

eman ta zabal zazu



# Bilboko Industria Ingeniaritza Teknikoko Unibertsitate Eskola



INGENIARITZA MEKANIKOKO GRADUA

Gradu Amaierako Lana

2014/ 2015

## *MOTELGAILUEN ENTSEGU MAKINA* **2. DOKUMENTUA: MEMORIA**

### IKASLEAREN DATUAK :

IZENA: ASIER

ABIZENAK: URIARTE OROBIOURRUTIA

SINADURAK:

DATA: 2015-06-18

### ZUZENDARIAREN DATUAK

IZENA: MIKEL

ABIZENAK: ABASOLO BILBAO

SAILA: INGENIARITZA MEKANIKOKO SAILA

SINADURA:

DATA: 2015-06-18

- JATORRIZKOA
- KOPIA



## Aurkibidea:

2.1.- Proiektuaren helburua .....	6
2.2.- Proiektuaren hedadura .....	7
2.3.- Aurrekariak .....	11
2.4.- Araudiak eta erreferentziak.....	11
2.4.1.- Lege-araudiak eta arauak .....	11
2.4.1.1.- Orokorrak.....	11
2.4.1.2.- Elementuak diseinatzeko araudiak .....	12
2.4.1.3.- Zilindroa diseinatzeko araudiak .....	12
2.4.2.- Bibliografia .....	13
2.4.2.1.- Liburuak.....	13
2.4.2.2.- Katalogoak.....	13
2.4.2.3.- Helbide elektronikoak .....	14
2.4.2.4.- Programak .....	14
2.5.- Definizio eta laburdurak .....	15
2.5.1.- Definizioak .....	15
2.5.2.- Laburdurak.....	16
2.6.- Diseinurako baldintzak.....	18
2.7.- Ebatzien azterlana .....	18
2.7.1.- Entsegu makinen eragitea .....	19
2.7.1.1.- Eragite mekanikoa.....	19
2.7.1.2.- Eragite hidraulikoa.....	20
2.7.2.- Entsegu makinetan motelgailua posizionatzeko sistemak .....	21
2.7.2.1.- Zilindro hidrauliko bidezkoa .....	21
2.7.2.2.- Posizio torloju bidezkoa .....	21
2.7.3.- Motelgailuaren ardatza harrapatzeko sistemak.....	22
2.7.3.1.- Sistema mekanikoak erabiliz .....	22
2.7.3.2.- Sistema hidraulikoa erabiliz .....	23
2.7.4.- Multzo estatikoa .....	24
2.7.4.1.- Uneoroko multzo estatikoa .....	24
2.7.4.2.- Ardatzaren bila doan multzo estatikoa.....	25

2.7.5.- Ebakitzen diren ardatzen arteko transmisioa .....	25
2.7.5.1.- Hortz zuzeneko engranaje konikoak.....	26
2.7.5.2.- Hortz helikoidaleko engranaje konikoak .....	26
2.7.6.- Posizio torlojuak .....	27
2.7.6.1.- Hari metrikoko torlojuak.....	27
2.7.6.2.- Hari trapezialeko torlojuak .....	28
2.7.7.- Errodamenduak.....	29
2.7.7.1.- Boladun errodamenduak .....	29
2.7.7.2.- Arraboladun errodamenduak.....	30
2.7.7.3.- Orratz errodamenduak .....	32
2.8.- Hartutako ebatzia .....	33
2.8.1.- Funtzionamendua .....	33
2.8.1.1.- Motelgailuaren funtzionamendua.....	33
2.8.1.2.- Entsegu makinaren funtzionamendua .....	47
2.8.2.- Osagaien deskribapena .....	54
2.8.2.1.- Multzo higikorreko osagaiak .....	54
2.8.2.2.- Multzo estatikoko osagaiak.....	100
2.8.2.3.- Egitura .....	140
2.8.2.4.- Egituraren oinarria .....	142
2.8.2.5.- Osagai komertzialak .....	144
2.8.3.- Muntaia / Desmuntaia .....	160
2.8.4.- Mantenua .....	162
2.8.5.- Entsegu makinaren emaitzen interpretazioa .....	162
2.9.- Planifikazioa .....	167
2.10.- Kalitate plangintza .....	169
2.10.1.- CE ziurtagiriak.....	169
2.11.- Proiektuaren kostua.....	171



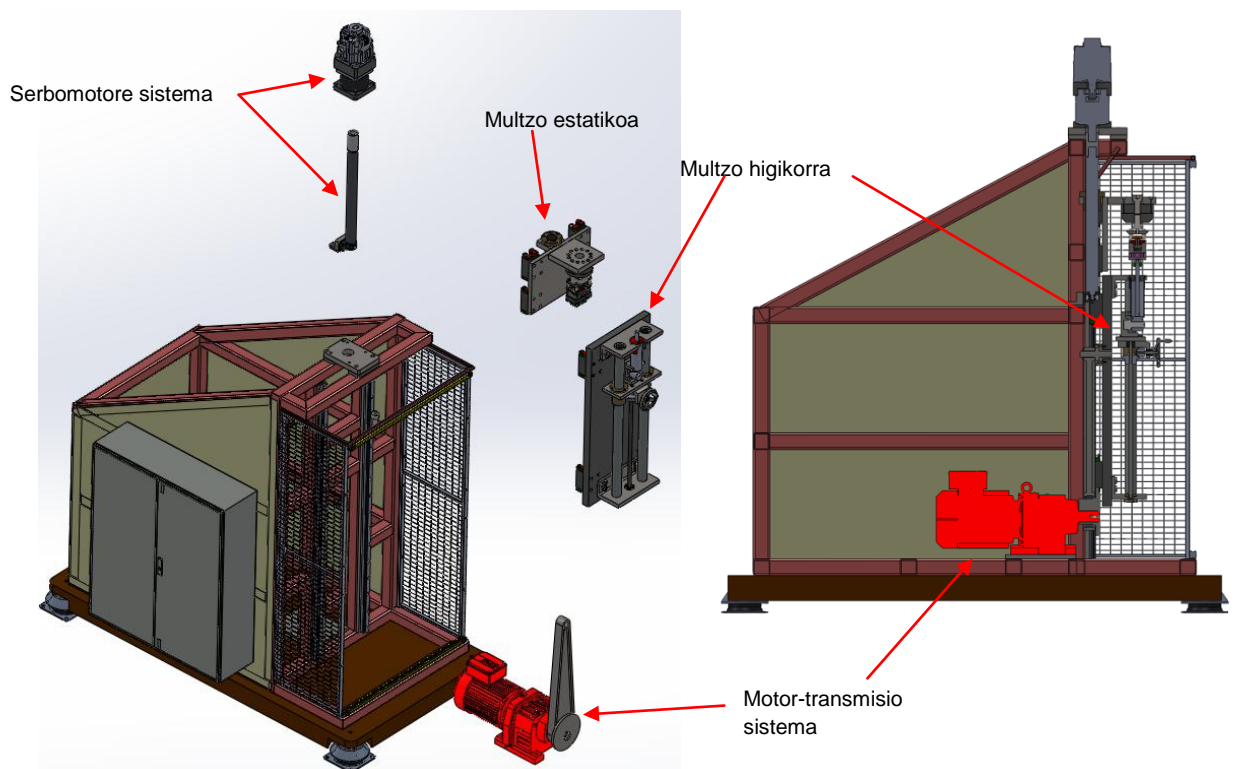
## 2.- Dokumentua: Memoria.

### 2.1.- Proiektuaren helburua

Proiektu honen helburua, AL-KO Record S.A. enpresak muntaketa linea berriaren azken pausuan kokatu behar den motelgailuen entsegu makinaren diseinua burutzea, eta makina honek ematen dituen emaitzen interpretazioa egitea izango da.

Diseinatu den makina hau enpresan fabrikatzen diren motelgailu guztiak ensaiatzeko gai da. Txikienetik handienara eta bigunetik gogorrenera.

Proiektua diseinu mekaniko soilari lotuta dago. Makina osatzen duten elementu mekanikoak diseinatuko dira soilik, hala nola, makinako multzo higikorra, multzo estatikoa, mugimendu sistema eta egitura. Diseinutik at geratuko dira makinaren funtzionamendu egokirako behar diren sistema elektroniko, elektriko eta informatikoak. Hau da, esandako elementuak osatzen ez dituzten edozein organoren diseinua.



**2.1.Irudia:** Motelgailuen entsegu makina  
Iturria: Berezko egitea

**2.2.Irudia:** Motelgailuen entsegu makina, alboko bista  
Iturria: Berezko egitea

Makina honen hasierako ezaugarriak hauek dira:

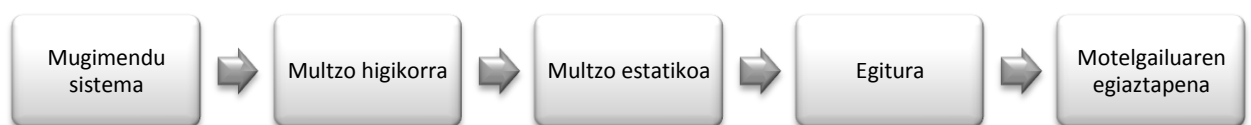
- Lan indarra: 1400 kg
- Lan abiadura: 0,393 m/s
- Ibiltartea: 50 mm
- Motelgailuaren luzera minimoa: 150 mm
- Motelgailuaren luzera maximoa: 485 mm
- Motelgailuaren desbideratze maximoa: 0,1 mm

Proiektu hau EHU-UPV unibertsitateko Ingeniaritza Teknikoko unibertsitate eskolaren gradu amaierako lanerako eskatzen den proiektua da. Proiektugilea Asier Uriarte Orobiourrutia da, NAN 45751584-F zenbakiduna.

## 2.2.- Proiektuaren hedadura

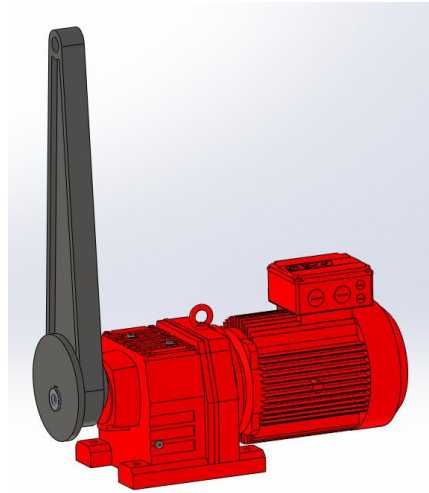
Proiektu honek lau multzo nagusi izango ditu: multzo higikorra, multzo estatikoa, mugimendu sistema eta egitura. Diseinuaz gain, beste multzo bat izango du proiektuak, entseguen emaitzen interpretazioa.

Multzo guzti hauek batuz, sortuko den makina linean muntatzen diren motelgailuek ondo funtzionatuko duten edo ez egiaztatzen duen makina da.



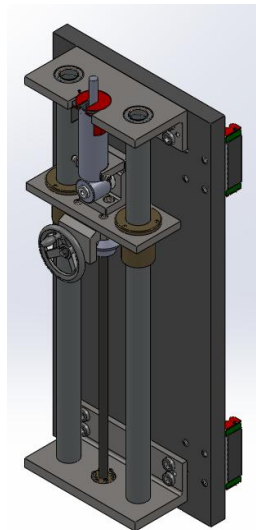
### 2.3.Irudia: Entsegu makinaren eskema; Iturria: Berezko egitea

Makina honen helburua motelgailua ensaiatzen denean errealitatean izan ditzakeen egoera berdinak simulatzea da. Egoera edo simulazio hori aurrera eraman ahal izateko mugimendu sistema bat eduki behar da. Mugimendu sistema hau motor elektriko eta biela biradera sistema batez osatuta dago.



**2.4. Irudia:** Motor elektrikoa eta transmisioa; **Iturria:** Berezko egitea

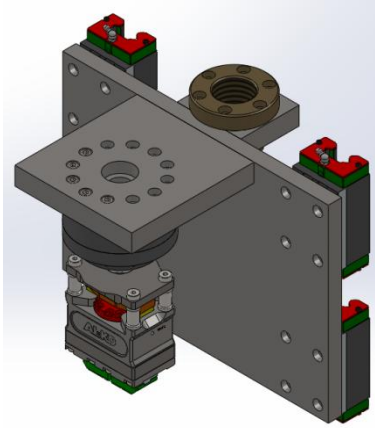
Mugimendu hau multzo higikorrera transmitituko da, eta multzo hau izango da motelgailuaren bi atalak mugitzearen erantzule, multzo honetan egongo baita kokatuta motelgailua.



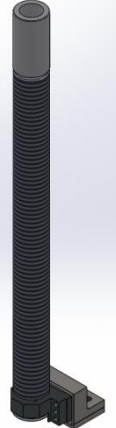
**2.5. Irudia:** Multzo higikorra; **Iturria:** Berezko egitea

Multzo estatikoan, zilindro oleohidrauliko bat izango da motelgailuaren ardatza tinko eutsiko duen elementua. Zilindro hidrauliko hau pieza estatiko baten kokaturik joango da. Multzo estatiko hau, estatikoa deitzen da makina funtzionamenduan dagoenean geldi dagoelako. Baina funtzionamendu normalean hasi baino lehen, motelgailuaren ardatza bilatzera joango da. Beraz, multzo hau, nahiz eta estatiko izena duen, higitu egiten da, serbomotor-erreduktore sistema bat erabiliz.

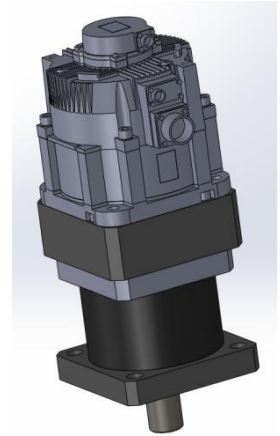




2.6.Irudia: Multzo estatikoa

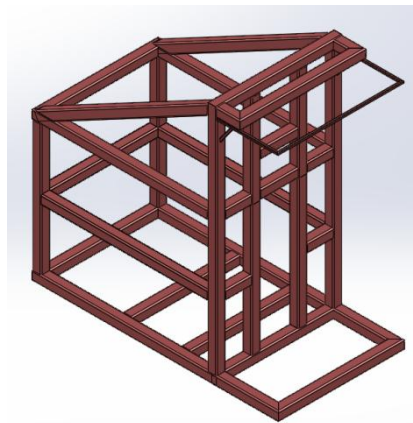


2.7.Irudia: Multzo estatikoa kokatzeko sistema



2.8.Irudia: Serbo sistema

Azkenik, egitura dago, honen funtzioa makina osatzen duten pieza eta multzo guztiak bere barne hartu behar dituela eta sortuko diren esfortzu guztiak arazo gabe jasan beharko ditu.



2.9.Irudia: Egitura; Iturria: Berezko egitea

Laburbilduz, makina malgu bat izatea bilatzen da, hau da, arestian esan bezala, AL-KO Record-ek fabrikatzen dituen motelgailu guztiak egiaztatu eta ensaiatzeko gai den makina bat diseinatzea bilatzen da. Horretarako, motelgailurik gogorrenaren indarrarekin eta dimentsio handieneko motelgailuak kontuan izanik diseinatu da. Multzo higikorra izanik motelgailu motaren arabera erregulatu daitekeen multzoa eta mugimendu sistemako motor elektrikoaren biraketa abiadura erregulatuz egin nahi den saiakuntzaren arabera.

Esan beharra dago, proiektu honetan makina hau osatzen duten multzo guztiak diseinatuko direla eta bere barne dauden piezen diseinua ere burutuko dela. Pieza batzuk, pieza komertzialak izanik, ez dira horien diseinu kalkulurik egingo. Hau da,

proiektu hau osatzeko egin den informazio bilketatik hasita, UNE 157001-2002 arauaren arabera, sinatzeraino dauden pausu edo atal guztiak egingo dira, ekoizpen proiektua AL-KO Record enpresatik at egingo da. Beste enpresa bati eskatuko zaio piezen ekoizpena egiteko. Makinaren muntaketaz AL-KO Record arduratuko delarik.

Horrela, honen diseinurako beharrezkoak diren kalkulu eta planoak eratuko dira.

## 2.3.- Aurrekariak

Proiektuaren helburua betetzeko diseinatuko den entsegu makina guztiz mekanikoa den makina izango da. Hau da, funtzionamendurako erabiliko den sistema biela biradera sistema izanik eta ez zilindro oleohidraulikoek eragindakoa. Sistema hau erabili da makina zurrunagoa izan dadin eta arazo gutxiago izan ditzan.

Horrez gain, zilindro motelgailuaren ardatza tinko mantentzeko erabiliko den zilindro oleohidraulikoari dagokionez, AL-KO Record-en diseinu bat aukeratu da, izan ere aplikazio honetarako diseinurik egokiena baita, zilindro txikia eta indartsua delako.

Aldiz, motoerreduktore elektriko eta serbomotoreari dagokienez 3.2.16. *Motor elektrikoaren abiadura angeluarraren kalkulu zinematikoa* atalean ikusi daiteke SEW katalogotik zein motoerreduktore aukeratu den eta baita YASKAWA katalogotik zein serbomotore.

## 2.4.- Araudiak eta erreferentziak

Atal honetan proiektua egiteko kontuan hartu diren legeak eta hautazko araudiak aipatuko dira.

### 2.4.1.- Lege-araudiak eta arauak

#### 2.4.1.1.- Orokorrak

- Dokumentuari buruzkoak:
  - Dokumentuen kalitate-beharrizanak → UNE 157001-2002
  - Dokumentuen aurkezpen ereduak → UNE 50132
- Planoak burutzeko araudiak:
  - Planoaren formatuak → UNE 1-026-83/2
  - Errotulazio-kutxa → UNE 1-035-95
  - Planoen tolestea → UNE 1-027-95
  - Planoaren eskala → UNE 1-026-83/2
  - Marrazketa oinarriak → UNE 1-032-82
  - Idazkera → UNE 1-034-71/1
  - Osagaien zerrenda → UNE 1-135-89

- Osagaiekiko erreferentziak → UNE 1-100-83

#### **2.4.1.2.- Elementuak diseinatzeko araudiak**

- Errodamenduak → UNE 18113-83
- Orratz errodamenduak → ISO 683
- Tratamendu termikoak → UNE 36-006-73
- Ardatzen kalkuluetarako araudia → DIN 748
- Indarren karga aplikazio faktoreak → DIN 3990
- Segurtasun eraztunak → DIN 472
- Zorroa → ISO 14001
- Tolerantzia geometrikoak. → UNE 1-121-91
- Tolerantzia dimentsionalak. → DIN 7154

#### **2.4.1.3.- Zilindroa diseinatzeko araudiak**

- Presio nominala. → UNE 101-362-86
- Presio nominala. → UNE 101-362-86
- Atorraren eta kirtenaren diametroak. → UNE 101-360-86
- Ibiltartea. → UNE 101-363-86
- Gainazal akaberak. → UNE 1-037-86
- Azkoinen erabilera. → ISO 4034
- Zilindroaren dimentsionaketa. → ISO 6020/0
- Junta torikoen erabilera. → ISO 6547
- Pistoï juntaren erabilera. → ISO 6547
- Gida eraztunaren erabilera. → ISO 6547
- Hazkagailuaren erabilera. → ISO 6195
- Olitran W-150 → ISO 6743/4

## 2.4.2.- Bibliografia

### 2.4.2.1.- Liburuak

- DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.
- TIMOSHENKO: "Resistencia de materiales". M. Gere. 2002.
- PROIEKTUEN METODOLOGIA ETA KUDEAKETA. Santos, J.A. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2008.
- DISEÑO DE MAQUINAS. Shigley, E. Mc Graw Hill editoriala, Mexiko, 1994.
- FATIGA DE MATERIALES EN EL DISEÑO Y ANALISIS MECANICO. Rafael Aviles.
- OLEOHIDRAULICA. Serrano Nicolas, A. McGraw Hill. Madrid, 2002.
- DIRECCIÓN ESTRATÉGICA. Susana Rodríguez. Deusto Business School.
- CONTABILIDAD Y SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN. Aitor Lago. Deusto Business School.
- MEASURE COST RIGHT: MAKE THE RIGHT DECISIONS. Cooper, R; Kaplan, R. HBR, 1988.

### 2.4.2.2.- Katalogoak

- ATOS ponpa hidraulikoak
- YASKAWA serbomotoreak
- NEUGART erreduktoreak
- SKF errodamenduak
- EPIDOR
- HIWIN gida linealak

- SEW motor elektrikoa
- HIWIN rotex-ak
- HIESCOSA perfilen prontuarioa
- HIWIN zehaztasun azkoinak
- VIBRACHOC makinaren oinarria
- AXELENT segurtasun hesiak
- KEYENCE argizko segurtasun hesiak

#### **2.4.2.3.- Helbide elektronikoak**

- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.skf.com](http://www.skf.com)
- [www.aenor.com](http://www.aenor.com)
- [www.lorelem.com](http://www.lorelem.com)
- [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- [www.yaskawa.eu.com](http://www.yaskawa.eu.com)
- [www.keyence.com](http://www.keyence.com)

#### **2.4.2.4.- Programak**

- AUTOCAD 2012
- SOLIDWORKS PREMIUM 2013
- Microsoft Word 2010
- Microsoft Excel 2010
- Microsoft PowerPoint 2010

## 2.5.- Definizio eta laburdurak

### 2.5.1.- Definizioak

- **F, Indarra:** Zerbait egiteko edo zerbaitetan aritzeko ahalmen edo gaitasun fisikoa.
- **P, Presioa:** Azalera unitateko jasan behar den indarra.
- **E, Modulu elastikoa:** Materialaren propietatea. Zenbat eta handiagoa izan honen balioa materiala gutxiago deformatuko da. Altzairuaren kasuan,  $E=2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ .
- **N, Potentzia:** Makina batek denbora tarte batean lan bat egiteko duen gaitasuna.
- **$\eta$  Errendimendua:** Edozein unitatetan ematen eta hartzen den energiaren arteko erlazioa (1 baino gutxiago izaten da).
- **M, Masa:** Gorputz batek lurrarekiko jasaten duen indarra. Egoeraren arabera indarraren balioa ezberdina izan daiteke, hau da, lurrean gorputz batek duen pisua eta gorputz bera ilargian duena ezberdina izango da.
- **D, Diametroa (m):** Zirkuluaren erditik pasatu eta zirkunferentziaren bi puntu elkartzen dituen lerro zuzena.
- **S, Azalera:**  $\text{m}^2$ -tan neurtzen den distantzi bat. Luze zabalerako neurria.
- **L, Luzera:** Luzetasunaren neurria, hiru nahiz bi dimentsioko gorputzetan, dimentsio handienaren neurria.
- **M, Metrika:** Adibidez, torlojuetan erabiltzen den diametroa esateko beste modu bat.
- **Mf, Parea edo momentua:** Puntu batengan distantzia jakin batera aplikatzen den indarra.
- **$\sigma$ , Tentsio axiala:** Gorputz bat luzatzen ala bihurtzen diharduten kanpo indarrei kontra jartzen zaizkien indar elastikoaren batura den indarra.

- **Tentsio ebakitzalea:** Gorputz bat banatzen diharduten kanpo indarrei kontrajartzen zaizkien indar elastikoaren batura den indarra.
- **Zizailadura modulua:** Materialaren propietatea. Zenbat eta handiagoa izan honen balioa materiala gutxiago deformatuko da.
- **T, Tortsioa:** Elementu baten ardatz longitudinalaren baitan ematen den pareia.

### 2.5.2.- Laburdurak

Laburdura	Definizioa
<b>F</b>	Motelgailuak eginiko indarra
<b>F<sub>m</sub></b>	Indar medioa
<b>F<sub>r</sub></b>	Indar alternoa
<b>P<sub>a</sub></b>	Motelgailuaren pisua
<b>M<sub>r</sub></b>	Momentu alternoa
<b>M<sub>m</sub></b>	Momentu medioa
<b>σ<sub>r</sub></b>	Tentsio normal alternoa
<b>σ<sub>m</sub></b>	Tentsio normal medioa
<b>τ<sub>r</sub></b>	Tentsio ebakitzale alternoa
<b>τ<sub>m</sub></b>	Tentsio ebakitzale medioa
<b>K<sub>f</sub></b>	Tentsio kontzentrazio dinamikoa
<b>K<sub>t</sub></b>	Tentsio kontzentrazio estatikoa
<b>C<sub>s</sub></b>	Gainazal akabera faktorea
<b>C<sub>D</sub></b>	Tamaina faktorea
<b>C<sub>T</sub></b>	Tentsio izaera faktorea
<b>C<sub>F</sub></b>	Fidakortasun faktorea
<b>N</b>	Ziklo kopurua
<b>D</b>	Sekzioaren diametroa
<b>HB</b>	Brinell gogortasuna
<b>σ<sub>adm</sub></b>	Tentsio maximo onargarria



$\sigma_u$	Haustura tentsioa
$\sigma_e$	Neke limiteko tentsioa
$e$	Sekzioaren zabalera
$CS$	Segurtasun koefizientea
$\theta$	Mohr-en lehen teorema(angelua)
$y$	Mohr-en bigarren teorema(deflexioa)
$E$	Altzairuaren elastikotasun modulua
$I$	Sekzioaren inertzia momentua
$\delta$	Deformazioa
$\sigma_{prek}$	Torlojuaren prekarga tentsioa
$\emptyset$	Torlojuaren diametro minimoa
$m_n$	Engranaje konikoen modulua
$h_c$	Addendum
$h_f$	Deddendum
$h$	Hortzaren altuera
$R$	Erradio primitiboa
$R_k$	Kanpo erradioa
$R_b$	Barne erradioa
$F_e$	Engranajeen gaineko indarra
$U$	Indar tangenziala
$L_k$	Gilbordura luzera
$\lambda$	Lerdentasuna
$N_{b,rd}$	Gilbordura emateko behar den indarra
$a$	Soldadura eztarria
$P$	Presioa
$\emptyset_{barne}$	Atorraren barne diametroa
$L_{min}$	Pistoiaren lodiera minimoa
$\emptyset_{kirtena}$	Kirtenaren diametroa
$e_{min}$	Zilindroaren estalkiaren lodiera minimoa

---

**Q**

Errakorretatik pasa behar den emaria

---

*2.1.Taula:Laburdurak;Iturria:Berezko egitea*

## 2.6.- Diseinurako baldintzak

Aztergai den motelgailuan entsegu makinak, produkzio prozesuak hala eskatuta, zenbait baldintza bete behar dira. Hala nola, AL-KO Record enpresak produzitzen dituen motelgailu guztiak ensaiatzeko gai izan behar dela, hau da, indar handiena(13734 N) jasateko gai izan behar da eta, era berean, motelgailu handiena eta txikiena ensaiatzeko gai izan behar da.

Gainera, entsegu makinaren bizitza produkzio linea berriaren makina guztien bizitzaren berdina edo handiagoa izan behar da. Beraz, makinaren elementuak diseinatzerako orduan nekera kalkulatu direnez, indarraren izaera dela eta, bizitza infinitua izateko diseinatuko dira.

Makina diseinatzeko baldintzak ondorengoak dira:

- Lan indarra: 1400 kg
- Lan abiadura: 0,393 m/s
- Ibiltartea: 50 mm
- Luzera minimoa: 150 mm
- Luzera maximoa: 485 mm
- Motelgailuaren desbideratze maximoa: 0,1 mm

Aipatzekoa da, entsegu makina ahalik eta pisu gutxienekoa izan behar dela eta ahalik eta leku gutxien bete behar duela.

Guzti hauek kontuan izanda burutuko dira kalkuluak.

## 2.7.- Ebatzien azterlana

Planteatutako arazoei aurre egiteko ezinbestekoa da ahalik eta irtenbide gehien planteatzea.

Horretarako bakoitzari dagozkion abantaila eta desabantailak aztertuko dira, bai baldintza teknikoei dagokienez eta bai muga ekonomikoei dagokienez. Azkenik, ebatzi

bat hartuko da, ebatzi horrek suposatzen duen konponbideak ahalik eta kostu txikienak eta erabilgarritasun handiena izango duelarik.

Entsegu makinak hainbat motatakoak izan daitezke, guztiz hidraulikoak, guztiz mekanikoak, eta bien arteko sistema hibrido bat. Orokorrean, AL-KO Record enpresak produkzio plantan erabiltzen dituen makina motak sistema hibridoa erabiltzen duten makinak izaten dira.

### **2.7.1.- Entsegu makinaren eragitea**

Entsegu makina mota bi aurki daitezke: mekanikoak eta hidraulikoak.

#### **2.7.1.1.- Eragite mekanikoa**

Mota honetako entsegu makinak horrela deitzen dira, izan ere, mugimendua sortzen duen motor elektrikit makinaren multzo higikorrera mugimendu hau transmititzeko biela sistema bat erabiltzen da.

Makina mota hauetan motor elektrikoaren biraketa mugimendua, mugimendu lineal baten bihurtzeko motor elektrikoaren ardatzean eszentriko bat kokatzen da. Eszentriko honen eginkizuna, bielaren biraketa ardatzaren zentrotik desplazatuta egotea ahalbidetzen du.

Biraketa deszentralizatu honen eraginez eta bielaren mutur bat multzo higikorrean finkatuz, hau gida linealekin egiturara finkatuz, biraketa zentroarekiko desplazatu den balio bikoitzaren ibiltartea duen mugimendu lineala lortzen da.



2.10. Irudia: Eragite mekanikoa, turria: AL-KO irudia

Abantailen aldetik, sistema hau erabiltzea, beste sistema batzuk erabiltzea baino merkeagoa da, mekanismoaren aldetik sinpleagoa ere bada eta produkzio lerroan jartzeko, fidagarriagoa. Hau da, sistema mekanikoa denez, ez ditu gainontzeko sistemek besteko desajusterik izango.

Desabantailei dagokienez, aldiz, mugimenduaren zehaztasuna baxuagoa izaten da eta motelgailuen ibiltarte baterako soilik izango da erabilgarri.

### 2.7.1.2.- Eragite hidraulikoa

Eragite sistema hau, bi zilindro oleohidraulikoren bidez lortzen da. Bi zilindro oleohidrauliko hauek zuzenean multzo higikorrena lotzen dira. Zilindro hidraulikoetan olio sartuz, zilindro hidraulikoaren hedatzea edo sartzea lortuko da, multzo higikorrean mugimendu bera lortuz.

Zilindro hidrauliko batekoak zein bikoak izan daitezke. Egin nahi den indarraren eta lortu nahi den zehaztasunaren arabera. Mota honetako makinen ezaugarri garrantzitsuenetako bat muntaia malgua duela da. Hau da, zilindro hidraulikoak erabiliz, makina era horizontalean nahiz bertikalean egin daiteke.



2.11. Irudia: Eragite hidraulikoko entsegu makina, iturria: [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

Mota honetako makinei dagokien abantailei dagokienez, esan beharra dago, beste mota guztiak baino malguagoa dela. Hau da, ibiltarte aldaketak programatu daitezkeela eta motelgailu mota ezberdin gehiago ensaiatu daitezkeela diseinu sinpleago batekin.

Zilindroen zehaztasunaren arabera, entsegu hauen zehaztasuna mekanikoak ematen duena baino handiagoa da.

Desabantailen aldetik, mantenua izango da handiena, izan ere, zilindroak egoera onean mantendu behar dira hauen zehaztasuna mantentzeko. Gainera, bi zilindro muntatzen direnez normalean, bi hauek ondo sinkronizatuta egon beharko dira.

### **2.7.2.- Entsegu makinetan motelgailua posizionatzeko sistemak**

Posizionatzeko sistemaren arabera mota bikoak aurki daitezke: zilindro hidrauliko bidezkoa edo posizio torlojua erabiliz.

#### **2.7.2.1.- Zilindro hidrauliko bidezkoa**

Sistema hau erabiltzen duten entsegu makinetan zilindro hidraulikoa motelgailua kokatzen den piezaren azpialdean kokatzen da. Zilindro hidraulikoari olio sartuz, honen atorrak kanporantz egingo du motelgailua ere, igoaraziz goiko topearen aurka talka egin arte.

Mota honetako sistema bat erabiliz, entsegu makina automatizatuagoa bihurtzen da. Langileak zilindro hidraulikoa martxan jartzea besterik ez du egin behar. Honen abantailetakoa bat posizio kokatzea bizkorragoa bihurtzen dela. Baina, honek duen desabantaila garrantzitsuenetakoa zilindro hidrauliko batekin lan egiterako orduan, motelgailuaren atorrak goiko topearen aurka kokatzerakoan egin behar duen indarra kontrolatzea da. Kontrol hori zehaztasun handikoa izan behar da.



2.12.Irudia:Zilindro hidraulikoa,turria:www.solostocks.com

#### **2.7.2.2.- Posizio torloju bidezkoa**

Sistema hau erabiltzen bada, ordea, bi aukera izango dira.

Alde batetik, torlojuaren biraketa langile batek eragitea eta, bestalde, torlojuaren biraketa motor elektriko baten bidez egitea.

Torlojuaren eragitea langileak egin ezker, posizio torlojua bertikalki kokatuta dagoenez, eragitea bertikalki egin daiteke edo 90<sup>o</sup>-tara beste ardatz bat kokatuz. Engranaje konikoak jarritz, momentu horizontala bertikalera pasako da. Horrela torlojuaren biraketa eragingo da motelgailua goiko topearen aurka kokatuz. Langileak biraketa eragiteko, bolante bat edo antzeko eragingailu bat erabili dezake. Sistema honekin langileak behar beste sakatuko du motelgailua goiko topean.

Motor elektrikoa erabiltzen bada, motor elektrikoarekin aurreko kasuan bezala gertatzen da. Motor elektrikoa horizontalean nahiz bertikalean kokatu daiteke. Sistema hau erabiliz, motor elektrikoa, motelgailua kokatu ostean, martxan jarri behar da eta horretarako ere, langile bat beharrezkoa da. Sistema honek duen abantailetakoa bat, goiko topearen aurka zakatzerako orduan lortuko den zehaztasuna handiagoa izatea. Izan ere, motor elektrikok ematen dituen birak kontatuz enkoder bat erabiliz, zehaztasun ona lortuko da. Desabantaila, motor elektrikoaren mantenua, hau da, topearen aurka egiten duen presioa denboraren eraginez berdina izatea lortzea.

### **2.7.3.- Motelgailuaren ardatza harrapatzeko sistemak**

Motelgailuaren ardatza harrapatzeko ere aurreko sistemetan bezala bi mota edo aukera egongo dira: zilindro oleohidraulikoak erabiliz edo sistema mekanikoak erabiliz.

#### **2.7.3.1.- Sistema mekanikoak erabiliz**

Motelgailuaren ardatza finko mantentzeko, mekanikoki egin daiteke. Hau da, motelgailuaren ardatzaren diametroarekin bat datorren utilaje bat fabrikatu beharko litzateke. Utilajea, osoa izan daiteke edo bi zatitakoa.

Osoa bada, ardatza edo motelgailu desberdin bat entsaiatu nahi denean pieza oso hori aldatu beharko litzateke. Aukera honek duen abantaila, pieza erresistente bat fabrikatu daitekeela indarrak ahalik eta hoberen jasateko deformaziorik sortu gabe. Desabantailetakoa bat, motelgailua aldatzen denean pieza osoa aldatzean datza. Aldaketa honek muntaketa linean denbora galtze bat izango litzateke. Motelgailu desberdin asko muntatu behar badira aldaketa horiek denbora baliotsu bat behar dute.

Aldiz, pieza bi zatitakoa bada, pieza osoa ez da hain erresistentea izango, baina, aldea ez denez handiegia izango eta piezaren aldaketa denbora murriztuko denez, aurreko aukera baino hobea litzateke. Gainera, kostu ekonomiko aldetik, pieza desberdin txikiagoak fabrikatzea pieza osoak baino merkeagoa da.



2.13.Irudia: Matxarda mekanikoa, iturria: [www.bananarobotics.com](http://www.bananarobotics.com)

### 2.7.3.2.- Sistema hidraulikoa erabiliz

Sistema hidraulikoa erabiltzean AL-KO Record-en bi aukera egongo litzateke: zilindro oleohidrauliko arrunt bat erabiltzea edo enpresaren diseinu berezi bat erabiltzea.

Zilindro hidrauliko arrunta bat erabiltzeak zera dakar, alde batetik, zilindroa kokatzeko beste pieza bat beharko litzateke, eta honen ganean jarriz, zilindroaren kirtenaren puntan matxarda antzeko bat kokatu beharko litzaioke eta beste bat finko mantentzen den aldean. Horrela, zilindroaren hedatze eta uzkuertzean, matxardak itxiz motelgailuaren ardatza eutsiko eta askatuko litzateke. Zilindro oleohidrauliko arrunt baten funtzionamendua sinplea eta eraginkorra da, hau izanik bere abantaila garrantzitsuenetako bat. Bestalde, zilindroak aplikazio honetan funtzionatzeko behar dituen piezen konplexutasuna handiagoa izango da, desabantaila handi bat izanik.

AL-KO Record-en diseinua erabiltzen bada, zilindro hidrauliko baten funtzio bera izango du. Zilindro hidraulikoa bertikalki kokatuko litzateke eta 45°-tara kokatzen diren pieza batzuen eraginez, zilindro hidraulikoaren mugimendu bertikala horizontala izatea ahalbidetzen du. Aukera honek ematen dituen aukerak anitzak dira. Zilindro oleohidrauliko hau bertikalki kokatzen da eta posizio horretan mantentzeko euste sistema bat eginik nahikoa da.

Zilindroa trinkoa izanik, leku gutxi okupatuko du eta pisu aldetik, fabrikatzen den materialaren arabera izango da. AL-KO Record-en titanioa erabiltzen da zilindro oleohidrauliko hau fabrikatzeko, beraz, pisu murrizketa nabaria izango da.

Abantailarik nabariena, erabilera askotarako erabilgarria izango dela. Gainera, matxardaren puntak aldatuz eta beste piezen diseinua motelgailurik indartsuenaren arabera eginik, motelgailu guztientzat erabilgarria litzateke.

Desabantailen artean beste guztien gainetik, zilindro oleohidrauliko hau fabrikatzearen kostu ekonomikoa izango da. Izan ere, material garesti batekin fabrikatuko da eta diseinu konplexua dela eta, zilindro oleohidrauliko arrunt bat baino askoz garestiagoa izango da.



2.14.Irudia: Matxarda hidraulikoa; iturria: [www.viarural.com](http://www.viarural.com)

#### **2.7.4.- Multzo estatikoa**

Multzo estatikoa entsegu makinaren zati ez-higikorra edo estatikoa izango litzateke. Multzo hau makina ensaiatzen dagoen bitartean geldi mantenduko da, hau da, ez du inongo mugimendurik izango. Makinak entsegatu ahal izateko preparatzean, multzo estatikoa geldi egon daiteke uneoro edo motelgailuaren ardatza harrapatzeko mugimendu bat izan. Beraz, bitan banatuko da atal hau, batetik, uneoro geldi dagoena eta bestetik, ensaiatzen hasteko motelgailuaren ardatzaren bila joango dena.

##### **2.7.4.1.- Uneoroko multzo estatikoa**

Aukera hau izatekotan aukeratutakoa, ardatza harrapatzeko pieza edo sistema, beti puntu berean egongo denez, motelgailuaren ardatza pieza edo matxardetara hurbildu beharko dira ensaiatzeko unean finkaturik egon dadin.



Aukera honen abantailarik handiena, motelgailuaren ardatza eusten duen piezaren edo sistemaren zurruntasuna asko hobetzen dela da. Piezaren hutsegiteak ahalik eta gehien saihestuz.

Desabantaila handi bat izango du. Motelgailu guztien ardatzak ez dira luzera berdinekoak, horrenbestez, ardatza luzeagoa edo laburragoa denean, multzo higikorrerako beste sistema bat planteatu beharko litzateke motelgailu guztien ardatza matxarda horietara hel daitezen.

#### **2.7.4.2.- Ardatzaren bila doan multzo estatikoa**

Diseinu edo sistema hau erabiliz, motelgailua bere lekuan kokatzen den unean, multzo guzti honek mugimendu bertikal bat izango du matxardak motelgailuaren ardatzaren parera heldu arte. Multzo hau mugikorra denez, ardatzaren parera heltzen denean, ardatza finko mantendu beharko du. Horrek desabantaila bat dakar, mugimendua burutu ostean eta matxardak itxitakoan, multzo hau estatiko mantendu behar dela.

Desabantaila hau gainditzeko posizio torloju bat jarri beharko litzateke multzo honen mugimendua ahalbidetzeko. Torlojuaren mugimendua eskuzkoa nahiz beste elementu batek burutua izan daitekeen.

Diseinu honen abantaila, ardatzaren parera helduko diren matxardentzat, elementu sinple baten diseinu konplexuago bat eskatzen du. Beste aukeraren aldean, elementu konplexu baten konplikazio sakonago bat eskatzen duenean.

#### **2.7.5.- Ebakitzen diren ardatzen arteko transmisioa**

Ebakitzen diren ardatzen arteko transmisiorako engranaje konikoak erabili behar dira. Engranaje konikoen artean hartz mota ugari daude baina bi multzo nagusi daude: hartz zuzeneko engranaje konikoak eta hartz helikoidaleko engranaje konikoak.

Diferentzialeko engranaje guztiak konikoak izango dira ardatzek euren artean ebakitzen baitira. Engranaje koniko pare bat kutxa aldagailutik datorren ardatza eta diferentzialaren arteko transmisioaren artean jarriko da. Beste engranaje konikoen multzoak tren epizikloidala osatuko dute.

### 2.7.5.1.- Hertz zuzeneko engranaje konikoak

Engranaje mota honek hertz zuzenak ditu, engranaje zilindrikoak bezala. Konikoen artean sinpleenak eta kalkuluak egiteko erraztasun handiena dutenak dira hertz bakarra dutelako kontaktuan uneoro. Honek dakarren desabantaila hortzek tentsio handiak jasan behar dutela eta higadura handiagoa dute helikoidalekin alderatuz.

Tren epizikloidalako engranaje planetario eta engranaje sateliteak mota honetako engranajeak izango dira hauen sinpletasuna eta agertu ahal diren indar axialak tren epizikloidalak izango dituen planetarioen ardatz bietara berdin transmititzeko.



2.15. Irudia: Hertz zuzeneko engranaje konikoak, iturria: [www.whmsoft.net](http://www.whmsoft.net)

### 2.7.5.2.- Hertz helikoidaleko engranaje konikoak

Engranaje helikoidalak hertz helikoidalak dira koniko forman jarriak. Hauen diseinuak zuzenek baino konplexutasun handiagoa dute kalkuluak luzatuz.

Engranaje mota hauek hertz gehiago dute kontaktuan zarata, tentsioak eta higadura murriztuz.

Engranaje mota hau tren epizikloidalak bultzatuko duen engranaje parean jarriko da. Honen funtzioa posizio torlojua mugitzea da.



2.16.Irudia: Hertz helikoidaleko engranaje konikoa; iturria: [www.tecnerife.com](http://www.tecnerife.com)

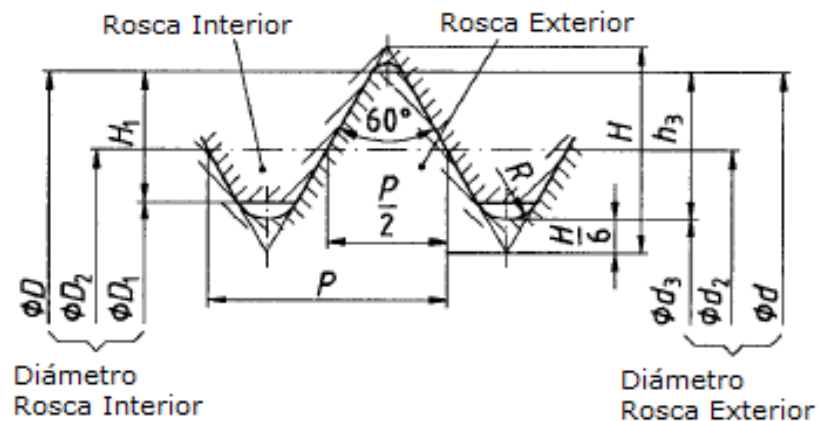
### 2.7.6.- Posizio torlojuak

Entsegu makina honetan bi posizio torloju kokatuko dira, alde batetik, motelgailuaren atorra multzo higikorraren goi topearen aurka zapaltzeko. Eta bestetik, multzo estatikoan matxardak motelgailuaren ardatzaren parera heltzeko mugimenduan. Posizio torloju hauek mota askotakoak izan daitezke, baina erabilienak, hari metrikoa eta hari trapeziala dira.

#### 2.7.6.1.- Hari metrikoko torlojuak

Mota honetako haria haririk erabiliena da, bai torloju eta bai azkoinetan. Esan daiteke hari mota estandarra dela. Estandarra edo gehien erabiltzen dena izatean, fabrikatzeko edo mekanizatzeke erraztasun handiagoa izango du.

Hari mota honek ematen dituen abantailak bira bakoitzeko aurrera egiten duen pausua txikiagoa izatean, zehaztasun handiagoa lortuko da. Honek eragiten duen desabantaila kokapen abiadura izango da. Produkzio lerrorako denbora kontua oso garrantzitsua denez desabantaila bat izango litzateke.



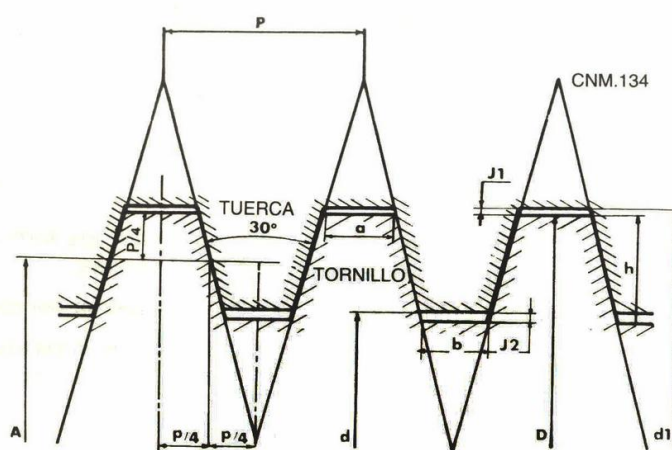
2.17. Irudia: Hari metrikoaren dimentsioak, iturria: www.valvias.com

### 2.7.6.2.- Hari trapezialeko torlojuak

Hari mota hau erabiltzen duten torlojuak eta azkoinak ez dira hari metrikoak bezain ohikoak baina posiziorako erabiltzen diren aplikazioetan hari metrikoak baino askoz erabiliagoak dira.

Hari trapezialak ematen duen abantaila, pausu handiagoa duela hari metrikak baino. Honek kokatze abiadura handitzea dakar biraketa abiadura aldatu gabe.

Hari mota honek duen desabantaila kokatze zehaztasuna izango da, izan ere, bira bakoitzeko ematen den aurrerapena handiagoa izatean ez da hain zehatza izango.



2.18. Irudia: Hari trapezialaren dimentsioak, iturria: www.valvias.com

### 2.7.7.- Errodamenduak

Errodamenduak ardatzen edo elementu birakorren euskarriak dira, karga elementu errodatzaileen bitartez transmititzen dutelarik.

Proiektu honetarako erabilitako errodamenduak, alde batetik, errodamendu axialak izango dira, eta bestalde, orratz errodamendua izango da. Beraz, errodamenduak ondorengo eran egongo dira adierazita:

- Behe eta goi posizio torlojuetan: Errodamendu axial bana.
- Biela eta eszentrikoaren artean: Orratz errodamendu bat.

Aukeraketa hauek, agertzen diren indarren, erabileraren eta bizi iraupenaren arabera dira.

#### 2.7.7.1.- Boladun errodamenduak

Boladun errodamenduak hiru elementu nagusi ditu. Kanpo eraztuna, barne eraztuna eta bolak. Kanpo eta barne eraztunen artean bolak jartzen dira. Bola hauen bitartez kanpo eta barne eraztunen arteko abiadura desberdintasunak gertatuko dira. Kalkuluak egiterakoan bolak jasan ahal dezaketen tentsioekiko egiten dira hauek baitira indarrak jasan behar dutenak, beraz bola hauen tamaina da garrantzitsuen errodamendu batean.

Boladun errodamenduak biraketa abiadura handiak izan dezakete baina beste errodamendu batzuekin alderatuz ez dira karga oso handiak jasateko gai eta nekea dela eta hautsi daitezke. Karga erradialak jasaten dituzte ere eta karga axialak izatekotan ezin dira oso handiak izan.



2.19. Irudia: Boladun errodamendua, iturria: [www.rodaunion.es](http://www.rodaunion.es)

Boladun kojinete baten bizitza hauxe da: abiadura ezagun baten iraupena, edo edozein elementu mugikorren gaineko nekearen adierazlea agertu aurretik kojineteak lortuko duen biraketa kopurua. Esperientzian oinarrituz esan daiteke errodamendu hauen iraupena ezin dela zehaztasun handiz aurreikusi.



2.20. Irudia: Boladun errodamendu axiala; iturria: [www.nskeurope.es](http://www.nskeurope.es)

Boladun errodamenduen barnean karga axialak jasaten dituen errodamenduak kokatzen dira. Errodamendu mota hauek, batik bat, karga axialak jasaten dituzte, karga erradial garrantzitsurik jasateko ahalmenik ez daukatela.

Boladun errodamendu axialak izango dira bai goi posizio torlojuaren mutur batean nahiz behe posizio torlojuaren muturrean kokatuko diren errodamenduak.

#### **2.7.7.2.- Arraboladun errodamenduak**

Kolpezko kargak aurreikusten ditugunean edo errodamendu oso handiak behar direnean, normalean arrabola zilindrikodun errodamenduak eta konikoak erabiltzen dira. Arrabolen errodamenduak, oro har, lau osagai izan ohi dituzte: barne eraztuna, kanpo eraztuna, errodadura elementua eta kaiola ( bereizlea).



2.21. Irudia: Arraboladun errodamendua, iturria: [www.nke.at](http://www.nke.at)

Karga erradialaz gain, arrabola konikoen errodamenduek osagai axial handiak zurrupatu ditzakete, eta horien nolakotasuna arrabolen angelutasunak baldintzatzen du. Karga erradialak, era berean, modu axialean osagai bat sortzen du. Kanpoko uztaia banagarria da gainerako errodamendutik. Mota horretako errodamenduetan posible da lasaiera erradiala erregulatzea. Normalean bi errodamendu muntatzen dira kontrako posizioan, eta errodamendu bien arteko distantzia aldatuz erregulatu da lasaitasuna. Horretaz gain, arrabola koniko bikoitzeko errodamenduak ere badaude.

Oro har, errodilo errodamenduak soilik aplikatu daitezke ardatzaren deformazioak sortutako lerrotatze akatsak oso txikiak direnean. Eragozpen hori ez dute arrabol esferikoek, horiek karga xurgatze ezin hobea dute, edozein norabidetako esfortzuak xurgatzeko gai dira.

Mota honetako errodamenduak sailkatzeko erabiltzen den prozedura boladun errodamenduak sailkatzeko erabiltzen denaren antzekoa da, hurrengo multzotan sailkatuz:

- Zilindrikoak
- Orratz bidezkoak
- Konikoak
- Esferikoak

Proiektu honetan, errodamenduek jasan beharko duten esfortzua axiala izanik eta arraboldun errodamenduek esfortzu hau jasateko gai ez direnez ez da horrelako errodamendurik kokatuko.

### 2.7.7.3.- Orratz errodamenduak

Errodamendu mota hau arrabol oso txikiz osatutako errodamenduak dira. Hauen abantaila nagusia tamaina da meheak direlako. Aproposak dira diametro diferentzia txikia duten piezen arteko mugimendu erlatiboak gertatzeko.

Errodamendu mota honek karga erradialak baino ezin ditu jasan, ez du karga axialik aguantatuko. Hala ere, eragozpen hau ez da arazoa izango karga axiala gainontzeko elementuek eutsiko baitute.



2.22. Irudia: Orratz errodamendua; iturria: [www.balljointbearings.com](http://www.balljointbearings.com)

Proiektu honetan orrazdun errodamenduak bielaren eta eszentrikoaren arteko lotura bermatuko dute.

Errodamendu honen bitartez, eszentrikoaren eta bielaren arteko biraketa erlatiboa bermatuko du.



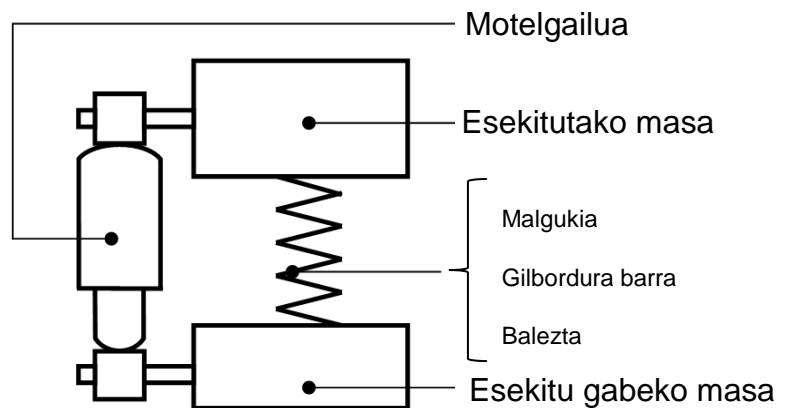
## 2.8.- Hartutako ebatzia

### 2.8.1.- Funtzionamendua

#### 2.8.1.1.- Motelgailuaren funtzionamendua

Edozein ibilgailuren esekiduran motelgailuak dira elementu garrantzitsuena, izan ere, hauek izango dira egonkortasuna eta egonkortasuna emango dioten elementua. Gorpilen eta zoru irregularraren artean sortzen diren kolpeen ondorioz sortutako energiaren higitzea elementu elastikoak eragotzi behar badu, motelgailuak energia hau xurgatu behar du. Ondorioz, mugimendu elastikoa ez da luzatuko, honek ibilgailuaren egonkortasun eta erosotasunean izango lituzkeen ondorio latzak saihestuz.

Erresistentziaren balio konkretua esekiduraren aplikazioaren arabera izango da: esekidura motaren, muntaketa tokiaren eta ibilgailuan kokatzen denean izango duen posizioaren arabera hain zuzen.



2.23. Irudia: Motelgailuaren funtzionamenduaren eskema, iturria: AL-KO Record S.A.

Gurpilen eta zoruaren arteko etengabeko talkek eragindako energiaren eraldaketa motelgailuen bidez xurgatzen da, energia hau bero formara eraldatuz. Bero hau inguruko atmosferara garraiatua izan behar da era jarraituan azalera osoan zehar.

Bero trukaketa honek erlazio zuzena dauka motelgailuen ezaugarri iraunkorrekin lan jarraitu bat egiten denean batez ere. Bero sorketak olio edo fluido hidraulikoa barne balbuletatik igarotzen denean jariakortasun eta biskositate ezaugarriak eraldatuko ditu. Ondorioz, hasierako baldintzetan genituen abiadura eta emaria aldatuz.

Motelgailua ez da gogorra izan behar den elementu bat, akzio konstantekoa baizik. Ez da behera etorri behar lan efektuengatik, beraz, arazo nagusia kalitatekoa da.

Kalitate handiko elementuekin eraikiko motelgailua txarra izan daiteke. Baina motelgailua osatzen duten elementuek, kasu bakoitzean kalitate norma eta gainazal akabera zorrotzak bete behar dituzte.  $150 \text{ kg/cm}^2$ -tako presioak jasateko gai izan behar direlarik.

Fluidoaren kalitateak ondorengo ezaugarri nagusiak izan behar ditu beste batzuen gainetik:

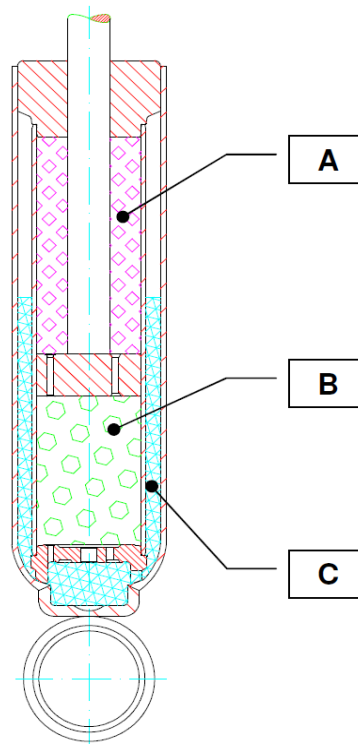
- Azidotasun indizea
- Jariakortasun gradua
- Egonkortasun gradua
- Lohi eraketa gabea
- Burbuila eraketa gabea
- Lurrunketa maila
- Tenperatura aldaketen aurrean bere ezaugarrien mantentzea
- Marruskadurari aurre egiteko gehigarriak
- Biskositate egokia
- Etab.

Motelgailuak era egokian lan egin dezan eta fluidoak suntsitu ez dadin,  $-40^{\circ}\text{C}$  eta  $+130^{\circ}\text{C}$  artean bere ezaugarri nagusiak mantendu behar ditu. Beroaren eraginez fluidoaren biskositatea jaitsi egiten da eta motelgailuaren presio galera dakar. Ez da burbuilak agertzen direnerako muturrera iritsi behar, motelgailua suntsitu eta eraginkortasuna galduko lukeelako.

Motelgailuaren lana ardatz-pistoiak atorrean zehar egiten duen ibiltartean mugatzen da. Presioa hazkorra izanik eta erlazio zuzena izanik pistoiaren abiadurarekin 900 eta 1.000 ziklotako lan zikloen artean.

Ikus dezagun nola lan egiten duen motelgailu batek. 1.Irudian hiru zati handitan banatzen dugun motelgailu bat daukagu:

- A. Hedatze kamera
- B. Konpresio kamera
- C. Konpentsazio eta erreserba kamera



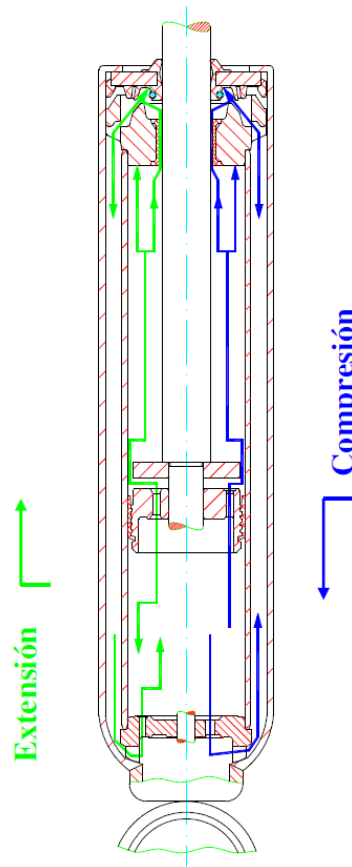
2.24.Irudia: Motelgailuaren ganberak, iturria: AL-KO Record S.A.

Motelgailua ixtean konpresioan lanean dabilela esango dugu eta mugimendu hau izango da nagusiki motelgailuaren lehen mugimendua. Ardatza sartzean, B konpresio kameran dagoen olio A hedatze kamerara igaro behar da, sartzen den ardatzaren bolumenaren kantitatea izan ezik. Olio bolumen hau C erreserba kamerara igarotzen da.

Motelgailuaren bigarren mugimendua zabaltzea izango da eta hedatze moduan lanean dagoela esango dugu. Ardatza ateratzean olio A hedatze kameratik B konpresio kamerara pasatu behar da, eta gainera, C erreserba kameratik, A hedatze kameratik irten den ardatzaren bolumen kantitatearen olio bolumen berdina errekueratuko da.

Motelgailuaren zeregina aurretik esplikaturako trasbasetara murrizten da. Kasu bakoitzeko presioak lortzeko balbulen paso ezberdinak aldatuz lortuko da.

Orain arte, motelgailua kameratan banatu dugu, baina orain pasoka ezagutuko dugu:



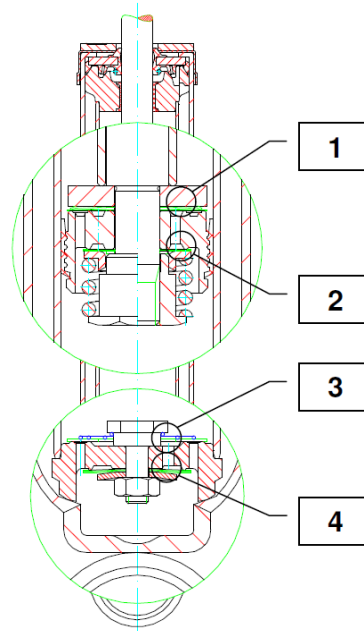
**2.25.Irudia:** Motelgailuaren funtzionamenduan olioaren ibilbideak; **Iturria:** AL-KO Record S.A.

2.25.Irudian ikusten den bezala, marra berdeekin, pistoiak bere ibilbide gorakorra hasten duenean, lehen esan bezala, olioak A hedatze kameratik, B konpresio kamerara pasatzen da A pasoetatik (2.30.Irudia). Momentu berdinean, olioak hartzen duelarik C erreserba kameratik, ateratzen den ardatzaren bolumena orekatzeko. Likido bolumen kantitate bat zurtoinarenean eta gidariaren arteko lasaieratik igarotzen da B konpresio kamerara.

2.25.Irudian marra urdinez konpresio mugimendua ikusten da. Mugimendu honetan, olioak B kameratik A kamerara pasatzen da B pasoetatik (2.30.Irudia) eta hemendik gidaria zeharkatuz C kamerara. Era berean, sarturiko ardatzaren bolumen kantitatearen olio bolumena C kamerara igaroko da N pasoetatik (2.30.Irudia).

Behin olioaren ibilbidea ezaguna izanik, motelgailua berriro zatituko dugu, baina orain balbuletan. 1.balbula pistoiaren goikoa izanik, 2.balbula pistoiaren azpikoa izanik, 3.balbula balbulako goialdea izanik eta 4.balbula azpialdea izanik, 2.26.Irudian azaltzen den bezala. Balbulen zereginak:

- 1.balbula: bultzada balbula
- 2.balbula: hedatze balbula
- 3.balbula: errekupeazio balbula
- 4.balbula: konpresio balbula



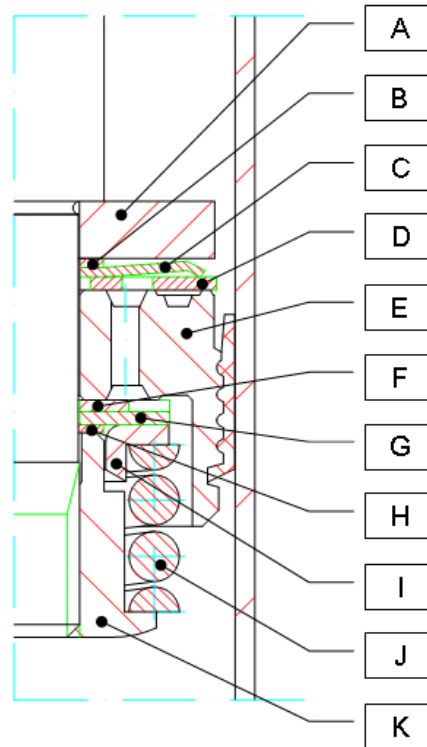
2.26.Irudia: Motelgailuaren balbula ezberdinak, iturria: AL-KO Record S.A.

Balbula batek ez du beste baino garrantzia gehiago, denak joan behar dira ezin hobe orekatuta emaitza bikain bat lortzeko. Oreka hori izanik fluidoaren funtzionamendu egokia bermatuko duena eta burbuila agertzea eragotziko duena.

Garrantzitsua da adieraztea edozein mugimendu hasterakoan, motelgailua (edo aldatzerakoan), balbula guztiak itxita egon behar dira. Horrela ez egotekotan, litekeena da kolpe bortitzak agertzea pistoi eta olioak, bi ganberetako edozeinetan. Burbuilen sorrerara ekarriko lukeena.

1.balbulak eta 2.balbulak ARDATZ-PISTOI deituriko multzoa osatuko dute 2.27.Irudian ikusiko dugun bezala.

Pasa gaitezaz zein piezekin osatuta dagoen eta zein den bakoitzaren eginkizuna ikusten.



2.27.Irudia:Ardatz-pistoi multzoa osatzen duten piezak;Iturria:AL-KO Record S.A.

- A. Muga zirrindola:** Multzo osoa bere aurpegi lapeatuaren bidez jasaten du, eta gomazko topearekin edo gabe, motelgailuaren ibiltartea mugatzen du hedapen mugimenduan.
- B. Zirrindola banatzailea:** Kasu honetan, C eta D zirrindolek lekua izatea ahalbidetzen du atzera buelta mugimendua egin dezaten.
- C. Bultzada zirrindola:** A pasotik (ikus 2.30.Irudia) olioia pasa dadin izar itxura du eta D zirrindolaren atzerapenari erresistentzia egiten dio olioak B-tik bultzatzen duenean (ikus 2.30.Irudia).
- D. Bultzada eta ixte zirrindola:** Zirrindola honek bi funtzio ditu, alde batetik, motelgailuaren hedapenean lan egiten duenean, olioari pasoa ixtea

B-tik (ikus 2.30.Irudia) eta bestalde, konpresiozko presioa ematea olio laminatuz, fluidoa B-tik pasatzen denean (ikus 2.30.Irudia).

Zirrindola honen funtzioa nabarmentzea ezinbestekoa da, izan ere, olio laminatzerako orduan, 0,3 / 0,4 mm-tako atzerapena lortzen da azalera guztian, B konpresio ganberatik olio hartzerakoan sortu daitezkeen burbuilak suntsituz.

**E. Pisto teflonatua:** Goi nahiz behe pistak hurrengo baldintzak bete behar ditu: planotasuna, paralelismoa, eta perpendikularitasuna zurtoinarenean ardatzarekiko. D zirrindolaren eta F zirrindolaren akoplamendu egokia bermatzeko.

**F. Ihes zirrindola:** Zirrindola honek olioaren paso konstante bat bermatuko du A ganberatik B ganberara eta alderantziz. Emariaren gehikuntza dela eta sortuko den erresistentzia soilik gehituz.

**G. Presio eta ixte zirrindola:** Abiadura(olio emaria) handitzen den heinean, fuga nahikoa ez denean olio guztia uzteko, zirrindola hau flexatu egingo zen, erresistentzia konkretu bat ezarriz bere lodieraren arabera.

**H. Zirrindola banatzailea:** B zirrindolaren funtzio bera. Kasu honetan lodiera handiagokoak izanik, F eta G zirrindolen zabaltzea determinatzeko, 0,8 mm-arte lodiera arte. K zirrindolaren estutze momentua jasaten du F eta G zirrindolak deformatu ez daitezela.

**I. Koilara:** J-tik datorren indarra jasaten du, kontrako gainazalean zehar indarra banatuko du. Perfektuki plano izan behar denez lapeatua izango da.

**J. Presio malgukia:** 3kg-tik 45kg-ra bitarteko malgukia izan daiteke, kasu bakoitzean lortu nahi den presioaren eta diagramaren arabera.

**K. Euste azkoina:** Pieza honek aurreko beste guztiak finkatzen ditu ardatzean eta I-ren ibiltarte muga funtzioa egiten du.

Aurretik aipaturiko pieza guztiekin 1.balbula eta 2.balbula osatzen dira. Kasu honetan muntaketa konkretu bat azaldu da baina beste muntaketa bat egin daiteke, presio

zirrindola batzuk kenduz eta beste batzuk gehituz. Era berean, esan daiteke, D, E, H, I eta K muntaketa guztietarako komunak direla.

3.balbularekin eta 4.balbularekin BEHE BALBULA osatuko da, 5.irudian azaltzen dena.

### **A. Torlojua**

H-rekin batera multzo guztia eusten du, gainera, B-ren konpresioagatik C-ren atzera buelta utzi eta mugatzen du. Pistoian bezala, pieza aldaezin batzuk egongo dira, A, B, C, D, G eta H; E eta F lodieran eta pasoan aldakorrak izanik.

### **B. Errekuperazio malgukia**

Helburu bakarra du, C-ri laguntza eman, pasoa itxiz, motelgailuak mugimendurik ez duenean.

### **C. Errekuperazio eta ixte zirrindola**

Olioaren konpresio bultzada jasateko, O pasoak (ikus 2.30.Irudia) itxiz eta olioaren N-tik (ikus 2.30.Irudia) pasatzen uzteko funtzioa betetzeko erresistentzia nahikoa izan behar du.

### **D. Balbula gorputza**

Diseinuaren arabera ezarritako kotak bete behar ditu.

### **E. Ihes zirrindola**

4.irudiko F-ren ezaugarri berdinak ditu.

### **F. Presio eta ixte zirrindola**

4.irudiko G bezala.

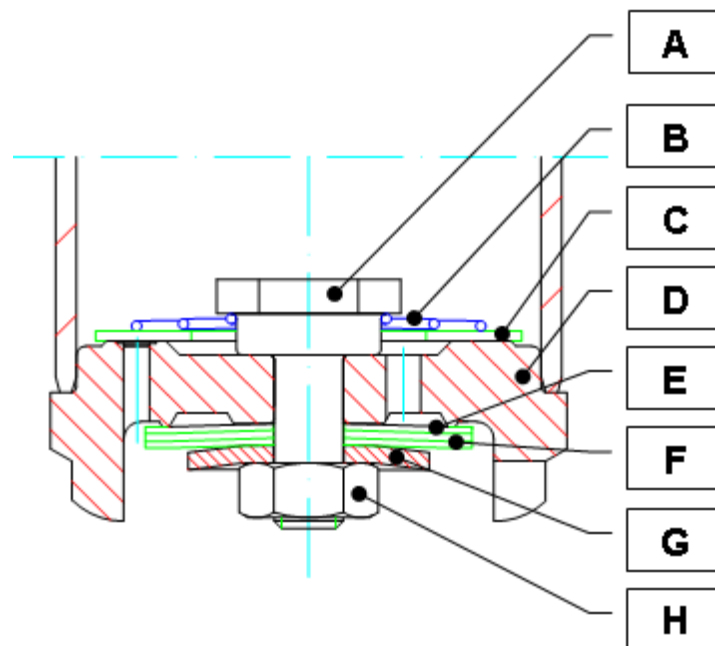
### **G. Muqa zirrindola (Deflektorea)**

E eta F-ren atzerapen handiegiak eragotzi behar ditu, deformazio handiegiak eta nekearengatik haustura goiztiarra saihestuz.

### **H. Euste azkoina**



Multzo guztia eusteko eta E eta F-ren presio kota zehazten du estutze momentu kontrolatu baten bidez.



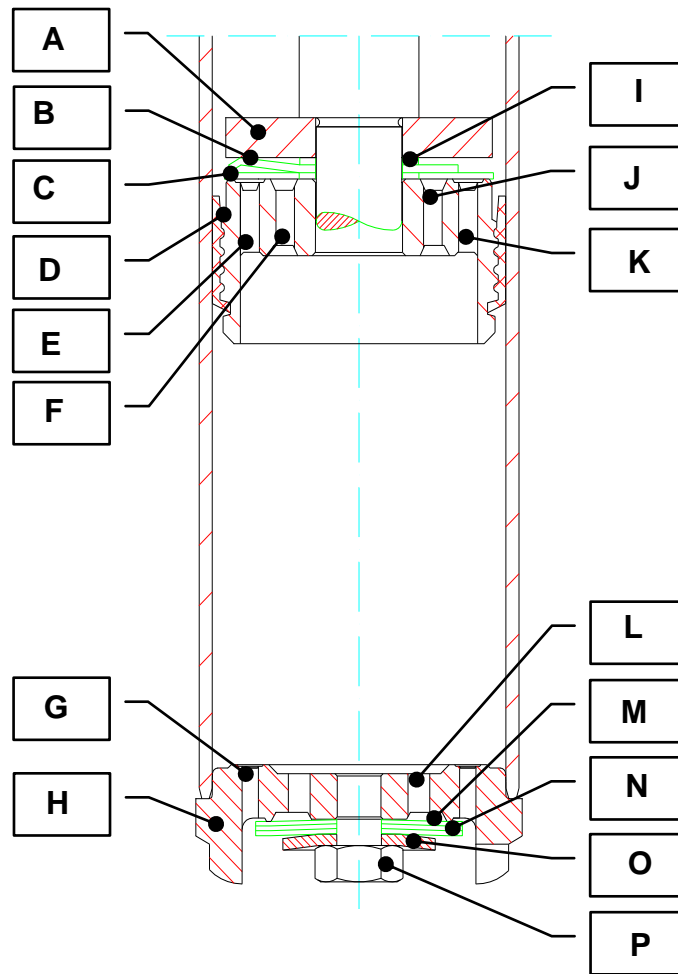
2.28.Irudia:2.balbula osatzen duten piezak;Iturria:AL-KO Record S.A.

Orain arte, motelgailu baten oinarrizko konposizioa ikusi da. Orain, bere osotasunean duen funtzionamendua ikusiko da eta balbulen erresistentziaren bariazioa nolakoa izango den. 2.29.Irudiak motelgailua konpresioan lanean dagoenean presioa duten 1 eta 4 balbulak agertzen dira. Era berean, 2 eta 3.balbula momentu horretan erabat itxita egon behar dira.

1.balbularen bultzadaren eta 4.balbularen erresistentziaren arteko konpentsazioa izango da kontuan izan behar den lehen kausa motelgailu bat muntatzen denean.

Ulertu beharra dago konpresioan aurkitu behar den diagrama 1.balbularen bultzadak emango duela eta 4.balbulak izango duen erresistentzia, bultzada hau jasateko gai izan behar da eta gainera, sartzen den ardatzaren bolumen bera C ganberara kanporatzeko gai izan behar da, ezin dezake bolumen gehiago ez eta gutxiago kanporatu. 2.29.Irudian ikus daiteke nola 1.balbularen ezkerreko eta eskuineko muntaketa ezberdina dela.

Muntaketa honen grafikoa izanik, esango litzateke, adibidez, motelgailu honek 20kg ematen dituela 10 r.p.m.-tara eta 40kg 100r.p.m.-tara. Motelgailu honen presioa handitu nahian, 4.balbulak presio handiago bat jasango lukeen aztertu beharko litzateke eta hau ikusita B eta C aldatuko lirateke lodiera handiagoko beste batzuegatik.



2.29.Irudia: Motelgailuaren balbulen osagaiak; Iturria: AL-KO Record S.A.

Aldaketa honekin aurrerapenik ez dagoela ikusita, bultzada aldatu beharra egongo litzateke, 6.irudiak adierazten duen moduan bere eskuineko zatian, edo praktikak erakusten dizkigun beste hainbat aukera nahikoak izaten direnak presio egokiak lortzerako orduan. Betiere, konpentsazioa errespetatuz A eta B ganberetan aire eremurik ager ez dadin. Izan ere, pistoiak ibiltarte zati bat hutsean egingo luke olioaren aurka joz eta zaratak sortuz.

Kontuan hartu beharreko beste datu bat H balbularen gorputzaren diseinua da, 4.balbulara heltzen den olio emaria L pasuaren (ikus 2.29.Irudia) arabera izanik.

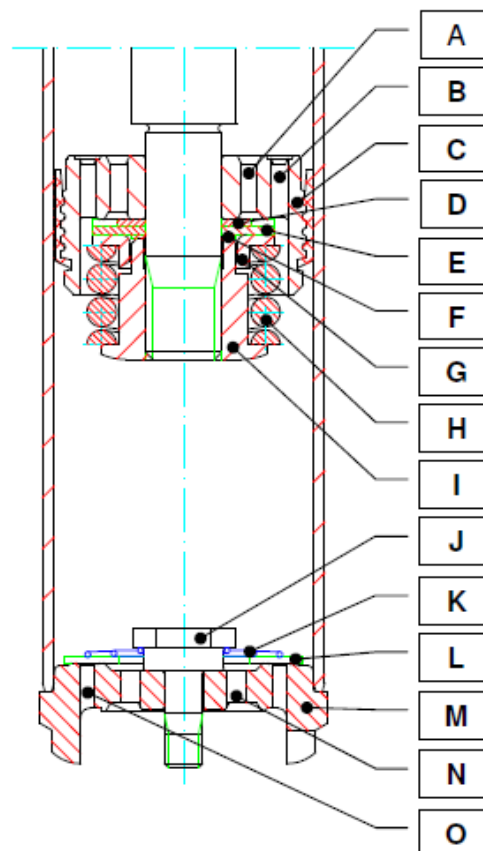
Zulo honen sekzioa txikiagoa den heinean, handiagoa izango da konpresioan izango duen progresioa eta alderantziz.

2.30.Irudira pasatuz, non ez diren 1.balbula eta 4.balbula adierazten, bi balbula hauek guztiz itxita egon behar dira. Orain, B eta N hizkiez adierazitako pasoak blokeatuta

egon behar dira eta olioak A pasotik jariatuko da, A ganberatik B-ra eta O pasotik, C ganberatik B-ra.

Kasu honetan, 3.balbulak eginkizun bat du. Olioaren berehalako pasoa uztea K mailgukiak erresistentzia nahikoa izanik L-ri berehalako laguntza emanez ixteko, pistoiak bere noranzkoa aldatuko balu.

2.balbulari dagokionez, balbula honek adieraziko du motelgailua ona edo txarra, gogorra edo biguna den, kasu konkretu bakoitzarentzat.



**2.30.Irudia:** Motelgailuaren balbulen osagaiak; **Iturria:** AL-KO Record S.A.

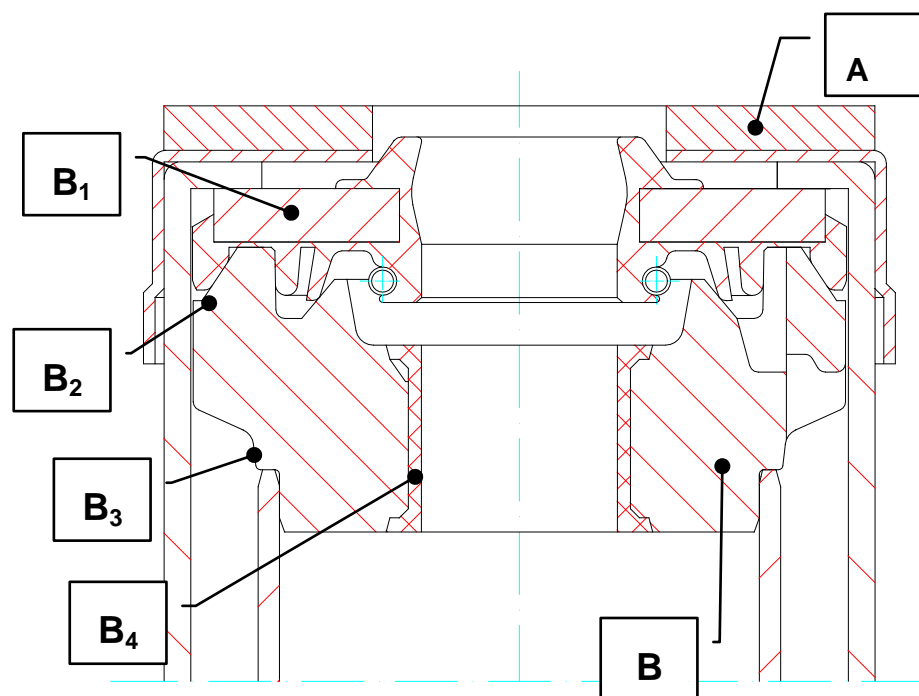
Motelgailu bat hedapenean dagoenean bete behar den lehen baldintza motelgailu hau mailakakoa edo erregresiboa den. 2.balbulara eramaten duen A pasoaren (ikus 2.30.Irudia) sekzioa zehazteko.

Sekzio txikia mailakako motelgailuarentzat eta sekzio handia motelgailu erregresiboarentzat. Datu hau jakinda, motelgailuaren behin betiko portaera zein den adieraziko diguna fuga izango da.

Bi datu hauekin, E zirrindola (ikus 2.30.Irudia) eta F (ikus 2.30.Irudia) malgukia kokatuko dira. Betiere, lodiera eta pisu egokikoak, diagramara hobekien egokitzen direnak.

Aldaera guzti hauekin edozein motelgailu fabrikatzeko nahikoa posibilitate egongo da, baina serieko muntaketa baten ager daitezkeen aldaerak ere kontuan izan behar dira. Serieko fabrikazioan lortzen den produktua eta diseinatu den prototipoa ahalik eta berdinen izateko, ondorengo kotak errespetatu behar dira, hauen tolerantzietan arreta guztia jarritz.

1. Atorra eta pistoiaren arteko jokoak
2. Gidaria eta zurtoinare arteko jokoak
3. Koilararen planotasun perfektua
4. Atorrek bere muturrekin perfektuki paralelo eta perfektuki lauak
5. Pistoiaren behe pistak plano berean.



2.31.Irudia:Pistoiaren osagaiak;Iturria:AL-KO Record S.A.

Hauek izango lirateke serieko muntaketa bat bermearekin egiteko beharrezko osagaiak. Honek ez du esan nahi hasierako muntaketa aldaezina delarik.

Eman daiteke, adibidez, atorraren barne diametroa ezarritakoa baino handiagoa izatea eta pistoiaren kanpo diametroa ezarritakoa izatea. Joko maximo hau 2.balbula indartuz konpentsatu beharko litzateke, presio zirrindola lodiago batekin edo goi malguki batekin.

Berdina egin beharko litzateke, atorraren barne diametroa egokia izango bazen eta pistoiaren kanpo diametroa behar baino txikiagoa.

Jokoa gutxiagora joango bazen argi dago pistoia arteztuz behar den neurrira konponduko litzatekeela.

Aurreko irudian IXTE multzoa deritzona agertzen da:

Ondorengo piezez osatuta dago:

- A. Ixte tapa.
- B. Monoblock gida.

**A. Ixte tapa**

Motelgailuaren barne multzoaren blokeoa lortzen duena da. Tapa hau pare definitu batez itxita egongo da, motelgailuaren arabera. Ixte honek garrantzi handia izango du, izan ere, pare desegoki batekin ixten bada, olio galerak sortuko liratekeen.

**B. Monoblock gida**

Hainbat piezez osatuta dago:

Estankotasun junta(B<sub>1</sub> eta B<sub>2</sub>); gida/kojinetea (B<sub>3</sub>); PTFE zorroa (B<sub>4</sub>)

- **Estankotasun junta(B<sub>1</sub> eta B<sub>2</sub>)**

Multzo osoaren hermetikotasuna lortzen duen gailua da motelgailuaren ardatzera itsasten den fluidoarena ere. Kautxu sintetikoaz osatuta dago eta shore 80 gogortasunekoa, 3 ezpainenakoa, bat arrastekoa hauts kentzaile funtzioak egiten dituena eta beste biak fluidoaren ixtea bermatzen dutena.

Multzo hau bulkanizatua joango da euskarri metaliko baten, juntaren(B<sub>1</sub>) arima litzatekeena.

- **Gida/Kojinetea(B<sub>3</sub>)**

Zilindro eta ardatzaren arteko elementu zentralizatailea da eta baita estankutasun juntaren oinarria. Ixte multzoaren pieza garrantzitsuenetakoa izanik. Behe aurpegiarekin atorraren gainean kokatzen da horretarako eginiko hozketa batek lagundurik. Honen goiko zatia, diametro handieneko gunean, deposituaren barne hormaren aurka zentralizatzen da. Barrualdean bi zulo izango dituelarik C erreserba ganbera, kojinetearen goiko zatia eta gida zuloa komunikatzen dituelarik.

- **PTFE zorroa (B<sub>4</sub>)**

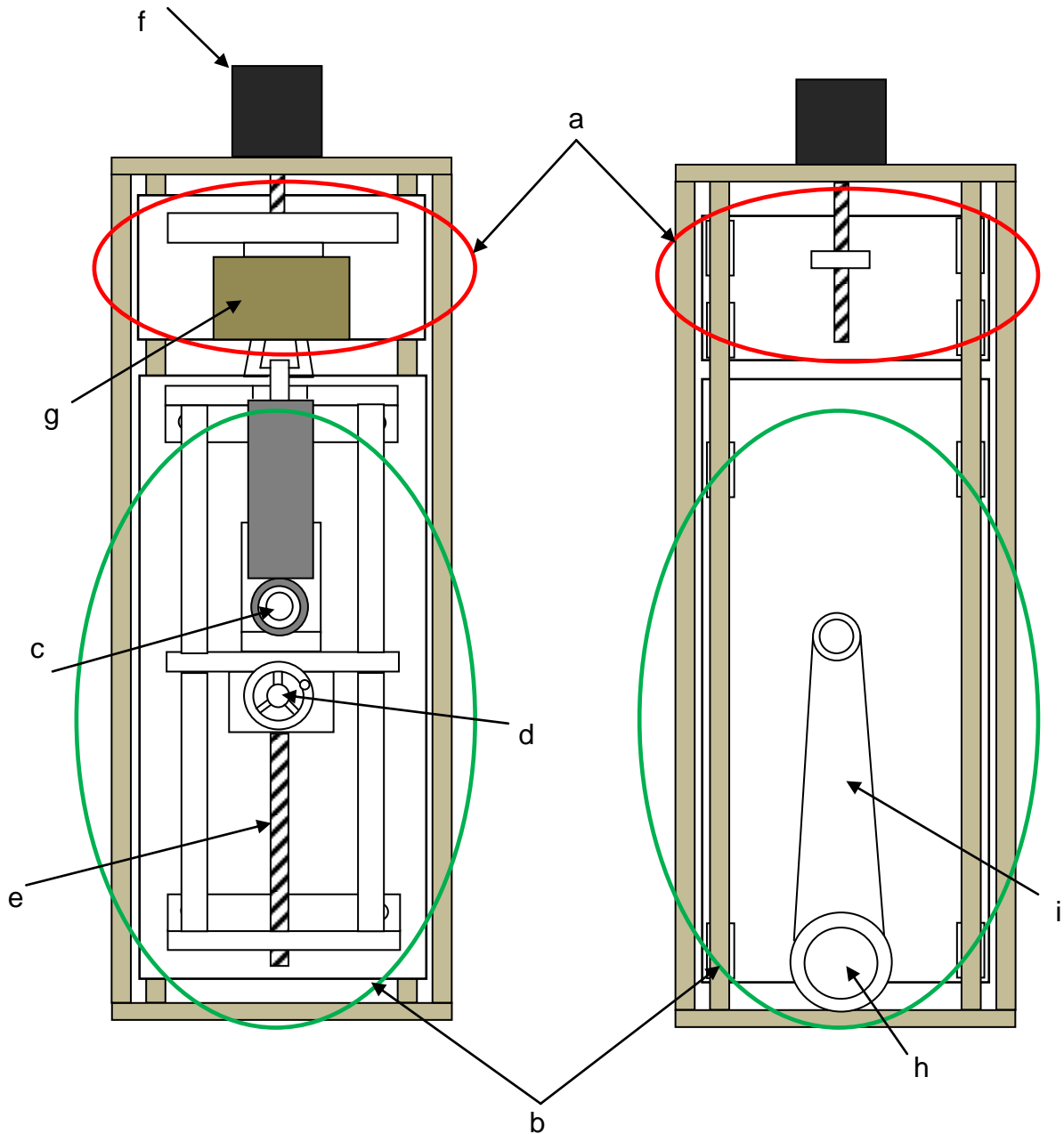
Ardatzaren doikuntza elementua da, ardatzaren eta gidaren arteko pasoa dilatatu eta murriztu egiten da, tenperaturaren igoeraren ondorioz olioaren biskositatearen jaitsiz, motelgailuaren indarren jaitsiera murriztuz.

### **2.8.1.2.- Entsegu makinaren funtzionamendua**

Motelgailuaren funtzionamendua zein den ikusita, makinaren funtzionamendua zein den azalduko da jarraian.

2.32.Irudian eta 2.33.Irudian, motelgailuen entsegu makina bat osatzeko beharrezkoak diren atalak adierazten dira:

- a) Zati estatikoa
- b) Zati mugikorra
- c) Amortiguadorea edo motelgailua
- d) Motelgailuaren kokalekua (buloia)
- e) Posizioa zehazteko bolantea
- f) Serbomotorea
- g) Zilindro oleohidraulikoa
- h) Motor elektrikoa
- i) Biela-birabarki sistema

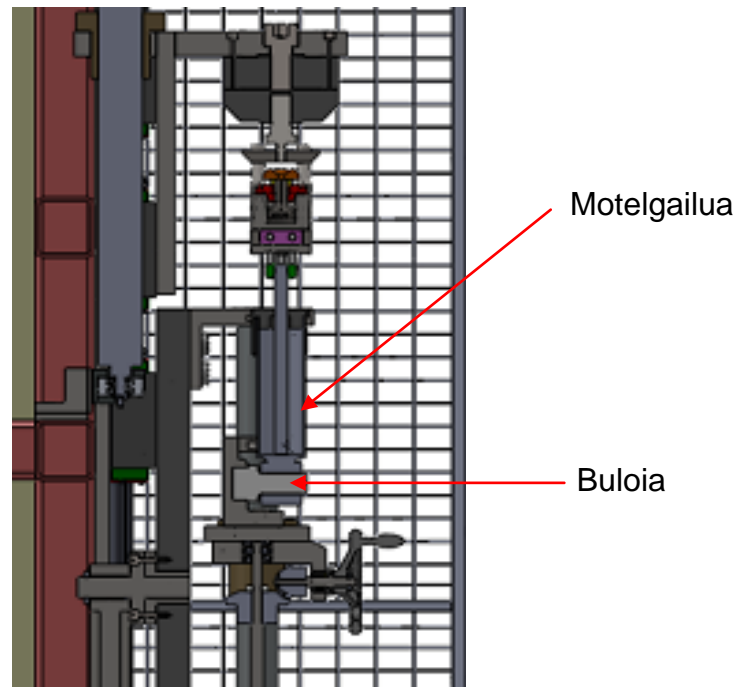


**2.32.Irudia:** Motelgailuen entsegu makina (aurretiko bista) ;iturria: Berezko egitea

**2.33.Irudia:** Motelgailuen entsegu makina (atzeko bista) ;iturria: Berezko egitea

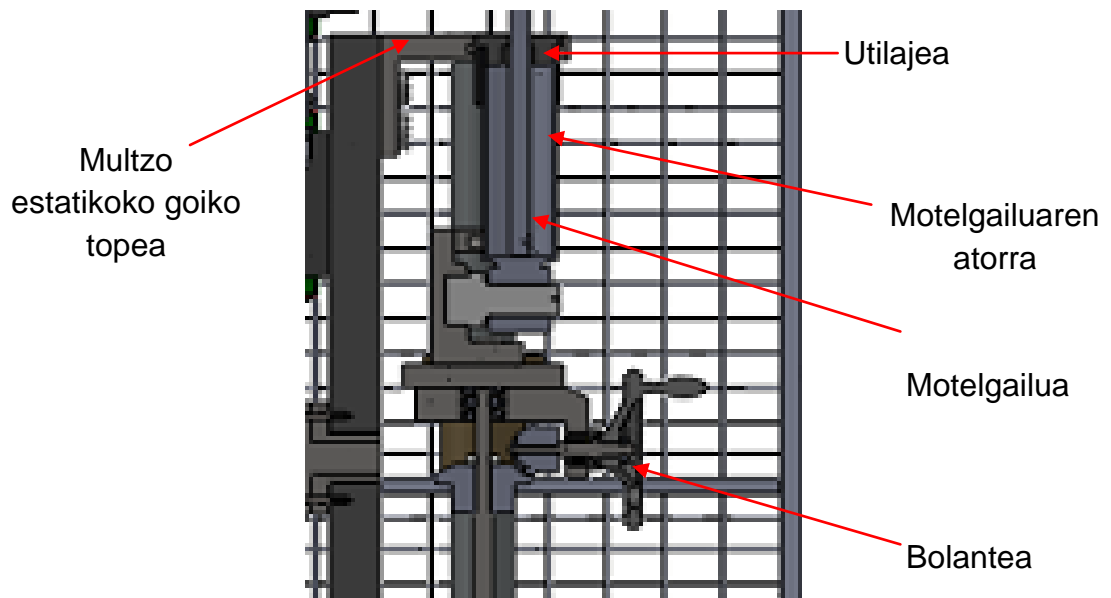
Linean momentu horretan fabrikatzen dagoen motelgailua (c) bere kokalekuan (d) jarriko da. Motelgailua makinan kokatzeko, motelgailuak ondoren izango duen aplikazioan erabiltzeko duen euskarri bera erabiliz kokatuko da entsegu makinan. Motelgailua multzo higikorreko buloiean kokatuko da era bertikalean.





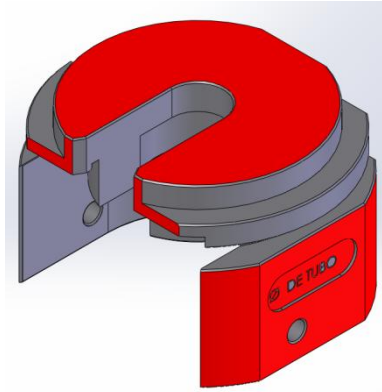
2.34.Irudia: Motelgailua kokatzeko elementua;Iturria:Berezko egitea

Motelgailua buloiean sartuta eta kokapen elementuak lagundurik bertikalki kokatzen denean, eskuzko bolante bati eraginik, motelgailuaren atorra multzo estatikoko goiko plakaren aurka estutuko da. Motelgailuaren atorra multzo estatikokoaren aurka estutzeko utilaje bat erabiliko da.



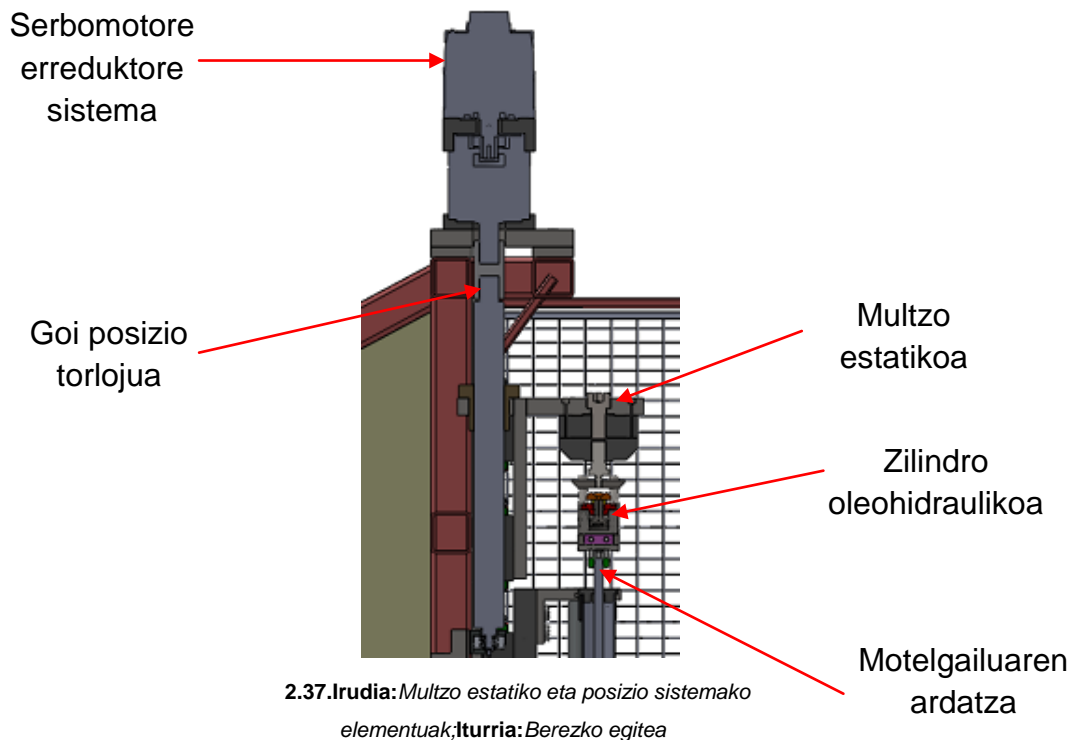
2.35.Irudia: Multzo higikorreko elementuak;Iturria:Berezko egitea

Utilaje honen funtzioa motelgailua finko mantentzeaz gain, utilajeak azpialdetik duen koska zilindriko batek lagundurik, motelgailua guztiz bukatu gabe ensaiatzea ahalbidetzea da. Koska horren ondorioz, motelgailuaren pistoia atorraren barnean mantentzea lortzen da. Horrela ez da pistoia atorretik kanpora irtengo eta olioia deposituaren barnean mantenduko da.



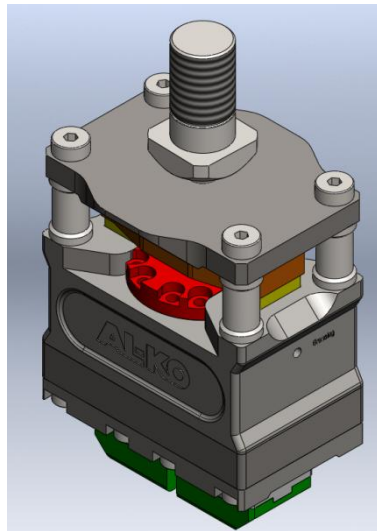
2.36. Irudia: Utilajea, iturria: Berezko egitea

Motelgailuaren atorra utilajearen barnean dagoenean eta estutze egokiarekin kokatzen denean, langileak serbomotorra aktibatuko du. Serbomotor honek, erreduktore baten laguntzarekin, goiko posizio torlojua biraraziko du. Biraketa honekin, multzo estatikoaren posizioa erregulatuko da. Mugimendu bertikal honekin, zilindro hidraulikoaren altuera aldatuko da eta motelgailuaren ardatzaren parera heltzea ahalbidetuko du.



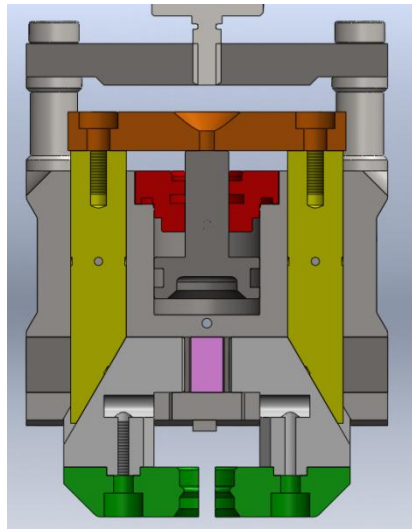
Motelgailuaren ardatza eta zilindro oleohidraulikoaren matxardak parean daudenean, zilindro oleohidraulikoa aktibatuko da. Matxarda batzuekin motelgailuaren ardatza harrapatuko da, hau finko mantenduz. Zilindro oleodriaulikoak indar nahikoa izan behar du motelgailuak eragiten duen indarraren eraginez ez irekitzeko.

Zilindro oleohidraulikoa AL-KO Record-en diseinukoa izango da. Zilindro hidrauliko honen pistoia era bertikalean kokatzen da. Zilindro hidraulikoa eragiten denean, zilindro hidraulikoak mugimendu bertikala izango du. Mugimendu bertikal honekin ez da motelgailuaren ardatza harrapatzea lortuko. Ardatza harrapatzea lortzeko AL-KO Record-en diseinuarekin, pistoiari lotuta doan pieza batek lagundurik, gidek pistoiaren mugimendu bera izango dute. Gida hauek, muturrean 45<sup>o</sup>-tako ebaketa bat izango dute. Ebaketa plano horrek mugimendu bertikala mugimendu horizontalean bilakatuko du beste piezaren ebaketa planoaren aurka labainduz. Mugimendu horizontal horrek matxardak itxi edo ireki egingo dira ardatza harrapatuz edo askatuz.

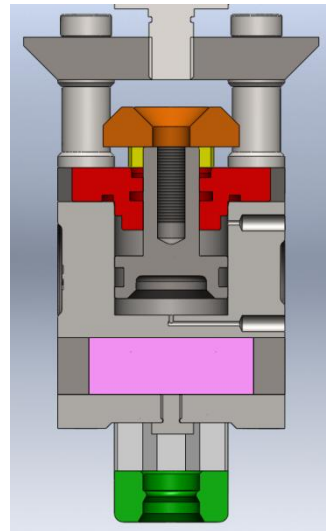


2.38.Irudia:Zilindro hidraulikoa

;Iturria:AL-KO Record S.A.



2.39.Irudia:Zilindro hidraulikoa



2.40.Irudia:Zilindro hidraulikoa

Behin egoera horretan egonda, entsegua hasteko prest egongo da. Horretarako, langileak entsegua hasteko pultsadorea sakatuko du. Makinaren motor elektrikoa(h) biratzen hasiko da. Motor elektrikoak 150 rpm-etara biratuko du motelgailuak egin behar duen indarra 1400 kg-takoa denean. Motelgailua eskatzen duen bezeroaren arabera, entsegua,biraketa abiadura baten, bitan edo hirutan egingo da. Motelgailurik gogorrean 1400 kg-ko indarra lortuko da motelgailuaren hedatze eta konpresioa 0,393 m/s-ko abiaduran ematen denean. Biraketa honen eraginez, zati mugikorra (b) mugitzen hasiko da 0,393 m/s-ko mugimendu bertikal zikliko baten, biela-birabarki sistema (i) bat duela medio.

Zilindro oleohidraulikoaren zatia estatikoa denez, motelgailuaren ardatza egoera estatikoan mantenduko da.

Zilindro oleohidraulikoaren gainean karga-zelula bat muntatuko da. Gailu hau izango da motelgailuak ezartzen dituen indarrak jaso eta programa informatiko batera bidaltzeko erantzukizuna izango duena. Programa informatikoak indar eta esfortzuak jaso, interpretatu eta langileari pantaila batean adieraziko dizkio grafiko batean plazaraturik. Programa horrek motelgailua ondo muntatuta edo gaizki muntatuta dagoen azalduko du. Horrela langileak motelgailua baztertu edo balioztatuko du.

Egiturari dagokionez, prozesuan zehar sortutako tentsioak jasan beharko ditu eta aurretik aipatutako osagai guztiak barne hartu. Egitura perfilez osatuta egongo da eta beraien arteko lotura soldadura bidezkoa izango da. Egituraren oinarrian, altzairuzko

totxo bat jarriko da egituraren oinarri guztia hartzen duena. Totxo honen funtzioa, alde batetik, egituraren grabitate zentroa ahalik eta gehien jaitea da, eta bestetik, motelgailuaren entseguan sortzen diren bibrazio guztiak jasotzea izango da. Horretarako, vibrachoc deituriko elementu batzuen laguntzarekin lurrean finkatuko da.

Segurtasun elementuak direla eta, produkzio lerroan kokatuko den makina bat izango delarik segurtasuna oso garrantzitsua izango da. Makina honetan funtzionamenduan dagoen bitartean langileak istripurik izan ez dezan, alboetan alanbrezko hesi fisiko bat izango du albo banatan. Langileak lan egin dezan, aurrealdean argi izpi bidezko hesi bat muntatuko da. Horrela, langileak motelgailua makinan jartzen duen bitartean hesi hau itzalita egongo da eta makina funtzionamenduan hasten denean hesi hau ere martxan jarriko da. Horrela, langileak esku bat sartuz gero, argi izpiak moztuko dira. Mozketa honek makinaren bat-bateko itzaltzea ekarriko du.

## 2.8.2.- Osagaien deskribapena

Motelgailuaren entsegu makina mekanikoak dituen abantailak ikusita, batez ere, produkzio lerroan dituen fidakortasun abantailak ikusita, entsegu makina mekanikoa diseinatzea aukeratu da.

Entsegu makinak hiru multzo nagusi izango ditu, bata multzo higikorra, bestea multzo estatikoa, eta azkena mugimendu multzoa. Hiru hauei beste multzo bat gehitu behar zaie, egitura, hiru hauek bere barne hartuko dituen.

Multzo higikorrean motelgailua kokatzeko erabiliko den mugimendu transmisioa torloju bidezkoa izango da. Bolante eta engranaje konikoen bitartez egindako transmisioa. Engranaje hauek ardatzera finkapen tolerantzia batekin lotuta egongo dira. Multzo higikorraren mugimendu osoa, gida linealen bidezko mugimendu lineal bat egingo da.

Multzo estatikoaren kokapen mugimendua ere serbomotore batek eragindako torloju batez egiten da. Biraketa mugimendua lineal bihurtzeko, multzo honek ere gida linealak erabiltzen ditu.

Mugimendu multzoari dagokion mugimendu transmisioa, motor elektriko baten biraketak eraginik, eta eszentriko batek lagundurik, bielaren biraketa mugimendu lineal bat izatea ahalbidetzen du.

Ondoren, osagai bakoitza azalduko da. Osagai hori diseinatzeko erabili den kalkulu metodoa eta kalkuluek emandako emaitza finalak azalduko dira.

### 2.8.2.1.- Multzo higikorreko osagaiak

#### • Buloia

Pieza honen funtzioa motelgailuaren finkapena izatea da motelgailuaren entsegua burutzen den heinean. Pieza hau, kokapen piezan kokaturik joango da.

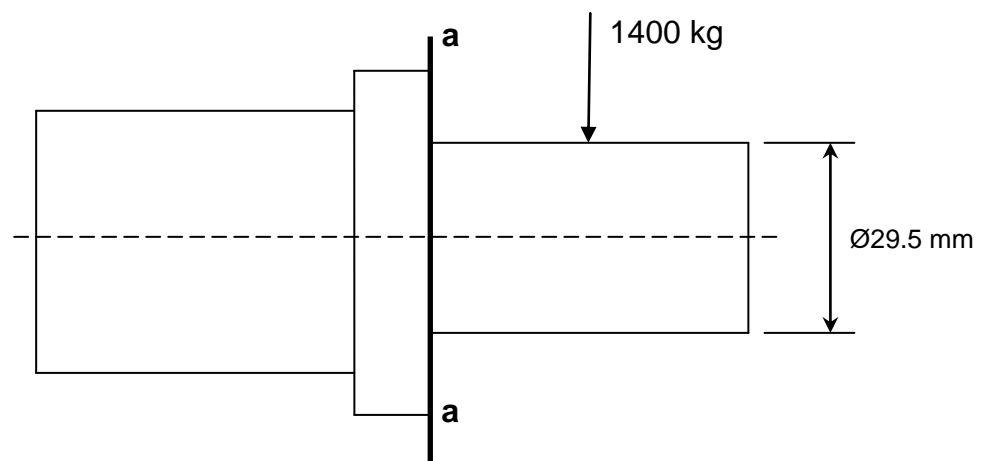
Buloia F-127 40NiCrMo7 altzairuz egina dago. Altzairu hau aukeratu da, izan ere, buloiak jasan behar dituen esfortzuak motelgailuak eragiten dituen indar alfernoen esfortzu berak izango dira. Beraz, esfortzu alfernoak jasaten dituzenez, pieza honen kalkuluak nekera egingo dira *3.Dokumentuko 3.2.1.Motelgailua apoiatzeko buloia*

*atalean* buloiaren sekzio kritikoenean izango dituen tentsioen arabera, pieza honek bizitza infinitua izango duen konprobatuko da.

Konprobaketa hori egiteko buloiaren diametro guztiak ezagunak izan behar dira. Diametro txikiena motelgailuaren finkapen eraztunak inposatzen baitu. Diametro hau 29,5 mm-takoa izango da eta handia 50 mm-takoa. beraien arteko lotura erradioa 6 mm-takoa izanik.

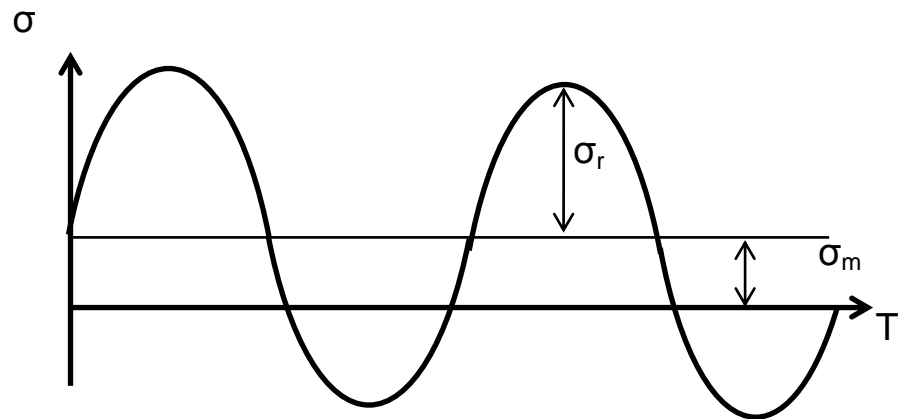
Buloiaren dimentsionaketa nekera kalkulatu da, tentsio aldakorrak direlako pieza honetan eraginik handiena dutenak. Lehen pieza hau diseinatzeko orduan kalkulatu beharreko koefiziente guztiak lehen pieza honetan azalduko dira, ondorengo piezetan kalkulatu da baina azaldutzat emango dira.

Hasierako buloiaren dimentsionaketa, kalkuluak egin baino lehenagoko diseinua:



2.41.Irudia: Buloiaren aurredimentsionaketa; iturria: Berezko egitea

Buloi honen kasuan, makina honetako beste pieza gehienetan gertatuko den bezala, funtzionamenduan azaldutakoaren arabera, pieza honek balio berdineko, baina noranzko ezberdineko bi indar jasango ditu. Indar honek izango duen itxura ziklikoa izango da eta ondorengo grafikoan adierazitakoarekin bat etorriko da:



2.42. Irudia: Tentsioen grafikoa, Iturria: Berezko egitea

Grafiko honetan adierazten diren tentsioak makinaren funtzionamenduaren eraginez sortzen direnak dira.  $\sigma_r$  tentsioa, tentsio alternoa da eta bere balioa aldakorra da. Tentsio hau motelgailuak egiten duen indarrak sortzen duen tentsio aldakorra da. Eta  $\sigma_m$  tentsio medioa izango da, beti balio berdina izango duen tentsioa. Tentsio hau motelgailuaren pisuak eragingo duena izango da. Pieza honen kalkulua egiteko, gero ikusiko den moduan, tentsio medio honen balioa oso txikia izango da tentsio alternoarekin alderatuz. Beraz, balio hau mesprezagarria izango da.

Nekera kalkulua egiteko, sekziarik kaltegarriena aukeratuko da. Kasu honetan a-a sekzioa izango dena. Sekzio honetan motelgailuaren indarrak eragingo dituen tentsioak ondorengoak izango dira:

Alde batetik, tentsio normal bat sortuko du, indar horrek eta aplikatuta dagoen punturaino dagoen distantziaren arabera sortuko den momentuak eragindakoa. Bestetik, motelgailuaren indarrak sortzen duen tentsio ebakitzaila.

$$\sigma_r = \frac{M_r \cdot y}{I} \quad (2.1)$$

$$\sigma_m = \frac{M_m \cdot y}{I} \quad (2.2)$$

Tentsio medioa tentsio aldakorrarekin alderatuz, balio oso txikia dela ikusten da, beraz, balio hau mesprezagarria dela ikusten da 3. Dokumentua 3.2.1. Motelgailua apoiatzeko buloia atalean.

Tentsio ebakitzaila ere kontutan hartu behar da, izan ere, distantzia txikia izanik, tentsio ebakitzailaren balioa ez da mesprezagarria izango.



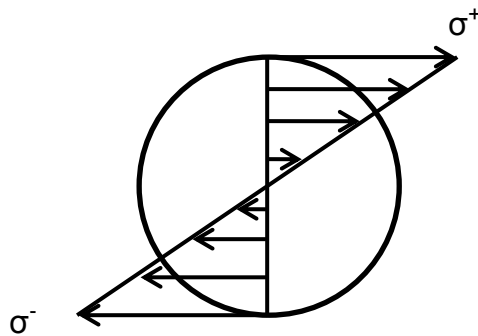
$$\tau_m = \frac{4 \cdot V}{3 \cdot A} \quad (2.3)$$

$$\tau_r = \frac{4 \cdot V}{3 \cdot A} \quad (2.4)$$

Tentsio ebakitzaileren kasuan ere, tentsio normalarekin bezala, tentsio ebakitzaille medioa, tentsio ebakitzaille alernoarekin alderatuz oso txikia denez mesprezagarria da. Beraz, tentsio ebakitzaille alernoak kontuan hartuko da.

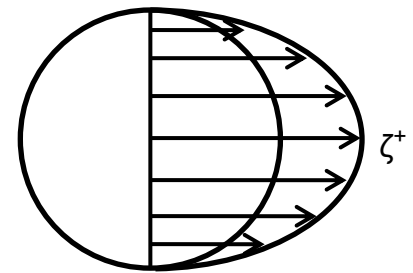
Tentsio ebakitzailleak eta tentsio normalak buloiaren sekzioan duten banaketa ez da berdina.

Tentsio normala



2.43. Irudia: Tentsio normalaren banaketa; Iturria: Berezko egitea

Tentsio ebakitzaillea



2.44. Irudia: Tentsio ebakitzaillearen banaketa; Iturria: Berezko egitea

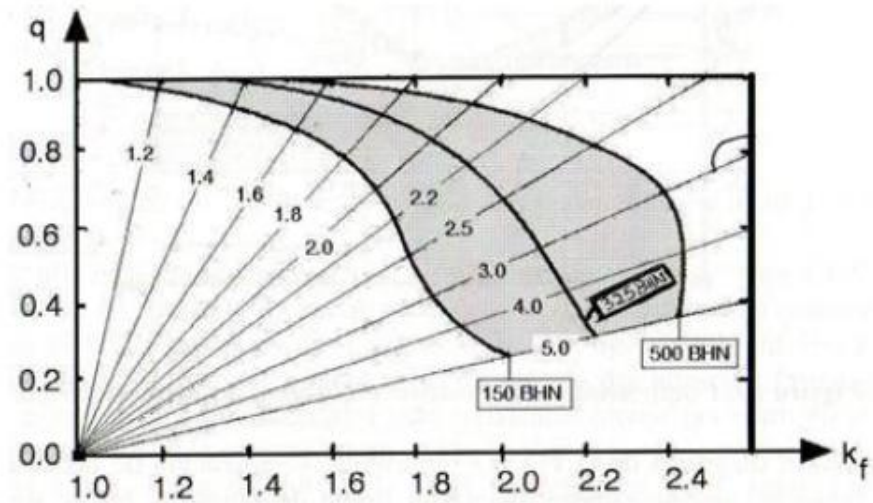
Tentsio normala maximoa den puntuan tentsio ebakitzaillea nulua izango da eta alderantziz. Beraz, kasu honetarako, alde batetik, tentsio normala maximoa denean kalkulatu da, eta bestetik, tentsio ebakitzaillea maximoa denean. Baita ere, tarteko egoera batean aurkitzen den puntu baten tentsio egoera aztertuko da.

Tentsio egoera hauek kalkulatu aurretik, kalkuluak nekera egiteko beharrezkoak diren koefizienteak kalkulatu dira.

Lehenik,  $K_f$  tentsio kontzentrazio faktorea kalkulatu da.  $K_f$  faktore hau, flexio egoeran dagoen tentsio egoera bati dagokio. Eta bere kalkulurako  $K_t$  estatikarako tentsio kontzentrazio faktorearekin egingo da, izan ere, erlazio bat gordetzen dute.

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) \quad (2.5)$$

Non  $K_t$  aurretik aipatu bezala, estatikarako tentsio kontzentrazio faktorea den eta  $q$  hozketari sentikortasuna.  $q$ -ren balioa hurrengo grafikotik aterako da:



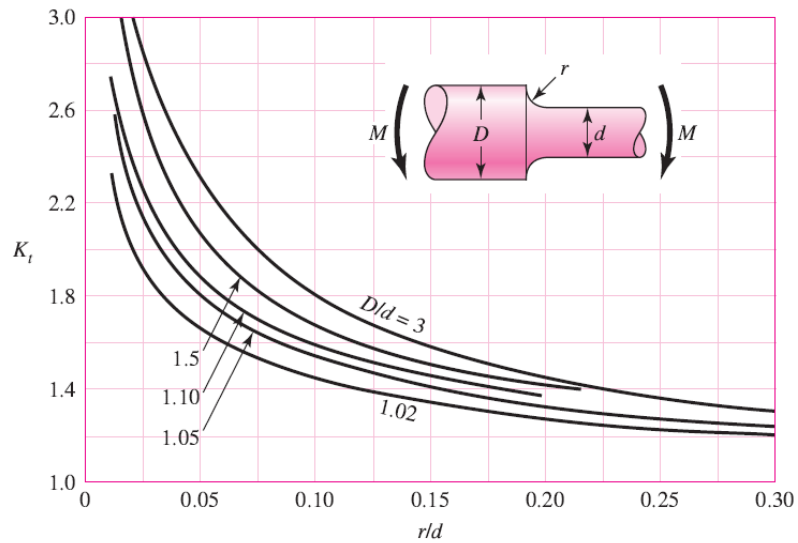
**2.45.Irudia:** Hozketari sentikortasuna kalkulatzeko grafikoa; **Iturria:** DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

$K_f$ -ren balioa ez da inoiz 2,5 balioa baino handiagoa izango, efektu hau Neuberrek azaltzen du esperimentalki. Esanez, 2,5 balioa hartzen duenean, balio hau egonkortu egiten dela eta baita neke portaera. Honek, txarragora ez dela joango esan nahi du.

Grafiko honetan agertzen den beste faktore berri bat Brinell gogortasuna da. Faktore hau aukeratzen den materialaren araberakoa edo material horrek jasotako tratamenduen araberakoa izango da.

Grafiko honetara pasa aurretik,  $K_t$  faktorea kalkulatu da. Faktore honen balioak taulatuta daude tentsio egoera bakoitzarentzat.

Kasu honetan dagoen tentsio egoera flexiokoa denez ondorengo taula dagokio:



**2.46. Irudia:** Tentsio kontzentrazio faktoreen grafikoa; **Iturria:** DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

$K_t$  faktoreak zein balio duen grafikoan begiratu ostean eta Brinell gogortasuna jakinda, materialaren ezaugarrien taulatik dakiguna, hozketari sentikortasuna ( $q$ ) atera daiteke hurrengo grafikotik:

Bi datu horiek edukita  $q$ -ren balioa aterako da.

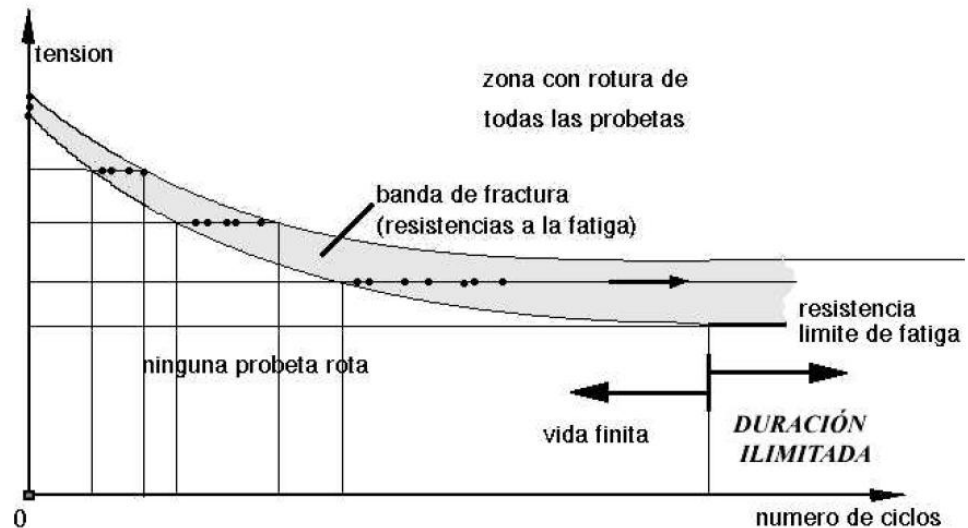
Orain, flexio egoerari dagokion  $K_f$  balioa kalkulatu da aurretik esandako 2.5. formularekin.

Hau izango da pieza honentzat flexio egoeran izango duen tentsio kontzentrazio faktorea.

Flexio egoeratik aparte, egoera ebakitzaila izango du, lehen aipatu bezala. Egoera ebakitzailaren pean aurkitzen denean izango duen tentsio kontzentrazio faktorea ezin daiteke kalkulatu, izan ere, ez baita existitzen egoera horretarako estatikarako tentsio kontzentrazioen taularik, ezta nekerako ere. Beraz, balio kontserbakor bat hartuko da:

$$K_f(\text{ebakitzaila}) = 2$$

Neke kalkulua egiterako orduan hainbat faktorek dute eragina eta kontu handia eduki behar da hauek aukeratzeko orduan. Nahiz eta faktore guzti hauek kontrolpean izan saiakuntzen emaitzek dispertsio handia izaten dute. Hurrengo irudian ikus daiteke nola tentsio alferno batentzat  $N$  ziklo kopuru desberdinen tarte bat dagokiola.  $N$  zikloen balio bat ezik.

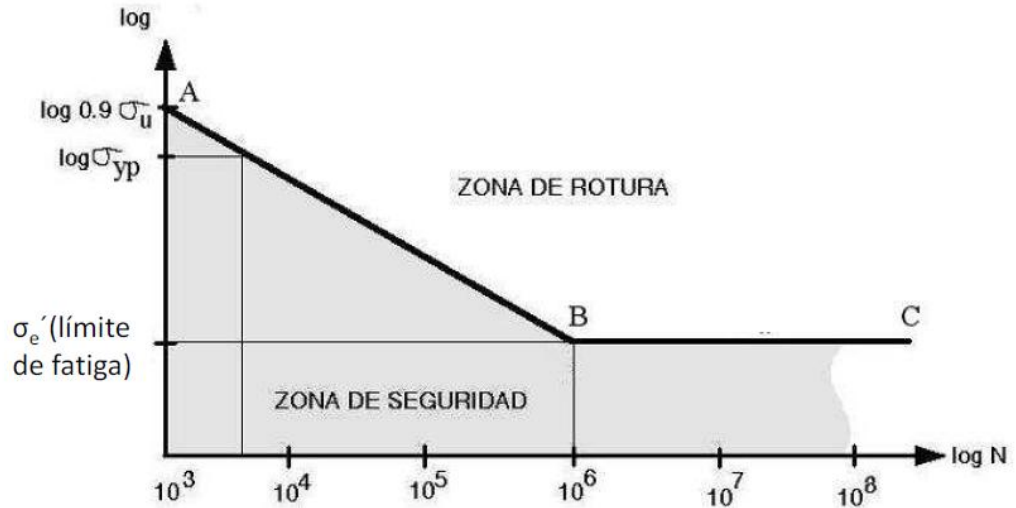


2.47.Irudia: Tentsio-ziklo grafikoa ,Iturria: DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

2.47.Irudiko grafikoa ikusi daitekeen bezala, probetaren edo piezaren  $N$  iraupena ez da tentsio alternoaren itxuraren ezta periodoaren araberakoa. Bi tentsio egoera baliokideak izango dira nahiz eta periodoak desberdinak izan,  $N$  ziklo kopuruak berdinak izango dira, baina denborari dagokionez, periodo txikienak duenak denbora gutxiago iraungo du hausturara heldu arte. Eta periodo handiena duenak, gehiago iraungo du, denboraren ikuspuntutik,  $N$  zikloak lortu arte.

$\sigma_r - N$  diagramako akatsen puntu hodeia eskala logaritmikora pasaz,  $\log \sigma_r - \log N$ , goiko muga eta beheko muga lerro zuzenak direla ikusiko da. Kurba honi Basquin-en kurba deritzo. Grafiko honetan, bi eremu desberdintzen dira, ziklo baxuen eremua ( $N=0$ -tik,  $N=10^3-10^4$  iraupena duten zikloak arte) eta ziklo altuen eremua ( $N=10^3-10^4$  iraupena duten zikloetatik aurrera). Alde batetik, ziklo baxuen eremua puntu akastunen tentsioa  $\sigma_r$  fluentziako tentsioa  $\sigma_{yp}$  gainditzen duelako, beraz, eremu honen azterketan materialaren portaera plastikoa kontuan hartu behar da. Bestalde, ziklo altuen eremuan, neke limite baten azpitik dauden balioak, pieza edo probetak bizitza infinitua izatea ahalbidetzen du (iraupena  $N = \infty$ ).

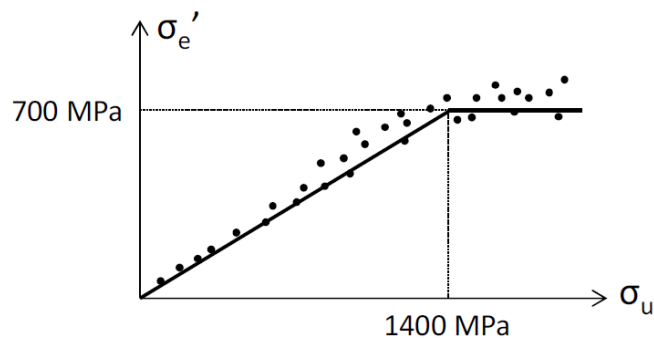
Makina honetan kalkulatu diren pieza guztiak bizitza infinitua izan ditzaten kalkulatu dira. Horretarako hurrengo grafikoko neke limite baten azpitik egoteko kalkulatu da. Neke limite hori 106 zikloko iraupena izateko kalkulatu da, izan ere, iraupen horretatik aurrera bizitza infinitua dela kontsideratzen baita.



2.48. Irudia: Tentsio-ziklo grafiko logaritmikoa; Iturria: DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

$$\frac{\log \sigma_r - \log \sigma'_e}{\log 0,9\sigma_u - \log \sigma'_e} = \frac{\log N - 3}{3} \tag{2.6}$$

Ikusten den bezala, bizitza finitu eta infinituaren arteko muga  $\sigma'_e$ -k markatzen du. Beraz, parametro oso garrantzitsua da. Entsegu espezifikoak eginik  $\sigma'_e$  neke limitearen eta  $\sigma_u$  haustura tentsioaren arteko erlazioa lortu da. Ondorengo grafikoan saiakuntzen emaitzak adierazten dira, nekearen dispersio tipikoak adierazten direlarik.



$$\sigma_u < 1400 \text{ MPa} \rightarrow \sigma'_e \geq 0,5 \cdot \sigma_u$$

$$\sigma_u \geq 1400 \text{ MPa} \rightarrow \sigma'_e \geq 700 \text{ MPa}$$

2.49. Irudia: Neke limitearen aldaketa haustura tentsioaren arabera; Iturria: DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

Piezaren kasuan  $\sigma_u = 1400 \text{ MPa}$  denez,  $\sigma'_e = 700 \text{ MPa}$  izango da.

Neke limitearen tentsio muga ez du soilik  $\sigma'_e$ -k ematen. Piezaren geometria, lan egiteko era, gainazal akabera, tamaina, golpeak jasaten dituen edo ez, etab. Faktore guzti

hauek kontuan hartzeko,  $\log \sigma_r - \log \sigma_r$  kurba aldatu behar da, horretarako zenbait koefiziente esperimental erabiltzen dira neke limitea aldatzeko.

Faktore horien artean, lehenengo faktorea gainazal akaberako koefizientea ( $C_s$ ) da, eta hurrengo grafikoko balio bat aukeratu behar da. Betiere, azkeneko egin den prozesua aukeratuz.

Pieza honen kasuan azkeneko gainazal akabera mekanizazio prozedura izan da. Beraz, neke limitea baldintzatzen duen koefizientea kalkulatzeko hurrengo grafikotik kalkulatu da:



**2.50. Irudia:** Gainazal akabera bakoitzari dagokion koefizientea; **Iturria:** DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

Haustura tentsioa ( $\sigma_u$ ) eta azken gainazal prozesua zein den jakinda, grafikoan adierazten den bezala,  $C_s$ -ren balioa aterako da.

Beste koefiziente bat dimentsio eta tamaina koefizientea ( $C_d$ ) da. Koefiziente hau aukeratzeko, piezaren tamaina kontuan hartzen da, pieza txikia, ertaina edo handia den. Koefiziente hau aukeratzeko orduan, aukeratzeko dena subjektiboa izan daitekeenez, balio tarte batzuk ematen dira.  $C_d = 1/0,9 - 0,8/0,8 - 0,7$  Pieza txikia

bada 1 balioa hartzen du, ertaina bada 0,9-0,8 tarteko balio bat eta handia bada, 0,8-0,7 tarteko balio bat. Pieza bat txikia den, ertaina den edo handia den jakiteko, balio tarte batzuk ematen dira: Txikia 1 cm eta 2 cm arteko tarte batean, ertaina 5 eta 15 cm-ko tartean badago eta handia 15 cm baino handiagoa bada.

Lan egiteko eraren arabeko koefizientea ( $C_t$ ), hau da, piezak jasaten dituen tentsioaren arabekoak dira. Koefiziente honen balioa zein den aukeratzeko ere balio tarte bat ematen da:

Flexioa/karga axiala/flexioa+tortzioa/bestelakoak:

$$C_t = 1/0,7 - 0,9/0,85/0,5 - 0,7$$

Karga flexiokoa denean bere balioa 1ekoa izango da. Karga axiala izanik, 0,7 eta 0,9 tartekoa izango da. Karga axiala deszentratu badago 0,7 balioko du eta zentratu badago 0,9ko balioa. Flexio+tortzioko egoera batean 0,85eko balioa izango du eta aurreko egoera bat ere ez den kasuan, 0,5 eta 0,7 balioen tarteko bat izango da.

Fidakortasun koefizienteari dagokionez, nekeak eragindako dispersioa oso handia denez, koefiziente garrantzitsua da. Koefiziente honek egindako pieza guztietatik, zenbatetan agertuko den akatsa adierazten duena da. Datu espezifikoetan faltan  $C_f = 1 - 0,08z$  hartu dezakegu, non  $z$  fidakortasunaren araberakoa den (ikus 2.2. taula).

Z	0.0	0.1	0.2	0.4	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	3.7
R	0.5	0.5398	0.5793	0.6554	0.8413	0.9773	0.9938	0.9987	0.9998	0.9999

**2.2.Taula:** Fidakortasun taula; **iturria:** DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

R fidakortasuna den eta nahi den fidakortasunaren arabera, bakoitzari dagokion Zren balioa izango du.

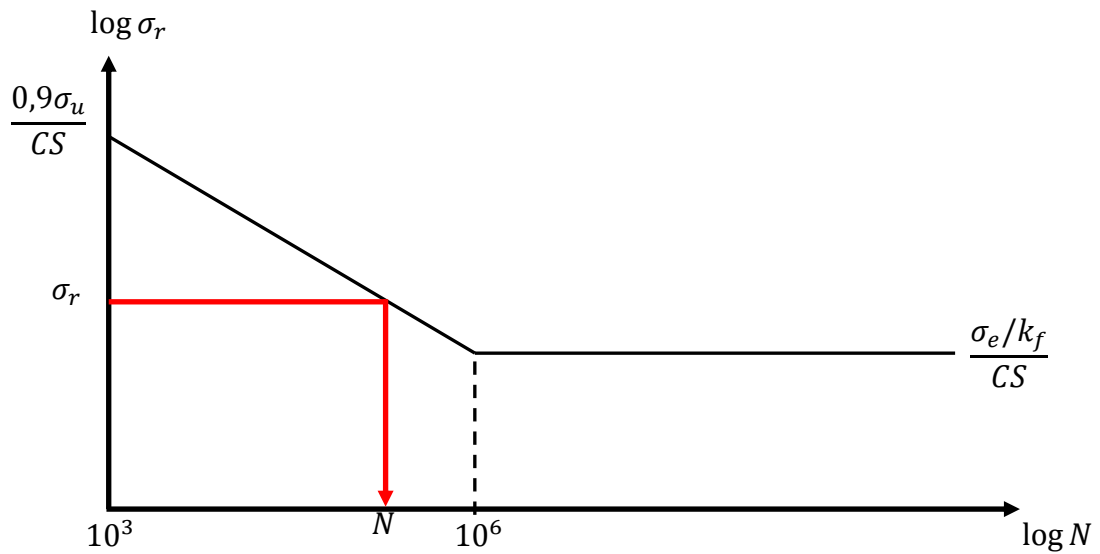
Adibidez, piezak hutsik ez egitea nahi denez fidakortasuna 0,9999koa izango da, 10000 piezetatik batek huts egingo du. Hau kontuan izanda, pieza honi dagokion fidakortasun koefizientea kalkulatu da.

$$C_f = 1 - 0,08z = 1 - 0,08 \cdot 3,7 = 0,704$$

Pieza honi dagozkion koefiziente guztiak izanik, orain guzti hauek bateratuko ditugu:





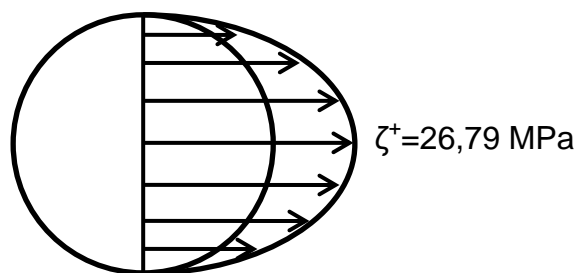


2.52.Irudia: Tentsio-ziklo grafiko logaritmikoa; Iturria: Berezko egitea

Grafiko honetan tentsio alternoa ordezkaturaz, tentsio egoera horretan pieza honek iraungo dituen ziklo kopurua kalkulatu da.

$$N = 1,273 \cdot 10^6 \text{ ziklo} = \infty \text{ ziklo}$$

Bigarren egoera honetan, indar ebakitzailak sortzen duen tentsio ebakitzaila maximoa denean aztertuko da. Tentsio ebakitzailaren kasuan aztertuko den sekzioaren erdiko puntuan. Ondorengo sekzioaren tentsio grafikoan adierazten den bezala.



2.53.Irudia: Tentsio ebakitzailaren banaketa; Iturria: Berezko egitea.

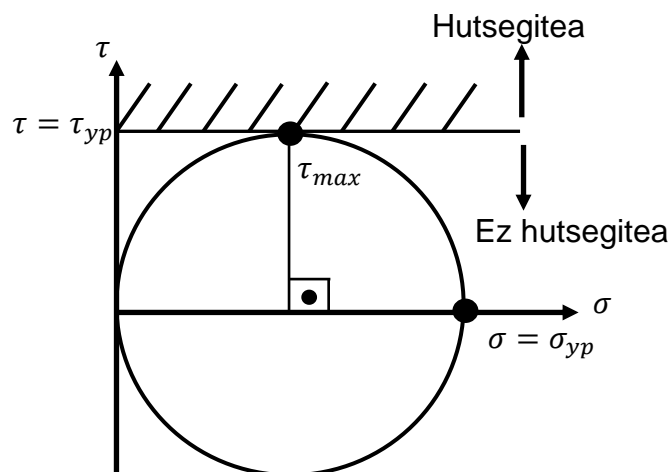
Tentsio ebakitzailaren elastikotasun mugaren ( $\tau_{yp}$ ) eta tentsio normalaren arteko muga elastikoaren ( $\sigma_{yp}$ ) arteko erlazioa zein den aurkitu behar da. Baita, tentsio ebakitzailaren haustura tentsioaren ( $\tau_u$ ) eta tentsio normalaren haustura tentsioaren ( $\sigma_u$ ) arteko erlazioa. Azkenik, tentsio ebakitzailari dagokion neke

limitearen ( $\tau_e$ ) eta tentsio normalaren neke limitearen ( $\sigma_e$ ) arteko erlazioa zein den jakin behar da.

Elastikotasun mugaren arteko erlazioa hau da:

$$\tau_{yp} = \frac{\sigma_{yp}}{2}$$

Erlazio hau horrelakoa da, izan ere, material harikor batean trakzio saiakuntza bat egiterakoan eta hau isurpenean sartzen denean  $45^\circ$ -tara dauden planoen artean labainketa sortzen da.  $45^\circ$ -tara labainketa ematen denez, Mohr-en zirkuluan  $90^\circ$ -tara emango da hutsegitea. Ondoren ikusiko den moduan:



**2.54.irudia:** Tentsio ebakitzzailearen hutsegite muga; **iturria:** DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_{yp}}{2} = R$$

Mohr-en zirkulu honetan ikusten den bezala tentsio ebakitzzailearengatik ematen den hutsegitea  $\tau_{yp}$  gainditzen denean ematen da. Edo  $\frac{\sigma_{yp}}{2}$  tentsioa gainditzen denean (tentsio bera da).

Neke limitearen tentsioen arteko erlazioa, aurrean aipaturiko arrazoi berberengatik ematen da. Erlazioa ondorengoa da:

$$\tau_e = \frac{\sigma_e}{2}$$

Azkenik, haustura tentsioari dagokionez, tentsio ebakitzailaren eta tentsio normalaren arteko erlazioa ondorengo da:

Resistencias a la cizalladura	
Materia	Relación con la tensión de rotura
Acero	0,75 $\sigma_{ut}$
Fundición maleable	0,90 $\sigma_{ut}$
Fundición de hierro	1,30 $\sigma_{ut}$
Aluminio	0,60 $\sigma_{ut}$
Cobre	0,90 $\sigma_{ut}$

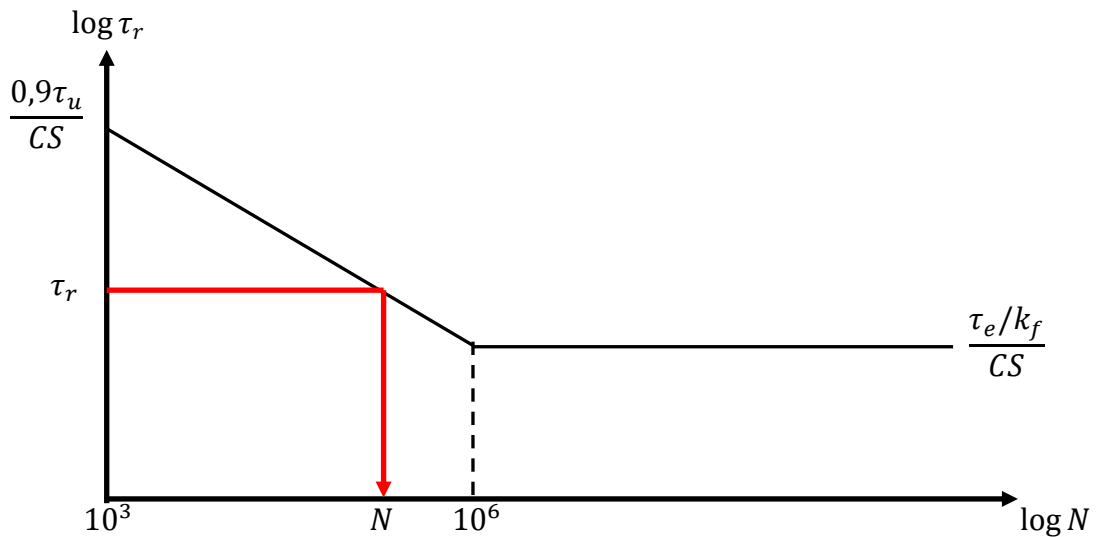
**2.3.Taula:** Ebaketarekiko erresistentzia, **Iturria:** DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

Erabiliko den materiala altzairua izango denez, erlazioa taulan adierazten dena izango da:

$$\tau_u = 0,75 \cdot \sigma_u$$

Hiru erlazio hauek jakinik, tentsio ebakitzailarekin pieza honek iraungo dituen ziklo kopurua kalkulatzeko, aurreko hiru tentsioak kalkulatu dira.

Behin hiru datu hauek izanda, Basquin-en kurban tentsio alternoa sartuz eta datu hauek jarritz, tentsio ebakitzailak mugatzen duen ziklo kopurua kalkulatu dugu.

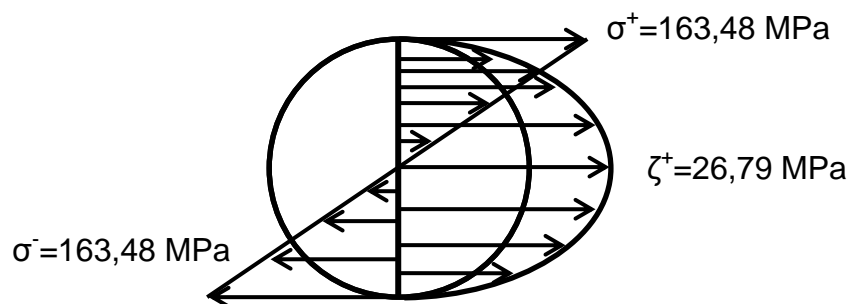


2.55.Irudia: Tentsio-ziklo grafiko logaritmikoa; Iturria: Berezko egitea.

Tentsio ebakitzaileren kasuan erabiliko den neke kontzentrazio faktorea,  $k_f = 2$  izango da.

$\tau_{max}$ -ek  $\frac{\tau_e/k_f}{CS}$ -k baino balio baxuagoa izango duenez, esfortzu ebakitzaileren aurrean ere bitzta infinitua izango duela ondorioztatzen da 3.Dokumentua 3.2.1.Motelgailua apoiatzeko buloia atalean.

Pieza honen hirugarren eta azkeneko tentsio egoera, momentu makurtzaileak eragindako tentsio normala eta indar ebakitzailak eragindako tentsio ebakitzaila batera ematen direnean sortzen den tentsio egoera da. Hurrengo grafikoan adierazten den bezala.



2.56.Irudia: Tentsio ebakitzaille eta normalaren banaketa gainjarria; Iturria: Berezko egitea.

Sekzio honetako tentsio egoera honen pean dagoenean puntu bat aukeratzeko orduan, edozein puntuk balioko du, tentsio ebakitzaila eta normala batera ematen

diren puntu bat betiere. Kasu honetan hartuko den puntua sekzioaren erdiko puntutik 7,375 mm-tara dagoen puntuaren tentsio egoera.

Puntu horretako tentsio normala eta tentsio ebakitzaila kalkulatu dira.

$$\sigma_r = \frac{M_r \cdot y}{I} \quad (2.1)$$

$$\tau_r = \frac{4 \cdot V}{3 \cdot A} \quad (2.4)$$

Tentsio ebakitzailaren kalkuluan materialen erresistentziako formula hau ezin da erabili, izan ere, formula hau tentsio ebakitzaila maximoa den punturako soilik erabili daiteke. Beraz, puntu horretako tentsio ebakitzaila kalkulatu da jarraian.

$$Q = \int_{y_1}^r 2 \cdot \sqrt{r^2 - y^2} \cdot y \cdot dy = \frac{2}{3} \cdot (r^2 - y_1^2)^{\frac{3}{2}} \quad (2.8)$$

$$b = 2 \cdot \sqrt{r^2 - y^2} \quad (2.9)$$

$$I_{LN} = \frac{\pi}{4} \cdot r^4 \quad (2.10)$$

$$\tau_y = \frac{v \cdot Q}{b \cdot I_{LN}}$$

Bi tentsio daude, alde batetik, ebakitzaila eta bestetik normala. Tentsio egoera bi hauek batera hartuko dituen tentsio egoera bat izateko tentsio baliokide bat kalkulatu da.

$$\sigma_{eeq} = \sigma_m + k_f \cdot \frac{\sigma_{yp}}{\sigma_e} \cdot \sigma_r \quad (2.11)$$

$$\tau_{eeq} = \tau_m + k_f \cdot \frac{\tau_{yp}}{\tau_e} \cdot \tau_r \quad (2.12)$$

Von Mises erabiliz, tentsio baliokidea kalkulatu da.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_{eeq}^2 + 3 \cdot \tau_{eeq}^2} \quad (2.13)$$

Hiru tentsio egoera desberdin hauetatik kaltegarriena momentu makurtzaileak soilik eragiten duenean ematen dela. Beraz, egoera horretan piezak bizitza infinitua izateko sekzio kritikoenak beharrezkoa dituen dimentsioak hartuko dira.

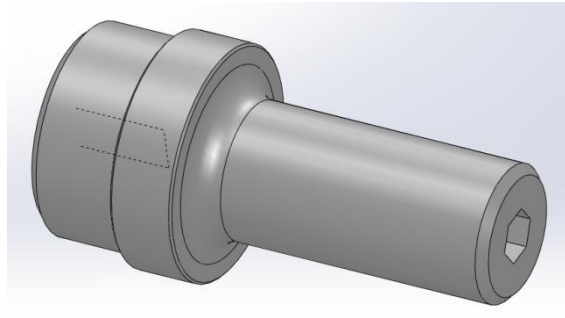
$$\underline{D = 50 \text{ mm}}$$

$$d = 29,5 \text{ mm}$$

$$r = 6 \text{ mm}$$

Pieza honek beste sekzio kaltetu bat izango du, buloiaren kokapen piezan sartzeko erabiltzen den sekzioa. Baina, sekzio hau aurreko sekzioak baino bizitza luzeagoa izango du, beraz, ez da sekzio hau kaltetuena izango.

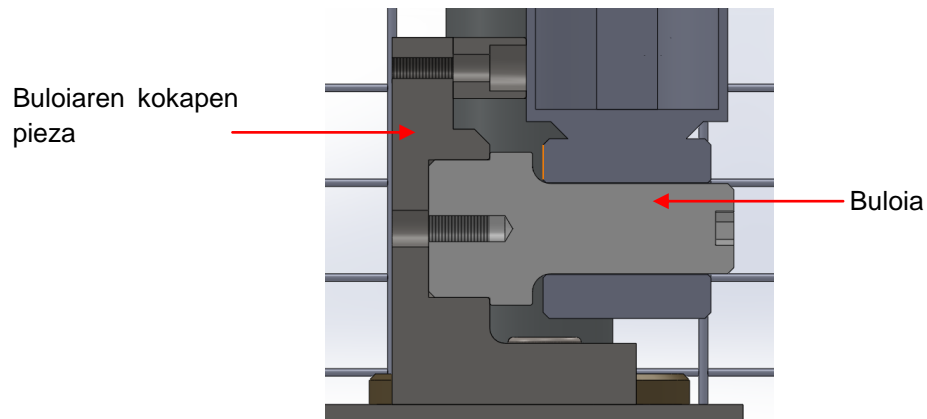
Buloiaren mutur batean, torloju bidezko lotura bermatzeko zulo hariztatu bat izango du pieza aldaketa denbora murriztuko duena. Hau lortzeko, beste muturrean zulo hexagonal bat izango du Allen giltz batez aldaketa burutzeko.



2.57.Irudia: Buloiaren muturra: Berezko egitea.

### • Buloiaren kokapen pieza

Pieza honetan buloia kokatzen da. Buloiaren diametro bereko zulo bat izango du, sakonera berekoa bertan sartu dadin. Pieza honen funtzioa buloia eta erregulazio piezaren arteko lotura egiten duen pieza izatea da.



2.58.Irudia: Buloiaren kokapen piezaren posizioa; Iturria: Berezko egitea.

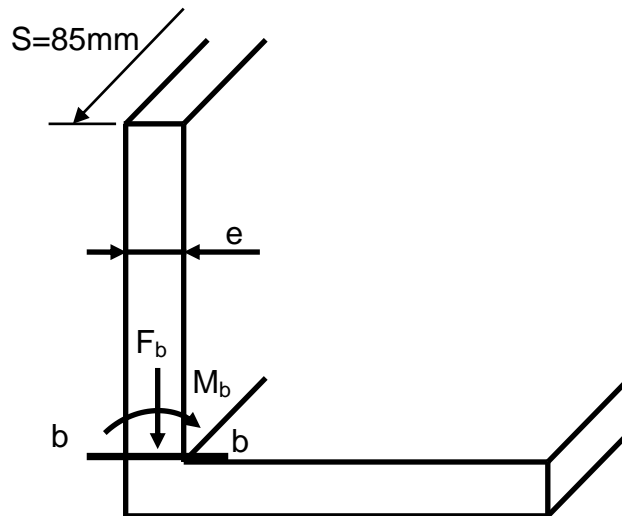
Pieza hau egiteko erabiltzen den materiala, F-114 edo DIN CK-45 altzairua da. Material hau erabiltzen da, izan ere, bere propietateak direla eta, eta pieza honek jasan behar dituen esfortzuak kontuan hartuz, material egokia da.

Buloiak pieza honetan kokatzeko duen ardatz zatiaren diametroa 50 mm-takoa izanik, neurri hau izango da diseinatzen hasteko lehen baldintza.

Kalkuluak egiten hasteko, lehenik eta behin piezaren gain zein indarrek eragiten duen eta nolako izaera duen aztertu behar da. Pieza honen gainean eragiten duen indarra motelgailuak hedatze eta konprimitzean eragitean duen indarrak sortzen duen momentua izango da. Momentuaz gain, indar horrek piezaren konprimitzea eta trakzionatzea eragingo du.

Indar honen izaera aldakorra ikusita, esan daiteke indarra ziklikoa izango dela eta beraz momentua ere. Ondorioz, hasierako kalkulua nekera egingo da, baina motelgailuak jasan dezakeen zentroarekiko desbideratzerik handiena 0,1 mm izanik bigarren kalkulu bat egingo da, honetan zurruntasun kalkulatu bat eginik. Kalkulu hauekin sekzioaren zabalera kalkulatu da eta bi kalkuluetako emaitzarik handiena hartuko da baliogarri bezala.

Kalkuluak eta behin betiko diseinua burutu baino lehen, hasierako dimentsionaketa bat egingo da, kalkuluak egiten hasteko. Dimentsionaketa hori ondorengoa da:



2.59.Irudia: Buloiaren kokapen piezaren aurredimentsionamendua;Iturria: Berezko egitea.

Piezak zein itxura duen jakinda, b-b sekzioa pieza honetako sekziorik kritikoena izanda, sekzio horretan zein zabalera(e) izan behar duen kalkulatu da. Gero, piezaren sekziorik txikienak balio hori edo handiagoa izan beharko du.

Sekzio horretan izango ditugun esfortzuak ondorengoak izango dira:

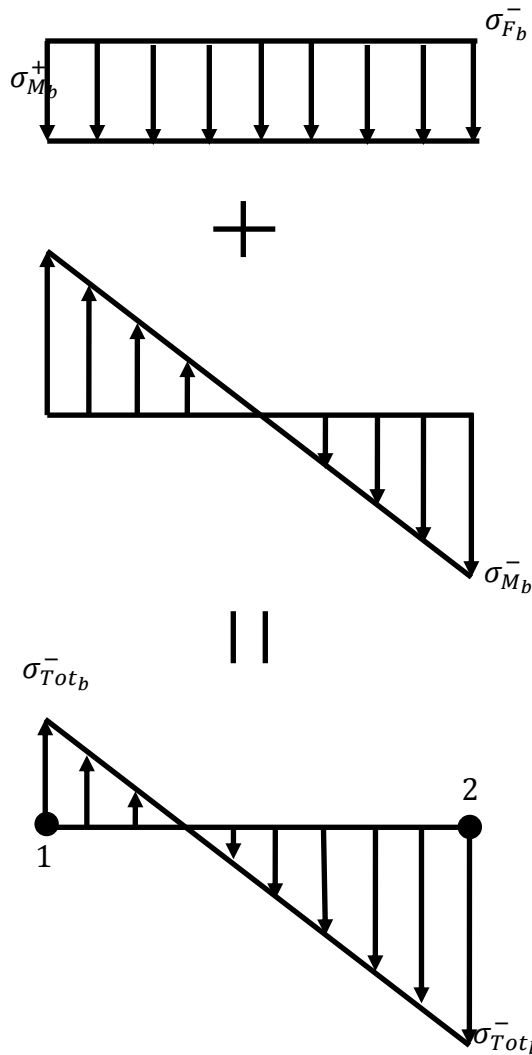
$$F_b$$

$$M_b$$

b-b sekzioan bi esfortzu hauek daudela kontuan izanda, esfortzu hauek sortzen dituzten tentsioa egoerak adieraziko dira.

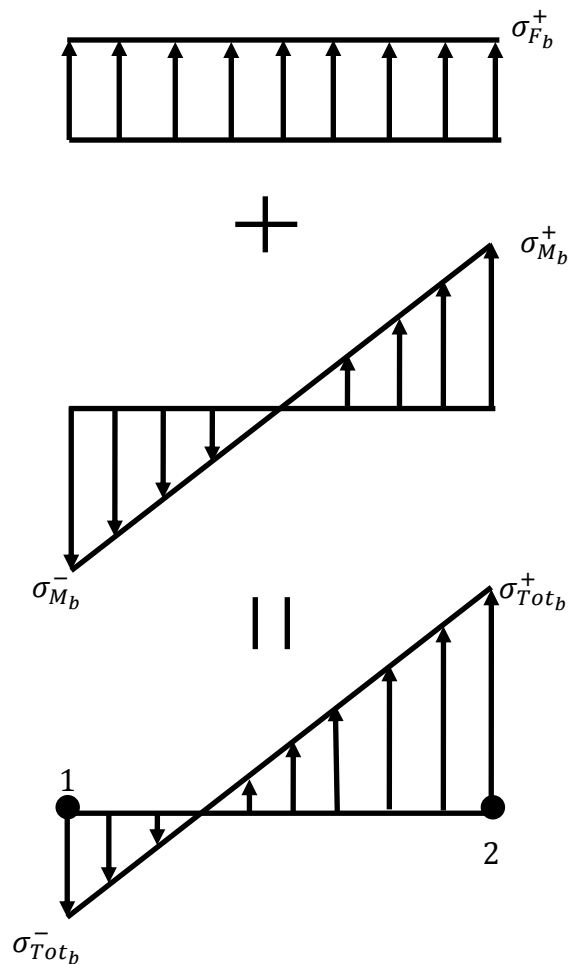


1.egoera, indarrak beherantz eragiten duenean:



2.60.Irudia: Tentsio normalen batura, iturria: Berezko egitea.

2.egoera, indarrak beherantz eragiten duenean:



2.61.Irudia: Tentsio normalen batura. Iturria: Berezko egitea.

Bi egoera hauetan tentsioaren balioa berdina izango da, nahiz eta, indarrak kontrako noranzkoa izan. Gainera, tentsio maximoaren balioa, b-b sekzioaren 2.puntuan izango da, izan ere, indarrak eragiten duen tentsioak eta momentuak eragiten duen tentsioak noranzko bera izango dute. Egoera batean trakziozko tentsioa izanik maximoa eta bestean konpresiozkoa.

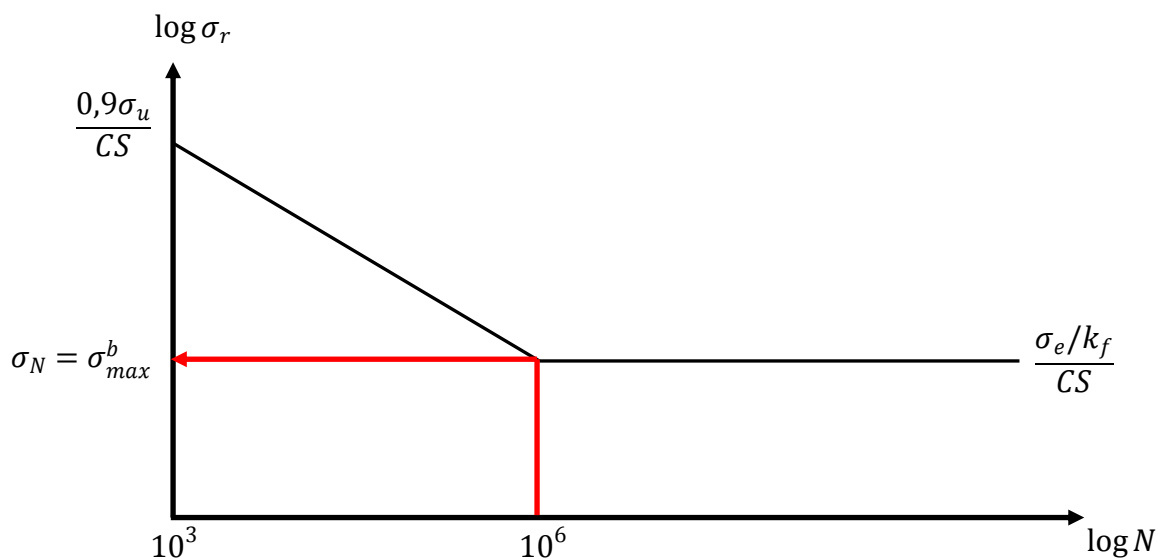
Puntu horretako tentsioa kalkulatu da, betiere, trakzioko tentsioa hartuz, izan ere, konpresioko tentsioa baino kritikoagoa baita, nahiz eta, balio bera izan.

2.puntuko tentsio biak jakinda, biak batuz, tentsio maximoa kalkulatu da:

$$\sigma_{max}^b = \sigma_1^{Fb} + \sigma_2^{Mb} \tag{2.17}$$

Tentsio maximoa zein den jakinda, tentsio honekin neke kalkulua eta zurruntasun kalkulua burutuko dira.

Neke kalkulua egiteko, 2.Dokumentua 2.8.2.1.Motelgailua apoiatzeko buloia atalean azalduko pausuak jarraituko dira. Neke tentsio muga ateratzeko eta baita koefizienteak kalkulatzeko. Baina, ziklo kopurua(N) ezaguna izanik, piezaren sekzioaren zabalera(e) kalkulatu da.



2.62.Irudia: Tentsio – ziklo grafiko logaritmikoa; iturria: Berezko egitea.

$$e = 19,88 \text{ mm}$$

Kalkulu hau egiteko baldintza, motelgailuak jasan dezakeen zentroarekiko desbideratzea 0,1 mm-takoa izatea da. Hau da, buloiak 0,1 mm-tako deformazio maximoa izan dezake.

Angelu eta deflexio hauek kalkulatzeko Mohr-en teoremak erabiliko dira. Alde batetik, angeluak kalkulatzeko, Mohr-en lehen teorema erabiliko da, eta bestetik, deflexioak kalkulatzeko, Mohr-en bigarren teorema.

Mohr-en lehenengo teorema:

$$\theta = \frac{A}{E \cdot I} \quad (2.18)$$

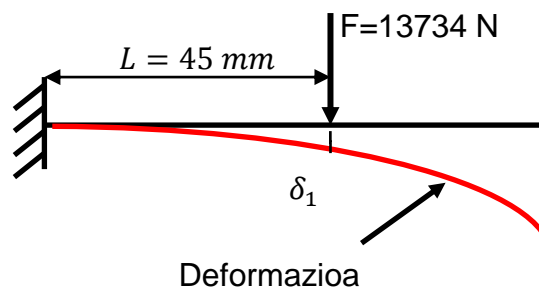
Mohr-en lehenengo teorema honek deformazioak sortzen duen angelua adierazten du.

Mohr-en bigarren teorema:

$$y = \frac{A \cdot x}{E \cdot I} \quad (2.19)$$

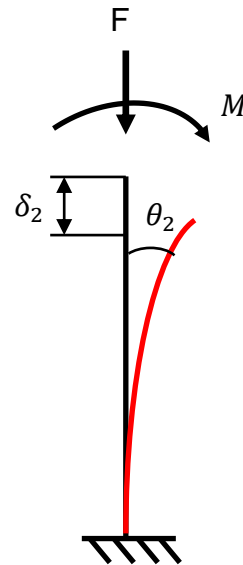
Mohr-en bigarren teoremak deformazioa zenbat deformatzen duen adierazten du. Hau da, habe edo pieza lerdin batean, pieza honen edozein puntu zenbat deflektatu den.

Beraz, lehenik, buloiaren deflexioa kalkulatu da, deflexio hau onargarriz hartuz eta *Buloia kokatzeko piezan* deformazio hau jasateko diseinatuko da.



2.63. Irudia: Buloiaren deformazioa; Iturria: Berezko egitea.

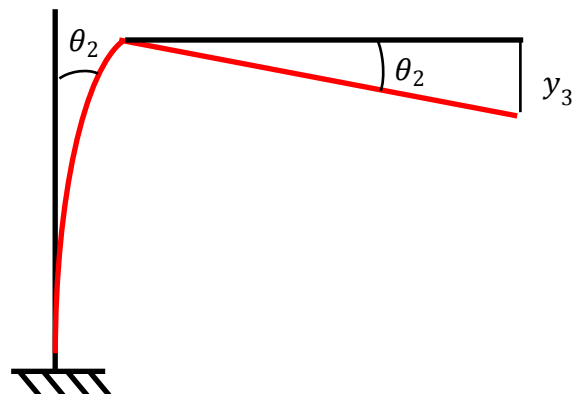
Ondoren buloia eutsita doan piezaren zurruntasun kalkulua egingo da. Buloiaren deformazioa ere kontutan harturik.



**2.64.Irudia:** Buloiaren kokatze piezaren deformazioa; **iturria:** Berezko egitea.

Pieza honen esfortzu diagramei dagokienez, batzuetan negatiboa eta beste batzuetan positiboak izango dira. Indarraren noranzkoaren arabera. Kasu honetan negatiboak dira, baina positiboak izanez gero, balio bera izango lukete deflexio, angelu eta deformazioek baina kontrako noranzkoa.

Buloia eusten duen pieza horrela deformatzen denean, deformazio hori izanik kausa, deformazio honen angeluaren proportzio berean desplazatuko da.



**2.65.Irudia:** Buloiak lortuko duen deformazio maximoa; **iturria:** Berezko egitea.

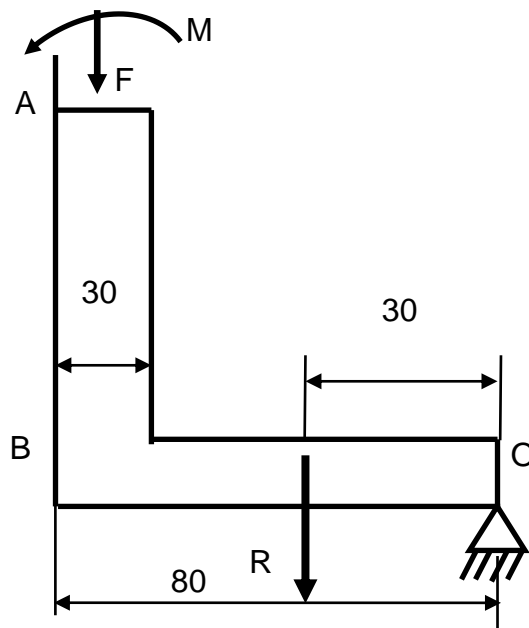
Pieza honen zati bertikalak trakzio-konpresio esfortzu bat izango duenez, trakzio-konpresiozko deformazio bat jasango du. Horretarako hurrengo formularekin kalkulatu delarik:

$$\delta_2 = \frac{F \cdot L}{E \cdot A} \quad (2.20)$$

Buloiak sortzen dituen deformazio eta angeluak buloia eusteko piezaren deformazioan eragina izango dute. Beraz angelu hauek kalkulatu dira eta angelu hauen ondorioz sortzen diren deformazioak. Kalkulu hauek 3.Dokumentua 3.2.2.2.Zurruntasun Kalkulua atalean kalkulatu dira. Angelu, deflexio eta deformazioen ondorioz kalkulatu den piezaren sekzioaren zabalera minimoa  $e=30 \text{ mm}$  da.

Neke kalkulak baino zabalera handiagoko sekzioa ematen duenez, azken emaitza  $30 \text{ mm}$  izango da.

L itxura duen buloia eusteko pieza hau, plaka metaliko batera loturik joango da. Lehenengo erabaki behar dena lotura mota izango da. Kasu honetan torloju bidezko lotura izango da. Orain zenbat torloju jarri behar diren aztertuko da. Gero eta torloju gehiago jarri, orduan eta sekzio txikiagoko torlojuak behar izango dira eta alderantziz. Kasu honetan, bi torloju erabiltzea erabaki da. Beraz, sortuko den indarra zati bi egingo da.



2.66.Irudia: Buloia kokatzeko piezako torlojuen erreakzioa, iturria: Berezko egitea.

R-k torlojuak puntu horretan jasango duen erreakzioa adierazten du. R-ren balioa kalkulatzeko O puntuan bermatuta egongo balitz bezala kalkulatu da eta puntu horren inguruan biratu ez dezan torlojuen sekzioaren azalera minimoa kalkulatu da.

Torloju mota aukeratzea ezinbestekoa izango da.

Clase	Rango de diámetros	Tensión de prueba	Tensión de fluencia	Tensión de rotura
4.6	M5-M36	225	240	400
4.8	M1.6-M16	310	340	420
5.8	M5-M24	380	420	520
8.8	M3-M36	600	660	830
9.8	M1.6-M16	650	720	900
10.9	M5-M36	830	940	1040
12.9	M1.6-M36	970	1100	1220

2.4.Taula: Torlojuen ezaugarriak; Iturria: DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

Torlojuak prekarga bat izaten dute, eta karga horren balio kontserbakor bat izateko, probako tentsioaren %70-a bezala hartzen da.

$$\sigma_{prek} = 0,7 \cdot \sigma_{proba} \quad (2.21)$$

Torlojuak jasango dituzten tentsioak, pieza jasango dituenaren izaera berdina izango dute. Tentsio alfernoak izango dira. Baina, torlojuen kasuan prekarga tentsio bat izanik, tentsio medio bat gehitzen zaio. Tentsio medio eta alferno bat izanik.

Indar medio eta alfernoaren balioak kalkulatzeko jarraian azaltzen diren formulak erabiliko dira:

$$F_m = \frac{F_{max} + F_{min}}{2} \quad (2.22)$$

$$F_r = \frac{F_{max} - F_{min}}{2} \quad (2.23)$$

Indar maximoa ( $F_{max}$ ), prekarga indarra eta torlojuaren erreakzioa batzen direnean emango da. Eta minimoa ( $F_{min}$ ), prekarga indarra soilik dagoenean. Bi egoera hauetatik indar alfernoaren eta medioaren balioak kalkulatu dira:

$$F_{max} = F_{prek} + R \cdot C$$

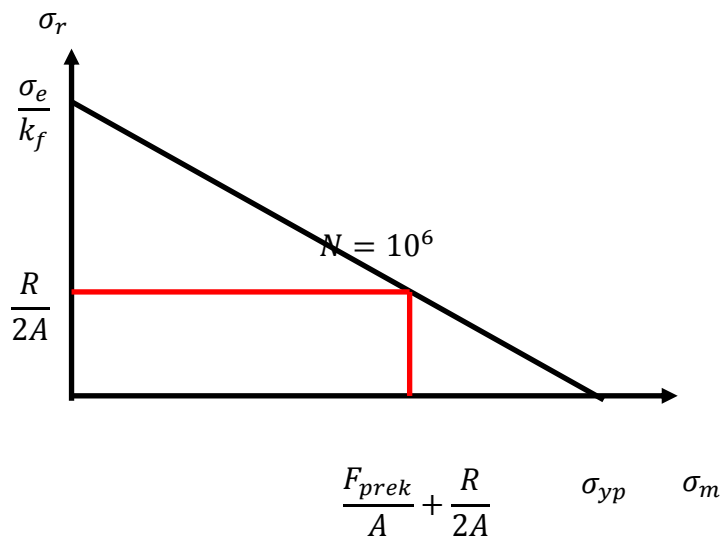
$$F_{min} = F_{prek}$$

Torlujuen kalkulua nekera egingo da, izan ere, torlojuak indar ziklikoak eragiten duen tentsio medio gehi alternoak jasaten dituzte. Torlojuak bizitza infinitua izan dezaten kalkulatu dira.

Tentsio medio eta alternoa jasaten dutenez, Soderberg lerroaren azpitik egoteko kalkulatu dira. Lerro horren azpitik egonda, torlojuaren sekzio minimoa kalkulatu da.

$$\sigma_m = \frac{F_{prek}}{A} + \frac{R}{2A}$$

$$\sigma_r = \frac{R}{2A}$$



**2.67.Irudia:** Tentsio medio eta alternoaren arteko lotura grafikoa; **iturria:** Berezko iturria

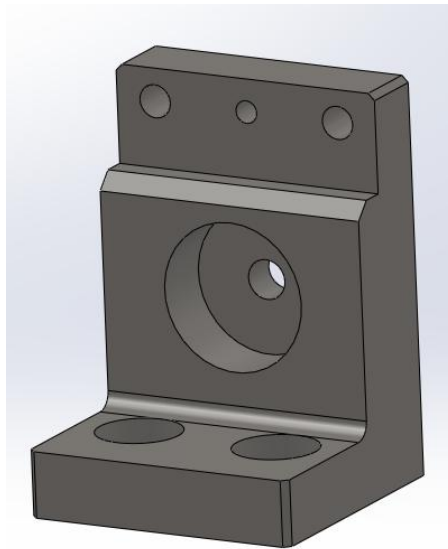
Emaitza finala  $\varnothing = 13,81$  mm-takoa izanik.

**ROSCAS METRICAS NORMAL M.A.**

Diámetro mm.	Paso mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA	
			Diámetro al fondo mm.	Area en mm. <sup>2</sup>	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.
6	1	5.350	4.59	16.57	6.11	4.70
7	1	6.350	5.59	24.57	7.11	5.70
8	1.25	7.188	6.24	30.69	8.14	6.38
9	1.25	8.188	7.24	41.18	9.14	7.38
10	1.5	9.026	7.89	48.88	10.16	8.05
12	1.75	10.863	9.54	71.44	12.19	9.73
14	2	12.701	11.19	98.26	14.22	11.40
16	2	14.701	13.19	137	16.22	13.40
18	2.5	16.376	14.48	165	18.27	14.75
20	2.5	18.376	16.48	213	20.27	16.75
22	2.5	20.376	18.48	268	22.27	18.75
24	3	22.051	19.78	307	24.32	20.10
27	3	25.051	22.78	407	27.32	23.10
30	3.5	27.727	25.07	494	30.38	25.45
33	3.5	30.727	28.07	619	33.38	28.45
36	4	33.402	30.37	724	36.43	30.80

2.5.Taula: Torlojuen dimentsioak;Iturria: MAQUÍNAS; A.L.Casillas

Emaiza honetara irizteko egin diren kalkulu guztiaz 3.Dokumentua 3.2.2.3.Torlojuen Kalkulua atalean aurki daitezke.

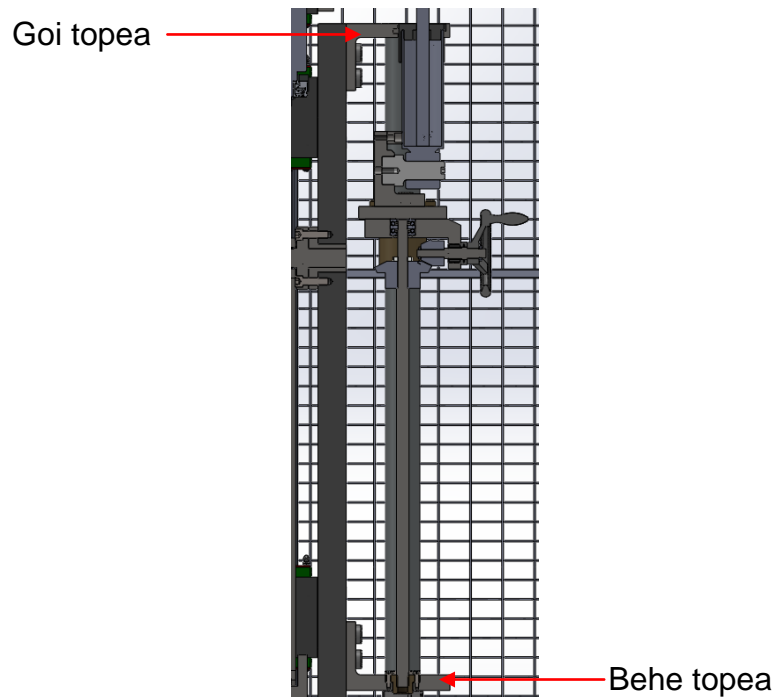


2.68.Irudia:Buloia kokatzeko pieza;Iturria:Berezko egitea



### • Zati higikorreko goi eta behe topeak

Bi tope hauek bi pieza oso antzekoak izango dira. Bi pieza hauen funtzioa gida funtzioa egiten duten bi zutabeen topeak izatea da. Zutabeen topeaz gain, aluminiozko plakara lotzeko funtzioa egiten dute.



2.69.Irudia: Goi eta behe topeak;Iturria: Berezko egitea

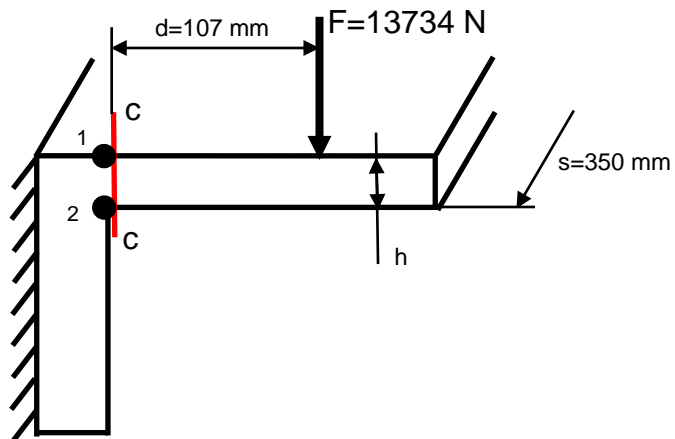
Goiko topeak utilajea kokatzeko sartune bat izango du, ondoren motelgailuak bertan kokatze egokia izan dezan.

Beheko topeak, aldiz, posizio torlojua gidatzeko gida kokatzeko mekanizazio bat egingo zaio. Torlojuak biratzen duenean gida honen eraginez, mugimendu bertikala izango du.

Bi tope hauek izkinetan zutabeentzat bi zulo izango dituzte eta lau zulo aluminiozko plakarekin torloju lotura emateko.

Pieza hauen fabrikazioa egiteko aukeratzen den materiala F-114 edo DIN CK-45 altzairua izango da. Pieza hauek jasaten dituzten esfortzuak aurreko piezak jasaten dituenaren berdinak izatean, neke kalkulu bat eta zurruntasuneko kalkulu bat egin behar dira. Tentsioen kalkuluak 3.Dokumentua 3.2.3.Zati higikorreko goi eta behe topeak atalean egingo dira.

Pieza honetan egingo diren kalkuluetan piezaren sekzio erresistentearen lodiera zenbatekoa izango den aterako da. Baina horretarako lehenik, zein indarrek eragiten duen eta indar horrek zein motatako tentsioa sortzen duen jakin behar da. Horrez gain, sekzio kritikoena zein den jakin behar da. Piezaren irudi hurbildu bat adieraziko da ondoren bertan eragina duten indarrak ere adieraziz.



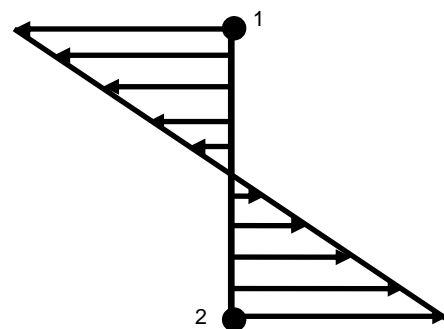
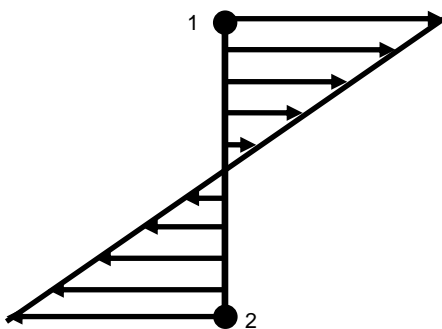
2.70.Irudia: Topeen aurre-dimentsionaketa; Iturria: Berezko egitea

Piezak horrelako itxura izanik, eta F indarra ikusirik, nahiz eta, bere noranzkoa balio berdinekoa eta kontrakoa izan daitekeen, **c-c** sekzioa dela kritikoena ikusten da. Izan ere, landatuta dagoela kontsideratzen da L-aren beste aldea, plaka bati torloju bidez muntatuta dagoelako.

**c-c** sekzio horretako tentsio egoera ondorengoa izango da:

1.egoera: indarrak beherantz eragiten duenean

2.egoera: indarrak gorantz eragiten duenean

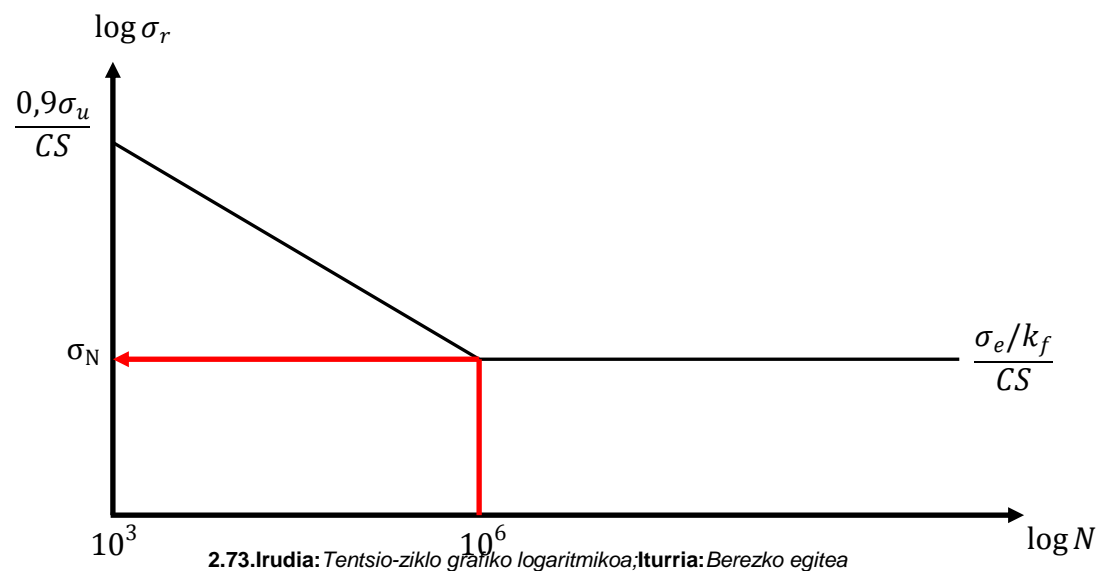


2.71.Irudia: Tentsio normalaren banaketa; Iturria: Berezko egitea 2.72.Irudia: Tentsio normalaren banaketa; Iturria: Berezko egitea

F-ren balioa berdina izanik, bi egoeretan 1 eta 2 puntuak izango duten tentsioa berdina izango da, baina noranzkoa aldatzen denez, egoera baten trakzio egoera izango du eta hurrengoan konpresiozkoa. Beraz, tentsio makurtzailea izango da, c-c sekzioan tentsiorik kaltegarriena.

$$\sigma_{c-c}^{M_c} = \frac{M_c \cdot y_{max}}{I} \quad (2.1)$$

2.Dokumentuan 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia atalean neke kalkuluaren zehaztasunak ematen direlarik eta atal berdineko Buloia kokatzeko pieza atalean zurruntasun kalkuluaren zehaztasunak ematen dira.



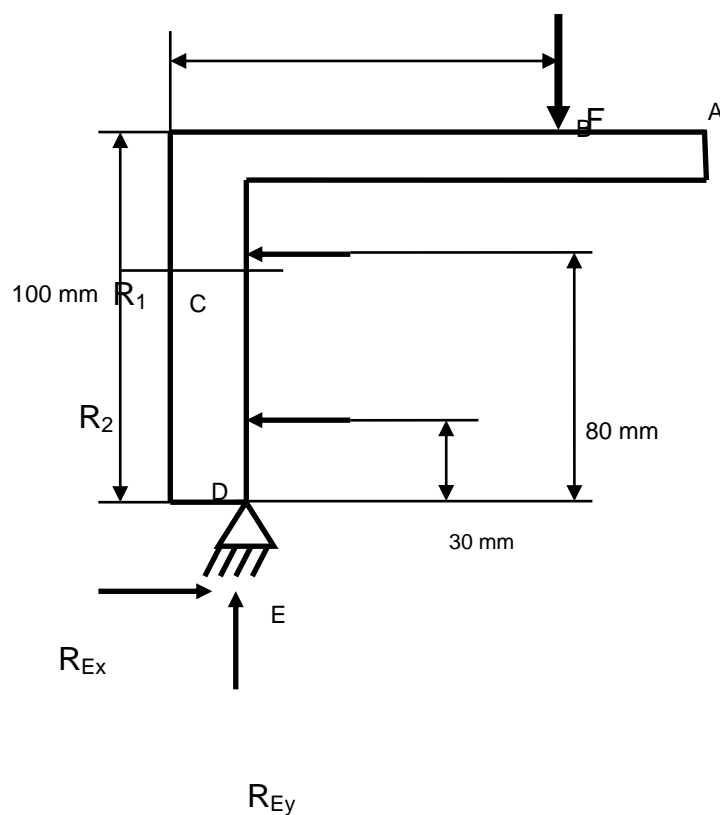
Neke kalkulu honen bidez sekzio kritikoaren lodiera kalkulatu da, pieza hauek bizitza infinitua izan dezaten.

Neke kalkuluarekin lortzen den emaitza  $h = 17,82 \text{ mm}$ -takoa da.

Zurruntasun kalkulua egiteko inposatzen den baldintza, aurreko piezan inposatzen den baldintzaren berdina da. Hau da, motelgailuak jasan dezakeen desbideratze maximoa 0,1 mm-takoa izanik. Desbideratze hau kontuan izanik 3.Dokumentua 3.2.3.2.Zurruntasun kalkulua atalean kalkuluak egingo dira. Kalkulu hauek egiteko 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloiaren kokapen pieza atalean emandako jarraibideak jarraituko dira.

Kalkuluak burutu ostean lortzen den sekzioaren lodiera, zurruntasunaren arabera,  $h = 20,92 \text{ mm}$ -takoa izango da. Neke kalkuluarekin lortzen den baino sekzio handiago izanik, azken emaitza,  $h = 20,92 \text{ mm}$  izango da.

Torloju lotura kalkulatzeko ere *2.Dokumentuan 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia kokatzeko pieza* atalean azalduta agertzen dira jarraitu beharreko azalpenak.



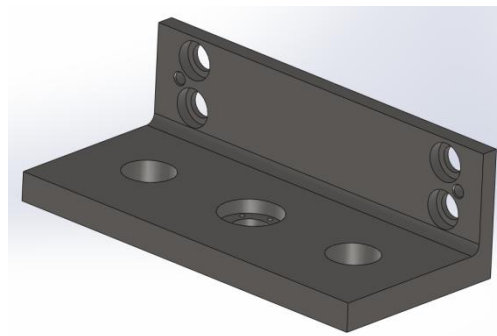
2.74.Irudia: Topeetako torlojuen erreakzioak;iturria:Berezko egitea

Pieza horrelakoa izanda,  $R_1$  eta  $R_2$  torlojuet jasango duten erreakzioak izango dira.  $R_1$  eta  $R_2$  desberdinak izango dira. Kasu honetan indarra beherantz aplikaturik egonda,  $R_1$  erreakzioa  $R_2$  erreakzioa baino handiagoa izango da, eta indarra gorantz aplikaturik dagoenean, alderantziz. Izan ere, biraketa puntuaren (E) arteko distantzia desberdina da.

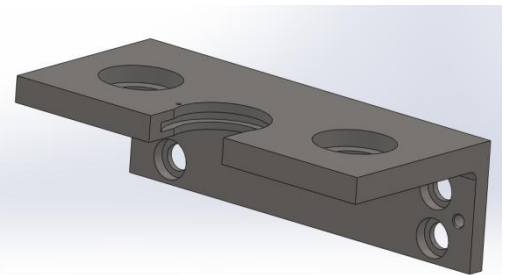
2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia kokatzeko pieza atalean torlojuen kalkulurako azalpenak jarraituz eta 3.Dokumentua 3.2.3.3.Torlojuen kalkulua atalean eginiko kalkuluekin torlojuen metrika ondorengoa izango da.

	F beherantz	F gorantz
Ø1	<u>M20</u>	M12
Ø2	M12	<u>M18</u>

2.6.Taula: Torlojuen azken diametroak;Iturria:Berezko egitea



2.75.Irudia:Behe topea;Iturria:Berezko egitea



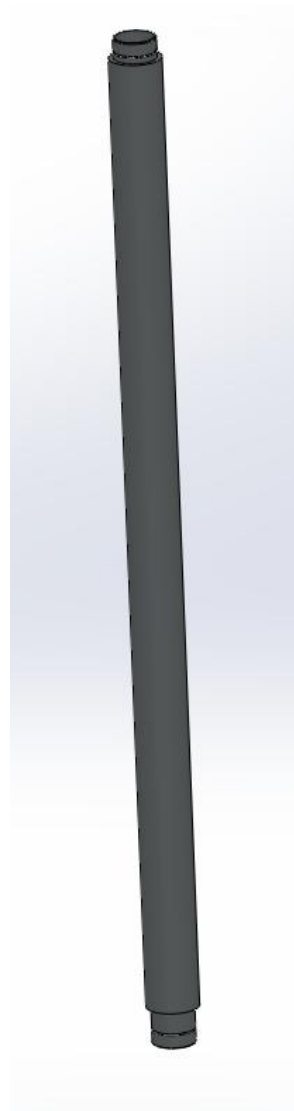
2.76.Irudia:Goi topea;Iturria:Berezko egitea

### • Gida zutabeak

Gida zutabe hauek ST-52.2 altzairuzkoa da. Zutabe hauek zilindrikoak dira, barrutik hutsak direnak. Zutabe hauen luzera mm-takoa izango da eta bere kanpo diametroa eta lodiera 55mm eta 7,5 mm-takoak izango dira hurrenez hurren.

Zutabe hauen kanpoko gainazal akabera kromatua izango da, zorroek bere gain labain dezaten. Zutabe hauek komertzialak izango dira baina muturretan mekanizazio bat egingo zaie goi eta behe topeetan sar daitezen.

Gida hauen kalkuluak ez dira burutuko, izan ere, gida lana bakarrik egingo dute. Motelgailuaren esfortzuak behe posizio torlojuak jasango duelarik.



2.77.Irudia: Zutabea, Iturria: Berezko egitea

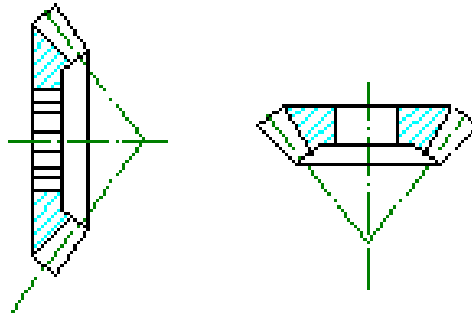
### • Hertz zuzeneko engranaje konikoak

Hauek, sarrera pinoia eta koroaren materiala C-43 altzairua izango da, hertz zuzeneko engranaje konikoak izango dira. Beraien modulua 3. *Dokumentuko 3.2.4. atalean* kalkulatu izan da, bere balioa 3 mm-koa izanik.

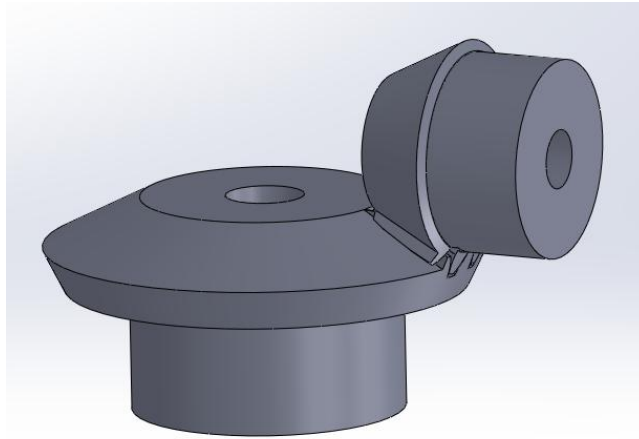
Planetarioak eta sateliteak tren epizikloidala sortuko dute. Planetarioak torlojuan muntatuta daude eta sateliteak, aldiz, ardatz mugikorretan muntatuta daude.

Planetarioek 32 hertz izango dituzte eta sateliteek 16 hertz.

- Sateliteak →  $Z_1 = 16$  hertz
- Planetarioak →  $Z_2 = 32$  hertz



2.78.Irudia: Engranaje konikoen posizionatzea; Iturria: [www.ferrotecnicos.es](http://www.ferrotecnicos.es)

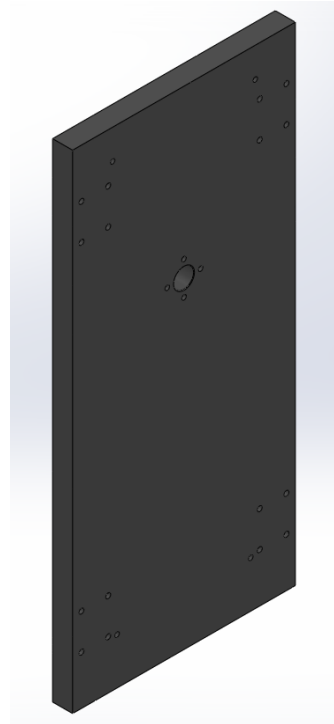


2.79.Irudia: Engranaje konikoen multzoa; Iturria: Berezko egitea

### • Aluminiozko euskarri plaka

Aluminiozko euskarri plaka honek multzo higikorreko pieza guztiak eusten ditu. Plaka honetan bai goi eta behe topeak lotzen dira. Mugimendu bertikala eman dadin, plaka honetara lau gida lineal lotuko dira. Plaka honen erdialdean, bielaren goiko ardatzaren zorroa kokatuko da. Zulo honen bitartez, multzo higikorrak mugimendu lineal bertikal bat izan dezake.

Plaka honetarako erabiltzen den materiala, 6061 AlMgSiCu aluminioa izango da.



2.80.Irudia: Multzo higikorreko euskarri plaka; Iturria: Berezko egitea

#### • Kokapenerako behe eta goi torlojuak

Behe kokapen torloju honen bitartez, motelgailua utilajearen aurka estutzea lortuko da. Eta goi posizio torlojuaren bitartez, serbomotorraren biraketa abiadura multzo estatikoaren mugimendu linealean bihurtuko du. Torloju honen hari mota hari trapeziala izango da. Izan ere, pausu handiagoa izango du metrika hariak baino.

Torloju hauek komertzialak izango dira eta DIN 103 araua beteko dute. F-111 edo DIN CK-15 altzairuzkoak izango dira. Nahiz eta komertzialak izan, torloju hauek mekanizazio prozesu bat izango dute, errodamenduak bertan sartu daitezten.

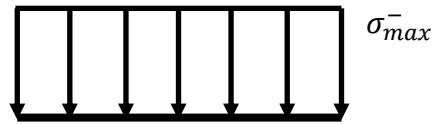
Torloju hauek motelgailuak eragindako indarrak jasaten dituzte. Torloju hauen kalkulua, bai nekera eta baita gilbordurara egingo da. Gilbordurako kalkulu hau CTE-k adierazten duenaren arabera egingo da.

Neke kalkulua 2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia atalean azaldutako neke kalkuluko jarraibideak jarraituko dira.

Torloju honek jasaten duen tentsioa konpresiozko edo trakziozko tentsioa izanik, torlojuaren edozein sekziok izango duen tentsio egoera ondorengoa izango da:

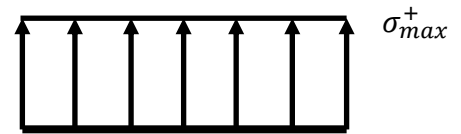


Indarra beherantz aplikaturik dagoenena



**2.81.Irudia:** Tentsio normalaren banaketa; **Iturria:** Berezko egitea

Indarra gorantz aplikaturik dagoenena



**2.82.Irudia:** Tentsio normalaren banaketa; **Iturria:** Berezko egitea

Bi egoera hauetan tentsioaren balioa berdina izango da, eta izaera ziklikoa izango duenez, batzuetan kontrako noranzkoan emango da. Beraz, bata edo bestea hartu emaitzean ez da ezer aldatuko, baina, neke portaera hobea duela konpresiozko egoera batek trakziozko batek baino. Beraz, trakziozko tentsio egoerarekin burutuko dira neke kalkuluak.

Tentsioa ondorengo izanik:

$$\sigma_r^+ = \frac{F}{A_T} \quad (2.15)$$

Tentsio hau izanik, neke kalkuluarekin lortuko den emaitza ziklo infinituak izan ditzan  $\varnothing = 16,53 \text{ mm}$  -tako diametro dun posizio torlojua behar da. Eta  $\varnothing = 56,39 \text{ mm}$  -tako diametro dun goi posizio torlojua.

Diámetro mm.	Paso mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA	
			Diámetro al fondo mm.	Area en mm. <sup>2</sup>	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.
6	1	5.350	4.59	16.57	6.11	4.70
7	1	6.350	5.59	24.57	7.11	5.70
8	1.25	7.188	6.24	30.69	8.14	6.38
9	1.25	8.188	7.24	41.18	9.14	7.38
10	1.5	9.026	7.89	48.88	10.16	8.05
12	1.75	10.863	9.54	71.44	12.19	9.73
14	2	12.701	11.19	98.26	14.22	11.40
16	2	14.701	13.19	137	16.22	13.40
18	2.5	16.376	14.48	165	18.27	14.75
20	2.5	18.376	16.48	213	20.27	16.75
22	2.5	20.376	18.48	268	22.27	18.75
24	3	22.051	19.78	307	24.32	20.10
27	3	25.051	22.78	407	27.32	23.10

Diámetro mm.	Paso mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA	
			Diámetro al fondo mm.	Area en mm. <sup>2</sup>	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.
6	1	5.350	4.59	16.57	6.11	4.70
7	1	6.350	5.59	24.57	7.11	5.70
8	1.25	7.188	6.24	30.69	8.14	6.38
9	1.25	8.188	7.24	41.18	9.14	7.38
10	1.5	9.026	7.89	48.88	10.16	8.05
12	1.75	10.863	9.54	71.44	12.19	9.73
14	2	12.701	11.19	98.26	14.22	11.40
16	2	14.701	13.19	137	16.22	13.40
18	2.5	16.376	14.48	165	18.27	14.75
20	2.5	18.376	16.48	213	20.27	16.75
22	2.5	20.376	18.48	268	22.27	18.75
24	3	22.051	19.78	307	24.32	20.10
27	3	25.051	22.78	407	27.32	23.10
30	3.5	27.727	25.07	494	30.38	25.45
33	3.5	30.727	28.07	619	33.38	28.45
36	4	33.402	30.37	724	36.43	30.80
39	4	36.402	33.37	875	39.43	33.80
42	4.5	39.077	35.67	999	42.49	36.15
45	4.5	42.077	38.67	1174	45.49	39.15
48	5	44.752	40.96	1318	48.54	41.50
52	5	48.752	44.96	1588	52.54	45.50
56	5.5	52.428	48.26	1829	56.60	48.86
60	5.5	56.428	52.26	2145	60.60	52.86
64	6	60.103	55.38	2424	64.65	56.21

2.7.Taula: Hari trapezialen dimentsioak;  
Iturria: MAQUÍNAS; A.L.Casillas

2.8.Taula: Hari trapezialen dimentsioak;  
Iturria: MAQUÍNAS;A.L.Casillas

Diametro horri dagokion diametro normalizatua Tr20 eta Tr60 hari trapezialena izango da.

Gilboradura kalkulua egiteko neke kalkuluko diametroarekin gilbordura jasaten duen konprobatuko da.

Kalkulu hau egiteko indarrak konpresiopean jokatzen duenekoa izango da.

Kalkulatu beharreko lehena, gilbordura luzera da, luzera hau kalkulatzeko konpresiopean dagoen piezaren muturrek zein motatako giltzadura duten aztertu behar da. Kasu honetan, bi muturrak landatuta daudela ikusten da.

Tabla 6.1 Longitud de pandeo de barras canónicas

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud $L_k$	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

2.10.Taula: Gilbordura luzera; Iturria: CTE

CTE-ko taula honetatik gilbordura luzera, kasu honetan luzera errearen erdia izango dela adierazten du.

$$L_k = 0,5 \cdot L$$

Torlojuak konpresio eta trakzio indarrak jasaten dituzenez, CTE-SE-A dokumentuko 34.orrialdeko 6.3.2.1 puntuan azaltzen diren argibideei jarraituz egingo da kalkulu hau.

**6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante**

- 1 Se denomina esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$ , a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \tag{6.18}$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

siendo

E módulo de elasticidad;

I momento de inercia del área de la sección para flexión en el plano considerado;

$L_k$  longitud de pandeo de la pieza, equivalente a la distancia entre puntos de inflexión de la deformación de pandeo que la tenga mayor. Para los casos canónicos se define en la tabla 6.1 en función de la longitud de la pieza. Para condiciones diferentes para la carga axial o la sección se define en apartados posteriores.

**2.83.Irudia:** Barren esfortzu axial eta lerdentasuna; **Iturria:** CTE

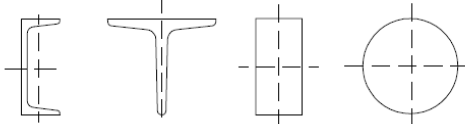
Argibide hauek izanik,  $N_{cr}$  izango da.

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

Lerdentasun murriztua

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} < 2$$

Lerdentasuna jakinda, sekzioaren itxura dela eta gilbordura koefizientea kalkulatzeko da hurrengo pausua.

Tipo de sección	Tipo de acero		S235 a S355		S450	
	Eje de pandeo <sup>(1)</sup>		y	z	y	z
Perfiles simples U, T, chapa, redondo macizo						
			c	c	c	c

**2.84.Irudia:** Sekzioaren araberako aukeraketa; **Iturria:** CTE

Torlojuaren diametro medioa harturik, esan daiteke perfil bete bat dela. Gilbordura ardatzari dagokionez ez dio axola zein ardatz hartu, izan ere, bi ardatzetako inertzia berdina izango baita.

Perfilari dagokion hizkia jakinik, eta lerdentasuna ezaguna izanik, gilbordura koefizienteen taulara joko da.

**Tabla 6.3 Valores del coeficiente de pandeo ( $\chi$ )**

Esbeltez reducida	Curva de pandeo				
	$a_0$	a	b	c	d
<b>Coeficiente (<math>\alpha</math>) de imperfección</b>	<b>0,13</b>	<b>0,21</b>	<b>0,34</b>	<b>0,49</b>	<b>0,76</b>
$\leq 0,20$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>0,30</b>	0,99	0,98	0,96	0,95	0,92
<b>0,40</b>	0,97	0,95	0,93	0,90	0,85
<b>0,50</b>	0,95	0,92	0,88	0,84	0,78
<b>0,60</b>	0,93	0,89	0,84	0,79	0,71
<b>0,70</b>	0,90	0,85	0,78	0,72	0,64
<b>0,80</b>	0,85	0,80	0,72	0,66	0,58
<b>0,90</b>	0,80	0,73	0,66	0,60	0,52
<b>1,00</b>	0,73	0,67	0,60	0,54	0,47
<b>1,10</b>	0,65	0,60	0,54	0,48	0,42
<b>1,20</b>	0,57	0,53	0,48	0,43	0,38
<b>1,30</b>	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34
<b>1,40</b>	0,45	0,42	0,38	0,35	0,31
<b>1,50</b>	0,40	0,37	0,34	0,31	0,28
<b>1,60</b>	0,35	0,32	0,31	0,28	0,25
<b>1,80</b>	0,28	0,27	0,25	0,23	0,21
<b>2,00</b> <sup>(1)</sup>	0,23	0,22	0,21	0,20	0,18
<b>2,20</b> <sup>(1)</sup>	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15
<b>2,40</b> <sup>(1)</sup>	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13
<b>2,70</b> <sup>(2)</sup>	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
<b>3,00</b> <sup>(2)</sup>	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09

<sup>(1)</sup> esbeltez intolerable en los elementos principales  
<sup>(2)</sup> esbeltez intolerable incluso en elementos de arriostamiento

**2.11.Taula:** Lerdentasunaren arabera gilbordura koefizienteen taula; Iturria: CTE

Lerdentasunaren balioa taula honetan agertzen ez denez, kalkulaturako lerdentasun balioari dagokiona interpolazio linealaren bidez kalkulatu da.

Gilbordura koefiziente zehatza izan ondoren, CTE-k dioenaren arabera, sekzio honekin eta ezaugarri hauek dituen pieza batek gilbordura fenomenoaren jasan dezan aplikatu dakioken indar minimoa kalkulatu da.

Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz  $A_{eff}$  en secciones de clase 4,

$f_{yd}$  resistencia de cálculo del acero, tomando  $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$  con  $\gamma_{M1} = 1,05$  de acuerdo a 2.3.3

$\chi$  coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

**2.85.Irudia:** *Gilbordura emateko behar den indar minimoa;Iturria:CTE*

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$N_{b,Rd} = 47836,25$  N behe posizio torlojuan eta  $N_{b,Rd} = 637500,28$  N goi posizio torlojuan.

Gilbordura fenomenoa emateko beharrezkoa izango den indarra( $N_{b,Rd}$ ) pieza honetan aplikaturikoa(F) baino askoz handiagoa da. Beraz,  $N_{b,Rd} > F$  izanik, pieza honek gilbordura erraz jasango du eta ez da fenomeno hau agertuko.

Behe torlojuaren diametroa Tr 20 x 4 izango da eta 750 mm-tako luzera izango du. Goi torlojuaren diametroa, aldiz, Tr 60 x 6 izango da eta bere luzera 745 mm-takoa izango da.

Balio hauek kalkulatzeko, bi kalkulu egingo dira, *3.Dokumentuan 3.2.6.1. atalean* eta *3.Dokumentuan 3.2.6.2.. atalean* neke kalkulua eta gilbordura kalkulua egingo dira, bertan zenbaki guztiak agertzen direlarik.



2.86.Irudia: Behe posizio torlojua; Iturria: Berezko egitea



2.87.Irudia: Goi posizio torlojua; Iturria: Berezko egitea

### • Errodamendu axiala kokatzeko plaka

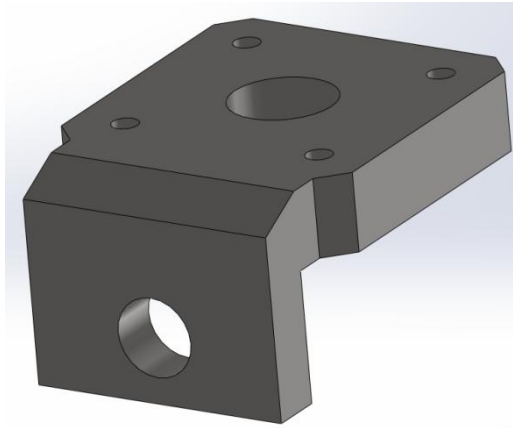
Pieza hau egiteko erabilitako materiala F-114 edo DIN CK-45 altzairua izango da. Pieza honentzat kalkulatu den bakarra, erregulazio plakara lotzeko beharrezkoak diren torlojuak izango dira 3. Dokumentuan 3.2.8. atalean.

Plaka honen dimentsioak ezartzeko batetik errodamendu axialaren dimentsioak kontuan hartu behar dira, eta bestalde, behe posizio torlojuan kokatuko diren engranaje konikoen eraginez bolantearen ardatza geratuko den posizioa kontuan hartuz.

Pieza honen lodiera kalkulatzeko errodamendu axialaren dimentsioari dagokiona kontuan hartuz, tentsioak jasateko nahikoa izango da. Bestetik, bolantea kokatzen den guneak ez duenez tentsiorik jasaten, lodiera honen balioa ere bolante ardatzean kokatzen den errodamenduaren dimentsioak emango dute.

Plaka hau lau torlojuren bidez lotuko da. Plaka honen dimentsioak ez dira kalkulatu, izan ere, plaka nahiko handia izanik, tentsioa oso txikia izango da eta plaka honen lodiera diseinu baldintzengatik definituko da.

Torloju hauen kalkulua egiteko 2.8.1.2. *Multzo higikorreko osagaiak; Buloiaren kokapen pieza* atalean azaldutako prozedura jarraituko da. Torlojuen ezaugarriak ere berdinak izango dira. 3.Dokumentua 3.2.7.*Errodamendu axiala kokatzeko plaka* atalean.



**2.88.Irudia:** *Errodamendu axiala kokatzeko plaka; iturria: Berezko iturria*

### • Gida linealak

Gida linealak mugimendu lineala bermatzen duten elementuak dira. Elementu hauek elementu komertzialak izanik, katalogoan ematen dituzten jarraibideak jarraituz, aplikazio bakoitzerako egokienak diren gida linealak aukeratuko dira.

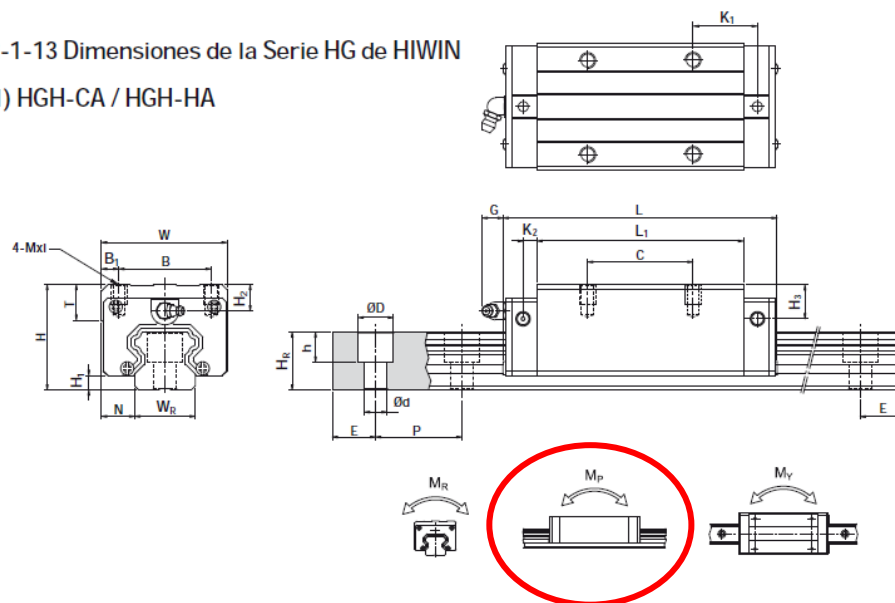
Gida linealak elementu komertzialak dira, baina, nahiz eta, komertzialak izan, katalogotik aukeratzeko ere, fabrikanteak beraien gidentzako kalkuluak eskaintzen dituzte beraien katalogoetan.

Aplikazio honetarako aukeratuko diren gida linealak Hiwin markako gida linealak dira. Aplikazio bakoitzerako zein gida lineal den egokia aukeratzeko, karga estatikoa, dinamikoa eta momentu estatikoaren ahalmena zein den begiratu beharra dago.

Hiru baldintza horiek betetzen diren jakiteko, karga horien balio erreala kalkulatu da.

Aukeratuko diren gida lineala Hiwin gida izango da aurretik aipatu bezala eta HG seriea izango da aplikazio honetarako aukeratua.

2-1-13 Dimensiones de la Serie HG de HIWIN  
(1) HGH-CA / HGH-HA



2.89. Irudia: Gida linealen dimentsioak; iturria: [www.hiwin.com](http://www.hiwin.com)

Aplikazio honetan gida linealak jasango dituen esfortzuak  $M_p$  momentua izango da. Momentu hau kalkulatu dagoenean, giden katalogotik momentu hau jasateko gai den gida bat aukeratuko da.

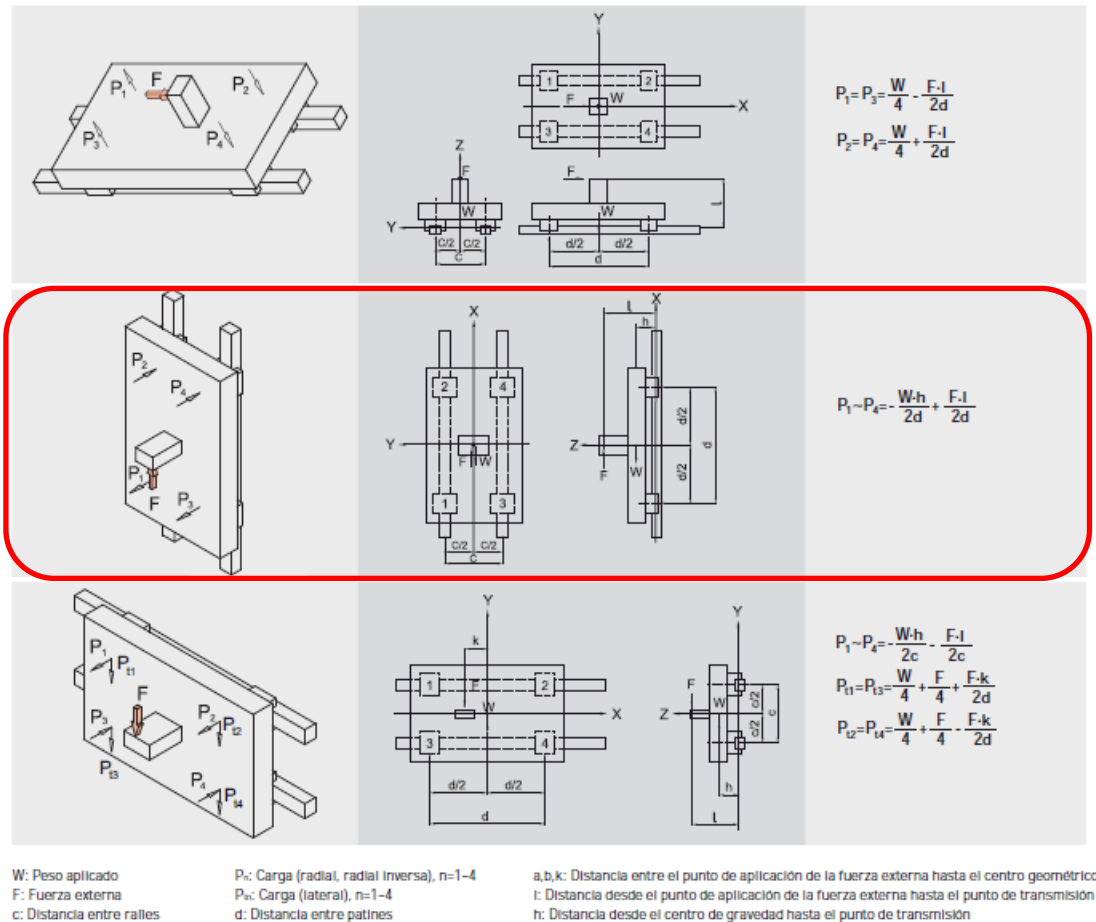


Modelo N°.	Dimensiones (mm)				Dimensiones del Patin (mm)										Dimensiones del Rail (mm)						Tornillo de Montaje (mm)	Capacidad de Carga Dinámica C <sub>D</sub> (kN)	Capacidad de Carga Estática C <sub>E</sub> (kN)	Maximo Momento Estático			Peso				
	H	H <sub>1</sub>	N	W	B	B <sub>1</sub>	C	L <sub>1</sub>	L	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	G	Mx1	T	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	W <sub>R</sub>	H <sub>R</sub>	D	n				d	P	E	M <sub>ix</sub>	M <sub>oy</sub>	M <sub>yz</sub>	Patín	Rail
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				mm	mm	mm	mm	kN-m	kN-m	kN-m	kg
HGH 15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	11.38	16.97	0.12	0.10	0.10	0.18	1.45
HGH 20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12.25	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	17.75	27.76	0.27	0.20	0.20	0.30	2.21
HGH 20HA							50	65.2	92.2	12.6															21.18	35.90	0.35	0.35	0.39		
HGH 25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	84	16.8	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	26.48	36.49	0.42	0.33	0.33	0.51	3.21
HGH 25HA							50	78.6	104.6	19.6															32.75	49.44	0.56	0.57	0.69		
HGH 30CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	20.25	6	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	38.74	52.19	0.66	0.53	0.53	0.88	4.47
HGH 30HA							60	93	120.4	21.75															47.27	69.16	0.88	0.92	1.16		
HGH 35CA	55	7.5	18	70	50	10	50	80	112.4	20.6	7	12	M8x12	10.2	16	19.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	49.52	69.16	1.16	0.81	0.81	1.45	6.30
HGH 35HA							72	105.8	138.2	22.5															60.21	91.63	1.54	1.40	1.92		
HGH 45CA	70	9.5	20.5	86	60	13	60	97	139.4	23	10	12.9	M10x17	16	18.5	30.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	77.57	102.71	1.98	1.55	1.55	2.73	10.41
HGH 45HA							80	128.8	171.2	28.9															94.54	136.46	2.63	2.68	3.61		
HGH 55CA	80	13	23.5	100	75	12.5	75	117.7	166.7	27.35	11	12.9	M12x18	17.5	22	29	53	44	23	20	16	120	30	M14x45	114.44	148.33	3.69	2.64	2.64	4.17	15.08
HGH 55HA							95	155.8	204.8	36.4															139.35	196.20	4.88	4.57	5.49		
HGH 65CA	90	15	31.5	126	76	25	70	144.2	200.2	43.1	14	12.9	M16x20	25	15	63	53	26	22	18	150	35	M16x50	163.63	215.33	6.65	4.27	4.27	7.00	21.18	
HGH 65HA							120	203.6	259.6	47.8														208.36	303.13	9.38	7.38	9.82			

2.90.Irudia: Gida lineal bakoitzaren dimentsio eta ahalmenak; Iturria: www.hiwin.com

Beharrezkoa den gida aukeratu ostean katalogotik, gidek jasango duten esfortzuaren aplikazioan izango duten indar baliokidea aukeratzeko, katalogoak emandako aplikazio aukeretatik gurea aukeratu da.

Modelo	Disposición de la Carga	Carga en un patin
		$P_1 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_2 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_3 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$
		$P_1 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_2 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} + \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_3 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} + \frac{F \cdot b}{2d}$ $P_4 = \frac{W}{4} + \frac{F}{4} - \frac{F \cdot a}{2c} - \frac{F \cdot b}{2d}$



2.91.Irudia: Gida linealen posizioaren araberako esfortzuen kalkuluak; iturria: www.hiwin.com

Katalogoak eskaintzen dituen erabaki guztietatik gure egoera aurreko taulan aukeratu dena izango da. Beraz, egoera horri dagokion kalkuluak egingo dira bizitza erabilgarria kalkulatzeko.

$$P_1 \sim P_4 = \frac{W \cdot h}{2d} + \frac{F \cdot l}{2d} \quad (2.35)$$

Prekarga sartu dakioke gidei baina prekarga altu batek zurruntasuna handitzeaz gain bizitza erabilgarria murriztuko luke. Beraz, normalean Z<sub>0</sub> prekarga sartzen da.

**1-4-3 Cálculo de la Vida Nominal**

La carga efectiva puede afectar a la vida nominal de las gutas lineales. Basándonos en la carga dinámica seleccionada y la carga efectiva, la vida nominal puede ser calculada utilizando la ecuación 1.2.

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 50\text{km} \dots\dots\dots \text{Ec.1.2}$$

- L : vida nominal
- C : valor de carga dinámica
- P : carga efectiva

Los factores ambientales deben ser tomados en consideración, la vida nominal está influenciada en gran medida por las condiciones del funcionamiento, la dureza de los caminos de rodadura y la temperatura de las gutas lineales. La relación entre estos factores esta expresada en la ecuación 1.3.

$$L = \left(\frac{f_h \cdot f_t \cdot C}{f_w \cdot P_c}\right)^3 \cdot 50\text{km} \dots\dots\dots \text{Ec.1.3}$$

- L : vida nominal
- f<sub>h</sub> : factor de dureza
- C : valor de carga dinámica
- f<sub>t</sub> : factor de temperatura
- P<sub>c</sub> : carga efectiva
- f<sub>w</sub> : factor de carga

**1-4-5 Cálculo de la Vida de Servicio (L<sub>h</sub>)**

Transformación de la vida nominal en vida de servicio en horas utilizando velocidad y número de ciclos.

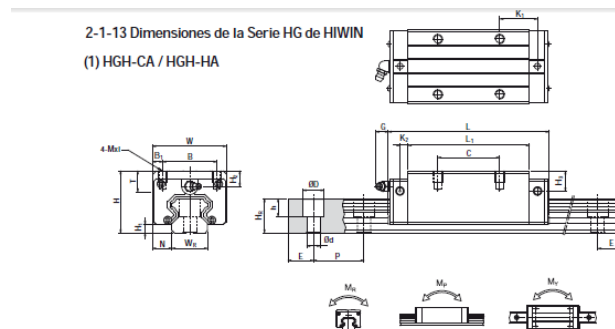
$$L_h = \frac{L \cdot 10^3}{V_e \cdot 60} = \frac{\left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 50 \cdot 10^3}{V_e \cdot 60} \text{ hr} \dots\dots\dots \text{Ec.1.4}$$

- L<sub>h</sub> : vida de servicio (hr)
- L : vida nominal (km)
- V<sub>e</sub> : velocidad (m/min)
- C/P : factor de carga

**2.92.Irudia:**Gida linealen bizitza kalkulatzeko formulak;**Iturria:**www.hiwin.com

L<sub>h</sub> = 222,49 h-tako bizitza erabilgarria izango dute. Emaiza egokia da, izan ere, makina ez da momentu guztian martxa egongo eta gainera ibiltartea 50 mm-tako izango da, bizitza nominala handiegia da gidek duten ibiltarteari dagokionez. Kalkulu hauek guztiak 3.Dokumentua 3.2.8.Multzo higikorreko gida linealak atalean kalkulatu dira.

Multzo higikorreko gida linealak HIWIN markako HGH-45HA gidak izango dira.



**2.93.Irudia:**Gida linealen dimentsioak;**Iturria:**www.hiwin.com

- Karga estatikoa:136 kN
- Karga dinamikoa:94,54 kN
- Momentu estatikoa:2,68 kN·m

Multzo estatikorako egingo den kalkulu prozedura berdina izango da. Izan ere, aplikazio bera izango dute.

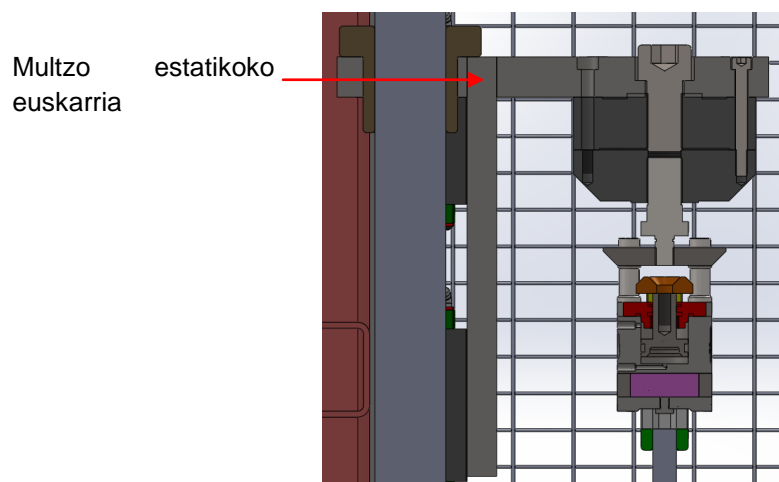
$L_h = 147,868 h$  -tako bizitza erabilgarria izango dute. Eraitza egokia da, izan ere, makina ez da momentu guztian martxa egongo eta gaineragida hauek zilindro hidraulikoa bere posizioan kokatzeko soilik erabiliko dira. Bizitza nominala handiegia da gidek duten ibiltarteari dagokionez. Kalkulu hauek guztiak 3.Dokumentua 3.2.10.Multzo estatikoko gida linealak atalean kalkulatu dira.

Multzo estatikoko gida linealak HIWIN markako HGH-45HA gidak izango dira.

### 2.8.2.2.- Multzo estatikoko osagaiak

#### • Multzo estatikoko euskarria

Pieza hau hiru piezaz osatuta dago. Pieza osoa lortzeko, hiru pieza hauek soldatuz lortzen da. Pieza osoak T itxura izango du, T horren hegal bakoitzak funtzio bat betetzen du.



2.94.Irudia: Multzo estatikoa eta zilindro hidraulikoa, iturria: Berezko egitea

Hegal horietako batean, goi posizio torlojua gidatzeko gida kokatuko da. Horrela, serbomotoreak birak ematen dituenean, multzo estatikoko euskarria bere posizioan kokatuko da. Zilindro hidraulikoari bere posizioa emanaz.

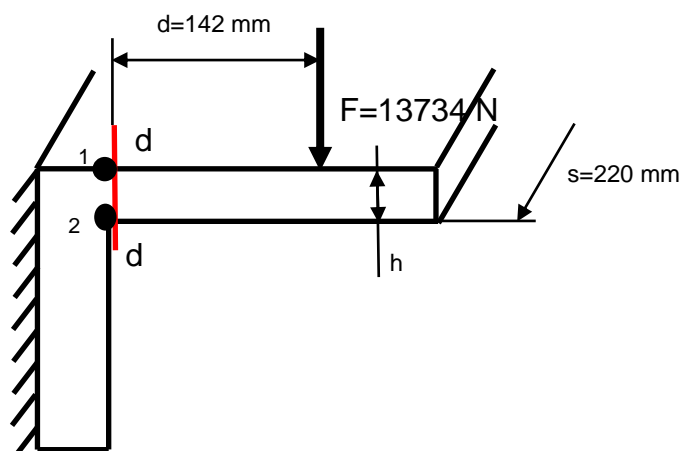
Beste hegalean, zilindro oleohidraulikoa eta karga zelula esekita joango dira. Hegal hori izango da motelgailuaren esfortzuak jasango dituen piezaren hegala.

Pieza hauek fabrikatzeko erabiliko den materiala F-114 edo DIN CK-45 altzairua izango da. Material hau aukeratu da, izan ere, propietate egokiak ditu soldatua izan dadin.

Pieza honetan egingo diren kalkuluetan piezaren sekzio erresistentearen lodiera zenbatekoa izango den kalkulatu da. Baina horretarako, lehenik, zein indarrek eragiten duen eta indar horrek zein motatako tentsioa sortzen duen aztertu behar da. Horrez gain, sekzio kritikoena zein den jakin behar da.

Euskarri honen sekzio kritikoa kalkulatzeko karga zelularen eta giden arteko distantziaren arabera bi dimentsio ezagunak izango dira eta hirugarrena kalkulatzeko, motelgailuak eragiten dituen esfortzuen izaeraren ondorioz nekera kalkulatu da eta ondoren zurruntasun kalkulu bat egingo da, deformazioa handiegia izan ez dadin. Kalkulu hauen azalpena *2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia atalean* eta *2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia kokatzeko pieza atalean* azalduta daude hurrenez hurren. Eta kalkulu hauek *3.Dokumentua 3.2.10. atalean* ikus daitezke, baita pieza hauen arteko soldadura kalkulua ere, *3.Dokumentua 3.2.10.3. atalean*.

Neke kalkulua egiteko sekzio kritikoaren tentsioak kalkulatu dira.



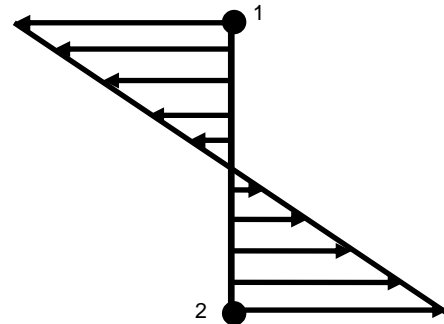
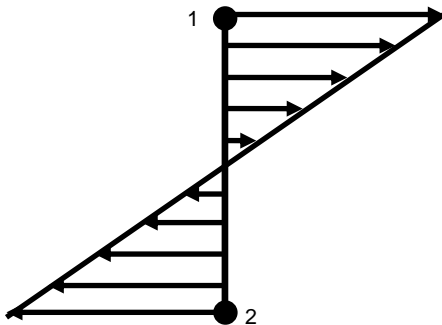
**2.95.Irudia:** Multzo estatikoaren euskarriaren aurre-dimentsionamendua; **Iturria:** Berezko egitea

Piezak horrelako itxura izanik, eta F indarra ikusirik, nahiz eta, bere noranzkoa balio berdinekoa baina kontrakoa izan daitekeen, d-d sekzioa dela kritikoena ikusten da. Izan ere, landatuta dagoela kontsideratzen da, izan ere, aurretik esan bezala, bi piezek osatutako pieza hau lortzeko, bi piezen arteko lotura soldadura motakoa izango da. Soldadura d-d sekzioan eginik.

d-d sekzio horretako tentsio egoera ondorengoak izango da:

1.egoera: indarrak beherantz eragiten duenean

2.egoera: indarrak gorantz eragiten duenean



2.96.Irudia: Tentsio normalaren banaketa; Iturria: Berezko egitea

normalaren banaketa;

2.97.Irudia: Tentsio normalaren banaketa; Iturria: Berezko egitea

F-ren balioa berdina izanik, bi egoeretan 1 eta 2 puntuak izango duten tentsioa berdina izango da, baina noranzkoa aldatzen denez, egoera baten trakzio egoera izango du eta hurrengoan konpresiozkoa. Beraz, tentsio makurtzailea izango da **d-d** sekzioan tentsiorik kaltegarriena.

$$\sigma_{d-d}^{M_d} = \frac{M_d \cdot y_{max}}{I} \tag{2.1}$$

Lehenik neke kalkulu bat egingo da, izan ere, aplikatutako indarraren izaera ziklikoa baita. Eta ondoren, zurruntasun kalkulu bat burutuko da deflekzioa onargarria den edo ez konprobatzeko.

Neke kalkuluarekin ziklo infinituak bete ditzan, lortuko den sekzioaren lodiera  $h = 25,89$  mm-takoa izango da.

Zurruntasun kalkulua egingo da jarraian. Zurruntasun kalkulua egiteko inposatzen den baldintza, kalkulu honetarako inposatzen den baldintza berdina da. Hau da, motelgailuak jasan dezakeen desbideratze maximoa 0,1 mm-takoa izan behar dela.

Desbideratze hau kontuan izanik kalkuluak gauzatuko dira *3.Dokumentua 3.2.9.2.Zurruntasun kalkulua* atalean.

Zurruntasun kalkuluarekin lortutako sekzioaren lodiera  $h = 32,411 \text{ mm}$ -takoa izango da. Neke kalkuluarekin lortutakoa baino handiagoa izanik zurruntasun kalkuluarekin lortutakoa pieza honentzat behin betikoa izango da.

Bi pieza hauek elkarrekin lotzeko eta pieza bat lortzeko, soldadura bidezko lotura erabiliko da. Soldadura egoki bat egiteko, soldadura honen kordoa zenbatekoa den kalkulatu behar da. Ondoren, kordoi hau kalkulatu da.

### **Soldadura bidezko lotura**

Soldadura bidezko lotura egitea erabaki da, izan ere, abantaila batzuk ditu, eta abantaila dituen eran desabantailak ere baditu.

- Abantailak:
  - Pisuan aurrezte.
  - Diseinu erraza.
  - Muntaketa erraztasuna.
  - Ekonomikoa era bizkorra.
  - Konpontzeko erreza.
  
- Desabantailak:
  - Fabrikazio prozesua kontrol zehatza eraman behar da.
  - Langile kualifikatuak izatea ezinbestekoa.
  - Ez dira desmuntagarriak.
  - Soldadura egite hutsak tentsioak sortzen ditu piezan bertan eta pieza honen bizitza murriztu dezakete.

Abantaila eta desabantailak konparatuz erabakia har dezakegu lotura mota hau soldadura bidezkoa edo beste motakoa izan. Pieza hau, pieza nahiko handia izango denez, loturetan murriztu daitekeen pisua gero eta handiagoa izan, hobe. Bestalde, pieza desmuntagarria izatea ez da beharrezkoa. Ondorioz, konparaketetik hartutako erabakia soldadura bidezko lotura egitea da.

Karga aplikatuetatik, lotuko diren materialen ezaugarrietatik eta gehituko den materialetik eta kalkulurako egokienak diren arauak erabiliz, diseinatzailea lotura erabat definitzeko gai izan behar da.

Aurretik aipatutako ezaugarrien (metalen ezaugarri mekanikoak, aplikatutako kargen izaera eta soldadura korapilo motak) azalpen labu bat emango da.

#### ❖ **Loturarako erabiliko diren metalen ezaugarri mekanikoak.**

Atal honetan soldadura bidezko loturen analisi eta diseinurako erabiliko diren materialen ezaugarri mekanikoak aztertuko dira. Altzairuaren ezaugarriak aztertuko dira.

Ezaugarri hauen barnean ezaugarri erresistenteak eta zurruntasun ezaugarriak bereiztuko dira.

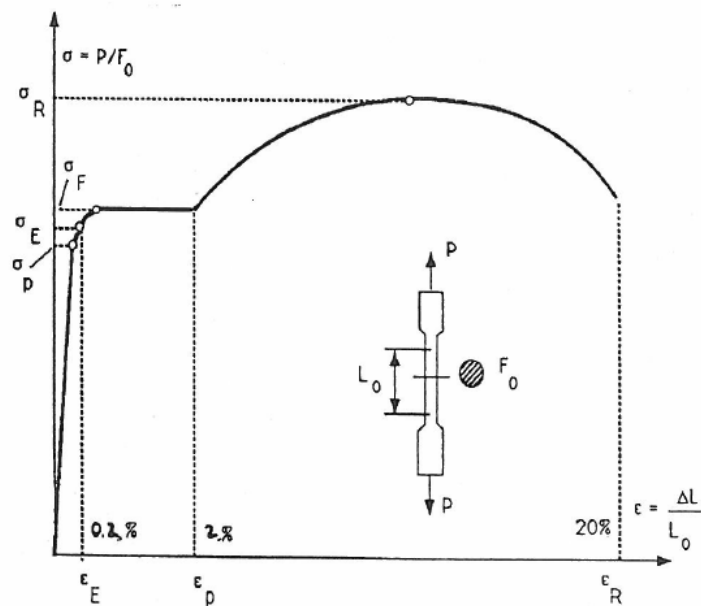
##### ○ Erresistentzia ezaugarriak:

- ✓ Trakzio erresistentzia: Materialak jasaten duen karga maximoaren eta probetaren hasierako sekzioaren arteko erlazio bezala izendatzen da.
- ✓ Elastikotasun muga: Deformaziorik agertu gabe aplikatu daitekeen karga maximoaren eta probetaren hasierako sekzioaren arteko erlazio bezala izendatzen da.
- ✓ Proporzionaltasun muga: Deformazio proporzionalak agertzea eragiten duen tentsioaren eta probetaren hasierako sekzioaren arteko erlazio bezala izendatzen da.



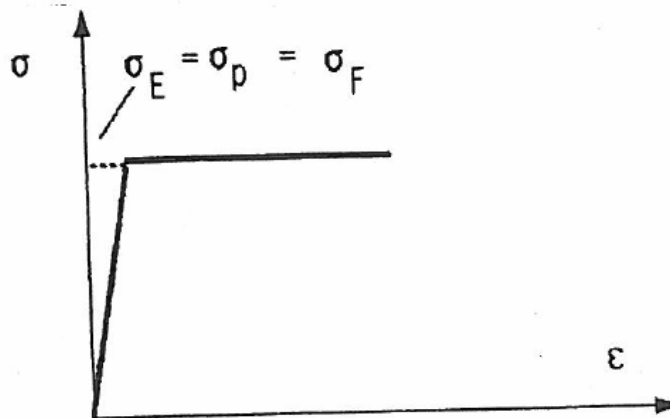
- ✓ Isurpen muga: Deformazioagatik sortzen den gogortasuna eman baino lehen aplikatu daitekeen karga maximoaren eta probetaren hasierako sekzioaren arteko erlazioa da.
- ✓ Apurtze deformazioa: Trakzioko karga baten pean aurkitzen den probeta bat apurtzea eman arte ematen den luzaketa eta hasierako luzeraren arteko erlazioa da. Soldadura arauak ezaugarri hau kontuan hartzen dute oinarri-altzairua diseinatzeko.

Ondoren, trakzio saiakuntza baten grafikoa adieraziko da bertan periodo bakoitzeko ezaugarri esanguratsuenak adieraziko direlarik.



2.98. Irudia: Trakzio saiakuntza baten grafikoa; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Normalean grafiko erreala erabili beharrean sinplifikatu bat erabiltzen da.



2.99. Irudia: Trakzio saiakuntzaren sinplifikazioa; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Diseinu arauk balio hauek tipifikatzen dituzte:

- Elastikotasun muga.
- Haustura karga.
- Haustura luzapena.

Arauek ezartzen dituzten balioak materialaren lodieraren arabekoak dira.

Hurrengo taulan aurretik aipatutako altzairuen ezaugarriak adierazten dira.

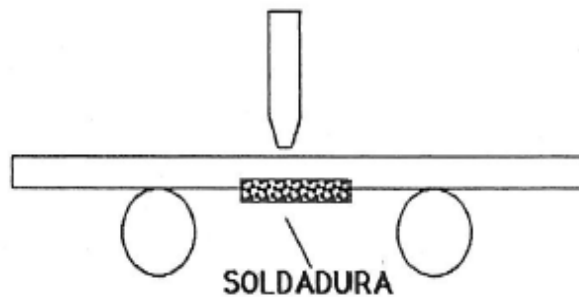
Características mecánicas de los aceros

Clase de acero	Resistencia a tracción $\sigma_R$		Límite de fluencia $\sigma_F$ (1)				Alargamiento de rotura $\delta$ (2)			Plegado (4) satisfactorio en espesor $a$ , con abertura de	Resiliencia $\rho$	
	Espesor $\leq 63$ mm mín. máx. kg/mm <sup>2</sup>	Espesor $> 63$ mm mín. kg/mm <sup>2</sup>	Espesor hasta 16 mm mín. kg/mm <sup>2</sup>	Espesor $> 16$ mm $\leq 40$ mm mín. kg/mm <sup>2</sup>	Espesor $> 40$ mm $\leq 63$ mm mín. kg/mm <sup>2</sup>	Espesor $> 63$ mm mín. kg/mm <sup>2</sup>	Espesor $< 40$ mm mín. %	Espesor $> 40$ mm $\leq 63$ mm mín. %	Espesor $> 63$ mm mín. %		Valor m/n. kgm	Temperatura de ensayo
A34b A34c	34 a 42	34	20	19	18	(3)	28	27	(3)	0,5 a	—	—
A37a A37b A37c A37d	37 a 45	37	24	23	22	(3)	26	25	(3)	1 a	—	—
A42a A42b A42c A42d	42 a 50	42	26	25	24	(3)	23	22	(3)	2 a	2,8	+20°
A52d	52 a 62	52	36	35	34	(3)	22	21	(3)	2,5 a	2,8	-20°

(1) En chapa los valores mínimos serán 2 kg/mm<sup>2</sup> menos que los de la tabla, excepto en la clase A52d.  
 (2) En chapa los valores mínimos serán 2 unidades menos que los de la tabla.  
 (3) A convenir entre consumidor y fabricante.  
 (4) En chapa la abertura para el plegado se aumenta en 0,5 a.

**2.12.Taula:** *Altzairuaren ezaugarriak*; **Iturria:** *Centro español de soldadura y tecnologías de unión*

- ✓ Harikortasuna: Materialak deformazioa xurgatzeko duen ahalmena. 20 mm baino lodiera handiagoko piezetan materialaren harikortasuna konprobatu behar da. Tolestatze entsegu baten bidez konprobatzen da ezaugarri hau. Pieza tolestu egiten da soldadura kordoa trakzioan geratzeko eta 90° tolestu ondoren, kordoi eta piezan pitzadurarik agertzen ez bada material egokia da.

**2.100.Irudia:** *Soldadura adibeidea*; **Iturria:** *Centro español de soldadura y tecnologías de unión*

- ✓ Haustura hauskorraren aurrean duen izaera: Haustura hauskorra dela esan daiteke deformazio esanguratsurik gabe gertatzen denean ematen dena dela. Izaera hau izatea laguntzen duten faktore batzuk daude, adibidez, temperatura baxuak, piezaren lodiera, hotzean ematen diren deformazioak, tentsio residualak edo tentsio egoera triaxialak.

AL-KO Record S.A. bere soldadura diseinuak egiteko orduan erabiltzen duten soldadura araua MV-103 araua da. Arau honek altzairuaren 4 kalitate mota ezberdintzen ditu.

- ✓ Altzairuaren aukeraketa:

Altzairuaren izendapena: A nn a.

Kalitatea: a,b,c eta d.

nn: Trakziopeko erresistentzia(kg/mm<sup>2</sup>)

Kalitate motak:

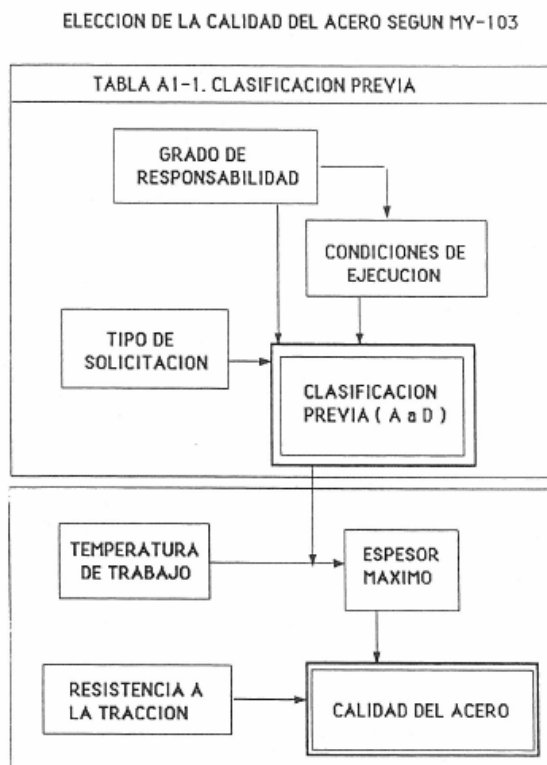
- a: Errematxatutako loturekin erabiltzeko altzairua.
- b: Errematxatutako eta soldatutako loturekin erabiltzeko altzairua.
- c: Soldadura bidezko loturak eskakizun garrantzitsuak bete behar dituzenean erabiltzeko altzairua.
- d: Soldadura bidezko loturak eskakizun bereziak bete behar dituzenean erabili behar den altzairua.

Kalitatearen aukeraketa estrukturaren erantzukizunaren eta haustura hauskorren araberakoa da.

MV-103 arauaren arabera altzairuaren kalitatearen aukeraketa hurrengoa da:

### 1-Aldez aurretiko sailkapenaren lortzea.

### 2-Altzairuaren kalitatea lortzea.



2.101.Irudia:Altzairuaren aukeraketa;Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

ASPECTOS PREVIOS RELACIONADOS CON EL DISEÑO DE UNIONES SOLDADAS

**TABLA A1-1**  
**CLASIFICACION PREVIA DE UN ELEMENTO ESTRUCTURAL**

Grado de responsabilidad del elemento estructural	Condiciones de forma y ejecución del elemento estructural	Clasificación previa del elemento	
		I	II
Primer grado Elemento cuyo fallo produciría sólo daños leves y fácilmente reparables.	Normal	D	E
	Difícil	C	D
Segundo grado Elemento cuyo fallo produciría sólo daños locales o una disminución local de la utilidad de la estructura.	Normal	C	D
	Difícil	B	C
Tercer grado Elemento cuyo fallo comprometería la existencia o la utilidad de la estructura total, o de parte importante de ella.	Normal	B	C
	Difícil	A	B

La clasificación I corresponde a la que debe considerarse en general.  
La clasificación II se utilizará únicamente cuando las solicitaciones sean predominantemente de carácter estático y el elemento considerado esté débilmente solicitado.

2.13. Taula: Elementu estrukturalen sailkapena; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

**TABLA A1-2**  
**ELECCION DE LA CALIDAD EN ACERO A42 PARA ELEMENTOS SOLDADOS SOLICITADOS A TRACCION**

Línea	Clasificación previa del elemento (Tabla A1-1) a temperatura:		Espesor máximo, en mm, de los productos siendo la clase de acero:		
	≥ -10° C	≥ -30° C	A42b	A42c	A42d
1	—	A	16	25	50
2	—	B	20	30	50
3	A	C	25	35	50
4	B	D	30	40	50
5	C, D, E	E	35	40	50

Para elementos y zonas comprimidas se considerarán los espesores máximos de la línea 5.

2.14. Taula: Altzairuaren kalitate aukeraketa; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

**TABLA A1-3**  
**ELECCION DE LA CALIDAD EN ACERO A52 PARA ELEMENTOS SOLDADOS**

Clasificación previa del elemento (Tabla A1-1) a temperatura:		Espesor máximo, en mm, de los productos siendo la clase de acero:		
≥ -10° C	≥ -30° C	A52b	A52c	A52d
—	A	6	25	50
—	B	10	30	50
A	C	12	35	50
B	D	16	40	50
C, D, E	E	20	40	50

2.15. Taula: Altzairuaren kalitate aukeraketa; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

**Neke limitea  $\sigma_E$ :**

Material bat indar zikliko baten pean jartzen bada, baliteke hutsegitea karga hori estatikoa izanik baino lehenago ematea.

**Hausturari zailtasuna  $K_{IC}$ :**



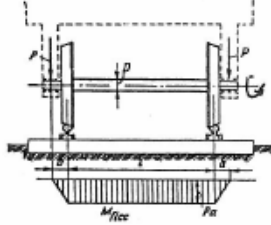
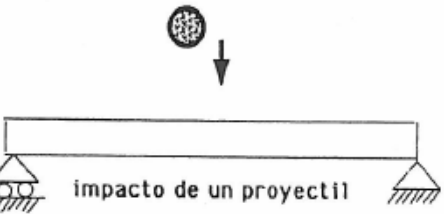
Karga baten pean aurkitzen den material batean pitzadura bat aurkitzen bada, ezaugarri mekanikoak ez dira berdinak izango, beraz, ezin izango da hutsegitea aurreikusi.

- Zurruntasun ezaugarriak:

- ✓ Elastikotasun modulua(E): Norabide bateko tentsioaren eta norabide horretan sortzen den deformazioaren arteko erlazioa da. Altzairuentzako  $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ .
- ✓ Poisson koefizientea ( $\nu$ ): luzetarako tentsio baten eta tentsio horrek sortzen duen zeharkako deformazioaren arteko erlazioa da. Altzairuarentzat konstante mantentzen den balio bat da, 0,3.

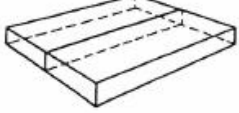
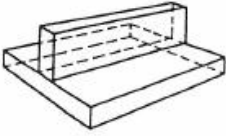
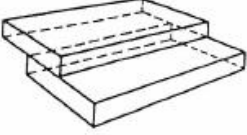
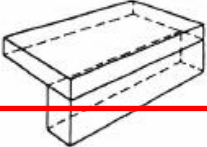
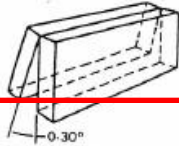
- Kargen izaera:

- ✓ Karga estatikoak: Denboran zehar konstanteak direnak.
- ✓ Karga aldakorak: Denboran zehar aldakorak direnak.
- ✓ Karga ziklikoak: Denboran zehar aldakorak baina errepikakorak direnak.
- ✓ Talka kargak: Bat-batean ematen diren kargak.

EJEMPLOS DE CARGAS	
FORMA DE APLICACION	EJEMPLO
ESTATICA o CUASI-ESTATICA	 CARGA PERMANENTE
VARIABLE	 ELEMENTOS EN MOVIMIENTO
CICLICA	 MOVIMIENTOS ROTATIVOS
IMPACTO	 impacto de un proyectil

2.102.Irudia:Karga adibideak;Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

- Soldadura korapiloen tipologia:
  - ✓ Lotura itxuraren arabera:
    - Topo soldadura
    - Soldadura angeluan
    - Soldadura bereziak
  - ✓ Soldadura posizioaren araberakoa prozesua egiten ari denean:

CLASIFICACION DE LOS NUDOS SOLDADOS	
DENOMINACION	ESQUEMA
UNION EN PROLONGACION TIPO 1	
UNION EN T TIPO 2	
UNION A SOLAPE TIPO 3	
UNION EN L TIPO 4	
UNION EN BORDE TIPO 5	

2.103.Irudia: Soldadura korapiloen sailkapena, Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Aplikazio honetan erabiliko den lotura 4. motakoa izango da, L loturakoa.

Aplikazio honetan erabiliko dena soldadura angeluan erabiliko da.



❖ **Soldadura angeluan**

Mota honetako soldadurek ez dute inolako aurre prestaketarik behar. Kasu horrelako bi ondorengo kasu biak dira.



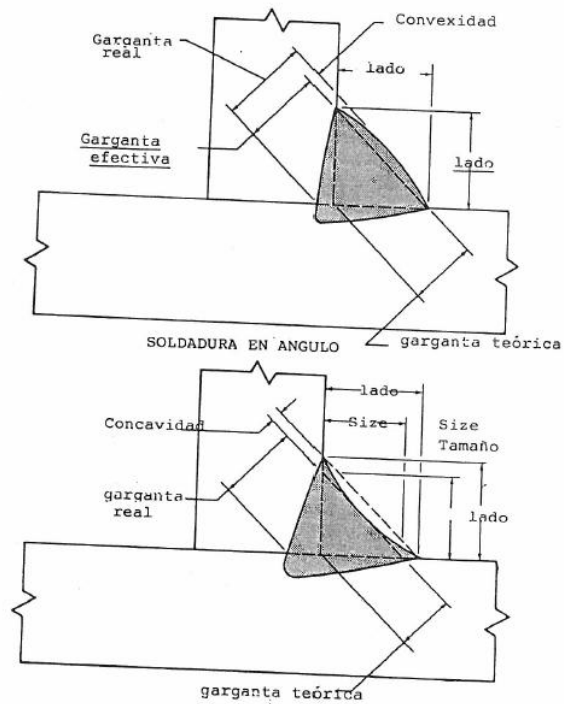
2.104.Irudia: Soldadura adibideak; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Soldadura kordoen posizio eta karga aplikatuaren arteko posizio erlatiboaren arabera sailkapena egiten da.

CLASIFICACION DE LAS SOLDADURAS EN ANGULO	
DENOMINACION	ESQUEMA
SOLDADURAS FRONTALES	
SOLDADURAS LONGITUDINALES	
SOLDADURAS OBLICUAS	

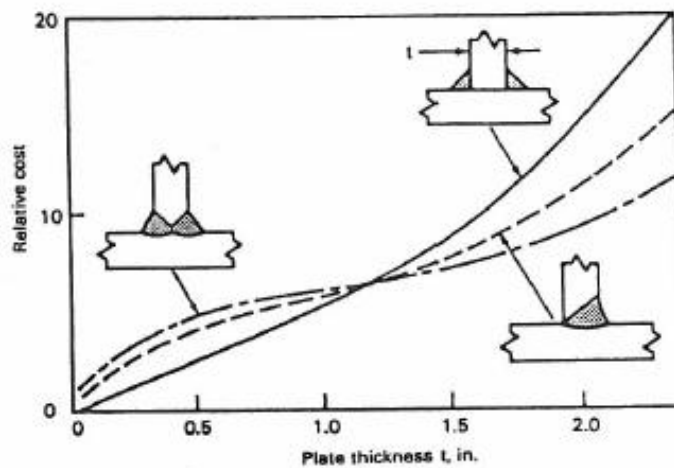
2.105.Irudia: Angelu soldadura sailkapena; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Soldadura bat definitzen duten dimentsioak ondorengoak dira:



2.106. Irudia: Soldadura kordioaren sekzioaren dimentsioak; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Diseinatzailea izango da soldadura angeluan edo aurre prestaketa egindako tope soldadura egitea. Bata edo bestea egitearen arrazoi garrantzitsuena ekonomikoa da.

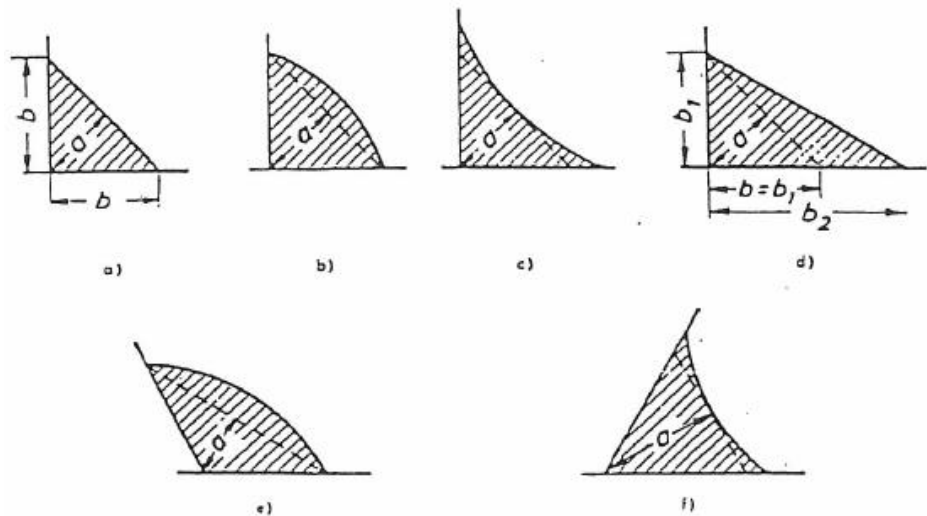


2.107. Irudia: Soldadura motaren araberako kostu ekonomikoa; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

❖ **Soldadura kordoiaren dimentsionaketa**

Soldadura kordoa triangelu isoszele baten itxura du, non, alde berdinak lotu beharreko piezen aurka aurkitzen diren. Soldaduraren dimentsio esanguratsuak hauek dira:

- Lepoa(a): Alde berdinetatik neurtutako triangeluaren altuera da.
- Luzera eraginkorra(L): Kordoiaren luzera totala hartzen da, hasierako eta amaierako kordoiaren kraterak izan ezik.

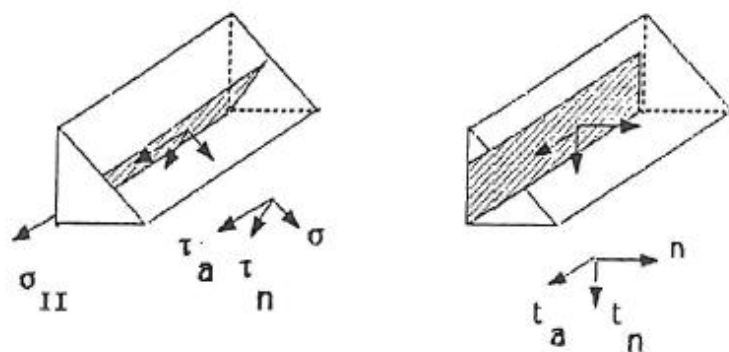


2.108.Irudia: Soldadura kordoi motak; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Sekzio interesgarriena kordoiaren lepoa da (a·L).

Hutsegitea ezaugarritzen duten magnitudea. Hutsegite unean kordoiaren lepoko tentsio egoeraren

banaketa konstantea dela kontsideratzen da.



$$\sigma = (n + t_n) / \sqrt{2} \quad \tau_n = (t_n - n) / \sqrt{2} \quad \tau_a = t_a$$

2.109.Irudia: Soldadura kordoioko tentsioak; Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

$\sigma_{II}$  tentsioak ez du hutsegitea eragiten eta ez da kontsideratzen, tentsio residualak dira.

Erosotasunarengatik  $n$ ,  $t_n$ , eta  $t_a$  definitzen dira.

Tentsio hauek ezaguturik lepoko tentsioak definitzen dira.

○ Neke irizpideak

✓ Irizpide orokorra(DIN 4100 arauan izan ezik):

$$\beta \cdot \sqrt{\sigma^2 + \lambda(\tau_n^2 + \tau_a^2)} \leq \sigma_u$$

➤ MV-103

$$\beta = 1 \text{ eta } \beta = 1,8$$

non  $\sigma_u$  oinarri materialaren limite estatikoa hartzen den.

➤ Eurokodigoa

$$\beta = F \text{ (altzairu motaren arabera)}$$

$\beta = 0.7$	si	$\sigma_E < 240 \text{ N/mm}^2$
$\beta = 0.8$	si	$240 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_E < 280 \text{ N/mm}^2$
$\beta = 0.85$	si	$280 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_E < 340 \text{ N/mm}^2$
$\beta = 1.0$	si	$\sigma_E > 340 \text{ N/mm}^2$

$$\lambda = 3$$

Azken tentsio moduan limite elastikoa hartzen da.

➤ DIN 4100 araua

$$\sqrt{n^2 + (t_n^2 + t_a^2)} \leq 0,7 \cdot \sigma_u$$

AL-KO Record enpresak bere soldadurak diseinatzeko erabiltzen duen araua MV-103 araua da. UNE-14035 arauaren 6. anexotik hartutako araua delarik hain zuzen. Arau horrekin diseinatuko da soldadura pieza honetan.

Arau honen ezaugarri orokor bezala ondorengo ezaugarriak aipatuko dira:

- Altzairu leunetarako soilik aplikagarria.
- Dimentsio eta gauzatze aginduak MV-104 arauan batzen dira.
- Kalkulurako erabiliko diren tentsioek batz besteko balioa izango dute eta soldadura lepoaren planoan emango dira.
- Soldadura lepoa balio limiteen artean bermaturik egongo da.
- Trakzio pean dauden kordoiak dituzten piezetako kordoiaren luzera mugatuko da.
- Neke irizpidea.

$$\sigma_{CO} = \sqrt{\sigma^2 + \lambda(\tau_n^2 + \tau_a^2)} \leq \sigma_e$$

Soldadura lepoaren balio minimo eta maximo batzuk bete behar dira soldadura angeluan denean, UNE-14035 arauak behartzen duen bezala. Lepoen balio hauek mugatzen eta biltzen dituen araua UNE-14-401-79 araua da.

Lepoaren balio maximoa  $a \leq 0,7 \cdot e_{min}$  izango da.

Balio minimoak, aldiz, taula batean biltzen dira:

<b>Espesor (mm.)</b>	<b>Garganta (mm.)</b>
4.0 a 6.0	2.5
6.1 a 8.0	3.0
8.1 a 10.0	3.5
10.1 a 12.0	4.0
12.1 a 14.0	4.5
14.1 a 16.0	5.0
16.1 a 18.0	5.5
18.1 a 20.0	6.0
20.1 a 24.0	6.5
24.1 a 28.0	7.0
28.1 a 32.0	7.5
<b>32.1 a 36.0</b>	<b>8.0</b>

**2.16.Taula:***Piezaren lodieraren arabera kordioaren eztarria, Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión*

Taula honetatik pieza lotzeko behar den lepoaren balio minimoa lortuko da. Piezaren lodiera 32,411 mm-tako izanik, 32,1 mm eta 36 mm-tako tartearen barnean geratzen denez, pieza hau lotzeko beharrezkoa den soldadura lepo minimoa 8 mm-koa izango da.

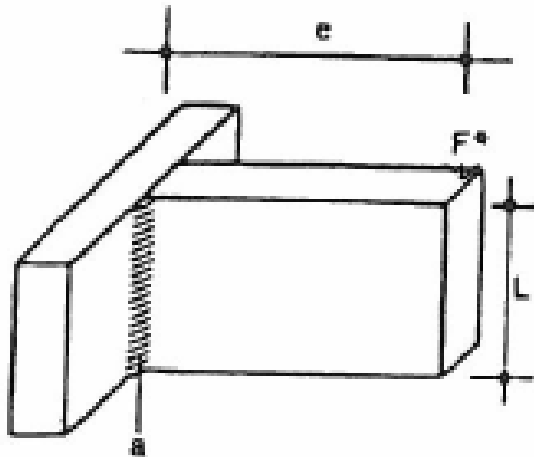
Gure pieza osatzeko beharrezkoa den soldaduren tentsio egoera aztertu behar da eta hurrengo zein kasu den aukeratu.

TIPO DE UNION	SOLICITACION	CASOS
P L A N A S	TRACCION	1 a 7
	FLEXION SIMPLE	8 a 10
	TORSION Y CORTANTE	11 a 14 16 y 17
	TORSION+FLEXION+CORT ANT.	15
	CORTANTE	18
E S P A C I A L E S		

2.17.Taula: Soldadura kordoia kalkulatzeko kasuak; turria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

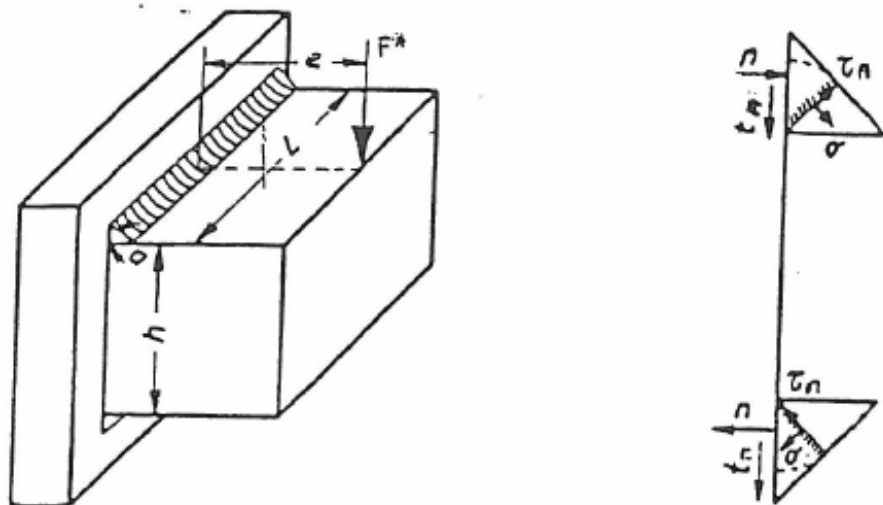
Pieza honetako soldadura kordoia flexio sinplea jasaten du, beraz, aurreko taulatik 8. kasutik 10. kasura dauden kasu bat izango da. Beste kasu guztiak bazterturik kasu horietara salto egingo da.

○ 8.Kasua



2.110.Irudia:8.Kasuko adibidea;Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

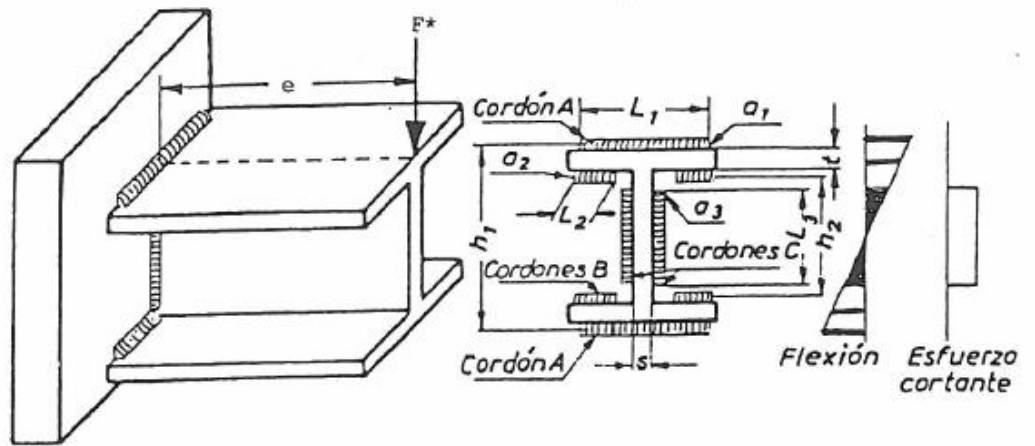
○ 9.Kasua



2.111.Irudia:9.Kasuko adibidea;Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión



o 10.Kasua



2.112.Irudia: 10.Kasuko adibidea;Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

Piezaren egoera definitzen duen egoera 9.kasua da. Beraz, 9.kasuak definitzen dituen kalkuluak burutuko dira.

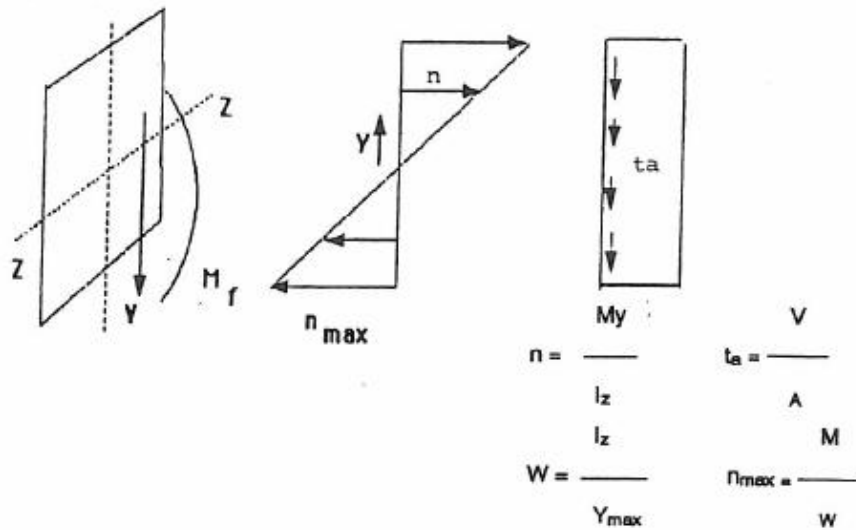
$$n_{max} = \frac{F \cdot e}{W}; t_n = \frac{F}{2 \cdot a \cdot L}$$

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot (n_{max} + t_n)}$$

$$\tau_n = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot (n_{max} - t_n)}$$

$$\tau_a = \frac{F}{A}$$

9.kasurako beharrezko diren baliok kalkulatzeko ondorengo formulak erabiliko dira:



2.113.Irudia:9.Kasuan kordioak jasaten dituen esfortzuak;Iturria: Centro español de soldadura y tecnologías de unión

$$n_{max} = \frac{F \cdot e}{W}$$

$$t_n = \frac{F}{2 \cdot a \cdot L}$$

$$W = \frac{I}{y_{max}}$$

Soldadurak jasaten dituen esfortzuak ziklikoak izanik, pieza honen sekzioaren tamainaren arabera, 8mm-tako lepoa duen soldadura kordioak tentsio horiek jasango dituen aztertuko da.

$$\sigma_{CO} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8(\tau_n^2 + \tau_a^2)} \leq \sigma_e$$

Soldadurak jasango dituen tentsioak neke limitea baino txikiagoa izanik, soldadurak tentsioa jasango duela baieztatzen da.

$$\sigma_{CO} = 7,4 \text{ MPa} < 167,55 \text{ MPa}$$

Pieza honi, beste pieza bat lotuko zaio. Pieza hau ere soldadura bidez lotuko da. Pieza honen funtzioa serbomotoreak ira egitean multzo estatikoak mugimendu bertikal bat izatea izango da, horrela zilindro hidraulikoak motelgailuaren ardatza aurkitzeko.

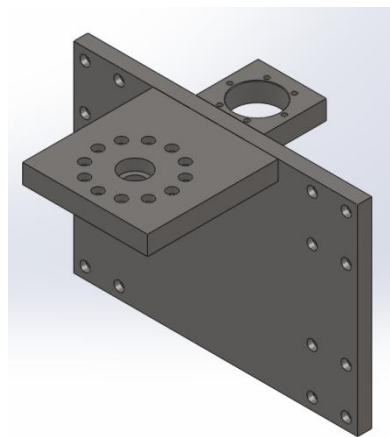
Bigarren pieza honen luzera aurrekoarena baino txikiagoa izango denez baina lodiera berdina izango denez, suposatu daiteke erraz jasango duela soldadurak tentsioa.

$$\sigma_{CO} = \sqrt{\sigma^2 + 1,8(\tau_n^2 + \tau_a^2)} \leq \sigma_e$$

$$\sigma_{CO} = 13,577 \text{ MPa} < 167,55 \text{ MPa}$$

Soldadura lepoan tentsio egoera honetan dagoen tentsioa neke limitea mugatzen duen tentsioa baino txikiagoa denez, neke portaera gainditzen du.

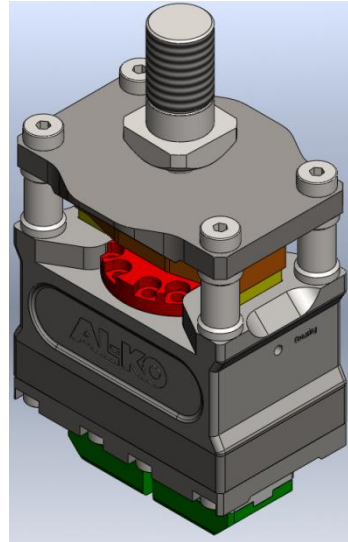
Lodiera honetako pieza izanik, 8 mm-tako lepoa duen soldaduraz lotu behar da.



2.114.Irudia: Multzo estatikoko euskarria;1turria:Berezko egitea

### • Zilindro oleohidraulikoa

Zilindro oleohidraulikoa AL-KO Record enpresaren diseinua izango da. Zilindro hidrauliko honen funtzionamendua aplikazio honetarako ezin hobea izanik, diseinu hau erabiltzea erabaki da. Zilindro oleohidrauliko hau osatzen duten piezak egokiak diren konprobatzea nahiko zaila da, eta eskuz kalkulatzeko orduan eta gehiago. Beraz, zilindro hau osatzen duten pieza batzuk kalkulatu dira. Pieza hauek, zilindroaren funtzionamendurako ezinbestekoak diren gidak eta zilindroa bere osotasunean eutsiko duten piezak izango dira.



2.115.Irudia:Zilindro oleohidraulikoa;Iturria:Berezko egitea

Zilindro oleohidrauliko hau egiteko erabiltzen den materiala Ti-5Al-2,5Sn titanioa da. Material oso erresistentea eta pisu gutxikoa denez, aplikazio honetarako egokia da oso.

Pieza hauen kalkuluak 3.Dokumentuan 3.2.13.1. atalean eta 3.2.13.3. atalean ikus daitezke.

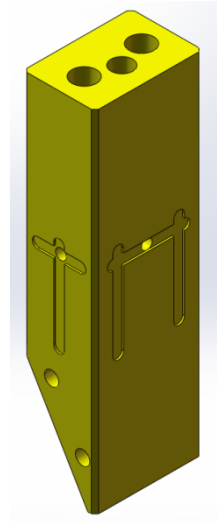
Zilindroaren pieza hauen diseinua egiteko erabiliko den kalkulu metodoa neke kalkulua izango da. Kalkulu hauek 2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia atalean azalduta daude eta 3.Dokumentua 3.2.12.1.Zilindroaren gidak atalean eginda daude.

Zilindroaren gidei dagokienez, hauek jasago duten tentsioa tentsio normala izango da.

$$\sigma_r^{F_{kT1}} = \frac{F_{kT1}}{A_G} \quad (2.15)$$

$$\sigma_r^{F_{kT2}} = \frac{M_G \cdot y_{max}}{I} \quad (2.1)$$

Neke kalkulua egin ostean, ondo dimentsionatuta dagoela esan daiteke, izan ere, iraungo dituen ziklo kopurua  $15,5157 \cdot 10^6$  ziklo izango dira. Bizitza infinitua izango dute gida hauek.



2.116.Irudia: Zilindro hidraulikoaren gida; Iturria: Berezko egitea

Zilindroa eusteko erabiltzen diren tope hauek ere nekera diseinatuko dira. Kalkulu honen azalpena 2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzoz higikorreko osagaiak; Buloia atalean azalduta egongo da eta 3.Dokumentua 3.2.12.2.Zilindro hidraulikoa eusteko topeak eta torlojuak atalean kalkulatu dira. Pieza hauek torlojuen bidez lotuta egongo dira, eta torlojuen kalkulu hau 2.Dokumentua 2.8.1.Multzoz higikorreko osagaiak; Buloia kokatzeko pieza atalean azalduta egongo da eta 3.Dokumentua 3.2.12.2.Zilindro hidraulikoa eusteko topeak eta torlojuak atalean kalkulatu.

Pieza honek jasango dituen esfortzuak, esfortzu normalak izango dira:

$$\sigma_N = \frac{F_{T1}}{A} \quad (2.15)$$

$$\sigma_N^{F_{T2}} = \frac{M_T \cdot y_{\max}}{I} \quad (2.1)$$

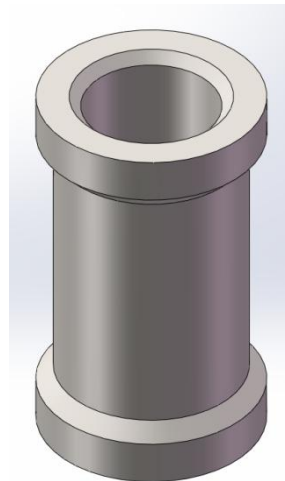
Neke kalkulua egin ostean, esan daiteke pieza hau ere ondo dimentsionatuta dagoela, izan ere, iraungo dituen ziklo kopuruak bizitza infinituaren muga gainditzen baitu.  $N = 1,07 \cdot 10^6$  ziklo iraungo ditu.

Torlojuen kalkuluetatik, M8 hari metrikoa beharrezko dela ondorioztatu da.

**ROSCAS METRICAS NORMAL M.A.**

Diámetro mm.	Paso mm.	Diámetro medio mm.	TORNILLO		TUERCA	
			Diámetro al fondo mm.	Area en mm. <sup>2</sup>	Diámetro mayor mm.	Diámetro menor mm.
6	1	5.350	4.59	16.57	6.11	4.70
7	1	6.350	5.59	24.57	7.11	5.70
8	1.25	7.188	6.24	30.69	8.14	6.38
9	1.25	8.188	7.24	41.18	9.14	7.38
10	1.5	9.026	7.89	48.88	10.16	8.05
12	1.75	10.863	9.54	71.44	12.19	9.73
14	2	12.701	11.19	98.26	14.22	11.40
16	2	14.701	13.19	137	16.22	13.40
18	2.5	16.376	14.48	165	18.27	14.75
20	2.5	18.376	16.48	213	20.27	16.75
22	2.5	20.376	18.48	268	22.27	18.75
24	3	22.051	19.78	307	24.32	20.10
27	3	25.051	22.78	407	27.32	23.10
30	3.5	27.727	25.07	494	30.38	25.45
33	3.5	30.727	28.07	619	33.38	28.45
36	4	33.402	30.37	724	36.43	30.80
39	4	36.402	33.37	875	39.43	33.80
42	4.5	39.077	35.67	999	42.49	36.15
45	4.5	42.077	38.67	1174	45.49	39.15
48	5	44.752	40.96	1318	48.54	41.50
52	5	48.752	44.96	1588	52.54	45.50
56	5.5	52.428	48.26	1829	56.60	48.86
60	5.5	56.428	52.26	2145	60.60	52.86
64	6	60.103	55.56	2424	64.65	56.21
68	6	64.103	59.56	2786	68.65	60.21
72	6	68.103	63.56	3173	72.65	64.21
76	6	72.103	67.56	3584	76.65	68.21
80	6	76.103	71.56	4021	80.65	72.21

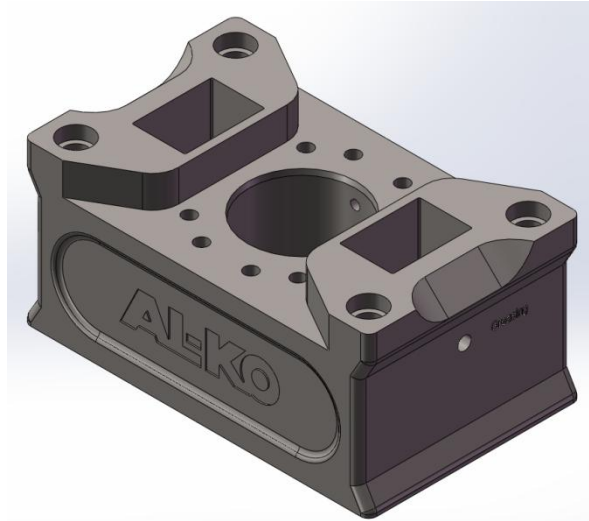
2.18.Taula: Hari metrikoaren dimentsioak; Iturria: MAQUÍNAS;A.L.Casillas



2.117.Irudia: Zilindro hidraulikoa eusteko topea; Iturria: Berezko egitea

Zilindro hidraulikoaren atorrari dagokionez, atorra Ti-5Al-2,5Sn titaniozko materialarekin eginda dago. Atorra 10 mm-ko lodiera eta 40 mm-ko barne diametroa duen hodi bat da. Hodi honek txafan bana ditu ertzetan, honela muntaketa erraztuko da juntak kokatzerako orduan. Kalkulu hauek 3.Dokumentua 3.2.12.3.Atorraren barne diametroaren kalkulua eta 3.2.12.4.Atorraren lodiera ataletan egin dira.

Bestetik, hodi honen barneko gainazal guztia lapeatuta edukiko du. Izan ere, gainazal horretatik pistoia labainduko da. Ator honen funtsa ere izango da kirtenaren mugimendua lineala izatea bere ibilbidean.

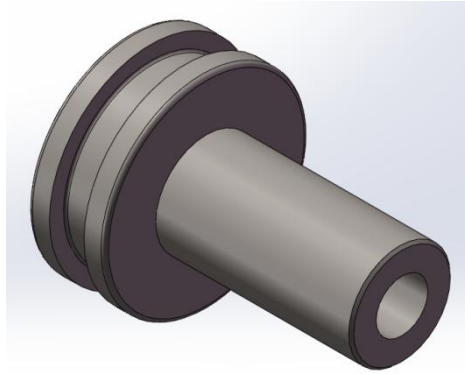


2.118.Irudia:Zilindroaren atorra;Iturria:Berezko egitea

Pistoia F-114 altzairuz eginda dago. Pistoia atorraren barnealdeko gainazaletik labainduko da. Pistoia atorraren barneko gainazalean labaintzeko, juntak erabiltzen dira. Junta hauek pistoian kokatzeko pistoiaren kanpo gainazalean arteka batzuk mekanizatuko dira. Junta hauek labainketa posible egiteaz gain, pistoiaren alde bietako iragazkortasuna bermatzen dute.

Pistoia eta kirtena pieza bakar bat izango dira. Horrela, funtzionamendua bermatzen da. Kirtenaren atzealdean metrika zula bat egingo zaio gidak berarekin batera mugitu daitezen. Pistoia aldea izango dira presioaren eraginez lan-indarra sortuko dutenak. Indar hau baliatuz, kirtenak eta pistoiak aurrera eta atzeranzko mugimendua izango du. Pieza honen kalkuluak 3.Dokumentua 3.2.12.5.Pistoia eta 3.2.12.6.Pistoia kirtenaren diametroa ataletan egingo dira.

Pistoia lodiera minimoa 1,5 cm izan beharko da eta kirtenaren diametroa 22 mm-takoa.

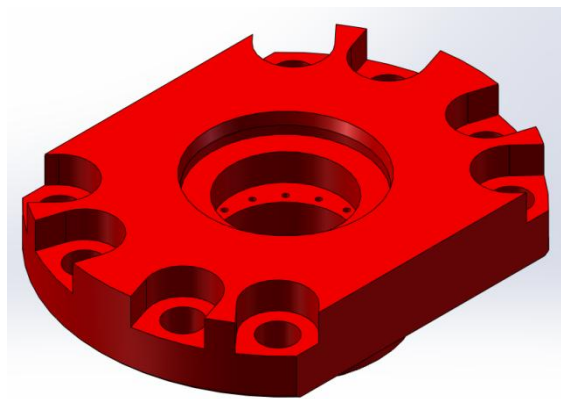


2.119.Irudia: Zilindroaren pistoia, Iturria: Berezko egitea

Gidariaren materiala F-114 altzairuz eginda dago. Gidariak, estalkiko iragazkortasuna bermatu du. Hau lortzeko, gidariak arteka bat edukiko du estalkiarekin kontaktuan doan azaleran, bertan junta toriko bat kokatzeko. Kirtenarekin kontaktuan dagoen azalera ere, iragazkortasuna bermatu behar eta hau lortzeko lau arteka mekanizatuko dira, baten hazkagailua, bitan junta bana eta azkenengoan eraztun gidari bat kokatzeko. Barne gainazal honetako juntek, estankotasuna bermatzeaz gain, kirtenaren ibilbidea lineala izatea bermatzen dute, zikinkeria zilindroaren barnera pasaraztea eragozteaz gain. Gidariaren lodiera minimoa 3. Dokumentua 3.2.12.10. Gidaria atalean kalkulatu da.

Lodiera minimo hau 14,979 mm-takoa izango da, baina diseinu baldintzengatik 22 mm-takoa izango da.

Gidaria eta estalkiaren arteko finkapen-sistema torloju bidez egingo da.



2.120.Irudia: Gidaria, Iturria: Berezko egitea

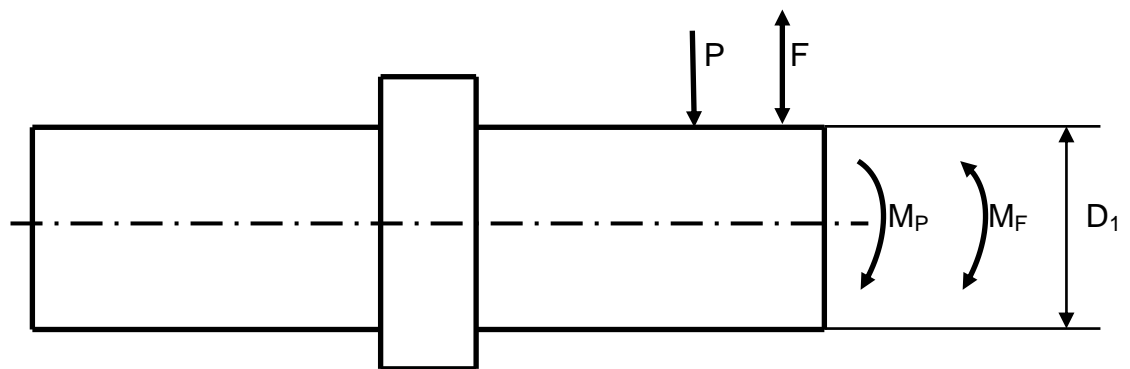


### • Bielaren goiko ardatza

Bielaren goiko ardatza F-114 edo DIN CK-45 altzairuz egindako ardatz bat izango da. Material hau egokia da ardatzak egiteko. Ardatz honek bielaren mugimendua multzo higikorrera transmititzea ahalbidetzen du. Bi pieza hauek juntatuz. Ardatz honen mutur bat aluminiozko piezan txertatuta joango da eta beste muturra bielaren goiko muturrean.

Mutur honetan zorro bat sartuko da, bielaren pendulu mugimendua ahalbidetzeko eta ardatzaren beste muturra finko joango da mekanizatutako zorro bati eutsita. Gero hau aluminiozko plakan sartuta joango delarik.

Pieza honek izango duen itxura, zilindrikoa izango da, baina ardatz baten funtzioa birak ematea den bezala, pieza honek ez du birarik emango. Pieza honen inguruan emango ditu birak bielaren goiko zatiak.



2.115.Irudia: Bielaren goiko ardatzaren aurre-dimentsionamendua; Iturria: Berezko egitea

Ardatz honen gainean aplikaturik dauden indarrak eta momentuak motelgailuak eragindako esfortzuak eta piezen pisuak eragindakoak izango dira.

Motelgailuak sortzen duen indarra ziklikoa denez, hau da, maximo eta minimo berdina izango dute baina, noranzko desberdina, kontrakoa, hain zuzen. Beraz, motelgailuak sortutako indarra eta indar honen eraginez sortutako momentua alternoak izango dira. Pisuak eragindakoak, aldiz, medioak izango direlarik.

Indar eta momentu hauek tentsio batzuk sortzen dituzte, momentuek tentsio normal bat sortuko dute eta indarrek, aldiz, tentsio ebakitzaila. Pieza honen tamaina dela eta, esan daiteke pieza hau ez dela pieza lerdin bat, eta beraz, Navier-en formula ezin

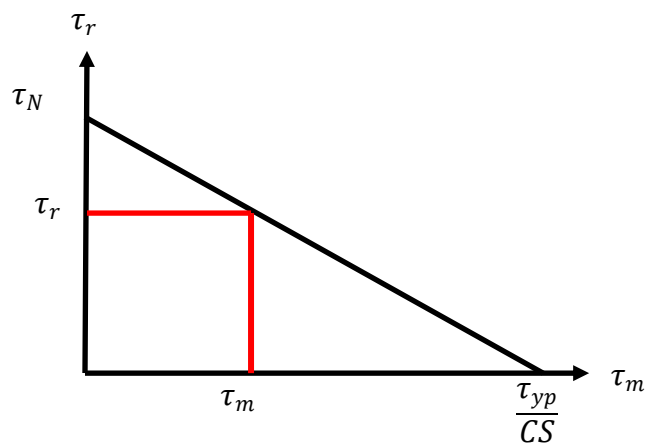
daiteke aplikatu. Izan ere, pieza hau totxo bat dela kontsideratu daiteke eta, trakziopean eta konpresiopean duden zuntzik ez duela kontsideratu daiteke.

Ardatz honen sekzio kritikoena kalkulatzeko erabiliko den hipotesia, neke hipotesia izango da, baina tentsio normalarekin egin beharrean tentsio ebakitzailearekin burutuko da.

$$\tau_F = \frac{4 \cdot V_F}{3 \cdot A} \quad (2.4)$$

$$\tau_P = \frac{4 \cdot V_P}{3 \cdot A} \quad (2.3)$$

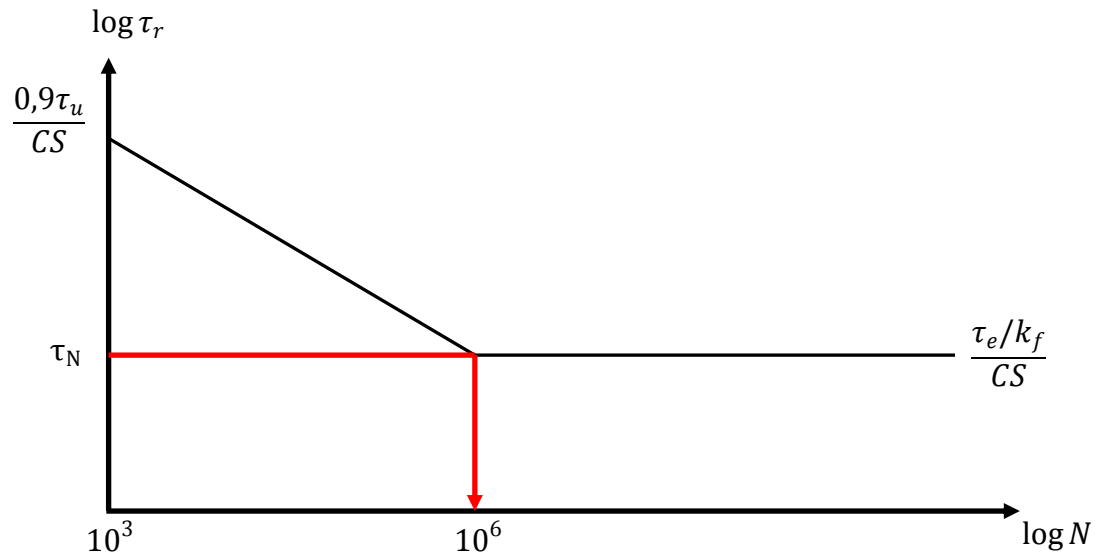
Tentsio medio eta alternoa daudenez, lehenik Sooderberg-en digramatik tentsio alterno baliokide bat kalkulatu da.



2.121.Irudia: Tentsio medio et alternoaren arteko tentsio baliokidea;Iturria: Berezko egitea

$$\frac{\tau_r}{\tau_N} + \frac{\tau_m}{\frac{\tau_{yp}}{2}} = 1$$

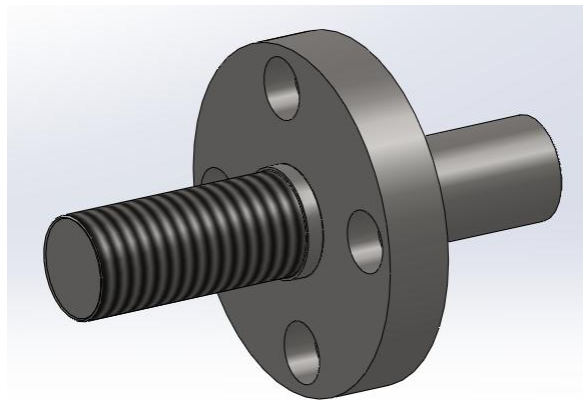
Ondoren Basquin-en diagraman balio hau ordezkaturik, ardatzaren diametroa kalkulatu da, ardatzak ziklo infinituak bete ditzan.



2.122.Irudia: Tentsio-ziklo grafiko logaritmikoa;Iturria:Berezko egitea

$$\frac{\log \frac{0,9 \cdot \tau_u}{CS} - \log \frac{\tau_e/k_f}{CS}}{\log 10^6 - \log 10^3} = \frac{\log \frac{0,9 \cdot \tau_u}{CS} - \log \tau_N}{\log 10^6 - \log 10^3}$$

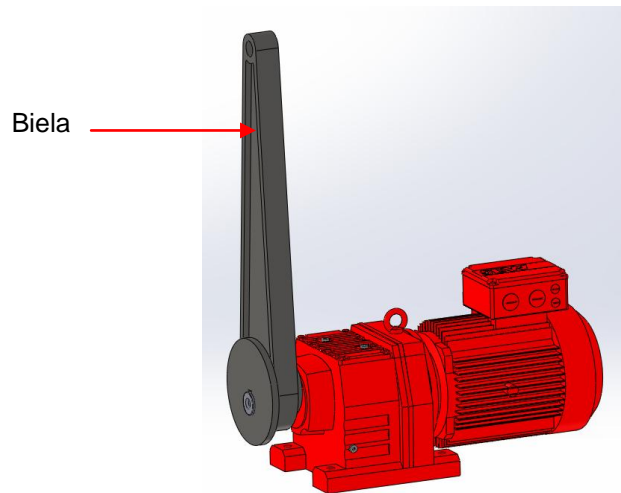
Ardatzaren diametroak  $d = 20,27 \text{ mm}$  izan behar ditu. Kalkulu guzti hauek 3.Dokumentua 3.2.13.Bielaren goiko ardatza atalean adierazten dira.



2.123.Irudia:Bielen goiko ardatza;Iturria:Berezko egitea

### • Biela

Pieza honen funtzioa motor elektrikoak sortzen duen biraketa mugimendua multzo higikorrera transmititzea izango da. Mugimendu transformazio bat egingo da, biraketa mugimendu batetik, mugimendu lineal batera. Transformazio hori burutzeko, biela hau eta eszentriko bat erabiliko dira.



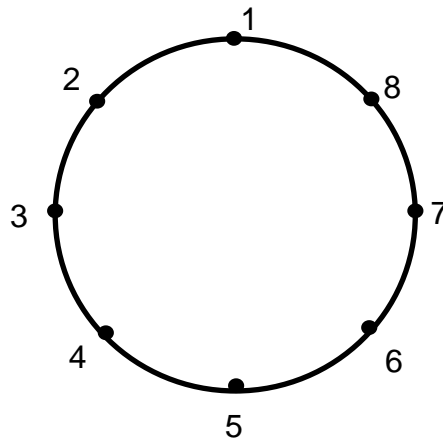
2.124. Irudia: Transmisio-sistema; iturria: Berezko egitea

Biela 42CrMo4 altzairuz eginda egongo da. Altzairu hau egokiena da biela bat mekanizatzen denean erabiltzeko. Biela honek, beste biela guztiek bezala, bi zulo dituzte, bana mutur bakoitzean.

Goiko muturreko zuloa, goiko ardatza sartzeko besteko zuloa izango du eta behekoak eszentrikoaren besteko zuloa. Goiko zulo honetan biraketa bermatzeko zorro bat erabiltzen da eta beheko zuloan orratz errodamendu bat. Zulo hau 120 mm-tako orratz errodamendu bat sartzeko bestekoa izan behar da.

Sekzio kritikoena zein den aztertzeko, bielaren zein posiziotan ematen den egoerarik kaltegarriena azertu behar da.

Bielaren goiko aldeak posizio bertikalean soilik izango ditu aldaketak, tentsio egoeran aldaketarik ez du izango. Eta bielaren beheko aldeak bai posizio bertikalean eta horizontalean aldaketak izango ditu. Posizio aldaketa hau eszentrikoaren ondorioz gertatuko da.

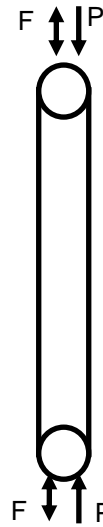


2.125. Irudia: Bielaren mugimenduaren posizioak; Iturria: Berezko egitea

Zortzi posizio hauek izango dira bielaren behe aldeak izango dituen posizio esanguratsuenak.

Biela 1 eta 5 posizioetan kokatzen denean jasango duen tentsio egoera konpresiokoa eta trakziokoa izango da. 1. posizioan dagoenean bielaren sekzioak jasango duen esfortzua konpresiokoa izango da eta 5. posizioan dagoenean trakziokoa.

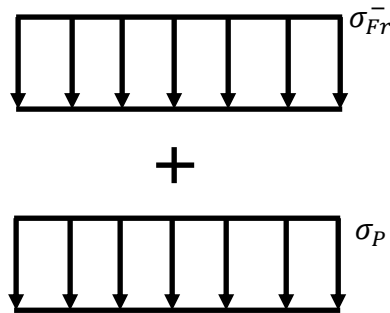
Posizio hauetan dagoenean jasaten duen esfortzua zein den jakinda, posizio honi dagokion sekzioaren kalkulua egingo da. Kalkulu hau nekera burutuko da, indarraren izaera dela eta.



2.126.Irudia: 1 eta 5 posizioetan bielak jasan behar dituen esfortzuak;  
Iturria: Berezko egitea

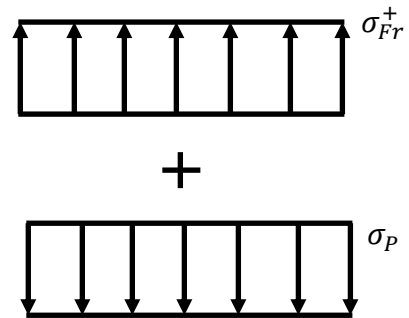
Egoera honetan bielaren sekzioak jasan beharko duen tentsio egoera hurrengoa izango da.

Indarrak berantz eragiten duenean



2.127.Irudia: Bielaren tentsio banaketa;  
Iturria: Berezko egitea

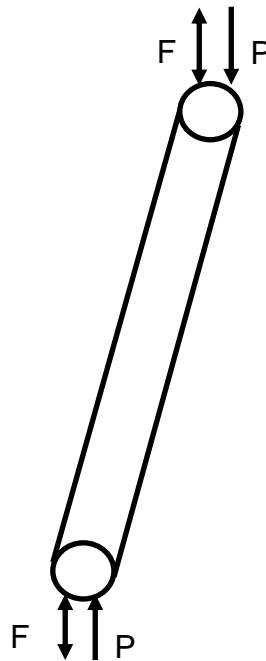
Indarrak gorantz eragiten duenean



2.128.Irudia: Bielaren tentsio banaketa;  
Iturria: Berezko egitea

Biela, aldiz, 3. eta 7. posizioetan aurkitzen denean. Hau da, motor elektrikoaren ardatzak 90° biratzen dituenean 3. posiziorako eta 270° 7. posiziorako, bielak jasan beharko dituen esfortzuak, esfortzu normalak izango dira. Batetik, konpresio eta trakzio esfortzuak eta bestetik, bielaren beheko aldearen deszentralizazioa dela eta, momentuak sortzen duen tentsio normala.

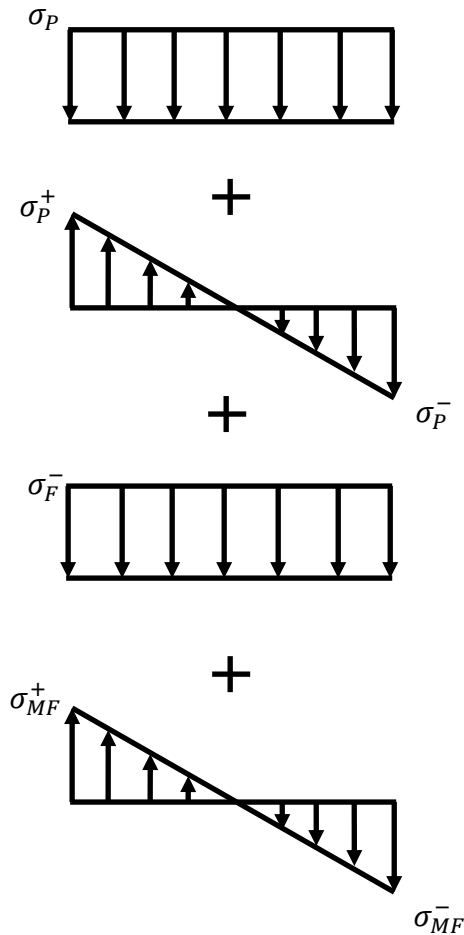
Egoera hau ikusteko, bielaren posizio hauetan dauden indarrak irudikatuko dira.



**2.129.Irudia:** 3 eta 7 posizioetan bielak jasan behar dituen esfortzuak; **Iturria:** Berezko egitea

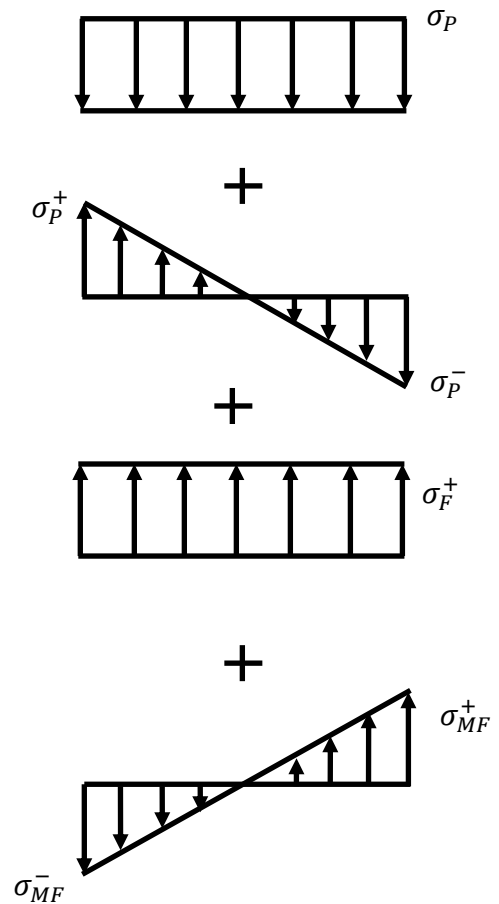
Bielaren posizio honetan sekzio erresistenteak jasango duen esfortzua ondorengoa da.

Indarrak berantz eragiten duenean



2.130.Irudia: Bielaren tentsio banaketa;  
Iturria: Berezko egitea

Indarrak gorantz eragiten duenean



2.131.Irudia: Bielaren tentsio banaketa ;  
Iturria: Berezko egitea

Bielaren bi egoera hauetan posizio kritikoena zein den azertu behar da. Argi dago egoera kritikoena 3. eta 7. posizioan aurkitzen denean izango da. Izan ere, biela inklinatuta aurkitzen denez, aplikatutako indarrak eta jasaten dituen pieza guztien pisuak momentu bat sortuko du bielaren beheerengo sekzioan. Honek, posizio horretan dagoenean tentsio egoera kritikoena jasan beharra dakar. Beraz, tentsio egoera horretan sekzioak izan behar duen azalera minimoa kalkulatu da.

Tentsioak ere medio eta alternoan bananduko dira.



$$\sigma_m = \frac{P}{A} + \frac{M_1 \cdot y_{max}}{I}$$

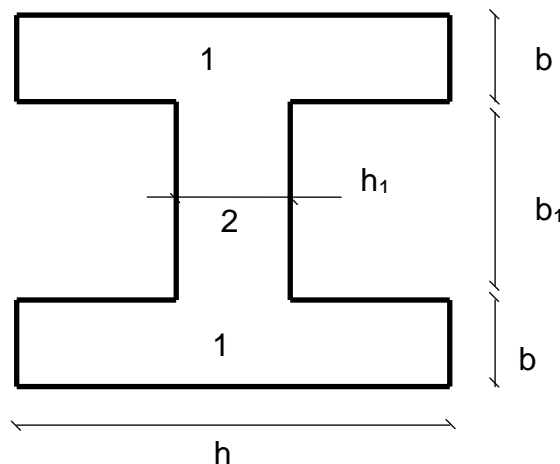
$$\sigma_r = \frac{F}{A} + \frac{M_2 \cdot y_{max}}{I}$$

Tentsio medio eta alternoak kalkulatu direnean, neke kalkulua burutuko da. Lehenik Sooderberg grafikoa tentsio alterno baliokide bat lortuko da, gero Basquin-en grafikotik inertzia minimoa kalkulatzeko.

Inertziaren kalkulua bielaren sekzioa laukizuzena balitz kalkulatu da, gero, IPE profil baten itxura duen inertzia bereko sekzio batera pasatzeko.

Sekzio laukizuzen bat izanik lortuko den inertzia  $I = 18800,26 \text{ mm}^4$ -koa izango da.

Inertzia hau minimoa izanda, IPE perfilaren antzeko sekzio bat izatera pasatuko da.



2.132.Irudia: Bielaren sekzioaren aurre-dimentsionamendua; Iturria: Berezko egitea

Sekzioaren inertzia totala jakinda, sekzio honetarako behar diren  $b$  eta  $h$ -ren balioak kalkulatu dira.

IPE sekzio horretara pasatzeko jarriko diren baldintzak ondorengoak izango dira.

$$b_1 = 2 \cdot b$$

$$h = 2 \cdot h_1$$

$$h_1 = 1,5 \cdot b$$

Non, azkeneko emaitza hurrengoa delarik:

$$b = 4,5 \text{ mm}$$

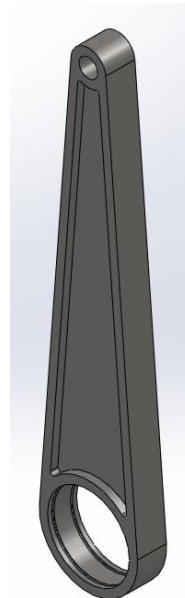
$$h_1 = 6,75 \text{ mm}$$

$$h = 13,5 \text{ mm}$$

$$b_1 = 9 \text{ mm}$$

Kalkulu hauek neke kalkuluak izango direnez, *2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak;Buloia* atalean azalduta egongo dira eta *3.Dokumentua 3.2.14.2.Neke kalkulua* atalean eginda daude.

Sekzio nahiko txikiak ematen du, beraz, sekzio hau baino handiagoa den bat erabili behar da. Izan ere, zorroak errodamenduak, segurtasun eraztunak... kokatu behar dira. Beraz, sekzio txikienean inertzia hau duen sekzioa izanik eta besteetan handiago bat jarritz, piezak bibtza infinitua izango du.

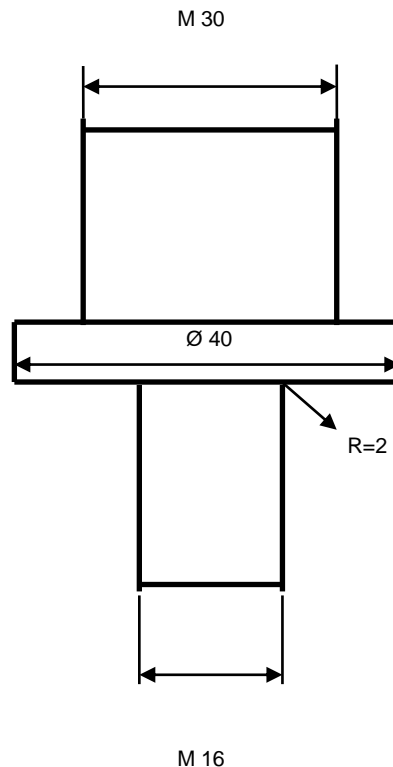


2.133.Irudia:Biela,Iturria:Berezko egitea

• **Zilindro hidraulikoa egiturara eusteko torlojua**

Torloju honen bidez, zilindroa makinaren multzo estatikora lotuta geratuko da. Torloju honek zilindro hidraulikoak jasango dituen esfortzu guztiak jasango ditu eta multzo estatikora transmititzen duen pieza izango da.

Torloju honek jasango dituen indarren izaera motelgailuak sortzen dituen indarren berdina izango da. Hau da, esfortzu ziklikoak jasan beharko ditu. Torloju honen kasuan tentsioak trakzio eta konpresiokoak izango dira. Beraz, trakzio-konpresioko tentsio alferno bat jasan beharko du. Hau da, nekeko kalkulua egin beharko da.



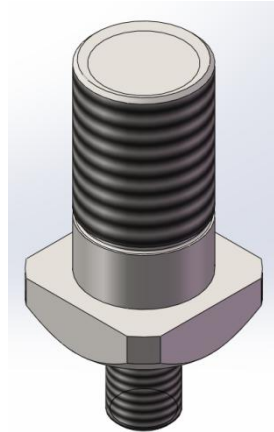
2.134. Irudia: Zilindroaren euste torlojuaren aurre-dimentsionamendua; Iturria: Berezko egitea

Jasan beharko duen tentsioa ondorengoa izango da.

$$\sigma_r = \frac{F}{A} \quad (2.15)$$

Tentsio alfernoa izango denez neke kalkulua eginik diseinatuko da. Neke kalkulua honen prozedura 2. Dokumentua 2.8.2.1. Multzo higikorreko osagaiak; Buloia atalean azaltzen dira. Eta kalkulua hauen 3. Dokumentua 3.2.16.1. Neke kalkulua atalean egingo dira. Dimentsio guztiak izanik pieza honek iraungo dituen ziklo kopurua kalkulatu da.

Pieza honek  $N = 193,5 \cdot 10^6$  *ziklo* iraungo dituelarik, beraz, bizitza infinitua.

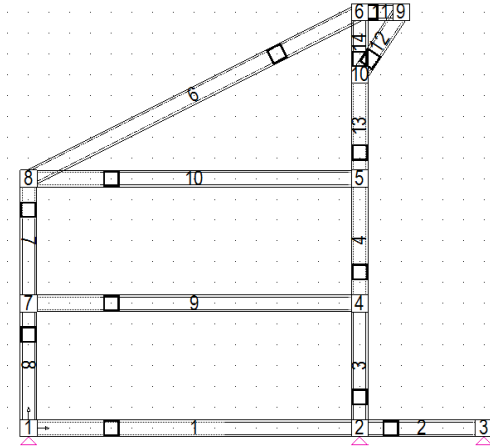
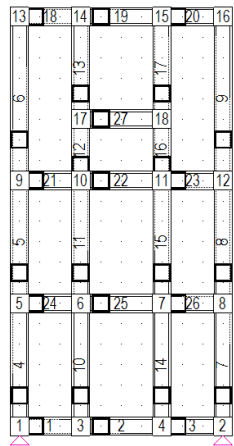


2.135.Irudia:Zilindroaren euste torlojua,Iturria:Berezko egitea

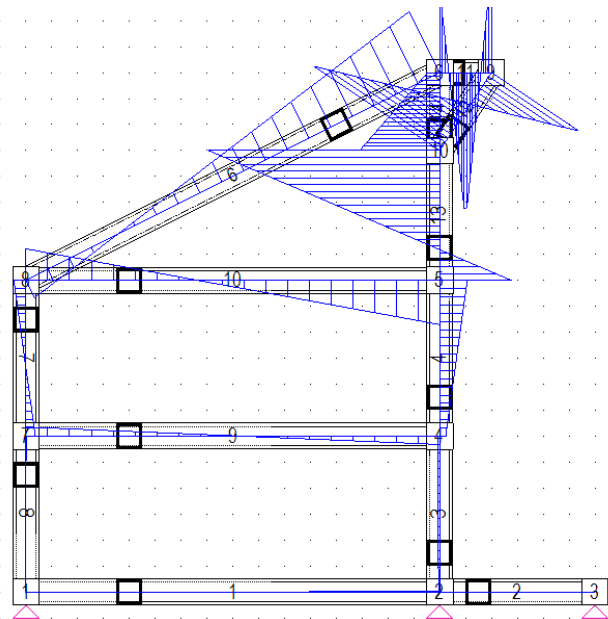
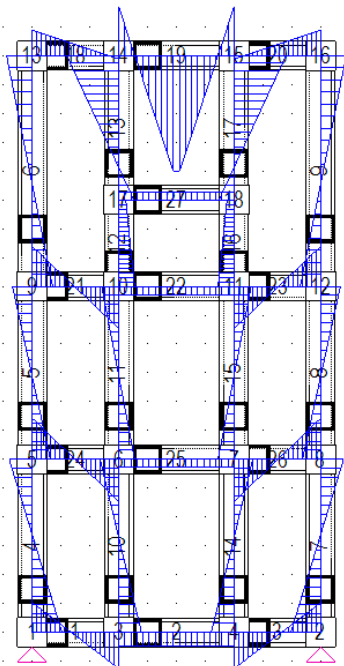
### 2.8.2.3.- Egitura

Egituraren kalkulua egiteko, lehenik, funtzionamendurako beharrezkoak diren piezez osatutako multzoak egituran sartzeko, egituraren aurre-dimentsionamendu bat egiten da eta ondoren honen konprobaketa.

Konprobaketa hau egiteko CESPLA programa erabiliko da. CESPLA programa karga estatikoak daudenerako erabiltzen den programa da. Makina honek jasango dituen esfortzu eta indarrak alfernoak izanik ez du nekearekiko portaera nolakoa den azalduko. Programa honekin estatikako kalkulu bat egingo da momentu eta indar axial handienak zein perfiletan emango diren aztertzeko eta ondoren neke kalkulua bat egingo da momentu eta indar axial horiekin.



2.136.Irudia: Egituraren kalkulurako CESPLAko bi bistak; Iturria: CESPLA



2.137.Irudia: Egiturak jasaten dituen esfortzuak; Iturria: CESPLA

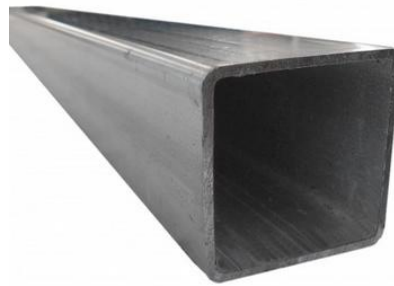
Egitura estatikoki ondo dimentsionatuta dagoen jakiteko, lehenik, perfilek jasaten duten tentsioa onargarria baino baxuagoa den aztertu behar da. Azkenik, egiturak izan ditzakeen deformazioak direla eta makinaren funtzionamenduan eraginik izango duen aztertu behar da. CESPLA-rekin egindako kalkulu guztiak 3.Dokumentua 3.2.20.1.Egituraren egizatapena CESPLA-rekin atalean estatikarako beharrezkoak diren perfil minimoak kalkulatu dira.

Estatikako kalkulu honekin lortzen den perfil mota **100x100x6 S275** altzairuzkoa izanik.

Estatikako kalkulu honekin lortzen den perfila neke dimentsionatuko da, izan ere, egiturak jasango dituen esfortzuak ziklikoak izango dira. Neke kalkulu hau egiteko *2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia* atalean azaldutako neke kalkulua burutuko da.

Kalkulu hau egiteko egiturako perfilik kritikoena aukeratuko da, eta perfil horrek jasaten dituen esfortzuak kontuan harturik. Kalkulu horren emaitzak *3.Dokumentua 3.2.20.2.Neke kalkulua* atalean kalkulatu dira. Kalkulu honen emaitza  $N = 5,356 \cdot 10^6$  ziklotakoa izango da, beraz, bizitza infinitua izango du.

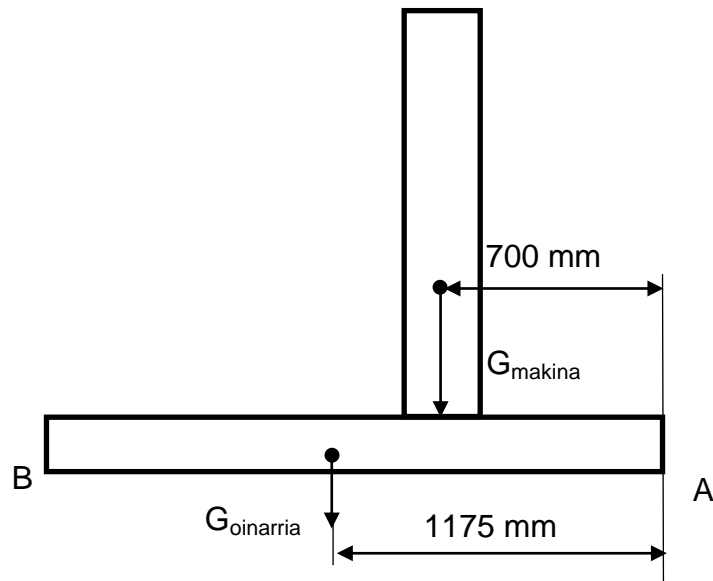
DIN 17100 araua betetzen duen ST-44.3 altzairuzko **100x100x6** perfil karratua egokia da.



2.138.Irudia: 100x100x6 DIN 17100 perfila,Iturria:www.guma.es

#### 2.8.2.4.- Egituraren oinarria

Makinaren oinarria kalkulatzeko, makinak jasaten dituen esfortzuak kontuan izango dira. Esfortzu hauekin, makina egonkortasun baten mantentze dadin oinarriak izan behar duen pisu eta masaren kalkulua egingo da. Oinarri honekin egonkortasuna lortzeaz gain, makinaren masa zentroa ahalik eta beheren kokatzea lortzen da. Horrela makinaren funtzionamenduaren eraginez sortzen diren bibrazioek eragin txikiagoa izango dute.



2.139.Irudia: Egiturara osoaren eskema; Iturria: Berezko egitea

Egonkortasuna betetzeko kalkulua, momentuen oreka eginez lortuko da A puntuan. Izan ere, errazagoa izango da A puntuaren inguruan biraketa ematea B puntuan ematea baino. A punturaino dagoen distantzia laburragoa baita.

A puntuan momentuen oreka planteatuz, aplikatutako indarrek eta makinaren pisuak bi funtzio bete ditzakete. Alde batetik, egonkortasuna mantentzen lagunduko duten esfortzuak daude, bestalde, egonkortasuna apurtzen saiatuko direnak. Hau dela eta, egonkortzailea edo desegonkortzailea izan faktore batez biderkatuko da.

Faktore edo koefiziente egonkortzaile eta desegonkortzaile hauek CTE-SE kodigo teknikoan azaltzen den taula jarraituz egingo da.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

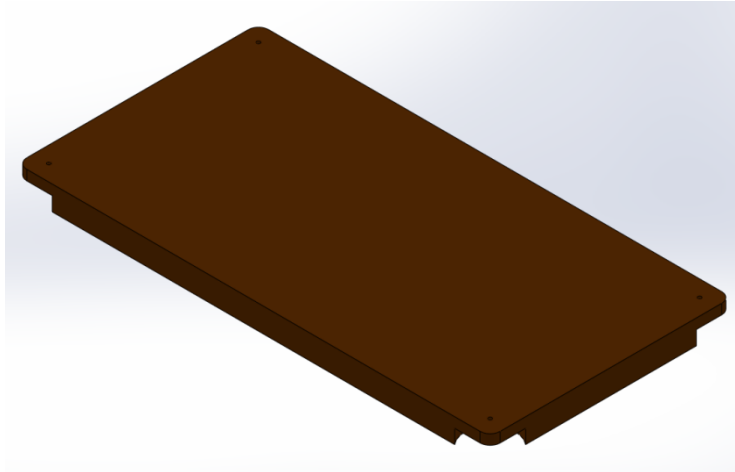
Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

2.19.Taula: Pisuen izaeraren araberako taula; Iturria: CTE

Taula honetan agertzen diren faktoreak egonkortzaileak nahiz desegonkortzaileak izan daitezke. Makinan aplikatuta dagoen indarraren izaeraren arabera.

A eta B puntuetan momentuen oreka eginez lortzen da oinarriak izan behar duen masa. Oinarriak 291 kg-ko gutxieneko masa izan behar du. Baina, makinaren dimentsioak direla eta, 291 kg erraz pasatzen dira. Horrela, oinarri honen pisua kalkulaturakoa baino askoz handiagoa izatea lortzen da.



2.140. Irudia: Egituraren oinarria; Iturria: Berezko egitea

### 2.8.2.5.- Osagai komertzialak

#### • Motor elektrikoaren ardatza

Motor elektrikoa komertziala den heinean ardatz bat dakar bere txabeta eta guzti. Baina normalean, ardatz hori bihurturak eragiten duen tentsio ebakitzaila jasateko diseinatuta egoten dira. Kasu honetan, ardatzak, tentsio normal eta ebakitzaila jasan beharko du. Beste bi tentsio hauek jasan behar dituzenez, tentsio hau jasateko gai den egiaztatu behar da.

Motorra aukeratzeko, biraketa abiadura hori emateko gai den motor bat eta horrez gain, motelgailuak sortzen duen indarra gaintzeko gai den momentu bihurtzailea sortzeko gai izan behar da.

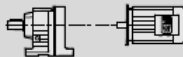
$$T = F \cdot d \quad (3.48)$$

Motorrak behar duen potentzia:

$$Pot = w \cdot T \quad (3.49)$$



- $P_{ot} = 5,91kW$

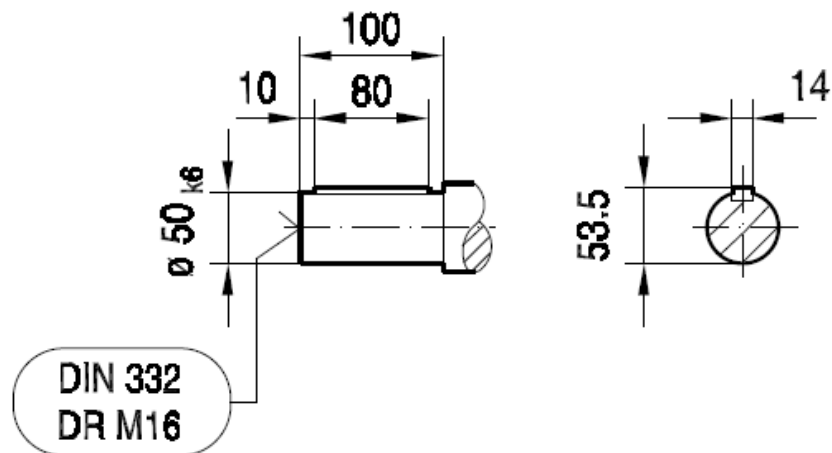
$P_m$ [kW]	$n_a$ [1/min]	$M_a$ [Nm]	$i$	$F_{Ra}^{1)}$ [N]	SEW $f_B$		$m$ [kg]	$K_{L2}$			
7.5	15	4640	92.70	27500	0.95						
	18	3940	78.57	31300	1.10						
	20	3650	72.88	31300	1.20						
	22	3290	65.60*	30600	1.30						
	24	2980	59.41	30000	1.45	R	107	DV	132M4	215	159
	27	2640	52.68	29200	1.65	RF	107	DV	132M4	225	160
	30	2390	47.63	28500	1.80						
	35	2020	40.37*	27300	2.1						
	41	1770	35.26	26400	2.4						
	48	1480	29.49	25200	2.9						
	51	1390	27.84*	15200	1.10						
	61	1170	23.40	14700	1.30						
	66	1080	21.51	14500	1.40						
	75	960	19.10	14100	1.50						
	84	860	17.08*	13700	1.65						
	93	770	15.35	12500	1.75						
107	670	13.33	12900	1.90	R	87	DV	132M4	120	154	
120	600	11.93	12600	2.1	RF	87	DV	132M4	125	155	
144	495	9.90*	12000	2.4							
156	460	9.14*	11900	2.6							
	174	410	8.22	11600	2.8						

2.20.Taula:Motor elektrikoaren ezaugarriak;Iturria:www.sew-eurodrive.es

Motor hau aukeratuko da, izan ere, beharrezko potentzia minimoa baino potentzia gehiagoko motor elektrikoa aukeratuko da. Baina betiere, ahalik eta motor elektriko txikiena aukeratuko da.

Aukeratuko den motorra **SEW R87 DV 132M4** motorra izango da

Motor honen ardatzaren egiaztapena egiteko bai ebakitzailan eta baita flexioan egingo da. Beti ere nekera, izan ere, indar eta tentsioen izaera ziklikoa da.



2.141.Irudia:Motor elektrikoaren ardatza;Iturria:www.sew-eurodrive.es

Ardatz hau F-115 altzairuaz eginda dago.

Ardatz honen gainean bi indar daude. Alde batetik, motelgailuak eragiten duen indarra eta bestetik ardatzak jasan behar duen piezen pisua. Motelgailuak eragiten duena indar alternoa izanik eta piezen pisuak eragiten duena medioa izanik. Izaera berdina izango dute indar hauek sortutako tentsioena.

$$\sigma_r = \frac{M_r \cdot y_{max}}{I} \quad (2.1)$$

$$\sigma_m = \frac{M_m \cdot y_{max}}{I} \quad (2.2)$$

Kalkuluak ebakitzaileraren ere egin behar direnez, esfortzu edo tentsio ebakitzaileraren ere kalkulatuko dira.

$$\tau_r = \frac{4 \cdot V_r}{3 \cdot A} \quad (2.4)$$

$$\tau_m = \frac{4 \cdot V_m}{3 \cdot A} \quad (2.3)$$

Tentsio normal eta ebakitzaileraren izanda, bai medio eta bai alternoak, neke kalkulua egingo da. Neke kalkulua honetan, motorraren ardatza ezaguna denez, ardatz honek iraungo dituen ziklo kopurua kalkulatuko da.

Lehenik Soderberg grafikotik tentsio alterno baliokide bat lortuko da, ondoren, Basquin-en grafikotik ziklo kopurua lortzeko. Prozesu hau tentsio normalarekin eta tentsio ebakitzailerarekin egingo da *2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia* atalean azaltzen den neke kalkulua jarraituz.

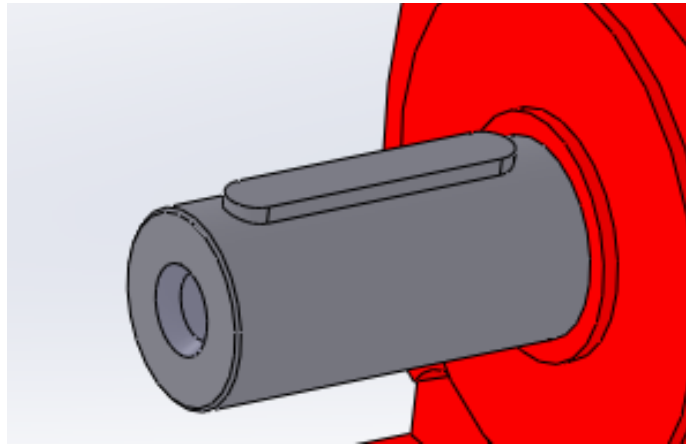
Tentsio normalarekin egindako neke kalkuluan  $N = 116,05 \cdot 10^6$  ziklo iraungo ditu. Beraz, bizitza infinitua izango du. Eta tentsio ebakitzailerarekin lortuko den ziklo kopurua  $N = 300,2 \cdot 10^6$  ziklo izango dira. Neke kalkuluekin bizitza infinitua duela konprobatzen da. Kalkulu hauek *3.Dokumentua 3.2.17.1.Neke kalkulua* atalean kalkulatuko dira.

Baina zurruntasun kalkulua bat egin behar da. Kalkulu honekin ardatzak zenbateko deformazioa izango duen kalkulatuko da.

Kalkulu hau egiteko 2.Dokumentua 2.8.2.1.Multzo higikorreko osagaiak; Buloia kokatzeko pieza atalean azalduta dagoen bezala burutuko dira 3.Dokumentua 3.2.17.2.Zurruntasun kalkulua atalean kalkulatu da.

$$y_{max} = \frac{A \cdot x}{E \cdot I} \quad (3.19)$$

Kalkulu hau burutu ostean lortzen den ardatzaren deformazioa  $y_T = 0,019$  mm-takoa izango da. Deformazio txikia izanik funtzionamenduan ez du eragin handirik izango.

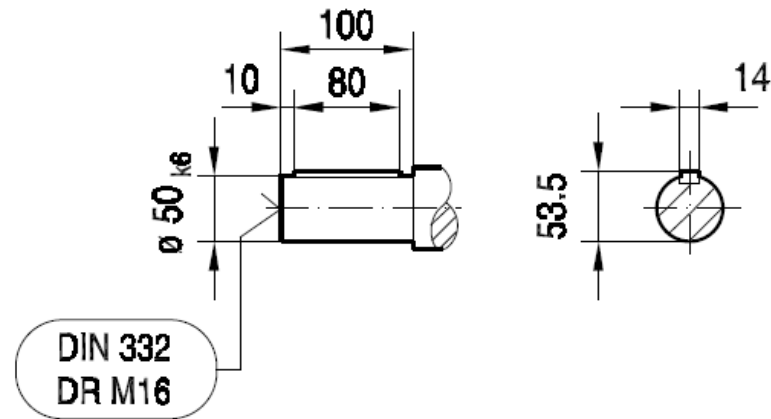


2.142.Irudia: Motor elektrikoaren ardatza, turria: Berezko egitea

#### • Txabeta

Motorraren ardatzak potentzia eta mugimendua transmititzeko txabeta erabiltzen du. Txabetaren dimentsionamendua ondo eginda dagoen konprobatzeko, bi egiaztapen egin behar dira. Alde batetik, ebakidura kalkulua, eta bestetik, aplastamendu kalkulua.

Txabeta egiteko erabiltzen den materiala F-114 altzairua da.



2.143.Irudia: Motor elektrikoaren ardatza txabetarekin; iturria: www.sew-eurodrive.es

Ebakidura kalkuluan txabetak jasaten duen bihurtura tentsioaren ondorioz txabetan sortzen den ebakidura esfortzuan oinarritzen da.

$$\tau = \frac{T/R}{w \cdot L} \leq \frac{\tau_{yp}}{CS} \quad (2.50)$$

$$\tau = \frac{F}{A_{ebak}} \leq \frac{\tau_{yp}}{CS} \quad (2.51)$$

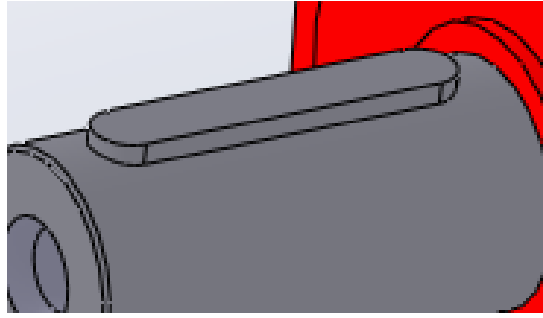
$\tau = 13,39 \text{ MPa} \leq \frac{\tau_{yp}}{CS} = 112,5 \text{ MPa}$ , ebakidura kalkulua betetzen dela ondorioztatzen da.

Aplastamendu kalkulua txabetaren alojamenduaren aurka dagoen txabetaren sekzioaren aplastamendura konprobatzen denean burutzen da.

$$\sigma = \frac{T/R}{h \cdot L/2} \leq \frac{\sigma_{yp}}{CS} \quad (2.52)$$

$$\sigma = \frac{F}{A_{aplas}} \leq \frac{\sigma_{yp}}{CS} \quad (2.53)$$

$\sigma = 53,57 \text{ MPa} \leq \frac{\sigma_{yp}}{CS} = 225 \text{ MPa}$ , aplastamendu kalkulua betetzen dela ondorioztatzen da.



2.144.Irudia: Motor elektrikoaren txabeta; Iturria: Berezko egitea

### • Errodamenduak

Errodamenduak akeratzeko, errodamendu etxe bat aukeratzeko da eta etxe edo marka horren katalogoak ezartzen dituen kalkulak egin behar dira. Makina honentzako erabiliko diren errodamenduak SKF markako errodamenduak izango dira, beraz, SKF etxeak zehazturiko kalkulak egingo dira errodamenduaren aukeraketa egoki bat egiteko.

Errodamendu bidezko kojineten artean egokiena aukeratzeko honako irizpide hauek aintzat hartuko dira:

- Dimentsioak
- Karga estatikoak jasateko ahalmena
- Neke kargak jasateko ahalmena

Gorabehera askoko esfortzuengatik marruskadura aurkak kojinetek ez dira betiko diseinatzen, baizik eta materialen erresistentzia nekeak baldintzatutako zerbitzua emateko denbora jakin baterako. Zehaztutako abiadura eta aurreikusitako ordu kopuruak bat etorri behar dute kojinete horietarako zehaztatutako zama balioekin.

Errodamenduak fabrikatzen ez diren elementuak direnez, katalogoetara joko dugu bete behar ditugun baldintzak bete ahal izateko. Beraz, koipeztaketa eta zigilatzea egokiak izanik, SKF etxeke katalogoetan ipini da arreta guztia, hauek karga handiagoak jasateko ahalmena baitute eta.

Bi errodamendu axial erabiliko dira, bat behe posizio torlojuan eta bestea goi posizio torlojuan. Eta orratz errodamendu bat erabiliko da eszentriko eta bielaren artean.

Behe posizioko torlojuan erabiliko den errodamendu axiala *3.Dokumentuan 3.2.19.2.Behe kokapen torlojuaren errodamendua* atalean kalkulaturakoaren arabera, SKF etxeko errodamendu axial bat aukeratu da.

Torloju honek birak eman ditzan errodamendu bat kokatzen da bere goi muturrean. Errodamendu honek karga axialak bakarrik jasaten ditu. Gainera, errodamendu honen funtzio nagusia ez da torlojuak birak eta ahalik eta arinen ematea. Bere funtzio nagusia torlojuak jasaten dituen esfortzuak berak ere jasatea. Beraz, karga axialak jasaten dituen errodamendu bat aukeratuko da.

SKF etxeak bere katalogoan dioenaren arabera, biraketa abiadurak oso txikiak diren aplikazioetan kalkuluak estatikara egiten dira. Biraketa abiadura 10 rpm baino baxuagoa denean egiten da. Errodamendu honen aplikazioa posizio aplikazioa denez, estatikako kalkulua egingo da.

---

#### Cargas estáticas

La capacidad de carga estática  $C_0$  se usa en los cálculos cuando los rodamientos

- giran a velocidades muy bajas ( $n < 10$  rpm)
- realizan movimientos oscilantes muy lentos
- permanecen estacionarios bajo carga durante largos períodos de tiempo.

**2.145.Irudia:** Errodamenduaren kalkuluak estatikara egiteko baldintzak; **Iturria:** [www.skf.com](http://www.skf.com)

Karga estatikora dimentsionatuko dira. Horretarako karga estatiko baliokidea kalkulatu da. Beti katalogoa jarraiturik.

**Carga estática equivalente**

Las cargas estáticas que tienen componentes radiales y axiales se deben convertir a una carga estática equivalente. Ésta se define como la carga hipotética (radial para los rodamientos radiales y axial para los rodamientos axiales) que, de ser aplicada, causaría en el rodamiento las mismas deformaciones permanentes que la carga real. Se obtiene con la siguiente ecuación general

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

donde

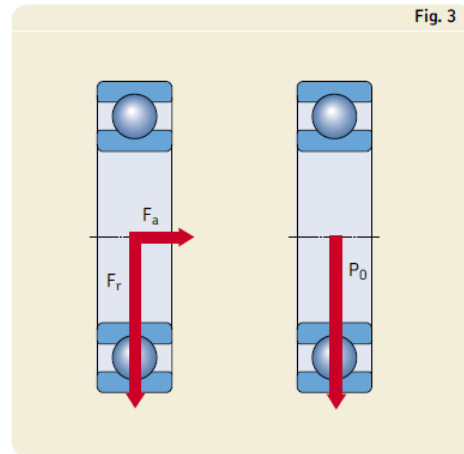
$P_0$  = carga estática equivalente, kN

$F_r$  = carga radial real del rodamiento (ver el texto que sigue), kN

$F_a$  = carga axial real del rodamiento (ver el texto que sigue), kN

$X_0$  = factor de carga radial del rodamiento

$Y_0$  = factor de carga axial del rodamiento



**Comprobación de la capacidad de carga estática**

Para los rodamientos cargados dinámicamente y cuando se conozca la carga estática equivalente del rodamiento  $P_0$ , se recomienda comprobar que la capacidad de carga estática es la adecuada usando

$$s_0 = C_0/P_0$$

Si el valor  $s_0$  obtenido es menor que el valor orientativo recomendado (→ tabla 10), se deberá seleccionar un rodamiento con una mayor capacidad de carga estática.

Tabla 10

Tipo de funcionamiento	Valores orientativos para el factor de seguridad estático $s_0$							
	Rodamientos rotativos Requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso					Rodamientos estacionarios		
	no importante		normal			alto		
	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos
Suave, sin vibraciones	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Cargas de choque notables <sup>1)</sup>	≥ 1,5	≥ 2,5	≥ 1,5	≥ 3	≥ 2	≥ 4	≥ 1	≥ 2

Para los rodamientos axiales de rodillos a rótula es aconsejable utilizar  $s_0 \geq 4$

<sup>1)</sup> Cuando se desconoce la magnitud de la carga de choque, deben usarse valores de  $s_0$  por lo menos iguales a los arriba indicados. Si las magnitudes de las cargas de choque son exactamente conocidas, se pueden aplicar valores de  $s_0$  menores

2.146.Irudia: Errodamenduaren karga estatikorako formulak; Iturria: www.skf.com

Karga estatikoko kalkuluak egiteko, aukeratu den errodamendua beste piezen diseinuaren arabera aukeratu dira eta errodamendu honek kargak jasaten dituen egiaztatuko da.

Lehenik, karga estatikoko ahalmen baliokidea ( $P_0$ ) kalkulatu da. Ondoren, segurtasun koefizientea kalkulatu da eta katalogoan ezarritako segurtasun koefiziente taulan konparatu da. Betiere, kalkulatuako segurtasun koefizientea taulakoa baino handiagoa izanik.

$$P_0 = x_0 \cdot F_r + y_0 \cdot F_a \tag{2.57}$$

Karga estatikoko ahalmena kalkulatzeko, errodamendu honek jasaten dituen kargak guztiz axialak izanik karga erradialei dagokiona ez da kontuan hartuko.

$x_0$  eta  $y_0$  faktoreak kalkulatzeko tauletara jo behar da:

$F_a/C_0$	e	$F_a/(VF_r) \leq e$		$F_a/(VF_r) > e$	
		X	Y	X	Y
0.014*	0.19	1	0	0.56	2.30
0.021	0.21	1	0	0.56	2.15
0.028	0.22	1	0	0.56	1.99
0.042	0.24	1	0	0.56	1.85
0.056	0.26	1	0	0.56	1.71
0.07	0.27	1	0	0.56	1.63
0.084	0.28	1	0	0.56	1.55
0.11	0.30	1	0	0.56	1.45
0.17	0.34	1	0	0.56	1.31
0.28	0.38	1	0	0.56	1.15
0.42	0.42	1	0	0.56	1.04
0.56	0.44	1	0	0.56	1

\*Usar 0.014 si  $F_a/C_0 < 0.014$

2.21. Taula: Errodamenduek jasaten duten karga axial eta erradialak; Iturria: DISEÑO DE MAQUINAS. Abasolo Bilbao, M; Navalpotro Cuenca, S; Iriondo Plaza, E. Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU). Bilbo, 2014.

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0} \tag{2.56}$$

Tabla 10

Tipo de funcionamiento	Valores orientativos para el factor de seguridad estático $s_0$							
	Rodamientos rotativos Requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso no importante				Rodamientos estacionarios			
	normal		alto		normal		alto	
	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos	Rodtos. bolas	Rodtos. rodillos
Suave, sin vibraciones	0,5	1	1	1,5	2	3	0,4	0,8
Normal	0,5	1	1	1,5	2	3,5	0,5	1
Cargas de choque notables <sup>1)</sup>	$\geq 1,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	$\geq 3$	$\geq 2$	$\geq 4$	$\geq 1$	$\geq 2$

Para los rodamientos axiales de rodillos a rótula es aconsejable utilizar  $s_0 \geq 4$

<sup>1)</sup> Cuando se desconoce la magnitud de la carga de choque, deben usarse valores de  $s_0$  por lo menos iguales a los arriba indicados. Si las magnitudes de las cargas de choque son exactamente conocidas, se pueden aplicar valores de  $s_0$  menores

2.147. Irudia: Estatikako segurtasun faktorea; Iturria: www.skf.com



Taula honetan begiraturik,  $S_0$  kalkulaturakoa, taulan agertzen dena baino handiagoa izatea lortu behar da. Funtzionamendua eta errodamendu motaren arabera.

$$S_0 > S_{0Taula} \rightarrow 2,67 > 0,5$$

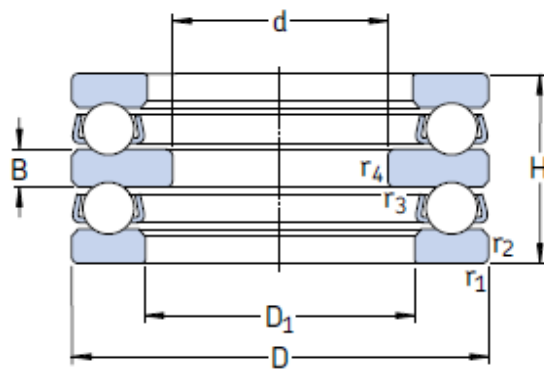
Segurtasun koefizientearen kalkulua betetzen duela egiaztatuta dagoenean, aukeratuko den errodamendua ondorengoa da.

Karga kapazitateak ondorengoak izango dira:

- Dinamikoa:  $C=22,5$  kN
- Estatikoa:  $C_0= 40,5$  kN

Dimentsioak ondorengoak izango dira:

- Barne diametroa:  $d=15$  mm
- Kanpo diametroa:  $D=40$  mm
- Errodamenduaren zabalera:  $H=26$  mm



2.148.Irudia: Boladun errodamendu axiala; iturria: [www.skf.com](http://www.skf.com)

Goi posizioko torlojuan erabiliko den errodamendu axiala 3.Dokumentuan 3.2.19.3.Goi kokapen torlojuaren errodamendua atalean kalkulaturakoaren arabera, SKF etxeko errodamendu axial bat aukeratu da.

Errodamendu honek jasango dituen karga egoera behe posizio torlojuan kokatzen den errodamenduaren berdina izango da. Beraz, errodamendu hau ere, beste piezen

diseinua dela eta aukeratuko da eta horren arabera, aukeratu den errodamenduak kargak jasango dituen konprobatuko da.

Errodamendu hauen dimentsionaketaren egiaztapena aurreko errodamendu axialean egin denaren berdina izango da.

$$P_0 = x_0 \cdot F_r + y_0 \cdot F_a \quad (2.57)$$

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0} \quad (2.56)$$

$$S_0 > S_{0Taula} \rightarrow 1,9 > 0,5$$

Segurtasun koefizientearen kalkulua betetzen duela egiaztatuta dagoenean, aukeratuko den errodamendua ondorengo da.

Karga kapazitateak ondorengoak izango dira:

- Dinamikoa:  $C=63,7$  kN
- Estatikoa:  $C_0= 163$  kN

Dimentsioak ondorengoak izango dira:

- Barne diametroa:  $d=55$  mm
- Kanpo diametroa:  $D=100$  mm
- Errodamenduaren zabalera:  $H=47$  mm

Biela eta eszentrikoaren artean kokatzen den errodamendua, *3.Dokumentuan 3.2.20.1. atalean* kalkulaturakoaren arabera SKF etxeko orratz errodamenduak aukeratuko dira. Mota honetako errodamenduak egokiak dira errodamenduaren zabalera txikiak behar direnean.

Errodamendu hau orratz bidezko SKF errodamendu bat izatea erabakitzen da. Izan ere, orratz bidezko errodamenduek indar handiak jasateko ahalmena dute eta gainera, espazio gutxi okupatzen dute.

Errodamendu honen aplikaziorako, errodamendua kokatu behar den ardatzaren diametroa izango da oinarria. Ardatza kasu honetan eszentrikoa izango delarik. Eszentrikoa AL-KO Record-en diseinua delarik eta ezin daitekeenez aldatu errodamendu hau aukeratuko da. Honen diametroa 120 mm-takoa izango delarik.

SKF etxeko orratz errodamenduak aukeratuko dira. Errodamenduen artean barne diametroa 120 mm-takoa duen orratz errodamendu bakarra dago.

SKF katalogoa jarraituz, eta errodamenduen aukeraketa normala alde batera utziz, lehenik errodamendua aukeratuko da eta honek jasango dituen kargen arabera, zenbat funtzionamendu ordu iraungo dituen kalkulatu da.

#### Vida nominal

La vida nominal de un rodamiento según la normativa ISO 281:1990 es

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

Si la velocidad es constante, suele ser preferible calcular la vida expresada en horas de funcionamiento utilizando la ecuación

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10}$$

donde

$L_{10}$  = vida nominal (con un 90 % de fiabilidad), millones de revoluciones

$L_{10h}$  = vida nominal (con un 90 % de fiabilidad), horas de funcionamiento

C = capacidad de carga dinámica, kN

P = carga dinámica equivalente del rodamiento, kN

n = velocidad de giro, rpm

#### 2.149.Irudia: Errodamenduen bizitza nominala; turria: [www.skf.com](http://www.skf.com)

Bizitza nominalaren kalkulua egingo da lehenik eta ondoren bizitza nominala funtzionamendu ordutan. Funtzionamendu orduetan biraketa abiadura beharrezkoa da. Motor elektrikoak 150 rpm-tan biratuko duelarik, errodamendu honek 59436,33 funtzionamendu ordu iraungo ditu.

Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas	
Clase de máquinas	Vida nominal Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrifugas	20 000 ... 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Máquinas para la industria de energía eólica, esto incluye el eje principal, la orientación, los engranajes, los rodamientos del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para el abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos	60 000 ... 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes de transatlánticos	> 100 000

**2.150.Irudia:** Mota bakoitzeko makinek behar duten bizitza nominala; **Iturria:** [www.skf.com](http://www.skf.com)

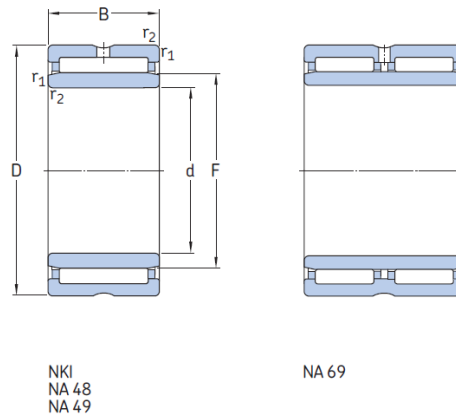
Produkzioan dauden makinek 1690 ordu lan egingo dute urtean, beraz, errodamendu honek, 35,17 urte iraungo ditu.

Karga kapazitateak ondorengoak izango dira:

- Dinamikoa:  $C=99$  kN
- Estatikoa:  $C_0= 255$  kN

Dimentsioak ondorengoak izango dira:

- Barne diametroa:  $d=120$  mm
- Kanpo diametroa:  $D=150$  mm
- Errodamenduaren zabalera:  $B=30$  mm



2.151.Irudia: Orratz errodamendua; Iturria: www.skf.com

Orratza errodamendu honen kalkulu guztiak 3.Dokumentua 3.2.19.1.Bielaren behe errodamendua atalean kalkulatuta egongo dira.

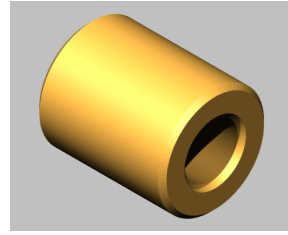
• **Zorroak**

Banatzaille bezala erabili dira. Zorro hauen funtzioa elementuak separatzeaz gain, beste elementuek baino arinago desgastatzea izango da. Horretarako, bere materiala errodamenduena eta engranajeena baino bigunagoa izan beharko da. Hori dela eta, aukeratutako materiala F-114 edo DIN CK-45 altzairua da.

COJINETES PARA TRABAJAR SIN LUBRICACIÓN													
Denomin.	Posibilidades de fabricación	Temp. °C mín. max.	Velocidad (m/s)	Carga N/mm <sup>2</sup>		Factor PV N/mm <sup>2</sup> - m/s	Coef. Fricción	Condiciones operativas					Nº de pág.
				Estática	Dinámica			Seco	Aceite	Grasa	Agua	Fluidos	
 DU <sup>TM</sup>	Cojinetes cilíndricos, cojinetes con valona, arandelas, bandas	-200 a 280	2,5	250	140	1,8	0,02 a 0,25	MB	B	NI	NI	NI	415

2.22.Taula: Kojineteen ezaugarriak; Iturria: www.epidor.com

Zorroa edo kojinetea aukeratzeko orduan kargen balioei erreparatu behar zaie. Kojinete honek, 250 MPa-etako karga estatikoa eta 140 MPa-etako karga dinamikoa jasan dezake. Karga aldetik soberan jasango du. Gainera, kojinete honen abantailetakoa bat, lubrikaziorik beharrik ez duela. Lan egiteko, baldintza lehorretan egin dezake, mantenua gutxituz.



2.152.Irudia:Kojinetea;Iturria: www.epidor.com

### • Zirrindolak

Azkoin itsuen asentu bezala erabiliko dira eta honako ezaugarri edo funtzioak beteko ditu:

Azkoinen lasaitzea ekiditeko seguritate-osagaia.

Estutze edo lotze-kargaren banaketa zabalagoa izatea




2.153.Irudia:Zirrindolak;Iturria: www.logismarket.es

Makina honetan erabiltzen diren azkoinak DIN 6915 dira UNE 17066 araua betez. Zirrindolaren zuloa torlojuarena baino handiagoa izan beharko da.

### • Finkapen eraztunak

Sarrera ardatzeko B errodamendu konikoa finkatzeko erabiliko da. Daukaten abantaila nagusia beraien muntaketa eta desmuntatze erraza da. Izendapena; DIN 472 eta DIN 471 da.

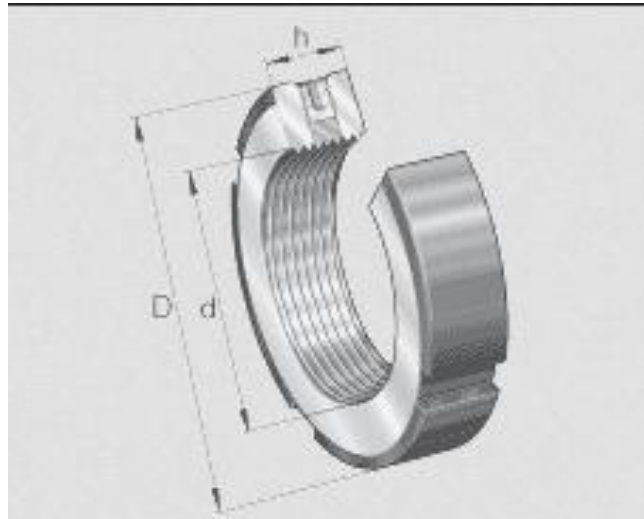
DIN 472	
Anillos elásticos para agujeros	
Diámetro Interior	Diámetro Interior
I - 8	I - 72
I - 9	I - 75
I - 10	I - 78
I - 31	I - 155
I - 32	I - 160
I - 33	I - 165
I - 34	I - 170
I - 35	I - 175
I - 36	I - 180



2.154.Irudia: Segurtasun eraztunak eta dimentsio taula; iturria: [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

### • Segurtasun azkoinak

Segurtasun azkoin hauek azkoin funtzioa betetzen dute, baina bere posiziora heltzen denean, torloju bat estutuz bere posizio horretan mantentzen da. DIN 1804 araua betetzen dutena.



2.155.Irudia: Segurtasun eraztuna; iturria: [www.directindustry.es](http://www.directindustry.es)

### • Torlojuak

Osagai bi elkarren artean finkatzeko, finkatuko den osagaia, hariztatu gabekoa izango da eta oinarria hariztatua izango da. Finkatzeko den osagaiaren egingo dugun zuloa, beti, izango da finkatzeko erabiliko dugun torloju baina handiagoa.

Entsegu makinan erabilitako torloju denak zulo hexagonaleko DIN 912 izango dira, metrika eta neurri desberdinetakoak.



2.156.Irudia: DIN 912 torlojuak; Iturria: www.kipp.com

### 2.8.3.- Muntaia / Desmuntaia

Entsegu makinaren muntaiak bost atal nagusi izango ditu, multzo higikorra, multzo estatikoa, serbomotore sistema, mugimendu multzoa eta egitura.

Lehendabizi, egitura hartuko da eta oinarriaren gainean soldatuko da. Oinarrian, vibrachoc oinarriak jarriko dira. Vibrachoc hauek torloju hexagonal batekin lotuko dira beste azkoin batekin oinarriaren nibel egokia egin arte. Lehenengo muntaketa hau muntaketa lineako posizioan egin daiteke edo enpresa plantako beste gune batean, eta gero, produkzio lineara eraman.

Ondoren, mugimendu multzoa muntatuko da. Multzo honetako motor elektrikoa egituran kokatuko da. Motor honen ardatzean ardatz honek dakarren txabeta kokatuko da. Eszentrikoan orrazdun errodamendua kokatuko da, segurtasun zirrindola kokatzeko artean artean. Errodamendua finko mantentzeko, circlipekin lortzen da. Errodamenduan bielaren beheko zuloa kokatuko da. Bielaren beheko zuloan ere bi circlip kokatuko dira errodamenduaren desplazamendu axialik gerta ez dadin. Ardatza muntatuta dagoenean, ardatzean eszentrikoa eta bere gain dauden elementuak sartuko dira.

Multzo higikorreko aluminiozko plakan gida linealen patinak jarriko dira. Gida linealen gidak egituraren gune bertikalean kokatuko dira. Ondoren, multzo higikorreko aluminiozko plaka gida horietan kokatzeko.



Ondoren, behe topea kokatuko da aluminiozko plakan. Behe topean, gida zutabeak kokatuko dira. Zutabe hauetan buloia, buloi euskarria eta buloi erregulatzailerak dituen multzoa sartuko da. Gero, goi topea zutabeetan sartuko da eta aluminiozko plakaren aurka lotuko da. Honela multzo higikorra muntatuta geratuko da.

Aluminiozko plakaren erdiko zuloan zorro bat sartuko da, ondoren bielaren goiko ardatza bertan sartzeko. Ardatz horretan, zorro bat kokatuko da bielaren goiko zuloaren mugimendua bermatzeko.

Horrela, multzo higikorra eta mugimendu zatia lotuta geratuko dira.

Multzo estatikoaren plakan gida linealen patinak kokatuko dira. Gero euskarri hau egiturari kokaturiko gidetan sartuko dira.

Euskarri hau kokatu denean, serbomotore sistema kokatuko da. Goi posizio torlojua kokatuko da serboaren ardatzean rotex batez. Torlojuaren beste muturra errodamendu axial baten kokatuko da, torloju honentzako gidatik pasa ostean. Gida hau euskarri estatikoarekin lotuta egongo da.

Multzo estatikoan karga zelula eta zilindro oleohidraulikoa kokatuko dira.

Azkenik, segurtasun hesiak kokatuko dira, bai alanbrezkoak eta baita argizkoak.

### 2.8.4.- Mantenua

Entsegu makina honetan mantenurik handiena duen elementua zilindro oleohidraulikoa izango da. Zilindro honek olioarekin funtzionatzen duenez olioaren mantenua oso garrantzitsua da.

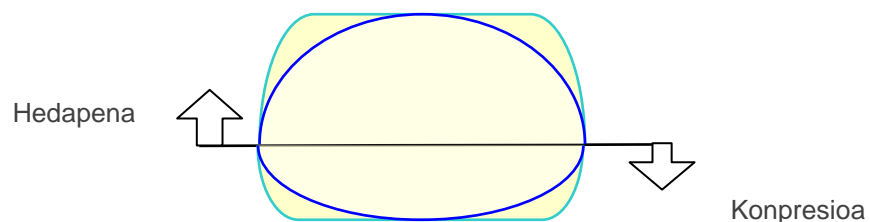
Olio hauek presio handiak jasateko gai izango dira. Erabiliko den olio mota OLITRAN W-150 olio izango da. Olio mota hau presio handietan lan egiteko erabiltzen da eta jariakortasun egokia du.

Errodamenduak koipeztatu egin behar dira eta baita zutabe gidak ere. Bielaren goiko ardatzean kokatuta dagoen zorroak lehorreko lana egiten baitu. Engranaje koniko sistema ere koipeztatua izan behar da.

### 2.8.5.- Entsegu makinaren emaitzen interpretazioa

Entsegu makina hau muntatu eta martxan jartzen denean, motelgailu bakoitza ensaiatzen denean, makinaren softwareak emaitza bat ematen du. Emaitza hori, makinak pantaila batean irudikatuko du. Emaitza hori grafiko batean irudikatuko du makinak.

Motelgailuaren emaitza perfektua izango balitz eta motelgailua ideala izango bazen ondorengo grafikoaren itxura izango luke.



2.157.Irudia: Motelgailuaren indar-ibiltarte grafikoaren itxura; iturria: AL-KO I+D Departamentua

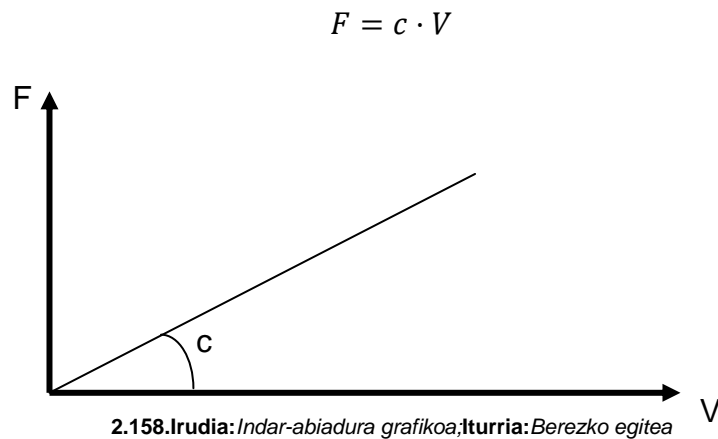
Grafiko honek motelgailuak ematen duen indarra adierazten du motelgailuaren ibiltartearen arabera. Grafiko horiek abiadura konkretu batean egiten dira.

Grafiko urdina hasierako motelgailuaren grafiko originala izango da, eta grafiko berdea, motelgailu horren olioaren jarioaren murrizketa baten ondorioz kurba zabalagoa hartuko du. Motelgailuak heltze gehiago izango du.

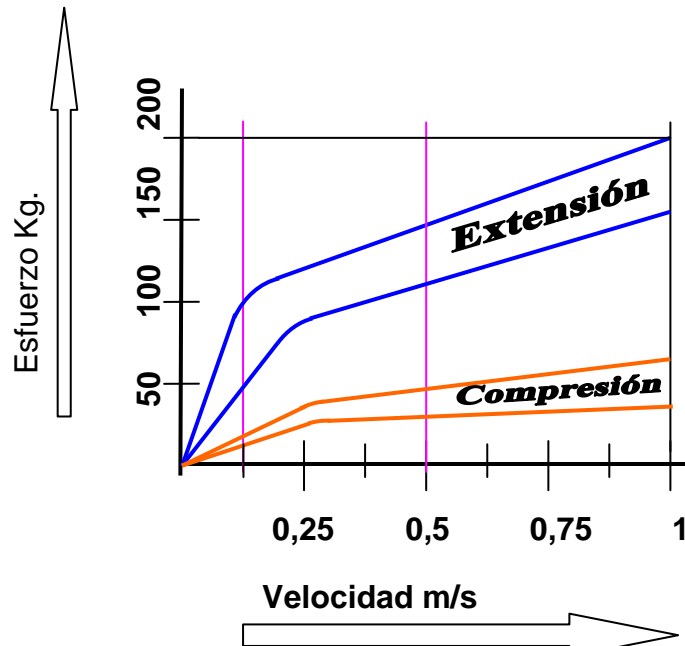
Motelgailu baten horrelako grafikoa lortzea oso zaila edo ezinezkoa izango da. Kurba berdea motelgailu baten grafiko ideala izango da. Akatsen bat izatea normala baita. Eta grafiko errealak ez du grafiko horren antzik izango.

Grafiko idealek jarraitzen duten formula  $F = c \cdot V$  izango da. Hau da, abiadura aldaketarekin, indarra ere aldatuko da. Horregatik, grafiko berdeak gune horizontal bat izango du, non, indarra konstante izango den,. Izan ere, abiadura konstantea izango da.  $c$  parametroa motelgailu bakoitzaren ezaugarria izango da eta motelgailua aldatzerakoan,  $c$ -ren balio hori aldatu egingo da.

Motelgailuen ezaugarriak ikusteko indar-abiadura grafiko bat ematen da. Grafiko horretan, abiadura aldaketaren eraginez indarraren aldaketa adierazten da.



Grafiko honetan ikusten da nola gero eta abiadura handiagoa egin, motelgailuak egiten duen indarra gero eta handiagoa izango dela. Grafiko ideal bat grafikoa lineala izango litzateke, baina aurreko grafikoetan moduan, horrelako grafiko ideal bat lortzea oso zaila da.



2.159.Irudia: Indar-abiadura grafikoa, Iturria: AL-KO I+D Departamentua

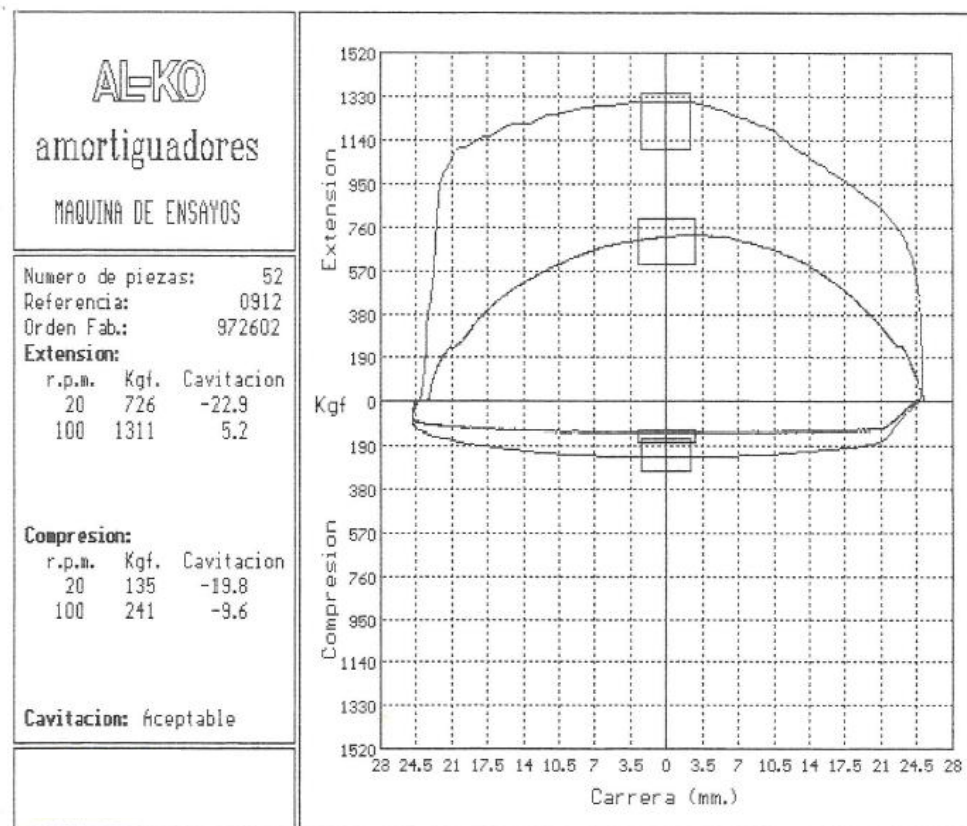
2.152.Irudiko grafikoan azaltzen den maldak tontor antzeko bat egiten du 0,131 m/s-ko abiadura. Tontor hori egitea, motelgailu hidrauliko bat delako gertatzen da. Motelgailuen kurba karakteristikoa, kurba esponentzial bat denez, abiadura igotzen den heinean puntu batetik aurrera indarra ez da igoko. Hau gertatu ez dadin, eta abiadura igotzean indarra hain bizkor ez dadin igo, motelgailuaren pistoiaren gainazalak ez ditu ardatzarekiko  $90^\circ$  beteko. Gainazal horrek angelu bat izango du, horrela pistoiaren gainean kokatzen diren zirrindolak errazago flexionatuko dira olio jariora pasatzen utziz. Malda hori konstantea izan beharko litzateke hasieratik amaiera arte motelgailuak malguki bat bezala funtzionatuko balu.

Produkzio lerroan kokatzen diren entsegu makinek ematen dituzten motelgailuen grafikoetan hedapenean eta konpresioan bi emaitza ematen dituzte. Motelgailuak zenbateko maiztasunarekin hedatu eta konprimitzen den adierazten duena. Bat maiztasun handiagoarekin eta bestean txikiagoarekin.

Ondoren azalduko den grafikoa entsegu makinak produkzio lerroan ematen duen grafikoa izango da. Entsegu makinak, aurretik azalduko indar-ibiltarte grafikoa emango du. Grafiko ezberdin bat entsaiatuko den abiaduraren arabera.

Grafiko hauek emateko erabiliko den ibiltartea  $\pm 25$  milimetro izango dira. Motelgailua makinan kokatzen denean, lehenengo makinak motelgailuaren oreka posizioan kokatuko du. Gero, aukeratutako abiadurarekin motelgailua entsaiatuko da. Ondorengo

grafikoak adierazten duenez, motelgailu hau 20rpm eta 100rpm-tan entsaiatuko da. Kasu honetako rpm-ak motelgailuaren hedatze eta konprimitutako zikloak izango dira.



2.160.Irudia:Entsegu makinak ematen duen grafikoa;Iturria:AL-KO Produkzio Departamentua

Motelgailuak hedatzean lan egiten duenean, konpresioan baino indar handiagoa ematen du. Indar aldaketa hori motelgailuak horrela diseinatuta daudelako izango da. Izan ere, motelgailuak hedatzean lan egiteko diseinatuta daude. Konpresioan lan egiteko, ibilgailuek malgukiak erabiltzen dituzte. Malgukiek ibilgailua eutsiko dute eta motelgailuek malgukiaren errebote hori xurgatuko dute.

Grafiko horretan adierazten den bezala, hedatzeko indarra 1311 kg-takoa izango da 100 rpm-tan eta 726 kg-takoa 20 rpm-tan. Konpresioan, aldiz, 100 rpm-tan 241 kg-tako indarra ematen du eta 20 rpm-tan 135 kg 20 rpm-tan.

Indarrak ikusita, entsegu makinak ematen duen beste datu bat kabitazioaren datua da. Datu hau ateratzeko softwareak grafikoaren hedatze zatiaren ezkerrekoa eta eskuinaldea konparatzen ditu, hau da, motelgailua irekitzen eta ixten dagoeneko grafikoaren interpretazioak konparatzen ditu. Konparaketa honetan dagoen

desberdintasuna kabitazioa deitzen da. Kabitazio hau motelgailuaren funtzionamenduan dauden akats bezala kontsideratzen ditu programak.

Motelgailu mota honetan ematen den kabitazioa %-22,9koa da hedapenean 20 rpm-tako abiaduran eta %5,2koa 100rpm-tako abiaduran. Konpresioan, aldiz, %-19,8-koa da 20 rpm-tan eta %-9,6koa 100 rpm-tan. Kabitazioa onargarria izan dadin AL-KO Record-en  $\pm$ %35eko tolerantzia onargarria izango da. Motelgailu honek ematen duen kabitazio maximoa %-22,9koa izanda, onargarria izango da.

Kabitazio hau ematen diren guneak normalean beti berdinak izaten dira. Normalean, motelgailua oreka posiziotik abiatzen denean bai hedatzean eta baita konprimitzean ematen da, hau da, grafikoaren ezker goialdean eta eskuin behealdean.

Fenomeno hau hainbat kausengatik ematen da. Alde batetik, funtzionamenduan zehar olio falta dela eta, hutseko guneak sortzen dira eta motelgailuak ez du indarririk ematen. Bestetik, hedapeneko kabitazioa *2.8.1.1.Motelgailuaren funtzionamendua* atalean azaltzen den 1.balbula 4.balbula baino gogorragoa izatea da. Horrela 4.balbulak olio gehiago kanporatuko duelarik. Azkenik, *2.8.1.1.Motelgailuaren funtzionamendua* atalean azaltzen den 3.balbula lar gogorra izatea da. 3.balbula hau gogorregia izateak konpresioan ere kabitazioa sortzea dakar.

## 2.9.- Planifikazioa

Proiektu bat diseinatu eta ekoizterakoan, berau garatu ahal izateko burutu beharreko ekintzen denborak kalkulatu behar dira. Modu horretan exekutatzeko beharrezko denbora zehaztu ahal izango da.

Motelgailuen entsegu makina diseinatzeko planifikazioa zazpi ataletan banatu da: Azterketa, informazioa bilatzea, lehen diseinua, fabrikazioa, esperimentazioa, optimizazioa, balorazioa eta ondorioa.

**Azterketa:** Lehendabizi, proiektua diseinatu aurretik bezeroaren behar izanak aztertu beharko dira, bere eskakizunak zeintzuk diren ezagutu eta bere nahiak ahalik eta modu eraginkorrean asetzeko.

**Informazioa bilatzea:** Azterketa burutu ostean, ahalik eta informazio gehien lortzen saiatu behar da. Horretarako, katalogo, liburu eta indarrean dauden arauak kontsultatuko dira.

**Lehen diseinua:** Informazioa eskuratu ostean, makinaren elementu nagusien kalkulua egiten hasiko da. Kalkulua eta diseinua, neurri handi batean, batera egingo da. Kalkuluak egiteko beharrezkoa izango baita, makinaren itxura orokorra zein den jakitea eta azken diseinua egiteko orduan, aldiz, kalkuluetan lorturiko emaitzetan arreta osoa jarri beharko da.

**Fabrikazioa:** Makinaren eraikuntza diseinua egin ondoren gauzatuko da. Horretarako derrigorrezkoa izango da planoetan adierazita dagoena zehatz betetzea.

**Esperimentazioa:** Makina muntatu ostean esperimentazioa burutuko da, hots, elementu guztien funtzionamendua egokia dela frogatuz eta baieztatuz.

**Optimizazioa:** Funtzionamenduari so egin ondoren, zerbait hobetu daitekeela ikusten bada, akatsik badago, posible den heinean hori hobetzen saiatuko da, ahalik eta makinarik optimoena lortzeko.

**Balorazioa eta ondorioa:** Dagoeneko, lortutako emaitzetatik balorazio edota ebaluaketa sakona egingo da ondorioak lortzeko, proiektua errentagarria dela baieztatzeko.

Jarraian proiektuaren planifikazioa ulergarriago izateko GANTT diagrama bat esleitzen da.

Izendapena	Ostekoa	Aurrekoa	Iraupena
A	B	-	10 egun
B	C	A	15 egun
C	D	B	25 egun
D	E	C	25 egun
E	F	D	10 egun
F	G	C,D	20 egun
G	-	F	10 egun

**2.23.Taula:** Prozesuen taula; **Iturria:** Berezko iturria



EKINTZA	IRAUPENA	Azaroa	Abendua	Urtarrila	Otsaila	Martxoa	Apirila
A	10 egun						
B	15 egun						
C	25 egun						
D	25 egun						
E	10 egun						
F	20 egun						
G	10 egun						
<b>Egitearen iraupena</b>	115 egun						

2.24.Taula: Gantt diagrama, Iturria: Berezko iturria

Azkenean planifikazioak guztizko denbora bat emango du, eta honen arabera proiektuaren iraupena lortuko da. Proiektuaren exekuzioan aurrerapenak edo atzerapenak egonez gero, baliteke zehaztutako edo kontratatutako epea ez betetzea. Horrek, ondorioak eragin ditzake, akordioan, enpresan, langileetan, etabar.

## 2.10.- Kalitate plangintza

### 2.10.1.- CE ziurtagiriak

Europar komunitatean CE ziurtagiria eskuratzeko eman behar diren urratsak “Directiva 98/37/CE” makinaren araudiak zehazten ditu.

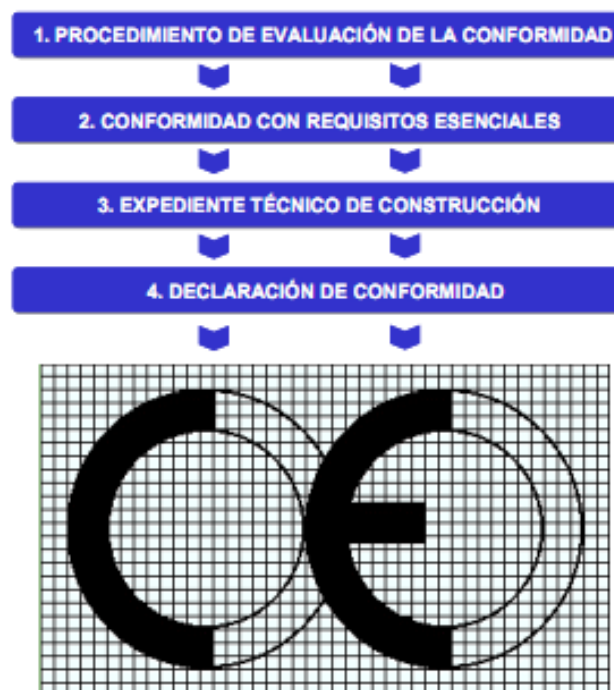
Araudi honen helburua makinaren kalitatea eta seguritatea bermatzea da, helburuak lortzeko beharrezko baldintza, neurri eta ezaugarriak finkatzen dituelarik.

98/37/CE araudiaren arabera makina guztiek CE ziurtagiria eta adostasun deklarazioa erantzirik izan behar dute. Kasu honetan, kontuan hartuko da proiektuan definitzen den

makina IV eranskinaren barnean dagoela eta, hortaz, bere izateari dagokion araberako urratsak emango direla adostasun deklarazioa eskatzerakoan.

Nola makina osoa, bere osotasunean eraikitzeko, zehazten duen araurik ez den existitzen adostasun deklarazioa lortzeko, 98/37/CE araudiaren hirugarren bidea bete beharko da.

Arau zehatzik ez badago, CE azterketa edo prozedura gainditu beharko da:



2.161. Irudia: CE ziurtagiria lortzeko eskema; iturria: [www.gestion-calidad.com](http://www.gestion-calidad.com)

Behin, azterketa edo prozedura bukatuta dagoela, fabrikatzaile edota agente komertzialak, gure kasuan gu, makina bat eta berari dagokion eraikuntza txosten teknikoa plazaratu beharko du. Atal guztiak burututa, CE ziurtagiria ipiniko da denon begi-bistan zein era irakurgarri eta ezabagaitz batean. Jakin behar da, CE ekipoaren edota ezaugarrien plaken gainean doala.

Ezin daiteke ahaztu, makinak sufri dezakeen aldaketa guztiak elkarteari adierazi behar zaizkiola, elkarreak, berak, CE ziurtagiria emango baitu.

## 2.11.- Proiektuaren kostua

Atal honetan abiadura kaxak izango duen gastua aipatuko dugu. Bertan emango diren datuak 6. DOKUMENTUA: AURREKONTUAK dokumentuan plazaratutako datuak dira, hortaz informazio gehiago bilatzeko kontsultatu dokumentu hau.

AL-KO Record-ek bere erabilerarako egitean makinak duen kostua ondorengoa da:

Lehengai eta fabrikazioaren aurrekontua: 62.553,38€

Pertsonalaren gastua: 11.429,01€

- Diseinatzaile Mekanikoa: 3.100,17€
- Diseinatzaile elektriko/ elektronikoa: 2.668,38€
- Erosketa: 511,71€
- Biltegia: 412,12€
- Muntaketa mekanikoa: 2.291,90€
- Muntaketa elektriko/ elektronikoa: 2.388,72€
- Zuzendaritza funtzioak: 27,82€
- Funtzio administratiboak: 28,19€

---

**Guztira: .....73.982,39€**

**EGITEAREN AURREKONTUA:.....73.982,39€**

**Egitearen Aurrekontuaren balioa HIRUROGEITA HAMAHIRU MILA BEDERATZIREHUN ETA LAUROGEITA BI EURO ETA HOGEITA HEMERETZI ZENTIMO da.**

Makina honen komertzializazioarekin hastea nahi bada, entsegu makina hauek hurrengo prezioan saldu beharko litzateke:

Egitearen aurrekontua: \_\_\_\_\_ 73.982,39€

Proiektuaren Ordainsariak (%35): \_\_\_\_\_ 25.893,84€

BEZ(%21): \_\_\_\_\_ 15.536,30€

---

**PROIEKTUAREN AURREKONTU OSOA:.....115.412,53€**

**Aurrekontu Osoaren balioa EHUN ETA HAMABOST MILA LAUREHUN ETA  
HAMABI EURO ETA BERROGEITA HAMAHIRU ZENTIMO da.**

Abadiñon, 2015eko Ekainaren 18an,

Ingeniaritza Mekanikoko Graduan

Asier Uriarte Orobiourrutia

45751584-F

Sinatuta: