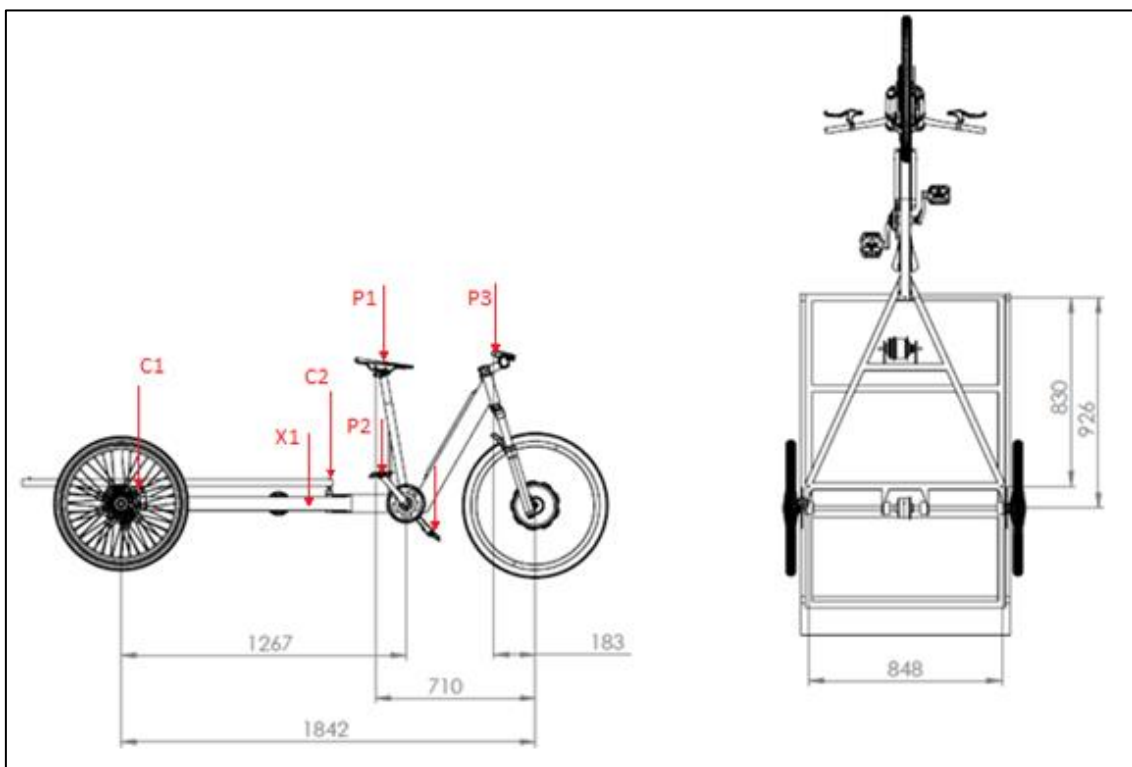
$$sMl \text{ acer} = 235 \text{ MPa}$$

$$sMl \text{ c} = 179 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

La tensió màxima que admet el mòdul elàstic és de 235 i com podem veure en cap cas la superem.

**Càlcul de tensions:****Objectiu:**

Calcular les tensions de la secció A, i trobar el coeficient de seguretat estàtic amb les dimensions de perfil donades.

**Dades:**

La càrrega de la caixa es distribueix per tota la superfície i el seu centre de masses està al centre de l'estructura de la caixa.

$$C1 = 36,25 \text{ kg} \quad C2 = 72,5 \text{ kg}$$

$$P1 = 55 \text{ kg} \quad P2 = 5 \text{ kg} \quad P3 = 15 \text{ kg}$$

$$X1 = 25 \text{ kg} \text{ (a una distància de } 844,1 \text{ mm respecte de les rodes posteriors.)}$$



Forces aplicades al xassís:

$$V = (36,25 * 2 + 72,5 + 55 + 5 + 15 + 25) * 9,81 = 2403,45 \text{ N}$$

Reaccions N1 i N2 (rodes posteriors i roda davantera):

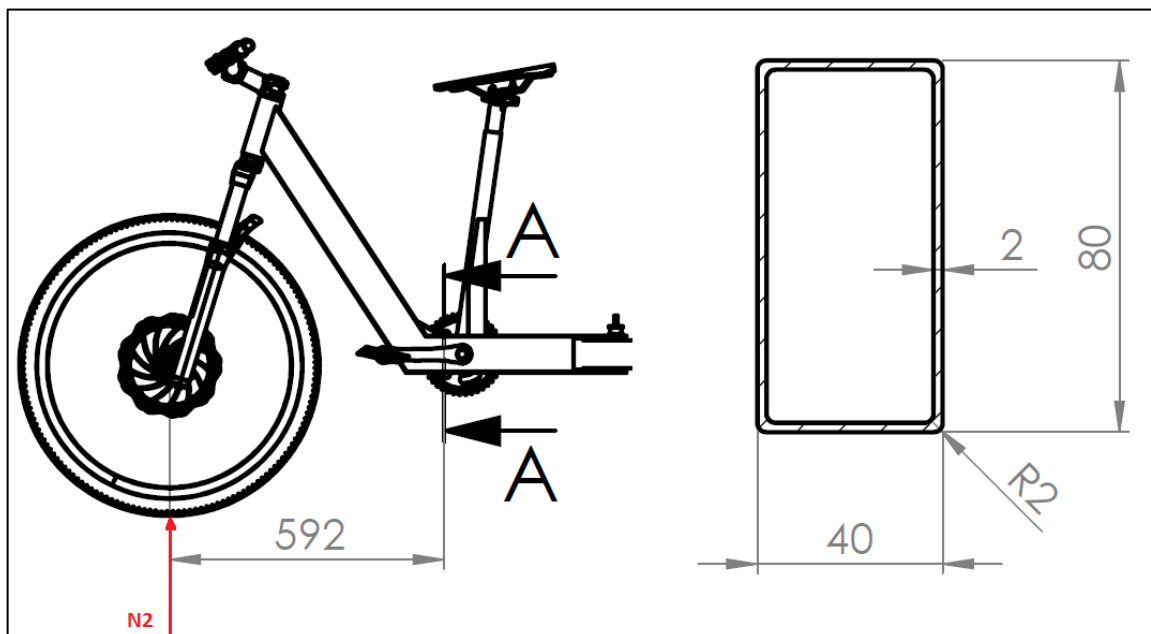
$$\sum M_{\text{roda davantera}} = 0 \text{ Nm}$$

$$N2 * 1842 - 145 * (1842 - 997,9) = 0$$

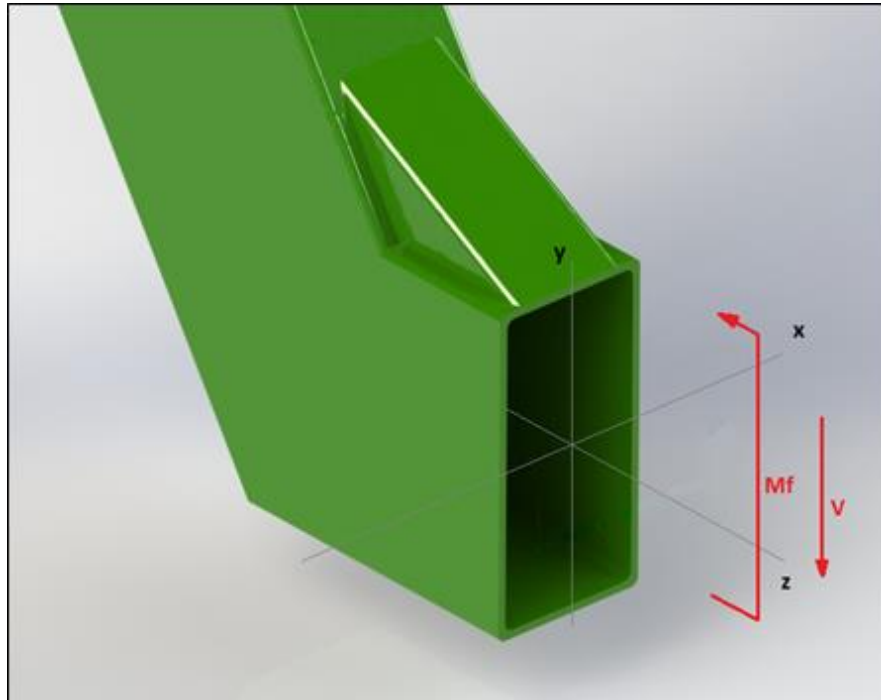
$$N2 = \frac{145 * (1842 - 997,9)}{1842} = 66.45 \text{ kg} = \mathbf{651.84 \text{ N}}$$

$$N1 = \frac{145 - 66.45}{2} = 39.28 \text{ kg} = \mathbf{385.3 \text{ N}}$$

Estructura



Secció A-A



Dades del perfil 80x40x2 mm

Acer S235JR Sut=415 MPa

**Càlcul:**

$$N2 = 651.84\text{N} \quad x = 592\text{mm}$$

$$M_x = N2 \cdot x = 385,9 \text{ Nm}$$

$$\sigma(M_x) = \frac{M_x \cdot y}{I_x} \quad y = 40 \text{ mm} \quad I_x = \frac{1}{12} * 40 * 80^3 - \frac{1}{12} * 36 * 76^3 = 389738,67 \text{ mm}^4$$

$$\sigma(M_x) = \frac{M_x \cdot y}{I_x} = 39,6 \text{ MPa}$$

$$n_e = \frac{Sut}{\sigma(M_x)} = \frac{415}{39,6} \rightarrow n_e = 10,47 \text{ MPa}$$

En el cas que el tricicle saltés per un esgraó d'uns 20 cm d'altura, la força augmentaria el doble, i tot i així el coeficient estàtic en la secció A-A serà major a 1, i per tant no trencarà.

$$M_x = 651,84 * 2 * x = 771,7 \text{ Nm}$$

$$\sigma(M_x) = \frac{M_x \cdot y}{I_x} = 79,2 \text{ MPa}$$

$$n_e = \frac{S_{ut}}{\sigma(M_x)} = \frac{415}{79,2} \rightarrow n_e = 5,24 \text{ MPa}$$

Dins aquest càlculs de coeficient de seguretat apliquem un 50% de factor de seguretat degut a possibles defectes de fabricació o de material, i tot i així el coeficient segueix sent del voltant de 2,5.

## Càlcul del rodaments

### Objectiu:

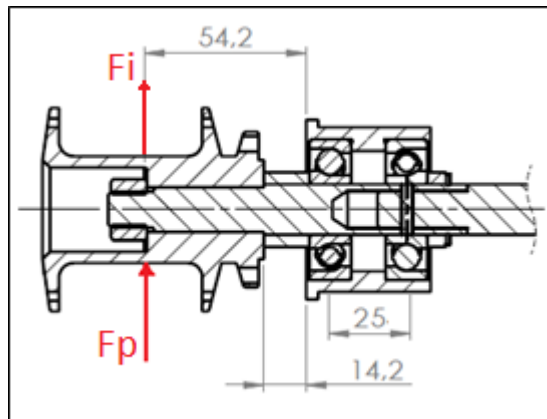
Calcular la força que suporten els rodaments de contacte 7303B-2RS de l'eix posterior.

### Dades:

Rodaments de boles de contacte angular 7303B-2RS

	<b>d</b>	17 mm	
	<b>D</b>	47 mm	
	<b>B</b>	14 mm	
	<b>a</b>	20 mm	
	<b>D<sub>2</sub></b>	37,4 mm	
	<b>D<sub>3</sub></b>	42,8 mm	
	<b>D<sub>a max</sub></b>	41,4 mm	
	<b>D<sub>b max</sub></b>	42,8 mm	
	<b>d<sub>2</sub></b>	26,1 mm	
	<b>d<sub>a min</sub></b>	22,6 mm	
	<b>r<sub>1 min</sub></b>	0,6 mm	
	<b>r<sub>a max</sub></b>	1 mm	
	<b>r<sub>a1 max</sub></b>	0,6 mm	
	<b>r<sub>min</sub></b>	1 mm	
	<b>α</b>	40 °	Ángulo de contacto
	<b>m</b>	0,112 kg	Peso
	<b>C<sub>r</sub></b>	17600 N	Capacidad de carga dinámica, radial
<b>C<sub>0r</sub></b>	9000 N	Capacidad de carga estática, radial	
<b>n<sub>G</sub></b>	13000 1/min	Velocidad límite	
<b>n<sub>B</sub></b>	- 1/min	Velocidad de referencia	
<b>C<sub>ur</sub></b>	610 N	Carga límite de fatiga, radial	

Taula 1: Rodament 7303B-2RS

**Esquema:****Càlcul i resultats:**

Estàtic:

$$zr = 64 \quad z = 47.5 \quad Fp = 2500 \text{ N}$$

$$Fr1 = Fp * \frac{(zr + z)}{z} \quad Fr1 = 5,86 * 10^3 \text{ N} < C_{or}$$

$$Fr2 = Fp * \frac{zr}{z} \quad Fr2 = 3,36 * 10^3 \text{ N} < C_{or}$$

Dinàmic:

S'afageix una força d'inèrcia amb  $r=50 \text{ mm}$ ;  $w= 11,12 \text{ rad/s}$ 

$$F_i = r * w^2 = 6,18 \text{ N}$$

$$Fr1 = \frac{2500 * 50 + F_i * (54,2 + 50)}{50} = 2512,9 \text{ N}$$

$$Fr2 = Fr1 - F_i = 2506,7 \text{ N}$$

Com podem veure es rodaments aguanten una força molt menor a la que admeten.

## Càlcul velocitat i parell

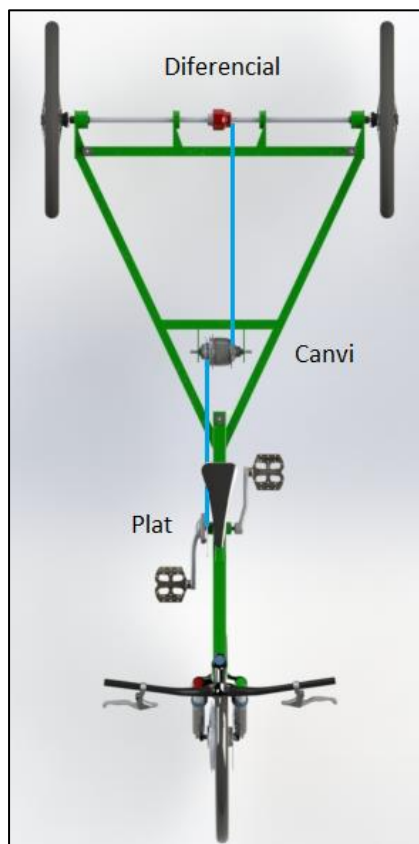
### Objectiu:

En aquest estudi volem calcular el rang de velocitats i de parells del vehicle amb la configuració de relacions de transmissió donades pel plat, el canvi de marxes i el diferencial.

### Dades:

- Plat de 28 dents.
- Canvi integrat de 8 velocitats, multiplicador de velocitats, amb pinyó d'entrada i sortida de 23 dents.
- Diferencial amb una relació de transmissió interna de 1,75 i un pinyó de 33 dents.

### Esquema tricicle:



El tricicle utilitza dues cadenes que transmeten el moviment dels pedals al canvi i del canvi al diferencial.

El canvi integrat que s'utilitza és de 8 velocitats i les relacions de transmissió internes són les següents

Marxa 1 100% (Transmissió directa)

Marxa 2 130% (Marxa 1 + 30%)

Marxa 3 148% (Marxa 2 + 14%)

Marxa 4 169% (Marxa 3 + 14%)

Marxa 5 192% (Marxa 4 + 14%)

Marxa 6 220% (Marxa 5 + 14%)

Marxa 7 250% (Marxa 6 + 14%)

Marxa 8 325% (Marxa 7 + 30%)

\*Nota: La línia blava simbolitza la cadena.

**Càlcul de la relació de transmissió total del vehicle:**

Plat-canvi:

$$i_{PC} = \frac{28}{23} = 1,21$$

Canvi 8 velocitats: (proporcionat pel fabricant):

$$i_1 = 1 \quad i_2 = 1,3 \quad i_3 = 1,48 \quad i_4 = 1,69 \quad i_5 = 1,92 \quad i_6 = 2,20$$

$$i_7 = 2,5 \quad i_8 = 3,25$$

Canvi-diferencial:

$$i_{CD} = \frac{23}{33} = 0,69$$

Diferencial: (proporcionat pel fabricant)

$$i_D = \frac{28}{16} = 1,75$$

Relació de transmissió total:

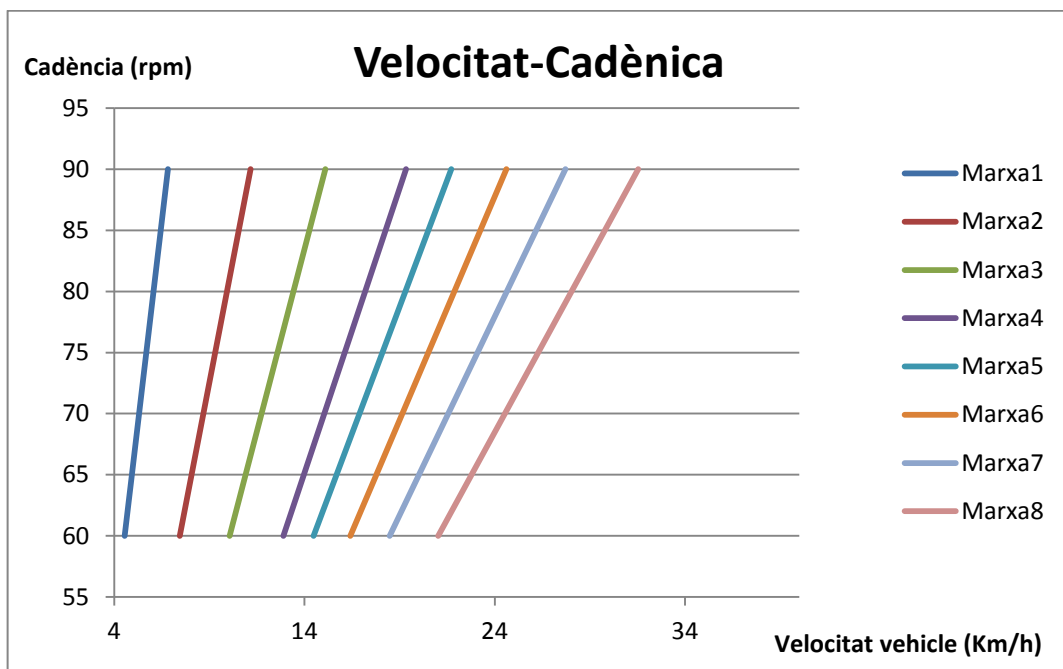
Marxa	Total
1	1,65
2	1,95
3	2,13
4	2,34
5	2,57
6	2,85
7	3,15
8	3,9

## Gràfic Velocitat – Cadència:

Suposem una cadència d'entre 60 i 90 rpm, que és el rang de cadència ideal per no patir lesions ni sobrecàrregues musculars innecessàries.

Fórmula:

$$V_{roda} = W_D * R_{roda}$$



La velocitat mínima del tricicle és de 4,15 Km/h amb una cadència de 60 rpm, i la velocitat màxima és de 31,54 km/h, tot i que el tricicle té un límit de velocitat d'assistència de 25km/h. Per aquest motiu el tricicle té marge per canviar les relacions de transmissió i aconseguir una velocitat mínima menor, el qual augmentaria el parell i ajudaria més en els pendents pronunciats.

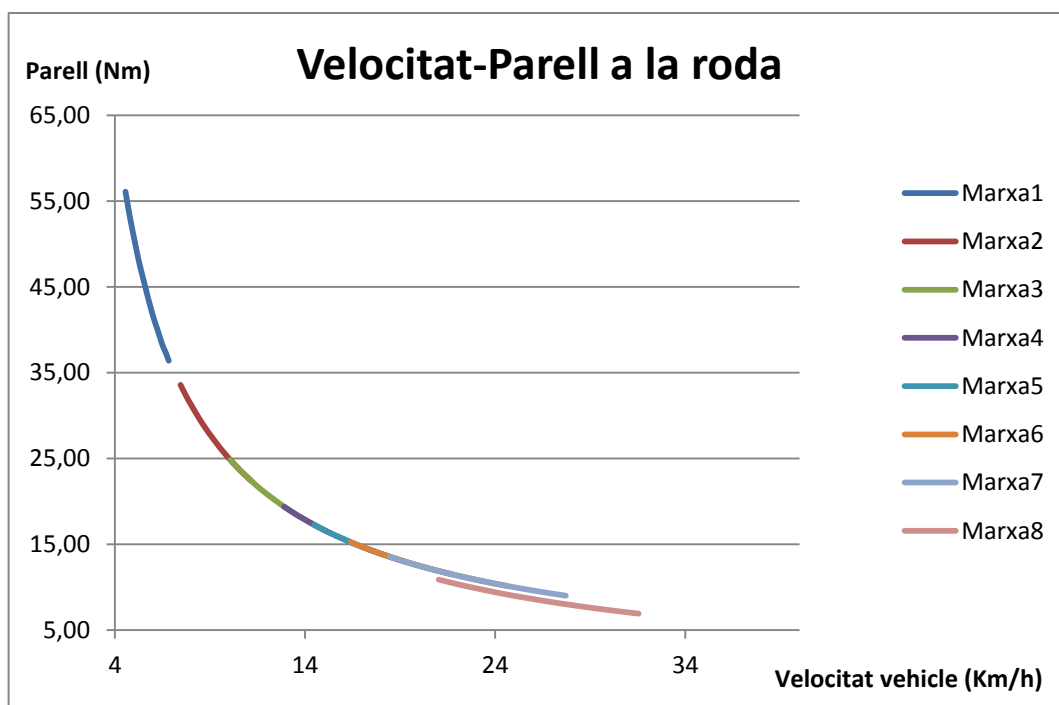
## Gràfic Velocitat-Parell:

Per calcular el parell hem considerat una potència mitjana del pilot d'entre 200 i 250W.

Fórmula:

$$P = W_D * M_R$$





### **Conclusió:**

El tricicle té un rang de velocitats acceptable per la funció que ha de realitzar. Si és necessari variar la relació de transmissió es pot fer segons les necessitats del transportista.

## **Estudi de la bolcada**

---

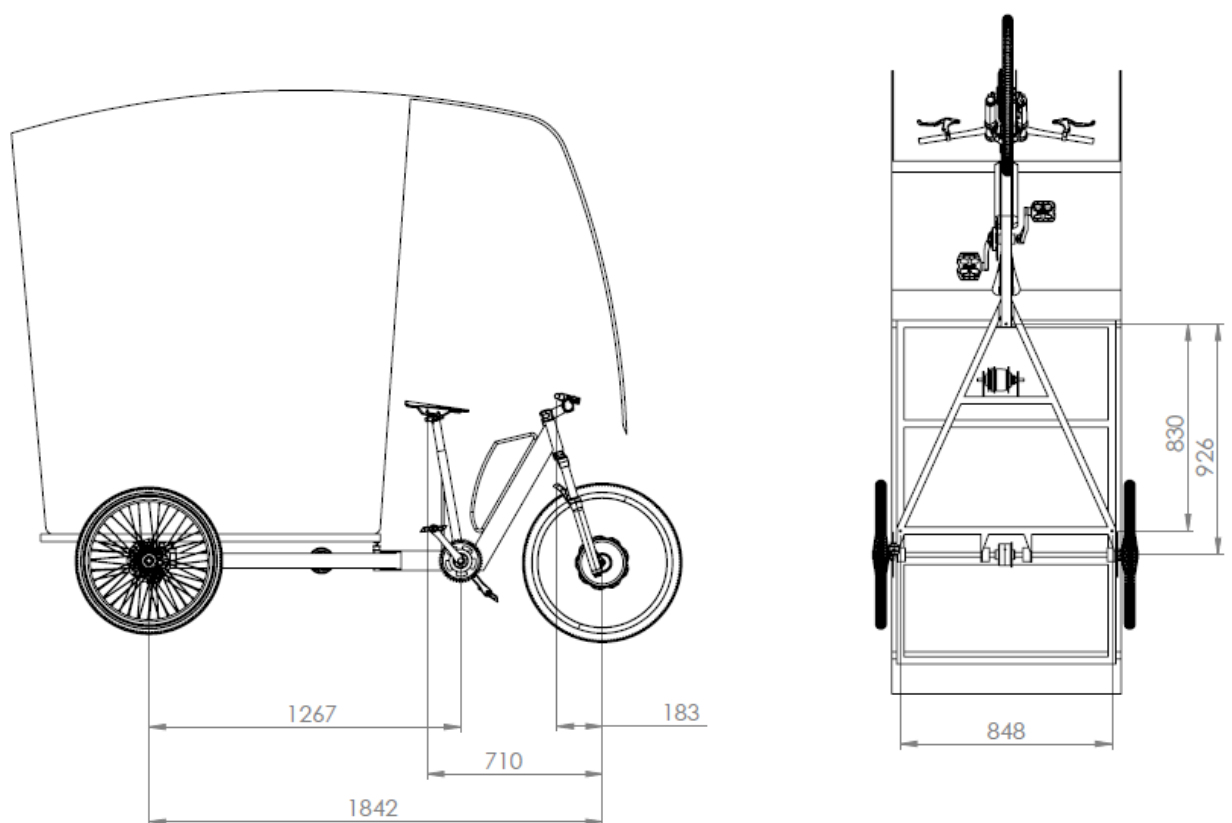
### **Objectiu:**

Volem comprovar la bolcada del vehicle a diferents velocitats fins a una màxima de 25 km/h amb un mateix radi de gir( radi força agosarat). Considerem que la possibilitat de derrapatge és nul·la.

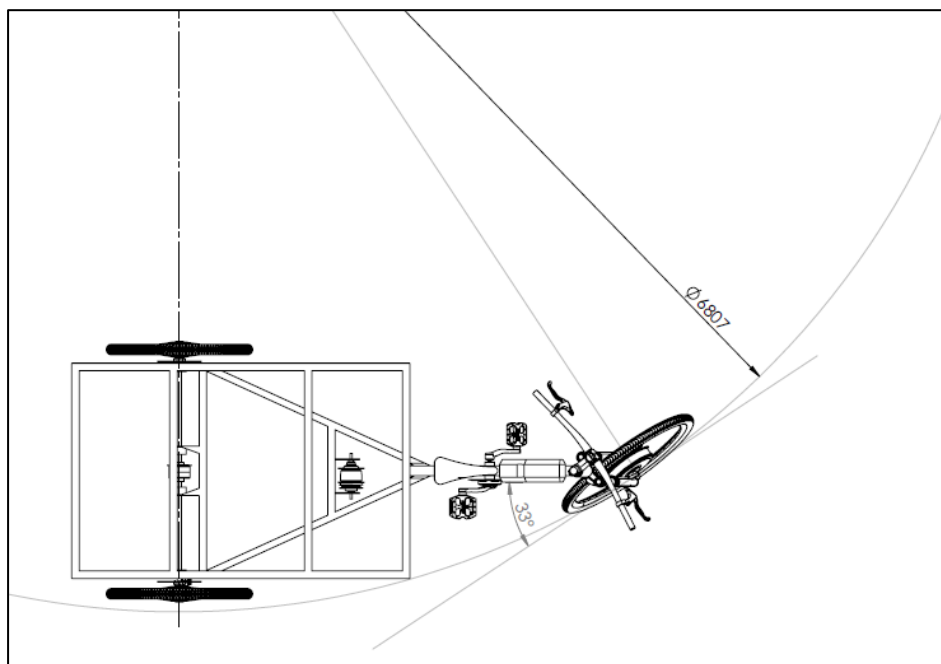
### **Dades:**

- Velocitat de gir de 15 km/h.
- Pes conductor més el pes del vehicle és de 135 kg.
- Pes de la càrrega és de 115 kg.
- Radi de gir de 6,8m
- Angle de gir del manillar de 33°.

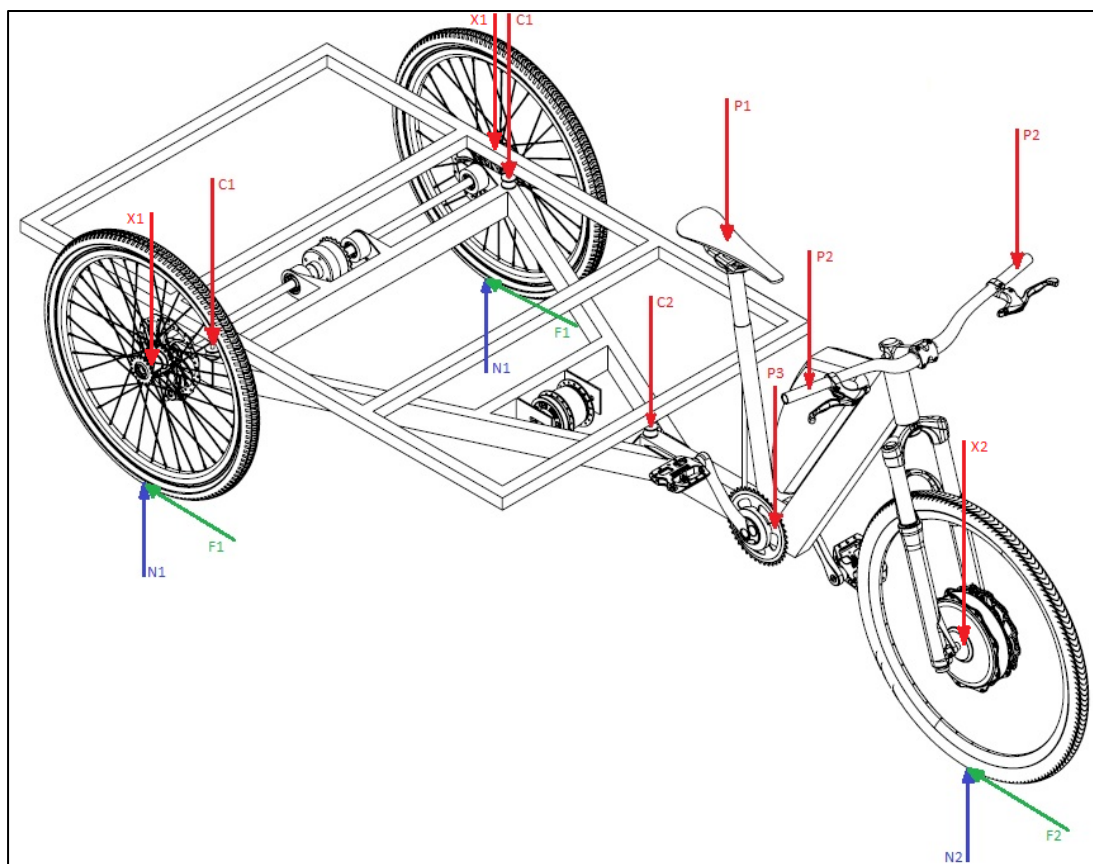
### **Dimensions del tricicle:**



**Croquis radi de gir:**



**Distribució de masses:**



**Dades:**

La càrrega de la caixa es distribueix per tota la superfície i el seu centre de masses esta al centre de l'estructura de la caixa.

$$C1 = 36,25 \text{ kg} \quad C2 = 72,5 \text{ kg}$$

$$P1 = 55 \text{ kg} \quad P2 = 5 \text{ kg} \quad P3 = 15 \text{ kg}$$

$$X1 = 15 \text{ kg} \quad X2 = 10 \text{ kg}$$

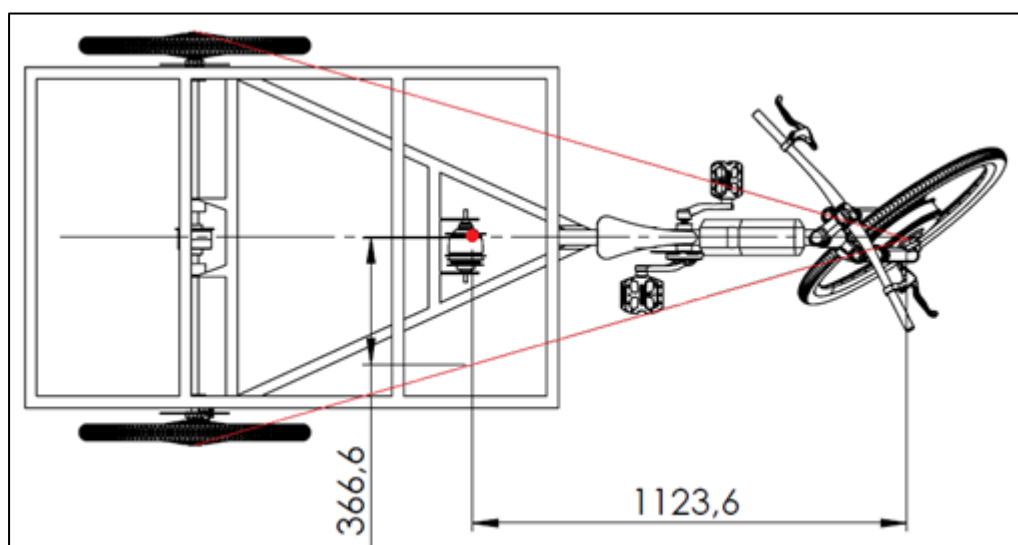
**Càlculs:**

1. Calculem de centre de gravetat del vehicle respecte l'eix X

$$c. d. g. = \frac{15 * 2 * 1842 + 36,25 * 1746 * 2 + 72,5 * 916 + 55 * 710 + 15 * 575 + 5 * 2 * 183}{15 * 2 + 10 + 36,25 * 2 + 72,5 + 55 + 15 + 5 * 2}$$

$$c. d. g. = 1123.622 \text{ mm} \quad (\text{respecte la roda davantera})$$

$$\text{Força total} = 250 \text{ kg} \rightarrow 2452.5\text{N}$$



Calculem de centre de gravetat del vehicle respecte l'eix Y:

Per poder calcular el centre de gravetat respecte l'eix Y s'ha de calcular la força centrípeta que es genera a cada massa a una velocitat concreta.

Fòrmula de la força centrípeta:  $F_c = m * w^2 * R$

On: m = massa  
w = velocitat angular  
R = radi de gir

Calculem la velocitat angular a la que gira:

$$V = w * R \rightarrow w = \frac{V}{R} = \frac{4,16}{6,807} = 0,612 \text{ rad /s}$$

C1:

$$F_{cC1} = 36,25 * \frac{4,16^2}{(6,807 - 0,111)} * (6,807 - 0,111) = 93,68N$$

$$F_{cC1'} = 36,25 * \frac{4,16^2}{(6,807 - 0,952)} * (6,807 - 0,952) = 107,14 N$$

X1:

$$F_{cX1} = 15 * \frac{4,16^2}{6,755} * 6,755 = 38,42N$$

$$F_{cX1'} = 15 * \frac{4,16^2}{(6,807 - 1,064)} * (6,807 - 1,064) = 45,2N$$

C2:

$$FcC2 = 72,5 * \frac{4,16^2}{6,088} * 6,088 = 206,08N$$

P1:

$$FcP1 = 55 * \frac{4,16^2}{6,228} * 6,228 = 152,82N$$

P3:

$$FcP3 = 15 * \frac{4,16^2}{6,328} * 6,328 = 41,02N$$

P2:

$$FcP2 = 5 * \frac{4,16^2}{5,329} * 5,329 = 16,24N$$

$$FcP2' = 5 * \frac{4,16^2}{6,975} * 6,975 = 12,405N$$

X2:

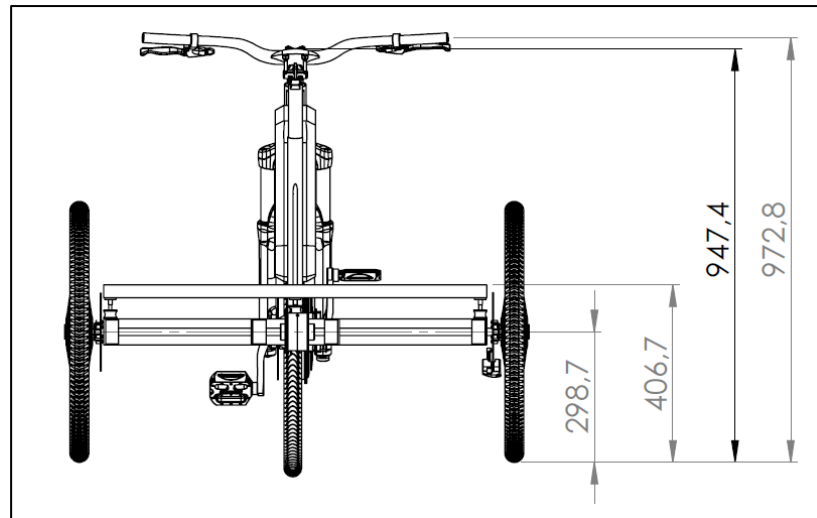
$$FcX2 = 10 * \frac{4,16^2}{6,807} * 6,807 = 25,42N$$

Un cop ja tenim calculades les forces centrípetes de cada punt podem calcular en centre de masses respecte l'eix Y.

$$c. d. g. = \frac{(93,68 + 107,14) * 406,72 + (38,42 + 45,2) * 298,7 + 206,08 * 1000 + 152,82 * 298,7 + 41,02 * 947,4 + (16,24 + 12,4) * 972,8}{(93,68 + 107,14) + (38,42 + 45,2) + 206,08 + 152,82 + 41,02 + (16,24 + 12,4)}$$

**c. d. g. = 495,87mm** (respecte del terra)

**Força total = 1717,54N**



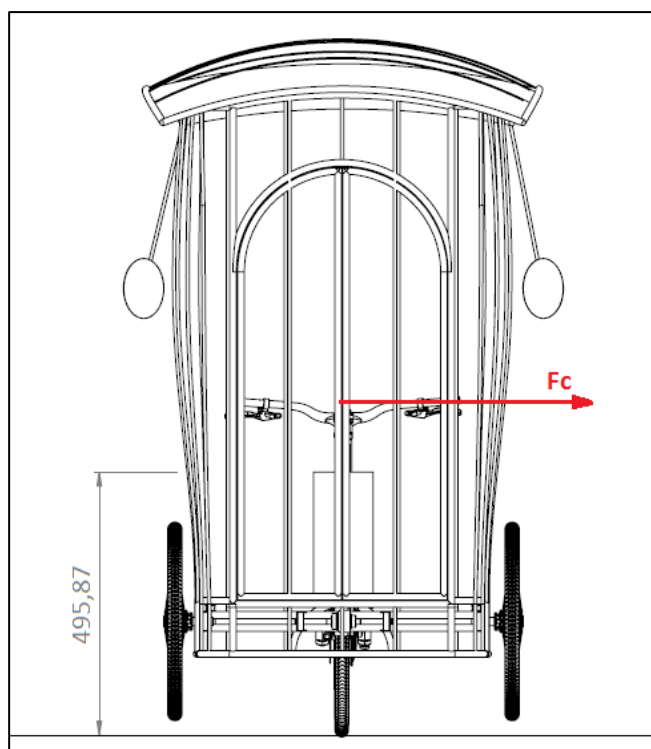
Calculem el moment resultant a la línia que uneix la roda davantera amb qualsevol de les dues posteriors.

Condicció d'equilibri:

$$MF_v > MF_c$$

$$MF_v = 2452,5 * 0,326 = \mathbf{897,6Nm}$$

$$MF_c = 1717,54 * 0,495 = \mathbf{850,18Nm}$$



**Conclusió:**

El tricicle no bolcarà perquè el moment que s'exerceix a l'eix de la força vertical és major que el generat per la força centrípeta.

Si el radi de gir disminueix és possible que passi el contrari i per tant bolqui. Això dona lloc a afirmar que l'angle de gir de tricicle haurà d'estar restringit d'entre un 35°-40° perquè el vehicle pugui circular amb seguretat.



## **ANNEX B: FITXA TÉCNICA PERFILS D'ACER**

## **ANNEX C: MANUAL D'ÚS**

L'objectiu d'aquest manual és facilitar la comprensió de les funcions del tricicle a l'hora d'utilitzar-lo. És recomanable llegir-lo atentament per tal de poder gaudir d'una conducció amb total seguretat.

### **1. Recomanacions per una conducció segura:**

- Respecti les normes de circulació.
  
- Revisi regularment l'estat del tricicle per assegurar-se que aquest es troba en les condicions òptimes de circulació (desgast dels frens, cargols descollats, pressió de les rodes, ajust del manillar i del seient, etc.)
  
- Comprovi que no hi hagi res que impedeixi una bona visibilitat. Ajusti la posició dels retrovisors a les seves necessitats de visió.
  
- Tingui el control del tricicle en tot moment, circulant a una velocitat raonable segons cada situació.
  
- Circulant de nit, tingui sempre els llums davanters i posteriors encesos.
  
- En situacions de pluja circuli amb major precaució. Redueixi la velocitat a la que aniria normalment i recordi que la visibilitat és menor.

### **2. Autonomia de la bateria**

- La distància màxima que es pot arribar a recórrer amb una bateria totalment carregada depèn, sobretot, del pes de la càrrega que es transporti i del nivell d'assistència que s'utilitzi (recordar que el motor disposa de tres nivells d'assistència per tal de subministrar més o menys parell segons convingui).
  
- Altres factors que poden influir en la disminució de la durada de la bateria són la circulació en pendent ascendent, una alta temperatura ambiental, la fricció dels frens, la pressió dels pneumàtics, la direcció del vent i l'estil de conducció.

- En condicions normals (terreny planer, sense vent) l'autonomia de la bateria pot superar els 25 km de trajecte recorregut.

### **3. Carregar la bateria**

- La bateria de què disposa el tricicle no té "efecte memòria", per tant no és necessari que estigui completament descarregada per connectar-la al carregador. Així mateix, no cal realitzar una càrrega completa abans del següent ús.
- Per carregar la bateria, es pot fer tant retirant-la del vehicle i emportant-te-la, com posada en la seva ubicació corresponent dins el vehicle.
- Si es carrega la bateria des del mateix vehicle, asseguris que el sistema de pedaleig assistit està apagat.
- El carregador s'ha de connectar a una corrent de 220V. Per comprovar que realment s'està carregant la bateria, observi que s'encén un LED vermell en el carregador.
- Quan el LED vermell passi a ser de color verd, significarà que la bateria està carregada el 100%.

### **4. Advertències de seguretat**

- No tiri la bateria al foc.
- No utilitzi aquesta bateria per altres dispositius.
- Utilitzi només el carregador subministrat per la càrrega de la bateria.
- No desmunti ni modifiqui la bateria.
- No submergeixi mai la bateria sota aigua.
- No exposi la bateria a temperatures superiors a 45°C.

- No desmunti ni modifiqui el carregador.
  
- No utilitzi el carregador per carregar altres bateries.
  
- No cobreixi el carregador ni col·loqui objectes sobre seu.
  
- Eviti qualsevol impacte fort en el motor.
  
- En cap cas obri el motor.

### **5. Responsabilitats**

- El fabricant no assumeix cap responsabilitat si la caixa portaequipatges és una altra diferent a la que incorpora el tricicle de càrrega. Tampoc assumeix cap responsabilitat en posteriors usos que s'allunyin de les funcions per les quals ha estat dissenyat el tricicle.
  
- El fabricant no es responsabilitza de danys sobre el tricicle si en aquest s'observen reparacions no realitzades pel propi fabricant del tricicle. Tampoc s'assumeix cap responsabilitat en el cas que s'hagin muntat peces que no siguin originals del fabricant.
  
- El fabricant no assumeix cap responsabilitat per danys sobre el vehicle en el cas que aquest hagi estat usat per terceres persones. Tampoc es responsabilitza de mal funcionaments de la bateria per no fer cas de les recomanacions pel seu correcte manteniment.

## **ANNEX D: MANUAL DE MANTENIMENT**

El present manual té com a objectiu facilitar-li les operacions bàsiques d'ajust i manteniment del seu tricicle. Li recomanem que el llegeixi atentament per tal d'obtenir un funcionament òptim i una llarga vida del vehicle. Així mateix, li recordem que el fet de no respectar els següents punts és responsabilitat únicament del propietari del vehicle.

### **1. Recomanacions:**

- Abans d'utilitzar el tricicle, verifiqui el bon funcionament d'aquest per assegurar-se que es troba en les condicions òptimes de circulació (desgast dels frens, cargols descollats, pressió de les rodes, ajust del manillar i del seient, etc.)

- El seu vehicle necessita un manteniment regular i unes revisions. La periodicitat d'aquestes dependrà de la freqüència i condicions d'ús. S'aconsella que sigui el propi fabricant qui realitzi les revisions.

### **2. Ajust de la posició sobre el vehicle**

- Reguli l'alçada del selló afluixant el cargol que tanca l'abraçadera que fixa la tija al quadre. L'alçada òptima correspon a la mesura de la cama multiplicada per un coeficient de 0.885. El resultat ha de correspondre a la distància des del centre del selló fins el centre del cargol de l'eix pedaler.

- Ajusti els retrovisors de manera que li permetin una bona visibilitat dels elements que es trobin darrere del tricicle.

- Reguli la posició del manillar per tal que no li quedin els braços ni massa estirats ni massa recollits. Per ajustar el manillar, afluixi els 4 cargols d'acollament del manillar, desplaci el manillar fins a obtenir la posició desitjada i torni a collar els cargols.

### **3. Desmuntatge i muntatge de les rodes**

- Per poder extreure la roda davantera, en primer lloc és necessari treure els dos cables de connexió elèctrica del motor. A continuació, s'han d'afluixar les femelles entre roda i forquilla. Per últim ja només queda extreure la roda, evitant accionar la maneta de fre davanter.
- Per l'extracció de les rodes posteriors, únicament és necessari afluixar els cargols i fer desplaçar les rodes del palier. Es recomana tornar a lubricar la caixa en el moment de tornar a inserir les rodes al palier.

### **4. Tensat de les cadenes de transmissió**

- S'ha d'ajustar la tensió de cadascuna de les dues cadenes que componen el sistema de transmissió de manera que al punt mig entre eixos les cadenes tinguin una folgança vertical d'1 cm.
- Per aconseguir la tensió desitjada, el sistema consta de tensors en cada cadena. Una manca de tensió en les cadenes pot ser motivada per un desplaçament angular del tensor de cadena, o bé per una elongació de la pròpia cadena. En aquest darrer cas, la solució més encertada serà substituir la cadena per una de nova.
- En el cas d'un desplaçament angular del tensor, en primer lloc haurem d'afluixar el cargol de gir del tensor. A continuació, fer girar el tensor col·locant-lo a 15° segons l'escala que porta inscrita el propi tensor. Per últim, es torna a collar el cargol per mantenir la correcta posició del tensor.

### **5. Revisat del collat dels cargols**

- Les unions amb cargols en les rodes (davantera i posterior) pateixen un gran esforç, pel que es recomana revisar que estan ben collades sempre abans de començar a utilitzar el tricicle.
- Revisar periòdicament els cargols dels elastòmers que subjecten la caixa portaequipatges al xassís. Hi ha fins a tres elastòmers a revisar, que s'hauran de collar o afluixar accedint a la part de sota el vehicle.

- S'aconsella comprovar les unions del diferencial, tant les del plat de transmissió al diferencial, com les de la carcassa del propi diferencial.

## **6. Lubricació**

- És indispensable mantenir una òptima lubricació de certes parts i components del vehicle, ja que asseguraran un correcte funcionament i allargarà la vida útil del tricicle. Sobretot, cal prestar atenció en lubricar les cadenes de transmissió i el canvi de velocitats. Es recomana l'ús d'un oli SAE-20.

## **7. Pressió de les rodes**

- La pressió de les rodes ha de ser la que s'indica en l'exterior del pneumàtic. Aquesta pot venir donada en PSI o en bars. Recalcar que 14 PSI equivalen a 1 bar, i 1 bar és el mateix que 1 kg/cm<sup>2</sup>. Si la pressió de les rodes és molt baixa, correm el risc de punxar roda i es malmet la llanta. Si les rodes estan massa inflades es redueix l'adherència del vehicle amb el terra.
- Substituir els pneumàtics quan aquests assoleixin el seu límit de desgast. Una bona superfície de rodament és essencial per assegurar una bona conducció i un bon frenat.

## **8. Recanvi de peces**

- Les peces que més solen desgastar-se són les pastilles i discs de fre, la cadena, les llantes, els llums i la bateria.
- Pel canvi de pastilles i discs de fre, recomanem consultar els manuals específics del fabricant d'aquests elements.
- Realitzarem la substitució d'una cadena si aquesta ha patit una elongació.
- Si una llanta es troba en mal estat, canviar-la per una altra del mateix tipus i dimensions.

## **ANNEX E: MANUAL TÈCNIC CANVI DE MARXES**



## **ANNEX F: FABRICACIÓ DEL XASSÍS**

En aquest annex de fabricació podem veure la seqüència d'imatges dels diferents processos de fabricació que s'han dut a terme fins a l'actualitat (15/06/2015).

### **Operacions:**

Tall a làser de les peces que suporten l'eix posterior:



Tornejat dels allotjaments dels rodaments:



Plegat de les peces tallades a làser:



Mecanitzat i soldadura del diferents subconjunts del xassís:



