



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.

Universitat Politècnica de Catalunya.

DISSENY D'UN REMOLC PER A COTXES DE FÓRMULA STUDENT

Treball de Fi de Grau

Autor: Adrià Sarasibar Fernandez-Layos

Curs 2016-17

Dirigit per: Dr. Emilio Hernández

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Resum

El Treball de Fi de Grau "DISSENY D'UN REMOLC PER A COXTES DE FÓRMULA STUDENT" (a partir d'ara s'utilitzarà Fórmula Student i FS, indistintament) sorgeix de la necessitat de transportar els vehicles FS en les competicions universitàries. El present projecte consisteix a dissenyar un remolc, comparant diverses alternatives, i incorporant elements innovadors. El tret distintiu a estudiar consisteix a avaluar la viabilitat de portar dos cotxes a la vegada, o que es pugui alternar un cotxe i una moto, també de FS. Aquest projecte s'ha realitzat en col·laboració amb l'empresa de remolcs "Remolques Comanche¹" i, s'han utilitzat dades reals d'un equip de FS. Tot això amb l'objectiu d'aconseguir un disseny amb peces reals del mercat, que fos al més pràctic possible, i que es pogués arribar a construir.

¹ Remolques Comanche, Carrer Sis, 9, 08794 Cabanyes (Les), Barcelona

ÍNDEX

Introducció	4
Objectiu	4
Abast	4
Conflicte	5
Fórmula Student.....	6
Remolc.....	7
Tipus de remolcs	7
Normatives generals	8
Carnet de conduir.....	12
Proposta d'alternatives de disseny	13
Propostes de disseny.....	13
Remolc pesat vs remolc lleuger	13
Remolc tancat vs remolc obert	14
Remolc de plataforma vs remolc de rails.....	14
Remolc d'un eix vs remolc de dos eixos.....	15
Remolc llarg vs remolc de dos pisos.....	15
Possibles materials.....	16
Acer	16
Alumini	16
Plàstic	16
Fusta	17
Conformat de xapa per deformació plàstica.....	19
Fabricació de l'acer.....	19
Colada de l'acer	20
Laminació	21
Conformat de xapa.....	22
Disseny	26
Especificacions i requisits de disseny	26
Disseny 1: disseny preliminar.....	27
Dimensions caixa.....	27
Sistema per pujar els cotxes.....	27
Representació 3D	30
Conclusions disseny preliminar 1	31

Disseny 2: disseny preliminar	31
Dimensions caixa	31
Sistema per pujar els cotxes	32
Sistema per acoblar la moto	32
Caixa de recanvis	32
Lona	32
Representació 3D	33
Conclusions disseny preliminar 2	33
Disseny definitiu	34
Eix	34
Arcs	35
Capçal	35
Llances en V	36
Rodes	37
Roda jockey	37
Suport moto	38
Peu metàl·lic	38
Rampes	39
Plataforma	39
Caixa de recanvis	39
Viabilitat del projecte	40
Viabilitat tecnològica	40
Impacte ambiental	40
Pressupost	41
Gantt	42
Conclusions	43
Bibliografia	44
Annex	45

Introducció

Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar un remolc per a cotxes de Fórmula Student, que incorpori algun avantatge o característica, que li aportí un element distintiu o innovador. Algunes de les propostes que s'analitzaran són que sigui capaç de portar tant un com dos cotxes a la vegada o que sigui capaç de alternar una moto i un cotxe.

S'utilitzaran dades reals dels vehicles d'un equip de FS universitari.

S'inclourà un pressupost aproximat, ja que es pretén que el disseny es pugui arribar a construir per col·laborar amb l'equip.

Es treballarà en col·laboració amb l'empresa Remolques Comanche per aconseguir un disseny al més realista i pràctic possible.

Paral·lelament a aquest objectiu principal, n'hi ha d'altres de caire més acadèmic. Per una banda, l'objectiu és el de posar en pràctica alguns dels coneixements i habilitats tècniques assolits durant la carrera. Es tractaran especialment temes relacionats amb les assignatures de Gestió de Projectes, Expressió Gràfica, i Tecnologia i Selecció de Materials entre d'altres.

Per altra banda, espero que en aquest projecte pugui obtenir nous coneixements en tots els camps esmentats anteriorment.

Abast

Es treballarà en col·laboració amb un equip universitari que participa en la FS. S'utilitzaran les dimensions i el pes de vehicles de competicions reals, com a referència pel disseny i dimensionament del remolc.

Es realitzarà un estudi de diverses opcions possibles pel que fa a tipus de remolc. També es plantejaran els possibles materials a utilitzar, i es discutiran les alternatives de disseny. Es consultarà amb l'empresa Remolques Comanche per obtenir informació de mides, peces i materials de remolcs que ells construeixen. D'aquesta manera, es pretén aconseguir un disseny que a la pràctica es pogués arribar a construir en aquesta mateixa empresa.

El remolc estarà ideat per utilitzar-se durant les competicions, per transportar els vehicles. També serà útil per facilitar el transport a l'hora de realitzar proves dels vehicles als circuits.

Conflicte

La idea de dissenyar aquest remolc va sorgir de la necessitat de transportar els vehicles FS en les competicions universitàries.

Ja sigui per transportar els cotxes des del taller fins on es realitzaran aquests esdeveniments, o simplement per la necessitat de realitzar alguna prova en un circuit de competició, resulta imprescindible un bon transport. La possibilitat de ser capaç de portar més d'un vehicle a la vegada, o poder portar alternativament una moto, o un cotxe, pot resultar innovador i pot ser avantatjós. Es pot incorporar una caixa per portar eines, o materials de recanvi.

A més, es pot aprofitar l'espai exterior del remolc per afegir petits panells, o una lona en els que posar publicitat dels patrocinadors.

Fórmula Student

La Fórmula Student és una competició educativa per a joves estudiants d'enginyeria, coneguda arreu del món. Té el suport d'enginyers professionals i de grans companyies, com Red Bull. Universitats de tot el món tenen el repte de dissenyar i construir un vehicle monoplaça de carreres, que serà sotmès a una sèrie de proves estàtiques i dinàmiques. D'aquesta manera, es podran avaluar els coneixements dels estudiants a través del seu vehicle.

La primera competició d'aquest estil va organitzar-se l'any 1976, a la universitat de Carolina del Sud². Va consistir en construir "car-cross", però hi havia molta limitació pel que fa a la llibertat del disseny.

L'any 1981 es va celebrar a la universitat de Texas la primera edició de la competició coneguda amb el nom de Formula SAE. Van participar 6 equips diferents, i un total de 40 alumnes³. Aquesta competició ha anat creixent des d'aleshores.

Des del 1998, s'organitza a Warwickshire Anglaterra una edició coneguda amb el nom de Fórmula Student⁴, que més endavant va poder portar-se a Espanya.

Actualment, es celebren competicions per tot el món. Hi participen països com Alemanya, Japó, Australia, etc. Les participacions arriben als 120 equips i als 2000 estudiants.

La temporada 2007/08, la universitat ETSEIB va participar per primera vegada amb l'equip Motorsport. L'objectiu era anar a les competicions organitzades a Silverstone (Regne Unit) i a Hockenheim (Alemanya).

Utilitzant paraules del mateix equip del ETSEIB: "*Aquest projecte és una gran experiència pels alumnes que conformen l'equip. Una experiència enginyeril totalment real que es fa paral·lelament als seus estudis. (Els membres adquireixen unes habilitats molt difícils de tenir abans d'entrar al món laboral: comunicació amb empreses proveïdores, disseny de components reals, ser membre d'un projecte de gran envergadura)*".⁵

² Baja SAE history North American Competitions. SAE International.

³ Formula SAE events history. SAE International.

⁴ History of Formula Student. Institution of Mechanical Engineers.

⁵ About us. One team, one philosophy. ETSEIB Motorsport

Remolc

Un remolc és un vehicle de càrrega no motoritzat. Està dissenyat per ser remolcat i dirigit per un altre vehicle tractor motoritzat, de manera que cap part del seu pes descansi sobre aquest vehicle tractor. Poden portar tot tipus de càrrega, i consten de rodes, xassís, superfície de carrega i, depenent de les seves dimensions, frens propis.

Es poden trobar diversos tipus de remolc, des dels que es fan servir per a ús personal i que poden remolcar gairebé qualsevol vehicle, fins als grans remolcs industrials que utilitzen els camions per transportar mercaderies. A continuació, es detallarà una classificació general dels diferents tipus de remolc, segons el Reglament General de Vehicles (RGV) en el seu annex II, apartat A.

Tipus de remolcs

- Remolc complet
- Remolc amb eix central
- Semiremolc
- Caravana
- Remolc agrícola

Els tipus en què es centrarà aquets treball, són els que pertanyen al grups dels semiremolcs. Dins d'aquest grup també es poden trobar diverses variants, com remolcs tancats o oberts. Aquestes es discutiran més endavant a l'apartat de proposta d'alternatives.

Normatives generals

Hi ha un seguit de normatives que s'han de tenir en compte a l'hora d'utilitzar un remolc. Primer de tot, serà necessari definir una sèrie de conceptes.

MMA = TARA + CÀRREGA

MMA: és la massa màxima admissible. És la massa màxima del remolc amb la càrrega. Aquesta massa tindrà que ser suportada per l'eix del remolc i dividida per cadascun dels pneumàtics que aguanten el remolc.

Tara: és la massa del remolc amb tot l'equipament autoritzat admissible, sense càrrega ni passatgers.

Càrrega: és la massa autoritzada per transportar en el remolc.

A continuació, es farà un repàs de les normatives més importants.

El Reial Decret Legislatiu 339/1990 de 2 de març, pel qual s'aprova la Llei sobre Trànsit, Circulació de Vehicles a Motor i Seguretat Vial, estableix les normes de circulació dels vehicles, així com els elements de seguretat activa i passiva i les condicions tècniques dels vehicles.

El mateix article 5 de la L.S.V. estableix que seran competències del Ministeri de l'Interior, entre d'altres, la matriculació i expedició de permisos i llicències de circulació dels vehicles a motor, remolcs, semiremolcs i ciclomotors, així com l'anul·lació, intervenció o revocació dels esmentats permisos o llicències.

L'article 62 de la L.S.V. estableix que per posar en circulació vehicles de motor, així com remolcs de pes màxim superior al que es determini, cal matricular-los i que portin les plaques amb els caràcters que se'ls assigni, de la manera que s'estableixi.

