

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Elevador per l'aprofitament de l'espai en garatges

Document 1. Memòria i Annexos

Alumne: José Ramón García Molinero

Tutor: Fernando Julián
Departament: OGEDP
Àrea: EGE

Convocatòria (mes/any): Febrer 2016

ÍNDEX

1 INTRODUCCIÓ	6
1.1 Antecedents	6
1.2 Objecte	6
1.3 Especificacions i abast	6
1.3.1 Especificacions	6
1.3.2 Abast	7
2 DESCRIPCIÓ CONCEPTUAL	8
3 ESTRUCTURA	11
3.1 Estructura fixe	11
3.2 Estructura mòbil	12
4 ADAPTACIÓ AL TIPUS DE CÀRREGA	14
4.1 Motocicletes	14
4.2 Bicicletes	15
4.3 Altres materials	15
5 ELEMENTS MOTRIUS	16
5.1 Motor – bomba elèctrica	16

5.2 Cilindre hidràulic	17
5.3 Dipòsit hidràulic	17
5.4 Conductes i altres elements	18
6 FUNCIONAMENT I COMANDAMENT	19
6.1 Funcionament hidràulic	19
6.2 Sistema d'elevació	20
6.3 Circuit elèctric i comandament	20
7 RESUM DE CARACTERÍSTIQUES	22
8 RESUM DEL PRESSUPOST	23
9 CONCLUSIONS	24
10 RELACIÓ DE DOCUMENTS	25
Annex A DESCRIPCIONS TÈCNIQUES	27
A.1 Sistema motriu	27
A.1.1 Motor – bomba hidràulica	27
A.1.2 Dipòsit hidràulic	27
A.1.3 Cilindre hidràulic	28
A.1.4 Oli hidràulic	28
A.1.5 Cable	28

A.2 Estructura	29
A.2.1 Conjunt fixe	29
A.2.2 Recolzaments de cautxú	29
A.2.3 Conjunt mòbil	30
A.2.4 Pintura anticorrosiva	30
A.2.5 Guies i carros	31
A.3 Accessoris	32
A.3.1 Accessori bicicletes	32
A.3.2 Accessori motocicletes	32
Annex B CÀLCULS ESTRUCTURALS	34
B.1 Reaccions	34
B.2 Perfils horitzontals laterals	35
B.3 Perfil horitzontal travesser	39
B.4 Perfils verticals	39
B.5 Suport de la safata	47
B.6 Safata	50
B.7 Sistema de guies	55
Annex C CÀLCULS SISTEMA HIDRÀULIC	59
C.1 Cilindre hidràulic	59

C.2 Conductes	61
C.3 Motor – bomba hidràulica	61
C.4 Dipòsit de fluid hidràulic	62
Annex D MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT	64
D.1 Manual d'usuari	64
D.2 Manual de manteniment	65
Annex E ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT	67
E.1 En l'ús	67

MEMÒRIA

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Avui en dia, la majoria de famílies disposen de varis vehicles propis, en molts casos una o més motocicletes i bicicletes. Tanmateix, no sempre es disposa de més d'una plaça de garatge.

Per aquest motiu, penso que una bona solució seria un elevador amb una plataforma que permetés aprofitar l'espai aparcant una motocicleta o bicicleta sobre altres.

1.2 Objecte

Dissenyar un elevador que permeti aparcar una motocicleta o bicicletes sobre altres, així com la possibilitat de guardar-hi altres tipus de material (baca de cotxe, pneumàtics, etc.)

1.3 Especificacions i abast

1.3.1 Especificacions

La màquina requerida és un elevador que ha de ser capaç d'aixecar motocicletes fins a 250 kg com a màxim. Per això, ha de tenir un sistema motriu adient, que pot ser elèctric o hidràulic, i anirà endollat a la corrent.

A part de motocicletes, ha d'oferir la possibilitat d'elevant bicicletes o altres tipus de material de garatge, amb els sistemes de fixació adients per cada cas i amb una velocitat d'elevació que garanteixi la seguretat del material i de l'usuari.

L'elevador ha d'estar pensat per estar en un lloc fixe en un garatge particular i, a més a més, ha de ser fàcilment utilitzable per una persona sense ajuda.

La màquina ha de tenir una vida útil de 15 anys.

1.3.2 Abast

Arribar a una solució construïble de la màquina especificada. El projecte haurà d'incloure el disseny de l'elevador i el seu sistema motriu, realitzant el càlcul pertinent de l'estructura, els plànols i el compliment de la normativa vigent.

2 DESCRIPCIÓ CONCEPTUAL

La màquina projectada és un elevador de motocicletes, bicicletes o altres materials que permet aprofitar l'espai en garatges particulars. Per tant, ha estat dissenyada per treballar en una posició fixe en un entorn habitual de garatge.

Com es mostra a la Figura 1, la solució proposada és una màquina amb una apariència semblant a un elevador de càrrega industrial. Té una estructura d'acer d'alt límit elàstic amb unes dimensions de 2,22 x 1,80 x 1,20 m que aporta la resistència necessària per suportar una càrrega màxima de 250 kg i que alhora proporciona també estabilitat a tot el sistema.



Figura 1 Elevador per l'aprofitament d'espai en garatges

És resistent a l'oxidació, ja que tota l'estructura està pintada amb pintura anticorrosiva. A més a més, tal com es veu a la Figura 2, es recolza al terra amb quatre recolzaments sota l'estructura i un altre sota el suport del sistema motriu. Aquests són de cautxú i aïllen l'entorn de possibles sorolls o vibracions, a banda de ser capaços de solucionar petites uniformitats del terreny.

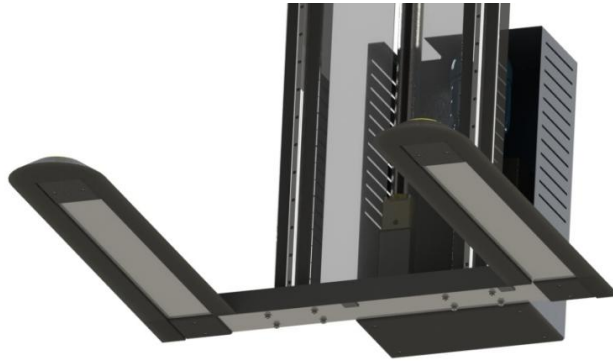


Figura 2 Recolzaments de cautxú sota l'estructura i sota el suport de la unitat de potència

La safata es desplaça verticalment solidaria al seu suport a través de dues guies i és capaç d'assolir una alçada màxima de 1,40 m. S'adapta al tipus de càrrega desitjat, ja que disposa d'accessoris universals per l'elevació de motocicletes i bicicletes que garanteixen l'estabilitat de la càrrega i, per seguretat, disposa d'una barrera per evitar una possible bolcada.

A més a més, tant la safata com la part inferior de l'estructura fixe disposen de petites rampes reflectants per facilitar la col·locació de la motocicleta, tant quan aquesta vol ser elevada sobre de la safata com quan vol ser aparcada a sota, com es mostra a la Figura 3.



Figura 3 Rampes per facilitar l'aparcament de la motocicleta i adaptació per bicicletes

El sistema motriu, que proporciona la potència pel desplaçament vertical de la safata i el seu suport, és un sistema hidràulic. Aquest està situat a la part posterior de tot el conjunt, com es veu a la Figura 4, i està separat de la safata i la zona d'aparcament per una planxa de metacrilat transparent.

El motor – bomba hidràulica i el dipòsit hidràulic, que es troben coberts per una caixa de xapa, impulsen el sistema a través d'un cilindre hidràulic amb un sistema de cable – politja.

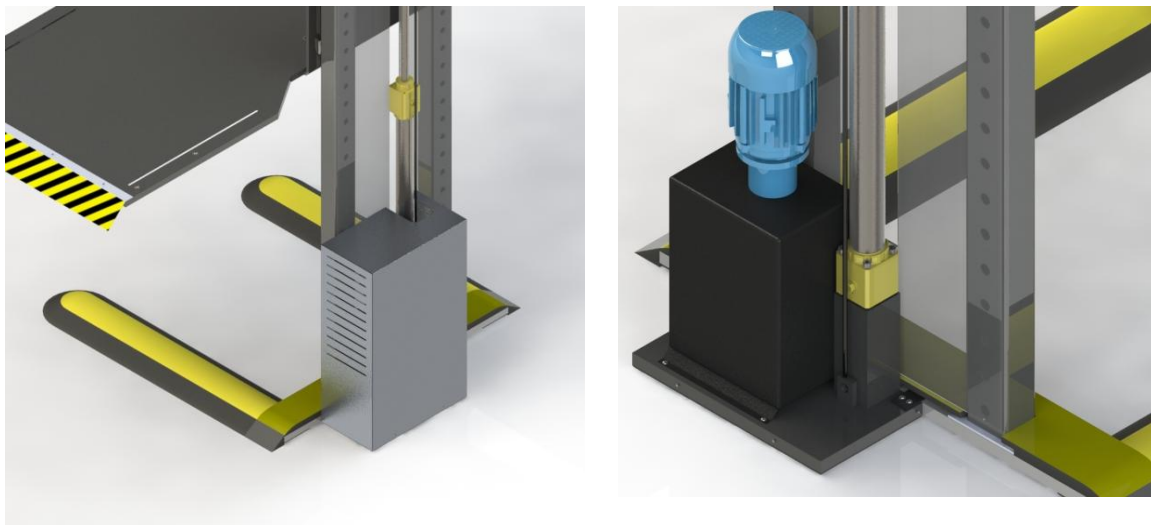


Figura 4 Sistema motriu situat darrere l'estructura

3 ESTRUCTURA

L'estructura és el conjunt d'elements que formen el xassís de la màquina. Aquests són l'estructura horitzontal, l'estructura vertical, el suport de la safata, la safata i el suport del sistema motriu. Tots aquests elements són d'acer d'alt límit elàstic amb bona soldabilitat i maquinabilitat, estan dissenyats per suportar els esforços adequats i tenen una funcionalitat dins del sistema.

Es poden distingir dos conjunts diferents dins l'estructura: l'estructura fixe i l'estructura mòbil.

3.1 Estructura fixe

L'estructura fixe és la bancada de tot el sistema. Com es mostra a la Figura 5, està formada per l'estructura horitzontal, que proporciona estabilitat al conjunt, i per l'estructura vertical, que permet realitzar el recorregut del conjunt mòbil. Alhora, tots els perfils suporten les sol·licitacions a les que estan sotmesos durant el funcionament de la màquina.



Figura 5 Estructura fixe

Per garantir el paral·lelisme entre els dos perfils verticals, aquests es fixen a l'estructura horitzontal mitjançant una unió cargolada, i s'uneixen també per l'extrem superior, com es pot veure a la Figura 6.

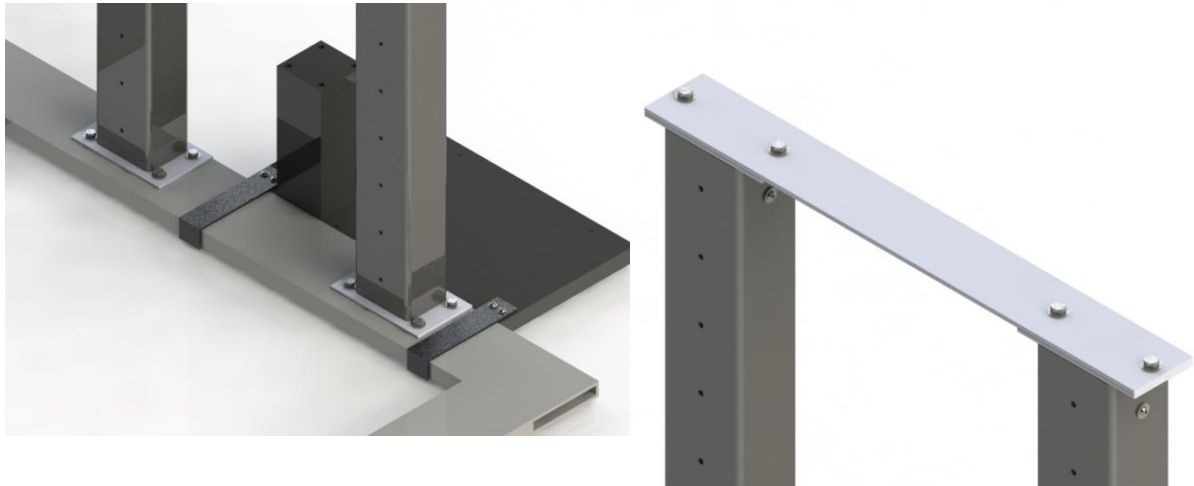


Figura 6 Perfils verticals cargolats a l'estructura horitzontal i units per l'extrem superior

A més a més, com també es mostra a la Figura 6, el suport pel sistema motriu està situat darrera l'estructura fixe.

3.2 Estructura mòbil

L'estructura mòbil és tot allò que pertany a l'estructura i que té un desplaçament. Formen part de l'estructura mòbil, per tant, el suport de la safata i la safata, com es pot veure a la Figura 7.



Figura 7 Estructura mòbil situada respecte l'estructura fixe

El desplaçament el permeten dues guies fixades als perfils verticals, per les quals es desplacen els carros fixats al suport de la safata, com es mostra a la Figura 8.

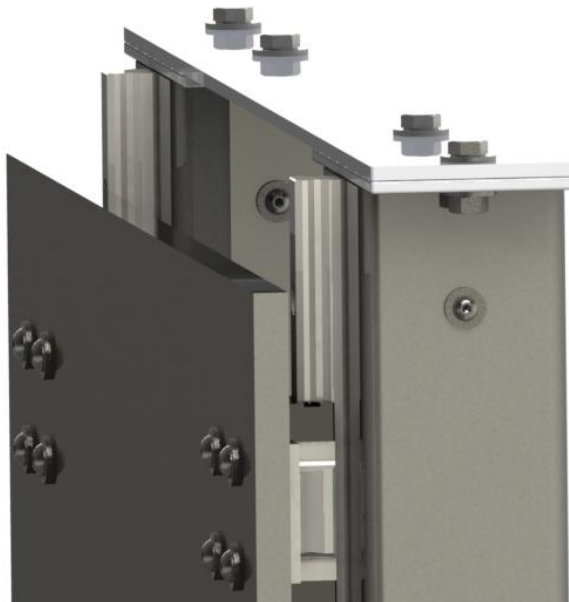


Figura 8 Guies i carros que permeten el desplaçament vertical

4 ADAPTACIÓ AL TIPUS DE CÀRREGA

Com s'explica breument al Capítol 2, la safata permet ser adaptada per elevar diferents tipus de càrrega. Aquests són motocicletes, bicicletes i altres tipus de càrrega o materials.

4.1 Motocicletes

Tot el sistema ha estat dissenyat per ser capaç d'elevat una motocicleta d'un pes màxim de 250 kg. Per adaptar-se a la motocicleta i garantir així la seguretat, el sistema està preparat per disposar com a accessori d'un cavallet universal, tant per motocicletes de carretera com scooters.

L'accessori es fixa a la safata mitjançant quatre cargols a qualsevol dels extrems de la safata, segons la situació de la màquina dins el garatge. La seva posició de fixació és regulable, com es mostra a la Figura 9, per permetre a l'usuari situar la càrrega al punt on més convingui.



Figura 9 Cavallet universal per motos fixat a la safata

4.2 Bicicletes

Una altra opció de càrrega és la d'elevar tres bicicletes. Per això, també es pot adaptar la safata amb un suport universal per bicicletes. De la mateixa manera que en el cas de la motocicleta, la posició de fixació del suport és regulable, com es mostra a la Figura 10.

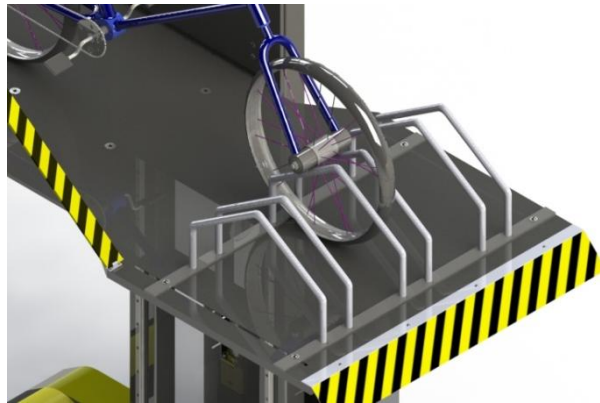


Figura 10 Suport universal per bicicletes fixat a la safata

4.3 Altres materials

Finalment, també és possible utilitzar la màquina sense acoblar cap accessori a la safata. En aquest cas, es pot elevar qualsevol material per ser emmagatzemat, com poden ser neumàtics, caixes d'eines, baques de cotxe, recanvis, etc.



Figura 11 Neumàtics i baca de cotxe

5 ELEMENTS MOTRIUS

Els elements motrius són els encarregats de proporcionar la potència necessària per fer possible el desplaçament vertical de tot el conjunt mòbil i la càrrega. El sistema triat és un sistema hidràulic, que permet realitzar el desplaçament desitjat amb suavitat i en un temps de 5 segons.

El sistema motriu hidràulic està format per diferents elements, cadascun amb una funció determinada.

5.1 Motor – bomba elèctrica

El motor – bomba elèctrica és l'encarregat de donar una pressió a un cabal determinat de fluid hidràulic amb l'objectiu de fer-lo circular per tot el circuit. Aquest fluid és un oli hidràulic tipus HL, incompressible i lubricant, i que té com a objectiu desplaçar el pistó dins del cilindre i determinar la seva posició.

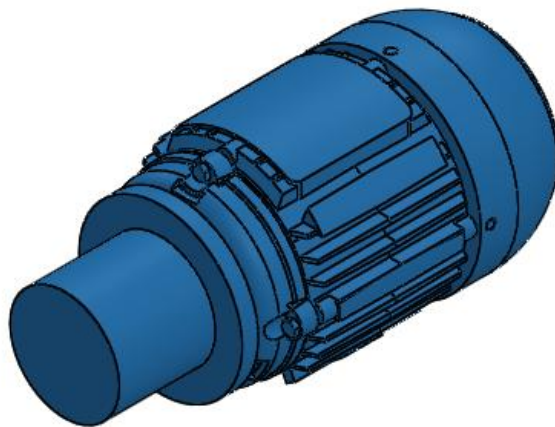


Figura 12 Motor – bomba hidràulica

5.2 Cilindre hidràulic

El cilindre hidràulic és l'element actuator del sistema hidràulic. A l'interior hi ha el pistó, que té un desplaçament lineal i adopta una posició segons el volum de fluid hidràulic que entra al cilindre impulsat per la bomba, tot provocant el moviment de tot el sistema.

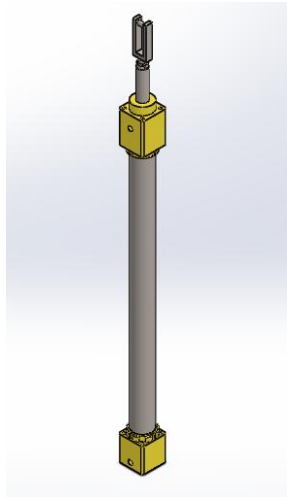


Figura 13 Cilindre hidràulic

Com es mostra a la Figura 13, el model de pistó acaba en forma de forquilla, adient per acoblar-hi una roda per transmetre el moviment.

5.3 Dipòsit hidràulic

El dipòsit hidràulic és l'encarregat d'emmagatzemar el fluid. Forma part del circuit hidràulic i, per tant, el fluid sempre ha de passar-hi i romandre en el seu interior durant un interval de temps. Per això, a l'interior del dipòsit hi ha uns àleps o deflectors que marquen el recorregut que fa el fluid des de la vàlvula de retorn fins a la vàlvula de succió de la bomba.

La seva funció és refrigerar el fluid abans servir-lo a la bomba un altre cop. A més a més, mentre el fluid es troba al dipòsit, es produeix la sedimentació de possibles impureses que hagi atrapat pel circuit, de manera que també el purifica.

5.4 Conductes i altres elements

Els conductes permeten la circulació del fluid hidràulic entre el dipòsit, la bomba i el cilindre. Estan dissenyats per aguantar la pressió de treball i transportar el cabal necessari.



Figura 14 Sistema hidràulic

Finalment, completen el sistema hidràulic el conjunt de filtres i vàlvules de sobrepressió encarregats del bon funcionament del sistema i de la seguretat. Tot el sistema es mostra a la Figura 14.

6 FUNCIONAMENT I COMANDAMENT

6.1 Funcionament hidràulic

El mode de funcionament del sistema hidràulic permet reduir l'energia utilitzada, ja que el motor – bomba elèctrica només ha de funcionar durant l'elevació, tal com s'esquematitza a la Figura 15.

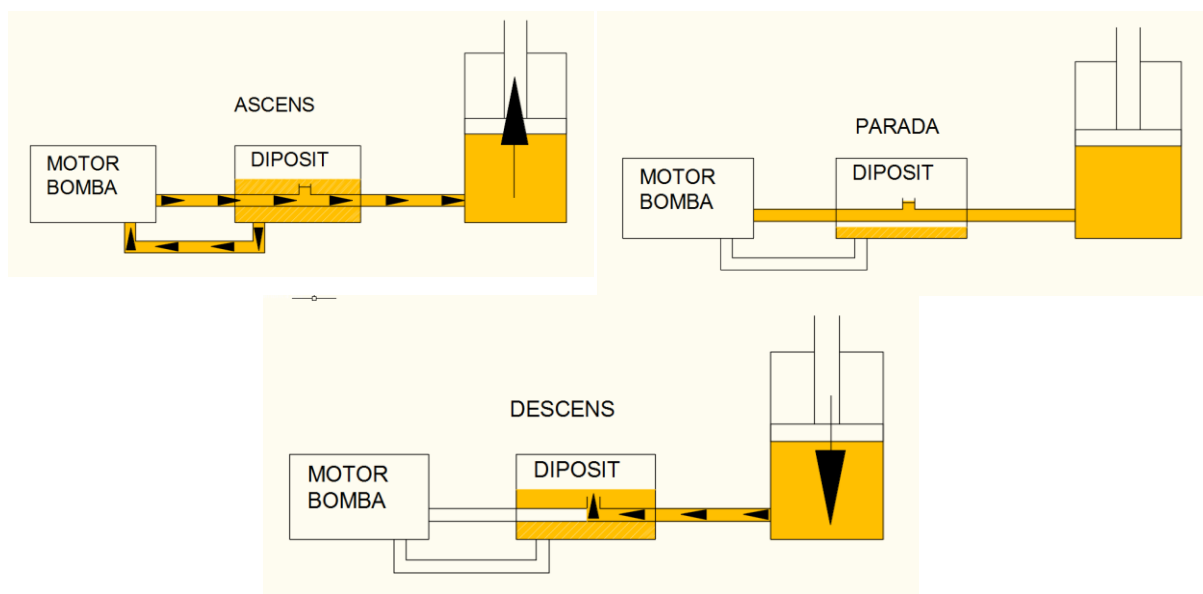


Figura 15 Esquema de funcionament del sistema hidràulic

Durant l'ascens, la bomba rep el fluid hidràulic del dipòsit i l'impulsa. Com que la vàlvula de retorn al dipòsit està tancada, el fluid arriba fins al cilindre, de manera que empeny el pistó i el desplaça.

En el moment de la parada, el motor està desconnectat i la vàlvula de retorn està tancada. En aquesta situació el fluid no es pot moure, ja que no pot retornar al dipòsit i tampoc pot tornar a entrar dins la bomba. Per tant, el pistó manté la seva posició.

Finalment, durant el descens, el motor continua parat i s'obre la vàlvula de retorn. Això provoca que el fluid que hi ha al cilindre torni al dipòsit suaument per l'acció de la gravetat.

6.2 Sistema d'elevació

El desplaçament del pistó explicat al Capítol 6.1 s'aprofita per elevar el conjunt mòbil de l'estructura i, per tant, elevar també la càrrega.

Per fer-ho cal coordinar la cursa del pistó amb el desplaçament vertical que ha de tenir la safata. Això es fa amb un sistema de cable – politja com el que es mostra a la Figura 16, que permet que el desplaçament de la safata sigui el doble del desplaçament del pistó. Per tant, la safata pot assolir l'alçada desitjada amb la meitat de recorregut del pistó.

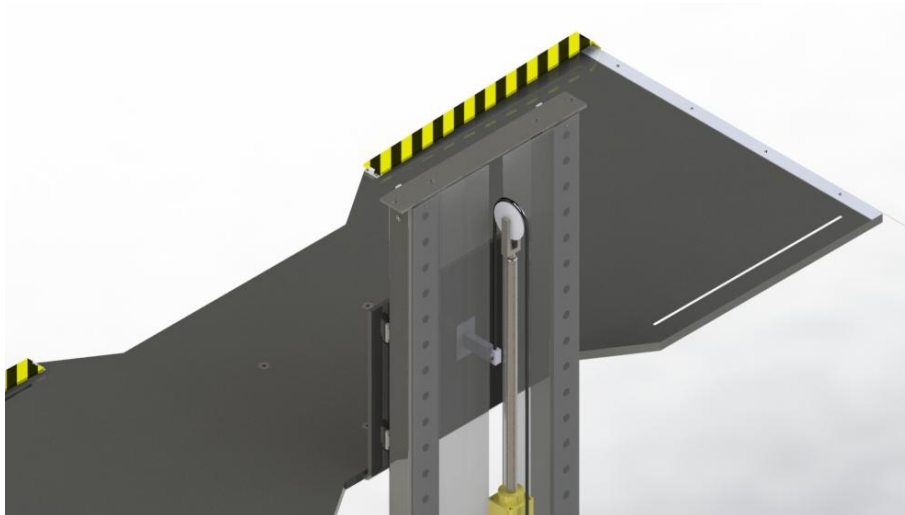


Figura 16 Cadena i politja a l'extrem superior del pistó

6.3 Circuit elèctric i comandament

El circuit elèctric permet el funcionament i el comandament de tot el sistema. Aquest compta amb el motor monofàsic de 2,2 kW a 230 V, la vàlvula de retorn, 2 contactors, tres pulsadors, un pulsador de parada d'emergència, un contacte per la barrera i dos

sensors de final de cursa, amb el corresponent cablejat. Tot això es controla amb un quadre com el de la Figura 17.



Figura 17 Quadre elèctric de comandament

Dins del circuit, s'hi poden distingir dues parts: la part de potència, que és l'encarregada de donar la capacitat al motor per funcionar, i la part de maniobra.

La part de maniobra és la que permet a l'usuari el comandament del desplaçament del conjunt mòbil, a través dels polsadors de pujada, baixada i parada, que actuen sobre el motor i sobre la vàlvula de retorn, a més a més del botó de parada d'emergència.

7 RESUM DE CARACTERÍSTIQUES

Entorn	Garatges o interiors
Posició	Fixe
Dimensions	2,22 x 1,80 x 1,20 m
Pes total sense càrrega	175 kg
Material principal	Acer d'alt límit elàstic
Inoxidable	Si
Sistema motriu	Hidràulic
Potència mecànica	2,2 kW
Potència elèctrica	2,75 kW
Alçada màxima d'elevació	1,40 m
Càrrega nominal	200 kg
Càrrega màxima permesa	250 kg
Sistema de comandament	Si, quadre elèctric
Vida útil	15 anys

Taula 1 Resum de característiques

8 RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost a falta d'IVA puja la quantitat de MIL VUIT – CENTS NORANTA – SIS EUROS I QUARANTA – QUATRE CÈNTIMS (1.896,44 €).

9 CONCLUSIONS

La màquina dissenyada es correspon completament amb les especificacions i requeriments del projecte. Està preparada per elevar una motocicleta, bicicletes o altres materials dins d'un garatge per emmagatzemar-los. A més a més, compta amb accessoris universals que s'adapten a la gran majoria de models del mercat.

Tot el sistema és resistent a la corrosió, pel que està preparat per treballar en les condicions de l'ambient desitjat.

Tot el sistema fa la seva funció en un temps prudencial. Compta amb mesures de seguretat pel material i pels usuaris del seu voltant, sempre que aquests compleixin les normes i condicions d'ús.

10 RELACIÓ DE DOCUMENTS

DOCUMENT 1 MEMÒRIA I ANNEXOS

1. MEMÒRIA

2. ANNEXOS

ANNEX A DESCRIPCIONS TÈCNIQUES

ANNEX B CÀLCULS ESTRUCTURALS

ANNEX C CÀLCULS SISTEMA HIDRÀULIC

ANNEX D MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT

ANNEX E ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

DOCUMENT 2 PLÀNOLS

DOCUMENT 3 PLEC DE CONDICIONS

DOCUMENT 4 ESTAT D'AMIDAMENTS

DOCUMENT 5 PRESSUPOST

ANNEX A

DESCRIPCIONS

TÈCNIQUES

Annex A DESCRIPCIONS TÈCNIQUES

A.1 Sistema motriu

A.1.1 Motor – bomba hidràulica

El motor – bomba hidràulica és de la casa Bombas RH, model Bomba 17 LM. Les seves característiques tècniques es mostren a la Taula 2.

Cabal	17 L/min a 1500 rpm
Aspiració	Fins a 4 m
Conductes necessaris	Ø 20 mm
Potència mecànica motor	3 CV / 2,2 kW
Rendiment η	0,80
Potència elèctrica requerida	2,75 kW
Pressió bomba	15 bar / CV
Temperatura màxima	180°C

Taula 2 Característiques tècniques motor – bomba hidràulica

A.1.2 Dipòsit hidràulic

El dipòsit hidràulic pressuritzat és també de Bombas RH. És de la mateixa casa que la bomba, ja que van acoblats i treballen solidàriament. Té una capacitat de 12 litres i un conjunt d'àleps a l'interior per fer-hi circular el fluid.

Està equipat amb un manòmetre i una vàlvula de seguretat per evitar sobrepressions.

A.1.3 Cilindre hidràulic

El cilindre hidràulic és de la casa ROEMHELD. És el model B1.282 referència 1295-12-0800 amb fixació per la part posterior i accessori de politja a la part anterior. A la Taula 3 es poden veure les seves característiques tècniques.

Ø cilindre	40 mm
Ø vàstag	25 mm
Cursa màxima	800 mm
Força a 200 bar	25 kN
Rang de pressions de treball	20-200 bar
Esmorteïment al final de carrera	Si
Ø int. roda politja	123 mm

Taula 3 Característiques tècniques cilindre hidràulic

A.1.4 Oli hidràulic

El fluid hidràulic és un oli hidràulic Cepsa HLP46 per màquines. Segueix les normes de qualitat ISO 6743-4 (HM). Les seves característiques es mostren a la Taula 4.

Densitat	0,880 kg/L
Punt d'inflamació	204°C
Punt de congelació	-21°C
Viscositat a 40°C	46 cSt
Índex de viscositat	100

Taula 4 Característiques oli hidràulic

A.1.5 Cable

El cable de transmissió és de la casa Unitex, model DIN 3060. Té un diàmetre nominal de 7 mm i una resistència màxima a tracció de 26 kN. La seva longitud total de 2,40 metres.

A.2 Estructura

A.2.1 Conjunt fixe

Està formada per cinc perfils rectangulars d'acer S650 MC d'alt límit elàstic, que formen l'estructura horitzontal i la vertical. Les seves característiques mecàniques, segons la norma UNE-36-543-80, són les mostrades a la Taula 5.

Límit elàstic	650 MPa
Resistència última a tracció	900 MPa
Perfils horitzontals laterals:	
Dimensions secció	100 x 20 x 4 mm
Inèrcia x	788.000 mm ⁴
Inèrcia y	50.000 mm ⁴
Àrea secció	855 mm ²
Perfil horitzontal travesser:	
Dimensions secció	100 x 20 x 4 mm
Inèrcia x	788.000 mm ⁴
Inèrcia y	50.000 mm ⁴
Àrea secció	454 mm ²
Perfils verticals:	
Dimensions secció	80 x 60 x 2 mm
Inèrcia x	495.000 mm ⁴
Inèrcia y	319.000 mm ⁴
Àrea secció	534 mm ²

Taula 5 Característiques mecàniques perfils estructura fixe

A.2.2 Recolzaments de cautxú

Els recolzaments de cautxú són de la casa especialitzada en el material Egaña S.L. Són recolzaments antivibracions AL-70 i s'adapten a qualsevol requeriment en quant a dimensions. Les seves característiques es mostren a la Taula 6.

Zona de treball	Fins a 800 kg/cm ²
Alçada	75 mm
Dimensions:	
Suports anteriors	120 x 100 mm
Suports posteriors	100 x 100 mm
Suport unitat de potència	370 x 200 mm

Taula 6 Característiques suports de cautxú

A.2.3 Conjunt mòbil

Està formada per planxes d'acer de forma i dimensions diferents. El material és també acer S650 MC d'alt límit elàstic. Les seves característiques són les mostrades a la Taula 7.

Límit elàstic	650 MPa
Resistència última a tracció	900 MPa
Suport de la safata:	
Dimensions originals planxa	883 x 500 x 10 mm
Per mecanitzar	Si
Àrea superficial	447.500 mm ²
Safata:	
Dimensions originals planxa	2100 x 800 x 1 mm
Per mecanitzar	Si
Àrea superficial	1.680.000 mm ²

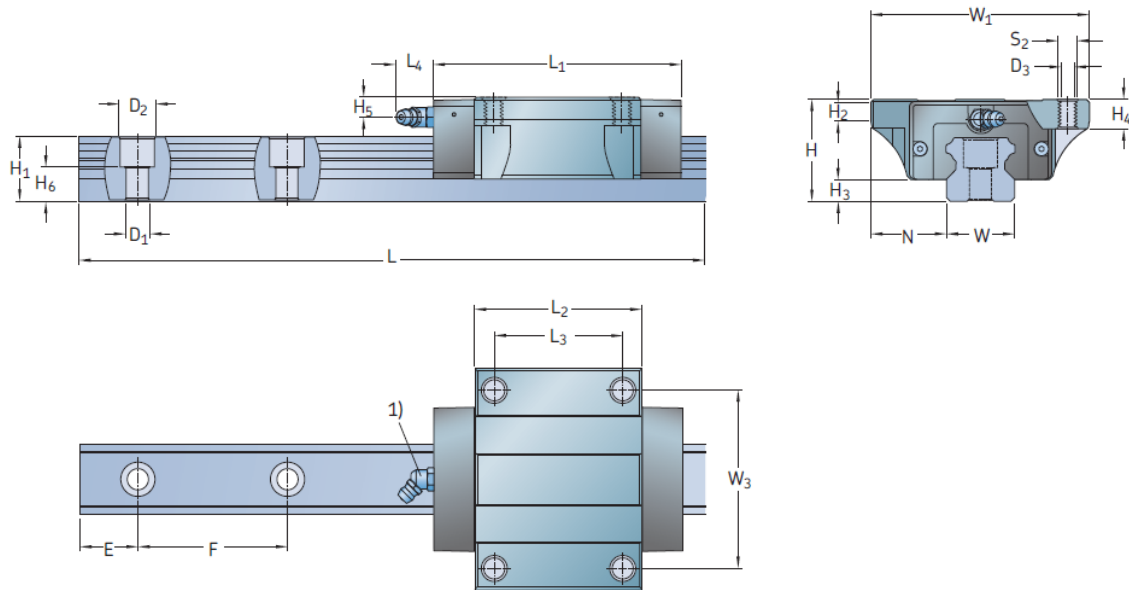
Taula 7 Característiques planxes estructura mòbil

A.2.4 Pintura anticorrosiva

Tota l'estructura fixe i mòbil està pintada amb pintura gris anticorrosiva HEMPEL de 160 micres d'espessor. Segons l'ambient de treball i la durabilitat desitjada de 15 anys, la referència de l'especificació triada és HEMPADUR 45880/1 EPOXI + HEMPATHANE HS 55610 POLIURETÀ.

A.2.5 Guies i carros

Les guies i els carros són de la casa SKF. El model triat és el tamany 15, el més petit de la gamma A de carros i guies, i també el model amb menys precisió, ja que no és un requeriment important en aquest disseny. Les seves dimensions i la seva capacitat de càrrega les marca el fabricant i són les que es mostren a la Figura 18.



Tamaño	Dimensiones del conjunto					Dimensiones del carro												
	W ₁	N	H	H ₂	H ₃	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	W ₃	H ₄	H ₅	D ₃	S ₂				
-	mm														-			
15	47	16	24	5,9	4,6	63,3	40	30	4,3	38	8	4,3	4,3	M5				
20	63	21,5	30	6,9	5	73,3	50	40	15	53	9	5,7	5,2	M6				
25	70	23,5	36	11	7	84,4	57	45	16,6	57	12	6,5	6,7	M8				
Tamaño	Dimensiones del raíl										Peso		Capacidades de carga ²⁾		Momentos ²⁾			
	W	H ₁	H ₆	F	D ₁	D ₂	E _{min} -0,75	E _{max} -0,75	L _{max} -1,5	carro	raíl	dinámica	estática	dinámico	estático	dinámico	estático	
-	mm										kg	kg/m	N		Nm			
15	15	14	8,5	60	4,5	7,5	10	50	3 920	0,21	1,4	8 400	15 400	56	103	49	90	
20	20	18	9,3	60	6	9,5	10	50	3 920	0,4	2,3	12 400	24 550	112	221	90	179	
25	23	22	12,3	60	7	11	10	50	3 920	0,57	3,3	18 800	30 700	194	316	155	254	

Figura 18 Característiques guies i carros

A.3 Accessoris

A.3.1 Accessori bicicletes

L'accessori de bicicletes és una subjecció universal per bicicletes com el que es veu a la Figura 19. És de la casa Mottez S.A. especialitzada en el sector.

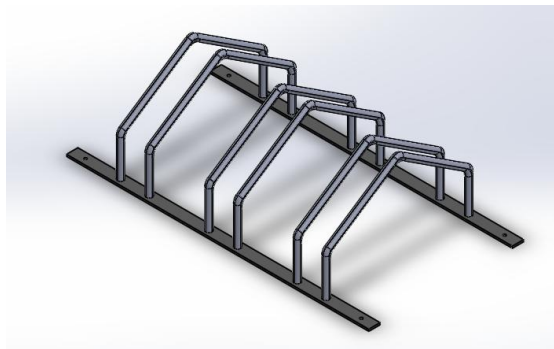


Figura 19 Suport bicicletes

A.3.2 Accessori motocicletes

L'accessori de motocicletes és un cavallet universal per la roda del darrera de motocicletes, adaptable a roda davantera de scooters i ciclomotors. És de la casa ConStand, amb la modificació que no té rodes i s'adapta a una plataforma com es mostra a la Figura 20.

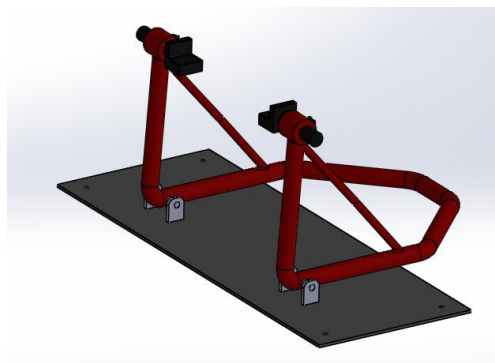


Figura 20 Cavallet per motocicletes

ANNEX B

CÀLCULS

ESTRUCTURALS

Annex B CÀLCULS ESTRUCTURALS

Tota l'estructura està formada per Acer mecanitzat S650 MC, amb les característiques especificades pel fabricant i la normativa a la Taula 8. Aquesta serà estudiada a fatiga amb vida limitada, ja que s'estima un ús mitjà de 4 vegades/dia durant 15 anys de vida útil, que suposa un total de 21900 cicles.

Tots els càlculs d'aquest annex estan realitzats segons el Llibre BUDYNAS R.G., NISBETT J.K. Diseño en la ingeniería mecánica de Shigley. Mc Graw-Hill. 2012.

S_y	650 MPa
S_{ut}	900 MPa

Taula 8 Característiques acer

B.1 Reaccions

Per fer l'estudi de l'estructura, en primer lloc és necessari trobar quines forces hi ha aplicades sobre la mateixa. Es suposa una càrrega màxima de 2500 N, tot i que en l'ús nominal aquesta serà inferior, que provoca unes reaccions al terra on està situada la màquina, com es pot veure en la Figura 21. A més a més, s'ha suposat un descentrament de la càrrega per realitzar els càlculs en una situació més desfavorable que l'habitual.

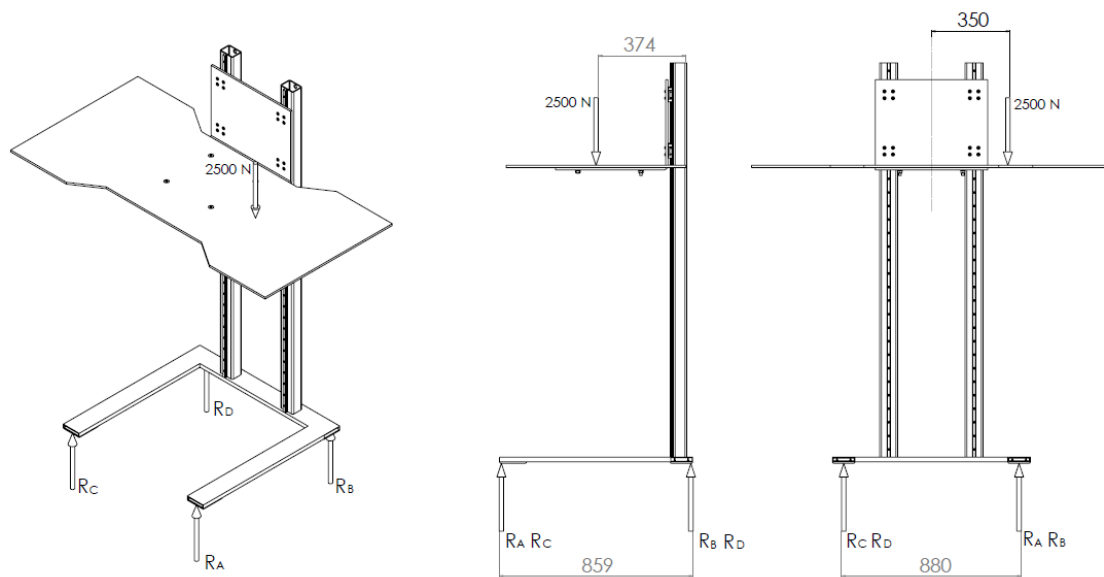


Figura 21 Reaccions a la base de l'estructura

Amb les dades que apareixen a la imatge anterior, es pot obtenir el valor de les quatre reaccions:

R_A	1.112,98 N
R_B	1.131,27 N
R_C	126,83 N
R_D	128,92 N

Taula 9 Resultats de les reaccions

Els valors de les reaccions R_A i R_B és molt superior a les altres dues en aquesta situació, ja que la càrrega està desplaçada. Tot i això, l'estructura és estable ja que R_C i R_D no són inferiors a 0.

B.2 Perfils horitzontals laterals

La situació de tenir la càrrega descentrada provoca unes sol·licitacions més grans en un dels dos perfils. Per això, calcularem el més desfavorable dels dos, com es mostra a la Figura 22.

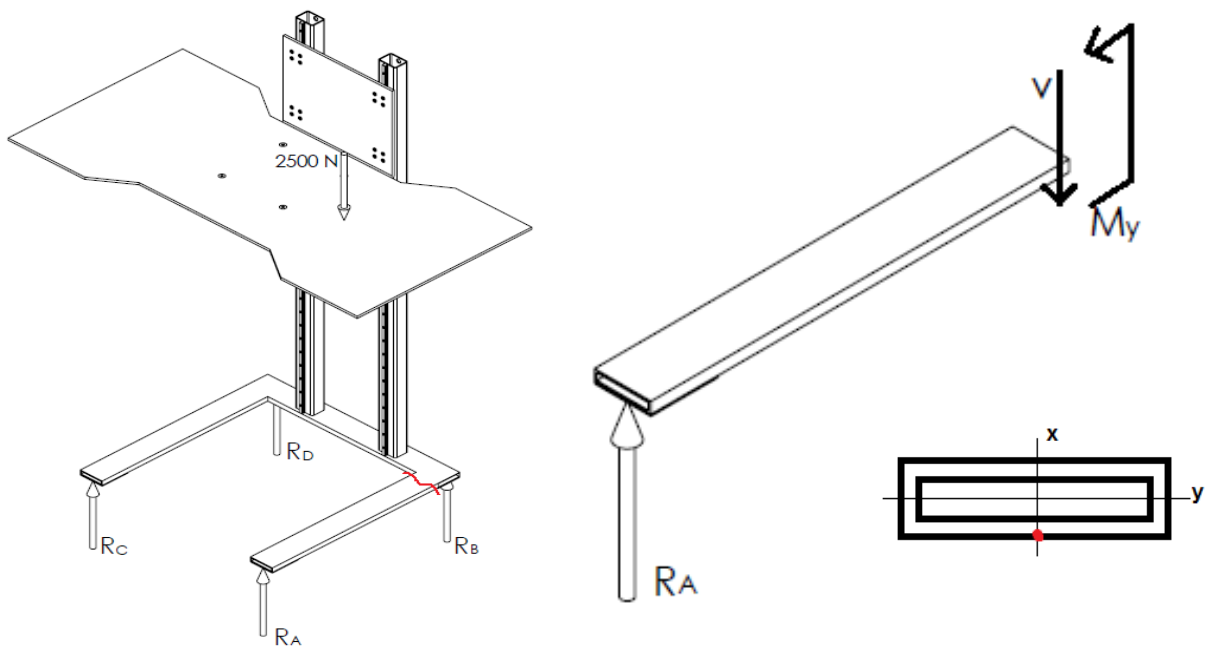


Figura 22 Sol·licitacions a la secció i punt de càlcul

Els valors dels esforços són els següents:

$M_{y, \max}$	955.972,51 Nmm
$M_{y, \min}$	0 Nmm
V_{\max}	1.112,98 N
V_{\min}	0 N

Taula 10 Sol·licitacions a la secció del perfil horitzontal lateral. Segons mides del Plànol 1.01

Es calcula una secció del perfil rectangular, com es pot veure a la Figura 21, amb les següents característiques:

B	20 mm
H	100 mm
t	4 mm
I_x	788.000 mm ⁴
I_y	50.000 mm ⁴

Taula 11 Característiques de la secció

Amb les dades de les Taules 10 i 11, es pot calcular el punt desitjat. En primer lloc, es troben les tensions màxima i mínima $\sigma(M_y)$ degudes al moment flector al punt més desfavorable, que també es mostra a la Figura 2, amb l'equació:

$$\sigma(M_y) = \frac{M \cdot y}{I_y} \quad (1)$$

on y és la distància entre el punt de càlcul i l'eix y en mm. Per realitzar el càlcul a fatiga, cal trobar les tensions mitjana i alterna σ_m i σ_a corresponents al moment M_y , que es calculen de la següent manera:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \quad (2)$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \quad (3)$$

Amb les característiques físiques i dimensions del perfil, es troba la resistència a fatiga S_e , que es calcula a partir de la següent equació:

$$S_e = S_e(pr) \cdot k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \quad (4)$$

on k_c i k_d sempre seran igual a la unitat en el cas que estudiem. Tots els factors que determinen S_e es calculen mitjançant les fórmules a continuació:

$$S_e(pr) = 0,5 \cdot S_{ut} \quad (5)$$

$$k_a = 4,45 \cdot S_{ut}^{-0,265} \quad (6)$$

$$k_b = 0,859 - 0,000837 \cdot (0,808\sqrt{B \cdot H}) \quad (7)$$

$$k_e = 1/K_f \quad (8)$$

tot i que, si no hi ha concentració de tensions, com és el cas d'aquest perfil, també es considerarà k_e igual a la unitat.

Com que es tracta d'un cas de vida limitada, és necessari calcular un altra resistència a fatiga S_f més permissiva que S_e , i es calcula amb les següents equacions:

$$S_f = a \cdot N^b \quad (9)$$

on N és igual a 21900 cicles i els factors a i b depenen de S_e i S_{ut} :

$$a = \frac{(0,9 \cdot S_{ut})^2}{S_e} \quad (10)$$

$$b = -\frac{1}{3} \cdot \log \frac{0,9 \cdot S_{ut}}{S_e} \quad (11)$$

Finalment, el coeficient de seguretat a fatiga n en aquest punt, on $\sigma_m > 0$, es calcula a partir de totes les variables trobades amb anterioritat.

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_f} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} \quad (12)$$

Solucionant totes els equacions anteriors, s'obtenen els següents resultats:

$\sigma_{max}(M_y)$	191,19 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	S_e	273,6 MPa	n	3,36
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	k_a	0,733	a	2397,97		
$\sigma_m(M_y)$	95,6 MPa	k_b	0,828	b	-0,157		
$\sigma_a(M_y)$	95,6 MPa	k_e	1	S_f	498,74 MPa		

Taula 12 Resultats perfil horitzontal lateral

El coeficient de seguretat a fatiga és 3,36. Amb aquest valor es considera que el perfil triat és suficient per suportar les sol·licitacions a les quals està sotmès, ja que, a més a més, les condicions de càlcul són més desfavorables que la realitat.

B.3 Perfil horitzontal travesser

De la mateixa manera que en el càlcul anterior, se suposa la càrrega descentrada. Cal comprovar, en primer lloc, quina força de tracció – compressió suposarà la càrrega sobre els dos perfils verticals que recolzen sobre el perfil horitzontal travesser i que provoquen el moment flector al perfil estudiat, tal com es mostra a la Figura 23.

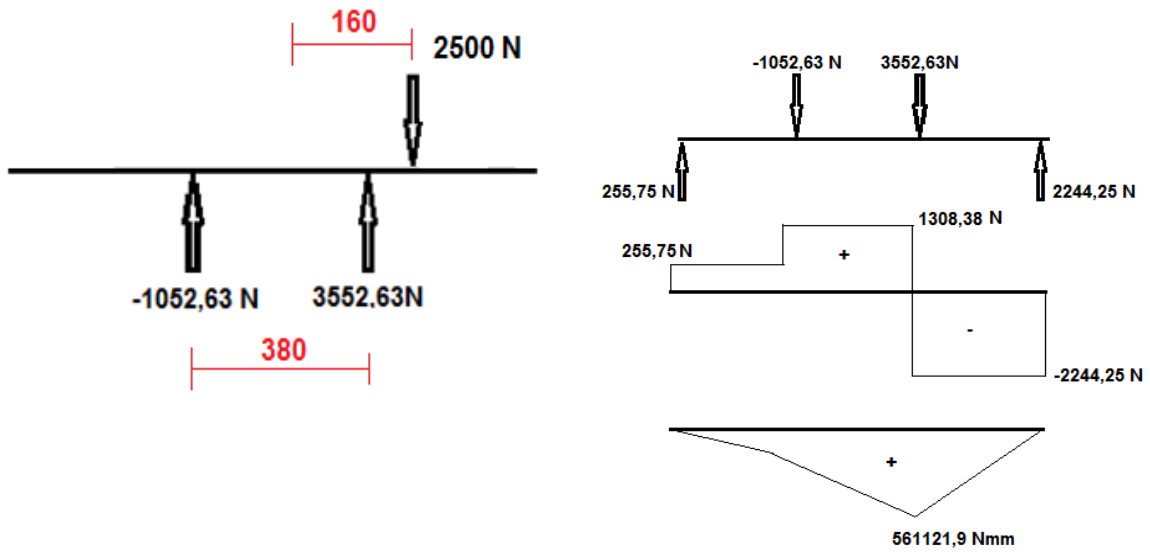


Figura 23 Moment flector màxim al perfil estudiat. Segons mides del Plànol 1.01

Donat que el moment torsor és constant, la secció triada es troba allà on hi ha un moment flector més gran i, a més a més, hi ha forats, com es mostra a la Figura 24.

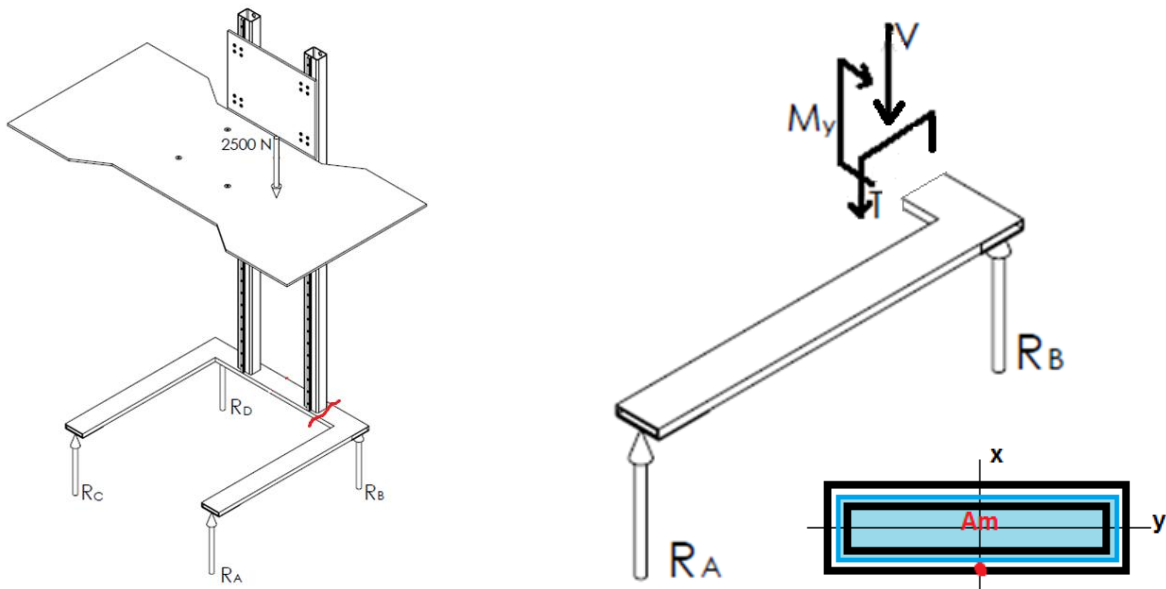


Figura 24 Sol·licitacions a la secció i punt de càlcul.

Els valors dels esforços són els següents:

$M_{y, \max}$	561.121,9 Nmm
$M_{y, \min}$	0 Nmm
T_{\max}	956.049,8 Nmm
T_{\min}	0 Nmm
V_{\max}	2.244,25 N
V_{\min}	0 N

Taula 13 Sol·licitacions a la secció del perfil horitzontal travesser. Segons mides del Plànol 1.01

Es calcula també una secció del perfil rectangular, com es pot veure a la Figura 23, amb les següents característiques:

B	20 mm
H	100 mm
t	4 mm
I_x	788.000 mm ⁴
I_y	50.000 mm ⁴

Taula 14 Característiques de la secció

Amb les dades de les Taules 13 i 14, es pot calcular el punt desitjat. En primer lloc, cal trobar la tensió màxima i mínima $\sigma(M_y)$ al punt més desfavorable amb l'Equació (1) i $\tau(T)$, amb la següent equació:

$$\tau(T) = \frac{T}{2 \cdot t \cdot A_m} \quad (13)$$

on A_m és l'àrea mitjana entre el perímetre exterior de la secció i el perímetre interior, tal com es mostra també a la Figura 23. Com en l'apartat anterior, es calculen les components mitjana i alterna de cada secció amb les Equacions (2) i (3), respectivament.

En aquest cas, cada tensió té una component σ deguda al moment flector i una component τ deguda al moment torsor. Per tant, és necessari calcular la tensió mitjana i alterna de Von Misses σ' :

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (14)$$

En aquest cas, la secció estudiada té un forat. Per tant, es troba en una zona de concentració de tensions. Amb les dimensions de la secció i del forat i les propietats del material, s'estimen unes constants de concentració de tensions i sensibilitat.

$K_t(M)$	2,0	$q(M)$	0,9
$K_{ts}(T)$	1,8	$q(T)$	0,9

Taula 15 Concentració de tensions al punt estudiat

Amb aquestes constants, es troba K_f , que es farà servir pel càlcul de S_e , a partir de la següent equació:

$$K_f = 1 + q \cdot (K_t - 1) \quad (15)$$

Un cop trobades les tensions, i amb els valors de les constants degudes a la concentració de tensions, ja es poden trobar les resistències a fatiga S_e i S_f , a partir de les Equacions (5), (6), (7), (8), (9), (10) i (11).

Finalment, el coeficient de seguretat a fatiga n en aquest punt, on $\sigma_m > 0$ un altre cop, es calcula amb una equació semblant a l'apartat anterior, però introduint les tensions de Von Misses.

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma'_a}{S_f} + \frac{\sigma'_m}{S_{ut}} \quad (16)$$

Introduint els valors a les equacions anteriors, s'obtenen els següents resultats:

$\sigma_{max}(M_y)$	112,22 MPa	$\tau_m(T)$	38,90 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	b	-0,250
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	$\tau_a(T)$	38,90 MPa	k_a	0,733	S_f	374,39 MPa
$\tau_{max}(T)$	77,80 MPa	σ'_m	87,68 MPa	k_b	0,828	n	3,06
$\tau_{min}(T)$	0 MPa	σ'_a	87,68 MPa	k_e	0,52		
$\sigma_m(M_y)$	56,11 MPa	$K_f(M)$	1,9	S_e	144,01 MPa		
$\sigma_a(M_y)$	56,11 MPa	$K_{fs}(T)$	1,72	a	4556,16		

Taula 16 Resultats perfil horitzontal travesser

El coeficient de seguretat a fatiga és 3,06. Per tant, és semblant al valor dels càlculs anteriors i es considera correcte.

B.4 Perfils verticals

Amb la càrrega situada en el mateix punt que en els càlculs anteriors, ara es calculen els perfils verticals.

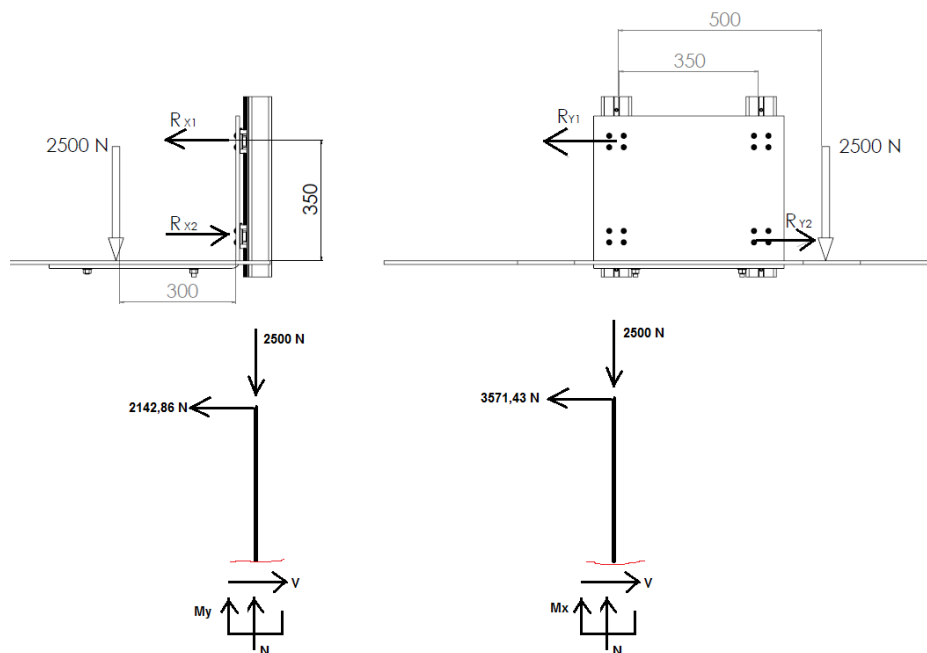


Figura 25 Sol·licitacions a la secció

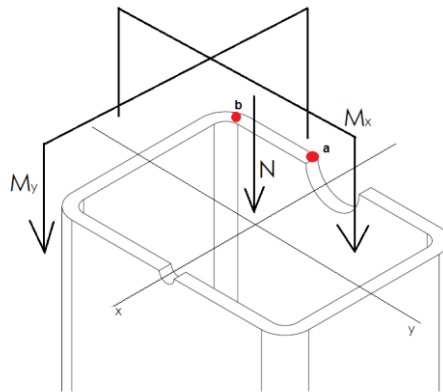


Figura 26 Secció i punts de càlcul

Tot i ser dos perfils situats en paral·lel es realitzen els càlculs per un únic perfil, suposant que en algun moment puntual, degut al possible joc de les guies i els carros, un únic perfil podria aguantar tots els esforços. Els valors d'aquests esforços són els següents:

$M_{y, \max}$	750.000 Nmm
$M_{y, \min}$	0 Nmm
$M_{x, \max}$	1.250.000 Nmm
$M_{x, \min}$	0 Nmm
N_{\max}	-2.500 N
N_{\min}	0 N

Taula 17 Sol·licitacions a la secció del perfil vertical. Segons mides del Plànol 1.01

Es calcula també una secció del perfil rectangular, com es pot veure a la Figura 26, amb les següents característiques:

B	60 mm
H	80 mm
t	2 mm
I_x	495.000 mm ⁴
I_y	319.000 mm ⁴
A	534 mm ²

Taula 18 Característiques de la secció

Aquesta secció té, com es mostra a la Figura 26, dos possibles punts desfavorables:

Punt a:

Amb les dades de les Taules 17 i 18, es poden calcular els dos possibles punts més desfavorables. En primer lloc, cal trobar les tensions màximes i mínimes $\sigma(M_y)$ al punt a amb l'Equació (1) i $\sigma(N)$, amb la següent equació:

$$\sigma(N) = \frac{N}{A} \quad (17)$$

Es calculen les tensions mitjanes i alternes degudes al moment flector i a la normal, per separat, amb les equacions (2) i (3). Un cop trobades, cal dividir la $\sigma_{a0}(N)$ per un factor k_c axial per obtenir el valor correcte:

$$\sigma_a(N) = \frac{\sigma_{a0}(N)}{0,85} \quad (18)$$

Un cop obtingut aquest valor, ja es poden sumar els valors de les tensions mitjanes i alternes corresponents al flector i a la normal per obtenir σ_m i σ_a .

En aquest cas, com es mostra a la Figura 25, la secció estudiada també té un forat. Per tant, es troba en una zona de concentració de tensions. Amb les dimensions de la secció i del forat i les propietats del material, s'estimen les constants de concentració de tensions i sensibilitat per calcular K_f segons l'Equació (15).

$K_t(M)$	2,2	$q(M)$	0,9
$K_t(N)$	2,4	$q(N)$	0,9

Taula 19 Concentració de tensions al punt estudiat

Amb els valors de les tensions ja trobats i amb els valors de les constants degudes a la concentració de tensions, ja es poden trobar les resistències a fatiga S_e i S_f , a partir de les Equacions (5), (6), (7), (8), (9), (10) i (11).

Finalment, el coeficient de seguretat a fatiga n en aquest punt, on $\sigma_m > 0$ un altre cop, es calcula amb l'Equació (12)

Introduint els valors a les equacions anteriors, s'obtenen els següents resultats:

$\sigma_{max}(M_y)$	70,53 MPa	$\sigma_m(N)$	-2,34 MPa	$K_f(N)$	2,26	a	5089,81
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	$\sigma_{a0}(N)$	2,34 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	b	-0,266
$\sigma_{max}(N)$	-4,68 MPa	$\sigma_a(N)$	2,75 MPa	k_a	0,733	S_f	356,31 MPa
$\sigma_{min}(N)$	0 MPa	σ_m	32,92 MPa	k_b	0,812	n	6,97
$\sigma_m(M_y)$	35,27 MPa	σ_a	38,02 MPa	k_e	0,48		
$\sigma_a(M_y)$	35,27 MPa	$K_f(M)$	2,08	S_e	128,9 MPa		

Taula 20 Resultats punt a secció perfils verticals

El coeficient de seguretat a fatiga és 6,97. Abans de valorar-lo, cal fer el càlcul del punt b.

Punt b:

En aquest punt, els valors de tensions deguts al M_y i a la N són els mateixos que en el punt a. En aquest cas, però, no hi ha concentració de tensions i s'afegeix el moment flector M_x .

Amb l'Equació (1) es calculen les tensions $\sigma(M_x)$ màxima i mínima, que es poden sumar amb les tensions màxima i mínima corresponents a $\sigma(M_y)$. Seguidament, cal calcular la tensió mitjana i alterna corresponents aquests moments flectors mitjançant les Equacions (2) i (3).

Un cop obtinguts aquests valors, es sumen amb les tensions mitjana i alterna degudes a la normal, que no han variat respecte el punt a. De la mateixa manera que en els apartats anteriors, es troben els nous valors de S_e i S_f a partir de les Equacions (5), (6), (7), (8), (9), (10) i (11).

Finalment, amb el valor de la resistència a fatiga S_f s'obté el coeficient de seguretat n per aquest punt amb l'Equació (12).

$\sigma_{max}(M_y)$	70,53 MPa	$\sigma_m(M)$	85,76 MPa	σ_a	88,52 MPa	a	2447,02
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	$\sigma_a(M)$	85,76 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	b	-0,160
$\sigma_{max}(M_x)$	101,01 MPa	$\sigma_m(N)$	-2,34 MPa	k_a	0,733	S_f	494,24 MPa
$\sigma_{min}(M_x)$	0 MPa	$\sigma_{a0}(N)$	2,34 MPa	k_b	0,812	n	3,67
$\sigma_{max}(N)$	-4,68 MPa	$\sigma_a(N)$	2,75 MPa	k_e	1		
$\sigma_{min}(N)$	0 MPa	σ_m	83,43 MPa	S_e	268,12 MPa		

Taula 21 Resultats punt b secció perfils verticals

En el punt b el coeficient de seguretat a fatiga és 3,67. Això indica que aquest punt és més restrictiu que el punt a. El valor és molt semblant a les altres seccions estudiades i, per tant, és acceptat.

B.5 Suport de la safata

S'estudia el suport de la safata en les mateixes condicions de càrrega que els apartats anteriors, com es pot veure a la Figura 27.

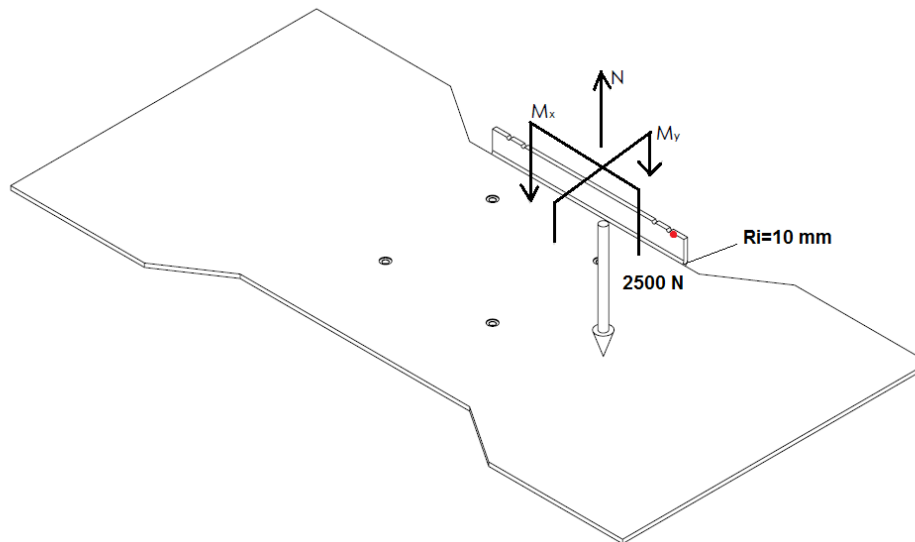


Figura 27 Sol·licitacions a la secció i punt de càlcul

Els valors dels esforços són els següents:

$M_{y, max}$	750.000 Nmm
$M_{y, min}$	0 Nmm
$M_{x, max}$	875.000 Nmm
$M_{x, min}$	0 Nmm
N_{max}	2.500 N
N_{min}	0 N

Taula 22 Sol·licitacions a la secció de la safata. Segons mides del Plànol 2.02

Es calcula una secció rectangular, com es pot veure a la Figura 27, amb les següents característiques:

B	10 mm
H	500 mm
I_x	104.166.667 mm ⁴
I_y	41.666,67 mm ⁴
A	5.000 mm ²
r_i	10 mm

Taula 23 Característiques de la secció

Aquest és un cas de biga corba i, per tant, cal estudiar-lo de forma lleugerament diferent. Per trobar la tensió al punt més desfavorable, que és el punt interior, és necessari calcular primer els paràmetres r_n , que es troba tabulat, i c_i i e , que es troben amb les següents equacions:

$$c_i = r_n - r_i \quad (19)$$

on r_i és el radi interior de la corba,

$$e = R - r_n. \quad (20)$$

on R és el radi mig de la corba.

Amb aquests valors, es troba el valor de la tensió deguda al moment flector en biga corba segons l'equació:

$$\sigma(M_y) = \frac{M \cdot c_i}{A \cdot e \cdot r_i} \quad (21)$$

on A és l'àrea de la secció.

En segon lloc, es troben les tensions màxima i mínima degudes al moment flector $\sigma(M_x)$ i a la normal $\sigma(N)$ al punt més desfavorable, que també es mostra a la Figura 27. Per fer-ho, cal seguir les Equacions (1) i (17), respectivament.

Seguidament, es sumen els valors de tensió màxima i mínima deguts als moments flectors M_y i M_x i es troben els valors de les tensions mitjana $\sigma_m(M)$ i alterna $\sigma_a(M)$ amb les Equacions (2) i (3). Amb aquestes Equacions també s'obtenen els valors de les tensions mitjana i alterna corresponents a la normal $\sigma_m(N)$ i $\sigma_{a0}(N)$. Aquesta última, s'ha de dividir pel valor de k_c segons l'Equació (18), com s'ha fet en l'apartat B.4.

Un cop obtingut aquest valor, ja es poden sumar els valors de les tensions mitjanes i alternes corresponents al flector i a la normal.

En aquest cas hi torna a haver concentració de tensions pels forats. Per tant, cal estimar els valors K_t i q , per calcular K_f segons l'Equació (15).

$K_t(M)$	2	$q(M)$	0,9
$K_t(N)$	2,8	$q(N)$	0,9

Taula 24 Concentració de tensions

Com en els casos anteriors, cal trobar les resistències a fatiga S_e i S_f seguint les Equacions (5), (6), (7), (8), (9), (10) i (11). Finalment, amb l'Equació (12) es troba el coeficient de seguretat a fatiga n .

r_n	14,42 mm	$\sigma_{min}(N)$	0 MPa	$K_f(M)$	1,9	b	-0,278
c_i	4,42 mm	$\sigma_m(M)$	57,17 MPa	$K_f(N)$	2,62	S_f	343,16 MPa
e	0,58 mm	$\sigma_a(M)$	57,15 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	n	4,32
$\sigma_{max}(M_y)$	114,3 MPa	$\sigma_m(N)$	0,25 MPa	k_a	0,733		
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	$\sigma_{a0}(N)$	0,25 MPa	k_b	0,811		
$\sigma_{max}(M_x)$	0,042 MPa	$\sigma_a(N)$	0,29 MPa	k_e	0,44		
$\sigma_{min}(M_x)$	0 MPa	σ_m	57,42 MPa	S_e	118,49 MPa		
$\sigma_{max}(N)$	0,5 MPa	σ_a	57,97 MPa	a	5536,86		

Taula 25 Resultats suport de la safata

El coeficient de seguretat a fatiga és 4,32. Per tant, l'element aguanta les sol·licitacions a les que està sotmès.

B.6 Safata

Finalment, es calcula la safata. Per realitzar el càlcul, s'estudia en una situació molt desfavorable on la majoria del pes es trobi en un extrem, tal com es mostra a la Figura 28. Aquest cas es podria donar, per exemple, en l'instant en què la safata està a la seva posició inferior i es comença a posar la motocicleta a sobre per un extrem.

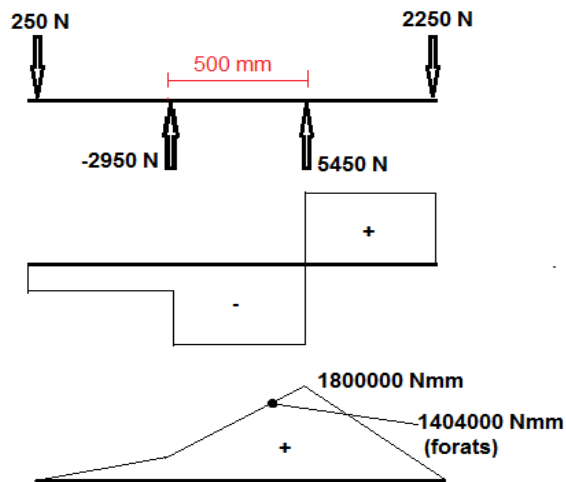


Figura 28 Diagrama de moments flectors sobre la safata. Segons mides del Plànol 2.01

Hi ha dues possibles seccions desfavorables. La secció A, situada als forats, i la secció B, al punt on hi ha un moment màxim i, a més a més, hi ha un canvi de secció.

Secció A:

Els valors dels esforços són els següents:

$M_{y, \max}$	1.404.000 Nmm
$M_{y, \min}$	0 Nmm

Taula 26 Sol·licitacions a la safata

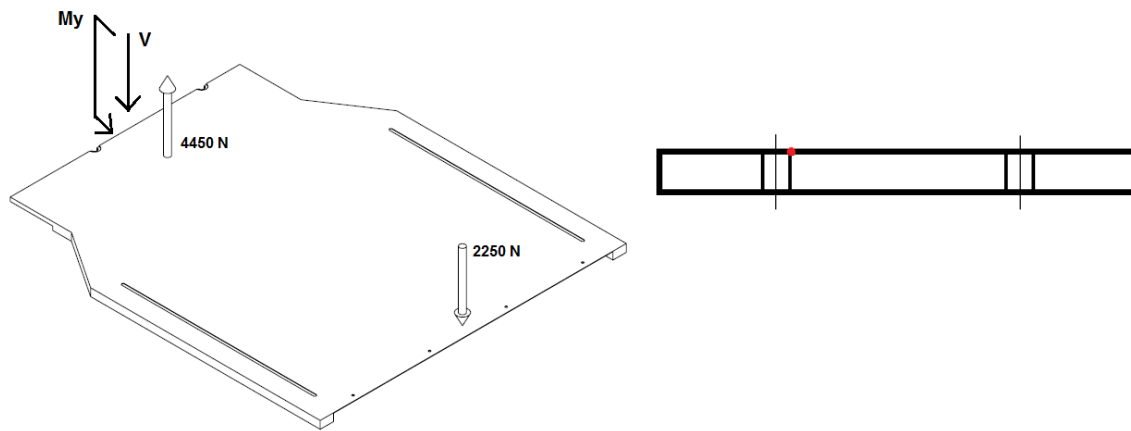


Figura 29 Sol·licitacions a la secció i punt de càlcul. Segons mides del Plànol 2.01

Es calcula una secció rectangular, com es pot veure a la Figura 29, amb les següents característiques:

B	10 mm
H	600 mm
I_x	180.000.000 mm ⁴
I_y	50.000 mm ⁴

Taula 27 Característiques de la secció

En primer lloc és necessari calcular la tensió corresponent al moment flector $\sigma(M_y)$ a partir de l'Equació (1). Seguidament, amb les Equacions (2) i (3) es troben els valors de tensió mitjana i alterna.

Com que és un cas de concentració de tensions pels forats, cal tornar a estimar les constants, per trobar la constant K_f amb l'Equació (18).

$K_t(M)$	2	$q(M)$	0,9
----------------------------	---	--------------------------	-----

Taula 28 Concentració de tensions

Com en tots els casos anteriors, cal trobar les resistències a fatiga S_e i S_f seguint les Equacions (5), (6), (7), (8), (9), (10) i (11). I, per acabar, amb l'Equació (12) es troba el coeficient de seguretat a fatiga n .

$\sigma_{max}(M_y)$	140,4 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	a	
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	k_a	0,733	b	-0,254
$\sigma_m(M)$	70,2 MPa	k_b	0,806	S_f	369,88 MPa
$\sigma_a(M)$	70,2 MPa	k_e	0,526	n	3,73
$K_f(M)$	1,9	S_e	140,15 MPa		

Taula 29 Resultats safata

El coeficient de seguretat és 3,73, també semblant als trobats per la resta d'elements. Tot i això, primer cal estudiar la secció B per poder fer una valoració.

Secció B:

Els valors dels esforços són els següents:

$M_{y, max}$	1.800.000 Nmm
$M_{y, min}$	0 Nmm

Taula 30 Sol·licitacions a la safata

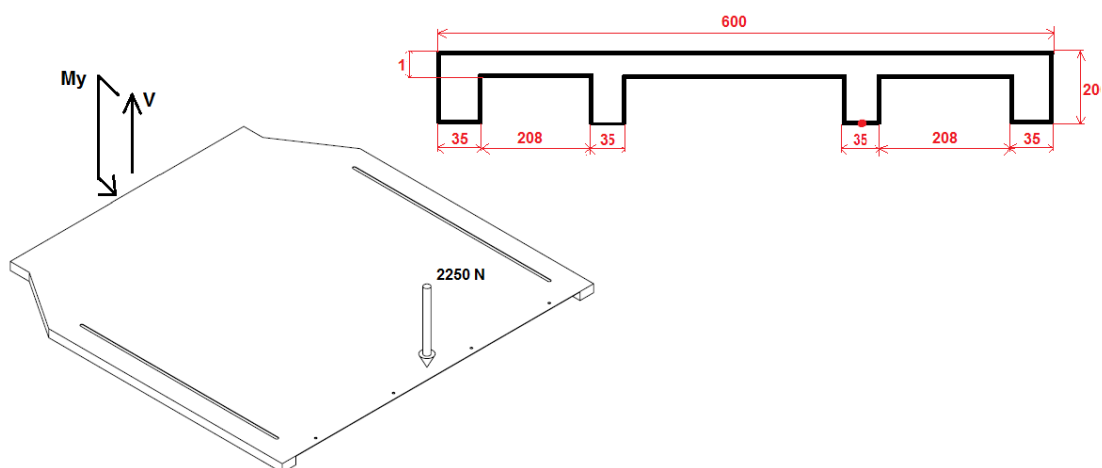


Figura 30 Sol·licitacions a la secció i punt de càlcul. Segons mides del Plànol 2.01

Es calcula, en aquest cas, una secció rectangular amb nervis, com es pot veure a la Figura 30, amb les següents característiques:

B	600 mm
I_Y	129.028,72 mm ⁴

Taula 31 Característiques de la secció

És necessari tornar a calcular la tensió corresponent al moment flector $\sigma(M_y)$ a partir de l'Equació (1). De la mateixa manera que en la secció A, amb les Equacions (2) i (3) es troben els valors de tensió mitjana i alterna.

En aquest cas, hi ha concentració de tensions degut al canvi de secció. Per tant, cal estimar les constants per trobar la constant K_f amb l'Equació (18).

K_t(M)	1,6	q(M)	0,9
-------------------------	-----	-------------	-----

Taula 32 Concentració de tensions

Novament cal trobar les resistències a fatiga S_e i S_f seguint les Equacions (5), (6), (7), (8), (9), (10) i (11). I, per acabar, amb l'Equació (12) es troba el coeficient de seguretat a fatiga n .

$\sigma_{max}(M_y)$	158,19 MPa	$S_e(pr)$	450 MPa	a	3899,15
$\sigma_{min}(M_y)$	0 MPa	k_a	0,733	b	-0,227
$\sigma_m(M)$	79,10 MPa	k_b	0,784	S_f	401,37 MPa
$\sigma_a(M)$	79,10 MPa	k_e	0,649	n	3,51
$K_f(M)$	1,54	S_e	168,27 MPa		

Taula 33 Resultats safata

En aquest cas, el coeficient de seguretat és 3,51. Els coeficients d'ambdues seccions són semblants als trobats per la resta d'elements. Per tant, són acceptats.

B.7 Sistema de guies

Pel desplaçament vertical del sistema, és molt important el seu sistema de guies i carros. En primer lloc, s'ha decidit dissenyar un sistema format per dues guies i quatre carros fixats al suport de la safata, de manera que aquests només treballen amb forces puntuals i mai han de suportar moments.

Es trien guies i carros del catàleg SKF. Per escollir els models adequats, cal tenir en compte les condicions en què treballaran i seguir adequadament els càlculs que indica el fabricant.

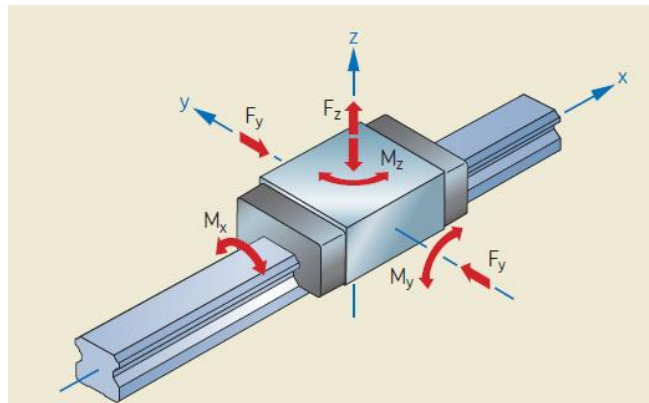


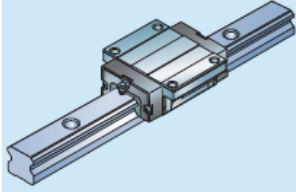
Figura 31 Forces i moments sobre la guia i el carro

De les sol·licitacions que apareixen a la Figura 31, com s'ha explicat anteriorment, en aquest cas només apareixen F_y i F_z . Tal com s'ha calculat en el capítol B.4, els valors d'aquestes són els següents.

F_y	2142,86 N
F_z	3571,43 N

Taula 34 Forces sobre la guia i el carro

LLTHC ... A
Carro embridado, normal,
altura estàndar



Tamaño ¹⁾	Capacidad de carga	
	C	C ₀
-	N	
15	8 400	15 400
20	12 400	24 550
25	18 800	30 700

Figura 32 Capacitat de càrrega C de cada model

De la Figura 32, es tria el tamany més petit del model LLTHC...A. El fabricant indica que la força de càlcul es calcula sumant els valors absoluts de les dues components:

$$F = |F_y| + |F_z| \quad (22)$$

Un cop obtinguda la força, és necessari calcular la càrrega equivalent, que el fabricant ens indica que es calcula mitjançant l'equació:

$$P = F \cdot \frac{f_d}{f_i} \quad (23)$$

on f_d correspon a les condicions de càrrega i és igual a 1,25 i f_i correspon al nombre de carros per carril i és igual a 1.

Finalment, es decideix que es vol calcular el temps de vida en hores amb un 90% de fiabilitat. Segons el fabricant, es fa seguint la següent equació:

$$L_{10h} = \frac{5 \cdot 10^7}{l_s \cdot n \cdot 60} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (24)$$

on l_s és el recorregut total del carro per la guia i n és el nombre de vegades per minut que es realitza una cursa. Els resultats obtinguts són:

F	5714,3 N	l_s	1500 mm	C	8400 N
P	7142,88 N	n	0,00277 min ⁻¹	L_{10h}	326.186,15 h

Taula 35 Resultats de càlcul de carros i guies

Aquest model aguanta 326.186,15 hores en les condicions de càlcul, és a dir, 37,2 anys. Per tant, el tamany més petit és suficient per aguantar els esforços que requereix la màquina durant tota la vida útil d'aquesta.

ANNEX C

CÀLCULS SISTEMA HIDRÀULIC

Annex C CÀLCULS SISTEMA HIDRÀULIC

El sistema hidràulic, com s'explica al capítol de la memòria 5.1 Sistema hidràulic, està format per diversos elements. D'aquests, és necessari calcular el motor - bomba hidràulica, el cilindre hidràulic, els conductes i el dipòsit de fluid hidràulic.

Les dades prèvies al càlcul són les següents:

<i>P</i>	40 bar
<i>F</i>	5 KN
<i>c</i>	700 mm
<i>t</i>	5 s

Taula 36 Dades pel càlcul hidràulic

La pressió de servei ha estat triada en funció del tipus de cilindre a utilitzar i les característiques de les vàlvules del sistema. La força és el doble de la utilitzada pel càlcul de l'estructura, ja que, com s'explica al capítol 5.2 Sistema d'elevació, el pistó necessita fer el doble de la força pes per elevar el conjunt. De la mateixa manera, la cursa és la meitat del desplaçament del conjunt. Finalment, el temps és un paràmetre de disseny arbitrari.

C.1 Cilindre hidràulic

El cilindre de simple efecte ha de vèncer la força F per desplaçar el conjunt. Per això, necessita un diàmetre mínim que, segons el fabricant ROEMHELD, es calcula de la següent manera:

$$D_{min} = \frac{F \cdot 400}{\pi \cdot P} \quad (24)$$

Amb el resultat obtingut, el fabricant proporciona un diàmetre de vàstag D_v que garanteix que no hi ha pandeig. El diàmetre mínim permet conèixer l'àrea del cilindre:

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D_{min}^2 \quad (25)$$

Tenint en compte la cursa del pistó i el temps de cursa desitjat, es pot obtenir la velocitat segons l'equació:

$$v = \frac{c}{t} \quad (26)$$

El resultat obtingut no pot ser mai superior a 0,5 m/s pel tipus de sistema hidràulic utilitzat. Finalment, amb l'àrea del cilindre i la velocitat, es pot obtenir el cabal volumètric necessari del sistema:

$$Q = \frac{v \cdot A \cdot 60}{10^6} \quad (27)$$

Mitjançant les Equacions (24), (25), (26) i (27) i les dades de la Taula 36 s'obtenen tots els paràmetres de disseny bàsics:

P	40 bar	t	5 s	A	1256 mm ²
F	5 KN	D_{min}	40 mm	v	140 mm/s
c	700 mm	D_v	25 mm	Q	10,55 L/min

Taula 37 Resultats paràmetres de disseny del cilindre hidràulic

A més a més, el fabricant proporciona el càlcul d'un altre factor que influeix en el disseny. Aquest és l'augment de la pressió degut als canvis de temperatura, i es calcula segons l'equació següent:

$$\Delta P = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \Delta T \quad (28)$$

on α és el coeficient de dilatació tèrmica dels materials i β depèn de la compressibilitat del fluid hidràulic. Suposant una diferència de temperatura de 15°C, l'augment de pressió és de 143,5 bar. Degut a això, s'arriba a la conclusió que cal que el sistema disposi de vàlvules de seguretat, ja que per cada 1°C d'augment de temperatura, la pressió augmenta aproximadament 10 bar.

C.2 Conductes

El fabricant proporciona les taules pel càlcul i dimensionament dels conductes pel sistema utilitzat de 40 bar de pressió de servei:

<i>P_{servei} = 40 bar</i>			
impulsió	<i>v = 4 m/s</i>	<i>D_i = 10 mm</i>	<i>e = 1mm</i>
aspiració	<i>v = 1,5 m/s</i>	<i>D_a = 16 mm</i>	<i>e = 1mm</i>

Taula 38 Paràmetres de disseny dels conductes

Les pèrdues de càrrega per cada metre lineal de conducte són 0,2 bar. Per tant, no suposen un problema per dissenyar la instal·lació, ja que el sistema hidràulic està situat de forma compacte i el recorregut del conducte és negligible.

C.3 Motor – bomba hidràulica

El tipus de bomba hidràulica adequada és una bomba d'engranatges. Es necessita una bomba amb una pressió relativament baixa i que proporcioni força cabal. Per tant, els requeriments segons els càlculs dels apartats anteriors són els següents:

<i>P</i>	40 bar
<i>Q</i>	10,55 L/m

Taula 39 Requeriments del sistema hidràulic

Es busca a catàleg un motor – bomba hidràulica que compleixi aquests requisits i es troba la Bomba 17 LM de la casa RH amb les següents característiques:

<i>P_{max}</i>	45 bar
<i>Q_{max}</i>	17 L/m
<i>P_{ot}</i>	3 CV
<i>η</i>	0,85
<i>D_{min}</i>	20 mm

Taula 40 Característiques motor – bomba hidràulica

Les característiques del motor – bomba hidràulica compleixen els requeriments calculats del sistema hidràulic. El diàmetre mínim de conductes ha de ser de 20 mm. Com que aquest és superior al calculat a l'apartat anterior, es respecta la dimensió més restrictiva i tots els conductes han de ser de 20 mm de diàmetre. Per tant, les velocitats de circulació es veuran reduïdes, tot i que no suposa un problema.

C.4 Dipòsit de fluid hidràulic

Segons indica el fabricant, suposant un funcionament continu del sistema durant un temps indefinit, el fluid ha de poder romandre durant un temps aproximat de 60 segons al dipòsit per poder refrigerar-se correctament.

Per un sistema amb un cabal Q de 10,55 L/min, és necessari un dipòsit estàndard de 12 litres per complir aquesta condició.

ANNEX D

MANUAL D'USUARI I

MANTENIMENT

Annex D MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT

D.1 Manual d'usuari

- Cal que la màquina estigui situada en l'entorn pel qual ha estat dissenyada. No utilitzar a temperatures superiors als 50°C ni inferiors als -20°C.
- La màquina ha estat dissenyada per elevar una càrrega de 250 kg com a màxim. Cal que aquesta estigui situada i fixada correctament abans d'iniciar l'elevació.
- La safata permet elevar diferents tipus de càrrega mitjançant els accessoris opcionals. Cal seguir correctament els següents passos per fer-ho amb seguretat:
 - Motocicletes de carretera: col·locar la roda posterior de la motocicleta al cavallet universal de motocicletes i elevar-la.
 - Scooters: col·locar la roda davantera al cavallet universal de motocicletes i elevar-la.
 - Bicycletes: col·locar qualsevol roda de la bicicleta al suport universal.
 - Altres càrregues: col·locar i fixar la càrrega sobre la safata sense accessoris.
- En cas que l'espai on estigui situada la màquina no permeti l'elevació de la safata fins el límit mecànic del sistema, es recomana demanar al fabricant que limiti el desplaçament situant el final de cursa superior a l'alçada desitjada.
- Utilitzar sempre el quadre elèctric de comandament per realitzar les operacions. Aquest està dotat de tres polsadors i un botó de parada d'emergència:
 - Polsador de pujada: La càrrega s'eleva a una velocitat aproximada de 0,14 m/s fins que arriba al final de cursa superior o l'usuari decideix aturar-la.
 - Polsador de parada: La càrrega s'atura al punt on es troba fins que l'usuari dugui a terme una altra acció, inclús si la màquina es desconnecta de la corrent.
 - Polsador de baixada: La càrrega baixa a una velocitat reduïda per acció de la gravetat. S'atura quan arriba al final de cursa inferior o l'usuari decideix aturar-la.
 - Parada d'emergència: La càrrega s'atura immediatament fins que l'usuari dugui a terme una altra acció.

- Si l'usuari utilitza el polsador de baixada mentre la càrrega esta pujant, o utilitza el polsador de pujada mentre la carrega està baixant, aquests actuen com a polsador de parada. El sistema quedarà aturat fins que l'usuari dugui a terme una altra acció.
- Per que el sistema motriu actuï, és imprescindible col·locar la barrera de seguretat antibolcada en la posició adequada.
- No manipular mai la càrrega quan aquesta està en moviment.
- No cobrir la tapa de la unitat de potència amb cap manta o lona evitant que pugui refrigerar-se.
- Per ajustar la freqüència de gir del motor en cas que sigui necessari, posar-se en contacte amb el servei tècnic i comprovar la potència elèctrica contractada.

D.2 Manual de manteniment

Pel correcte manteniment rutinari de la màquina cal seguir les indicacions periòdiques que es manifesten a la Taula 37. Per altres incidències cal posar-se sempre en contacte amb el servei tècnic.

Operació de manteniment	Freqüència	Observacions/Accions complementàries
Tensat cable de transmissió	6 mesos	Fer amb la safata en la posició inferior, recolzada sobre el terra. Substitució del cable en cas de deteriorament excessiu.
Canvi d'oli hidràulic	1 any	Revisió de possibles fuites del sistema i neteja de residus del fons del dipòsit i dels filtres.
Lubricació guies i carros	2 anys	0,4 cm ³ de greix per cada carro. Substituir engreixador
Revisió d'unions i fixacions	2 anys	Substitució en cas de deteriorament excessiu.
Canvi de filtres circuit hidràulic	5 anys	Neteja de la resta de components del sistema hidràulic.
Repintat anticorrosiu estructura	15 anys	Eliminació de la corrosió en cas que hagi començat a aparèixer.
Revisió general de la màquina*	15 anys	Comprovacions mecàniques i estructurals (*per personal especialitzat del servei tècnic).

Taula 41 Freqüència d'operacions de manteniment

ANNEX E

ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

Annex E ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

E.1 En l'ús

- Seguir sempre i estrictament el manual d'usuari i manteniment.
- En cas d'avaría o fallada, posar-se en contacte amb el servei tècnic sense manipular cap element.
- No manipular la unitat de potència ni cap element del sistema motriu sense el permís de personal autoritzat.
- No substituir cap element desgastat per l'ús per un altre de model diferent. Posar-se sempre en contacte amb el servei tècnic en cas de dubte.
- Respectar sempre les limitacions de pes i dimensions de la càrrega.
- No fer servir per elevar persones.
- Mantenir el sistema desendollat de la corrent per fer manipulacions o situar-se sota la safata.