En el desenvolupament de l'article 62 de la L.S.V. l'article 25 del R.G.V. s'estableix que per a posar en circulació vehicles de motor, així com remolcs i semiremolcs de massa màxima superior a 750 kg, cal matricular-los i que portin les plaques de matrícula amb els caràcters que se'ls assigni.

En l'apartat B. Classificació per criteris de construcció de l'annex II, distingeix els remolcs i semiremolcs no agrícoles, segons la seva massa màxima autoritzada:

- Lleugers: aquells amb una massa màxima autoritzada que no excedeixi de 750 Kg.
- De MMA superior a 750 Kg. i igual o inferior a 3.500 kg.
- De MMA superior a 3.500 Kg. i igual o inferior a 10.000 kg.
- De MMA superior a 10.000 kg.

Igual que tots els altres vehicles, els remolcs i semiremolcs han d'estar homologats i complir amb les prescripcions tècniques i administratives.

Condicions tècniques que han de complir els remolcs i semiremolcs, segons l'article 13 del Reglament general de vehicles

A més de les condicions tècniques ja vistes, amb caràcter general per a qualsevol tipus de vehicle l'article 13 RGV estableix que:

1. Els elements mecànics, pneumàtics i elèctrics de connexió entre un vehicle tractor i el seu remolc han de ser compatibles i complir les exigències establertes per reglament.
2. Els remolcs han de tenir un dispositiu que obligui a les seves rodes a seguir una trajectòria anàloga a la del vehicle tractor.
3. El dispositiu d'acoblament del remolc amb el vehicle tractor estarà dotat d'un element que impedeixi el desacoblament del mateix.
4. Els remolcs la MMA dels quals sigui menor o igual a 1.500 kg, que no estiguin proveïts d'un sistema que asseguri la frenada del remolc en cas de trencament del dispositiu d'acoblament, han d'estar proveïts, a més de l'enganxall principal, d'un dispositiu d'acoblament secundari (cadena, cable, etc.) que, en cas de separació de l'enganxall principal, pugui impedir que la barra del dispositiu d'acoblament toqui a terra i que asseguri, a més, una certa conducció residual del remolc.

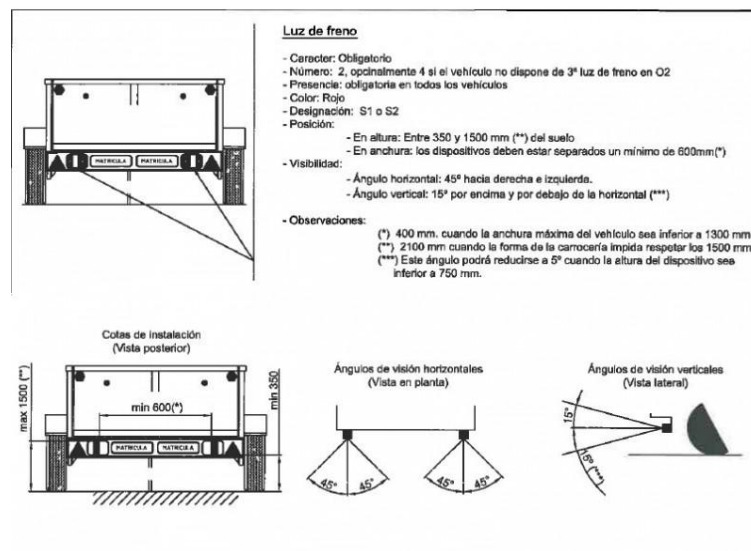
Pel que fa a dispositius d'enllumenat i senyalització òptica a què es refereixen els articles 16 i 17 del RGV assenyalen que els remolcs i semiremolcs, excepte els agrícoles, han de portar obligatòriament:

- Llums indicadors de direcció, amb senyal d'emergència.
- Llum de frenada.

- Llum de placa posterior de matrícula.
- Llum de posició del davant per a remolcs de més de 1'60 metres d'amplada.
- Llum de posició del darrere.
- Llum antiboira del darrere.
- Llum de gàlib (per als d'amplada superior a 2'10 metres).
- Catadiòptrics del darrere triangulars.
- Catadiòptrics davanters no triangulars.
- Catadiòptrics laterals no triangulars.
- Llum de posició lateral (per als de longitud superior a 6 metres).

Els dispositius d'enllumenat i senyalització que han de portar els remolcs agrícoles varia segons la classe de vehicle de què es tracti.

A més, els remolcs de MMA superior a 1.500 Kg han d'estar proveïts de frenada de servei i d'estacionament, a més de frenada automàtic que actui automàticament en cas de separació de l'enganxall. Els remolcs amb MMA superior a 10.000 kg portaran també un dispositiu antiblocatge. A la següent il·lustració, es pot veure una descripció gràfica d'alguns dels valors màxims i mínims de la normativa referent a l'enllumenat.



Il·lustració 1. Directiva enllumenat.
Font: pàgina web Remolques Comanche.

Requeriments administratius

El permís de circulació:

S'han de donar aquí per reproduïdes les explicacions exposades, amb caràcter general, en l'apartat permís de circulació.

Les plaques de matrícula:

Sense oblidar que s'ha indicat en l'epígraf anterior referent a aquesta qüestió, és interessant indicar que el fons de les plaques de matrícula dels remolcs i semiremolcs seran de color vermell, els caràcters estampats en relleu aniran pintats en color negre mat. En les plaques s'inscriuran tres grups de caràcters constituïts per la lletra R, un nombre que anirà des del 0000 al 9999 i tres lletres començant per les lletres BBB i acabant per les lletres ZZZ, suprimint les cinc vocals, així com les lletres Ñ i Q, per ser fàcil la seva confusió amb la lletra N i O.

La targeta d'inspecció tècnica:

Tots els remolcs, inclosos els remolcs lleugers (de massa màxima autoritzada igual o inferior de 750 kg) i les caravanes han d'estar proveïts d'una targeta ITV.

L'assegurança obligatòria de l'automòbil:

El propietari de tot vehicle matriculat ha de subscriure una assegurança obligatòria, per això també els remolcs han d'estar assegurats. S'exceptuen de l'obligació de subscriure assegurança a aquells remolcs que per tenir una MMA igual o inferior a 750 kg no es matriculen. En aquest cas, en subscriure el contracte d'assegurança del vehicle tractor, haurà d'incloure com a objecte assegurat juntament amb aquest vehicle tractor la possibilitat de portar un remolc enganxat.

Resumint els punts més importants:

Documentació i obligacions que són necessaris per a un remolc de menys de 750 kg:

- Aquests remolcs no es matriculen.
- Necessiten una fitxa tècnica expedida pel seu fabricant.
- No paguen impost de circulació.

- Circulen amb l'assegurança del vehicle, però cal comunicar-ho a la companyia asseguradora.
- Han de dur una còpia de la matrícula del vehicle darrere.

Documentació i obligacions té un remolc de més de 750 Kg.

- Aquests remolcs han de ser matriculats per la prefectura de trànsit i, en conseqüència, paguen impost de circulació i assegurança apart.
- Necessiten una fitxa tècnica expedida pel seu fabricant.
- Porten dues matricules darrere: la pròpia del remolc de color vermell, i la còpia del la matrícula del vehicle tractor.
- Han de dur llum de marxa enrere.
- Passarà revisions periòdiques d'ITV.

Carnet de conduir

Per altra banda, ara centrant l'atenció en el conductor, segons el tipus de carnet que tingui podrà utilitzar diferents remolcs.

Carnet **tipus B**. Permet dues opcions: Transportar un remolc de no més de 750 kg de MMA, o portar un remolc de més de 750 kg, però tenint en compte que el conjunt format pel vehicle tractor i el remolc no superi els 3500 kg de MMA. És a dir, amb un remolc pesat només es poden transportar 3500 kg, però amb un remolc lleuger que no superi els 750 kg, es poden portar fins a 4250 kg (3500+750).

Carnet **tipus B96 i B+E**. Permeten circular amb un remolc de més de 750 kg, fins a un màxim de 4250 kg. Per obtenir el carnet tipus B96 és necessari superar unes proves d'aptitud i comportament, de tipus pràctic. Si el conjunt tractor i remolc supera els 4250 kg, serà necessari el carnet tipus B+E.

Proposta d'alternatives de disseny

Prèviament a començar amb el disseny, cal determinar quin tipus de remolc d'entre tots els possibles serà el més adient per al vehicle a transportar. A continuació, es discutiran les diverses alternatives, i s'aniran veient els punts a favor i en contra de cadascuna de les propostes, per aconseguir el millor resultat.

Propostes de disseny

Es plantejarà una primera proposta de disseny d'un remolc que pugui portar dos cotxes alhora i s'estudiarà posteriorment la seva viabilitat tecnològica i econòmica. Si no resultés viable, la segona proposta seria dissenyar un remolc que pugui alternar un cotxe i una moto.

1. Remolc per a dos cotxes
2. Remolc per alternar cotxe i moto.

Remolc pesat vs remolc lleuger

La primera qüestió a plantejar és si el pes del remolc hauria de superar, o no, els 750 kg de MMA.

Un remolc pesat de més de 750 kg permet portar molt més pes, però com s'ha pogut comprovar en totes les normatives vistes en anteriors apartats, és necessària molta més documentació que amb un remolc lleuger. Amb un remolc lleuger, no farien falta documents com la ITV, o el permís de circulació.

A priori, sense conèixer els detalls específics de quant pesa un vehicle de FS, es fa una suposició que no supera els 200-250 kg. La millor opció sembla decantar-se per un **remolc lleuger**. No és necessari un remolc pesat per portar aquests cotxes. El marge de què es disposaria per construir el remolc per a dos cotxes seria al voltant de 250-350 kg, arribant fins i tot als 400-500 kg, si a l'hora de transportar els vehicles es desmuntés l'aleró, cosa que està prevista que es faci. Una altra manera d'aconseguir augmentar el marge de pes pel remolc seria limitar la possibilitat de portar dos cotxes a la vegada. El segon cotxe es transportaria amb el mínim de components, perquè fos al més lleuger possible. A més, es podrien facilitar tots els tràmits, tant al conductor com al fabricant, i agilitzar l'homologació del remolc. De la mateixa manera, en el segon disseny, les exigències de pes serien encara menors. Així que la mateixa opció també resultaria vàlida.

Remolc tancat vs remolc obert

La primera classificació que s'estudiarà serà la de remolcs tancats, i remolcs oberts.

Un remolc tancat té l'avantatge de ser més segur i proporciona una major protecció contra els elements exteriors, ja sigui el temps o els objectes de la carretera. Per contra, sol ser força car i pesat.

El remolc obert és més fàcil de remolcar i no és necessari un vehicle amb molta potència. És barat i versàtil, i permet al conductor tenir major visibilitat a l'hora de conduir. Per contra, és menys segur i està més exposat.

El remolc tancat sembla més interessant per aquest projecte, ja que ofereix més seguretat i aerodinàmicament protegirà molt més, sobretot en el cas del remolc de dos cotxes. Tot i que amb el remolc obert és possible obtenir un remolc més lleuger, a un preu més baix, el cotxe i el remolc patirien més. La millor manera per resoldre aquest problema és amb un remolc tancat, tot i que es podria plantejar la possibilitat d'utilitzar una lona que es pogués posar i treure. D'aquesta manera es podria disposar d'un remolc tancat en condicions exteriors desfavorables, i un d'obert si es no es requereix tanta seguretat.

Així que la opció escollida és el **remolc tancat**, tot i que s'estudiarà la possibilitat d'utilitzar una lona que es pugui treure.

Remolc de plataforma vs remolc de rails

A continuació, es determinarà si es tractarà d'un remolc de rails, o de plataforma.

Un remolc de plataforma, tot i que proporcionaria més estabilitat, resulta més pesat. Per reduir el pes del remolc una opció seria utilitzar un material diferent pels carrils per on aniran les rodes, i la resta de la plataforma d'un altre.

Un **remolc de rails** és ideal pel tipus de cotxe que es pensa transportar. Un cotxe esportiu té les rodes molt grans i amb els rails es pot distribuir perfectament i aguantar tot el pes del cotxe, sense necessitat d'una plataforma. A més, es redueix la quantitat de material utilitzat en el remolc, amb el que no només es gasten menys diners, sinó que també s'obtindria un remolc més lleuger.

Pel que fa al segon disseny, el factor pes no resulta tan crític com en el primer disseny, i es podria escollir la opció del **remolc de plataforma** que proporciona més estabilitat. A més, al haver d'alternar cotxe i moto, seria necessària una plataforma. Si només es disposa de rails la moto no podria anar-hi.

Remolc d'un eix vs remolc de dos eixos

A continuació s'escollirà si es tractarà d'un remolc d'un o dos eixos.

Un remolc d'un sol eix implica que serà més petit i, per tant, més fàcil de remolcar. També simplifica el disseny, ja que el pes el suporten dues rodes d'un mateix eix. El cost, tant de material com de manteniment, seran menors ja que hi ha menys pneumàtics a tenir en compte. Hi ha alguns inconvenients, com que els pneumàtics es desgastaran ràpidament si es carrega molt de pes.

Un remolc amb dos eixos permet portar més pes, i el remolc tindrà major estabilitat.

En vista dels avantatges que ofereix un **remolc d'un sol eix**, i tenint en compte que serà important reduir el pes, en especial al primer disseny, aquesta és la opció escollida.

Remolc llarg vs remolc de dos pisos

Per últim, és necessari decidir com estaran distribuïts els dos cotxes sobre el remolc en el primer disseny.

Hi ha possibilitat de posar un cotxe sobre de l'altre, amb algun tipus de plataforma mòbil, o que el remolc sigui una plataforma més llarga, i càpiguen els dos vehicles, un davant de l'altre. Amb la primera opció sembla que podria optimitzar millor l'espai i, al no tenir tanta llargada, seria més fàcil per maniobrar. L'espai que sobraria, si només es portés un cotxe amb un remolc llarg, tot i que s'utilitzés per portar una caixa d'eines o una roda de recanvi, seria massa gran i quedaria desaprofitat. En canvi, amb un **remolc de dos pisos**, si només es portés un cotxe sobraria espai suficient, que es podria aprofitar millor.

Més endavant, en l'apartat de disseny, s'estudiaran les diferents possibilitats pel que fa al mecanisme que permeti moure la plataforma superior.

Possibles materials

Els materials que es fan servir típicament per a la construcció d'un remolc són l'alumini, la fusta, l'acer o el plàstic. A continuació, es presentaran les diferents possibilitats, comentant les característiques d'aquests materials, i s'escollirà el més adient per a la realització d'aquest projecte.

Acer

L'acer és el material més comú que s'utilitza per a la construcció de remolcs, i és el millor per al transport de grans volums de càrrega. L'acer és un element metàl·lic molt fort i resistent. També és un material flexible i disposa d'una memòria natural que li permet mantenir la forma al llarg d'un extens període d'ús. Resulta fàcil de modificar per afegir accessoris, reparar o canviar-ne l'aparença. Tot i que l'acer no és resistent a la corrosió, generalment se li pot aplicar una capa d'acabat perquè augmenti la seva durabilitat. Permet obtenir una gran varietat de superfícies diferents.⁶

Alumini

L'alumini és un element metàl·lic molt econòmic. Té bona capacitat de càrrega, i és especialment bo per a remolcs lleugers i compactes dissenyats per transportar càrregues de petit volum. Aquest material, però, no és adequat per al transport a distàncies llargues, ja que es fatiga i es fa malbé.

Plàstic

La utilització de plàstic en la construcció de remolcs utilitaris és una innovació recent i involucra un plàstic d'alt pes molecular, que es barreja amb alumini per millorar-ne les propietats. Aquesta combinació barreja els marcs d'alumini amb les xapes plàstiques de polietilè, per tal de reduir el nivell de material metàl·lic, i permet el transport de grans volums de càrrega lleugera.

⁶ Qué materiales se utilizan para construir un remolque utilitario. Escrito por Lewis r. Humphries. eHow

Fusta

La fusta és un material lleuger que no s'oxida. Si es trenca o s'esquerda pot ser reparat o reemplaçat fàcilment. Per a la construcció de remolcs hi ha la possibilitat d'utilitzar una fusta feta de cautxú de pneumàtic reciclat i plàstics. Segons el fabricant, és durador, antilliscant, fàcil de netejar, impermeable, resistent a raigs UV, i no s'esquerda.⁷

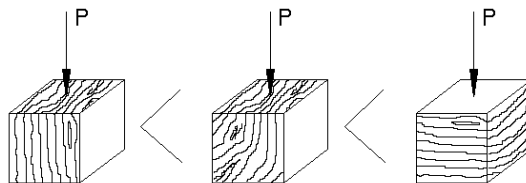
Per facilitar la comparació entre els diferents materials presentats, s'ha elaborat una taula amb les característiques de cada materials. La taula següent mostra les propietats més importants a considerar per a l'elecció del material:

Propietats	Fusta	Alumini	Acer	Polietilè
Treballabilitat	Molt bona	Bona	Molt bona	Molt bona
Disponibilitat	Alta	Alta	Alta	Bona
Mòdul de Young [GPa]	6-20	68-82	190-210	n/a
Coefficient de Poisson	n/a	0,33	0,285	0,46
Densitat[kg/m ³]	600-800	2500-2900	7850	940-970
Tensió de fractura [MPa]	6-100	58-550	276-1882	20-30
Límit elàstic[MPa]	n/a	15-20	186-758	900-1000
Cost aproximat[€/kg]	0,54-0,61	1,88-2,06	1-2	n/a

Taula 1. Propietats dels materials.

Font: Creació pròpia.

Quasi des d'un bon començament, la fusta va quedar descartada a causa del seu comportament anisotròpic. És a dir, que les propietats físiques del material (elasticitat, conductivitat, etc.) depenen de la seva orientació cristal·lina. Aquest fenomen podria dificultar el disseny i, a més, es podrien donar comportaments inesperats per part del material.



Il·lustració 2. Anisotropia fusta.
Font: Apunts Resistència de Materials.

⁷ Overview. What is rubber. Rubber.

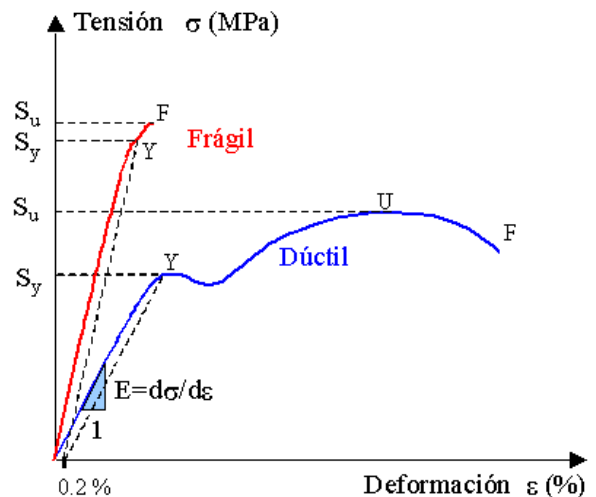
A més, la fusta que es comentava que estava feta de cautxú, no s'ha d'utilitzar per a remolcs d'automòbils. El material no pot suportar el pes concentrat que un cotxe pot col·locar en una àrea tan petita, sense el suport d'una barra addicional.

L'opció de plàstic, la combinació de polietilè i alumini, és menys accessible i més cara, ja que combina dos materials diferents i és relativament recent. Així que queda també descartada.

Finalment, només queden dos possibles candidats: l'acer i l'alumini. L'alumini no és tan fort com l'acer, i no té el mateix nivell de flexibilitat. Això vol dir que sota la mateixa pressió, l'alumini es doblegarà més i no podrà aguantar tanta quantitat de càrrega. Un remolc d'alumini, però, requereix menys manteniment degut a l'oxidació i corrosió, i té millor durabilitat general. És també molt més lleuger que no pas l'acer.

Finalment, basant-se en les dades tabulades i les recomanacions dels fabricants, s'ha escollit l'acer com a material d'elaboració. Aquesta decisió s'ha pres bàsicament en funció de dos paràmetres: la disponibilitat del material i la seva excel·lent treballabilitat. Tot i que l'acer era un material relativament car i pesat, aquestes dues característiques el feien més adequat a les necessitats d'elaboració i, per tant, la balança es va decantar en favor seu.

D'altra banda, cal destacar que l'acer presenta una tenacitat a la fractura substancialment més gran que els altres materials considerats.



Il·lustració 3. Diagrama tensió – deformació.
Font: Apunts Resistència de Materials.

La tenacitat a la fractura és la capacitat que presenten els materials d'absorbir energia abans de trencar-se. El fet que l'acer presenti una tenacitat a la fractura elevada indica que es tracta d'un material dúctil, tal i com es pot apreciar en la il·lustració 3.

Conformat de xapa per deformació plàstica

Havent decidit el material, cal veure com es treballa amb aquest metall a l'hora de construir un remolc. Per aconseguir un coneixement pràctic, s'obté informació de remolcs reals fabricats a Remolques Comanche, buscant que les seves dimensions siguin semblants a les del remolc que es vol portar a terme en aquest projecte.

El xassís dels remolcs està construït amb xapa plegada galvanitzada i tub estructurals d'unes dimensions de 50x50.

Els panells estan fabricats de xapa lacada.

El terra i el sostre estan fets de xapa galvanitzada perforada amb embotició. Hi ha terres d'altres materials com fusta fenòlica que també resulten interessants, però que no es tractaran en aquest apartat que es centra en l'acer.

Es pot observar que la forma de l'acer amb la que més es treballa és la xapa. Una xapa és una làmina fina de metall que generalment no supera els 12 mm de gruix i que s'obté per laminació i tractaments tèrmics del material.

A continuació, es descriurà el procés d'obtenció d'aquestes xapes. S'inclourà una visió general del procés mitjançant el qual s'aconsegueix l'acer.

Fabricació de l'acer

Existeixen dos sistemes a partir dels quals es pot obtenir l'acer: Per ferro colat produït en els alts forns o per ferralla en els forns elèctrics. El primer representa un 70% de la producció mundial i el segon el 30% restant.

Per obtenir el ferro colat en un alt forn, la càrrega que s'hi introdueix és mineral de ferro (òxid de ferro) coc i fundent. El coc s'utilitza com a agent de reducció per extreure el metall del mineral. S'introdueix aire per unes toveres de la part inferior i l'òxid de ferro es redueix en ferro per acció del coc.

Reaccions bàsiques en l'alt forn :

- $\text{Coc} + \text{vent} \rightarrow \text{calor} + \text{CO}$ (Procés oxidant)
- $\text{Minerals} + \text{CO} + \text{calor} \rightarrow \text{ferro colat} + \text{gasos de sortida}$ (Procés reductor)
- $\text{Ganga} + \text{fundent} + \text{calor} \rightarrow \text{escòries}$ (silicats)

El procés de reducció que se produeix és:

- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} = 2\text{FeO} + \text{CO}_2$
- $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$

El producte obtingut és el ferro colat.

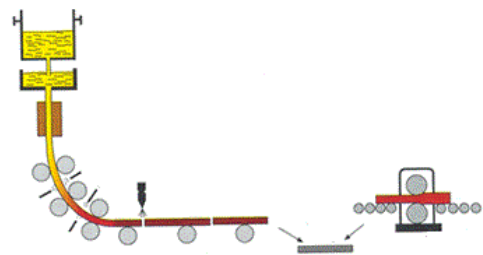
El següent pas és l'afinament, procés mitjançant el qual s'obté l'acer. S'introdueix el ferro colat obtingut a l'alt forn en uns convertidors on es reduirà l'excés de carboni, magnesi i fòsfor. Existeixen dos mètodes per reduir el carboni per oxidació que són: afinament per vent i afinament per solera. Del primer tipus hi ha dos convertidors diferents. El Bessemer i Thomas i el convertidor LD. Del segon tipus es pot trobar el convertidor Martin-Siemens.

Pel que fa al forn elèctric, n'hi ha de dos tipus: d'arc i de inducció. La càrrega és fonamentalment ferralla i formadors de escòria. El procés que es du a terme en el forn elèctric es divideix en dues fases. En la fase de fusió o metal·lúrgia primària es produeix una descarburació del ferro, una oxidació del Si i P i l'eliminació de la ferralla oxidant. La segona fase és la fase d'afinament o metal·lúrgia secundària. En aquesta fase es disminueix el S i l'O i s'ajusta la composició.

Colada de l'acer

Una vegada s'obté el material fos dels forns es procedeix a fer la colada. Existeixen dos tipus de colada. La colada en lingots (directa o en sífó) i la colada contínua, que és el mètode més comú i representa un 80-90% de la producció d'acer. Això és degut a que la colada contínua té un gran nombre d'avantatges. Permet una major productivitat amb estalvis en temps, energia, espai i mà d'obra. També una major qualitat per donar productes més homogenis.

En la colada contínua s'aboca el material fos en un recipient anomenat cullera, que té un forat de sortida per on es cola el metall i que connecta amb la pastera. Quan la quantitat de material de la pastera és suficient per garantir un que hi hagi una alimentació regular i constant, es deixa passar el flux de material cap el motlle refrigerat. Aquí el material es refreda i se li dona la forma amb la que anirà cap als cilindres estiradors i redreçadors, que acabaran de donar-li i forma i on actuarà també una refrigeració secundària. Per últim, es talla mitjançant uns



Il·lustració 4. Colada contínua.
Font: Apunts Tecnologia i Selecció de Materials.

bufadors i, d'aquesta manera, s'obté el producte semielaborat que es classifica segons totxos, planxó i palanquilla. Es pot veure un esquema d'aquest procés a la il·lustració 4.

Per tal d'obtenir el producte final desitjat és necessari realitzar un procés de laminació.

Laminació

La laminació és un procés de conformat per deformació plàstica. El mecanisme que explica la plasticitat dels metalls és la presència de dislocació en la xarxa cristal·lina. S'anomena acritud a l'esforç que fa falta per vèncer la resistència a moure aquestes dislocacions. Quan un material es deforma es produeix un enduriment, però si es fa per sobre de la temperatura de recristal·lització, aquest enduriment és menor ja que es produeix un fenomen d'estovament que el contraresta. La T_R tot i que depèn de molts factors es pot definir com aquella temperatura a la que un material altament deformat en fred recristal·litza en una hora. Sol expressar-se amb la fórmula: $T_R = 0,4 \div 0,5$ de T_F , essent T_F la temperatura de fusió.

Els processos de conformat es classifiquen segons si es fan en calent o en fred. El conformat en calent passa en condicions de temperatura i velocitat de deformació en què els processos de recuperació tenen lloc simultàniament amb la deformació. Els grans severament deformats són eliminats per nous grans lliures de deformació resultat de la recristal·lització. Aquest mecanisme d'estovament permet grans deformacions.

La laminació en fred es realitza per sota de la T_R i la laminació en calent per sobre.

A continuació es veuran els avantatges i inconvenients de la deformació en fred i en calent.

Deformació en calent

Avantatges:

- Grans deformacions.
- Menys energia per deformar.

Inconvenients:

- Els equips han de suportar altes temperatures.
- Oxidació del material amb neteja posterior.

Deformació en fred

Avantatges:

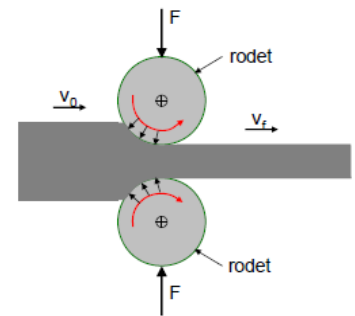
- Bons acabats superficials.
- Bones toleràncies dimensionals.

Inconvenients:

- Deformacions reduïdes.
- Introducció de textura i anisotropia del material.
- Equips potents de deformació.

Aquesta deformació, en el cas del procés de laminació, es produeix pel pas del material entre dos cilindres que exerceixen una compressió directa. Es poden utilitzar cilindres llisos per a l'obtenció de productes plans o cilindres amb canals per l'obtenció de perfils com l'UPN o l'IPE.

El procés se sol iniciar en calent i acabar en fred.



Il·lustració 5. Procés de laminació.
Font: Apunts Tecnologia i Selecció de Materials.

Defectes i problemes que poden aparèixer:

1. Trencament dels cilindres: Refredament del material per sota de la T de deformació en calent. Excessiva reducció amb massa pressió sobre els cilindres.
2. Desalineació de cilindres: Irregularitat en les mesures i en les tensions aguantades pels cilindres.
3. Bombament de cilindres: Deformació i fluència del material irregular amb tensions internes i plecs.
4. Descontrol dimensional en reduccions grans en passades de desbast: No homogeneïtat en el repartiment posterior de la deformació plàstica amb aparició de plecs i tensions residuals.

Conformat de xapa

El conformat de xapa és un dels processos manufacturats més utilitzats degut a:

- Baix cost de la xapa.
- Alta relació Resistència/pes.
- Facilitat de conformació.
- Automatització de processos de producció.
- S'aconsegueixen peces amb una precisió dimensional.
- Permet obtenir bons acabats superficials i formes complexes.

- Disminueixen la necessitat de soldadures.
- En grans series s'obtenen peces molt econòmiques.

S'utilitza en casi tots els sectors de producció industrial, no només en el sector de l'automoció. També se'n poden trobar exemples en la indústria aeronàutica o de l'alimentació.

Les operacions mecàniques que es realitzen per obtenir les peces finals sotmeten la xapa a deformació plàstica. Per tant, s'obté la forma desitjada sense operacions de mecanitzat per arrencament de viruta com el fresat.

Les propietats de la xapa venen determinades pels processos de laminació i als tractaments tèrmics a que s'ha sotmès prèviament.

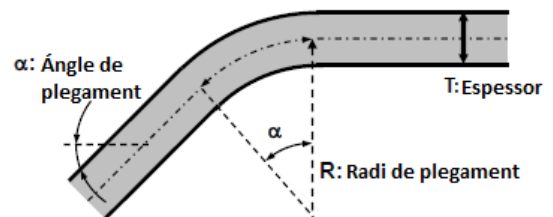
A continuació es descriuran els diferents mètodes de conformat de xapa.

Plegat:

El plegat de xapa és un procés que consisteix en donar-li la forma desitjada a la xapa doblegant-la. Generalment s'utilitza una premsa amb matriu o estampa i punxó, tot i que també hi ha altres mètodes. Els paràmetres més importants que cal tenir en

compte són l'espessor de la xapa, l'angle de plegament i el radi de plegament. Es poden identificar a la il·lustració 6. Hi ha un radi mínim que no s'ha de superar. Les fibres més externes que treballen a tracció podrien superar la tensió de fractura. És important tenir present que la tensió de fractura a compressió és notablement més elevada que la de tracció.

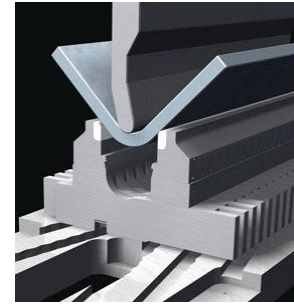
El plegat pot formar part d'una cadena de més operacions com poden ser una posterior embotició que realitza un encuny, o una operació específica que es realitza en màquines plegadores.



Il·lustració 6. Paràmetres plegat de xapa.
Font: Apunts Tecnologia i Selecció de

El procés per plegar una xapa es pot realitzar de quatre maneres diferents. Amb punxó i estampa, amb estampes de goma, amb aire i amb estampes mòbils. Com ja s'ha comentat, el més habitual és el primer. Es pot veure aquest mètode en la il·lustració 7.

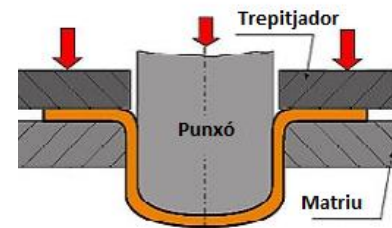
La xapa treballa en zona elàstica durant aquest procés.



Il·lustració 7. Plegat de xapa amb estampa i punxó.
Font: Apunts Tecnologia i Selecció de Materials.

Embotició:

L'embotició és un procés que consisteix en deformar la xapa per donar-li forma de recipient com es pot veure en la il·lustració 8. La xapa està situada sobre la matriu i el trepitjador s'utilitza perquè no es mogui. Un punxó empeny la xapa cap a la matriu per crear una cavitat. Es tracta d'una operació complexa ja que es requereix molta força i es produeixen grans deformacions amb estats tensionals variables i complexos.



Il·lustració 8. Embotició.
Font: Apunts Tecnologia i Selecció de Materials.

Tall:

El tall de xapa es pot realitzar a través de diferents processos. Alguns dels paràmetres més importants que s'han de tenir presents a l'hora d'escollir el procés de tall són els següents:

- Tipus de material a tallar.
- Gruix de tall.
- Velocitat de tall.
- Acabat peça tallada.
- Precisió desitjada.
- Zona afectada tèrmicament.
- Necessitat d'operacions secundàries.
- Complexitat de la peça a tallar.
- Costos d'operació.
- Inversió inicial requerida.

Els processos de tall mecànics més comuns són el punxonat i el cisellat.

En el primer cas, de manera similar a l'embotició, un punxó baixa i exerceix força sobre la planxa que reposa sobre d'una matriu fins a tallar-la fent fracturar el material.

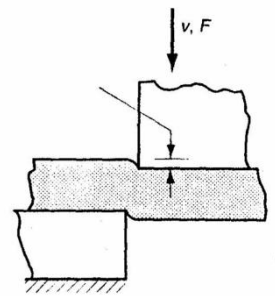
Entre els avantatges d'aquest procés es poden destacar els següents:

- Permet tallar i més operacions de conformat
- Més barat que el Làser.
- En l'actualitat hi ha màquines de molta velocitat.

Inconvenients:

- Requereix operacions secundàries d'acabat.
- Problemes per tallar gruixos molt elevats.

En el procés de cisellat la planxa de material se situa entre fos fulles, una fixa i una mòbil. La fulla es mou tallant el material abans d'acabar la perforació, ja que s'endureix al ser treballat.



Poden aparèixer defectes degut a una separació insuficient de les fulles o a una separació excessiva, així que és molt important situar-les correctament.

Il·lustració 9. Cisellat.
Font: Apunt Tecnologia i Selecció de Materials.

També existeixen procediments de tall alternatius no mecànics com el tall làser i l'oxitall, que són processos tèrmics, o el tall amb xorro d'aigua que és un procés d'erosió.

Galvanitzat:

Com s'ha comentat anteriorment, se sol donar un acabat a l'acer per millorar les seves prestacions. Galvanitzar és un procés electroquímic d'acabat que consisteix en recobrir un metall amb un altre. El galvanitzat més comú en el cas de l'acer consisteix en recobrir-lo amb zinc per protegir-lo de la corrosió. Ajudarà també a que les soldadures dels cargols es deteriorin menys.

Lacat:

Procés d'acabat en que es pinta un material amb laca per millorar les característiques superficials

Disseny

Especificacions i requisits de disseny

Les dimensions del vehicle que s'utilitzaran corresponen a un cotxe de FS real fabricat per un equip universitari, com el que es pot veure exposat a l'entrada de la facultat de l'ETSEIB, i són les següents: Llargada: 3016 mm, amplada: 1440 mm, alçada: 1137 mm, Diàmetre rodes: 530 mm.



**Il·lustració 10. Fotografia cotxe.
Font: Fotografia pròpia entrada universitat.**



**Il·lustració 11. Fotografia cotxe.
Font: Fotografia pròpia entrada universitat.**

Disseny 1: disseny preliminar

Pel que fa al pes del cotxe, s'estimaran uns 200-250 kg. Per tant, tenint en compte que el remolc escollit no pot superar els 750 kg MMA, i que es podran portar dos cotxes a la vegada, el pes del remolc de dos cotxes no haurà de superar els 250-300 kg. Com s'ha comentat anteriorment, si fos necessari augmentar aquest marge de pes es poden imposar certes limitacions a l'hora de transportar els dos vehicles.

Es farà primer un recordatori de les característiques de disseny escollides en apartats anteriors per aquesta primera proposta:

- Remolc per dos cotxes a la vegada
- Remolc lleuger
- Remolc tancat
- Remolc de rails
- Remolc d'un sol eix
- Remolc de dos pisos

Dimensions caixa

D'acord amb les consultes i investigacions dutes a terme, s'ha arribat a la conclusió que no hi ha mesures estandarditzades pel que fa a les dimensions del remolc. Així que el disseny a realitzar es basarà en les dimensions del cotxe de FS, i en observació de remolcs trobats al mercat.

D'acord amb les característiques del remolc escollides i les dimensions del cotxe, s'ha decidit partir d'unes dimensions de caixa de 3100x1550 (plataforma 3100 Remolques Comanche). Tot i que posteriorment es pugui decidir que les mesures es puguin ajustar més, és bo treballar amb la base d'un model existent, ja que facilita el disseny i la construcció. Així doncs, les dimensions de caixa amb les que partirà el primer disseny seran les d'aquesta plataforma de 3100 mm x 1550 mm.

Sistema per pujar els cotxes

A continuació, es discutiran les diferents possibilitats a l'hora de plantejar el sistema pel qual es pujaran els cotxes al remolc.

Primer de tot, cal tenir present que al tractar-se de cotxes tant baixos com són els cotxes de FS les rampes d'accés pel cotxe al remolc hauran de ser força llargues, per aconseguir que l'angle

de pujada sigui el més petit possible. El fet de haver de pujar un segon cotxe a una altura encara més gran, afegeix més dificultats al disseny.

La rampa més llarga que es pot utilitzar, segons recomanacions dels fabricants, és d'entre 2,5 i 3 m. Considerant una alçada aproximada de 400-500 mm de la plataforma inferior, la rampa de pujada de la plataforma superior tindria un angle que pot superar als 30 graus. Això és impossible de pujar per a un cotxe de FS tot sol, així que caldrà estudiar diferents opcions per resoldre aquest problema.

D'altre banda, s'hauria de provar de reduir les dimensions de les rampes al màxim possible, ja que l'espai que faria falta per carregar el cotxe seria molt gran. Sumant la llargada del cotxe, del remolc i de les rampes podria fer falta un espai de fins a 9 m, que no sempre pot resultar fàcil de trobar. També cal destacar que, com més grans siguin les rampes, més difícils seran de transportar per culpa del pes i de les dimensions.

Alternativa 1:

La manera més simple per aconseguir disminuir l'angle i les dimensions d'aquests rampes, i facilitar l'accés dels cotxes al màxim, és utilitzant un eix basculant. Aquest permetria que el remolc baixés, i així portar la plataforma inferior a l'alçada propera al terra. D'aquesta manera, el cotxe podria pujar sense problemes.

Un cop aconseguit aquest primer pas, la plataforma superior hauria de baixar mantenint la horitzontalitat, per també situar-se a nivell de terra, i que el cotxe que ha d'anar a dalt pugui pujar sense dificultats.

Hi ha diferents possibilitat per fer baixar la plataforma superior. Per moure la plataforma hi ha la opció d'utilitzar un sistema hidràulic, o fer servir un cabrestant amb un sistema de politges. El primer mètode resultaria massa car i complex, així que queda descartat. La opció més viable seria la d'utilitzar un cabrestant.

Alternativa 2:

Una segona alternativa per aconseguir superar l'obstacle dels 30 graus de pujada, és ajudar al cotxe a pujar amb algun sistema. Igual que passava amb la primera alternativa, es pot aconseguir fàcilment amb un mecanisme hidràulic. Ja s'ha comentat a l'apartat anterior, que la opció d'utilitzar un sistema hidràulic no resulta viable. Així que de manera similar al que s'ha escollit abans, la millor opció seria utilitzar un cabrestant amb un sistema de politges per ajudar a pujar el cotxe.

Quan es pugi el cotxe, aquests s'inclinirà molt i pot topar amb el terra, així que hi ha unes quantes dimensions amb les que s'ha de tenir especial cura per poder valorar la viabilitat d'aquest sistema. Són les següents:

1. Distància del terra a la part de sota del cotxe: 30 mm
2. Distància de la punta del morro del cotxe a l'eix de la roda: 967 mm
3. Si es desmunta el morro, distància de la nova punta a l'eix de la roda: 690 mm
4. Distància de la cua del cotxe a l'eix de la roda de darrera: 487 mm

El fet que el morro es desmunti facilita poder enganxar el cotxe amb el sistema de politges. A més, es disminueix la distància de la punta de l'eix de davant, el que facilitarà que el cotxe no toqui a terra.

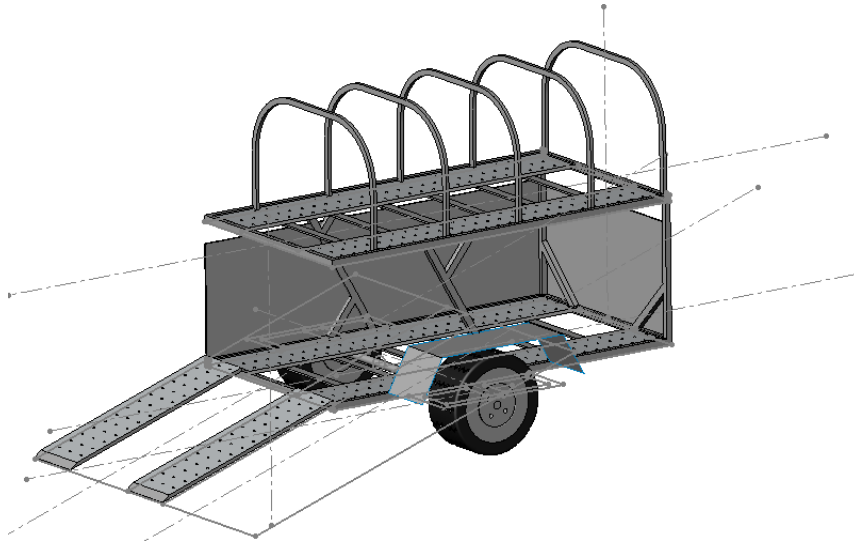
Amb l'ajuda d'uns patins a les rodes del cotxe, per elevar-lo, es podria complementar aquest sistema, ajudant a que pugi sense que toqui amb el terra.

Incorporant una roda jockey que basculi es pot aconseguir un efecte similar al de l'eix basculant, però de manera molt més econòmica i senzilla, per complementar aquesta alternativa.

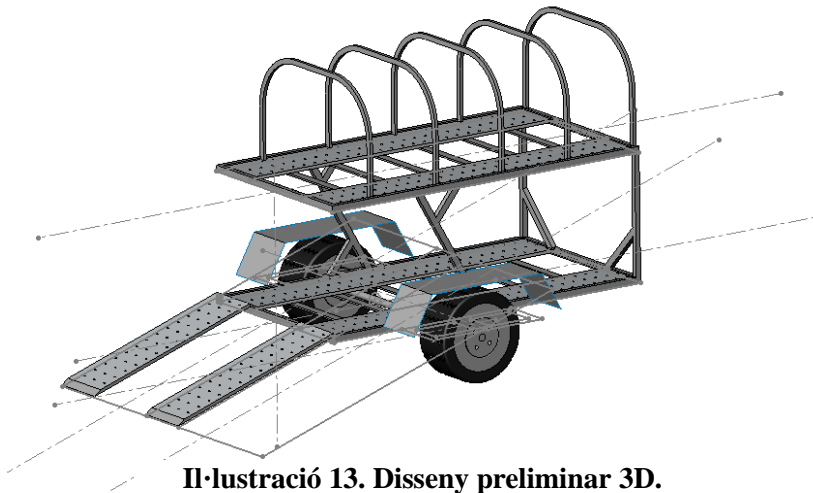
Un cop comentades les dues opcions, veient els avantatges de cadascuna, tot i que la primera opció sembla que pot oferir una solució més bona, ja que no hi ha risc que el cotxe pateixi ni topi amb el terra, és molt més complexa i sobretot molt cara. En els dos casos és necessari incorporar un sistema de politges, però en el primer, a més seria necessari un eix basculant. Així doncs, tot i que presenta algunes limitacions, s'ha decidit optar per la segona alternativa, que resol el problema de manera més senzilla i assequible.

Representació 3D

Tenint en compte totes les consideracions anteriors s'ha realitzat un primer disseny. A continuació es poden veure unes captures de pantalla del model 3D realitzat:



Il·lustració 12. Disseny preliminar 3D.
Font: Creació pròpia programa SolidWorks.



Il·lustració 13. Disseny preliminar 3D.
Font: Creació pròpia programa SolidWorks.

En la primera il·lustració es pot veure el remolc amb els panells que s'havia comentat que podien portar la publicitat dels patrocinadors. No és necessari que tanquin tot l'interior del remolc.

A l'hora de fixar les rodes del cotxe s'ha pensat que els rails tinguin un petit forat on encaixarà la roda. Un cop la roda estigui situada al lloc, es pot acabar de fixar utilitzant un joc de falques.

En aquest primer disseny, s'han afegit uns arcs metàl·lics, a sobre dels qual aniria una lona que recobriria el cotxe de dalt. El fet de tenir dos pisos fa que l'aerodinàmica pugui ser complicada.

Afegint una lona que a la part frontal acabi amb certa inclinació, pot resultar interessant per aconseguir que tant el remolc com el cotxe no pateixin tant.

Una altra alternativa per tancar el remolc, mantenint certa inclinació a la part frontal, és utilitzant tota una caixa amb panells.

Conclusions disseny preliminar 1

Arribats a aquest punt, es realitzarà una primera anàlisi de viabilitat per veure si resulta aconsellable continuar amb aquest primer disseny, vistes les complicacions i limitacions que han aparegut.

Els dos principals problemes són la limitació del pes i la complexitat del disseny, que es tradueixen en un encariment del remolc.

Tot i les mesures comentades per disminuir el pes del remolc, resulta impossible aconseguir un remolc lleuger de menys de 750 kg.

La complexitat dels dos pisos, sobretot traduït en el sistema per pujar el segon cotxe, fan que el preu del remolc pugi molt.

Per aquestes qüestions, es pot concloure que no resulta viable continuar amb aquest primer disseny. Així doncs, a continuació es planejarà el disseny preliminar de la segona alternativa: remolc per a cotxe i moto.

Disseny 2: disseny preliminar

Es farà primer un recordatori de les característiques de disseny escollides en apartats anteriors, per a aquesta segona proposta:

- Remolc que alterna cotxe i moto
- Remolc lleuger
- Remolc tancat
- Remolc de plataforma
- Remolc d'un sol eix

Dimensions caixa

Les dimensions de caixa comentades amb el disseny anterior resulten vàlides també per a aquest disseny, així que es partirà de la mateixa base de 3100x1550

Sistema per pujar els cotxes

En aquest cas, al tenir només un cotxe a pujar, es pot incorporar una roda jockey que basculi, com ja es comentava a l'alternativa anterior. És una solució econòmica i senzilla que funciona molt bé. Finalment, empenyent el vehicle amb l'ajuda de dues persones és suficient per pujar-lo sense més dificultats.

Les dimensions de les rampes per pujar al cotxe es poden calcular amb una senzilla regla trigonomètrica, suposant una alçada del remolc de 400-500 mm. Segons les consultes realitzades al catàleg d'AL-KO, la màxima inclinació admissible per garantir la seguretat és de 16,5 graus. El resultat són unes rampes entre 1,41 i 1,76 m.

Sistema per acoblar la moto

Per tal de subjectar al moto, s'ha inclòs en el disseny una petita guia al centre del remolc, que ajudarà a fixar posteriorment la moto amb corretges. Una altra possibilitat seria utilitzar un suport de moto fixat amb cargols que es pogués posar i treure.

Caixa de recanvis

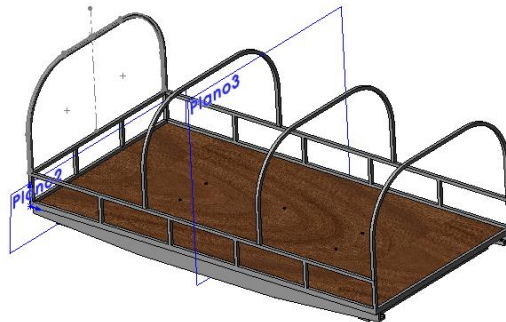
Tal com es comentava als apartats inicials, seria interessant incorporar en aquest disseny un caixa d'eines o recanvis. Es podria situar damunt la llança en V, fixant-la al lateral del remolc, de manera també que es pogués posar i treure segons convingui.

Lona

Aprofitant la idea del primer disseny, es poden incorporar uns arcs per poder cobrir el remolc amb una lona. Aquests podrien tenir una altura de 1,5 m. D'aquesta manera, el cotxe entra sense complicacions, però tampoc és massa alt, cosa que podria generar problemes aerodinàmics.

Representació 3D

Tenint en compte totes les consideracions anteriors s'ha realitzat un segon disseny. A continuació es poden veure unes captures de pantalla del model 3D realitzat:



Il·lustració 14. Disseny preliminar 3D.
Font: Creació pròpia programa SolidWorks.



Il·lustració 15. Disseny preliminar 3D.
Font: Creació pròpia programa SolidWorks.

Conclusions disseny preliminar 2

De la mateixa manera que amb el primer disseny preliminar, a continuació es realitzarà una ràpida anàlisi de viabilitat.

En aquest segon disseny s'han pogut resoldre els problemes que apareixien en el primer i per tant, sembla correcta continuar amb la idea d'aquest segon disseny.

Disseny definitiu

Un cop definits els punts més importants a tenir en compte en el disseny preliminar, finalment es procedeix al disseny definitiu. La majoria d'elements seleccionats es troben al Catàleg AL-KO de components per remolcs, o als productes de què disposa l'empresa Remolques Comanche.

Les peces finalment s'utilitzaran són les següents:

Eix

S'ha optat pel següent eix amb una capacitat màxima de 1350 kg amb fre incorporat. És l'eix predeterminat que s'utilitza amb la plataforma base de 3100. La càrrega que hauria de suportar és de 750 kg, però el marge de seguretat que se sol donar és gairebé del doble. Al tractar-se d'un remolc amb un sol eix, la opció amb fre resulta més interessant. L'eix quedarà situat al centre del remolc. La lleugera separació de les rodes, pròpia del disseny de l'eix, serà suficient per compensar centre de gravetat del cotxe, situat a la part del darrere.

Eje con freno COMPACT 1.350 kg.

Técnica

Modelo:	COMPACT	Ataques:	98x4 / 112x5 /	Aguj. central llanta: min. 57 mm
Eje tipo:	B 1200-5		139,7x6 / 140x5	
Carga eje:	EA 1.300 kg	Rodamientos:	Compactos	
	TA 2.600 kg			
Freno de rueda:	2051			
Suspensión:	hexagonal de caucho			
Palanca:	161,5 mm			



Programa

Cota C en mm	Cota A en mm	Ataque 98x4 Pernos de rueda M12x1,5 cónicos		Ataque 112x5 Pernos de rueda M12x1,5 cónicos		Ataque 139,7x6 Pernos de rueda M12x1,5 cónicos		Ataque 140x5 Pernos de rueda M14x1,5 esféricos		Icona
		Eje sencillo	Eje tándem	Eje sencillo	Eje tándem	Eje sencillo	Eje tándem	Eje sencillo	Eje tándem	
1180	700	1 492 563	1 493 319	1 492 617	1 493 373	1 492 671	1 493 427	1 492 725	1 493 481	49
1230	750	1 492 564	1 493 320	1 492 618	1 493 374	1 492 672	1 493 428	1 492 726	1 493 482	49
1280	800	1 492 565	1 493 321	1 492 619	1 493 375	1 492 673	1 493 429	1 492 727	1 493 483	49
1330	850	1 492 566	1 493 322	1 492 620	1 493 376	1 492 674	1 493 430	1 492 728	1 493 484	50
1380	900	1 492 567	1 493 323	1 492 621	1 493 377	1 492 675	1 493 431	1 492 729	1 493 485	50
1430	950	1 492 568	1 493 324	1 492 622	1 493 378	1 492 676	1 493 432	1 492 730	1 493 486	50
1480	1000	1 492 569	1 493 325	1 492 623	1 493 379	1 492 677	1 493 433	1 492 731	1 493 487	51
1530	1050	1 492 570	1 493 326	1 492 624	1 493 380	1 492 678	1 493 434	1 492 732	1 493 488	51
1580	1100	1 492 571	1 493 327	1 492 625	1 493 381	1 492 679	1 493 435	1 492 733	1 493 489	52
1630	1150	1 492 572	1 493 328	1 492 626	1 493 382	1 492 680	1 493 436	1 492 734	1 493 490	52
1680	1200	1 492 573	1 493 329	1 492 627	1 493 383	1 492 681	1 493 437	1 492 735	1 493 491	52
1730	1250	1 492 574	1 493 330	1 492 628	1 493 384	1 492 682	1 493 438	1 492 736	1 493 492	53
1780	1300	1 492 575	1 493 331	1 492 629	1 493 385	1 492 683	1 493 439	1 492 737	1 493 493	53
1830	1350	1 492 576	1 493 332	1 492 630	1 493 386	1 492 684	1 493 440	1 492 738	1 493 494	53
1880	1400	1 492 577	1 493 333	1 492 631	1 493 387	1 492 685	1 493 441	1 492 739	1 493 495	54

Il·lustració 16. Eix 1 492 630.
Font: Catàleg AL-KO.

Arcs

La lona per recobrir el remolc es subjectarà gràcies a uns arcs que aniran fixats al remolc amb la següent peça disponible a l'empresa Comanche, a través de cargols. Amb 4 tubs d'un diàmetre 25 mm, que es puguin posar i treure d'aquests suports, s'aguantarà la lona. Com es comentava al disseny preliminar, tindrà una altura de 1,5 m.



Il·lustració 17. Suport arquillada.
Font: Fotografia facilitada per Comanche.

Capçal

El capçal escollit és el de la il·lustració 18. De la mateixa manera que amb l'eix, s'ha escollit un capçal amb una capacitat superior a la requerida. En aquest cas, de fins a 1000 kg. Aquest capçal s'acobla bé amb la plataforma escollida i permet variar la seva obertura entre 11-16°. Aquesta obertura s'haurà de determinar en funció de la llargada de les llances en V, i tenint en compte la caixa que s'hi vol situar a sobre.

Enganche de inercia en V 450 - 1.600 kg

Programa

Referencia	Tipo	Peso total en kg	Carga en bola en kg	Montaje	Palanca inversión universal	Compatible con frenos AL-KO	Cabezal montado				
249 367	60S/2	450 - 750	75	superior	no	1636G / 1637	AK 160	9	-	50	15
249 212	90S/3	700 - 1000	75	superior	no	1636G / 1637 / 2051	AK 160	9	-	50	2

Composición de entrega

- Enganche de inercia (v/fig.)
- Portaenchufes (suelto)
- Manual de instrucciones (suelto)

Homologación CE nº. 60S/2 (249 367)	
Disp. tracción	Enganche inercia
00-0225	150.9807

Homologación CE nº. 90S/3 (249 367)	
Disp. tracción	Enganche inercia
00-0226	150.5535

Referencia 249 367

Referencia 249 212

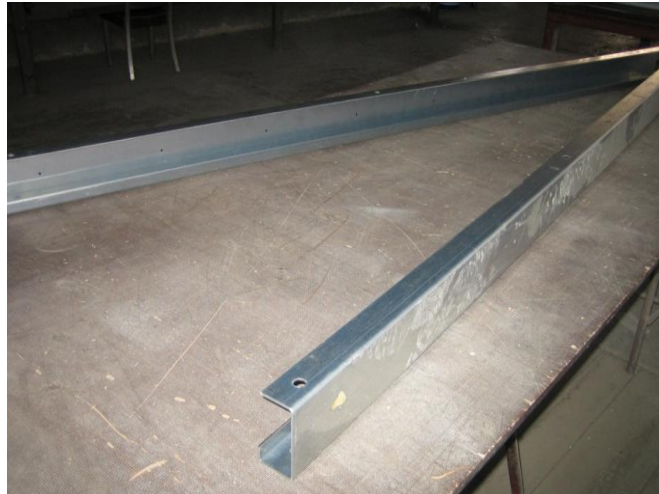
Il·lustració 18. Capçal 249 212.
Font: Catàleg AL-KO.

Llances en V

Les llances escollides es poden trobar a remolques Comanche. La seva capacitat és de 1300 kg, molt semblant a la de l'eix. La seva llargada és de 1975 mm. Les llances poden anar subjectades al xassís, o al propi eix. Per aconseguir la major distància possible per col·locar la caixa, anirà subjectat al xassís. Seguint les recomanacions i observant altres models similars, s'ha decidit que vagin ficades a uns 400-500 mm cap a dins del remolc. Comparant el màxim i mínim angles permesos pel capçal, s'obtenen les següents distàncies de base i alçada de triangles:

- 8 graus: $h=1466$ mm; $b=282$ mm
- 11 graus: $h=1456$ mm; $b=409$ mm

La millor opció sembla la segona, ja que a penes es perd longitud en alçada i es guanya molt d'espai per enganxar-se al xassís en obertura.



Il·lustració 19. Llances en V.
Font: Fotografia facilitada per Comache.

Rodes

S'ha escollit les següents rodes de petit diàmetre i gran capacitat de càrrega. Amb un diàmetre de 520 mm i una capacitat de 900 kg compleixen els requeriments, i és el model aconsellat més fiable.

Ruedas de pequeño diámetro y gran capacidad de carga										
1 493 901	RC. 20,5x8-10 10PR 5/0 66/112	750	98	J	6,20	oón.	205	515	13,8	20
1 493 902	RC. 20,5x8-10 6PR 4/0 58/98	500	84	M	3,40	oón.	205	520	12,7	20
1 493 903	RC. 195/50 B10 4/0 58/98	750	98	N	6,00	esf.	195	435	9,0	20
1 493 904	RC. 195/50 B10 5/0 66/112	750	98	N	6,00	esf.	195	435	9,0	20
1 493 905	RC. 195/55 R10 5/0 66/112	750	98	P	7,50	esf.	195	455	10,5	20
1 602 657	RC. 155/70 R12C 5/20 67/112 (perno est.)	900	104	N	6,20	esf.	155	524	13,6	28
1 493 907	RC. 195/50 R13C 5/30 66/112 (perno est.)	900	104	N	6,50	esf.	195	520	17,4	20
1 602 668	RC. 195/50 R13C 5/30 94/140	900	104	N	6,25	esf.	195	525	17,5	20

Il·lustració 20. Rodes 1 493 907.
Font: Catàleg AL-KO.

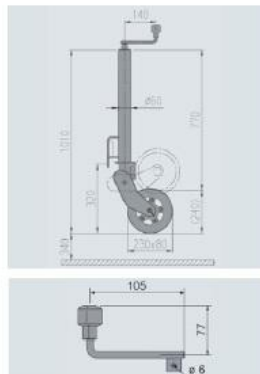
Roda jockey

La roda Jockey escollida és la de la il·lustració 21. Dels models vistos al taller, era de les que millor podia complir les especificacions. Totalment desplegada permet variar l'alçada del remolc fins a 50 cm, el que facilita molt pujar el cotxe. Aquesta roda es fixarà a la part de davant de les llances V.

Ruedas Jockey PROFIL con tubo exterior Ø 60 mm hasta 500 kg - Ideal para remolques „pesados“

☑ Sus ventajas

- ! Versión larga para un mayor recorrido de ajuste.
- ! Soporte rueda jockey soldada muy bajo, por lo que se dispone de más espacio de giro para la horquilla cuando suba.
- ! Rueda ancha redondeada 230x80 en diseño moderno, fácil de maniobrar, superficie de apoyo pequeña en suelos duros, superficie de apoyo grande en suelos blandos.
- ! Con racor de engrase.



Programa

Rueda jockey automática con soporte, más larga	
Referencia	1 223 638
Capac. carga estática	máx. 500 kg
Capac. carga dinámica	máx. 300 kg
Tratamiento superficie	galvanizado
Llanta	ohapa
Rueda	230 x 80 goma mozaica
Rodamiento	deslizante
	12 kg
	- 30 unid.
Manivela suelta	
Referencia	603 555
Longitud	105 mm
	0,3 kg

Il·lustració 21. Roda jockey 1 223 638.
Font: Catàleg AL-KO.

Suport moto

El suport per a la moto, ja comentat, que podria fixar-se a la plataforma amb cargols de manera que es pogués posar i treure, és el de la il·lustració 22 i està disponible a l'empresa Comanche.



Il·lustració 22. Suport moto.
Font: Pàgina web Remolques Comanche.

Peu metàl·lic

Per garantir que amb l'inclinació que s'aconsegueix amb la roda jockey el remolc no perdi equilibri ni estabilitat, s'ha optat per incorporar uns peus metàl·lics disponibles a Comanche. És una solució molt econòmica, que garanteix la seguretat.



Il·lustració 23. Peu metàl·lic.
Font: Pàgina web Remolques Comanche.

Rampes

Les rampes finalment escollides són les de la il·lustració 24. Finalment s'ha decidit utilitzar unes rampes d'alumini de 1,5 m de llargada, ja que de les opcions del catàleg de Comanche, eren les que millor s'adequaven al rang de llargada calculat.



Il·lustració 24. Rampes.
Font: Pàgina web Remolques Comanche.

Plataforma

La plataforma que s'utilitzarà és la plataforma 3100 ja comentada en anteriors apartats.

Caixa de recanvis

La caixa que s'utilitzarà tindrà unes dimensions de 550x900 mm i estarà fabricada amb xapa metàl·lica. D'aquesta manera es podrien portar varies rodes de recanvi del cotxe, de diàmetre 530. A la il·lustració 25 es pot veure la imatge d'una caixa semblant a la que es vol utilitzar.



Il·lustració 25. Caixa.
Font: Pàgina web Remolques Comanche.

Viabilitat del projecte

S'analitzarà la viabilitat del projecte tenint en compte, no només el cost, enfocament del benefici purament basat en un punt de vista econòmic, sinó també considerant l'impacte ambiental.

Viabilitat tecnològica

Tal i com s'ha pogut veure, el projecte és viable tecnològicament ja que s'han pogut identificar i seleccionar tots els elements necessaris per construir el remolc en catàlegs oficials de mercat.

Impacte ambiental

En aquest apartat, es tractarà d'avaluar l'impacte ambiental d'aquest projecte. A continuació, s'avaluarà la contaminació que es genera durant l'origen i el tractament que reben els materials amb els que es pretén fabricar-lo.

Durant la fabricació de l'acer es produeixen grans quantitats d'aigües residuals i emissions atmosfèriques. És important que es tractin de manera adequada, ja que pot causar molta degradació de la terra, de l'aigua i de l'aire.

Les empreses siderúrgiques són responsables d'aproximadament un 27% de les emissions de CO₂ que genera l'activitat industrial al món. En l'actualitat, com ja s'ha vist en apartats anteriors, a prop del 70 % de l'acer que es fabrica es produeix en alts forns. Aquesta activitat genera entre 1,8 i dues tones de CO₂ per tona de producte. La contaminació provocada pels forns d'arc elèctric, majoritaris en el cas espanyol, és sensiblement inferior. Aquesta contaminació es produeix a causa dels elements que intervenen en el procés. En primer lloc, la formació del coc produeix grans quantitats de gas, que conté monòxid de carboni. Per reduir al màxim la contaminació atmosfèrica, es poden incorporar sistemes de detecció de fugues i utilitzar equips especials per separar els gasos i eliminar els contaminants tòxics. Això permet reutilitzar els gasos com a combustible, el que pot augmentar l'eficiència energètica de la planta.

Pel que fa als residus sòlids generats, una part també pot ser reutilitzada per fabricar ciment i, fins i tot, per fabricar fertilitzants.

Durant la laminació, s'utilitzen grans quantitats d'oli hidràulic i de lubricant. A més, la neteja del producte final, per remoure l'oli i el greix, pot generar volums significatius de deixalles líquides. Aquests residus líquids han de ser emmagatzemats i eliminats de manera adequada.

Durant el disseny d'aquest projecte, i durant la futura utilització del remolc, es considera que l'impacte negatiu sobre el medi ambient és mínim, a excepció de les emissions de CO₂ generades pel vehicle tractor. D'altra banda, l'acer, material principal del remolc dissenyat, és reciclable i es podria reutilitzar un cop el remolc hagi complert la seva vida útil.

Pressupost

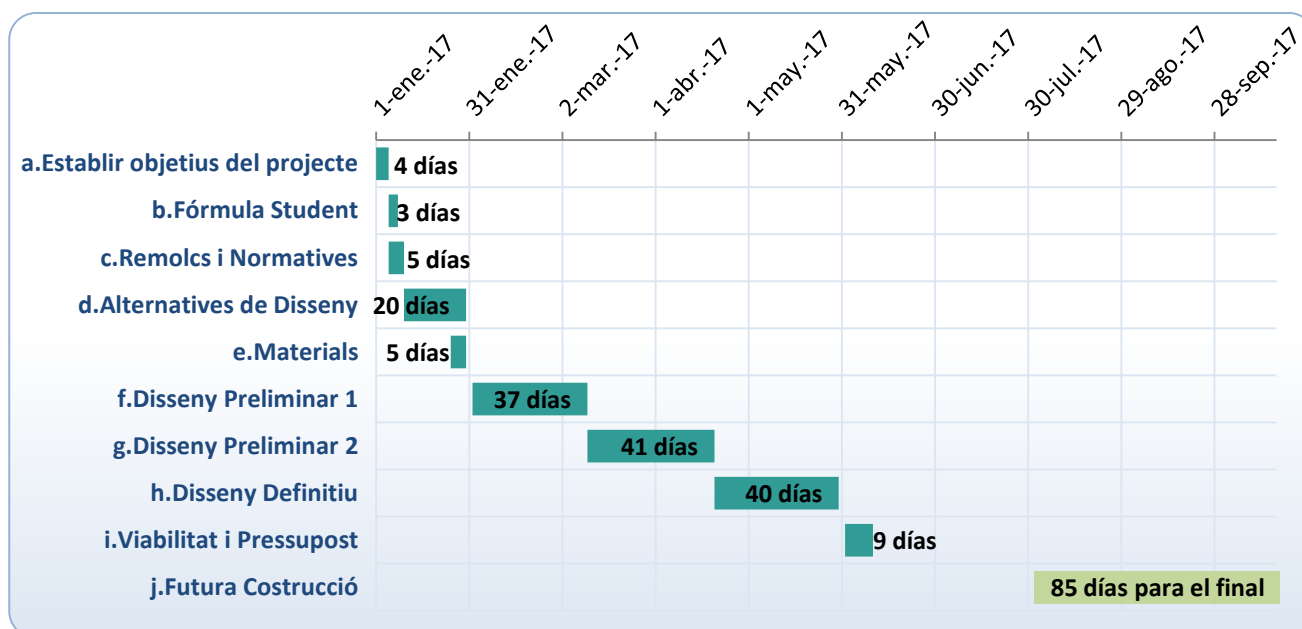
En la següent taula es detallen els diferents components escollits pel disseny definitiu del remolc, i el seu preu aproximat. S'hi incorpora un cabrestant com a opcional, que no suma al preu total, per si es volgués incorporar per ajudar a pujar el cotxe en el moment de la construcció.

Peça/Component	Preu unitari [€]	Preu total [€]
Plataforma	900	900
Eix	464,54	464,54
Llances V	72,72	72,72
Arcs	221,72	221,72
Capçal	184,68	184,68
Rampes	190,75	190,75
Rodes remolc + parafang (2 unitats)	120 + 25	290
Roda jockey	20	20
Suport moto	166,94	166,94
Peus metàl·lics (2 unitats)	20,33	40,66
Caixa per recanvis	80	80
Altres	100	100
Opcional: Cabrestant	(338,48)	(338,48)
TOTAL		2682,01€

Taula 2. Preu components remolc.
Font: Creació pròpia amb preus Comache.

Gantt

Per últim, resulta interessant incorporar un diagrama de Gantt del projecte, incloent la futura construcció del remolc, per donar una idea del temps invertit en cadascun dels diferents apartats.



Gràfic 1. Diagrama de Gantt.
Font: Creació pròpia.

Conclusions

Per concloure, a continuació es farà un repàs dels objectius assolits i dels punts de revisió més importants.

Aquest ha estat un projecte ambiciós, en el sentit d'haver de dissenyar un remolc des de zero. Hauria estat una feina impossible de no haver pogut comptar amb la col·laborar d'una empresa especialitzada en la construcció de remolcs. Gràcies al seu assessorament, s'han pogut assolir els objectius proposats.

S'ha complert l'objectiu de dissenyar un remolc que incorpori l'avantatge de poder alternar un cotxe i una moto. S'han estudiant diverses opcions fins a arribar a la millor solució. En aquest disseny, el material més utilitzat ha estat l'acer, i s'ha donat un punt de vista ampli de com es treballa amb aquest metall. Els components del remolc s'han seleccionat de peces reals del mercat, el que permet la seva construcció en el futur.

S'han posat en pràctica coneixements de les assignatures de Gestió de Projectes, Expressió Gràfica, i Tecnologia i Selecció de Materials.

S'han assolit nous coneixements de normatives i de funcionament dels remolcs, així com sobre la manera de com gestionar un projecte i com tractar amb una empresa real, dedicada al sector.

Seria molt interessant poder participar en el procés de construcció del remolc, ja que suposaria una gran oportunitat per continuar aprenent, i per reajustar el disseny davant els imprevistos que poguessin sorgir.

Bibliografia

Bibliografia bàsica:

- Catálogo principal AL-KO componentes para remolques. Referencia 1397306. Edición: 01/2014.
- Assignatura Tecnologia i Selecció de Materials: Material audiovisual. Apunts en pdf realitzats pels professors Antonio Manuel Mateo Garcia i Jessica Calvo. Capítols 2 i 3. UPC - ETSEIB 2014.
- Assignatura Sistemes de Fabricació: Dossier d'apunts realitzats per Joan Vivacons Calvet, Irene Buj Corral, Lluís Costa Herrero, Joan Ramón Gomà Ayats. Tema 5. UPC - ETSEIB 2014.
- Temario Específico de la ESTT - OEP 2011 Especialidad: Régimen Jurídico del Tráfico Elaborado en 2011.
- Development Document for Final Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Iron and Steel Manufacturing Point Source Category. U.S. Environmental Protection Agency Office of Water - 2002.

Pàgines Web principals:

- Remolques Comanche: <https://www.rcomanche.com/>
- SAE International: <http://students.sae.org/cds/bajasae/history/>
- SAE International: <http://students.sae.org/cds/formulaseries/history/>
- Institution of Mechanical Engineers: <http://www.imeche.org/events/formula-student/about-formula-student/history-of-formula-student>
- ETSEIB Motorsport: <http://www.elseib-motorsport.upc.edu/about-us/>
- eHow: http://www.ehowenespanol.com/materiales-utilizan-construir-remolque-utilitario-lista_76311/
- Rumber: <http://rumber.com/overview/>
- Homologar.com: <http://www.homologar.com/spa/subcategory/FA019/SF070.html>
- Featherlite trailers: <http://www.fthr.com/owner-support/trailer-use-and-care/aluminum-trailers-vs-steel-trailers>
- IRIS 2013: <https://unesid.org/iris2013/industria.html>

Annex

S'adjunta el "Catálogo principal AL-KO componentes para remolques" en format pdf.