



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**Modelización de un brazo móvil a partir
de un cabrestante para su uso en
vehículos o remolques como ayuda de
carga**

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR/A

Lledó Fortea Pallarés

DIRECTOR/A

Francisco Javier Andrés de la Esperanza

Castellón, Septiembre de 2018

Agradecimientos

A mi familia, novio y amigos por el apoyo incondicional que me han dado desde el principio.

A Krencross Offroad SL, por haberme dado la oportunidad de crecer y de formarme dentro del ámbito de la ingeniería.

A Manuel y Héctor por enseñarme con humildad todos los conocimientos que he tenido la suerte de aprender durante este proyecto.

A mi tutor por las horas dedicadas y la ayuda otorgada.

En general, a todos los que se han implicado de forma desinteresada con el proyecto.



Índice general

Índice de Ilustraciones	6
Índice de tablas	8
Capítulo 1. Memoria	12
Capítulo 2. Anexos.....	50
1. Anexo Cálculos	52
2. Anexo Catálogos.....	98
Capítulo 3. Planos.....	120
Capítulo 4. Pliego de condiciones	166
Capítulo 5. Mediciones.....	176
Capítulo 6. Presupuesto	190

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 - Grúa pluma y carretilla elevadora.....	16
Ilustración 2 - Gráfica de incidencias laborales.....	17
Ilustración 3-Furgoneta media del mercado.....	18
Ilustración 4-Pick Up media del mercado	18
Ilustración 5-Remolque ligero medio del mercado.....	18
Ilustración 6 - Grúa móvil	19
Ilustración 7-Cabrestante manual.....	24
Ilustración 8-Cabrestante Eléctrico	24
Ilustración 9-Cabrestante Hidráulico	25
Ilustración 10- Elección del cabrestante final	26
Ilustración 11 - Tipos de cable. Izda-Acero. Dcha -Sintético	27
Ilustración 12 - Vigas perfil rectangular y placas de plástico de PTFE.....	28
Ilustración 13 - Modelización de la viga con los patines en verde.....	29
Ilustración 14-Pistones hidráulicos	29
Ilustración 15-Grúa pluma con brida	30
Ilustración 16 – Pasadores con seguridad.....	30
Ilustración 17 - Modelización de los pasadores con horquilla de seguridad	31
Ilustración 18 - Cilindros a gas.....	32
Ilustración 19 - Cilindro hidráulico con circuito interno.....	32
Ilustración 20 - Corona y tornillo sin fin	34
Ilustración 21 - Engranajes. Vista Sección (izda.), vista general (dcha.).....	36
Ilustración 22 - Cargas en los rodamientos.....	36
Ilustración 23 - Rodamientos de bolas y rodamientos axiales de bolas	37
Ilustración 24 - Rodamiento de rodillos cilíndricos y rodamiento axiales de rodillos cilíndricos	38
Ilustración 25 - Elementos de sujeción de los rodamientos. Vista de corte de perfil de la modelización.	39
Ilustración 26 - Diferentes elementos de la base. Vistas generales y corte de perfil	40
Ilustración 27 - Optimización de la base inferior. Vista general de la modelización	40
Ilustración 28 - Bloqueo por el interior. Vista exterior (izda) y sección de planta (dcha.).....	42
Ilustración 29 - Remolque	42
Ilustración 30 - Colocación de las poleas	43
Ilustración 31- Volante seleccionado (izda.) y su representación en SolidWorks (dcha.)	43
Ilustración 32 - Gancho con polea.....	44

Ilustración 33 - Vistas Perfil del Brazo Móvil.....	45
Ilustración 34 - Vista de planta del conjunto	46
Ilustración 35 - Vista en perspectiva del conjunto.....	47
Ilustración 36 - Estabilidad en remolque. Vista de Planta	57
Ilustración 37 - Estabilidad en Pickup. Vista de planta	59
Ilustración 38 - Brazo móvil esquematizado. Vista de perfil.....	60
Ilustración 39- Disposición del pistón para las 2 medidas extremas y para 90º. Vistas de perfil	60
Ilustración 40-Ángulo del cable. Vista de Perfil.....	61
Ilustración 41- Polea Caso 90º.Vista Perfil	62
Ilustración 42- Pluma Caso 90º. Vista perfil [mm]	63
Ilustración 43-Cabrestante caso 90º.Vista de Perfil.....	64
Ilustración 44-Columna Caso 90º.....	65
Ilustración 45 - Polea Caso Extremo. Vista de perfil	65
Ilustración 46 - Pluma Caso Extremo	66
Ilustración 47 - Cabrestante Caso Extremo	67
Ilustración 48 - Columna Caso Extremo	68
Ilustración 49-Cortes de la pluma 90º.....	70
Ilustración 50 - Gráfica diagramas pluma caso 90º.....	71
Ilustración 51- Cortes de la columna Caso 90º	72
Ilustración 52 – Gráfica diagramas columna Caso 90º.....	74
Ilustración 53 - Cortes en la Pluma Caso extremo	74
Ilustración 54 - Gráfica diagramas pluma Caso extremo	75
Ilustración 55 - Diagrama Pluma esfuerzo Normal (N)	76
Ilustración 56 - Diagrama Pluma esfuerzo Cortante (N)	76
Ilustración 57- Diagrama Pluma del Momento Flector (Nm).....	77
Ilustración 58 - Cortes columna Caso Extremo	77
Ilustración 59 - Gráfica diagramas columna Caso extremo	78
Ilustración 60 - Diagrama Columna Esfuerzo Normal(N)	79
Ilustración 61 - Diagrama Columna Esfuerzo Cortante (N)	79
Ilustración 62 - Diagrama Columna Momento Flector (Nm).....	80
Ilustración 63 - Gráfica deflexión pluma	82
Ilustración 64 - Cálculo de la deformación mediante SolidWorks	83
Ilustración 65 - Estudio de Pandeo SolidWorks	83
Ilustración 66 - Esquematización de la unión del pistón.....	84



Ilustración 67-Graficas del esfuerzo Cortante y Momento Flector.....	84
Ilustración 68- Tabla proporcionada por SKF para rodamientos de bolas.....	88
Ilustración 69 - Engranajes de la columna. Ejemplo	91
Ilustración 70 - Reacciones exteriores	94
Ilustración 71 - Simulaciones realizadas en la base. De arriba a abajo: Tensiones, deformaciones unitarias, amplitud resultante.....	96

Índice de tablas

Tabla 1-Recapitulativa de vehículos y remolques.....	19
Tabla 2 - Elección de los dos cabrestantes.....	26
Tabla 3 – Elección del cable para los diferentes cabrestantes.....	28
Tabla 4 - Características Pistón	33
Tabla 5 - Rodamientos seleccionados	38
Tabla 6 - Selección de poleas y Ejemplo de la modelización de una de ellas. Vista de perfil y alzado	43
Tabla 7-Ángulos del pistón diferentes posiciones.....	61
Tabla 8 - Cálculo del CDG de la pluma.....	62
Tabla 9- Recapitulativo de las fuerzas calculadas para ambos casos.....	69
Tabla 10 -Cortes Pluma Caso Extremo	75
Tabla 11- Resultados cortes columna Caso Extremo	78
Tabla 12- Cálculo de tensiones máximas	80
Tabla 13 - Pesos de las vigas de la pluma.....	81
Tabla 14 - Comprobación de la tensión admisible	81
Tabla 15 - Dimensiones de la columna.....	82
Tabla 16 - Resultados obtenidos para el cálculo de esfuerzo Cortante y momento flector.....	84
Tabla 17 - Dimensiones bulón unión pluma-columna	86
Tabla 18 - Distancia entre ejes en función del módulo.....	90
Tabla 19 -Valores fuerza engranaje.....	92
Tabla 20 - Materiales de las piezas	172
Tabla 21 - Dimensiones características de las piezas.....	181
Tabla 22 - Peso de las piezas	183
Tabla 23 - Peso global del proyecto. Cabrestante EWX9500	184
Tabla 24 - Peso global del proyecto. Cabrestante EWX5500	184
Tabla 25 - Tiempo estimado para el mecanizado de las piezas	185
Tabla 26-Tiempo estimado para el montaje de las piezas.....	187

Tabla 27 - Precio de las piezas.....	194
Tabla 28- Precio por el mecanizado	194
Tabla 29- Precio por el montaje	194
Tabla 30-Precio total del proyecto 9500 lb	195
Tabla 31-Precio total del proyecto 5500 lb	195



Memoria

Capítulo 1. Memoria

1. Resumen.....	15
2. Introducción	15
2.1. Objetivo	15
2.2. Justificación	16
2.3. Alcance	17
2.4. Antecedentes	19
3. Normas y referencias.....	20
3.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	20
3.2. Programas de cálculo	21
3.3. Bibliografía	21
4. Requisitos del diseño	22
5. Diseño de la estructura.....	23
5.1. Cabrestante	23
5.1.1. Manual	23
5.1.2. Eléctrico.....	24
5.1.3. Hidráulico	24
5.1.4. Justificación de la elección adoptada.....	25
5.1.5. Cable.....	26
5.1.5.1. Acero	27
5.1.5.2. Sintético.....	27
5.1.5.3. Justificación de la elección adoptada.....	27
5.2. Pluma.....	28
5.2.1. Sistema de telescopado	29
5.2.1.1. Pistones hidráulicos.....	29
5.2.1.2. Manual con brida	30
5.2.1.3. Manual con pasador.....	30
5.2.1.4. Justificación de las medidas adoptadas	31
5.3. Elementos de pliegue y despliegue de la estructura	31
5.3.1. Cilindros a gas.....	32
5.3.2. Cilindro hidráulico	32
5.3.3. Manual	32

5.3.4. Justificación de las medidas adoptadas	33
6. Diseño del mecanismo interno del sistema de rotación	33
6.1. Motor + Reductor	33
6.2. Manual	34
6.3. Corona + tornillo sin fin	34
6.4. Engranaje.....	34
6.5. Justificación de las medidas adoptadas	35
7. Diseño de los elementos mecánicos guía.	36
7.1. Número de rodamientos	36
7.2. Rodamientos de bolas.....	37
7.3. Rodamientos de rodillos.	37
7.4. Justificación de las medidas adoptadas	38
8. Base	40
9. Bloqueo de la rotación del sistema.....	41
9.1. Bloqueo en el interior del sistema	41
9.1.1. Bloqueo columna	41
9.1.2. Bloqueo eje piñón	41
9.2. Bloqueo en el exterior del sistema.....	41
9.3. Justificación de las medidas adoptadas	41
10. Sistema de Anclaje	42
11. Otros elementos.....	43
11.1. Poleas	43
11.2. Volante	43
11.3. Ganchos.....	44
11.4. Batería	44
11.4.1. Batería extra para su uso exclusivo del brazo móvil	44
11.4. 2.Batería propia del vehículo	44
12. Resultado final	45
12.1. Vista de alzado de las posibles configuraciones	45
12.2. Vista de Planta con diferentes angulos de rotación.....	46
12.3. Vista en perspectiva en diferentes configuraciones	47



13. Conclusión..... 48



1. Resumen

La empresa Krencross Offroad SL. lleva trabajando en el campo de los vehículos 4x4, está situada en el municipio de Castellón de la Plana. El objetivo de esta empresa siempre ha sido ofrecer a sus clientes soluciones innovadoras y diferentes para cada uno de sus problemas referentes al mundo del todoterreno, así como mejorar las prestaciones de los mismos. Actualmente, se centran entre otras cosas, en los diferentes posibles usos e instalaciones de cabrestantes bien sean manuales, eléctricos o hidráulicos.

El objetivo de este trabajo es estudiar, desarrollar y diseñar a coste mínimo, la posibilidad del uso de un cabrestante como un nuevo dispositivo de ayuda de carga para el cliente, facilitando y reduciendo el esfuerzo que supone cargar un remolque sea cual sea el peso del componente a cargar. Para ello, se estudiarán las diferentes posibilidades de cabrestantes existentes en el mercado, teniendo en cuenta el uso que se le va a dar, las diferentes opciones de montaje (ya que se espera diseñar una estructura acoplable a diferentes remolques o vehículos, así como la opción de un remolque con estructura incluida), los materiales según los pesos estimados, así como las opciones de fuente de energía disponibles.

Con respecto a la metodología a seguir, se desarrollarán diferentes diseños de estructura, se hará un estudio de resistencia de materiales, se estudiarán los mecanismos internos del brazo y las fuentes de energía necesarias. Se verificarán los resultados con el software de diseño SolidWorks, este permitirá modelizar y estudiar la resistencia de la estructura mediante simulaciones y el desplazamiento provocado por la carga. Una vez las dimensiones, materiales y la concepción esté definida se estudiará el diseño de un remolque con dicha estructura incorporada.

Con este trabajo se espera obtener un dispositivo personalizable y adaptable en función del cliente, ya sea para remolques ligeros (carga útil 750kg), agrícolas (cuya carga útil es más elevada) o en vehículos tipo pickup (carga útil sobre 1000kg) o furgonetas así como su venta incorporada en remolques propios. Utilizando como base un cabrestante como medio para elevar la carga y con el mínimo coste.

2. Introducción

2.1. Objetivo

El objetivo principal del proyecto es aplicar los conocimientos aplicados durante el grado de ingeniería en tecnologías industriales en un tema concreto, en este caso, en el campo de la mecánica. Poder de la misma manera, afianzar dichos conocimientos y ampliarlos dentro de una industria desarrollando un proyecto que solucione algún problema existente en la actualidad, investigando productos similares y desarrollando uno diferente

Se espera obtener una visión global de las fases de desarrollo, diseño y montaje de una estructura, sus mecanismos internos y sus respectivas fuentes de energía, así como su posible mantenimiento en caso de avería, como consecuencia reducir el riesgo de fallo haciendo de este un equipo más fiable y seguro.

Como objetivos del proyecto, se desea modelizar y diseñar una estructura móvil que sirva, gracias a un cabrestante como ayuda de carga para varios vehículos, tales como furgonetas o

Modelización de un brazo móvil a partir de un cabrestante para su uso como ayuda de carga en vehículos y remolque

pickUp así como remolques. Para ello, se desea obtener un producto personalizable en función del tipo de cliente, vehículo, presupuesto y carga a elevar de esta manera el cliente pueda seleccionar el más apropiado para él.

Cabe destacar que las cajas de las furgonetas son cerradas, por tanto, el brazo debe tener unas dimensiones recogidos máximas ya que debe poder ser utilizado en las furgonetas cuyas cajas tengan 1.5 m de altura y 1.1 m de anchura.

Como se ha comentado en el resumen, cada uno de los vehículos tienen una mma diferente, y se desea poder elevar la carga máxima posible teniendo en cuenta las restricciones legales de carga máxima autorizada de cada uno de ellos.

Otro punto a destacar, es que se desea utilizar la mínima energía durante el uso del brazo, es decir, ciertos movimientos como pliegue y despliegue, la rotación del eje, el cabrestante, etc. deberán consumir el mínimo posible.

2.2. Justificación

Actualmente, podrían darse dos casos donde una persona necesitase de una ayuda de carga en cuanto al transporte de elementos, estos dos casos se darían dentro de una empresa o un cliente particular, abarcando así, ambas posibilidades existentes en el futuro mercado.

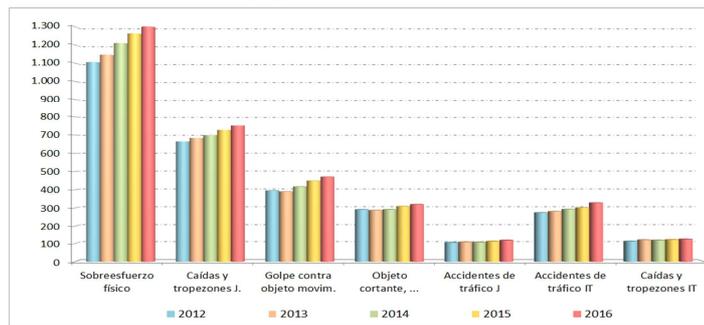
En el caso de una empresa como cliente, por ejemplo, en el sector de la distribución y la fabricación de piezas o conjuntos, disponen de carretillas elevadoras (también comúnmente llamadas toritos) o en los talleres las grúas pluma para el transporte de elementos pesados. Sin embargo, el hecho de cargar objetos pesados es algo que cada vez supone más accidentes laborales por sobre-esfuerzos, este tipo de accidente se lleva el mayor porcentaje de incidencias desde 2012, según el Ministerio de Empleo y Seguridad Social (Véase Ilustración 2); porcentaje superior que al de caídas, golpes o cortes. Por lo tanto, una herramienta simple y de menores dimensiones para la carga de volúmenes significaría una disminución en el número de incidencias. Claro está, este proyecto diseña una grúa/ brazo móvil instalado en furgonetas, remolques o incluso alguna camionetas, por consiguiente no podría ser utilizado para el desplazamiento de las piezas dentro de un local sino simplemente para su elevación desde un punto hasta el vehículo.



Ilustración 1 - Grúa pluma y carretilla elevadora



Gráfico 1. Accidentes laborales (AL). De 2012 a 2016. Índice de incidencia



Fuente: Datos del MEYSS y elaboración AEPSAL

Ilustración 2 - Gráfica de incidencias laborales

Si en cambio, el cliente es un particular, utilizará esta herramienta para cargar un remolque o vehículo con objetos pesados que sin el brazo, no podría cargar él solo, sin importar edad o género, ya que necesitaría de una cuadrilla de personas para poder levantarlo, desplazarlo y posicionarlo. De la misma manera, una vez instalado podría utilizarlo en cualquier momento ya que estaría acoplado en el medio de transporte.

2.3. Alcance

El ámbito de aplicación de este proyecto será para cargas no superiores a 600 kilogramos (kg), inferiores a 2 metros de altura y de una anchura no superior a la caja del remolque o vehículo donde este instalada. Se podrá utilizar en diferentes tipos de vehículo simplemente cambiando la base de acople para su perfecto ajuste. Además, cualquier persona con las instrucciones necesarias podrá manejar la grúa de forma simple y segura.

Se ha seleccionado una carga máxima de 600 kg ya que el sector mayoritario de este proyecto serán los remolques ligeros. Estos tienen una masa máxima autorizada (MMA) de 750 kg que al descontar el peso propio del remolque y el peso del brazo se queda en una capacidad de carga máxima legal de 500 kg. Si por el contrario es otro vehículo, se ha considerado que por las dimensiones de las cajas una carga máxima de 600kg para un único bulto es suficiente.

Cabe destacar la variedad de dimensiones disponibles, en la actualidad tanto en remolques, furgonetas o pick-ups. Sabiendo las diferencias principales entre ellas, se diseñaran en función a estas variables como la profundidad de la caja, la carga útil máxima permitida, etc. Por lo tanto, de forma aproximada y teniendo en cuenta varios referentes de marcas en el mercado se determinarán a continuación varias dimensiones ya que se intentará cubrir el mayor número posible de ellas (teniendo en cuenta que algunas disponen de limitación de altura y anchura).

Furgonetas

Este tipo de vehículo está resurgiendo en el mundo de las empresas ya que son muchas las que se están haciendo con furgonetas para el transporte de su producto. Teniendo en cuenta la cantidad de furgonetas existentes en el mercado, este proyecto se ha basado en furgonetas cuya carga útil es hasta 1344 kg, cuya caja tenga una longitud de hasta 3 m, una altura entre 1,60m y 3 m y una anchura mínima de 1,1.



Ilustración 3-Furgoneta media del mercado

Pickups

Vehículo típicamente estadounidense, va adquiriendo popularidad en Europa ya que ofrece la robustez de un vehículo todoterreno con una capacidad de carga de hasta 1000 Kg, a su vez pueden arrastrar un remolque de 3000 Kg y tienen las mismas comodidades que un turismo. Para este estilo de vehículos, la longitud de la caja esta sobre el 1.5 m aproximadamente.



Ilustración 4-Pick Up media del mercado

Remolques ligeros

Se les llama remolques ligeros a los remolques con una carga máxima de 750 kg que no necesiten de un permiso de circulación diferente. Es decir, el cliente con su carnet de coche puede llevar remolcado una carga total de 750kg sin necesidad de seguro o matriculación. Por lo tanto, la carga útil no debe ser superior a 750kg contando el peso propio del remolque, cuya profundidad puede variar máximo entre los 1.7 m y 2 m y la anchura media de la caja es de 1-1.2 m.



Ilustración 5-Remolque ligero medio del mercado

Remolques no ligeros

Este sector es muchísimo más amplio que los anteriores ya que son todos aquellos remolques cuya MMA sea superior a 750 kg por lo tanto se han tomado unas orientativas, el cliente decidirá en función de la ficha técnica si este brazo le es útil o no. Ya que este sector, si el remolque es de grandes dimensiones, este proyecto, se quedará corto y por tanto necesitaría de una ayuda de carga mucho más potente y automatizada. Por lo tanto, teniendo esto en

Modelización de un brazo móvil a partir de un cabrestante para su uso como ayuda de carga en vehículos y remolque

cuenta, la carga útil seleccionada será entre 1400-2000kg con una profundidad de hasta cerca de los 3000mm y una anchura inferior a 2 metros.

	Remolques ligeros	Remolques no ligeros	Pick-ups	Furgonetas
Carga útil	Hasta 750 Kg	Hasta 2000 Kg aprox	Hasta 1400 Kg	Hasta 1350 Kg
Profundidad de la caja	Hasta 2330 mm	Sobre 2800 mm	Entre 1485 mm -1550 mm	Entre 1545 mm - 2900 mm
Anchura de la caja	Entre 1220 mm - 1320 mm	1500 mm	1390 mm	Entre 1100 mm - 2000 mm
Altura de la caja	-	-	-	Entre 1390 mm - 2100 mm

Tabla 1-Recapitulativa de vehículos y remolques

2.4. Antecedentes

Se quiere modelizar un brazo móvil de dimensiones pequeñas que se adapte sobre todo a remolques ligeros o vehículos de dimensiones similares como pickups o furgonetas. Este brazo se quiere diseñar en su totalidad a partir de un cabrestante de la marca Runva que se puede adquirir, en España, gracias a la empresa Krencross Offroad. En el mercado actual, se pueden encontrar grúas móviles para camiones o camionetas de dimensiones superiores.



Ilustración 6 - Grúa móvil

Sin embargo, para los remolques o pickup debido a sus dimensiones reducidas no existe tal variedad de grúas. Como se ha mostrado con anterioridad, las grúas plumas de los talleres sería lo más similar en el mercado y alguna empresa ya ha cambiado la base para poderla acoplar en un remolque. Por lo tanto, este proyecto trata de combinar estos tipos de grúas, reducir las dimensiones y que puedan ser transportadas y utilizadas en vehículos comunes.

3. Normas y referencias

3.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Redacción del proyecto

- Norma UNE 157001 - Junio 2014 “Criterios generales para la elaboración de proyectos”
- Norma UNE 50132:1994 “Numeración de las divisiones y subdivisiones en los documentos escritos”.
- Norma UNE 50113-1:1992 “Documentación e información. Vocabulario. Parte 1. Conceptos fundamentales”.
- UNE-EN ISO 5455:1996, Dibujos Técnicos. Escalas.

Diseño del proyecto

Puesto que no es una grúa móvil cuya capacidad de carga sea superior a 1T muchas de las normas, reglamentaciones y legislaciones existentes no serían aplicables, pero visto la casi inexistente reglamentación para este tipo de grúas de dimensiones inferiores se aplicarán estas normas encontradas. Toda la normativa relacionada con los ámbitos de aplicación del consiguiente proyecto puede consultarse en sus respectivos puntos de acceso oficiales.

- Nota Técnica de Prevención (NTP) 208: Grúas móviles.
- NTP 868: Grúas hidráulicas articuladas sobre camión.
- NTP 869: Grúas hidráulicas articuladas sobre camión (II).
- NTP 956: Elevación de plataformas.
- NTP 1077: Grúas móviles autopropulsadas: seguridad
- Instrucción técnica complementaria (ITC) “MIE-AEM-4” del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Una Norma Española (UNE) 58119:1994: Grúas móviles determinación de estabilidad o ISO 4305:2014 gratis
- UNE 58113: Grúas. Acción del viento
- UNE 58132-1: Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 1: Clasificación. Símbolos y denominaciones utilizadas



- UNE 5853189: Aparatos de elevación. Clasificación. Grúas móviles.
- Norma NBE EA-95: Cordones de soldadura

3.2. Programas de cálculo

- SOLIDWORKS 2018 - x64 Edition: necesario a la hora de realizar y diseñar el proyecto en 3D. Además, de verificar los cálculos realizados a mano de la estructura.
- EXCEL – necesario para la automatización de los cálculos realizados a mano.

3.3. Bibliografía

Apuntes

- Análisis estático de la estructura metálica y dimensionamiento de estructuras
Apuntes de la asignatura de Elasticidad y Resistencia de Materiales (EX1019), Universidad Jaume I.
- Análisis de sólido libre
Apuntes de la asignatura de Mecánica de Máquinas y estructuras (EX1012), Universidad Jaume I.
- Distribuidores y licencia SolidWorks
Asignatura de sistemas móviles y articulados en el producto (DI1034), Universidad Jaume I.
- Cálculos de uniones de bulones o tornillos.
Apuntes de la asignatura “ Modélisation Mécanique avancée”, Departamento de ingeniería mecánica de “l’Institut National des Sciences Appliquées”, INSA Toulouse
- Cálculo de engranajes
Apuntes de la asignatura “ Transmission de puissance”, Departamento de ingeniería mecánica de “l’Institut National des Sciences Appliquées”, INSA Toulouse

Apuntes de la asignatura “ Modélisation Mécanique avancée”, Departamento de ingeniería mecánica de “l’Institut National des Sciences Appliquées”, INSA Toulouse
- Cálculo de rodamientos
Apuntes de la asignatura “ Transmission de puissance”, Departamento de ingeniería mecánica de “l’Institut National des Sciences Appliquées”, INSA Toulouse

Apuntes de la asignatura “ Modélisation Mécanique avancée”, Departamento de ingeniería mecánica de “l’Institut National des Sciences Appliquées”, INSA Toulouse

Libros

- Resistencia de Materiales

Manuel Romero García, Pedro Museros Romero, María D. Martínez Rodrigo, Ana Poy Gil, Resistencia de Materiales, publicaciones de la Universidad Jaume I, 2002, disponible en la biblioteca de la Universidad Jaume I.

-Cálculo de uniones y pasadores.

Antonio Pérez González, José Luis Iserte Vilar y Octavio Bernad Ros, Problemas resueltos de sistemas mecánicos para diseño industrial, publicaciones de la Universitat Jaume I, disponible en la biblioteca de la Universidad Jaume I.

Enlaces Webs

-Cálculo de chavetas [Online]

Disponible: http://www.mecapedia.uji.es/calculo_resistente_de_chavetas.htm

[Consultado el 30 Julio 2018]

Mecapedia UJI – Enciclopedia virtual de Ingeniería Mecánica de la Universidad Jaume I

-Rodamientos

Catálogo de productos de la marca SKF, partes utilizadas Anexo 10

Disponible: <http://www.skf.com/es/products/index.html>

[Consultado el 27 Julio 2018]

-Cabrestante eléctrico

Disponible: www.runvaspain.com

[Consultado por última vez 4 Septiembre 2018]

-Cálculos varios

Disponible:

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-A.pdf>

[Consultado por última vez 28 Agosto 2018]

4. Requisitos del diseño

Puesto que este, es un proyecto diseñado desde 0, es decir, todos los elementos van a diseñarse y seleccionarse en función de unos criterios fijados con anterioridad al inicio del proyecto. A continuación, se enumerarán los criterios en los cuales está basada cada una de las elecciones tomadas para la realización de este proyecto desde la estructura, los elementos de transmisión del movimiento o las fuentes de energía.

- **Dimensiones** - Ya que va a ser un elemento móvil pero que deberá instalarse bien en un remolque o un vehículo. Debe diseñarse con una envergadura reducida para ocupar el mínimo espacio posible y así no desequilibrar el vehículo. En consecuencia, ningún elemento podrá tener unas dimensiones extravagantes.
- **Peso** - Este es uno de los factores determinantes, ya que hay restricciones legales sobre el peso máximo autorizado para vehículos y remolques. Por lo tanto, el proyecto tiene que tener un peso mínimo para así ampliar el margen de carga para el remolque o vehículo.



- **Precio** - Otro de los objetivos del proyecto es realizarlo con el mínimo coste posible, por los elementos que supongan un coste extra deberán ser remplazados por otro más económico. A su vez, el precio de mantenimiento debe ser el mínimo posible
- **Frecuencia de uso** - Esta estructura no es una grúa que vaya a trabajar de forma continuada durante la jornada laboral, sino que se utilizará en el momento de carga y descarga de ese remolque o ese vehículo. Por lo tanto, la frecuencia de su uso será reducida, si es un particular el cliente o media si se emplea en empresas de distribución.
- **Facilidad de uso** - Los operadores que utilizan este dispositivo pueden no ser especialistas en el sector del transporte de productos, y en su mayoría serán para uso privado por lo que deben de ser fáciles de utilizar y de mantener.
- **Seguridad** - Todos los elementos deben ser seguros y ser dimensionado con un coeficiente de seguridad mínimo establecido. En el caso de que algún elemento pueda suponer un riesgo deberá ser utilizado de forma segura según las reglas determinadas por el operario.
- **Resistencia a la tracción/compresión y a la flexión** - El elemento o conjunto de elementos a instalar deben resistir al esfuerzo que supone elevar una carga del suelo u otra superficie hasta la caja del remolque o del vehículo.
- **Vida útil elevada** - Este brazo móvil no se utilizará las 24 horas del día pero aun así tendrá que soportar cierta actividad y se pretende que no necesite un mantenimiento excesivo por lo tanto que las piezas tengan una vida útil elevada. Para este tipo de maquinaria industrial de uso intermitente se estima una vida útil mínima de entre 3000-8000 millones de horas de trabajo.

5. Diseño de la estructura

En este apartado se estudiarán las posibles soluciones referentes al diseño de la estructura del proyecto. Este brazo estará dividido en varias secciones ya que esta compuesto por una parte telescópica que se alargará, denominada pluma, y que se recogerá en función de la distancia donde la carga esté situada, una parte fija, denominada columna, donde estará colocado el cabrestante, el sistema de recogida del brazo, el sistema de rotación en el eje vertical de la estructura y por último la base o soporte para el remolque o vehículo, dicha base variará en función del cliente.

5.1. Cabrestante

Es el elemento principal a partir del cual se desarrolla este proyecto, este elemento tiene la función principal de recogida o rescate de un vehículo atrapados. Pero también se puede usar como elevador de cargas. En función de la carga y las fuentes de energía disponibles se pueden encontrar en el mercado diferentes tipos como manuales, eléctricos o hidráulicos, además de poder escoger el material del cable que tirará del objeto y la utilización de poleas para maximizar la carga a elevar.

5.1.1. Manual

Este sistema es el más simple y sencillo en el cual están basados los otros tipos que después se explicarán. Este sistema se basa en un rodillo giratorio en el que se enrolla un cable bien de acero o sintético (Véase Apartado 5.1.5). Para poder aplicar la fuerza en uno de los extremos del rodillo se encuentra unas barras cruzadas o una manivela que permite realizar el mismo movimiento.



Ilustración 7-Cabrestante manual

La empresa Krencross Offroad, ofrece un surtido de cabestrantes manuales, aunque en menor cantidad frente a los eléctricos o hidráulicos, cuyos precios varían entre 50 € y 400€ en función de la capacidad de carga, la portabilidad y la marca.

5.1.2. Eléctrico

Este tipo de cabrestante, es el más utilizado en el campo del automóvil ya que su instalación es más sencilla que los hidráulicos, pueden arrastrar y elevar cargas de hasta 15.000kg y pueden ser conectados al sistema eléctrico del automóvil, aunque se recomienda tener una batería propia para el cabrestante para no descargar la del vehículo en caso de necesidad.

En este caso, un motor eléctrico de corriente continua es el responsable de proporcionar el movimiento, que como en los demás casos hace girar un tambor que desenrolla o enrolla el cable. Normalmente, estos cabestrantes van conectados a baterías bien de 12 o 24 V que proporcionan la potencia necesaria para su uso.



Ilustración 8-Cabrestante Eléctrico

En este caso, la empresa Krencross Offroad, ofrece una gran variedad de cabestrantes eléctricos cuyos precios varían entre 100 € y 1300€ en función de la capacidad de carga, la potencia necesaria, la portabilidad y la marca.

5.1.3. Hidráulico

Así como el cabrestante eléctrico es el más empleado en el sector del automóvil, el sistema hidráulico es el más utilizado en el sector industrial, ya que ofrecen fuerzas de arrastre mucho



mayores que los anteriores. En este caso, es una bomba hidráulica la encargada de proporcionar el movimiento a la caja reductora del cabrestante. Estos cabrestantes necesitan de un sistema hidráulico para su funcionamiento.



Ilustración 9-Cabrestante Hidráulico

Finalmente, la empresa Krencross Offroad, ofrece a su vez cabrestantes hidráulicos cuyos precios varían entre 1300€ y 9500€ en función de la capacidad de carga, la potencia necesaria, la portabilidad y la marca.

5.1.4. Justificación de la elección adoptada

Frente los diferentes tipos disponibles en el mercado, en función de los criterios de dimensiones, peso y precio se puede descartar el cabrestante hidráulico ya que como se ha dicho su precio es astronómico para la carga que el brazo de este proyecto eleva. Además, este necesita de un circuito hidráulico para su funcionamiento y de un mantenimiento extra.

Finalmente, entre los cabrestantes tipo eléctrico o manual, se ha decidido instalar un cabrestante eléctrico ya que facilita la tarea de elevación al operario, dejando así la posibilidad de que clientes con cierta edad, o con una condición física limitada puedan utilizar el cabrestante sin tener que estar realizando un esfuerzo físico. Ya que dispondrá de un mando para su accionamiento.

Finalmente, entre la gran selección de cabrestantes eléctricos que la empresa Krencross Offroad SL. ofrece, se han seleccionado dos cabrestantes de la marca Runva con el código identificativo EWX-9500lb-SG de tambor corto ya que ofrece una capacidad de arrastre de 9500 lb y el cabrestante EWX-5500lb. Sin embargo, para ofrecer un mejor servicio, se va a incorporar una polea para así aumentar la capacidad de elevación al doble es decir de 800kg para el primero y 500 kg para el segundo. Para ello la estructura se dimensionará para elevar una carga máxima de 600 kg ya que por cuestiones de peso y envergadura se considera la carga única máxima para un remolque o vehículo.

Se han seleccionado dos cabrestantes para que sea el cliente quien decida si prefiere elevar una carga más elevada pero a un coste mayor y cuya grúa pesará 15 kg más o si prefiere una opción más económica pero para cargas inferiores. (Véase Capítulo 6. Presupuestos)



Ilustración 10- Elección del cabrestante final

	9500lb-Tambor corto	5500lb
Capacidad de arrastre	4309.2 kg	2.495 kg
Capacidad de elevación	439 kg	254 kg
Capacidad de elevación con polea	800 kg	500 kg
Longitud	437 mm	408 mm
Anchura	160 mm	126 mm
Altura	283 mm	165 mm
Peso	29.5 kg	14 kg

Tabla 2 - Elección de los dos cabrestantes

El cabrestante estará colocado en la columna, en la parte móvil más baja posible para así evitar el efecto de un péndulo invertido cuando el remolque o vehículo este en movimiento. A su vez el cable estará guiado por poleas Anexo 6. A su vez para aumentar la carga máxima de los cabrestantes se colocará una polea con gancho para elevar la carga (Véase Apartado 11.3. Capítulo 1. Memoria)

5.1.5. Cable

Hay dos grandes familias para su uso en cabrestantes, ya que no todos los materiales resisten bien a la tracción. Ambas familias tienen pros y contras que tienen que estar muy presentes en la elección para ofrecer los mejores resultados y disminuir los riesgos existentes.



En el periodo de selección de cable, es importante considerar los siguientes puntos:

- Diámetro y largo del cable
- Construcción del cable, incluyendo número de hilos, número de cables por hilo, arreglo de los cables en el hilo, tipo de fabricación y diseño
- Grado de fuerza y clasificación
- Material
- Frecuencia de reemplazo (el cable es un artículo de suma importancia)



Ilustración 11 - Tipos de cable. Izda-Acero. Dcha -Sintético

5.1.5.1. Acero

El cable de acero acumula energía cinética cuando se está tirando de él, esto puede ser extremadamente peligroso si se sobrepasa el límite de resistencia del acero, ya que debido a su peso, al romperse podría ocasionar lesiones graves a las personas que se encuentran a su alrededor.

Con respecto a la durabilidad del cable de acero, debido a su uso pueden desarrollarse ondulaciones y dobleces ambas difíciles a enderezar, manchas de óxido y pequeñas hebras rotas que pueden ser peligrosas o hirientes.

5.1.5.2. Sintético

El cable sintético está ganando popularidad en función del avance de la tecnología. Tiene una resistencia a la tracción superior al cable de acero, se extiende muy poco cuando está bajo presión y almacena menos energía cinética que el cable de acero, por lo que no es tan peligroso si se rompe.

También es más ligero y más flexible que el cable de acero, y por lo tanto es más fácil de manipular a mano.

Este tipo de material es muy duradero pero si roza alguna superficie afilada o bordes puntiagudos durante demasiado tiempo puede llegar a romperse con facilidad y ser peligroso para las personas a su alrededor.

5.1.5.3. Justificación de la elección adoptada

Según los criterios establecidos para la elección del cable responsable de la elevación de carga unido al cabrestante de la estructura, se ha seleccionado la instalación del cable sintético.

Este es mucho más ligero que el cable de acero y se degrada en igual medida que el cable de acero ya que siempre se utilizaría el mismo trozo de cable y por tanto sufrirá cierta degradación. Del mismo modo, en función del cabrestante utilizado el cable tendrá un diámetro u otro y una capacidad de elevación diferente aunque suficiente para esta aplicación de elevación.

<i>Cabrestante</i>	<i>9500lb</i>	<i>5500lb</i>
<i>Material</i>	<i>Sintético</i>	<i>Sintético</i>
<i>Longitud del cable</i>	<i>14 m</i>	<i>14 m</i>
<i>Capacidad del cable</i>	<i>8900kg</i>	<i>3800kg</i>
<i>Diámetro</i>	<i>9mm</i>	<i>6 mm</i>

Tabla 3 – Elección del cable para los diferentes cabrestantes

5.2. Pluma

Esta parte del brazo móvil es la encargada de recoger la carga a una distancia determinada. Por lo tanto se incluirán el dispositivo de recogida, dos poleas y gancho y un sistema de telescopado.

El sistema de telescopado servirá para que el brazo móvil no ocupe demasiado espacio, sea más fácil su transporte y su resguardo, es la opción más empleada en muchos otros productos industriales y cotidianos como el de las grúas, telescopios, sensores de posición y bastones de travesía entre otros.

Por este sistema el perfil de viga seleccionado es el rectangular ya que así se puede introducir las unas en las otras. De misma manera, para facilitar este movimiento entre las vigas se instalarán unos patines de plástico teflón PTFE para minimizar el rozamiento en las placas y de esta manera facilitar el movimiento entre ellas y minimizar el desgaste.

Este material tiene una gran vida útil ya que resiste altas temperaturas y a condiciones climatológicas extremas, su precio es asequible y además se puede instalar en las vigas con un simple pegamento, tipo loctite 401. Para ello, se comprarán planchas de dos espesores diferentes (Véase Anexo 4.1. Capítulo 2) y con una máquina dobladora se le dará el ángulo necesario para el ajuste perfecto al brazo.

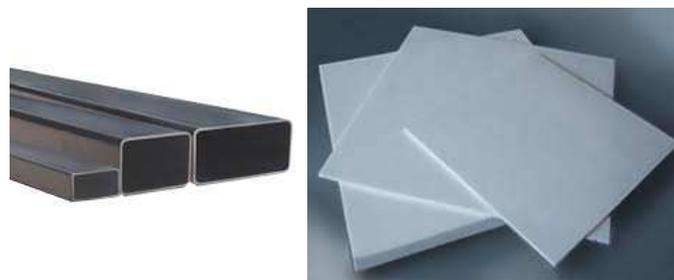


Ilustración 12 - Vigas perfil rectangular y placas de plástico de PTFE

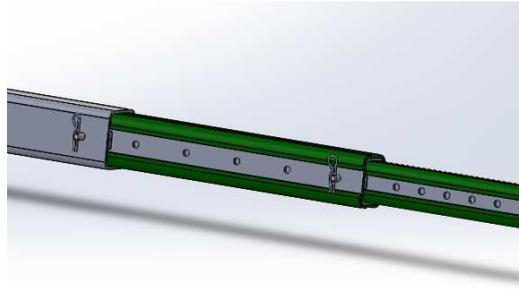


Ilustración 13 - Modelización de la viga con los patines en verde

5.2.1. Sistema de telescopado

5.2.1.1. Pistones hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos usados para ejercer una fuerza a través de un recorrido lineal, es decir, convierte la potencia fluida en fuerza y movimiento. La presión del fluido dentro del pistón determina la fuerza de empuje del cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. Está compuesto de un émbolo o pistón conectado a un vástago que trabaja dentro de un tubo cilíndrico, también llamado camisa.

Esta es una opción muy recurrida en grúas de dimensiones más elevadas, ya que requiere funciones tanto de empuje como de tracción (Ilustración 14), es el uso de un circuito hidráulico con dos o más pistones para el despliegue y posterior pliegue de la estructura, facilitando de esta manera la tarea del operario. Para poder instalar y utilizar este tipo de circuitos se necesitan diferentes componentes tales como un motor o bomba para que el fluido comience el recorrido, su respectiva fuente de energía, un depósito para el fluido, varios filtros, varios comandos para las válvulas y los cables que hacen llegar el fluido hasta el cilindro. Por lo tanto, cuantos más cilindros diferentes hayan más válvulas y cables se tendrán que instalar, además de incrementar la potencia necesaria para su puesta en marcha.

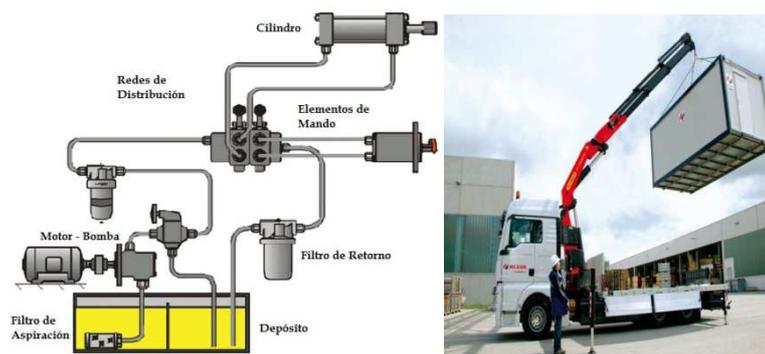


Ilustración 14-Pistones hidráulicos

5.2.1.2. Manual con brida

Este sistema se utiliza en algunas grúas plumas de taller, el operador de forma manual extrae la longitud necesaria de la estructura y la bloquea con una brida. Esta brida está soldada en su extremo en la parte fija y con un bulón en el otro extremo bloquea la extensión o reducción de la viga.



Ilustración 15-Grúa pluma con brida

5.2.1.3. Manual con pasador

Este sistema, como el anterior, necesita de la ayuda del operario para su uso en pliegue y despliegue de la estructura. En este sistema es el operario quien tira de la parte telescópica y en función de la distancia donde esté situada la carga elegirá una posición u otra. Sin embargo, este sistema manual no puede bloquearse en cualquier punto de la viga ya que dispone de unos orificios que al pasar el pasador bloquean el desplazamiento. Es decir, a la parte fija se le realiza un orificio y a la parte móvil se le realizarán varios equidistantes entre ellos, por lo que el operario tendrá que hacer coincidentes dichos agujeros y bloquear así el sistema con el pasador.

Este sistema de bloqueo se puede ver en elementos como extintores de fuego o grúas plumas de taller.



Ilustración 16 – Pasadores con seguridad

5.2.1.4. Justificación de las medidas adoptadas.

Principalmente, este brazo móvil/grúa tiene que ser ligero por lo tanto todo aquel elemento que aporte un peso extra deberá ser descartado. A su vez, se desea diseñar a coste mínimo. Por estas razones, la instalación de pistones hidráulicos y su correspondiente circuito quedan descartados puesto que supone un peso y un coste excesivo para este proyecto, asimismo el mantenimiento de los circuitos supone un coste anual extra para el cliente.

Para la elección final entre las dos opciones manuales, el uso de brida o pasadores para el bloqueo de las partes móviles. Se han utilizado los criterios de resistencia frente la tracción-flexión y facilidad de uso. Puesto que ambas son económicas y ligeras.

Por lo tanto se ha determinado que el uso de pasadores resisten mejor a la tracción y flexión ya que este atraviesa la estructura y la mantiene inmóvil frente a fuerzas externas; mientras que la brida con un peso excesivo en la punta podría suponer un peligro para el utilizador, ya que si no estuviese bien fijada (requiere de una fuerza física que quizás no todos tengan) podría desplegarse o plegarse durante el proceso de carga y descarga.

De mismo modo, cuando se habla de facilidad de uso es mucho más sencillo pasar un pasador por los orificios, aunque para ello tengan que ser coincidentes que tener que apretar una brida de forma manual.

Por todas estas medidas, se ha decidido que el pliegue y despliegue de la estructura se realice de forma manual y que para el bloqueo del mismo se coloquen pasadores con un elemento de seguridad. A continuación, se muestran los pasadores en Solid Works en sus correspondientes lugares.

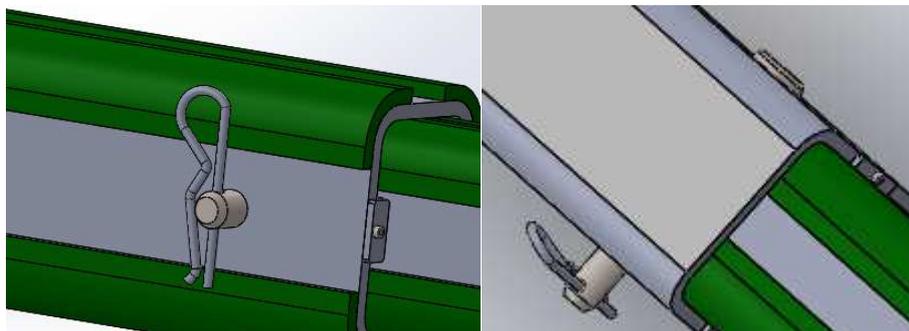


Ilustración 17 - Modelización de los pasadores con horquilla de seguridad

5.3. Elementos de pliegue y despliegue de la estructura

Para este apartado existen prácticamente las mismas opciones que para el apartado 5.2.1. Capítulo 1. , sin embargo, además de poder plegar la estructura se debe tener en cuenta que al poner una carga en su extremo, la pluma tenderá a flexionarse por lo tanto tener un elemento que ejerza una tracción en la pluma ayudará a que esta aguante más peso y no todo el esfuerzo se concentre en la unión del eje vertical/ columna. Por lo tanto, la opción manual queda descartada.

En el mercado actual, existen diferentes formas y tipos de cilindros para desplegar y plegar estructuras. A continuación, se explicarán los cilindros a gas y los hidráulicos con bomba incorporada (ya que anteriormente en el Apartado 5.2.1.4. Capítulo 1. se ha justificado la no elección de pistones hidráulicos que requiriesen de circuito externo).

5.3.1. Cilindros a gas

Estos cilindros son comúnmente utilizados en la apertura de las puertas de muebles, maleteros de ciertos vehículos y disponen de una amplia gama de tamaños, carrera y empuje (Véase Ilustración 18 - Cilindros a gas). Para su funcionamiento, el cliente debe realizar una pequeña fuerza de ayuda en sentido del desplazamiento de la pluma, una vez el pistón capte ese esfuerzo reacciona de tal forma que deja de ser necesaria la ayuda del operario. Mismo procedimiento en cuanto a la bajada de la pluma, el operario realizaría un primer movimiento y después es el pistón quien finaliza la acción.



Ilustración 18 - Cilindros a gas

5.3.2. Cilindro hidráulico

Existen unos pistones hidráulicos (Véase Ilustración 19) manuales con bomba incluida sin circuito externo. El funcionamiento de este tipo de pistón es similar a la de uno con bomba y motor, pero es el operario quien gracias a la palanca hace que aumente la presión del pistón y salga el vástago de la camisa, una vez se ha obtenido la altura deseada sin llegar al final de carrera se deja y no pierde presión por lo tanto se bloquea ya que trabaja a compresión-tracción y por último una vez se haya realizado el trabajo y se desee guardar tienen una llave que girándola abre una válvula que quita la presión y hace que el vástago entre suavemente y se recoja la estructura.



Ilustración 19 - Cilindro hidráulico con circuito interno.

5.3.3. Manual

Además, existe la posibilidad de realizar esta acción de forma manual, siendo el operario quien con su fuerza levanta el brazo hasta la posición deseada y después lo bloquea con un pasador, para la acción de pliegue sería igual, el operario desbloquea el brazo y con cuidado y con su fuerza lo baja hasta la posición de inicio.

5.3.4. Justificación de las medidas adoptadas

Ya de antemano se han eliminado las opciones de pistón hidráulico con circuito externo y manual, ya que el primero aporta gasto y peso extra y el segundo aparte de una acción un tanto tediosa haría que todos los esfuerzos provenientes de elevar la carga pasaran por la unión entre a columna y la pluma, convirtiéndola en el punto más crítico.

Finalmente, entre la elección de pistón hidráulico con circuito interno o los pistones a gas. Para el diseño y funcionalidad de este proyecto se ha elegido la instalación de un pistón hidráulico con circuito interno ya que este tiene la función de bloqueo y existen económicos en el mercado que aguantan hasta 8 toneladas de esfuerzo. Cabe destacar, que los pistones a gas no se han seleccionado debido a que, una vez se hubiese elevado la carga, existiría el riesgo que tomara esa flexión y esfuerzo de la estructura como el accionamiento de recogida del vástago y aunque se bloquease supusiera un esfuerzo extra a soportar por la estructura.

Por lo tanto, se ha seleccionado el pistón hidráulico con circuito interno. Cuyas medidas son las siguientes, proporcionadas por el proveedor:

		Unidades
Fuerza	8	T
Carrera	495	mm
Dimensión mínima	615	mm
Dimensión máxima	1160	mm



Tabla 4 - Características Pistón

En el apartado 2.5.2. Capítulo 2 se obtiene un valor máximo de la fuerza que realiza el pistón de $F = 51964 N$ obteniendo un factor de seguridad de $c = 1.51$ por lo tanto el pistón hidráulico seleccionado cumple las condiciones para un correcto funcionamiento.

6. Diseño del mecanismo interno del sistema de rotación

Este brazo móvil tendrá un grado de movilidad respecto la vertical ya que podrá girar sobre ella, ya que si la grúa no pudiese rotar no podría recoger y elevar las cargas situadas en los laterales del remolque o vehículo. Por lo tanto necesitamos un sistema de transmisión bien automático o manual, a su vez en el Apartado 7. Capítulo 1. se desarrollará el sistema de guiado de este sistema de transmisión.

6.1. Motor + Reductor

En la mayoría de sistemas industriales el giro de un eje vertical se realiza mediante la instalación de un motor para generar el movimiento bien, conectado a la red eléctrica o bien mediante una batería. Generalmente, a estos motores se les acopla un reductor de ejes planetarios o de tornillo sin fin para reducir la velocidad de giro y aumentar el par de salida, pudiendo así hacer girar un elemento pesado.

Este sistema permitirá al cliente hacer rotar el eje sin necesidad de hacer ningún esfuerzo, por consiguiente sería necesario un mando con botones para hacerlo funcionar en ambos sentidos.

6.2. Manual

Otra opción sería que el giro del eje vertical de la columna se hiciera de forma manual, es decir, que fuese el operario quien con su propia fuerza girara el peso de la carga y la estructura. Añadiendo una palanca o manilla para facilitar su uso. Cabe destacar, que no sería un movimiento costoso ya que como guiado tendríamos dos rodamientos que recuperarían las cargas axiales y radiales que tuviera la estructura. Además, este brazo móvil no trabaja con esfuerzos o cargas en ese plano ya que todos estarán en el plano vertical como se verá en la fase de cálculo.

6.3. Corona + tornillo sin fin

Este mecanismo está diseñado para transmitir grandes esfuerzos, también se utiliza como reductor de velocidad aumentando el momento en la transmisión. Generalmente, trabaja en ejes que se cruzan a 90°. Además, tiene la particularidad que es autoblocante, es decir, el tornillo hace girar la corona pero no sucede de forma contraria. Aunque la corona tendiese a girar no transmitirá en movimiento al tornillo.

En este proyecto, se ubicaría la corona entre ambos rodamientos a unos 600 mm de la base y transmitiría el movimiento gracias a una chaveta colocada entre la corona y el eje. En cambio, el tornillo sin fin estaría guiado por unos pequeños rodamientos y el movimiento sería generado por el operario con una manivela desde fuera de la estructura ya que introducir un motor que genere este movimiento bruto sería costoso.



Ilustración 20 - Corona y tornillo sin fin

6.4. Engranajes

Otra forma de transmitir un movimiento a partir de una manivela, dispositivo más simple y económico encontrado para la realización de un movimiento bruto. Es la transmisión entre engranajes, para ello sería necesario un piñón y una corona en contacto. Este sistema estaría ubicado entre los rodamientos de la columna y necesitaría de otro eje vertical para el guiado del piñón por lo que necesitaría otros dos rodamientos para la unión giratoria que saliera al

exterior para poder poner la manivela. Estos engranajes, transmitirían el movimiento a la columna gracias a un chaveta que estaría colocada entre la corona y la columna; y el piñón estaría mecanizado en el mismo eje debido a sus dimensiones. (Véase

6.5. Justificación de las medidas adoptadas

Teniendo en cuenta los criterios establecidos en el Apartado 4. del Capítulo 1. la opción de motor+ Reductor para un movimiento bruto queda descartada ya que hace del movimiento una acción pesada y costosa.

Puesto que se va a elevar cargas de hasta 600kg cuyas dimensiones pueden ser grandes, cabría la posibilidad de que el operario no llegase de una forma fácil y segura al brazo/pluma por lo tanto este sería incapaz de mover de forma manual la carga, a su vez si el operario fuera una persona mayor o con movilidad reducida podría no alcanzar la pluma para ejercer dicha fuerza. De esta manera se descarta la forma totalmente manual.

Entre la transmisión con sistema de engranajes o tronillo sin fin se realizó un estudio de mercado para ver cuál supondría un coste extra para el proyecto ya que se necesitan prácticamente los mismos elementos para su instalación.

Como se puede ver en el Anexo 8, el conjunto de tornillo sin fin + corona subía hasta los 300€, en cambio el conjunto de piñón + corona esta detallado en Capítulo 6. Presupuestos.

	Piñón	Corona	Unidades
Dientes	18	127	-
Modulo	2	2	<i>mm</i>
Diámetro Exterior	40	258	<i>mm</i>
Diámetro primitivo	36	254	<i>mm</i>
Diámetro interior	-	85	<i>mm</i>

Con unas chavetas de dimensiones calculadas en el Apartado 9 del Capítulo 2.

Dimensiones

10x8x20 *mm*

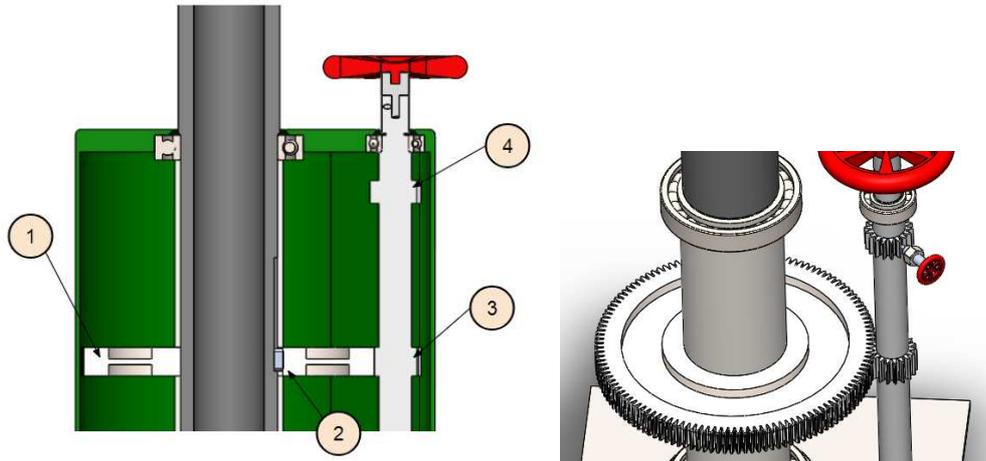


Ilustración 21 - Engranajes. Vista Sección (izda.), vista general (dcha.)

Donde:

1. Corona 127 dientes
2. Chaveta
3. Piñón 18 dientes
4. Piñón de bloqueo (Apartado 9.1.2 Capítulo 1)

7. Diseño de los elementos mecánicos guía.

Existen diferentes tipos de elementos mecánicos que sirven como guía para ejes en rotación, como es en este caso. Sin embargo, se desea instalar un elemento mecánico que permita el giro de la columna/eje y que no transmita ese movimiento al resto de la estructura. Para ello se utilizarán los rodamientos, estas piezas están formadas por unos cilindros concéntricos, separados por una corona bien de bolas, rodillos o agujas que giran de manera libre recibiendo la transmisión de giro de un componente externo, pero sin transmitirla a otro.

7.1. Número de rodamientos

Para este proyecto se ha establecido dos como rodamientos mínimos ya que, si solo se instalará un rodamiento en la columna, la estructura estaría sometida a un posible desequilibrio (Véase Ilustración 22), debido al momento generado por la carga, en inglés tilt moment, suponiendo una no coaxialidad del eje.

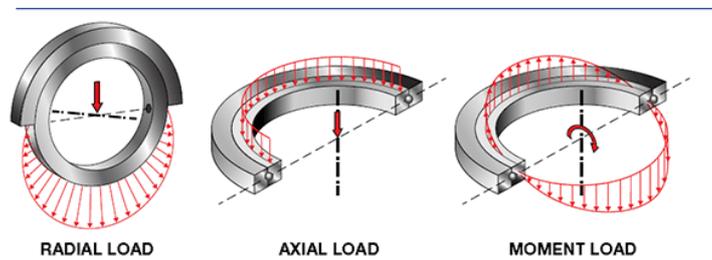


Ilustración 22 - Cargas en los rodamientos



Por lo tanto, se instalarán dos rodamientos para poder controlar dicho desequilibrio, evitando así el posible fallo y consiguiente vuelque de la pluma, realizando una unión giratoria con ellos. Para ello estos rodamientos serán instalados a una determinada distancia, suficiente para que no actúen como un único rodamiento y entre ellos estará instalado el sistema de transmisión de la rotación.

7.2. Rodamientos de bolas

Los rodamientos de bolas son los más comunes y utilizados en las aplicaciones del mercado, ya que son capaces de soportar bien cargas axiales y radiales. Una de sus características principales es la velocidad de giro, siendo superior que en otros tipos de rodamientos. En el mercado podemos encontrar gran variedad de rodamiento a bolas según su aplicación:

- Rodamientos rígidos de bolas
- Rodamientos de inserción (rodamientos Y)
- Rodamientos de bolas de contacto angular
- Rodamientos de bolas a rótula
- Rodamientos axiales de bolas



Ilustración 23 - Rodamientos de bolas y rodamientos axiales de bolas

7.3. Rodamientos de rodillos

Otro tipo de rodamientos en el mercado son los rodamientos cilindros, estos en comparación con los rodamientos a bolas soportan muy bien las cargas o esfuerzos radiales pero sin embargo la gran mayoría de ellos no soportan las cargas axiales, en excepción de los rodamientos de rodillos cónicos o a rótulas y los ya denominados rodamientos axiales de rodillos o agujas que soportan cargas axiales inferiores a los rodamientos de bolas.

- Rodamientos de rodillos cilíndricos
- Rodamientos de agujas
- Rodamientos de rodillos cónicos
- Rodamientos de rodillos a rótula
- Rodamientos axiales de rodillos cilíndricos
- Rodamientos axiales de agujas
- Rodamientos axiales de rodillos a rótula



Ilustración 24 - Rodamiento de rodillos cilíndricos y rodamiento axiales de rodillos cilíndricos

7.4. Justificación de las medidas adoptadas

Tipo de rodamiento

Según los requerimientos del sistema calculados en el Apartado 7 del Capítulo 2, debido a la existencia de cargas axiales en los rodamientos quedan descartados los rodamientos de rodillos cilíndricos/aguja ya que estos por su geometría no soportan dichas cargas. Debido a la existencia de cargas radiales quedan por lo tanto excluidos los rodamientos axiales ya sean de bolas o rodillos ya que estos solo soportan cargas axiales como su nombre indica.

Finalmente, por su precio se han seleccionado los rodamientos rígidos de bolas ya que cumplen con su función, es decir, soportan cargas axiales y radiales, su vida útil es elevada y tienen una capacidad de giro mucho más elevada que a la que estarán sometidos en este proyecto.

Este tipo de rodamientos han sido seleccionados del catálogo SKF (Véase Anexo 10) y están disponibles tanto en la versión tapada como sin. Esta versión del rodamiento cuya jaula esta tapada sirve para reducir de forma considerable la suciedad dentro del rodamiento y mejorar la lubricación de los mismos, pero aumenta el precio de ellos.

Se han seleccionado dos tipos de rodamientos diferentes para el eje de la columna y para el eje del piñón ya que sus diámetros difieren. Sin embargo, se han seleccionado los mismos rodamientos para los dos necesarios de cada eje por sus cargas similares, fácil montaje y para disminuir el coste del proyecto.

	SKF-6017	SKF-6205	Unidades
Diámetro interior	85	25	mm
Diámetro exterior	130	52	mm
Anchura	22	15	mm
Capacidad de carga	43	7.8	KN

Tabla 5 - Rodamientos seleccionados

Montaje de los rodamientos

Para el posible montaje de los rodamientos (Véase Ilustración 25), como se observa en la imagen los rodamientos de la columna estarán dispuestos (de arriba a abajo) exteriormente apoyado en la base superior, interiormente a presión en la columna apoyado en la parte superior del anillo en el rebaje de la columna y en la parte inferior a un distanciador. Este

distanciador se apoya en la corona que a su vez se apoya en otro distanciador. El rodamiento inferior se apoya exteriormente a la base inferior e interiormente montado a presión y apoyado en la parte superior del anillo interior al distanciador e inferior a una tapa atornillada por 6 Tornillos M5.

De la misma manera se debe establecer el proceso de montaje del eje del piñón (de arriba abajo) se instala un anillo de retención para que se apoye el rodamiento y un rebaje del eje para que se apoye el anillo interior. El eje esta mecanizado de tal forma que no sea necesario de distanciadores, por lo tanto el rodamiento inferior estará exteriormente apoyado en la base inferior e interiormente a un rebaje del eje y a una tapa atornillada al eje con un tornillo M6

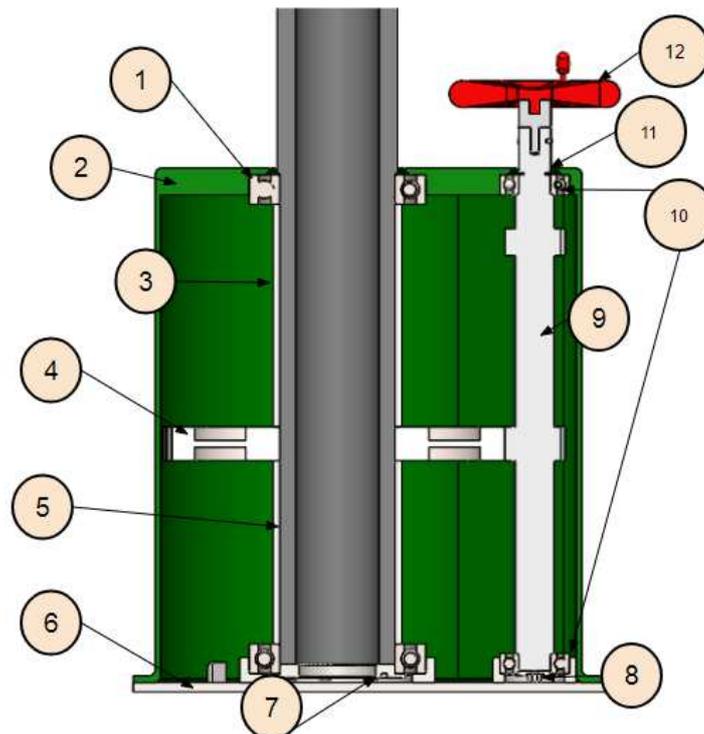


Ilustración 25 - Elementos de sujeción de los rodamientos. Vista de corte de perfil de la modelización.

Donde:

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Rodamiento SKF6017 | 7. Tapa columna |
| 2. Chasis exterior | 8. Tapa piñón |
| 3. Distanciador superior | 9. Eje Piñón |
| 4. Corona | 10. Rodamiento SKF6205 |
| 5. Distanciador inferior | 11. Anillo de retención |
| 6. Chasis inferior | 12. Volante |

8. Base

Otro elemento importante de la estructura es la base ya que está, será la encargada de mantener la estructura sin que sufra el fenómeno de pandeo y que resista las fuerzas que ejercen los rodamientos.

El diseño de la base estará dividido en dos partes para facilitar el montaje de los elementos de transmisión y guiado (Véase Ilustración 25) donde se muestran que los rodamientos están instalados en la columna pero mantenidos en la posición con la base superior y exterior (Véase Ilustración 26)

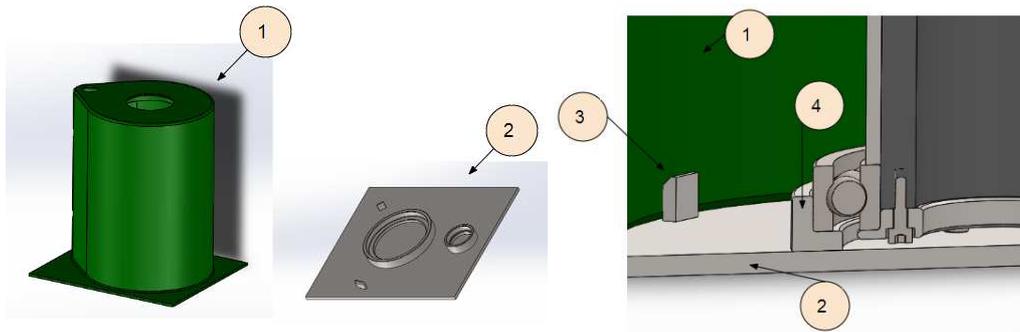


Ilustración 26 - Diferentes elementos de la base. Vistas generales y corte de perfil

Dónde:

1. Base exterior
2. Base interior
3. Elemento para el correcto posicionamiento entre bases
4. Pieza soldada a la base interior otorgando una sujeción a los rodamientos

Esta base debe su forma en forma de pera a la dimensión de los engranajes para poder transmitir la rotación a la columna, de la misma forma se ha optimizado tanto la base superior como interior para reducir su peso y su coste de mecanizado (Véase Ilustración 27) que pasó de pesar 110,3 kg a 6,53 kg y de necesitar un mecanizado excesivo a simplemente un par de piezas soldadas para mantener a los rodamientos y una pequeñas piezas en los laterales para colocar correctamente la base superior.

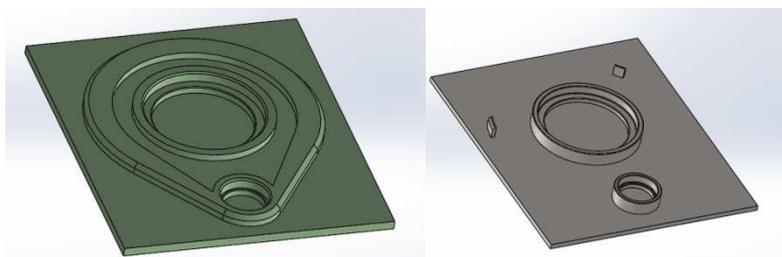


Ilustración 27 - Optimización de la base inferior. Vista general de la modelización



9. Bloqueo de la rotación del sistema

Puesto que es una estructura giratoria, está deberá bloquearse de alguna manera para no suponer un riesgo durante la carga y descarga de la mercancía o en el caso de que esta permanezca en el remolque o vehículo deberá tener la opción de bloqueo de la columna para no suponer un peligro durante la conducción del vehículo. Para este bloqueo se ha investigado la opción de bloqueo por el interior de la estructura o por el exterior.

9.1. Bloqueo en el interior del sistema

9.1.1. Bloqueo columna

Para este tipo, se ha seleccionado la opción de un método manual que funciona como un freno de tambor externo, es decir, es una placa (zapata) de material más blando que la estructura de acero situada entre el engranaje y el último rodamiento para no producir un desgaste en la columna. Esta, estará enroscada en la estructura y el operario cuando quiera bloquear el giro simplemente tendrá que girar un eje roscado que avanzará y hará fuerza sobre la columna aumentando el frotamiento hasta el bloqueo.

9.1.2. Bloqueo eje piñón

Para esta segunda opción de bloqueo interno, se van a mecanizar unos dientes similares al piñón, de forma que el cliente, mediante un volante unido a un eje roscado en un lateral de la base exterior bloqueará dicho piñón impidiendo la rotación global del sistema, sin provocar desgaste en la columna o demás elementos.

9.2. Bloqueo en el exterior del sistema

La otra opción, es el bloqueo del sistema por el exterior del mismo, se ha seleccionado la opción de bloquear el volante instalado para que el piñón no transmita ningún movimiento e impida que la corona gire de forma libre haciendo de freno. Además este sistema sería visible, por tanto, el cliente/operario vería de forma clara si el sistema está bloqueado antes de iniciar el movimiento de rotación de la misma para no forzar la estructura en caso de que desconociese si esta había sido frenada con anterioridad. Sin embargo, sería un sistema rústico y poco atractivo ya que para utilizarlo debería dejarse en un lado de la estructura, facilitando al cliente perder el utensilio.

9.3. Justificación de la selección

Como se observa en la Ilustración 28, finalmente se seleccionó el freno o bloqueo del sistema por el interior, más concretamente por el eje del piñón. Ya que suponía un gasto económico inferior al bloqueo interior por la columna y mucho más estético que un bloqueo externo. Sin embargo, aunque no hace falta desenroscar el eje completo para el giro de la estructura, cada grúa o brazo móvil será vendido con dos ejes de bloqueo similares por si el cliente perdiera uno, tuviese la opción inmediata de bloquearlo y no suponer un peligro.

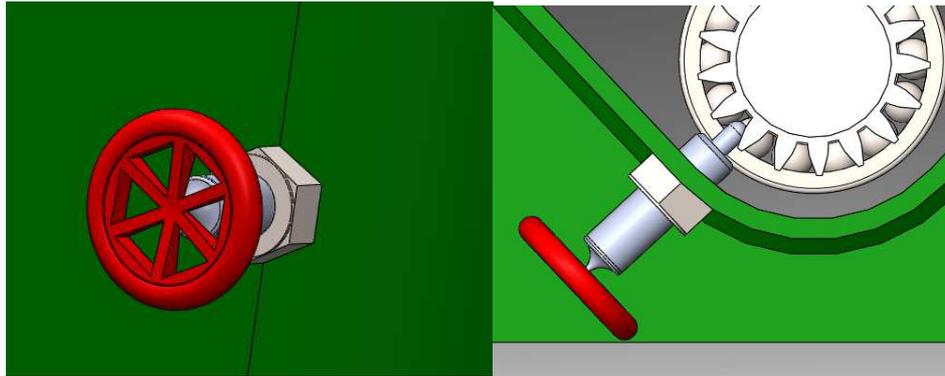


Ilustración 28 - Bloqueo por el interior. Vista exterior (izda) y sección de planta (dcha).

10. Sistema de Anclaje

Como este proyecto ha sido realizado para su posible uso en diferentes tipos de vehículo se deben tener a la venta diferentes tipos de anclajes entre el brazo móvil y la base de la caja o los elementos del triángulo en remolques. Para ello se diferenciarán las pickUp y furgonetas de los remolques.

10.1. PickUp y furgonetas

Para la instalación en este tipo de vehículos, se realizarán unos agujeros en la base de la caja de los vehículos y se utilizará el sistema de anclaje tipo sándwich, es decir, se instalará una placa en la parte inferior y esta será atornillada a la base de la grúa dejando entre ambas la base de la caja del vehículo, tanto los tornillos como las distancias entre ellos están calculadas en el Apartado 10 del Capítulo 2.

10.2. Remolques

Para poder establecer la base conveniente de los remolques deberá hacerse un estudio del mismo ya que en estos casos se instalará gracias a unas abrazaderas en el triángulo de los mismos (Véase Ilustración 29). Es decir, en lugar de los 4 tornillos de las pick ups se instalará una base más amplia a la que se realizarán agujeros en función de la distancia y anchura de las vigas del triángulo.



Ilustración 29 - Remolque

11. Otros elementos

11.1. Poleas

Estos elementos sirven para el guiado del cable de elevación, ya que al colocar el cabrestante en la columna, el cable tiene que cambiar la dirección en varias ocasiones y por ende necesita de estos elementos. Para ello, se han seleccionado dos poleas trapezoidales para cables, también llamadas locas, de un solo canal, pero de diferentes diámetros.

	SPZ80	SPZ150	Unidades
Diámetro exterior	84	154	mm
Diámetro eje	10	20	mm

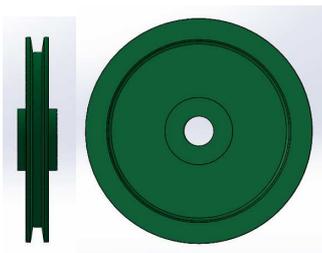


Tabla 6 - Selección de poleas y Ejemplo de la modelización de una de ellas. Vista de perfil y alzado

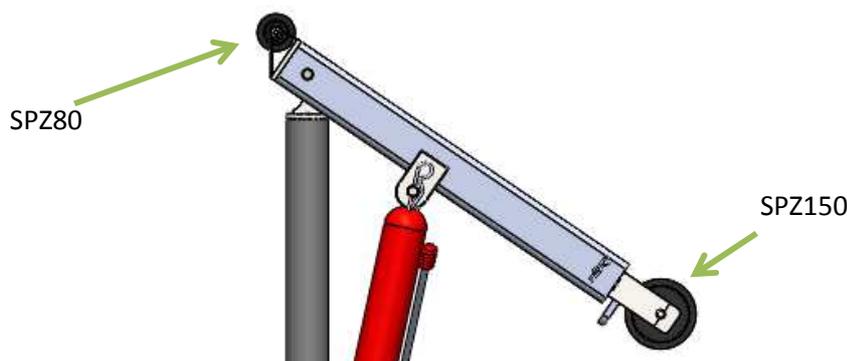


Ilustración 30 - Colocación de las poleas

11.2. Volante

Para hacer girar el eje del piñón y así realizar el movimiento giratorio de la columna se ha seleccionado la instalación de un volante con punto de apoyo, ya que este se utiliza en muchas aplicaciones industriales como en las llaves de apertura de circuitos hidráulicos, es económico y aporta una solución sencilla para la acción a realizar.



Ilustración 31- Volante seleccionado (izda.) y su representación en SolidWorks (dcha.)

11.3. Ganchos

En este proyecto se instalarán dos ganchos, uno de ellos está incluido en el precio y la compra del cabrestante, sin embargo puesto que se ha instalado un sistema de poleas para así poder aumentar la carga máxima que eleva el cabrestante, por lo tanto se comprará a la empresa Krencross Offroad el conjunto de polea más gancho (Véase Ilustración 32) que permitirá dividir la carga y elevarla de forma simple.



Ilustración 32 - Gancho con polea

11.4. Batería

Como se ha dicho en el apartado 5.1.4. Capítulo 1. Se ha seleccionado un cabrestante eléctrico, es decir, este tipo de cabrestante funciona con corriente eléctrica de 12 V, por lo tanto, para poder darle uso habría dos opciones, ambas con ventajas e inconvenientes:

11.4.1. Batería extra para su uso exclusivo del brazo móvil.

Esta opción se basaría en tener en el remolque o la caja del vehículo una batería extra de uso exclusivo para el cabrestante.

- Ventajas:

El vehículo tractor o portante no se quedaría sin batería en caso de un uso prolongado

No debería hacer ninguna manipulación al vehículo tractor o portante

- Inconvenientes:

El cliente debería tomar la precaución de encenderla si no fuese a utilizarla en un periodo largo de tiempo debido a que estas se descargan

11.4.2. Batería propia del vehículo

Esta opción conlleva realizar una manipulación en los bornes de la batería, en cualquier taller puede realizarse, donde se conecten unos cables desde ese punto hasta el conector del cabrestante (incluido en el mismo precio)

- Ventajas:

La batería estaría siempre cargada

- Inconvenientes:

Uso excesivo del brazo podría suponer quedarse sin batería en el coche

Producción de CO₂ ya que el coche permanecería en funcionamiento

Gasto de combustible ya que el coche permanecería en funcionamiento

12. Resultado final

Finalmente, una vez los elementos están seleccionados y calculados en el Capítulo 2, se modelizan con el software de modelización SolidWorks, los elementos y se ensamblan dotándoles de ciertos grados de movilidad para que sean lo más similares posibles a la estructura final.

12.1. Vista de alzado de las posibles configuraciones

Como se observa en las ilustraciones el cabrestante ha sido fijado a una distancia de medio metro de la base y a unos 15 cm del volante de los engranajes. Para la sujeción del pistón se han establecido unos pasadores cuya distancia al eje de la columna ha sido calculado en el apartado I. Anexo Cálculos.(Véase Ilustración 33) donde se observan diferentes configuraciones, como brazo recogido, brazo estirado y en la posición de 90º.

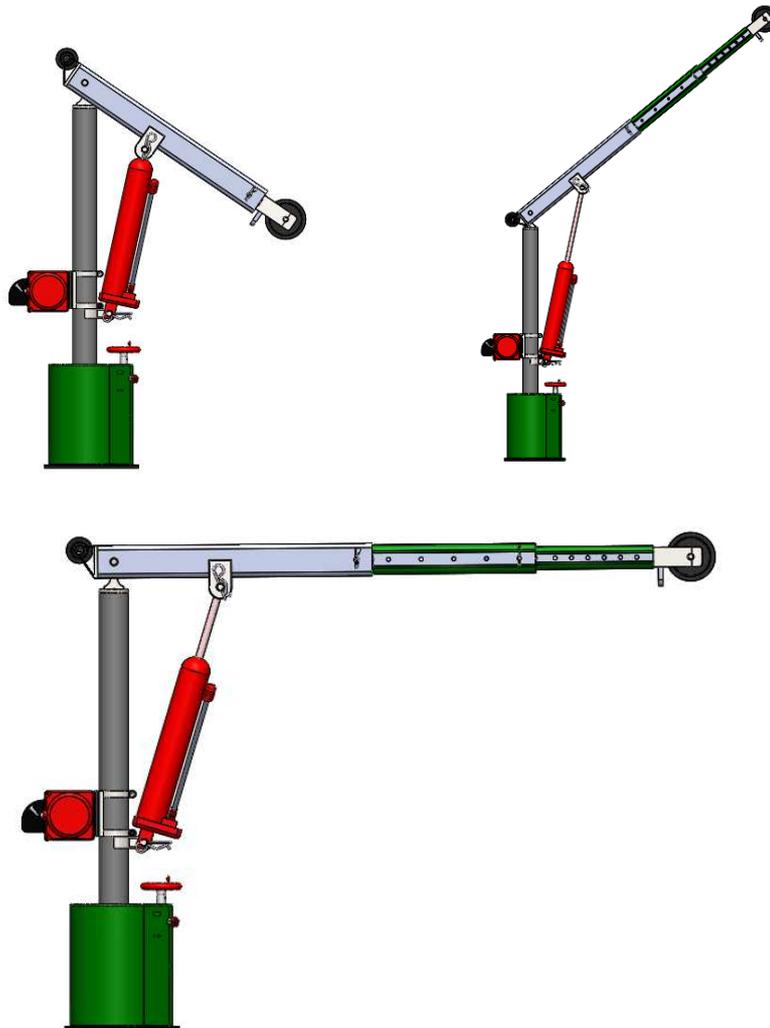


Ilustración 33 - Vistas Perfil del Brazo Móvil

12.2. Vista de Planta con diferentes ángulos de rotación

En las vistas de planta no se observan los agujeros para los tornillos de anclaje. Esto se debe, a la gran variedad de vehículos donde se puede instalar. Por ello, se ha optado por dejar sin agujerear y de esta forma que sea el cliente respetando los mínimos calculados en el Apartado 10. Del Capítulo 2 de esta forma queda totalmente personalizable al vehículo. En la Siguiete ilustración se observa la grúa en diferentes posiciones y diferentes ángulos de actuación.

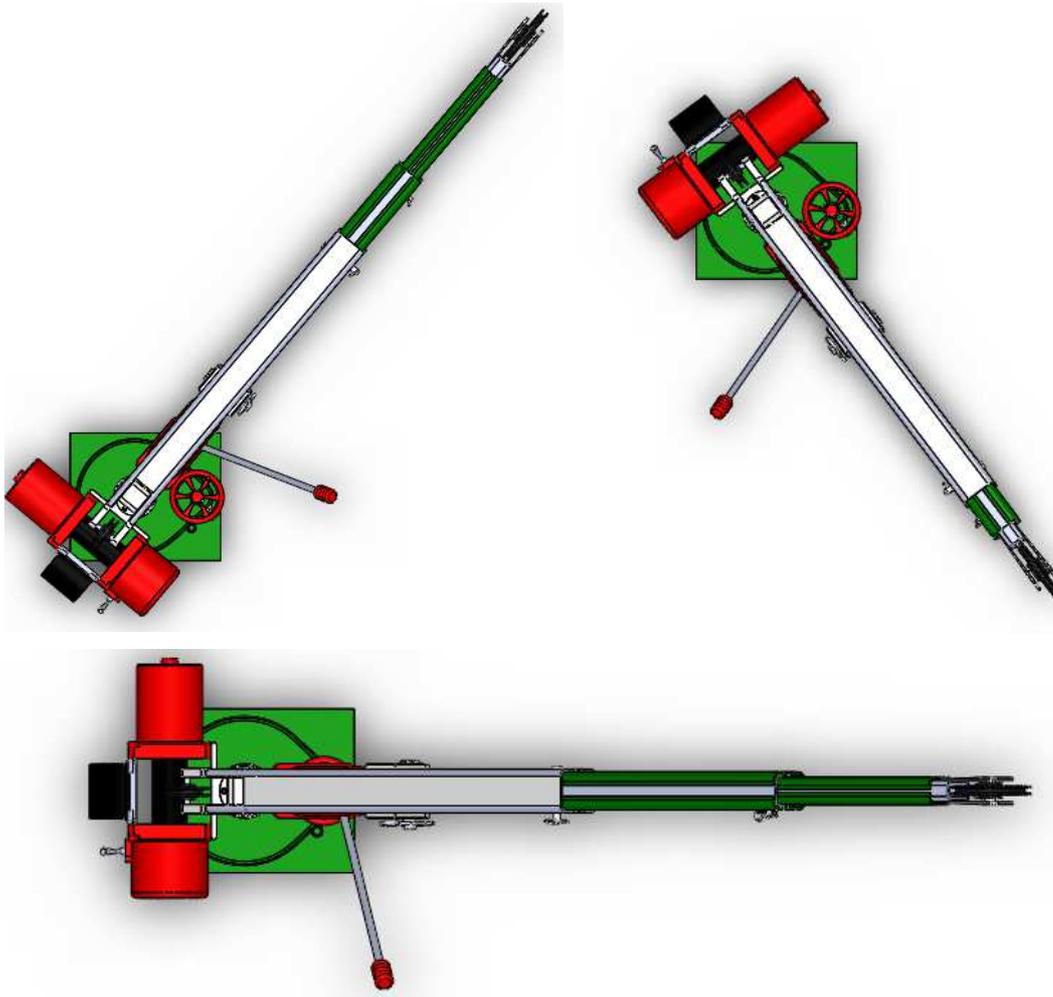


Ilustración 34 - Vista de planta del conjunto

12.3. Vista en perspectiva en diferentes configuraciones

Por último, se observa en perspectiva el conjunto modelizado con y sin ganchos, de tal forma que se observe toda la estructura en sus diferentes configuraciones.

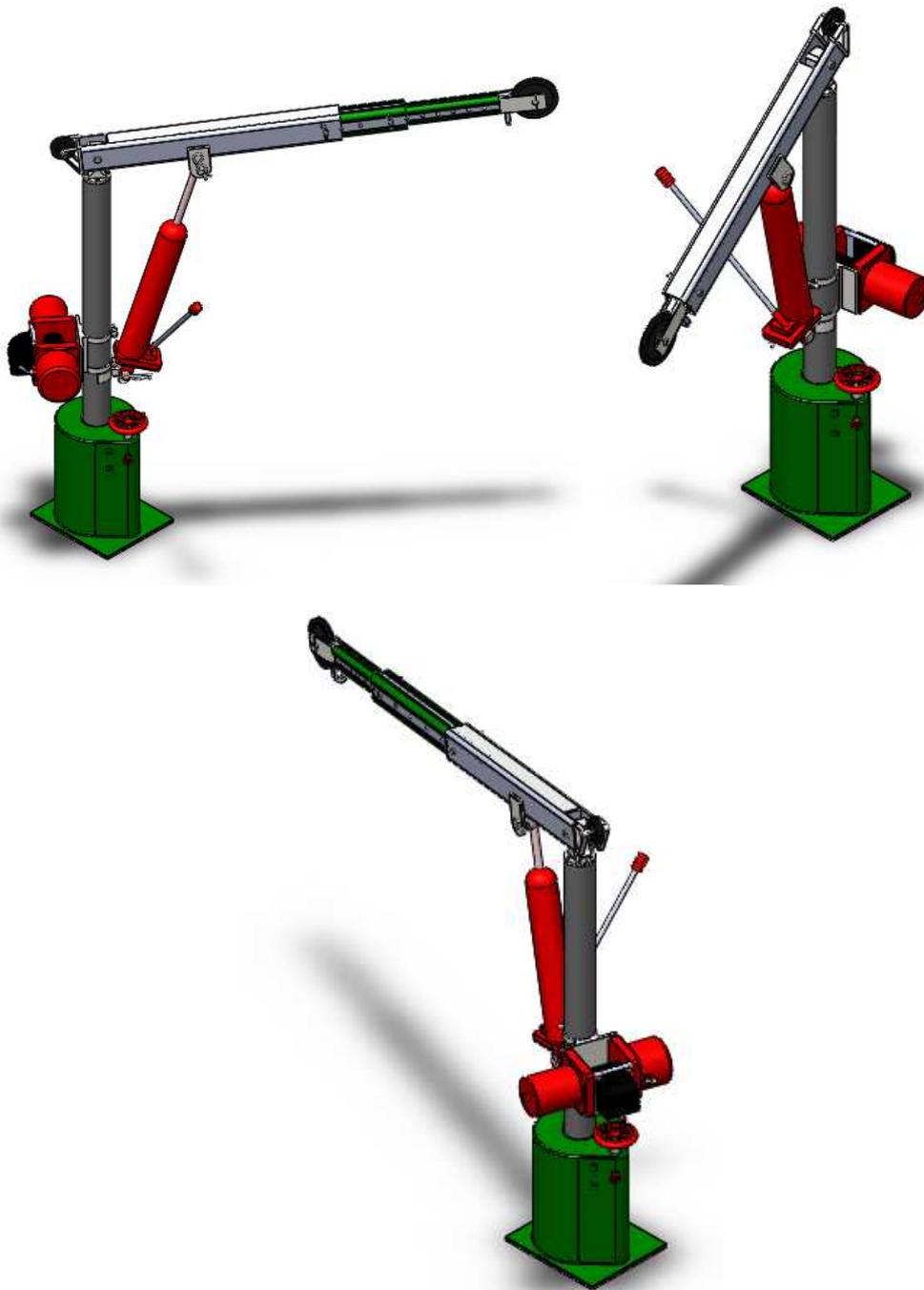


Ilustración 35 - Vista en perspectiva del conjunto

13. Conclusión

Finalmente, se ha modelizado un brazo móvil que cumple con los objetivos nombrados tanto funcionales, técnicos como los criterios marcados de peso (Capítulo 5. Mediciones) y precio (Capítulo 6. Presupuesto). Estos últimos, han sido los más complicados en cuanto optimización ya que como se ha explicado en el apartado 4 de este mismo capítulo, el peso máximo transportable de los vehículos seleccionados como posibles adquisidores de la grúa/brazo móvil es limitado. Por lo tanto, como se muestra en el Capítulo de Mediciones se ha conseguido obtener un peso máximo del conjunto de 140Kg con el cabrestante cuyo índice de elevación de cargas es el máximo y cuyo peso es mayor.

A su vez, se ha conseguido que la estructura pueda plegarse o encogerse de tal forma que no sobresalga en ningún vehículo, ya que esto supondría un peligro para la circulación en vía, de la misma forma podría emplearse en furgonetas cuya anchura de caja fuese de 1.1 m y una altura de la misma de 1.5 m, ampliando de esta forma, la posible venta en furgonetas estándar.

Por otro lado, como dimensiones máximas se ha conseguido alcanzar con el brazo desplegado una longitud de 1.8 m, que junto con la capacidad de rotación de 360º alcanzará objetos situados a una distancia circunferencial máxima de 1.8m del eje central de la columna.

Se ha dotado al conjunto de un sistema de bloqueo, tanto de las diferentes secciones telescópicas de la pluma con un sistema de placa soldada y placa atornillada que impiden que el cliente saque más sección de la permitida. Como del sistema de rotación, ya que si se instalase en un vehículo o remolque este se desplazaría y supondría un peligro añadido si la columna rotase, para ello se han instalado unos dientes que permiten el bloqueo en cualquier ángulo de la columna impidiendo su variación posterior.

Sin embargo, en cuanto a estabilidad, en pick sus y furgonetas es estable cuando el brazo esta estirado y con la carga máxima. En cuanto a los remolques se debe prevenir el posible vuelco con un brazo regulable.

Finalmente, cabe destacar el precio final (Capítulo 6. Presupuesto) de 1573.186 € para el caso del cabrestante EWX 9500lb cuya carga de elevación es de 600 kg y de 1204.03€ con el cabrestante de 5500lb cuya carga de elevación será de 500 kg.

Anexos



Capítulo 2. Anexos

I. Anexo Cálculos	52
II. Anexo Catálogos.....	98

I. Anexo ***Cálculos***

I. Anexo Cálculos

Glosario	54
1. Estabilidad de la grúa.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Estabilidad con remolque.....	57
1.2. Estabilidad con Pick Up	58
2. Cálculo estático.....	60
2.1. Ángulo del pistón para diferentes situaciones.....	60
2.2. Ángulo del cable.....	61
2.3. Cálculo del CDG de la pluma	61
2.4. Caso 90º	62
2.4.1. Cálculo estático de la polea.....	62
2.4.2. Cálculo estático de la pluma	63
2.4.3. Cálculo estático del cabrestante	64
2.4.4. Cálculo estático de la columna.....	65
2.5. Caso extremo	65
2.5.1. Cálculo estático de la polea.....	65
2.5.2. Cálculo estático de la pluma	66
2.5.3. Cálculo estático del cabrestante	67
2.5.4. Cálculo estático de la columna.....	68
2.6. Recapitulativo de las fuerzas obtenidas.....	68
3. Diagrama de esfuerzo.....	69
3.1. Caso 90º	70
3.1.1. Pluma.....	70
3.1.2. Columna	72
3.2. Caso extremo	74
3.2.1. Pluma.....	74
3.2.2. Columna	77
4. Dimensionamiento de la estructura	80
4.1. Pluma.....	80
4.2. Columna	81

5. Deflexión de la pluma.....	82
6. Dimensionamiento de los pasadores y uniones	83
6.1. Unión del pistón hidráulico	83
6.2. Unión entre la pluma y la columna	86
7. Rodamientos.....	87
8. Engranajes.....	89
8.1. Relación de transmisión	89
8.2. Distancia entre ejes.....	90
8.3. Fuerzas de accionamiento.....	90
8.3.1. Viento	90
8.4. Fuerzas en el engranaje.....	91
9. Dimensionamiento de la chaveta	92
10. Base	94

Glosario

M_v - Momento vuelco	[Kgmm]
M_e – Momento estabilizador	[Kgmm]
T_t - Tara turismo	[Kg]
T_r - Tara remolque	[Kg]
T_p - Tara pickUp	[Kg]
M_{cab} – Masa cabrestante	[Kg]
M_p – Masa pluma	[Kg]
$M_{máx}$ – Masa carga máxima	[Kg]
M_c – Masa columna	[Kg]
D_{el} - distancia eje del vehículo a la línea de vuelco	[mm]
D_{carg} – Distancia carga a la línea de vuelco	[mm]
D_{cab} - Distancia cabrestante a la línea de vuelco	[mm]
D_c – Distancia columna a la línea de vuelco	[mm]
$\alpha_{estabilidad}$ – Coeficiente de estabilidad para la grúa	[-]
CDG – Centro de gravedad	[mm]
M – Carga a elevar	[N]
T - Tensión del cable	[N]
P -Peso de la polea	[N]
P_{cab} – Peso cabrestante	[N]
C_1 – Componente vertical del cabrestante	[N]
C_2 - Componente horizontal del cabrestante	[N]
M_c – Momento del cabrestante	[Nmm]
P_1 - Componente vertical de la polea	[N]
P_2 - Componente horizontal de la polea	[N]

F - Módulo de la fuerza realizada por el pistón	[N]
F_x - Componente horizontal del pistón	[N]
F_y - Componente vertical del pistón	[N]
A₁ - Componente vertical de la unión entre la pluma y columna	[N]
A₂ - Componente horizontal de la unión entre la pluma y columna	[N]
R_{1x} - Componente horizontal del rodamiento 1	[N]
R_{1y} - Componente vertical del rodamiento 1	[N]
R_{2x} - Componente horizontal del rodamiento 2	[N]
Y – Punto más alejado de la sección respecto la fibra neutra	[mm]
C₀ – Carga estática máxima	[KN]
P₀ – Carga estática del rodamiento	[KN]
S₀ – Coeficiente de seguridad SKF para rodamientos de bolas	[-]
F_a – Fuerza axial	[N]
F_r – Fuerza radial	[N]
F_t - Fuerza tangencial	[N]
i – Relación de transmisión entre engranajes	[-]
A – Área	[m ²]
P - Presión	[Pa]
C_d - Coeficiente de arrastre	[-]
F_{viento} – Fuerza provocada por el viento	[N]
L – longitud de la carga	[mm]
h – Altura de la carga	[mm]
D – Diámetro	[mm]
R - Radio del piñón	[mm]

P - Potencia	[W]
w – Velocidad angular	[rad/s]
M - Momento	[Nmm]
M_p – Momento piñón	[Nmm]
τ - Tensión	[MPa]
l – Longitud	[mm]
S_y – límite de fluencia	[MPa]
n – Factor de seguridad	[-]
X_{ext} – Reacción externa horizontal	[N]
Y_{ext} – Reacción externa vertical	[N]
M_{ext} – Momento externo	[Nmm]
E – Modulo de Young	[MPa]
I - Inercia	[mm ⁴]
R_e – Limite elástico	[MPa]
R_m – Limite hasta la ruptura	[MPa]
e - Espesor	[mm]

1. Estabilidad de la grúa

La estabilidad de una grúa en funcionamiento, montada en la parte trasera, depende de varios factores que se nombrarán a continuación. Cabe destacar que si se habla de una grúa o brazo móvil a instalar en un remolque o un vehículo la estabilidad puede ser un factor de mayor importancia ya que donde está anclada es de dimensiones inferiores a las de un camión.

- Diseño del chasis
- Carga de la grúa
- Posición del brazo de la grúa en la zona de trabajo
- La forma y la consistencia de la superficie

Para calcular el coeficiente de estabilidad bien de una grúa o un brazo móvil se tiene que comparar el momento estabilizador con el momento de vuelco, esta relación debe ser superior a 1.5, es decir el momento estabilizador superior al momento de vuelco. Este coeficiente ha sido sacado Norma 58119:1994 para grúas móviles de cargas superiores a 1T, sin embargo al no existir normativa específica para este tipo de proyecto se acoge la normativa para grúas superiores.

- Momento estabilizador - Son todos aquellos elementos que se encuentran encima del vehículo o del lado del vehículo de la línea de vuelco
- Momento de vuelco - Este incluye los elementos que actúan pasando la línea de vuelco

Puesto que este brazo se podrá acoplar a diferentes vehículos y remolques. Se estudiarán los casos extremos, el primero será en un remolque ligero con un turismo medio, cuyo remolque esté vacío (Véase Ilustración 36) y se vaya a cargar con el brazo totalmente extendido ya que, será entonces, la situación donde más probabilidad de inestabilidad haya.

1.1. Estabilidad con remolque

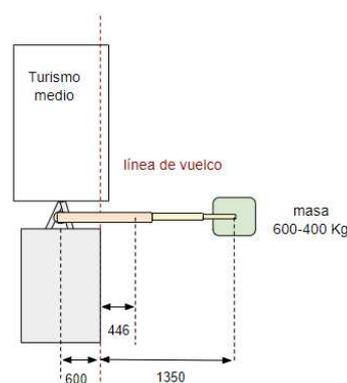


Ilustración 36 - Estabilidad en remolque. Vista de Planta

Datos obtenidos escogiendo un turismo de ciudad de forma aproximada, teniendo en cuenta que se ha calculado en el punto donde la carga se encuentra más alejada:

Tara turismo: 1000 kg

Distancia eje coche-línea vuelco: 600 mm

Tara remolque en vacío: 100 kg

Distancia carga-línea vuelco: 1150 mm

Masa columna: 60 kg

Distancia CDG pluma-línea vuelco: 450 mm

Masa cabrestante: 29.5 kg

Masa carga máxima: 400 kg

Masa pluma: 30 kg

$$Me = T_t \cdot D_{el} + T_r \cdot D_{el} + M_c \cdot D_{el} + M_{cab} \cdot D_{cab} \quad (1)$$

$$Me = (1000 + 100) \cdot 600 + (50 + 29.5) \cdot 600 = 707700 \text{ Kgmm} \quad (2)$$

$$Mv = M_{m\acute{a}x} \cdot D_{carg} + M_p \cdot D_p \quad (3)$$

$$Mv = 400 \cdot 1150 + 30 \cdot 230 = 466900 \text{ Kgmm} \quad (4)$$

Cálculo del coeficiente de estabilidad:

$$\alpha_{estabilidad} = \frac{Me}{Mv} = 1.51 > 1.5$$

Es decir, un turismo podría cargar en estas condiciones una carga máxima de 400 Kg pero no de 600 Kg, sin embargo, podría instalarse una barra de seguridad perpendicular al remolque hacia el lado de la carga aumentando de esta manera el momento estabilizador.

Si el remolque fuese remolcado por un todoterreno o vehículo cuyo peso en vacío fuese superior a 2000Kg se podría cargar los 600Kg para los que el brazo puede cargar y el coeficiente de seguridad sería de:

$$\alpha_{estabilidad} = \frac{Me}{Mv} = 1.87 > 1.5$$

1.2. Estabilidad con Pick Up

El segundo caso será el de una pickup o furgoneta, en este tipo de vehículos se desea colocar el brazo en una de las esquinas (Véase Ilustración 37 - Estabilidad en Pickup), ya que así molestará menos que si es colocado en la parte central de esta, aunque esta elección aumentará momento de vuelco ya que los elementos se encontrarán a una mayor distancia de la línea de vuelco y el momento que generarán será mayor.

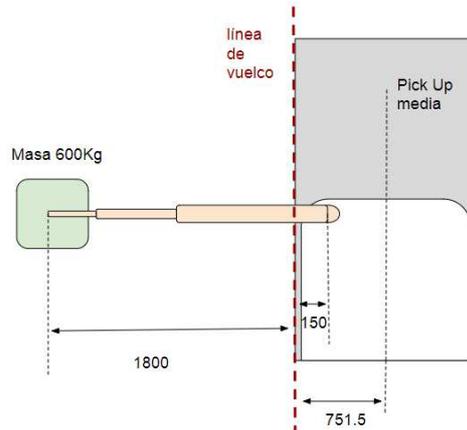


Ilustración 37 - Estabilidad en Pickup. Vista de planta

Siguiendo el mismo proceso que para el cálculo anterior, de obtendrá el correspondiente coeficiente de estabilidad para una grúa colocada en una pickup, sin embargo las distancias de los elementos varían:

Tara Pick up: 1900kg

Distancia columna -eje de vuelco: 150 mm

Masa columna: 60 kg

Distancia eje coche-línea vuelco: 751 mm

Masa cabrestante: 29.5 kg

Distancia carga-línea vuelco: 1600 mm

Masa carga máxima: 600 kg

Distancia CDG pluma-línea vuelco: 680 mm

Masa telescópico: 30 kg

$$M_e = T_p \cdot D_{el} + M_c \cdot D_{el} \quad (5)$$

$$M_e = 1900 \cdot 751.5 + (50 + 29.5) \cdot 751.5 = 1439775 \text{ Kgmm}$$

$$M_v = M_{m\acute{a}x} \cdot D_{carg} + M_p \cdot D_p + M_{cab} \cdot D_{cab} \quad (6)$$

$$M_v = 600 \cdot 1800 + 30 \cdot 868 = 980400 \text{ Kgmm}$$

Cálculo del coeficiente de estabilidad

$$\alpha_{estabilidad} = \frac{M_e}{M_v} = 1.5 = 1.5$$

Se observa un coeficiente de estabilidad en los tres casos calculados superior al mínimo de 1.5 requerido para grúas de dimensiones superiores. Aunque, cuando el remolque este remolcado por un turismo este no podrá cargar la carga máxima autorizada para la grúa ya que habría riesgo de inestabilidad y por lo tanto de vuelco. Consecuentemente, se tendrá que instalar una barra extra para que el momento de elevación de la carga máxima en el punto más alejado se seguro.

2. Cálculo estático

Para poder dimensionar, primero se procederá mediante los diagramas de sólido libre a saber cuáles son las reacciones que generan los elementos de la estructura. Para ello se van a calcular dos situaciones, la situación más común donde el brazo trabajará a 90° con respecto a la columna y la segunda será cuando el brazo este en su posición más extendida y el pistón asu vez plenamente desplegado.

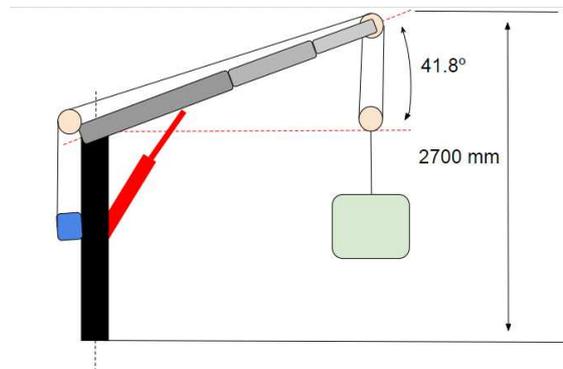


Ilustración 38 - Brazo móvil esquematizado. Vista de perfil

Para el cálculo de ambos casos se procederá de la siguiente manera:

- Cabrestante
- Polea
- Pluma
- Columna
- Base

Como valores comunes a todos los casos se establece para las posiciones de pistón (véase Ilustración 39) de 860 mm en el eje vertical con respecto al punto de unión entre la pluma y la columna y 400 mm en el eje horizontal con respecto al mismo punto. Para así, obtener un valor de plegado coherente con el espacio disponible (ya que este no debe sobrepasar la anchura del vehículo) y para obtener una altura superior en caso de necesidad de la pluma.

2.1. Ángulo del pistón para diferentes situaciones

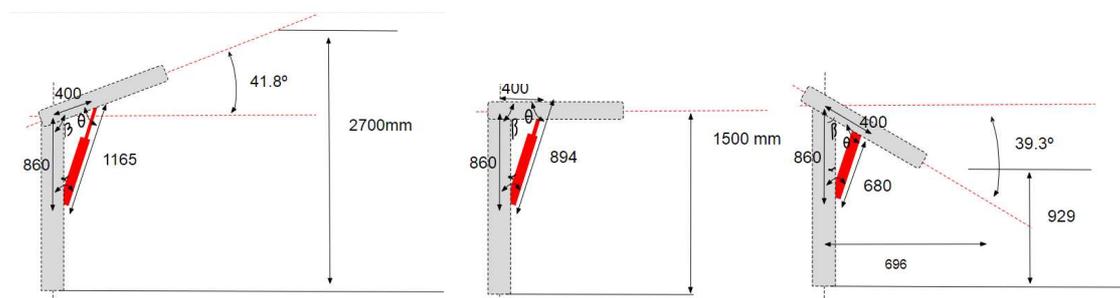


Ilustración 39- Disposición del pistón para las 2 medidas extremas y para 90° . Vistas de perfil

Obteniendo para ello los ángulos de-Recapitulativa de vehículos y remolques Tabla 7, para su posterior uso en el cálculo.

Ángulo	Caso extendido	Caso 90º	Caso recogido
α	14.92º	24.94º	27.00º
β	131.8º	90º	50.57º
ϑ	33.38º	65.05º	102.29º

Tabla 7-Ángulos del pistón diferentes posiciones

2.2. Ángulo del cable

Del mismo modo se estableció el ángulo existente entre el cabrestante y la polea ya que el cable no se encontraba en una posición vertical, sino que está un poco inclinado. Para ello, se fijó el cabrestante a una distancia de 650 mm con respecto a la base de la columna. Como ya se ha dicho, para evitar ese efecto de péndulo invertido.

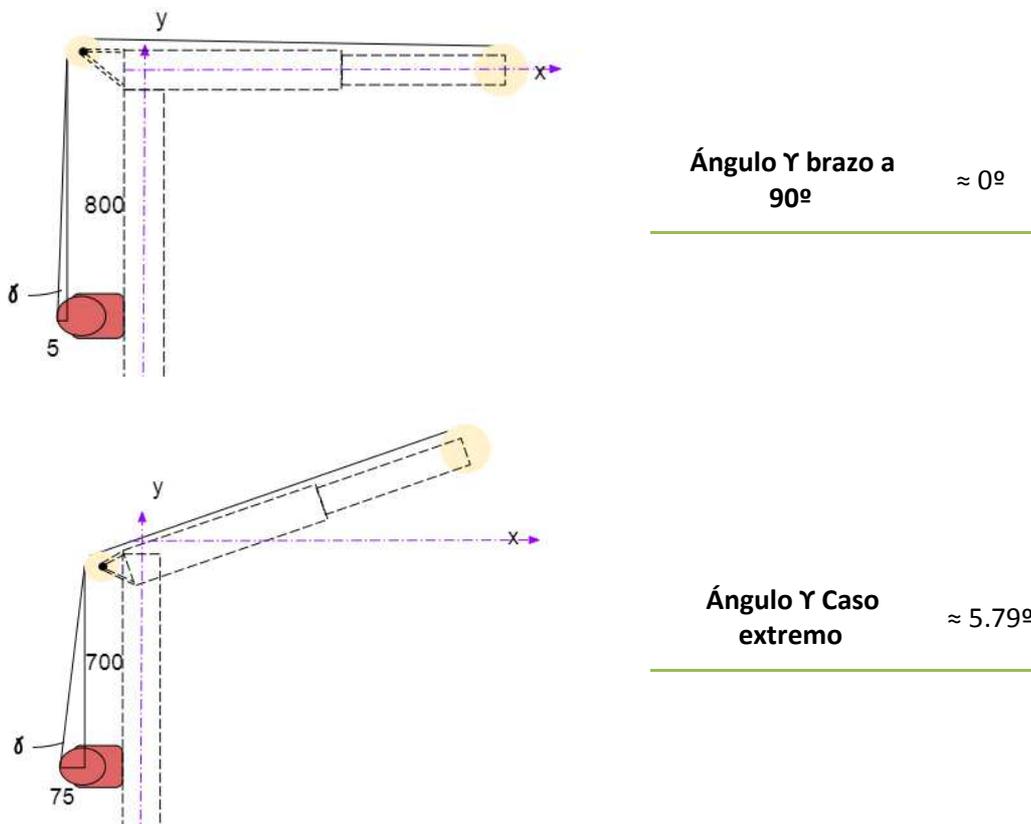


Ilustración 40-Ángulo del cable. Vista de Perfil

2.3. Cálculo del CDG de la pluma

Por último, también se tiene que calcular el centro de gravedad de la estructura, ya que aunque sea ligera se debe tener en cuenta para los diagramas de sólido libre. Las dimensiones de las secciones se obtuvieron a partir de los diagramas del apartado 4 de este capítulo, por

ello se calculó una primera vez con un peso y dimensiones aproximadas y más tarde con los datos reales de la estructura.

	Sección 1	Sección 2	Sección 3	Unidades
Dimensiones Sección				
Altura, anchura y espesor	100x80x5	80x60x5	60x40x4	mm
Longitud total	800	750	600	mm
Área	8000	75000	4800	mm
CDG propio	600	375	300	mm
Distancia CDG al origen	600	925	1400	mm
CDG total	$X_{CDG} = \frac{A_1 \cdot CDG_1 + A_2 \cdot CDG_2 + A_3 \cdot CDG_3}{A_1 + A_2 + A_3} = 830$			mm

Tabla 8 - Cálculo del CDG de la pluma

2.4. Caso 90º

A continuación, se resolverán elemento a elemento los esfuerzos, para así después realizar los diagramas del conjunto. Para ello, se comienza por los elementos más sencillos hasta llegar a la columna donde se encuentra el mayor número de incógnitas. En las próximas ilustraciones se observa el elemento simplificado, en negro las cargas o esfuerzos conocidos y en rojo las incógnitas a calcular.

2.4.1. Cálculo estático de la polea

En este caso la tensión del cable de la polea será equivalente a la carga a elevar siendo esta de 300kg, es decir, 2943 N.

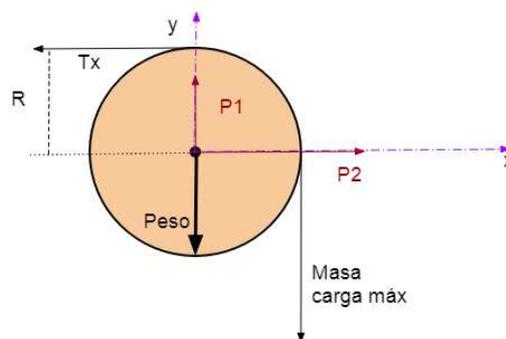


Ilustración 41- Polea Caso 90º. Vista Perfil

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -T_x + P_2 = 0 \quad (7)$$

$$P_2 = 2943 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow P_1 - M_y - P = 0 \quad (8)$$

$$P_1 = 9.81 + 2943 = 2952.81 \text{ N}$$

En este caso como la polea no está anclada/encastada en la estructura, es decir, tendrá libre la rotación de su eje, no es necesario el cálculo del momento.

2.4.2. Cálculo estático de la pluma

Para simplificar el diagrama sólido libre la pluma se ha modelizado como sección única ya que no afecta al cálculo de los esfuerzos. La carga se divide en dos apoyos situados a 100 mm siendo G_1 y P_1 los puntos de apoyo.

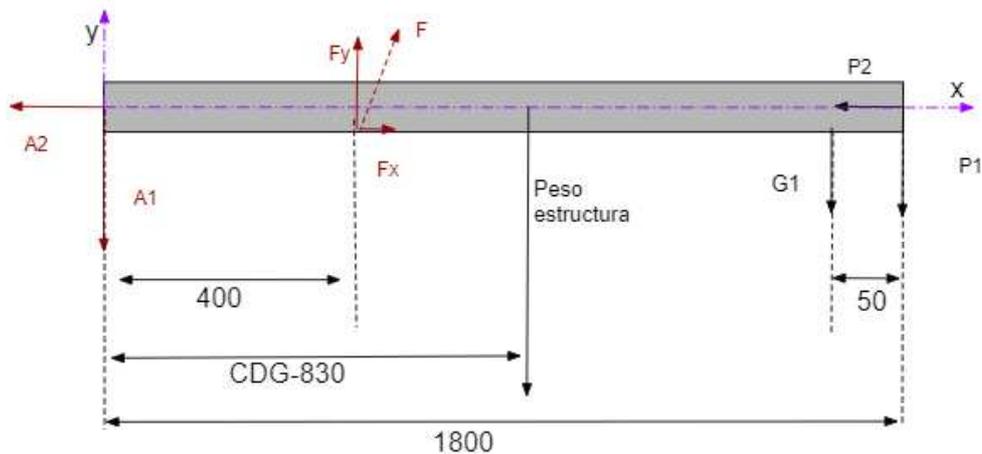


Ilustración 42- Pluma Caso 90°. Vista perfil [mm]

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -A_2 - P_2 + F_x = 0 \quad (9)$$

$$A_2 = -2943 + 11847.82 = 8904.82 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -A_1 - P_1 + F_y - P - G_1 = 0 \quad (10)$$

$$A_1 = -2943 + 25465.74 - 196.2 - 2943 = 19373.73 \text{ N}$$

En este caso con el momento calculado en el punto A (punto de anclaje de la estructura) se obtendrá el valor de la fuerza ejercida por el pistón, este valor tiene que ser inferior a los 80.000N que soporta el pistón seleccionado.

$$\sum M_A = 0 \rightarrow -M_c + F \text{sen}(\theta) - P \cdot CDG - P_1 1750 - G_1 1650 = 0 \quad (11)$$

$$F = \frac{P \cdot CDG - P_1 \cdot 1750 - G_1 \cdot 1650 + M_c}{\text{sen}(\theta) \cdot 400}$$

$$F = 28086.91 \text{ N}$$

$$F_x = 11847.82 \text{ N}$$

$$F_y = 25465.73 \text{ N}$$

2.4.3. Cálculo estático del cabrestante

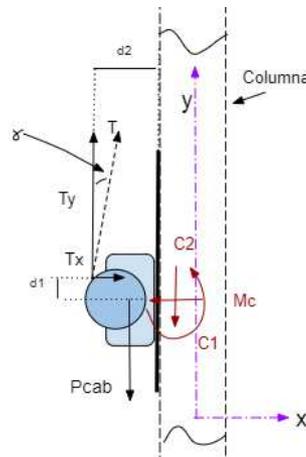


Ilustración 43-Cabrestante caso 90º.Vista de Perfil

Como se observa se han establecido unas reacciones y un momento ya que el cabrestante estará anclado a la columna. Para la realización de los cálculos se ha seleccionado el cabrestante de mayor peso ya que supone un grado de criticidad superior.

$$\sum F_x = 0 \rightarrow +T_x - C_2 = 0 \quad (12)$$

$$C_2 = 18.39 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow -T_y - P_c + C_1 = 0 \quad (13)$$

$$C_1 = 289.395 + 239.42 = 2653.55 \text{ N}$$

$$\sum M_c = 0 \rightarrow M_c - T_x \cdot 20 - T_y \cdot 151 + P_{cab} \cdot 80 = 0 \quad (14)$$

$$M_c = 18.39 \cdot 20 + 2942.94 \cdot 151 - 289.4 \cdot 80 = 421600.59 \text{ Nmm}$$

2.4.4. Cálculo estático de la columna

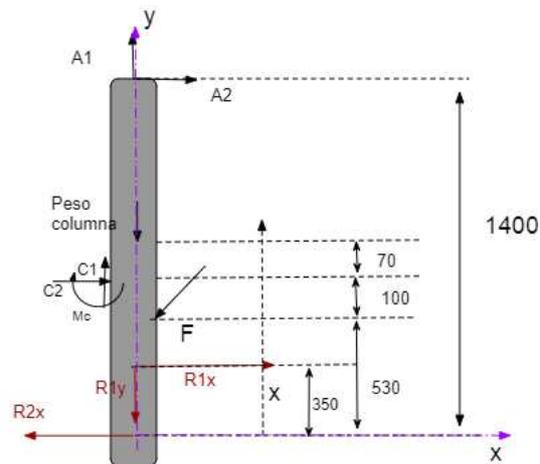


Ilustración 44-Columna Caso 90°

$$\sum F_x = 0 \rightarrow A_2 - R_{2x} - F_x + R_{1x} + C_2 = 0 \quad (15)$$

$$R_{2x} = 8904.82 - 11847.82 - 19331.72 + 18.39 = -22181.77$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow A_1 - P_{col} - F_y - R_{1y} + C_1 = 0 \quad (16)$$

$$R_{1y} = 19373.7 - 392.4 - 25465.73 + 2653.55 = -3830.86N$$

$$\sum M_{R2x} = 0 \rightarrow -R_{1x} \cdot 350 + F_x \cdot 550 - C_2 \cdot 640 - A_2 \cdot 1400 - M_c - C_1 \cdot 45 = 0 \quad (17)$$

$$R_{1x} = -19257.19 N$$

2.5. Caso extremo

Se procederá a realizar los mismos cálculos pero teniendo en cuenta la inclinación de la pluma con respecto al eje horizontal. En este caso se espera obtener unos esfuerzos inferiores en el eje vertical y superiores en el eje horizontal.

2.5.1. Cálculo estático de la polea

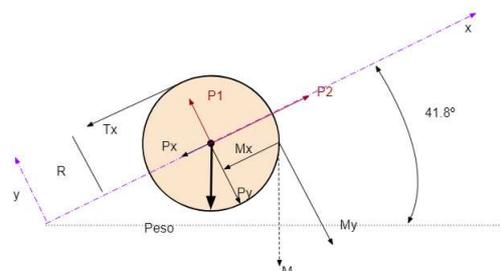


Ilustración 45 - Polea Caso Extremo. Vista de perfil

$$\sum F_x = 0 \rightarrow -T_x + P_2 - M_x - P_x = 0 \quad (18)$$

$$P_2 = 2943 + 3923.21 + 6.5338 = 6872.75N$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow P_1 - M_y - P_y = 0 \quad (19)$$

$$P_1 = 7.31 + 4387.87 = 4395.18N$$

2.5.2. Cálculo estático de la pluma

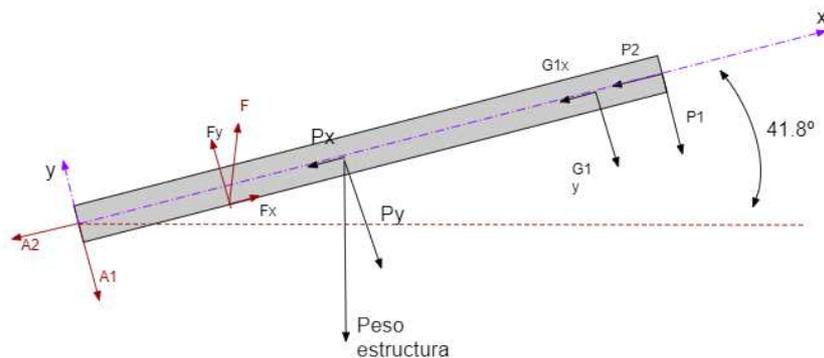


Ilustración 46 - Pluma Caso Extremo

$$\sum F_x = 0: -A_2 - P_2 + F_x - P_x - G_{1x} = 0 \quad (20)$$

$$A_2 = -6872.75 + 43397.1 - 130.77 - 1961.61 = 34432.04 N$$

$$\sum F_y = 0: -A_1 - P_1 + F_y - P_y - G_y = 0 \quad (21)$$

$$A_1 = -4395.18 + 28582.6 - 146.26 - 2193.94 = 21847.18 N$$

En este caso con el momento calculado en el punto A (punto de anclaje de la estructura) se obtiene el valor de la fuerza ejercida por el pistón, este valor tiene que ser inferior a los 80.000N que soporta el pistón (Véase 5.3.4.-Capítulo 1)

$$\sum M_A = 0 \rightarrow +F \cdot \text{sen}(\theta) \cdot 400 - P \cdot CDG - P_1 \cdot 1750 - G_1 \cdot 1650 = 0 \quad (22)$$

$$F = \frac{P \cdot CDG - P_1 \cdot 1750 - G_1 \cdot 1650}{\text{sen}(\theta) \cdot 400}$$

$$F = 51964.18$$

$$F_x = 43397.1N$$

$$F_y = 28582.56N$$

2.5.3. Cálculo estático del cabrestante

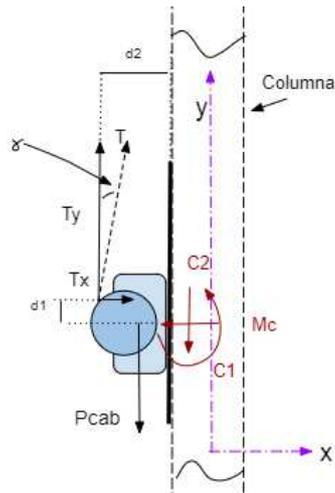


Ilustración 47 - Cabrestante Caso Extremo

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T_x - C_2 = 0 \quad (23)$$

$$C_2 = 296.98 N$$

$$\sum F_y = 0: + T_y - P_{cab} - C_1 = 0 \quad (24)$$

$$C_1 = 2927.98 - 289.395 = 2638.58N$$

$$\sum Mc = 0 \rightarrow Mc - T_x \cdot 20 - T_y \cdot 151 + P_{cab} \cdot 80 = 0 \quad (25)$$

$$Mc = 296.98 \cdot 20 + 2927.98 \cdot 151 - 289.4 \cdot 80 = 421942.8Nmm$$

2.5.4. Cálculo estático de la columna

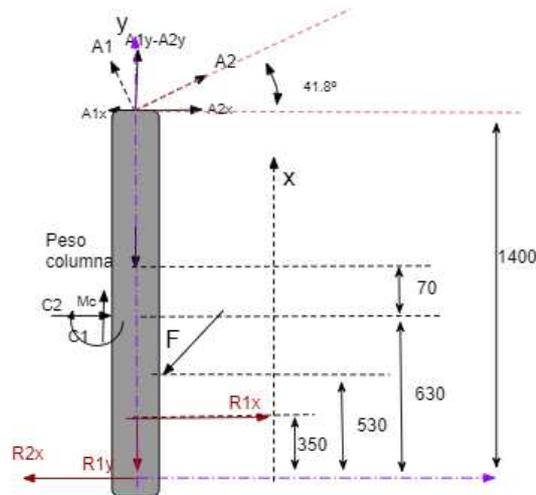


Ilustración 48 - Columna Caso Extremo

$$\sum F_x = 0 \rightarrow A_{2x} - A_{1x} - R_{2x} - F_x + R_{1x} - C_2 = 0 \tag{26}$$

$$R_{2x} = 25668.26 - 14561.86 + 13291.57 - 23440.99 = -25329.19 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow A_{1y} + A_{2y} - P_{col} - F_y - R_{1y} + C_1 = 0 \tag{27}$$

$$R_{1y} = 16286.55 - 22950.07 - 392.4 - 50235.55 + 2638.58 = -8752.75 \text{ N}$$

$$\sum M_{R2x} = 0 \rightarrow -R_{1x} \cdot 350 + F_x \cdot 490 - A_{2x} \cdot 1350 + A_{1x} \cdot 1350 - C_2 \cdot 490 - M_c - C_1 \cdot 45 = 0 \tag{28}$$

$$R_{1x} = -23440.99 \text{ N}$$

2.6. Recapitulativo de las fuerzas obtenidas

Para finalizar, se han recopilado los datos, en la siguiente tabla, de cada una de las reacciones para ambos casos anteriormente calculados.

	<i>Caso 90º</i>	<i>Caso extremo</i>	<i>Unidades</i>
C_1	2653.55	2638.58	N
C_2	18.39	296.98	N
M_c	421600.59	421942.79	Nmm
P_1	2952.81	4395.18	N
P_2	2943	6872.75	N
F	28086.91	51964.18	N
A_1	19373.73	21847.18	N
A_2	8904.82	344232.04	N
R_{1x}	-19331.72	-23440.9	N
R_{1y}	-3830.86	-8752.75	N
R_{2x}	-22256.33	-25329.19	N

Tabla 9- Recapitulativo de las fuerzas calculadas para ambos casos

Se observa un incremento general de las fuerzas para la situación llamada caso extremo. Ya que al estar el brazo inclinado el esfuerzo está distribuido de forma diferente.

3. Diagramas de esfuerzos

Para los diagramas de esfuerzos se han realizado cortes en función del número y la posición de la carga. A su vez se han realizado ambos casos, tanto el caso a 90º y el extremo con la carga máxima, el brazo desplegado y la posición máxima del pistón.

3.1. Caso 90º

3.1.1. Pluma

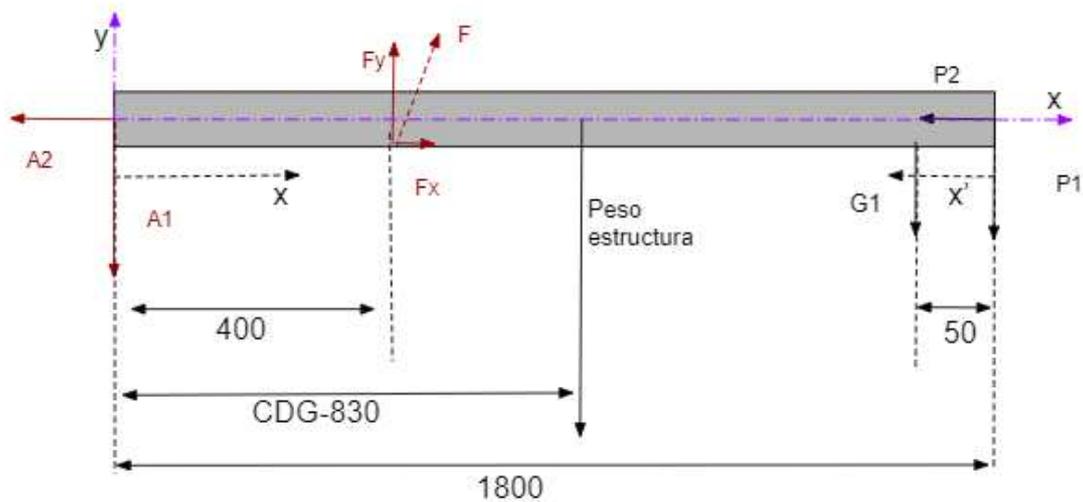


Ilustración 49-Cortes de la pluma 90º

Corte 1 $0 < x < 400$

$$N = A_2$$

$$T = -A_1$$

$$M = -A_1 \cdot x$$

	Esfuerzo	Unidad	
N	88904	N	(29)
T	-19373.73	N	
M(0)	0	Nmm	
M(400)	-7749491	Nmm	

Corte 2 $400 < x < 830$

$$N = A_2 - F_x$$

$$T = -A_1 + F_y$$

$$M(x) = -A_1 \cdot x + F_y(x - 400)$$

	Esfuerzo	Unidad	
N	-2943	N	(30)
T	6092.01	N	
M(400)	-7749491	Nmm	
M(830)	-5129927	Nmm	

Corte 4 830 > x > 170

$$N = A_2 - F_x$$

$$T = -A_1 + F_y - P$$

$$M(x) = -A_1 \cdot x + F_y(x - 400) - P(x - 830)$$

Esfuerzo		Unidad	
N	-2943	N	(31)
T	-5895.81	N	
M(830)	-5129927	Nmm	
M(1700)	-295281	Nmm	

Corte 5 0 < x' < 100

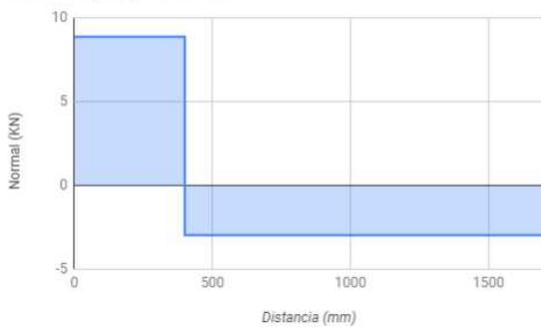
$$N = -P_2$$

$$T = -P_1$$

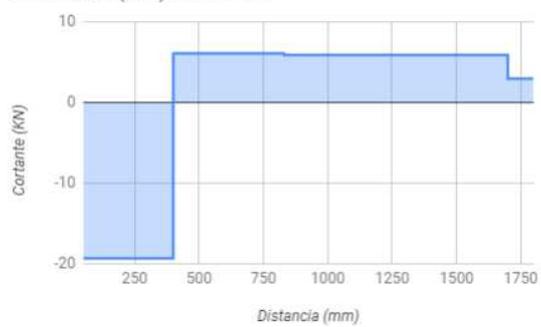
$$M(x) = P_1 \cdot x$$

Esfuerzo		Unidad	
N	-2933	N	(32)
T	2952.81	N	
M(100)	-295281	Nmm	
M(0)	0	Nmm	

Normal (KN) Caso 90°



Cortante (KN) Caso 90°



Momento Flector (KNm) Caso 90°

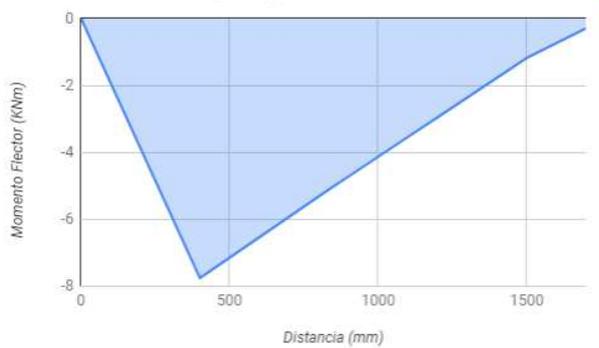


Ilustración 50 - Gráfica diagramas pluma caso 90°

3.1.2. Columna

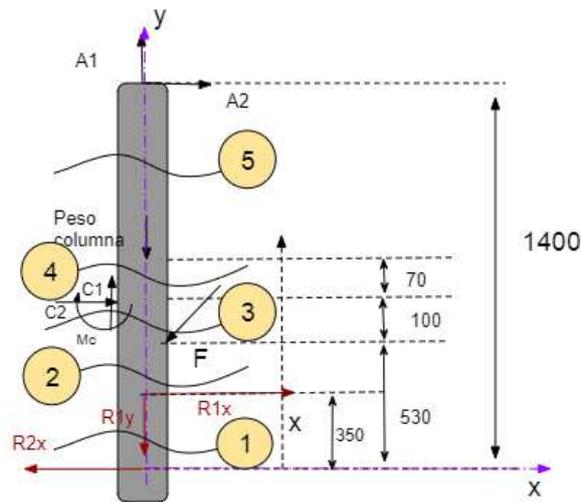


Ilustración 51- Cortes de la columna Caso 90º

Corte 1 $0 < x < 350$

$$N = 0$$

$$T = R_{2x}$$

$$M = R_{2x} \cdot x$$

Esfuerzo	Unidad
N	0 N
T	-22181.77 N
M(0)	0 Nmm
M(350)	-7763618 Nmm

(33)

Corte 2 $350 < x < 530$

$$N = +R_{1y}$$

$$T = R_{2x} - R_{1x}$$

$$M(x) = R_{2x} \cdot x - R_{1x}(x - 350)$$

Esfuerzo	Unidad
N	-3830.86 N
T	-2924.6 N
M(350)	-7763618 Nmm
M(530)	-8290047 Nmm

(34)

Corte 3 $530 < x < 630$

$$N = R_{1y} + F_y$$

$$T = R_{2x} - R_{1x} + F_x$$

$$M(x) = R_{2x} \cdot x - R_{1x}(x - 350) + F_x(x - 490)$$

<i>Esfuerzo</i>		<i>Unidad</i>	
N	21634	N	(35)
T	8904.82	N	
M(530)	-8290047	Nmm	
M(630)	-7397725	Nmm	

Corte 4 $630 < x < 700$

$$N = R_{1y} + F_y - C_1$$

$$T = R_{2x} - R_{1x} + F_x - C_2$$

$$M(x) = R_{2x} \cdot x - R_{1x}(x - 350) + F_x(x - 490) - C_2 \cdot (x + 490)$$

<i>Esfuerzo</i>		<i>Unidad</i>	
N	18981.33	N	(36)
T	8904.82	N	
M(630)	-6977964	Nmm	
M(700)	-6354626	Nmm	

Corte 5 $700 < x < 1400$

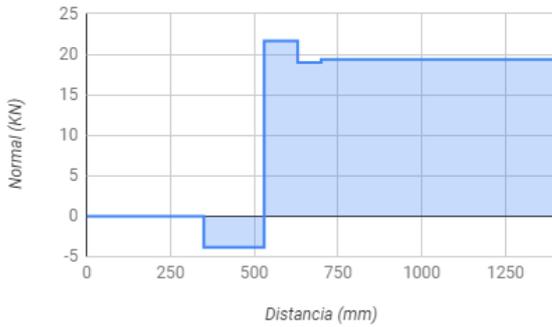
$$N = R_{1y} + F_y - C_1 + P$$

$$T = R_{2x} - R_{1x} + F_x - C_2$$

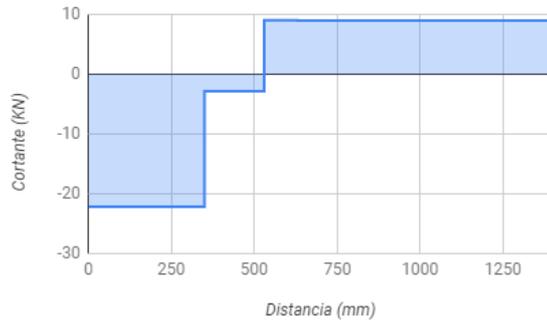
$$M(x) = R_{2x} \cdot x - R_{1x}(x - 350) + F_x(x - 490) - C_2 \cdot (x + 490)$$

<i>Esfuerzo</i>		<i>Unidad</i>	
N	19373	N	(37)
T	8904.82	N	
M(700)	-6354626	Nmm	
M(1400)	0	Nmm	

Normal (KN) Caso 90°



Cortante (KN) Caso 90°



Momento Flector (KNm) Caso 90°

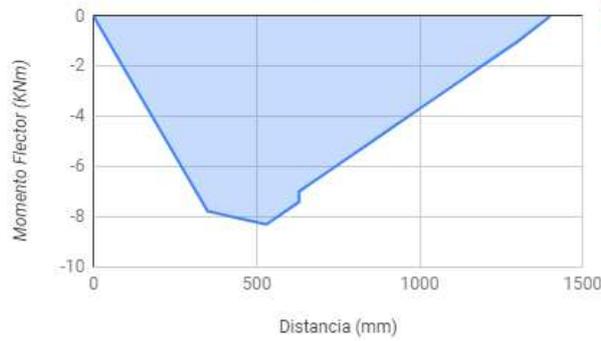


Ilustración 52 – Gráfica diagramas columna Caso 90°

3.2. Caso extremo

Para este caso como se observa se ha cambiado el sistema de referencia escogiéndolo de forma que la componente x es el eje que pasa por la pluma, simplificando los cálculos ya que de esta forma y con las Ecuaciones (29)-(32). Podemos obtener los resultados de los diagramas cambiando de forma simple los valores anteriores.

3.2.1. Pluma

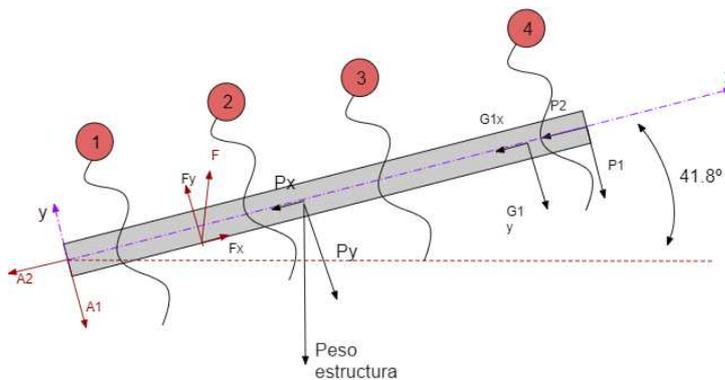


Ilustración 53 - Cortes en la Pluma Caso extremo

CORTE 1 0<x<400		CORTE 2 400<x<830	
N	34432	N	-8965 N
T	-21847.87	T	6735 N
M(0)	0	M(400)	-8738873 Nmm
M(400)	-8738873	M(830)	-5842658 Nmm

CORTE 3 830<x<1700		CORTE 4 0<x'<100	
N	-8834.35	N	-6872.75 N
T	6589.12	T	4395.18 N
M(830)	-5842658	M(1700)	-110123 Nmm
M(1700)	-110123	M(1800)	0 Nmm

Tabla 10 -Cortes Pluma Caso Extremo

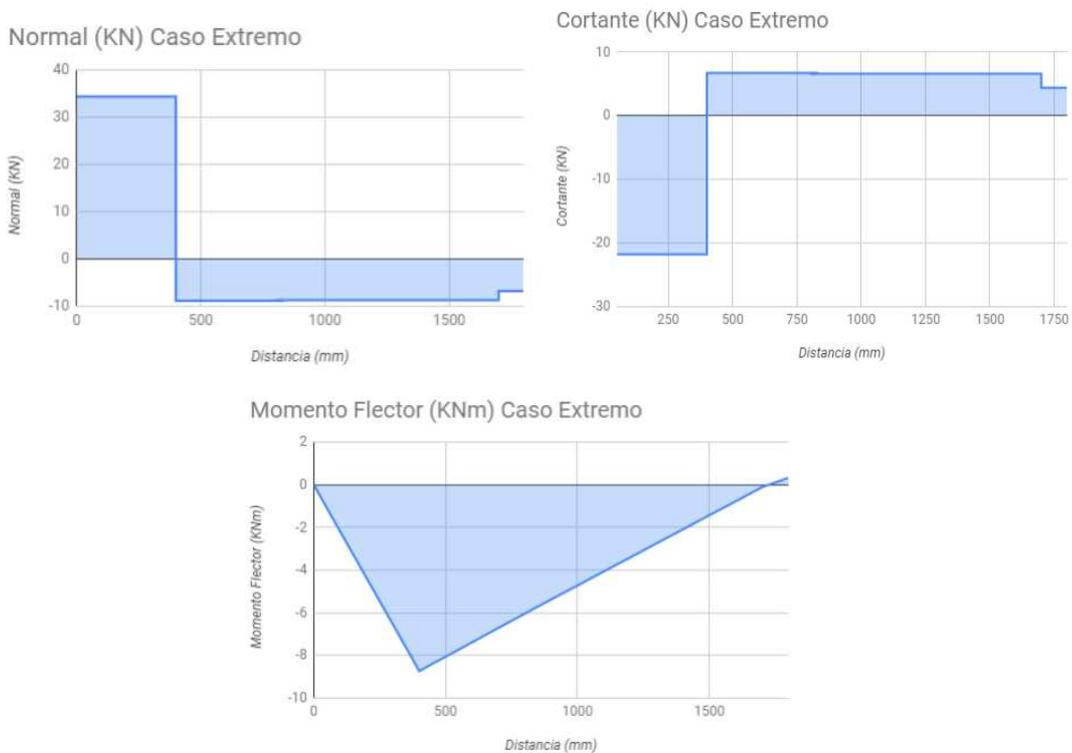


Ilustración 54 - Gráfica diagramas pluma Caso extremo

3.2.2. Comprobación de la pluma en SolidWorks

Para comprobar que los diagramas están bien realizados, se ha comprobado mediante una simulación con el software de modelización utilizado a lo largo del proyecto, SolidWorks versión 2018. A continuación, se muestran los resultados obtenidos, verificando que se obtienen prácticamente los mismos valores, aunque de signo contrario puesto que el criterio de signos seleccionado ha sido diferente. Se ha realizado la comprobación para el caso extremo ya que es el que supone un mayor riesgo.

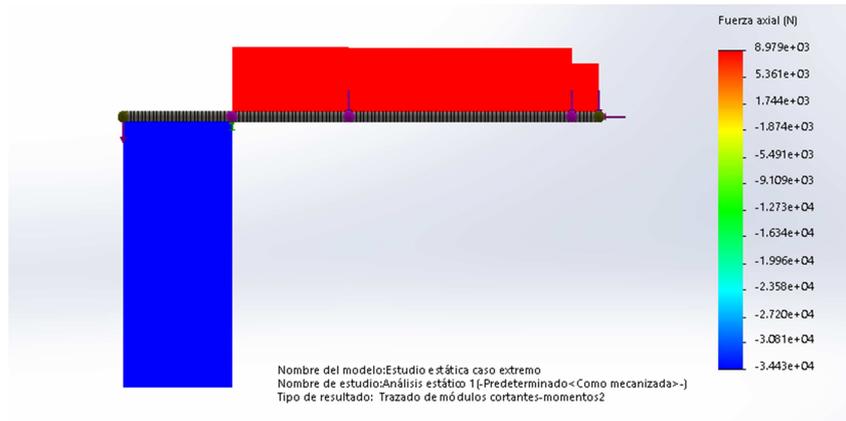


Ilustración 55 - Diagrama Pluma esfuerzo Normal (N)

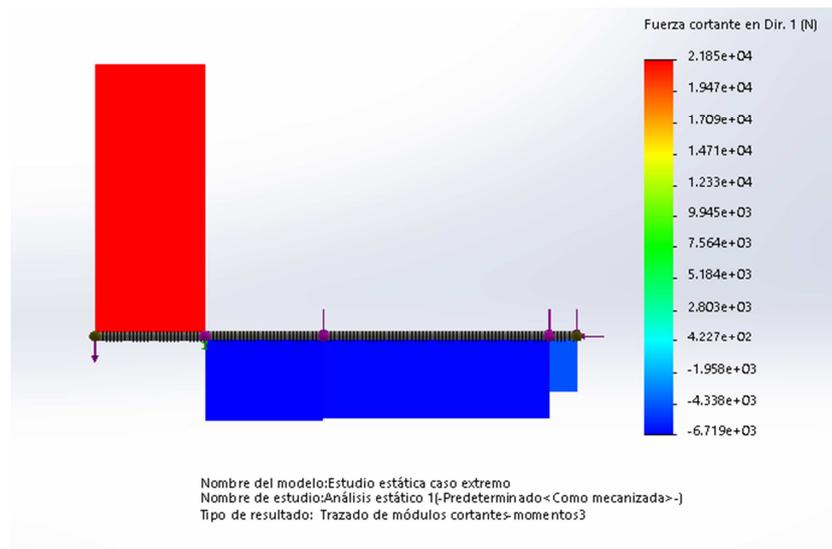


Ilustración 56 - Diagrama Pluma esfuerzo Cortante (N)

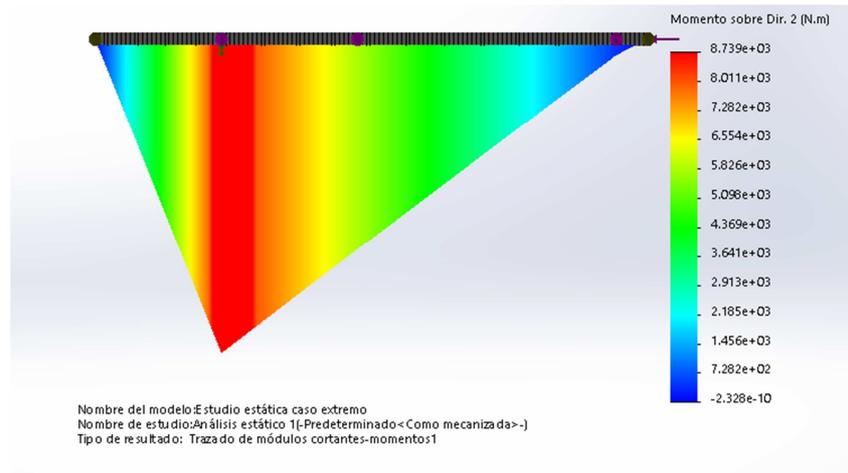


Ilustración 57- Diagrama Pluma del Momento Flector (Nm)

3.2.3. Columna

En este caso como en el anterior tomaremos las mismas ecuaciones pero teniendo en cuenta que A1 y A2 están en otro sistema de referencia, y por lo tanto deben ser calculadas con los módulos.

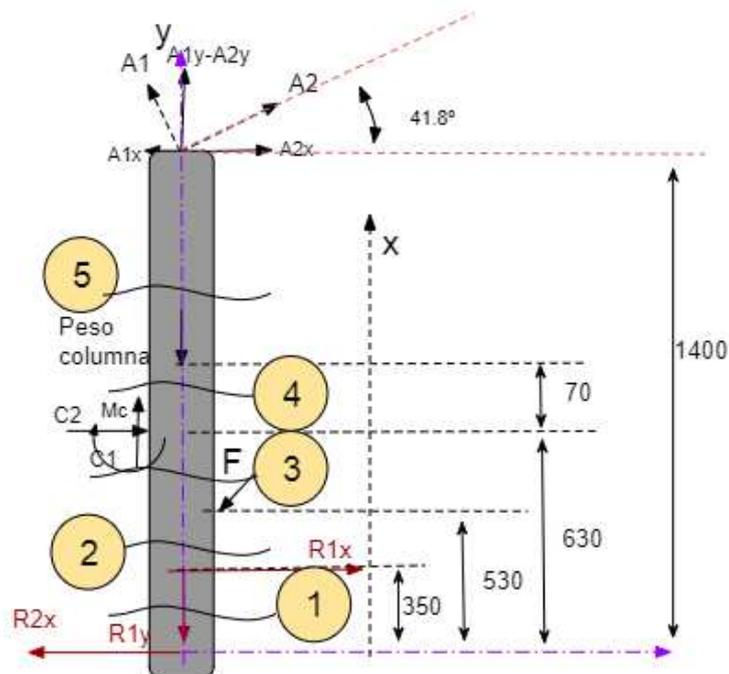


Ilustración 58 - Cortes columna Caso Extremo

TROZO 1 $0 < x < 350$		TROZO 2 $350 < x < 530$		TROZO 3 $350 < x < 490$	
N	0	N	-8752	N	41482
T	-25516	T	-1888	T	11403
M(0)	0	M(350)	-8930449	M(530)	-9270323
M(350)	-8930449	M(530)	-9270323	M(630)	-8129985

TROZO 4 $490 < x < 675$		TROZO 5 $675 < x < 1350$	
N	38844.22	N	39236
T	11106	T	11106
M(630)	-7737740	M(700)	-6960292
M(700)	-6960292	M(1400)	0

Tabla 11- Resultados cortes columna Caso Extremo

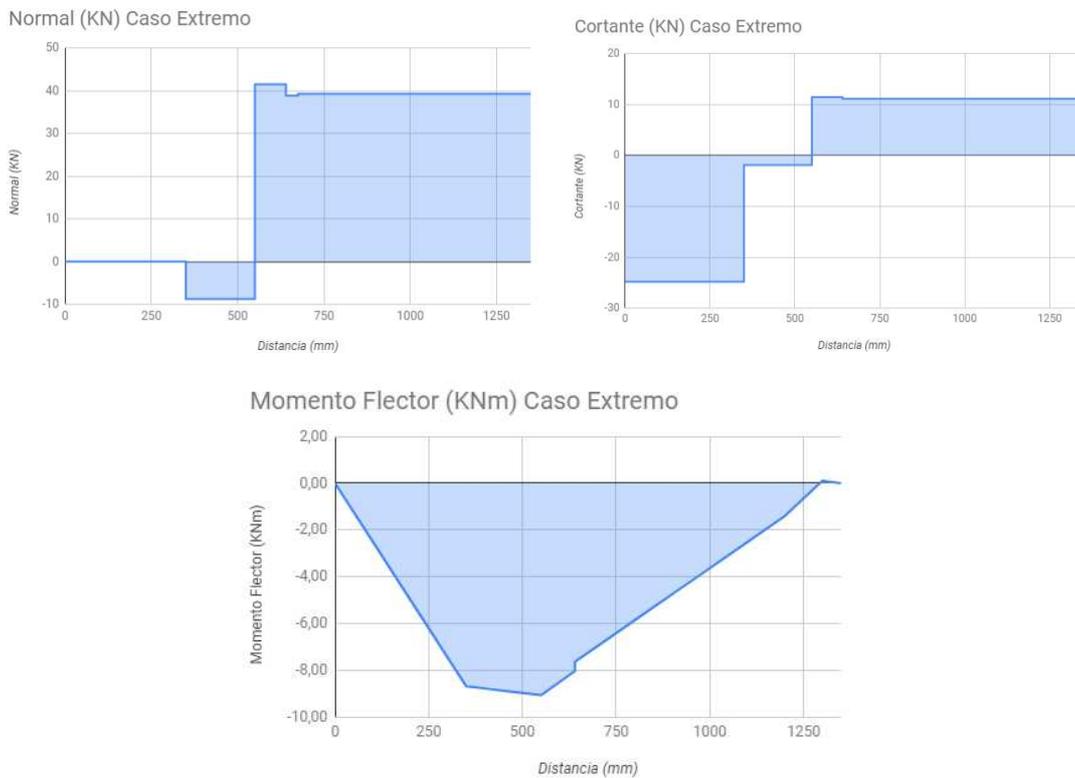


Ilustración 59 - Gráfica diagramas columna Caso extremo

3.2.4. Comprobación de la columna en SolidWorks

Como para el caso de la pluma, la columna también se verificó con la ayuda de SolidWorks, obteniendo los mismos valores tanto para la normal como el cortante sin embargo, cuando se obtuvieron los resultados del momento este no era similar al encontrado con el cálculo a mano.

Estas diferencias se deben a que en los software de modelización tienes que suponer ciertas fijaciones de la estructura como empotramientos o articulaciones, ya que sino no puedes hacer la simulación, por lo tanto se colocó un empotramiento a la altura del pistón obteniendo como se muestra a continuación los mismos diagramas para el resto de esfuerzos, pero en el punto donde se encuentra el pistón hay un aumento en el momento.

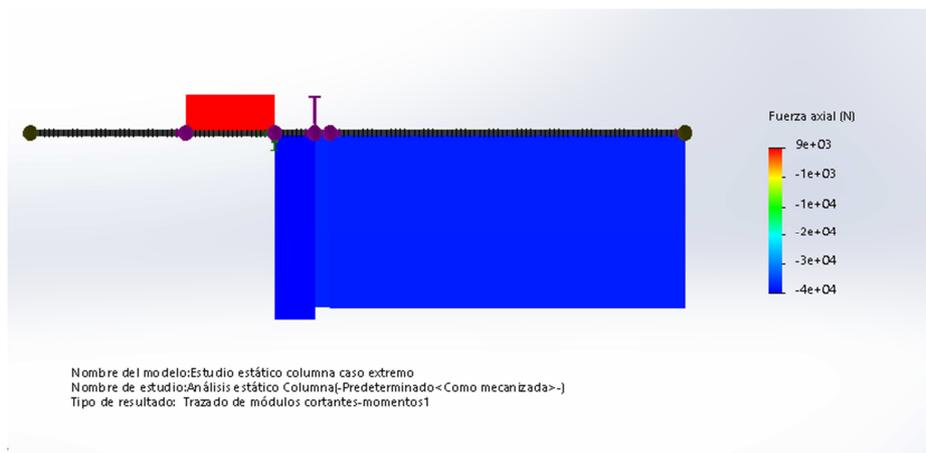


Ilustración 60 - Diagrama Columna Esfuerzo Normal(N)

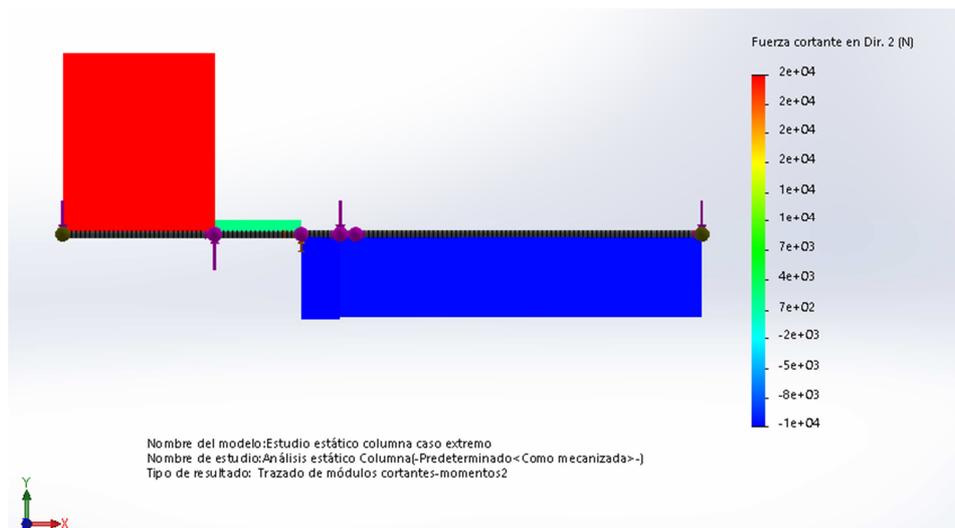


Ilustración 61 - Diagrama Columna Esfuerzo Cortante (N)

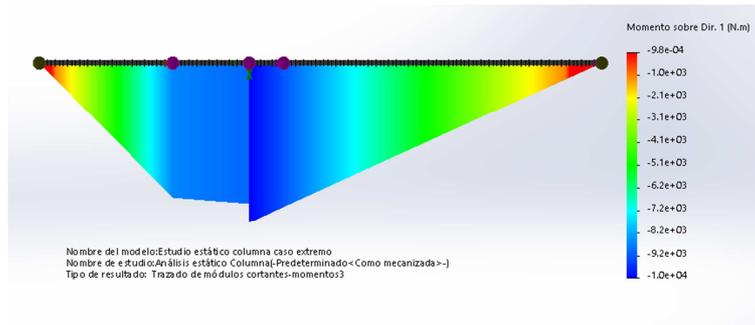


Ilustración 62 - Diagrama Columna Momento Flector (Nm)

4. Dimensionamiento de la estructura

De los diagramas de esfuerzos se obtienen diferentes valores máximos a partir de los cuales se dimensionaran las vigas de las diferentes partes de la estructura.

4.1.Pluma

Una vez, los diagramas de esfuerzos están realizados se pueden dimensionar las vigas en función del esfuerzo normal y el momento flector que se genera en las mismas. A partir de la ecuación del cálculo de la tensión en función del esfuerzo normal y el momento flector aplicado en ese punto se han obtenido los valores de Tabla 1 Tabla 12. Para ello se han seleccionado las vigas existentes en el mercado, disponibles en el Anexo 1.

$$\sigma_{Max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \cdot y \quad (38)$$

	Sección 1 → 100x80x5	Sección 2 → 80x60x5	Sección 3 → 60x40x4	Unidades
Momento Máximo	8738873	6040332	2086859	Nmm
Normal Máxima	34432	8834	8834	N
Área	16100	12100	681	mm ²
Inercia	2210000	998000	297000	mm ⁴
Y	50	40	30	mm
σ_{Max}	219.87	249.4	223.76	MPa
R_e	335	335	335	MPa
s	1.52	1.34	1.49	[-]

Tabla 12- Cálculo de tensiones máximas

	<i>Sección 1</i>	<i>Sección 2</i>	<i>Sección 3</i>	<i>Unidades</i>
Longitud total	800	750	600	mm
Peso/m	124	93.5	52.5	N/m
Peso	148.8	70.125	23.625	N
Masa	15.16	7.15	2.41	Kg
Total		20.47		Kg

Tabla 13 - Pesos de las vigas de la pluma

Una vez el cálculo de la tensión máxima en cada sección, cuyo coeficiente de seguridad fue superior a 1.25 se dispuso a calcular del mismo modo la sección circular de la columna.

4.2.Columna

Para esta sección como en ella se van a instalar los rodamientos y los engranajes se escogió una sección circular para facilitar el montaje de los mismos. A su vez, esta no debía tener un espesor demasiado fino ya que se tiene que mecanizar para poder transmitir la rotación producida por el engranaje, mediante una chaveta cuyas dimensiones se calcularan en el apartado 9. Capítulo 2. Finalmente, con los valores calculados y la ecuación (38) como en el apartado anterior, se obtuvieron estos perfiles para la viga existentes en el mercado.

	<i>Sección Circular 89x12</i>	<i>Sección Circular 85x7</i>	<i>Unidades</i>
Momento Máximo	9270323	8930449	Nmm
Esfuerzo Normal	8752	0	N
Área	2902.83	1715	mm ²
Inercia	2203612	30941	mm ⁴
Y	44.5	42.5	mm
σ_{Max}	184	288	MPa
Re	355	355	MPa
s	1.82	1.2	[-]

Tabla 14 - Comprobación de la tensión admisible

	<i>Sección Circular 89x12</i>	<i>Sección Circular 85x7</i>	<i>Unidad</i>
Longitud	900	350	mm
Volumen	2612548	600358	mm ³
Densidad	7800	7800	Kg/m ³
Peso	25		Kg

Tabla 15 - Dimensiones de la columna

5. Deflexión de la pluma

Para el cálculo de la deflexión se utilizará el caso 2, es decir, el caso extremo donde la pluma esta inclinada respecto la horizontal 41.8º ya que es el que obtiene mayor momento, para ello se calculará la flecha máxima de las secciones y su giro mediante los teoremas de Mohr:

Primer teorema de Morh:

$$\theta_B = \theta_A + \int_A^B \frac{M}{EI} \cdot dx \tag{39}$$

Primer teorema de Morh:

$$\Delta = \int_A^B \frac{M}{EI} \cdot (x_B - x) \cdot dx \tag{40}$$

Puesto, que no es una estructura simple se ha establecido su cálculo en el programa Solidworks, ya que ofrece esta posibilidad en sus opciones. Como es una estructura de diferentes secciones se ha simplificado el proceso. Por lo tanto, se ha seleccionado realizar el cálculo con una sección continua media de la estructura, se tomará como referencia la sección de 80x60x5 mm. Consiguiendo un resultado intermedio, puesto que al ser secciones diferentes ocasionaban errores en el proceso de mallado y cálculo del programa.

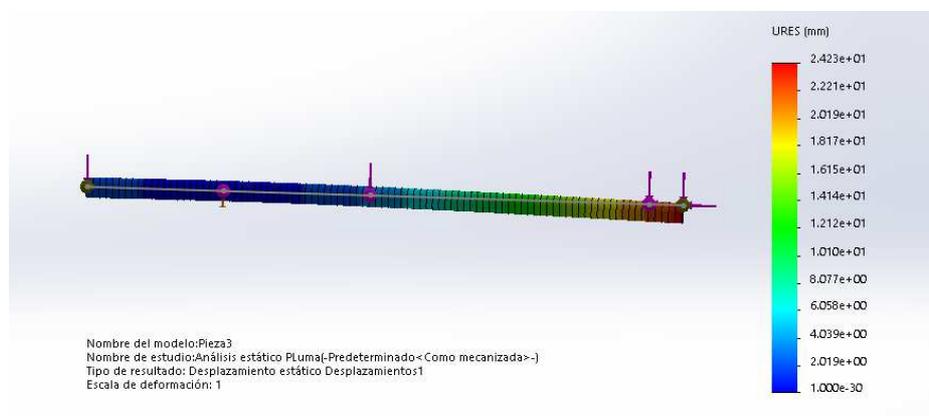


Ilustración 63 - Gráfica deflexión pluma

De forma similar se ha calculado la deformación resultante de la columna y la amplitud resultante obtenida tras realizar un estudio de pandeo sobre la misma. Ya que este podía ser el mayor problema sufrido por la columna. Para estos estudios también se han seleccionado las fuerzas calculadas para el caso extremo ya que son mayores que para el caso de elevación a 90°.

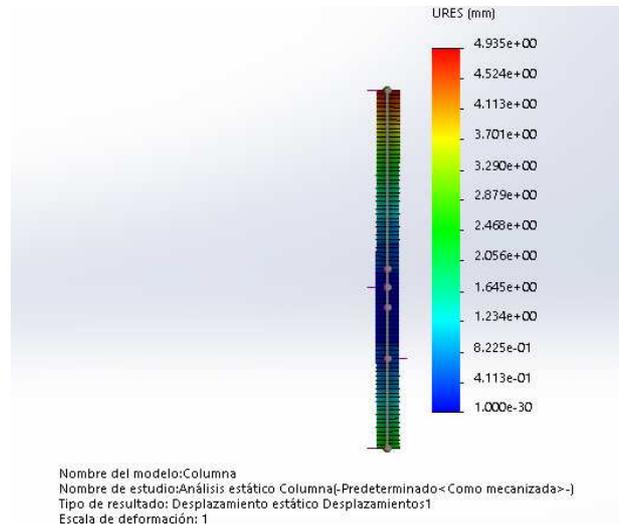


Ilustración 64 - Cálculo de la deformación mediante SolidWorks

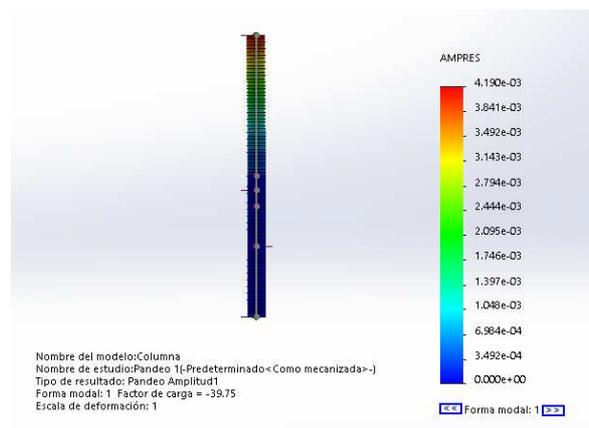


Ilustración 65 - Estudio de Pandeo SolidWorks

6. Dimensionamiento de los pasadores

6.1.Unión del pistón hidráulico

Tanto para la unión entre el pistón y la pluma como para la unión entre el pistón y la columna se utilizará el mismo bulón ya que el pistón trabaja en tracción compresión y por tanto ejerce la misma fuerza en ambos extremos pero en sentidos opuestos. Para su dimensionamiento, se procederá de la misma manera que para la pluma y la columna, una vez se tiene la reacción del pistón esta fuerza se distribuirá de manera uniforme sobre el bulón que tendrá sus apoyos en el soporte de unión (Ilustración 66) dónde se observa que la unión del pistón será de unos 55mm de largo y estará apoyada en unas orejas soldadas a la pluma.

- Bulón

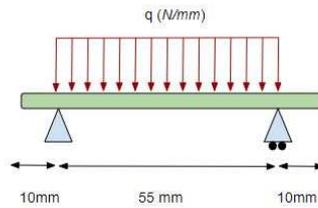


Ilustración 66 - Esquemática de la unión del pistón

Distancia	Cortante (KN)	Momento Flector (Nmm)
0	26	0
10	26	29820
20	17	472400
37.5	0	617072
70	-27	129910
75	-27	0

Tabla 16 - Resultados obtenidos para el cálculo de esfuerzo Cortante y momento flector

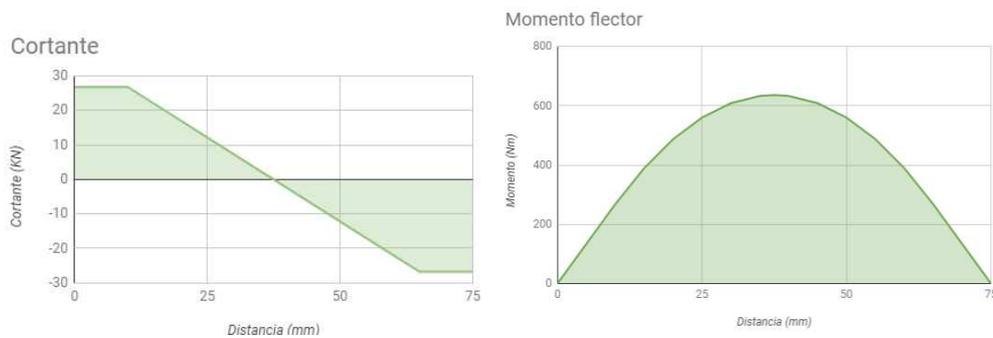


Ilustración 67-Gráficas del esfuerzo Cortante y Momento Flector

La elección del bulón, se realiza con el momento máximo, por lo tanto se calcula la tensión máxima en función del diámetro y se igualará con la tensión máxima admisible para una calidad 10.9 con coeficiente de seguridad igual a 2.

$$\frac{\sigma_{adm}}{2} = \frac{940}{2} = 470MPa \tag{41}$$

$$\sigma_{adm} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{I} \cdot R \rightarrow \text{siendo } I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot R^4 \tag{42}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{584595[Nmm]}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 470[MPa]}} = 11.7 \cong 12 \text{ mm} \quad (43)$$

Por lo que finalmente se pondrá un M24 entre la pluma/columna y el pistón para asegurar esa unión con una longitud total de 100 mm para la unión con la pluma y de 60 para la unión con la columna.

- Orejas

De la misma manera que se estudia el bulón para ver su diámetro, se debe estudiar el soporte donde este estará fijado a la pluma/columna para ello estudiaremos las orejas soporte en flexión y tracción.

-Comprobación a la flexión

Las dimensiones seleccionadas para estas orejas son:

- Espesor de 10 mm
- Altura de 100 mm con un agujero para el bulón de 24 mm de diámetro

Para ello con el módulo de la fuerza $F = 51964 \text{ N}$ obtenemos la fuerza que soporta cada oreja, además se le añade un coeficiente de seguridad de 1.5 $\rightarrow F = 77946 \text{ N}$

Suponiendo que la fuerza está situada en el punto medio de la oreja generaría un momento de:

$$Mf = 50 \cdot 77946 = 3897300 \text{ Nmm} \quad (44)$$

La inercia de la placa sería:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{\pi \cdot R^4}{4} = 817047 \text{ mm}^4 \quad (45)$$

Utilizando la ecuación del cálculo de la tensión

$$\sigma_{max} = \frac{3897300}{817047} \cdot 50 = 238.5 \text{ MPa} < R_e = 355 \text{ MPa} \quad (46)$$

- Comprobación a tracción

Se desea saber si estas orejas de sujeción soportan la posible tracción a la que pueden estar sometidas. Para ello con la fuerza calculada para cada oreja con coeficiente de seguridad y el área se calculará la tensión máxima aplicada.

Para comprobar en tracción en el punto más débil, es decir, donde se encuentra el agujero del bulón utilizaremos:

$$\sigma_{max} = \frac{F}{Area} = \frac{80774}{100 \cdot 10 - \pi \cdot 13^2} = 171 \text{ MPa} \quad (47)$$

Este valor es menor al valor de R_e del acero por lo tanto el soporte de unión es correcto.

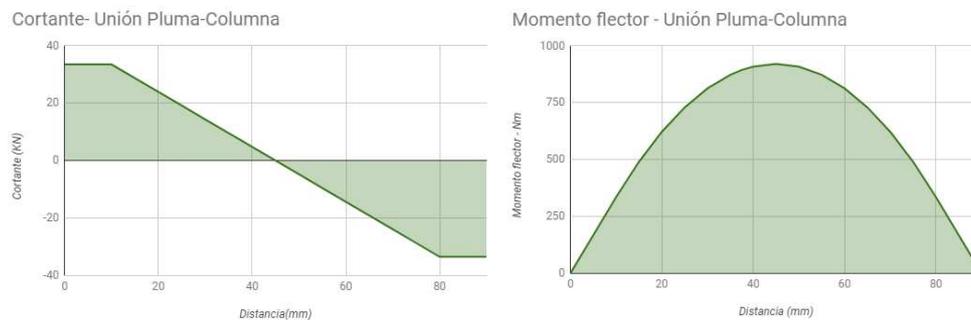
6.2.Unión entre la pluma y la columna

En este caso también realizaremos un diagrama de esfuerzos para calcular el punto donde el momento es máximo y así dimensionar el diámetro en función de estos valores. Para ello se tomarán los valores máximos calculados de A1 y A2 (Reacción en la unión de la pluma y la columna) que como es de esperar son las de caso extremo (

Tabla 9- Recapitulativo de las fuerzas calculadas para ambos casos-Pág. 69). Finalmente, también se dimensionarán las orejas donde se colocará el bulón para ver si necesitan un refuerzo en ese punto.

- **Bulón**

Para este dimensionamiento se procede de la misma manera que para el apartado (6.1.- Capítulo 2), se realiza un diagrama de esfuerzos para sacar el valor del momento flector máximo que se encontrará en el punto medio del bulón y con las ecuaciones (41)-(45) resultados son los siguientes:



	Valor	Unidades
Fuerza máxima	40778	N
Momento máximo	560697	Nmm
Sigma calidad 10.9	940	MPa
Coefficiente seguridad	2	-
R_{min}	11.4	mm

Tabla 17 - Dimensiones bulón unión pluma-columna

Se pondrá un bulón M24 para esta unión entre ambas partes de la estructura.

- **Orejas**

Para ello se utilizará el mismo tipo de acero que para el resto de la estructura, es decir, hacer S335SR cuyo límite elástico R_e es 355 MPa y su límite a la ruptura R_m es 470MPa.

-Comprobación a flexión

Las dimensiones seleccionadas para estas orejas son las de la viga más un refuerzo:

- Espesor de 10 mm

- Altura de 100 mm con un agujero para el bulón de 16 mm de radio.

Para ello se calcula el módulo de la fuerza $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} = 40778 \text{ N}$ como habrán dos orejas cada una de estas soportará la mitad de la carga calculada suponiendo que la repartición del peso es simétrica. Por lo tanto cada oreja soportará 20389 N teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad de 1.5 cada oreja cargará 30583 N.

Suponiendo que la fuerza está situada en el punto medio de la viga generaría un momento de:

$$M \cdot f = 50 \cdot 30583 = 1529183 \text{ Nmm} \quad (48)$$

La inercia de la placa sería

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{\pi \cdot R^4}{4} = 793572.55 \text{ mm}^4 \quad (49)$$

$$\sigma_{max} = \frac{1529183}{793572.55} \cdot 50 = 97 \text{ MPa} < R_e = 355 \text{ MPa} \quad (50)$$

-Comprobación a tracción

Se desea saber si estas orejas de sujeción soportan la posible tracción a la que pueden estar sometidas. Para ello se estimarán en función de la componente y de la fuerza A1 y A2, es decir, como el sistema de referencia tenía un ángulo de 41.8° si tenemos en cuenta el sumatorio de ambos componentes obtenemos un valor superior para la tracción vertical (componente Y) cuyo valor es de $A_y = 39236 \text{ N}$ como hay dos orejas la mitad de este valor será soportado por cada una de ellas.

Para comprobar en tracción en el punto más débil, es decir, donde se encuentra el agujero del bulón utilizaremos:

$$\sigma_{max} = \frac{F}{Area} = \frac{39236/2 \cdot 1.5}{90 \cdot 10 - \pi \cdot 15^2} = 152 \text{ MPa}$$

Este valor es menor al valor de Re del acero por lo tanto el soporte de unión es correcto.

7. Rodamientos

Como se describe en el apartado 7. Capítulo 1. Han sido seleccionado los rodamientos rígidos a 1 hilera de bolas, para ello se dimensionan en este apartado en función de las reacciones calculadas para el caso extremo de carga (caso más desfavorables para este elemento). Puesto que es una estructura cuyo movimiento rotatorio ocurrirá de forma poco frecuente, los rodamientos se dimensionarán en función de la carga estática sin tener en cuenta la velocidad máxima o el riesgo de ruido (las velocidades a las que rotaran son insignificantes en comparación a las velocidades a las que están diseñados para funcionar).

Este tipo de rodamientos se han diseñado según las especificaciones de SKF (Anexo 10), que es un fabricante de rodamientos referente en este mercado.

Se calcula en primer lugar la carga estática equivalente del rodamiento.

$$P_0 = 0.6F_r + 0.5F_a, \text{ a no ser que } P_0 < F_r \tag{51}$$

Como primer rodamiento a dimensionar se ha seleccionado el rodamiento que recupera la carga axial de la estructura, es decir el rodamiento llamado R₁.

$$P_0 = 0.6 \cdot 24686 + 0.5 \cdot 8782 = 19202.6 \text{ N} \tag{52}$$

$$19202.6 < F_r \rightarrow P_0 = 24686 \text{ N}$$

En este caso como ya se ha dicho anteriormente, ambos rodamientos instalados en la columna serán el mismo siendo este capaz de soportar las cargas, ya que como se observa en la Ec 52, se pueden despreciar las cargas axiales y por tanto ambos tienen una carga radial similar

.Para poder comprobar las cargas, se escogió el rodamiento 85x130x22 (Designación SKF6017) debido a su carga estática de C₀ =43KN y por las dimensiones que se ajustan a la columna. Se compararán P₀ y C₀ con el coeficiente de seguridad que proporciona la marca SKF (Ilustración 68- Tabla proporcionada por SKF para rodamientos de bolas).

En este caso como se observa, el proyecto tendrá un movimiento poco frecuente por lo que el coeficiente será de 0.4 o de 1 si hubiese picos de carga como podría haber en este caso al cargar un elemento muy pesado con la estructura desplegada.

tabla 1 - Valores orientativos para el factor de seguridad estática s₀ – para cargas continuas y/u ocasionales – rodamientos de bolas

Certeza del nivel de cargas	Movimiento continuo Aceptación de deformación permanente			Movimiento poco frecuente Aceptación de deformación permanente	
	Sí	Algunas	No	Sí	No
Certeza alta Por ejemplo, carga por gravedad y sin vibraciones.	0,5	1	2	0,4	1
Certeza baja Por ejemplo, pico de carga.	≥ 1,5	≥ 1,5	≥ 2	≥ 1	≥ 1

Ilustración 68- Tabla proporcionada por SKF para rodamientos de bolas

Por lo tanto, se debe sacar el ratio entre ambas cargas.

$$s_0 \geq \frac{C_0}{P_0} = \frac{43000}{24686} = 1.7 \geq 1 \text{ o } 0.4 \tag{53}$$

De la misma manera estos rodamientos no tienen una capacidad de carga axial elevada, aunque mayor que los rodamientos cilíndricos que apenas tienen. Por lo tanto según SKF estos rodamientos soportan una carga máxima de 0.5C₀

$$F_a \leq 0.5C_0$$

En este proyecto R_{1y} = 8792N ≤ 21500 N permitidos según SKF

Como se ha dicho en el apartado 7 del Capítulo 1, ambos rodamientos están disponibles en la versión tapada lo que disminuiría el riesgo de desgaste por suciedad.

Para el guiado del piñón también es necesario incorporar dos rodamientos que no transmitan el movimiento entre el eje del piñón y la base fija del brazo. Para el cálculo de estos, se tomarán como fuerza máxima los valores obtenidos en el apartado 8.4. Capítulo 2.

En este apartado se obtiene un valor en el diente del piñón de:

$$F_t = 509.7N$$

Como en la ecuación (51) F_t será igual a P_0 . Y podrá ser comparada con C_0 del rodamiento SKF seleccionado siendo la relación de este superior al valor establecido.

Seleccionando un rodamiento de 30x42x7 (SKF61806) cuya C_0 es igual a 2900N

$$s_0 \geq \frac{C_0}{P_0} = \frac{2900}{509.7} = 5.68 \geq 1 \text{ o } 0.4 \quad (54)$$

8. Engranajes

Para el dimensionamiento de los engranajes el primer paso para este proyecto fue calcular la dimensión y la relación que se podía obtener que encajase con el diseño y más tarde comprobar si los engranajes seleccionados proporcionaban el suficiente empuje para mover el brazo.

Esto se debe a la poca información de la potencia y velocidad de entrada, puesto que depende del operario que se disponga a rotar el brazo. A su vez, también cabe destacar que no hay ninguna fuerza en el plano horizontal, el cual transmitiría la fuerza del engranaje, aunque siempre existirían fuerzas externas que se generasen en ese plano como posibles fuerzas por causas meteorológicas (viento, lluvia...) o posibles tambaleos de la carga durante la rotación de la columna.

8.1 Relación de transmisión

Generalmente, cuanto mayor es la corona y más pequeño el piñón mayor es la relación de transmisión, sin embargo para este proyecto el espacio útil es reducido y por tanto se debe conseguir la mayor relación de transmisión posible teniendo en cuenta el apartado 8.2. *del Capítulo 2*, ya que la manivela tiene que estar a una distancia no muy alejada de la columna pero manteniendo un margen con ella para poder girar de forma sencilla.

Teniendo en cuenta el catalogo ofrecido por GaeS (Anexo 11) y así reducir costes de fabricación se obtuvo la siguiente relación. Se escogió un piñón de 18 dientes y una corona máxima de 127.

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = 7.05 \quad (55)$$

Con esta transmisión se necesitarían 7 vueltas al piñón pequeño para una vuelta de la corona, es decir, de la estructura entera.

8.2 Distancia entre ejes

Una vez determinada la relación deseada en función del módulo se determinó la distancia entre ejes en la siguiente tabla:

Módulo	D1	D2	Distancia entre ejes
1	18	127	72.5 mm
1.5	27	190.5	108.75 mm
2	36	254	145 mm
2.5	45	317.5	181.25 mm

Tabla 18 - Distancia entre ejes en función del módulo

Si la columna tiene un radio de 45 mm se ha seleccionado un módulo de 2 así quedarían 100 mm para la manivela/volante y que esta no chocase con la columna. Por lo tanto el volante tendrá un radio de 50 mm.

8.3. Fuerzas de accionamiento

Debido a la falta de información de las fuerzas en el plano horizontal, ya que todas las fuerzas están en el plano vertical como se ha visto en apartados anteriores. Por consecuencia, se deben suponer ciertas posibles fuerzas externas tales como la fuerza del viento e interno rozamientos.

8.3.1. Viento

Una fuerza provocada por el viento contra la estructura en el plano horizontal de la estructura puede calcularse como la presión impactada en el área proyectada del elemento por el coeficiente de arrastre:

$$F_{viento} = A \cdot P \cdot C_d \quad (56)$$

Por calcular una fuerza extrema se supone un viento máximo de 200Km/h ya que en estaña se han registrado vientos de hasta 140 km/h (aunque con ese viento se recomienda no realizar este tipo de trabajo) y una media de 5-10 m/s según la agencia nacional de meteorología Española Anexo 12.

Dónde:

$$\begin{aligned} \rightarrow Area &= L \cdot h = 2 \cdot 0.1 (\text{suponiendo brazo de la misma sección}) \\ &+ 2 \cdot 1 (\text{dimensiones de la carga}) = 2.2m^2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow Presión = 0.613 \cdot V^2 = 0.613 \cdot 55.5^2 = 1891.97Nm^2$$

$$= 0.613 \cdot 10^2 = 61.3Nm^2$$

$$= 0.613 \cdot 5^2 = 15.325Nm^2$$

→ $C_d = 1.2$ – placa plana perpendicular al fluido

Con estos datos se obtiene una $F_{v,max} = 4994.8 N = 509Kg$ → Con rachas de 200 Km/h

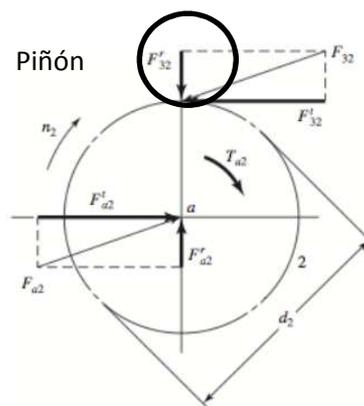
$$F_{viento normal} = 161.832N = 16.5Kg \rightarrow \text{Con rachas de 36 Km/h}$$

Con rachas de 200 Km/h no se va a calcular ya que supone un riesgo para las personas. Por lo tanto se calcularán con una racha de 36Km/h o 10 m/s.

Si suponemos que esta fuerza se aplica en el centro de la estructura se obtiene un momento en el eje vertical de:

$$M_{viento} = 161.832 \cdot 1600(mm) = 258931.2Nmm$$

8.4. Fuerzas en el engranaje



Corona

Ilustración 69 - Engranajes de la columna. Ejemplo

Para comprobar los engranajes se comparan las fuerzas que se ejercerán en los dientes con los momentos que provocarían hasta llegar a la manivela y ver la fuerza necesaria que se tendría que hacer para girar.

$$F_t = \frac{M}{R} = \frac{P}{w \cdot R} \quad (57)$$

$$F_r = F_t \cdot \tan(\alpha_n) \quad (58)$$

Siendo $\alpha_n = 20^\circ$ para dientes rectos

Primer cálculo para una fuerza máxima de 161.832N(Fuerza calculada para un viento de 35Km/h) con una carga de grandes dimensiones, obteniendo de la ecuación (57) y (55) :

$$F_t = \frac{258931.2}{127} = 2038.82N$$

$$F_r = 2293.68 \cdot \tan(20) = 741.9$$

En el caso del piñón tendría un momento de:

$$M_p = 2038.82 \cdot \frac{36}{2} = 36698.91$$

$$F_{manivel} = \frac{M_p}{60} = 611.6 N = 62 kg$$

Este sería un caso límite que no sería muy recomendable ya que la fuerza que se tendría que hacer en la manivela sería enorme y o todos tendrían la capacidad de hacerlo pero para ello se podría instalar una manivela más larga que permitiese realizar un momento superior con menor fuerza.

$$F_{manivel} = \frac{M_p}{200} = 183.49N = 18 kg$$

A continuación, se muestran diferentes fuerzas que serían necesarias cambiando la situación.

Caso con viento y sin carga		Caso sin viento y sin carga		Caso sin viento pero carga	
P_{viento}	61.3	P_{viento}	15.35	P_{viento}	15.35 Pa
M_{viento}	15388	M_{viento}	3853.464	M_{viento}	64732 Nmm
Diámetro	254	Diámetro	254	Diámetro	254 mm
F_t	121.17	F_t	30.34	F_t	509.7 N
$M_{piñón}$	2181.08	$M_{piñón}$	546.16	$M_{piñón}$	9174 Nmm
$F_{manivela}$	31.15	$F_{manivela}$	7.8	$F_{manivela}$	131 N
$F_{manivela}$	3.17	$F_{manivela}$	0.79	$F_{manivela}$	13.36 Kg

Tabla 19 -Valores fuerza engranaje

9. Dimensionamiento de la chaveta

En función del diámetro del eje al que estará unido se pueden establecer unas primeras dimensiones que a continuación se comprobarán por fallo por cizallamiento y por aplastamiento. Por lo tanto, para un eje 85 mm, según el catálogo de Rodavigo Anexo 12 un eje de diámetro entre 85-95 necesita una chaveta de anchura 25mm, altura 14 mm y a calcular, sin embargo para estas dimensiones de chaveta la longitud máxima sería de 25 mm (debido a la anchura de los engranajes) por lo tanto se va a calcular si una chaveta más estrecha cumpliría la misma función debido a que el par máximo transmitido es mucho inferior que si se tratase de otro tipo de aplicación industrial.

- Fallo por cizallamiento

Suponiendo un momento producido por el viento (Calculado en el apartado 8.3.1.Capítulo 2.):

$$F = \frac{2M}{D} \quad (59)$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2M}{D \cdot A} = \frac{2 \cdot 291297}{85 \cdot 10 \cdot 14} = 48.95 \text{ N/mm}^2 \quad (60)$$

Obteniendo un valor mucho inferior al límite de fluencia.

Según el criterio de Tresca la longitud necesaria, con un coeficiente de seguridad llamado n_s el cual es de 3 para las aplicaciones industriales y S_y el límite de fluencia del acero C45 de pequeñas dimensiones 340MPa, se puede calcular con la siguiente ecuación la longitud mínima necesaria. En el caso de que la longitud calculada fuese superior al espacio disponible (anchura del engranaje) se aumentará el número de chavetas distribuyéndolas de manera uniforme alrededor del eje.

$$l \geq \frac{4 \cdot M \cdot n}{D \cdot b \cdot S_y} \geq \frac{4 \cdot 291297 \cdot 3}{85 \cdot 8 \cdot 340} = 15.19 \text{ mm} \quad (61)$$

Teniendo en cuenta que disponemos de 25 mm para la chaveta se escogerá una chaveta de 20 mm.

- Fallo por aplastamiento

Una vez se ha obtenido una primera longitud según el criterio de Tresca se estudia el fallo por aplastamiento confirmando la longitud seleccionada.

$$\sigma_{apl} = \frac{2 \cdot M}{D \cdot \frac{h}{2} \cdot l} = 34.27 \text{ MPa} \quad (62)$$

Siendo l la longitud anteriormente calculada y así después comparar σ_{apl} con R_e (340MPa para C45)

$$s = \frac{R_e}{\sigma_{apli}} = \frac{340}{34.27} = 9.92 \quad (63)$$

Por lo que la chaveta seleccionada cubre de sobra las fuerzas que podrán ser aplicadas en ese punto.

10. Base

Para el dimensionado de la base se calculan las reacciones exteriores a las que está sometida la estructura total. Para ello tomaremos el Caso a 90º como extremo ya que es dicha situación donde la carga está más alejada de la columna. Una vez las reacciones están calculadas, se calculará primero el diámetro del bulón y después el espesor de la placa de 300x350 mm.

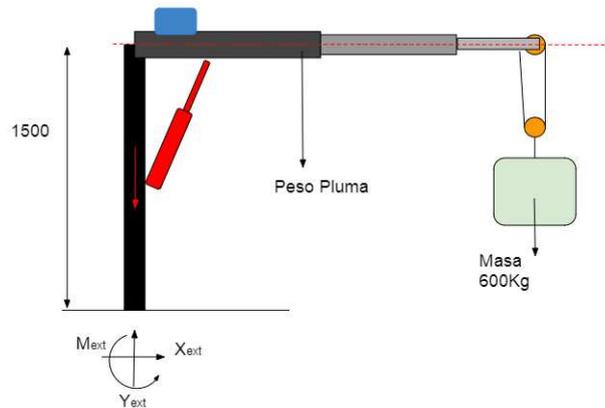


Ilustración 70 - Reacciones exteriores

$$\sum F_x = 0: \quad X_{ext} = 0 \quad (64)$$

$$R_{2x} = 0 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0: \quad Y_{ext} - P_{col} - P_p - Masa = 0 \quad (65)$$

$$R_{1y} = 30 \cdot 9.81 + 80 \cdot 9.81 + 600 \cdot 9.81 = 6916.05 \text{ N}$$

$$\sum M_{ext} = 0: \quad M_{ext} - P_p \cdot 1830 - Masa \cdot 1800 = 0 \quad (66)$$

$$M_{ext} = 10798357.5 \text{ Nmm} = 10.79 \text{ KNm}$$

Para el cálculo se tomaron valores aproximados del peso de la columna + cabrestante (50+30Kg) y de la pluma (30Kg) puesto que se incluyen cabrestante, poleas y patines.

- Cálculo del diámetro del bulón

Se calcula la fuerza que se aplicará en el bulón más alejado en esa posición que se encontrará a 150 mm del eje de la estructura, a esta se le aplicará el coeficiente de seguridad.

$$F = \frac{M_{ext}}{d} = 71989 \text{ N} \rightarrow F_{coef} = 71989 \cdot 1.5 = 107983 \text{ N}$$

Estos bulones estarán sometidos principalmente a una tensión axial, por lo tanto se calculará la tensión máxima admisible del bulón seleccionado y se comparará con la obtenida de las fuerzas exteriores

$$F_{axial \text{ max}} = 0.9 \cdot R_e \cdot A_s = 174528 \text{ N}$$

Siendo:

- R_e el límite elástico de un bulón calidad 8.8 = 660MPa
- A_s la sección resistente calculada como $A_s = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2+d_3}{2}\right)^2 = 303 \text{ mm}^2$ – tomando $d = 22\text{mm}$

Obteniendo así, una $F_{axial\ max} > F_{coef}$ por lo tanto el diámetro seleccionado es válido.

- Cálculo del espesor de la base.

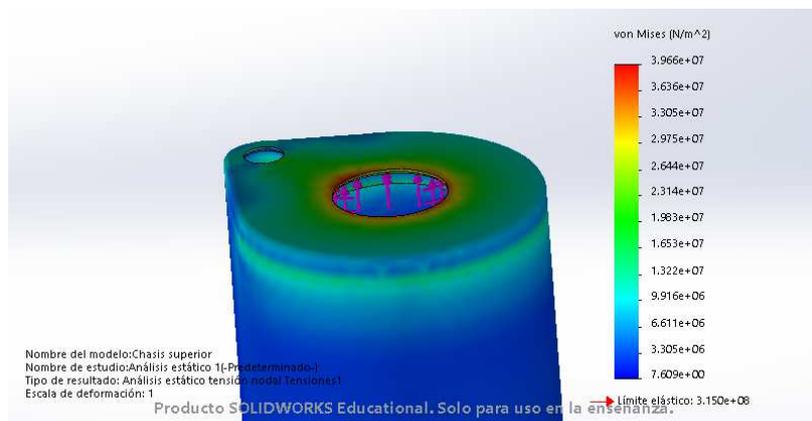
Para ello se utiliza la siguiente expresión donde actúan tanto el diámetro del bulón calculado anteriormente y los parámetros límites del material de la placa, es decir, los parámetros del material de la estructura S335

$$e_{min} = \frac{d \cdot R_m}{6 \cdot R_e} = \frac{22 \cdot 500}{6 \cdot 315} = 5.8 \text{ mm}$$

Se tomará un espesor de la placa base de 10 mm y en este espesor se encuentra incluido tanto la base inferior como la superior.

Finalmente, para determinar si el espesor era correcto y no sufriría de deformaciones, pandeo o tensiones excesivas se sometió a una simulación en SolidWorks obteniendo unos resultados satisfactorios debido a que suponía ningún riesgo el hecho de minimizar el espesor para minimizar el peso total del conjunto.

Donde se obtiene de un análisis estático las tensiones en la base (Von Mises MPa) (Véase y las deformaciones unitarias equivalentes (ESTRN=2 $[(\epsilon_1+\epsilon_2)/3](1/2)$) y por último mediante un estudio de pandeo se obtiene (AMPRES) Amplitud Resultante del estudio. Donde todas ellas están por debajo del límite establecido para el material seleccionado y por tanto obteniendo un resultado satisfactorio.



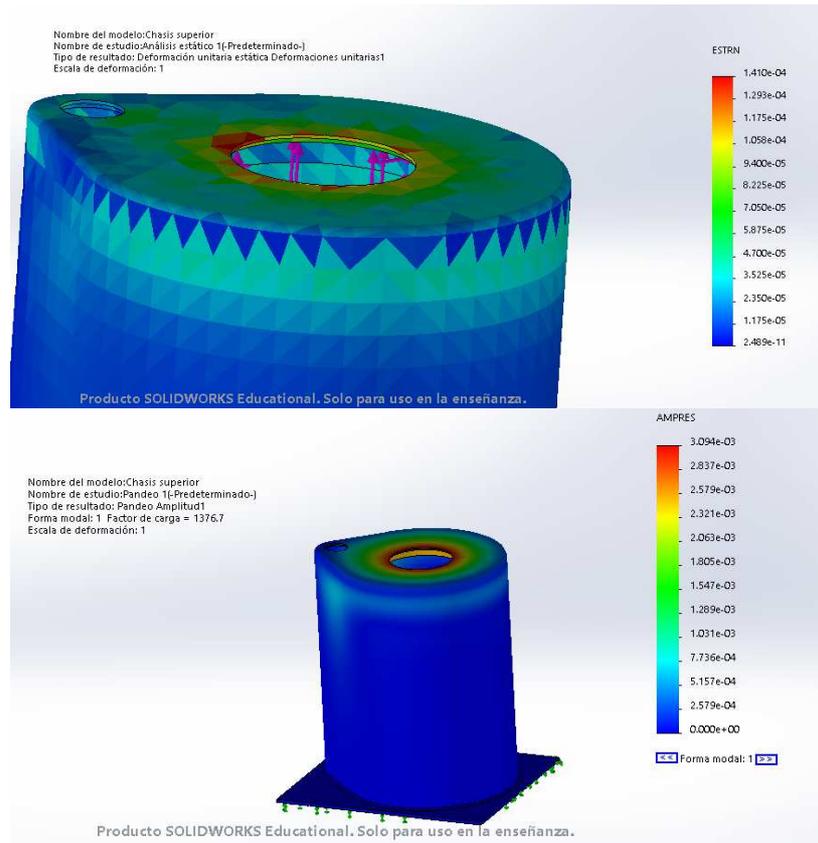


Ilustración 71 - Simulaciones realizadas en la base. De arriba a abajo: Tensiones, deformaciones unitarias, amplitud resultante

II. Anexo ***Catálogo***

II. Anexos Catálogo

1. Vigas	99
2. Ficha Técnica del S355J2	101
3. Patines PTFE	102
4. Cabrestante 9500lb	104
5. Cabrestante 5500lb	105
6. Poleas	106
7. Pistón hidráulico con circuito interno	107
8. Transmisión mecánica	107
9. Pasador en R	108
10. Rodamientos SKF	109
11. Engranajes	114
12. Chavetas	115
13. Viento medio en España	117

1. Anexo Vigas

Tubos de acero cuadrados y rectangulares

GAMA DIMENSIONAL

Soldados · Descordonados · Sin soldadura
EN10219 · EN10210

Calidad estándar en stock S355J2H / S355NH

CUADRADOS

lado x lado	Espesor en mm.											
mm.	3,0	4,0	5,0	6,0-6,3	7,1	8,0	10,0	12,0-12,5	14,2	16,0	17,5	20,0
30 x 30												
35 x 35												
38 x 38												
40 x 40												
45 x 45												
50 x 50												
55 x 55												
60 x 60												
65 x 65												
70 x 70												
75 x 75												
80 x 80												
90 x 90												
100 x 100												
110 x 110												
120 x 120												
125 x 125												
130 x 130												
140 x 140												
150 x 150												
160 x 160												
175 x 175												
180 x 180												
200 x 200												
220 x 220												
250 x 250												
260 x 260												
300 x 300												
350 x 350												
400 x 400												
450 x 450												
500 x 500												

RECTANGULARES

lado x lado	Espesor en mm.										
mm.	3,0	4,0	5,0	6,0-6,3	7,1	8,0	10,0	12,0-12,5	14,2	16,0	
40 x 20											
50 x 30											
50 x 40											
60 x 20											
60 x 25											
60 x 30											
60 x 40											
60 x 50											
70 x 20											
70 x 30											
70 x 40											
70 x 50											
80 x 20											
80 x 30											
80 x 40											
80 x 50											
90 x 30											
90 x 40											
90 x 50											
100 x 20											
100 x 30											
100 x 40											
100 x 50											
100 x 60											
100 x 70											
110 x 50											
110 x 60											
110 x 70											
120 x 30											
120 x 40											
120 x 50											
120 x 60											
120 x 80											
120 x 100											
140 x 40											
140 x 50											
140 x 60											
140 x 70											
140 x 80											
150 x 30											
150 x 40											
150 x 75											
150 x 100											
160 x 60											

Largos comerciales de 12 ó 6 metros (bajo demanda en largos fijos)
Otras dimensiones bajo demanda.

PROTUBSA

2. Anexo Ficha Técnica del S355J2

FICHA TÉCNICA



TUBOS DE ACERO ESTRUCTURALES EN CALIENTE

- Al más elevado nivel de calidad.
- Fabricados y comercializados bajo la norma europea EN-10210-1.

S	355	J2	H
Acero de construcción	Valor mínimo del límite elástico aparente (N/mm ²)	Perfiles huecos	
		Características de energía de rotura 27 J min a -20°C	

Equivalente ST.52-3N
(DIN-17100/123/4/5)

	Temperatura	Resistencia	Material
JR	+20°C	27 J	Aceros no oleados
JO	0°C	27 J	
J2	-20°C	27 J	
N	-20°C	40 J	Aceros a granos finos
NL	-50°C	27 J	

EQUIVALENCIAS DE NORMAS DE ACERO

Calidad	Francia	Alemania	Reino Unido	España	Italia
EN 10210-1	NFA 49-501 NFA 35-501	DIN 17100 DIN 17123/4/5	BS 4360		
S 235 JRH	E24-2	St 37-2	-	-	-
S 275 JO H	E28-3	St 44-3U	43 C	AE 275 C	Fe 430 C
S 275 J2 H	E28-4	St 44-3N	43 D	AE 275 D	Fe 430 D
S 355 JO H	E36-3	St 52-3U	50 C	AE 355 C	Fe 510 C
S 355 J2 H	E36-4	St 52-3N	50 D	AE 355 D	Fe 510 D
S 275 NH	-	St E 285 N	-	-	-
S 275 NLH	-	TSt E 285 N	43 EE	-	-
S 355 NH	E 355-R	St E 355 N	-	-	-
S 355 NLH	-	TSt E 355 N	50 EE	-	-
S 460 NH	E 460-R	St E 460 N	-	-	-
S 460 NLH	-	TSt E 460 N	55 E	-	-

COMPOSICIÓN QUÍMICA SEGÚN EN 10210-1

	C %máx.	Si %máx.	Mn %máx.	P %máx.	S %máx.
S 355 JO H	0,22	0,55	1,60	0,040	0,040
S 355 J2 H	0,22	0,55	1,60	0,035	0,035

- Valor de carbono equivalente, dado por la norma EN 10210-1 para espesores ≤ 16 mm:
S 355 JO H y J2 H : 0,45% máximo.

- Aptos a la galvanización, según EN ISO 1461. Todos los tubos acabados en caliente tienen un valor de Silicio comprendido entre 0,15% y 0,25% (clase III de la norma NF A-35-503).

• CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENÉRICAS:

CALIDAD DEL ACERO	PRESTACIONES MECÁNICAS (Cuadrados, rectangulares, redondos)		
	ST 37.2	ST 44.2 y 3	ST 52.3
LÍMITE ELÁSTICO R _p 0'2 (N/mm ²)	≥ 235	≥ 275	≥ 355
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN R _m (N/mm ²)	343 + 470	410 + 540	490 + 630
ALARGAMIENTO	≥ 16%	(F) ≥ 16% (C) ≥ 20%	(F) ≥ 16% (C) ≥ 23%
RESILIENCIA Temperatura de ensayo de flexión por choque KV	(F) 0°C	(F) 0°C (C) -20°C	(F) 0°C (C) -20°C

(F): Frío EN 10219
(C): Caliente EN 10210

N/mm² x 0'102 = kg/mm².



ESTÉTICA

FORMAS	TOLERANCIAS	
	Cuadrados y rectangulares	Redondos
DIMENSIONES	± 1% con un mínimo de ± 0,5%	
ESPORES	± 10% salvo en zona de soldadura	
CONCAVIDAD Y CONVEXIDAD (a ó b) a ó b < 100mm	0,001 a ó b con máx. ± 0,8 mm	≤ 2%
100 mm < a ó b < 140 mm	± 1 mm	
140 mm < a ó b < 300 mm	± 1,5 mm	
300 mm < a ó b	± 2 mm	
REVRADO	2 mm por metro + 0,5 mm por metro más	
ESCUADRADO (90°C)	± 1°	
RADIO EXTERIOR DE LAS ESQUINAS	Entre 0,5 y 3 veces el espesor según dimensiones	
PESO	-6% + 10%	-8% + 12%
RECTITUD	Hecha total: ≤ 2 + 1000 mm Hecha local: ≤ 3 + 1000 mm	
LONGITUD DE LOS TUBOS	6 ó 12 mm (-0 + 100 mm)	

Nuestro sistema de trazabilidad garantiza la calidad de origen y nos permite poder facilitar certificados de calidad 2.2. y 3.1.B., bajo petición, al cursar sus pedidos.

3. Anexo Patines PTFE

DATOS TÉCNICOS:

POLITETRAFLUORETILENO VIRGEN (TEFLON) PTFE				
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PORCENTAJE EN PESO DE CARGA	%			0
PESO ESPECÍFICO	Grs/cm ³	D-792	53479	2.13 A 2.21
RES. TRACCIÓN (DEF. 3% Y A ROTURA)	Kg/cm ²	D-638	53455	70 – 210
RES. A COMPRESIÓN (DEF. 1% y 5%)	Kg/cm ²	D-695	53454	44 – 100
APLASTAMIENTO A 140 Kg/cm ² DURANTE 24 Hs.	%	D-621		14,3
ALARGAMIENTO A LA ROTURA (MÍNIMA)	%	D-638	53453	200
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-256	53455	NO ROMPE
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	50 A 55
COEF. DE ROCE ESTÁTICO S/ACERO		D-1894		0.06 A 0.09
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0,13
RES. AL DESGASTE POR ROCE				MUY BAJA
P x V LÍMITE PARA VEL. 3 Mts/Min	Kg/cm ² xm/min			26
P x V LÍMITE PARA VEL. 30 Mts/Min	Kg/cm ² xm/min			39
P x V LÍMITE PARA VEL. 120 Mts/Min	Kg/cm ² xm/min			45
P x V PARA DESG. 0.13 mm EN 1000 Hs. S/LUB.	Kg/cm ² xm/min			0,43
VEL. DE DESLIZAMIENTO MAX. RECOMENDADA	m/min			3

ESPESOR	DIMENSIONES	PESO	ESPESOR	DIMENSIONES	PESO
MM	MM	KG / UND	MM	MM	KG / UND
1	600×600	0,84	29	600×600	25,98
2	600×600	1,66	30	600×600	26,90
3	600×600	2,49	32	600×600	28,67
4	600×600	3,55	34	600×600	30,46
5	600×600	4,44	35	600×600	31,40
6	600×600	5,42	36	600×600	32,26

ESPESOR	DIMENSIONES	PESO	ESPESOR	DIMENSIONES	PESO
MM	MM	KG / UND	MM	MM	KG / UND
3	750×750	4,00	27	750×750	35,10
4	750×750	5,20	28	750×750	36,40
5	750×750	6,50	29	750×750	37,70
6	750×750	7,80	30	750×750	39,00
7	750×750	9,10	32	750×750	41,60
8	750×750	10,40	34	750×750	44,20

<p>NUEVA DIRECCIÓN</p> <p>Polg. Industrial La Red Sur C/La Red 15, nº42 41500 Alcalá de Guadaíra (Sevilla)</p>	<p>DATOS DE CONTACTO</p> <p>954 358 831 comercial@inalcoa.net</p>	
---	--	---

4. Anexo Cabrestante 9500lb

SPECIFICATION (EWX9500SG2)

Rated line pull	9500 lbs (4309 kgs)
Motor: series wound	12V:Input: 4.6kW / 6.1hp; Output: 2.1kW / 2.8hp 24V:Input: 6.5kW / 8.1hp; Output: 2.8 kW / 3.8hp
Gear reduction ratio	230:1
Cable (Dia. × L)	Ø3/8" × 45.9' (Ø9.2mm × 14.0m)
Drum size (Dia. × L)	Ø2.48" × 4.7" (Ø63mm × 120mm)
Mounting bolt pattern	5.9" × 4.5" (151mm × 114.3 mm) 4-M10
Overall dimensions (L × W × H)	17.2" × 6.3" × 11.1" 437mm × 160 mm × 283 mm
Net weight lbs(kgs)	65.0 29.5

Pull, Speed, Amperes, Volts (First layer):

Line Pull lbs (kgs)	Line Speed ft/min (m/min)		Current A	
	12V DC	24V DC	12V DC	24V DC
0	19.7 (6.0)	22.3 (6.8)	80	70
3000(1361)	12.5 (3.8)	16.4(5.0)	170	140
6000(2722)	9.8 (3.0)	12.8 (3.9)	260	210
9500(4309)	6.2 (1.9)	9.5(2.9)	380	270

Line Pull And Rope Capacity In Layer

Layer	Rated line pull lbs (kgs)	Total rope on the drum ft (m)
1	9500(4309)	9.8(3.0)
2	7706(3495)	24.6 (7.5)
3	6482(2940)	42.7(13.0)
4	5593(2537)	45.9 (14.0)

5. Anexo Cabrestante 5500lb

SPECIFICATION

Rated line pull	5500 lbs (2495 kgs)		
Motor: permanent magnet	12V: Input: 2.4 kW / 3.2hp; Output: 1.0 kW / 1.3hp 24V: Input: 2.9 kW / 3.9hp; Output: 1.3kW / 1.7hp		
Gear reduction ratio	220:1		
Cable (Dia. × L)	Ø9/32" × 45.9' (Ø 7.2mm × 14.0m)		
Drum size (Dia. × L)	Ø1.77" × 5.0" (Ø 45mm × 127 mm)		
Mounting bolt pattern	5.3" × 3.78" (159mm × 96 mm) 4-M8		
Item	EWX5500D	EWX5500A	EWX5500U
Overall dimensions (L × W × H)	15.5" × 5.0" × 5.6" 394mm × 126mm × 141mm	15.5" × 5.0" × 5.6" 394mm × 126mm × 141mm	15.5" × 5.0" × 6.5" 394mm × 126mm × 165mm
Net weight lbs(kg)	29.8 13.5	30.9 14.0	30.6 13.9

Pull, Speed, Amperes, Volts (First layer):

Line Pull lbs (kgs)	Line Speed ft/min (m/min)		Current A	
	12V DC	24V DC	12V DC	24V DC
0	11.2(3.4)	11.8(3.6)	25	15
1500(680)	8.9(2.7)	10.2(3.1)	50	35
2500(1134)	7.5(2.3)	7.9(2.4)	80	60
4500(2041)	5.2(1.6)	6.6(2.0)	120	70
5500(2495)	4.6(1.4)	5.2(1.6)	190	120

Line Pull And Rope Capacity In Layer

Layer of cable	Rated line pull lbs (kgs)	Total rope on the drum ft (m)
1	5500(2495)	8.9(2.7)
2	4311(1955)	20.7(6.3)
3	3544(1608)	34.8(10.6)
4	3009(1365)	45.9(14.0)

6. Anexo Poleas


RODAVIGO, S.A.
www.rodavigo.net
+34 986 288118
Servicio de Att. al Cliente

RODAMIENTOS VIGO, S.A.

>>> Poleas trapeciales ciegas

En www.rodavigo.net Familia: Poleas de transmisión
Producto: Poleas acanaladas ciegas



Perfil SPZ/Z/10

Número de canales		
1	2	3

1 Canal			2 Canales			3 Canales		
Código	Diámetro		Código	Diámetro		Código	Diámetro	
	Prim.	Ext. (W)		Prim.	Ext. (W)		Prim.	Ext. (W)
	mm			mm			mm	
185SPZ501	50	54	185SPZ502	50	54	185SPZ503	50	54
185SPZ561	56	60	185SPZ562	56	60	185SPZ563	56	60
185SPZ631	63	67	185SPZ632	63	67	185SPZ633	63	67
185SPZ711	71	75	185SPZ712	71	75	185SPZ713	71	75
185SPZ751	75	79	185SPZ752	75	79	185SPZ753	75	79
185SPZ801	80	84	185SPZ802	80	84	185SPZ803	80	84
185SPZ851	85	89	185SPZ852	85	89	185SPZ853	85	89
185SPZ901	90	94	185SPZ902	90	94	185SPZ903	90	94
185SPZ951	95	99	185SPZ952	95	99	185SPZ953	95	99
185SPZ1001	100	104	185SPZ1002	100	104	185SPZ1003	100	104
185SPZ1061	106	110	185SPZ1062	106	110	185SPZ1063	106	110
185SPZ1121	112	116	185SPZ1122	112	116	185SPZ1123	112	116
185SPZ1181	118	122	185SPZ1182	118	122	185SPZ1183	118	122
185SPZ1251	125	129	185SPZ1252	125	129	185SPZ1253	125	129
185SPZ1321	132	136	185SPZ1322	132	136	185SPZ1323	132	136
185SPZ1401	140	144	185SPZ1402	140	144	185SPZ1403	140	144
185SPZ1501	150	154	185SPZ1502	150	154	185SPZ1503	150	154
185SPZ1601	160	164	185SPZ1602	160	164	185SPZ1603	160	164
185SPZ1801	180	184	185SPZ1802	180	184	185SPZ1803	180	184
185SPZ2001	200	204	185SPZ2002	200	204	185SPZ2003	200	204
185SPZ2241	224	228	185SPZ2242	224	228	185SPZ2243	224	228
185SPZ2501	250	254	185SPZ2502	250	254	185SPZ2503	250	254
185SPZ2801	280	284	185SPZ2802	280	284	185SPZ2803	280	284
185SPZ3151	315	319	185SPZ3152	315	319	185SPZ3153	315	319
185SPZ3551	355	359	185SPZ3552	355	359	185SPZ3553	355	359

7. Anexo Pistón hidráulico

SUPERVENTAS Nº. 1



ECD Germany Cilindro hidráulico 495mm 8t para Grúas de taller Gatos hidráulicos Grúas para motor Gatos de transmisión



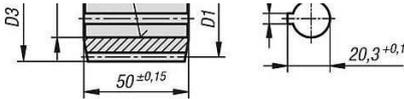
4 Opiniones

- Cilindro hidráulico 495 mm de 8t
- Fuerza de presión: 8000 kg, Varilla de elevación: 495 mm, Peso:...
- Estado retraído 615 mm, Estado extendido 1.160 mm, Para la...
- Orificio Ø 17 mm, Todas las piezas del cilindro son fácilmente...
- Adecuado para grúas de taller, gatos hidráulicos, grúas para...

36,10 EUR

8. Anexo transmisión mecánica

En la empresa Norelem el conjunto de tornillo más corona sin fin de dimensiones similares a las necesarias de este proyecto subía por un solo par a 268€, que por mucho descuento que ofreciese al comprar más supera el coste de los engranajes



▼ Selección/filtro de artículos

Referencia	Imagen	Descripción	Relación de transmisión	Ángulo de pendiente	Módulo	Z1	D1	D3	Z2	D2	D4	Par de salida 12 (Nm) Grasa mineral	Par de salida 12 (Nm) Aceite mineral	Par de salida 12 (Nm) Aceite Antidético	CAD	Acc.	Precio	Pedir
22500-801006		sin fin	-	23° 35'	4	4	40	48	-	-	-	150	180	225			55,30 €	
22500-802006		rueda helicoidal	6,75:1	23° 35'	4	-	-	27	120	132	150	180	225	225			213,04 €	
22500-801012		sin fin	-	16° 36'	2,5	4	35	40	-	-	-	243	290	365			55,30 €	
22500-802012		rueda helicoidal	12:1	16° 36'	2,5	-	-	48	125	132,5	243	290	365	365			213,04 €	
22500-801020		sin fin	-	8° 58'	3	2	38,5	44,5	-	-	-	290	348	435			55,30 €	
22500-802020		rueda helicoidal	20:1	8° 58'	3	-	-	40	121,5	130,5	290	348	435	435			213,04 €	

9. Anexo Pasador en R



RODAVIGO, S.A.
RODAMIENTOS VIGO, S.A.

www.rodavigo.net

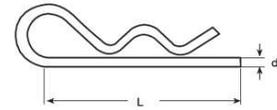
+34 986 288118
Servicio de Att. al Cliente

Pasador



DIN 11024
Pasador "R"

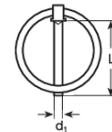
Zincado



d1	d2	L	Estuchado	Euros 100 Piezas
2	14	42	100	9,50
2,5	14	42	100	
3	18	57	100	
3,5	20	57	100	
4	26	67	100	
4,5	27	67	100	
5	30	90	50	
6	32	90	50	
7		100	50	
8		120	25	
10		155	25	

DIN 11023
Pasador Anilla

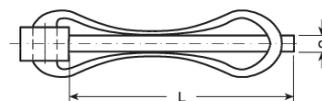
Zincado



d	d1	L	Estuchado	Euros 100 Piezas
4,5	4,3	37	100	
6	5,8	37	100	
7	6,8	40	100	
8	7,8	46	50	
9	8,8	46	50	
10	9,8	46	50	
11	10,8	46	50	

**PASADOR
CENTRO EJE**

Zincado



d	L	Estuchado	Euros 100 Piezas
4,5	32	100	
6	40	100	
8	38	50	
8	45	50	
8	60	50	
10	50	50	
10	60	50	

168

Polígono Industrial O Rebullón s/n. 36416 - Mos - España - rodavigo@rodavigo.com

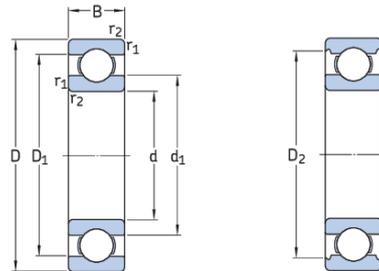
10. Anexo Rodamientos SKF

1 Rodamientos rígidos de bolas

Cargas		Rodamientos rígidos de una hilera de bolas	Rodamientos rígidos de bolas de acero inoxidable
Carga mínima	$F_{rm} = k_r \left(\frac{v n}{1\,000} \right)^{2/3} \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$		
Para obtener más información (→ página 86)	El peso de los componentes soportados por el rodamiento, junto con las fuerzas externas, suele exceder la carga mínima requerida. Si no es el caso, el rodamiento debe someterse a una carga radial adicional. Para las aplicaciones en las que se utilizan rodamientos de una hilera o rodamientos rígidos de ...		
Capacidad de carga axial	Carga axial pura → $F_a \leq 0,5 C_0$		Carga axial pura → $F_a \leq 0,25 C_0$
	Rodamientos pequeños ¹⁾ y rodamientos de series livianas ²⁾ → $F_a \leq 0,25 C_0$		
	Una carga axial excesiva puede reducir considerablemente la vida útil del rodamiento.		
Carga dinámica equivalente del rodamiento	$F_a/F_r \leq e \rightarrow P = F_r$ $F_a/F_r > e \rightarrow P = X F_r + Y F_a$		
Para obtener más información (→ página 85)			
Carga estática equivalente del rodamiento	$P_0 = 0,6 F_r + 0,5 F_a$ $P_0 < F_r \rightarrow P_0 = F_r$		
Para obtener más información (→ página 88)			

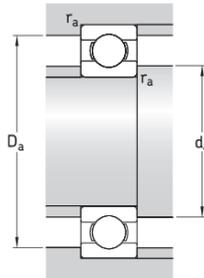
¹⁾ $d \leq 12$ mm
²⁾ Series de diámetros 8, 9, 0 y 1

1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 25 – 35 mm



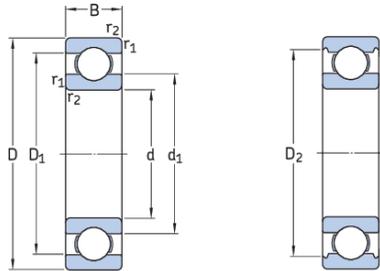
Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-
25	37	7	4,4	2,6	0,125	38 000	24 000	0,022	61805
	42	9	7,02	4,3	0,193	36 000	22 000	0,045	61905
	47	8	8,06	4,75	0,212	32 000	20 000	0,06	* 16005
	47	12	11,9	6,55	0,275	32 000	20 000	0,078	* 6005
25	52	15	14,8	7,8	0,335	28 000	18 000	0,13	* 6205
	52	15	17,8	9,8	0,4	28 000	18 000	0,13	* 6205 ETN9
	62	17	23,4	11,6	0,49	24 000	16 000	0,23	* 6305
	62	17	26	13,4	0,57	24 000	16 000	0,22	* 6305 ETN9
	80	21	35,8	19,3	0,815	20 000	13 000	0,54	6405
	28	58	16	16,8	9,5	0,405	26 000	16 000	0,17
68		18	25,1	13,7	0,585	22 000	14 000	0,3	63/28
30	42	7	4,49	2,9	0,146	32 000	20 000	0,025	61806
	47	9	7,28	4,55	0,212	30 000	19 000	0,049	61906
	55	9	11,9	7,35	0,31	28 000	17 000	0,089	* 16006
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	17 000	0,12	* 6006
	62	16	20,3	11,2	0,475	24 000	15 000	0,2	* 6206
	62	16	23,4	12,9	0,54	24 000	15 000	0,18	6206 ETN9
	72	19	29,6	16	0,67	20 000	13 000	0,35	* 6306
	72	19	32,5	17,3	0,735	22 000	14 000	0,33	6306 ETN9
90	23	43,6	23,6	1	18 000	11 000	0,75	6406	
35	47	7	4,36	3,35	0,14	30 000	18 000	0,029	61807
	55	10	10,8	7,8	0,325	26 000	16 000	0,08	61907
	62	9	13	8,15	0,375	24 000	15 000	0,11	* 16007
	62	14	16,8	10,2	0,44	24 000	15 000	0,15	* 6007
	72	17	27	15,3	0,655	20 000	13 000	0,29	* 6207
	72	17	31,2	17,6	0,75	20 000	13 000	0,26	6207 ETN9
	80	21	35,1	19	0,815	19 000	12 000	0,46	* 6307
	100	25	55,3	31	1,29	16 000	10 000	0,97	6407

* Rodamiento SKF Explorer



Dimensiones	Dimensiones de resaltes y radios de acuerdo							Factores de cálculo	
	d	d ₁	D ₁	D ₂	r _{1,2} min.	d _a min.	D _a máx.	r _a máx.	k _r
mm	mm							-	
25	28,5	33,2	-	0,3	27	35	0,3	0,015	14
	30,2	36,8	37,7	0,3	27	40	0,3	0,02	15
	33,3	40,7	-	0,3	27	45	0,3	0,02	15
	32	40	42,2	0,6	28,2	43,8	0,6	0,025	14
	34,3	44	46,3	1	30,6	46,4	1	0,025	14
	33,1	44,5	-	1	30,6	46,4	1	0,025	13
	36,6	50,4	52,7	1,1	32	55	1	0,03	12
	36,3	51,7	-	1,1	32	55	1	0,03	12
	45,4	62,9	-	1,5	34	71	1,5	0,035	12
	28	37	49	51,5	1	33,6	52,4	1	0,025
41,7		55,5	57,8	1,1	35	61	1	0,03	13
30	33,7	38,4	-	0,3	32	40	0,3	0,015	14
	35,2	41,7	42,7	0,3	32	45	0,3	0,02	14
	37,7	47,3	-	0,3	32	53	0,3	0,02	15
	38,2	46,8	49	1	34,6	50,4	1	0,025	15
	40,3	51,6	54,1	1	35,6	56,4	1	0,025	14
	39,5	52,9	-	1	35,6	56,4	1	0,025	13
	44,6	59,1	61,9	1,1	37	65	1	0,03	13
	42,3	59,6	-	1,1	37	65	1	0,03	12
	50,3	69,7	-	1,5	41	79	1,5	0,035	12
	35	38,2	42,8	-	0,3	37	45	0,3	0,015
42,2		50,1	52,2	0,6	38,2	51,8	0,6	0,02	16
44		53	-	0,3	37	60	0,3	0,02	14
43,7		53,3	55,7	1	39,6	57,4	1	0,025	15
46,9		60	62,7	1,1	42	65	1	0,025	14
46,1		61,7	-	1,1	42	65	1	0,025	13
49,5		65,4	69,2	1,5	44	71	1,5	0,03	13
57,4		79,6	-	1,5	46	89	1,5	0,035	12

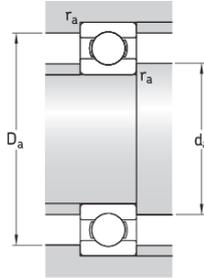
1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 80 – 100 mm



Dimensiones principales	Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación		
	dinámica C	estática C ₀		Velocidad de referencia	Velocidad límite				
d	D	B		P _u	r. p. m.	kg	-		
mm			kN	kN					
80	100	10	13	15	0,64	13 000	8 000	0,15	61816
	110	16	25,1	20,4	1,02	12 000	7 500	0,38	61916
	125	14	35,1	31,5	1,32	11 000	7 000	0,61	* 16016
	125	22	49,4	40	1,66	11 000	7 000	0,87	* 6016
	140	26	72,8	55	2,2	9 500	6 000	1,45	* 6216
	170	39	130	86,5	3,25	8 500	5 300	3,65	* 6316
200	48	163	125	4,5	7 500	4 800	6,85	6416	
85	110	13	19,5	20,8	0,88	12 000	7 500	0,27	61817
	120	18	31,9	30	1,25	11 000	7 000	0,55	61917
	125	14	35,0	32,5	1,37	11 000	7 000	0,54	* 16017
	130	22	52	43	1,76	11 000	6 700	0,92	* 6017
	150	28	87,1	64	2,5	9 000	5 600	1,8	* 6217
	180	41	140	96,5	3,55	8 000	5 000	4,25	* 6317
210	52	174	137	4,75	7 000	4 500	8,05	6417	
90	115	13	19,5	22	0,915	11 000	7 000	0,28	61818
	125	18	33,2	31,5	1,29	11 000	6 700	0,59	61918
	140	16	43,6	39	1,56	10 000	6 300	0,85	* 16018
	140	24	60,5	50	1,96	10 000	6 300	1,15	* 6018
	160	30	101	73,5	2,8	8 500	5 300	2,2	* 6218
	190	43	151	108	3,8	7 500	4 800	4,95	* 6318
225	54	186	150	5	6 700	4 300	9,8	6418	
95	120	13	19,9	22,8	0,93	11 000	6 700	0,3	61819
	130	18	33,8	33,5	1,34	10 000	6 300	0,61	61919
	145	16	44,9	41,5	1,63	9 500	6 000	0,89	* 16019
	145	24	63,7	54	2,08	9 500	6 000	1,1	* 6019
	170	32	114	81,5	3	8 000	5 000	2,65	* 6219
	200	45	159	118	4,15	7 000	4 500	5,75	* 6319
100	125	13	17,8	18,3	0,95	10 000	6 300	0,31	61820
	140	20	42,3	41,5	1,63	9 500	6 000	0,83	61920
	150	16	46,2	44	1,7	9 500	5 600	0,94	* 16020
	150	24	63,7	54	2,04	9 500	5 600	1,25	* 6020
	180	34	127	93	3,35	7 500	4 800	3,15	* 6220
	215	47	174	140	4,75	6 700	4 300	7,1	6320

* Rodamiento SKF Explorer

1.1



Dimensiones	Dimensiones de resaltes y radios de acuerdo				Factores de cálculo				
	d ₁	D ₁	D ₂	r _{1,2} min.	d _a min.	D _a máx.	r _a máx.	k _r	f ₀
mm	mm							-	
80	86,6	93,4	-	0,6	83,2	96,8	0,6	0,015	17
	89,8	101	103	1	84,6	105	1	0,02	14
	95,3	110	-	0,6	83,2	121	0,6	0,02	16
	94,4	111	115	1,1	86	119	1	0,025	16
	101	123	127	2	91	129	2	0,025	15
85	108	142	147	2,1	92	158	2	0,03	13
	116	163	-	3	96	184	2,5	0,035	12
	93,2	102	-	1	89,6	105	1	0,015	17
	96,4	109	-	1,1	91	114	1	0,02	16
	100	115	-	0,6	88,2	126	0,6	0,02	17
90	99,4	116	120	1,1	92	123	1	0,025	16
	106	130	135	2	96	139	2	0,025	15
	114	151	156	3	99	166	2,5	0,03	13
	123	172	-	4	105	190	3	0,035	12
	98,2	107	-	1	94,6	110	1	0,015	17
95	101	114	-	1,1	96	119	1	0,02	17
	106	124	-	1	94,6	135	1	0,02	16
	105	125	129	1,5	97	133	1,5	0,025	16
	112	138	143	2	101	149	2	0,025	15
	121	159	164	3	104	176	2,5	0,03	13
100	132	181	-	4	110	205	3	0,035	13
	103	112	-	1	99,6	115	1	0,015	17
	106	119	-	1,1	101	124	1	0,02	17
	111	129	-	1	99,6	140	1	0,02	16
	111	130	134	1,5	102	138	1,5	0,025	16
100	118	147	152	2,1	107	158	2	0,025	14
	127	168	172	3	109	186	2,5	0,03	13
	108	117	-	1	105	120	1	0,015	13
	112	128	-	1,1	106	134	1	0,02	16
	116	134	-	1	105	145	1	0,02	17
100	115	135	139	1,5	107	143	1,5	0,025	16
	124	155	160	2,1	112	168	2	0,025	14
	135	180	184	3	114	201	2,5	0,03	13

11. Anexo Engranajes

Z	Mod. 1				Mod. 1,5				Mod. 2				Mod. 2,5			
	d _e	d _p	d _m	D ₁	d _e	d _p	d _m	D ₁	d _e	d _p	d _m	D ₁	d _e	d _p	d _m	D ₁
12	14	12	9	-	21.0	18.0	14	8	28	24	18	10	35.0	30.0	22	10
13	15	13	10	-	22.5	19.5	15	8	30	26	20	10	37.5	32.5	25	10
14	16	14	11	-	24.0	21.0	17	8	32	28	22	10	40.0	35.0	28	10
15	17	15	12	-	25.5	22.5	18	8	34	30	24	10	42.5	37.5	30	10
16	18	16	13	-	27.0	24.0	19	8	36	32	25	10	45.0	40.0	32	12
17	19	17	14	-	28.5	25.5	20	8	38	34	25	10	47.5	42.5	35	12
18	20	18	15	8	30.0	27.0	20	8	40	36	25	10	50.0	45.0	35	12
19	21	19	15	8	31.5	28.5	20	8	42	38	25	10	52.5	47.5	35	12
20	22	20	16	8	33.0	30.0	25	8	44	40	30	10	55.0	50.0	40	12
21	23	21	16	8	34.5	31.5	25	10	46	42	30	12	57.5	52.5	40	14
22	24	22	16	8	36.0	33.0	25	10	48	44	30	12	60.0	55.0	45	14
23	25	23	18	8	37.5	34.5	25	10	50	46	30	12	62.5	57.5	45	14
24	26	24	20	10	39.0	36.0	25	10	52	48	35	12	65.0	60.0	45	14
25	27	25	20	10	40.5	37.5	25	10	54	50	35	12	67.5	62.5	50	14
26	28	26	20	10	42.0	39.0	30	12	56	52	40	12	70.0	65.0	50	14
27	29	27	20	10	43.5	40.5	30	12	58	54	40	12	72.5	67.5	50	14
28	30	28	20	10	45.0	42.0	30	12	60	56	40	12	75.0	70.0	50	14
29	31	29	20	10	46.5	43.5	30	12	62	58	40	14	77.5	72.5	50	14
30	32	30	20	10	48.0	45.0	30	12	64	60	40	14	80.0	75.0	55	14
31	33	31	25	10	49.5	46.5	35	12	66	62	45	14	82.5	77.5	55	16
32	34	32	25	10	51.0	48.0	35	12	68	64	45	14	85.0	80.0	55	16
33	35	33	25	10	52.5	49.5	35	12	70	66	45	14	87.5	82.5	55	16
34	36	34	25	10	54.0	51.0	35	12	72	68	45	14	90.0	85.0	55	16
35	37	35	25	10	55.5	52.5	35	12	74	70	45	14	92.5	87.5	60	16
36	38	36	25	10	57.0	54.0	35	12	76	72	45	14	95.0	90.0	60	16
37	39	37	25	10	58.5	55.5	40	12	78	74	50	14	97.5	92.5	60	16
38	40	38	25	10	60.0	57.0	40	12	80	76	50	14	100.0	95.0	60	16
39	41	39	25	10	61.5	58.5	40	12	82	78	50	14	102.5	97.5	60	16
40	42	40	25	10	63.0	60.0	40	12	84	80	50	14	105.0	100.0	70	16
41	43	41	30	10	64.5	61.5	40	12	86	82	55	16	107.5	102.5	70	16
42	44	42	30	10	66.0	63.0	50	12	88	84	55	16	110.0	105.0	70	16
43	45	43	30	10	67.5	64.5	50	12	90	86	55	16	112.5	107.5	70	16
44	46	44	30	10	69.0	66.0	50	12	92	88	60	16	115.0	110.0	70	16
45	47	45	30	10	70.5	67.5	50	12	94	90	60	16	117.5	112.5	70	16
46	48	46	30	10	72.0	69.0	50	14	96	92	60	16	120.0	115.0	70	20
47	49	47	30	10	73.5	70.5	50	14	98	94	70	16	122.5	117.5	80	20
48	50	48	30	10	75.0	72.0	50	14	100	96	70	16	125.0	120.0	80	20
49	51	49	30	10	76.5	73.5	50	14	102	98	70	16	127.5	122.5	80	20
50	52	50	30	12	78.0	75.0	50	14	104	100	70	16	130.0	125.0	80	20
51	53	51	40	12	79.5	76.5	60	14	106	102	70	16	132.5	127.5	80	20
52	54	52	40	12	81.0	78.0	60	14	108	104	70	16	135.0	130.0	90	20
53	55	53	40	12	82.5	79.5	60	14	110	106	70	16	137.5	132.5	90	20
54	56	54	40	12	84.0	81.0	60	14	112	108	70	16	140.0	135.0	90	20
55	57	55	40	12	85.5	82.5	60	14	114	110	70	16	142.5	137.5	90	20
56	58	56	40	12	87.0	84.0	60	16	116	112	70	16	145.0	140.0	100	20
57	59	57	40	12	88.5	85.5	60	16	118	114	70	16	147.5	142.5	100	20
58	60	58	40	12	90.0	87.0	60	16	120	116	70	16	150.0	145.0	100	20
59	61	59	40	12	91.5	88.5	60	16	122	118	70	16	152.5	147.5	100	20
60	62	60	40	12	93.0	90.0	60	16	124	120	70	16	155.0	150.0	100	20
61	63	61	50	12	94.5	91.5	70	16	126	122	80	16	-	-	-	-
62	64	62	50	12	96.0	93.0	70	16	128	124	80	16	-	-	-	-
63	65	63	50	12	97.5	94.5	70	16	130	126	80	16	-	-	-	-
64	66	64	50	12	99.0	96.0	70	16	132	128	80	16	-	-	-	-
65	67	65	50	12	100.5	97.5	70	16	134	130	80	16	167.5	162.5	-	20
66	68	66	50	12	102.0	99.0	70	16	136	132	80	16	-	-	-	-
67	69	67	50	12	103.5	100.5	70	16	138	134	80	16	-	-	-	-
68	70	68	50	12	105.0	102.0	70	16	140	136	80	16	-	-	-	-
69	71	69	50	12	106.5	103.5	70	16	142	138	80	16	-	-	-	-
70	72	70	50	12	108.0	105.0	70	16	144	140	80	16	180.0	175.0	-	20
72	74	72	-	12	111.0	108.0	-	16	148	144	-	16	185.0	180.0	-	20
75	77	75	-	12	115.5	112.5	-	16	154	150	-	20	192.5	187.5	-	20
76	78	76	-	12	117.0	114.0	-	16	156	152	-	20	195.0	190.0	-	20
80	82	80	-	12	123.0	120.0	-	16	164	160	-	20	205.0	200.0	-	25
85	87	85	-	12	130.5	127.5	-	16	174	170	-	20	217.5	212.5	-	25
90	92	90	-	12	138.0	135.0	-	16	184	180	-	20	230.0	225.0	-	25
95	97	95	-	12	145.5	142.5	-	16	194	190	-	20	242.5	237.5	-	25
100	102	100	-	12	153.0	150.0	-	16	204	200	-	20	255.0	250.0	-	25
110	112	110	-	12	168.0	165.0	-	16	224	220	-	20	280.0	275.0	-	25
114	116	114	-	12	174.0	171.0	-	16	232	228	-	20	290.0	285.0	-	25
120	122	120	-	12	183.0	180.0	-	16	244	240	-	20	305.0	300.0	-	25
127	129	127	-	12	193.5	190.5	-	16	258	254	-	20	322.5	317.5	-	25

Material C 43



12. Anexo Chaveta



Chavetas

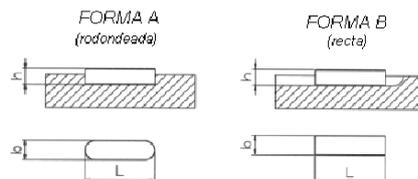


La lengüeta o chaveta normalmente es usada para la transmisión del momento torsor uen eje al cubo.

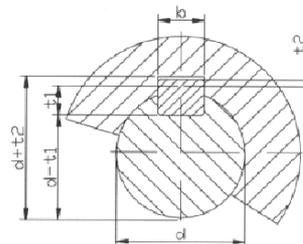
Chaveta según la normativa UNI 6604-69 – din 6885

Forma A: los extremos con forma redondeada, con radio par hacia mitad de la base.

Forma B: los extremos rectos.



APLICACIÓN



Material:

- Acero C45 con R 59 daN/mm²
- Acero inox AISI 316 con R 59 daN/ mm²

La relación entre diámetro de eje y la sección de la chaveta se indica en la tabla de dimensiones de la pagina siguiente, si se refiere a las de uso normal.

El empleo de chavetas de sección más pequeña es posible si su resistencia es suficiente al esfuerzo que debe transmitir. El empleo de chavetas de sección más grande es desaconsejado.

En el caso de exigencia particular las formas A y B pueden ser combinadas, es decir un extremo redondeado y otro recto. En tal caso el símbolo de la forma es C.

En las tablas de a continuación también encontramos chavetas con secciones o largo especiales no unificados, el material y la tolerancia son las mismas que aquellas unificadas según la norma UNI 6604-69 – DIN 6885.



Tabla de tolerancia de chavetas y chaveteros de alojamiento (mm)

Campo de aplicación	Chaveta				Chavetero									
	Diámetro eje d	Sección		Dim. nom. b	Largo						Profundidad			
		Toleran sobre			Tolerancia sobre b			Por cubo			Eje		Cubo	
		b ^{h9}	h*		H9	N9	P9	D10	Js9	P9	Nom t1	Tol.	Nom t2	Tol.
De 6 Hasta 8	2x2	0	0	2	+0,025 0	-0,004 0	-0,006 -0,031	+0,060 +0,020	±0,012	-0,006 -0,031	1,2		1	
Más de 8 hasta 10	3x3	-0,025	-0,025	3							1,8		1,4	
Más de 10 Hasta 12	4x4			4							2,5	+0,1 0	1,8	+0,1 0
Más de 12 Hasta 17	5x5	0	0	5	+0,030 0	0 -0,030	-0,012 -0,042	+0,078 +0,030	±0,015	-0,012 -0,042	3		2,3	
Más de 17 Hasta 22	6x6			6							3,5		3,5	
Más de 22 Hasta 30	8x7	0		8							5		3,3	
Más de 30 Hasta 38	10x8	-0,036		10	+0,036 0	0 -0,036	-0,015 -0,051	+0,098 +0,040	±0,018	-0,015 -0,051	5		3,3	
Más de 38 Hasta 44	12x8		0 -0,090	12							5		3,3	
Más de 44 Hasta 50	14x9			14							5,5		3,8	
Más de 50 Hasta 58	16x10	0		16	+0,043 0	0 -0,043	-0,018 -0,061	+0,120 +0,050	±0,021	-0,018 -0,061	6		4,3	
Más de 58 Hasta 60	18x11			18							7		4,4	
Más de 60 Hasta 65	20x12			20							7,5	+0,2 0	4,9	+0,2 0
Más de 65 Hasta 75	22x14	0	0	22							9		5,4	
Más de 75 Hasta 85	25x14	-0,052	-0,110	25	+0,052 0	0 -0,052	-0,022 -0,074	+0,149 +0,065	±0,026	-0,022 -0,074	9		5,4	
Más de 85 Hasta 95	28x16			28							10		6,4	
Más de 95 Hasta 110	32x18			32							11			
Más de 110 Hasta 130	36x20			36							12		8,4	
Más de 130 Hasta 150	40x22	0		40	+0,062 0	0 -0,062	-0,026 -0,088	+0,180 +0,080	±0,031	-0,026 -0,088	13		9,4	
Más de 150 Hasta 170	45x25			45							15		10,4	
Más de 170 Hasta 200	50x28			50							17		11,4	
Más de 200 Hasta 230	56x32			56							20		12,4	
Más de 230 Hasta 260	63x32	0		63							20	+0,3 0	12,4	+0,3 0
Más de 260 Hasta 290	70x36	-0,074		70	+0,074 0	0 -0,074	-0,032 -0,106	+0,220 +0,100	±0,037	-0,032 -0,106	22		14,4	
Más de 290 Hasta 330	80x40			80							25		15,4	
Más de 330 Hasta 380	90x45			90	+0,087 0		-0,037	+0,260		-0,037	28		17,4	
Más de 380 Hasta 440	100x50	0		100		0 -0,087	-0,124	+0,120	±0,043	-0,124	31		19,5	

* La tolerancia es h9 para la sección cuadrada y h11 para la rectangular.

13. Anexo viento en España





Planos

Capítulo 3. Planos

1. Brazo móvil

1.1.Pistón hidráulico (Sin Plano)

1.2.Unión Pluma Columna

1.3.Pasador tipo horquilla(Sin Plano)

1.4.Conjunto Columna

1.4.1. Viga Columna

1.4.2. Distanciador superior

1.4.3. Chaveta (Sin Plano)

1.4.4. Corona (Sin Plano)

1.4.5. Rodamiento SKF6017 (Sin Plano)

1.4.6. Distanciador inferior

1.4.7. Tapa columna

1.4.8. Tornillo Cabeza Hexagonal (Sin Plano)

1.4.9. Tornillo Cabeza Hexagonal (Sin Plano)

1.4.10. Tornillo Cabeza Hexagonal (Sin Plano)

1.4.11. Chasis exterior

1.4.12. Conjunto piñón

1.4.12.1. Eje Piñón

1.4.12.2. Eje Volante

1.4.12.3. Pasador Eje Piñón (Sin Plano)

1.4.12.4. Tapa eje Piñón

1.4.12.5. Tornillo con cabeza hexagonal (Sin Plano)

1.4.12.6. Anillo de retención (Sin Plano)

1.4.13. -(Sin Plano)

1.4.14.Unión pistón columna

1.4.15.Unión Columna Pluma

1.4.16.Chasis Interior

1.4.17.Volante (Sin Plano)

1.4.18.Arandelas (Sin Plano)

1.4.19.Anclaje Cabrestante

1.4.19.1. Unión Columna (Sin Plano)

1.4.19.2. Placa Cab

1.5.Conjunto Pluma

1.5.1. Viga Sección 1

1.5.2. Subconjunto Sección 2

1.5.2.1. Viga Sección 2

1.5.2.2. Patín Sección 2

1.5.2.3. Pieza seguridad Sección 2

1.5.2.4. -(Sin Plano)

1.5.3. Subconjunto Sección 3

1.5.3.1. Viga Sección 3

1.5.3.2. Patín Sección 3

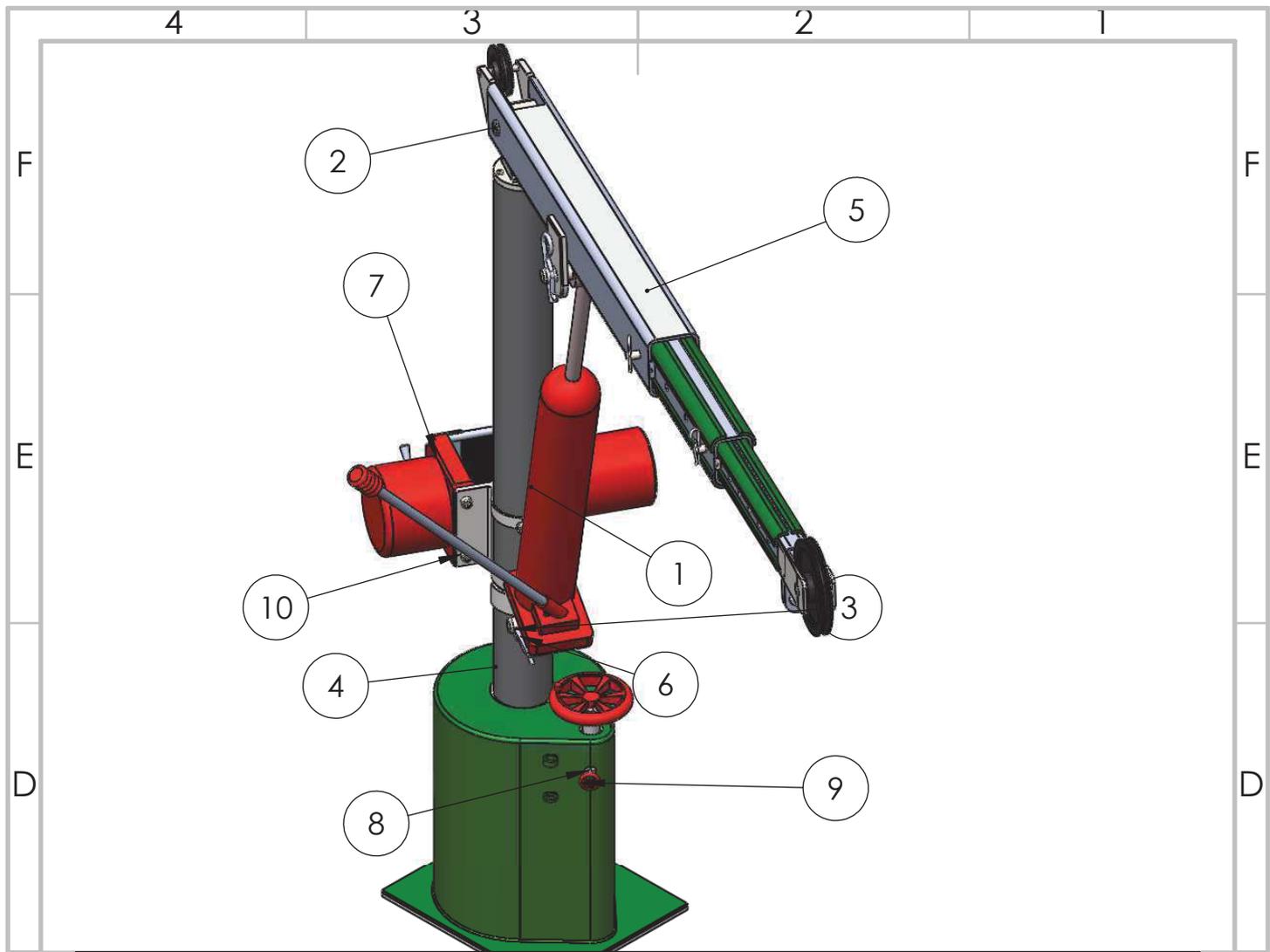
1.5.3.3. Subconjunto Polea d-150

1.5.3.3.1. Unión Polea-Pluma d-150



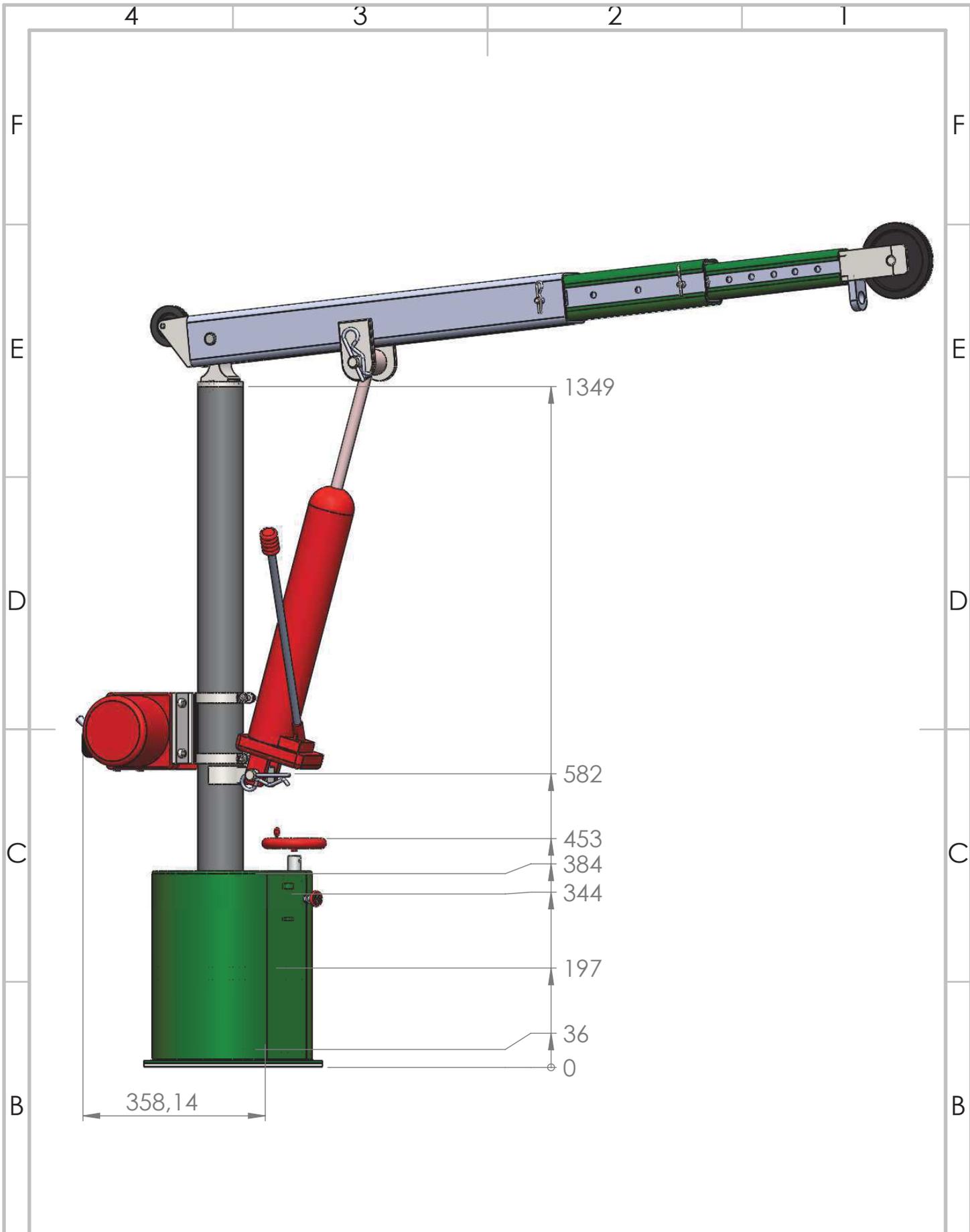
- 1.5.3.3.2. Eje Polea d-150
- 1.5.3.3.3. Polea Trapezoidal ciega d-150(Sin Plano)
- 1.5.4. Unión Pistón-Pluma
 - 1.5.4.1. Placa de sujeción
 - 1.5.4.2. Pasador tipo R (Sin Plano)
 - 1.5.4.3. Pasador con horquilla (Sin Plano)
- 1.5.5. Pasador (Sin Plano)
- 1.5.6. Pieza de Seguridad Sección 1
- 1.5.7. Cabrestante (Sin Plano)
- 1.5.8. Tuerca (Sin Plano)
- 1.5.9. Subconjunto Polea d-80
 - 1.5.9.1. Unión Polea Pluma d-80
 - 1.5.9.2. Polea Trapezoidal ciega d-80(Sin Plano)
 - 1.5.9.3. Eje Polea d-80
- 1.5.10. Pasador tipo R (Sin Plano)
- 1.6. Pasador tipo R (Sin Plano)
- 1.7. Cabrestante (Sin Plano)
- 1.8. Tuerca (Sin Plano)
- 1.9. Sistema de bloqueo de giro

2. Explosión del sistema de transmisión



10	Tornillo hexagonal M10	ISO 4762 M10 x 25 - 25N	Calidad 10.9	4
9	Bloqueo del giro		Varios	1
8	Tuerca	Hexagon Nut ISO - 7417 - M10 - W - N	Acero Inox Calidad 8.8	1
7	Cabrestante	Rumba 9500lb	Varios	1
6	Pasador tipo R		Acero Inox. 1.4310	1
5	Conjunto Pluma		Varios	1
4	Conjunto Columna		Varios	1
3	Pasador de horquilla $\varnothing 24$	ISO 2341 - B - 24 x 80 x 6.3 - St	Calidad 10.9	1
2	Union pluma-columna		C45	1
1	Pistón hidráulico circuito interno	EDC Germany 8T	Varios	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	CANTIDAD

Observaciones	TÍTULO: Brazo movil		N.º DE Pieza 1	
 HOJA 1 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:10	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó
		Revisión	Soler	Manuel
		Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier
				Fecha
				06-08-2018



Observaciones		TÍTULO: Brazo movil		N.º DE Pieza 1	
 HOJA 2 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha	
	Escala 1:10	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-08-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

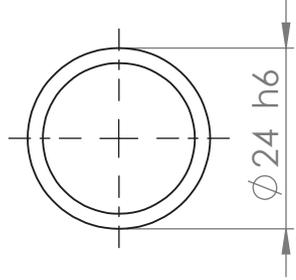
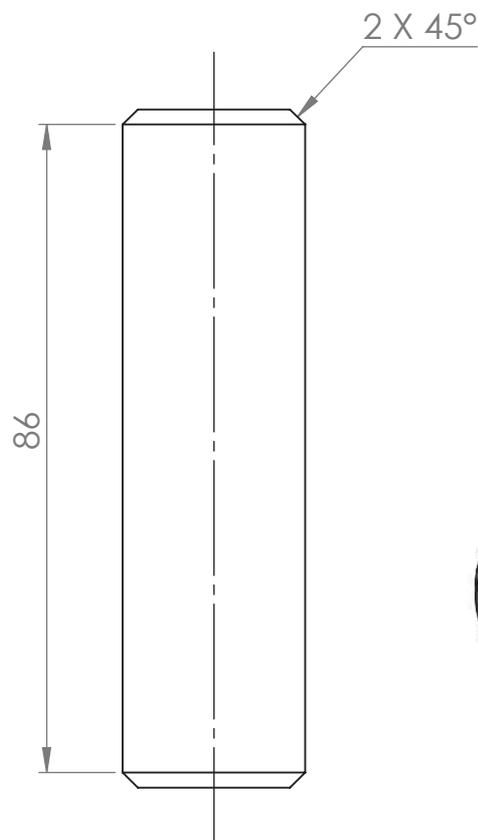
D

C

C

B

B



1	Union pluma-columna		C45	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Unión Pluma-Columna	N.º DE Pieza 1.02
---------------	--------------------------------	----------------------

A

A



Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
Escala 1:1	Dibujo Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
Revisión	Soler	Manuel	30-08-2018
Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	07-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

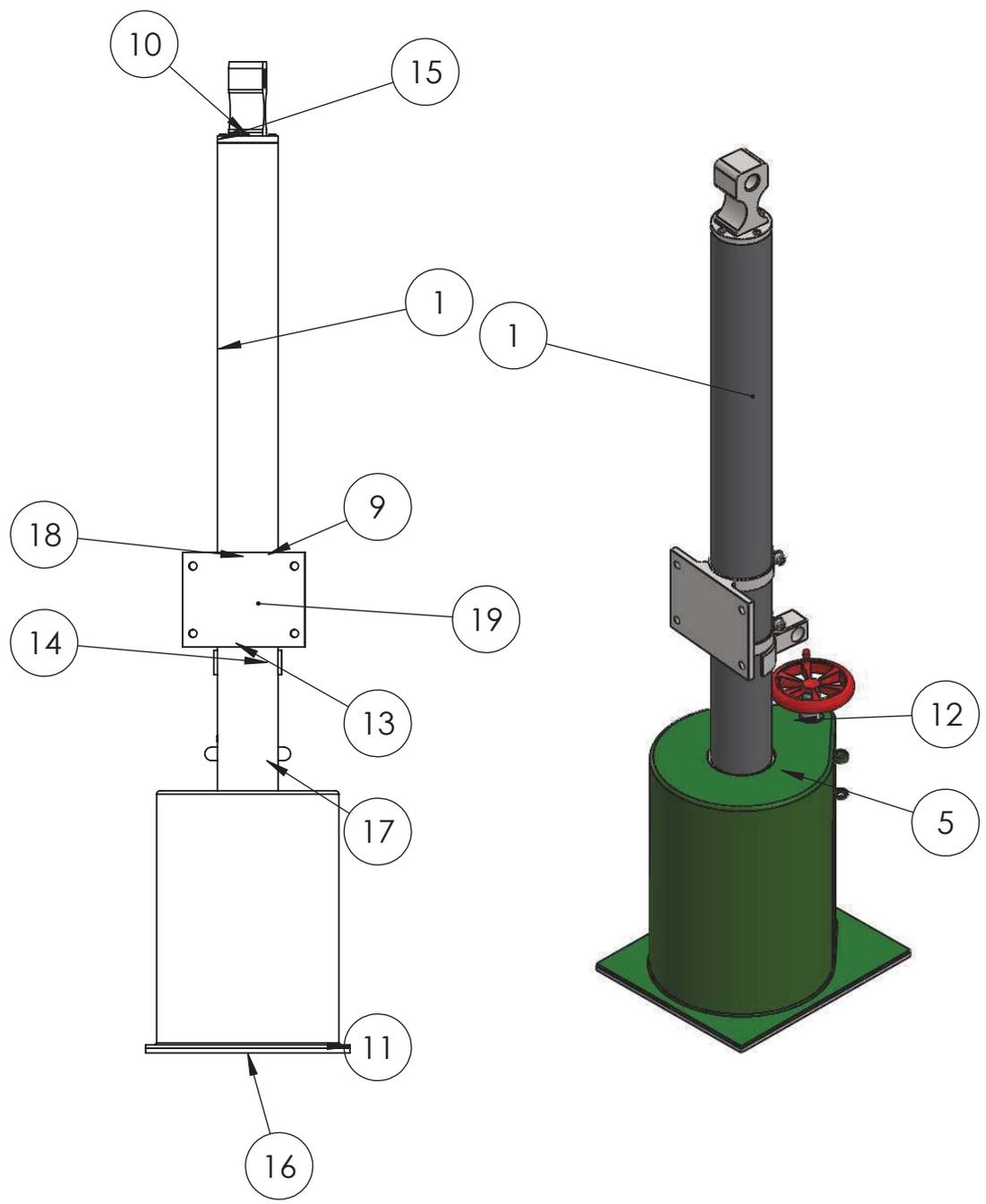
D

C

C

B

B



Observaciones

TÍTULO:
Conjunto Columna

N.º De Pieza
1.04

A

A



HOJA 4 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:10



Apellidos

Fortea Pallarés

Revisión

Soler

Aprobación

Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

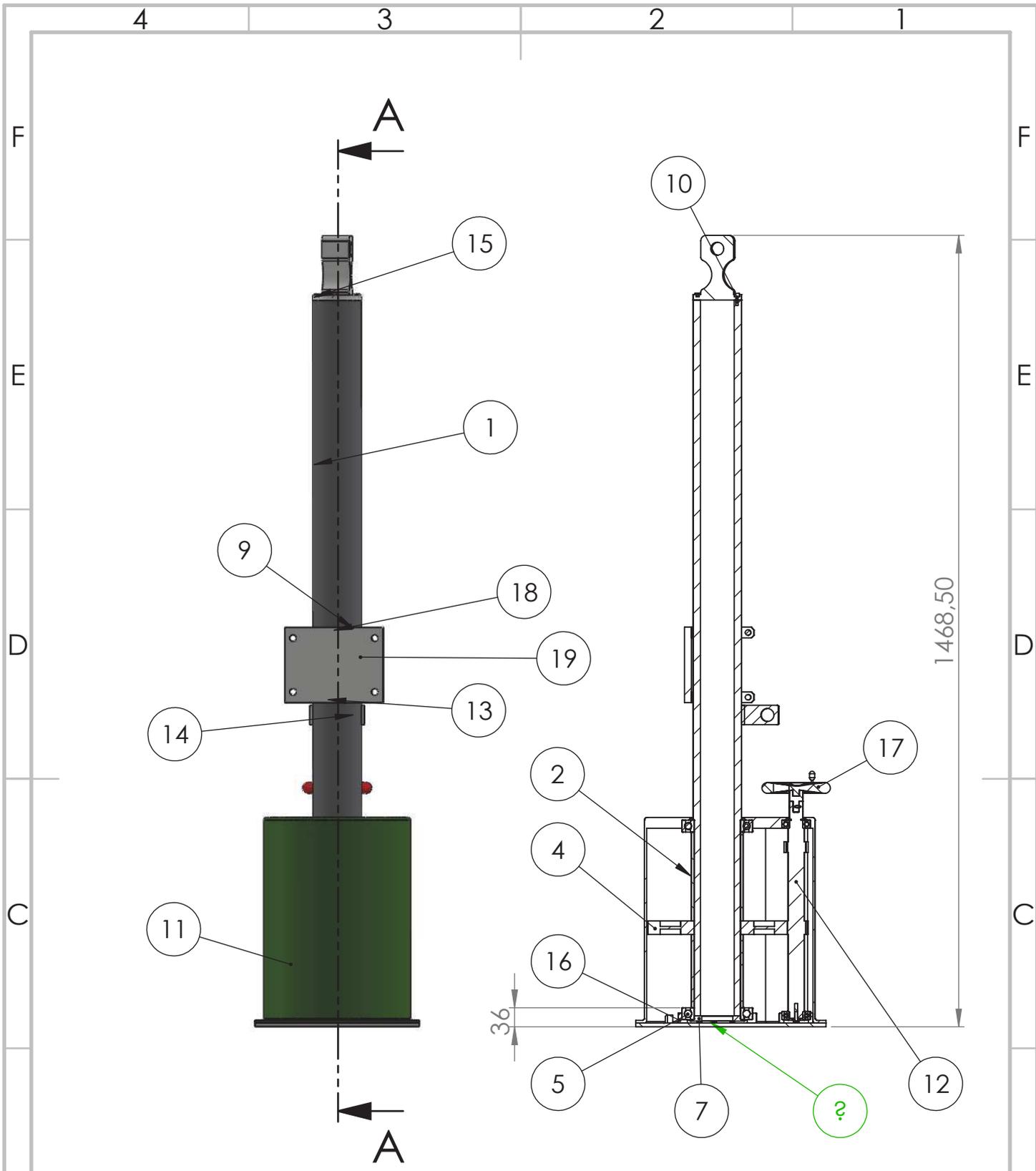
Fecha

16-08-2018

31-08-2018

06-09-2018

4 3 2 1



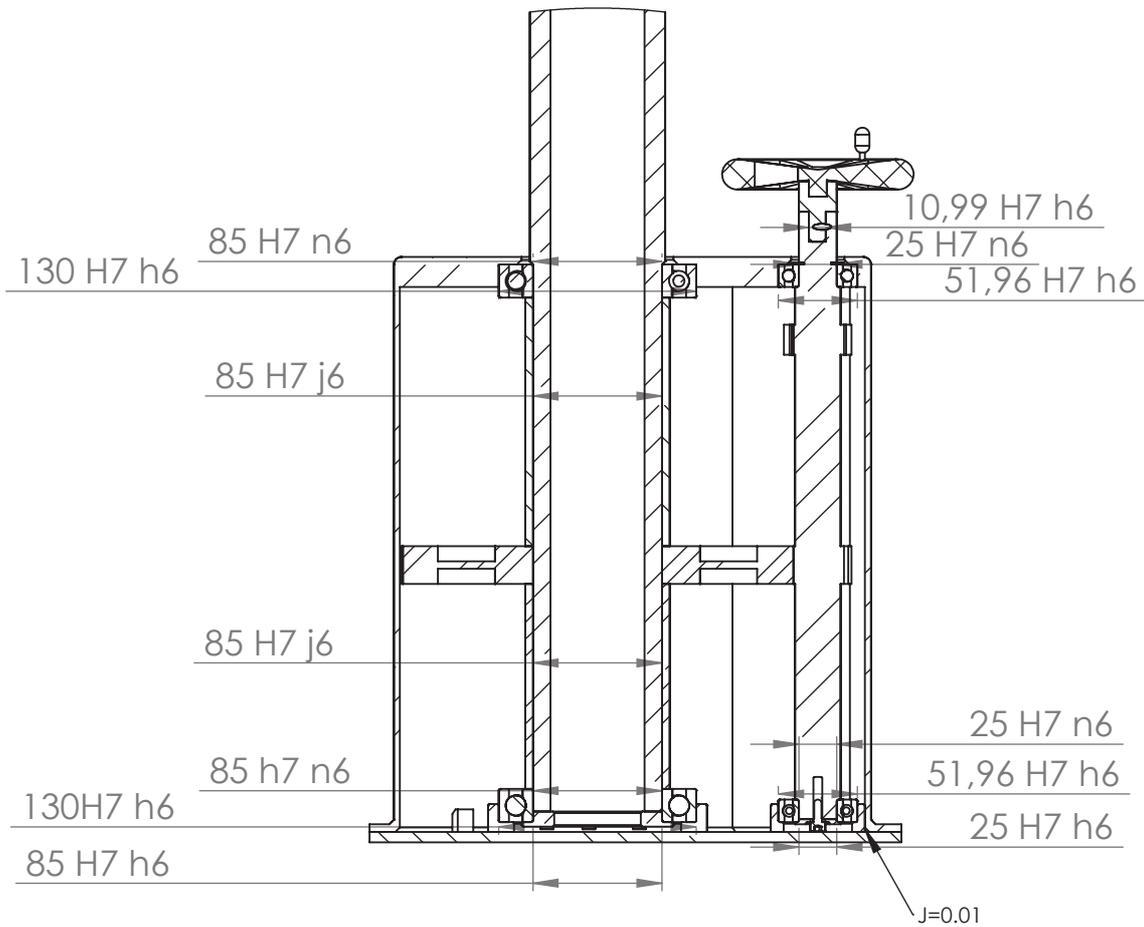
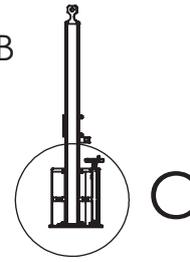
SECCIÓN A-A

Observaciones	TÍTULO: Conjunto Columna		N.º De Pieza 1.04	
	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:10	Dibujo Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
		Revisión Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

Hoja 5 de 43

SECCIÓN B-B

ESCALA 1 : 50



DETALLE C

ESCALA 1 : 5

Observaciones

TÍTULO:

Conjunto Columna

N.º De Pieza

1.04



HOJA 6 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:10



Dibujo

Revisión

Aprobación

Apellidos

Fortea Pallarés

Soler

Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

Fecha

16-08-2018

31-08-2018

06-09-2018

N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
19	Unión Cabrestante 9500		Acero S355 J2	1
18	Arandela	ISO 7090 - 10		2
17	Volante		PVC	1
16	Chasis Interior		Acero S355J2	1
15	Unión Columna Pluma		C45	1
14	Piston-columna		Acero S355J2	1
13	Tuerca	ISO - 4034 - M10 - N	Calidad 8.8	2
12	Subconjunto Piñon		Varios	1
11	Chasis Exterior		Acero S355J2	1
10	Tornillo Cabeza Hexagonal	ISO 4762 M6 x 12 - 12N	Calidad 8.8	4
9	Tornillo Cabeza Hexagonal	ISO 4762 M10 x 50 - 32N	Calidad 8.8	2
8	Tornillo Cabeza Hexagonal	ISO 4762 M5 x 20 - 20N	Calidad 8.8	6
7	Tapa eje columna		C-45	1
6	Distanciador inferior		S355J2	1
5	Rodamiento Columna	SKF - 6017 - Full,DE,NC,Full_68		2
4	Corona		42CrMo4	1
3	Chaveta		C-45	1
2	Distanciador superior		S355J2	1
1	Viga Columna		S355J2 H	1

Observaciones

TÍTULO:

Conjunto Columna

N.º De Pieza

1.04



HOJA 7 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:10



Apellidos

Dibujo

Revisión

Aprobación

Apellidos

Forteza Pallarés

Soler

Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

Fecha

16-08-2018

31-08-2018

06-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

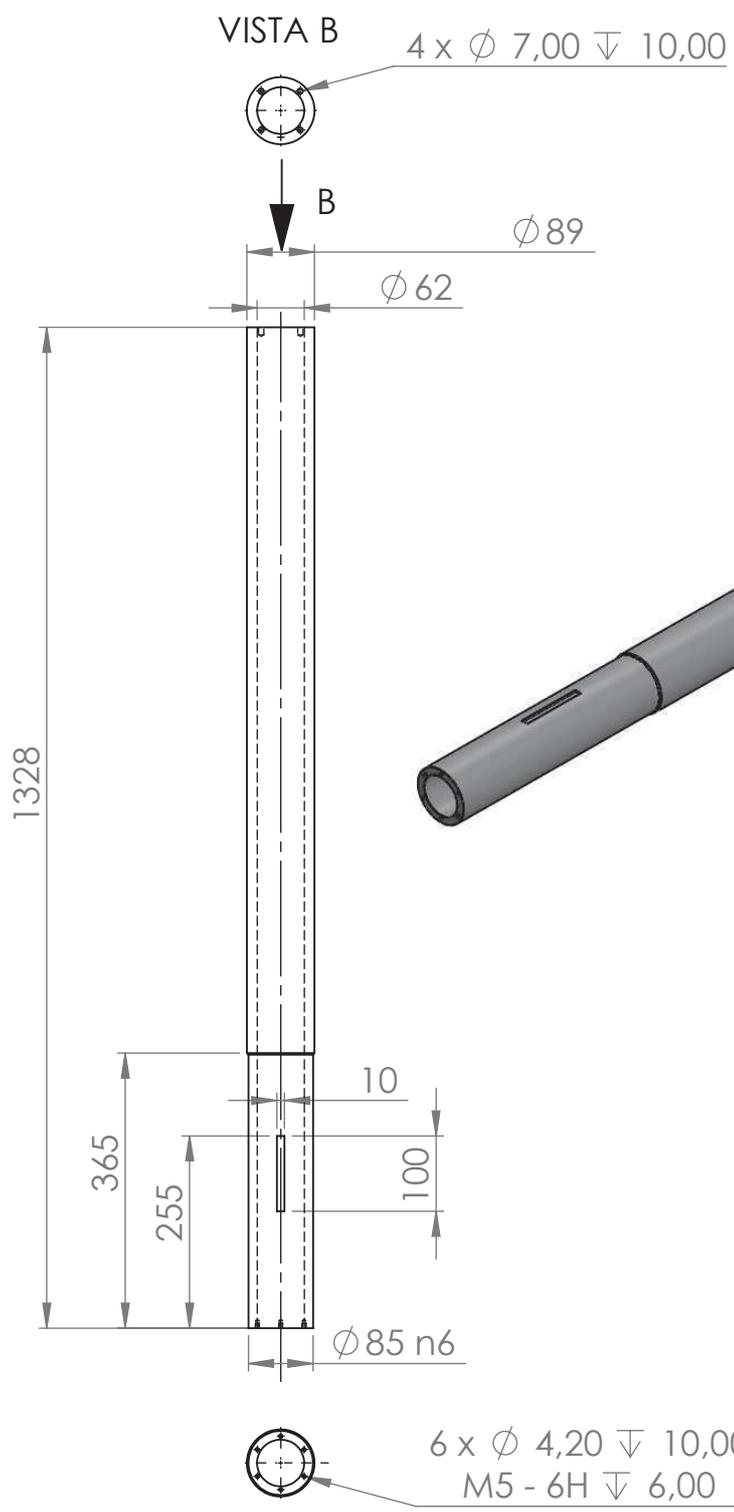
C

B

B

A

A



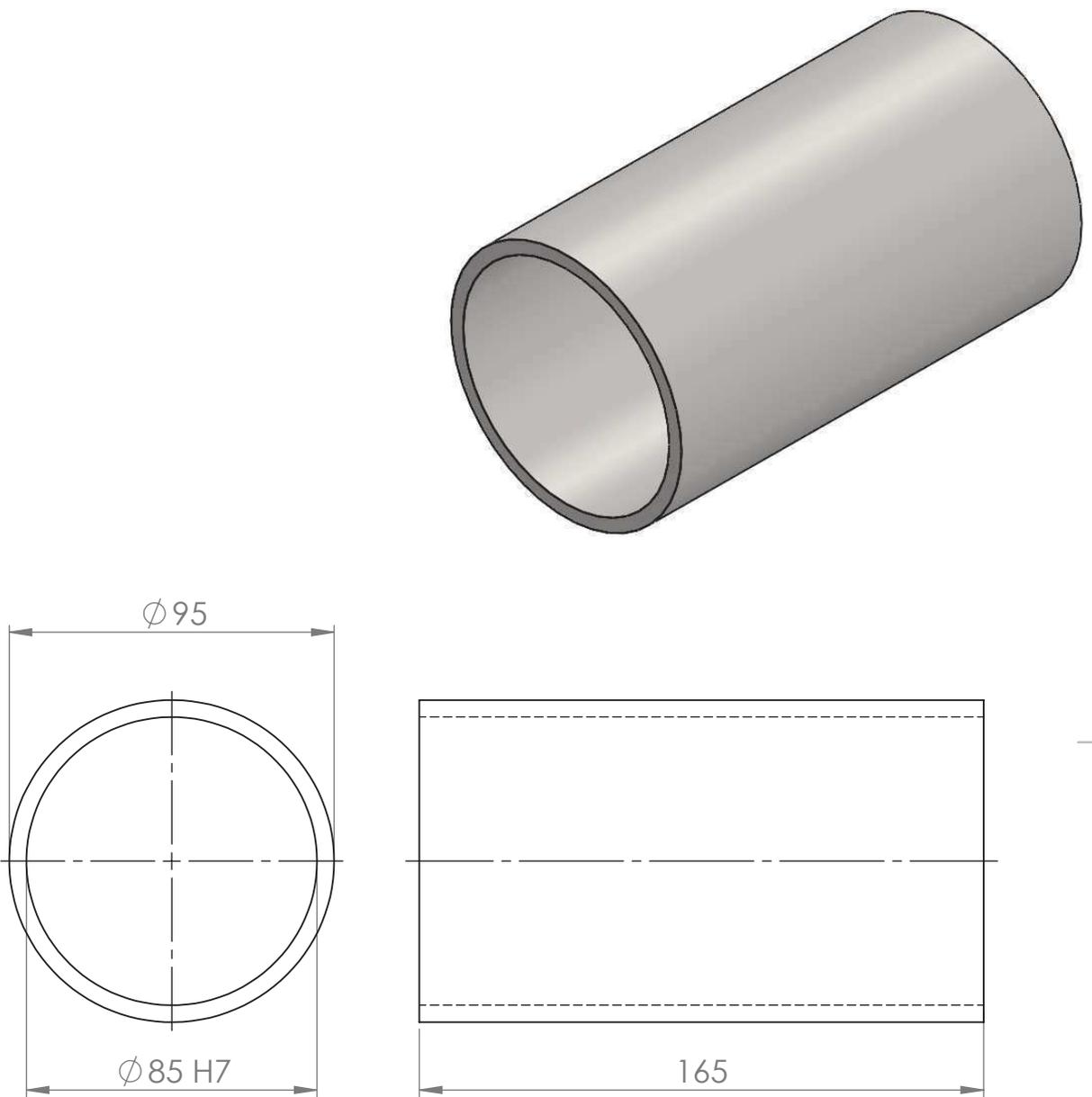
1	Viga Columna		S 355 J2 H	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

 HOJA 8 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:10	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018

TÍTULO:
Viga Columna

N.º De Pieza
1.04.01

4 3 2 1



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
2	Distanciador superior		S 355 J2 H	1

 HOJA 9 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos		Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo		Lledó	16-08-2018
		Revisión		Manuel	31-08-2018
		Aprobación		Francisco Javier	06-09-2018
Observaciones		TÍTULO: Distanciador Superior		N.º De Pieza 1.04.02	
		Andrés de la Esperanza		Francisco Javier	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

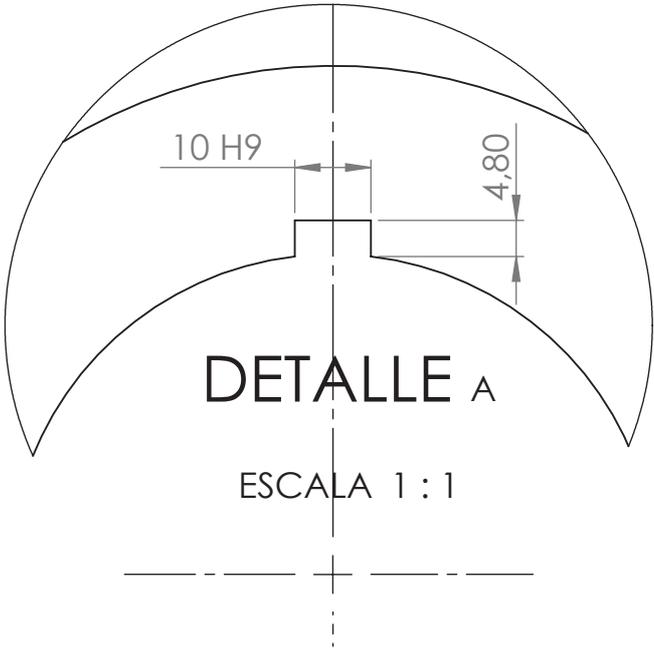
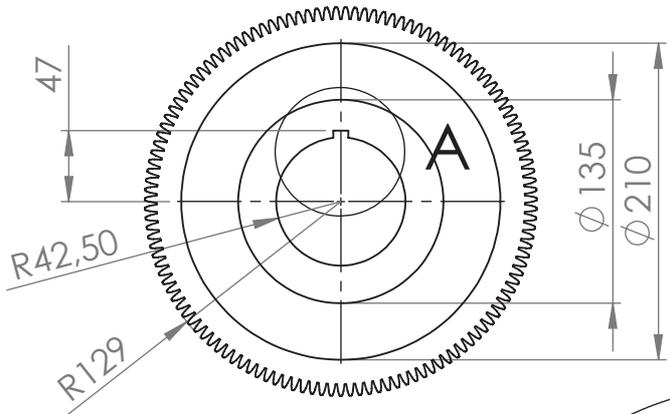
B

B

A

A

Z=127 dientes
m = 2



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
4	Corona		42CrMo4	1

 HOJA 10 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos		Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo		Lledó	16-08-2018
		Revisión		Manuel	31-08-2018
		Aprobación		Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

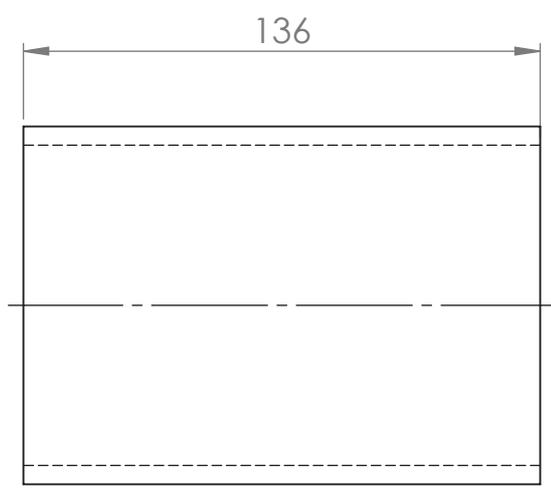
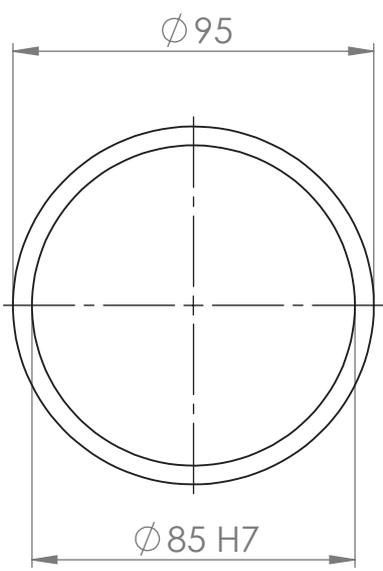
D

C

C

B

B



6	Distanciador inferior		S355 J2 H	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Distanciador inferior	N.º De Pieza 1.04.06
---------------	----------------------------------	-------------------------

A

A



HOJA 11 DE 43

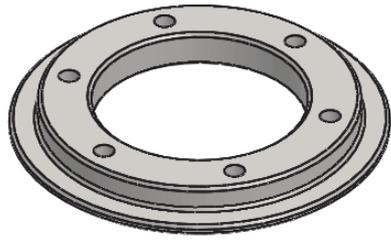
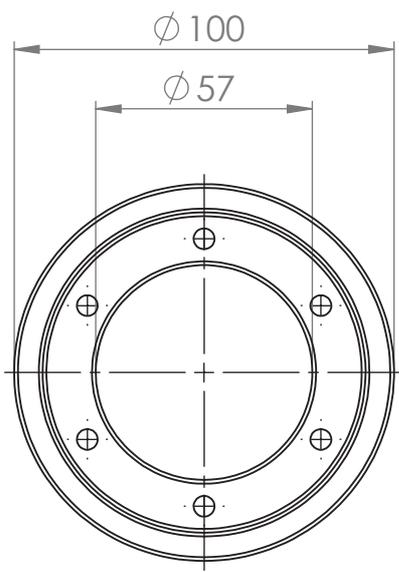
Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
Escala 1:2	Dibujo Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

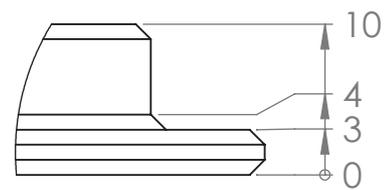
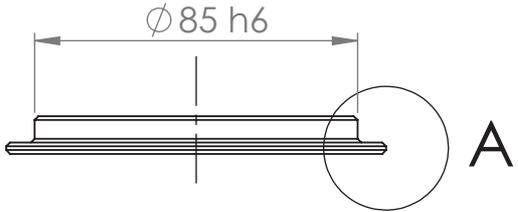


E

E

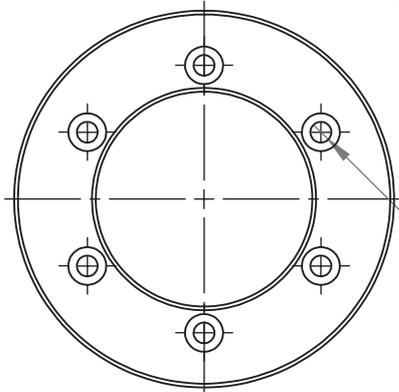
D

D



C

C



DETALLE A
ESCALA 2 : 1

6 x $\phi 5,50 \nabla 10,00$
 $\square \phi 10,00 \nabla 3,30$

B

B

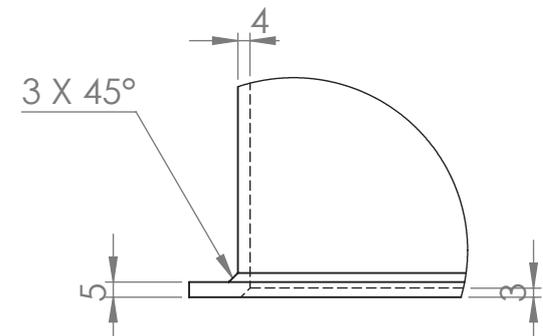
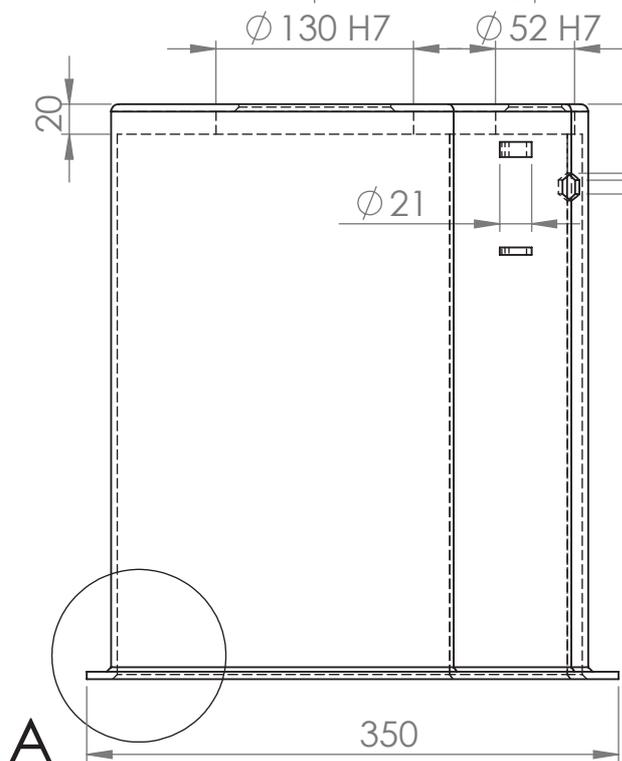
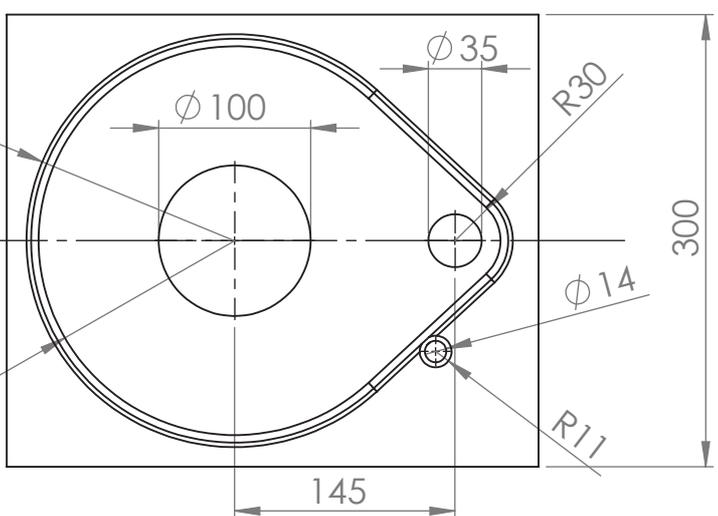
7	Tapa eje columna		C45	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones Chafanes 1x45°	TÍTULO: Tapa Eje Columna		N.º De Pieza 1.04.07	
	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
 HOJA 12 DE 43	Escala 1:2	Dibujo Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
		Revisión Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

A

A

4 3 2 1

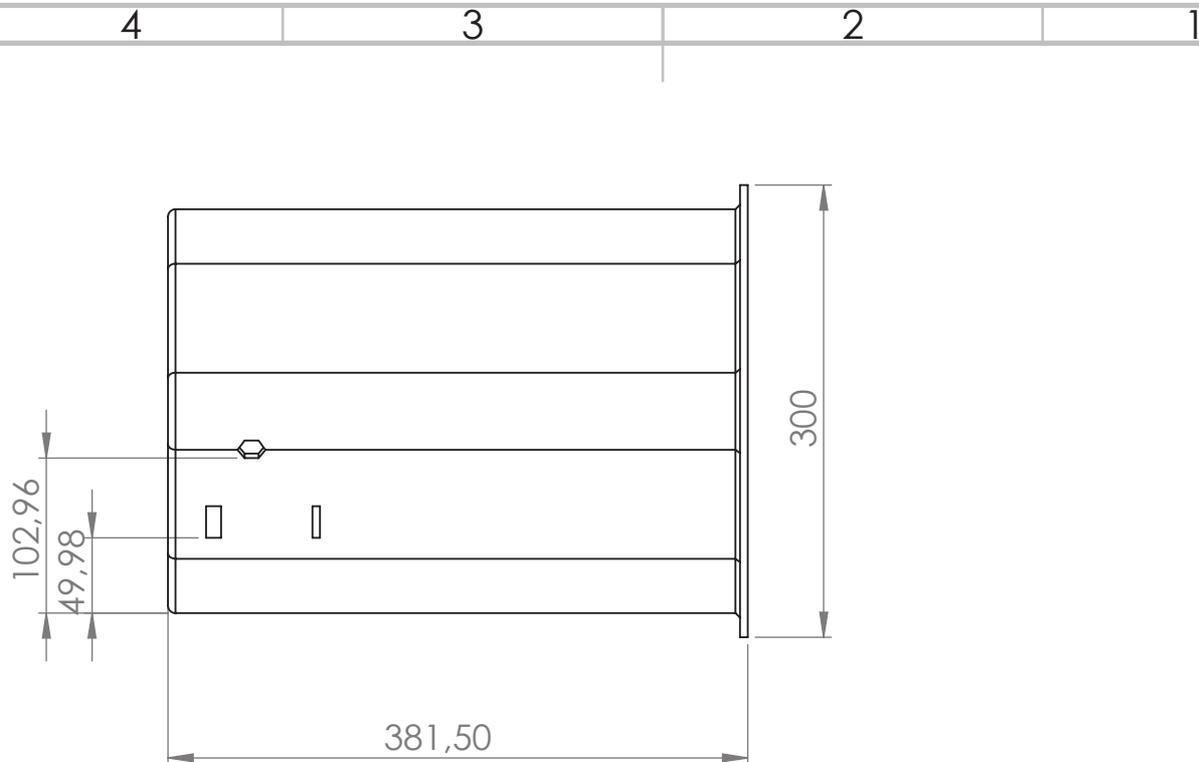


DETALLE A
ESCALA 2 : 5

11	Chasis superior		S 355 J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Chasis exterior	N.º De Pieza 1.04.11
---------------	----------------------------	-------------------------

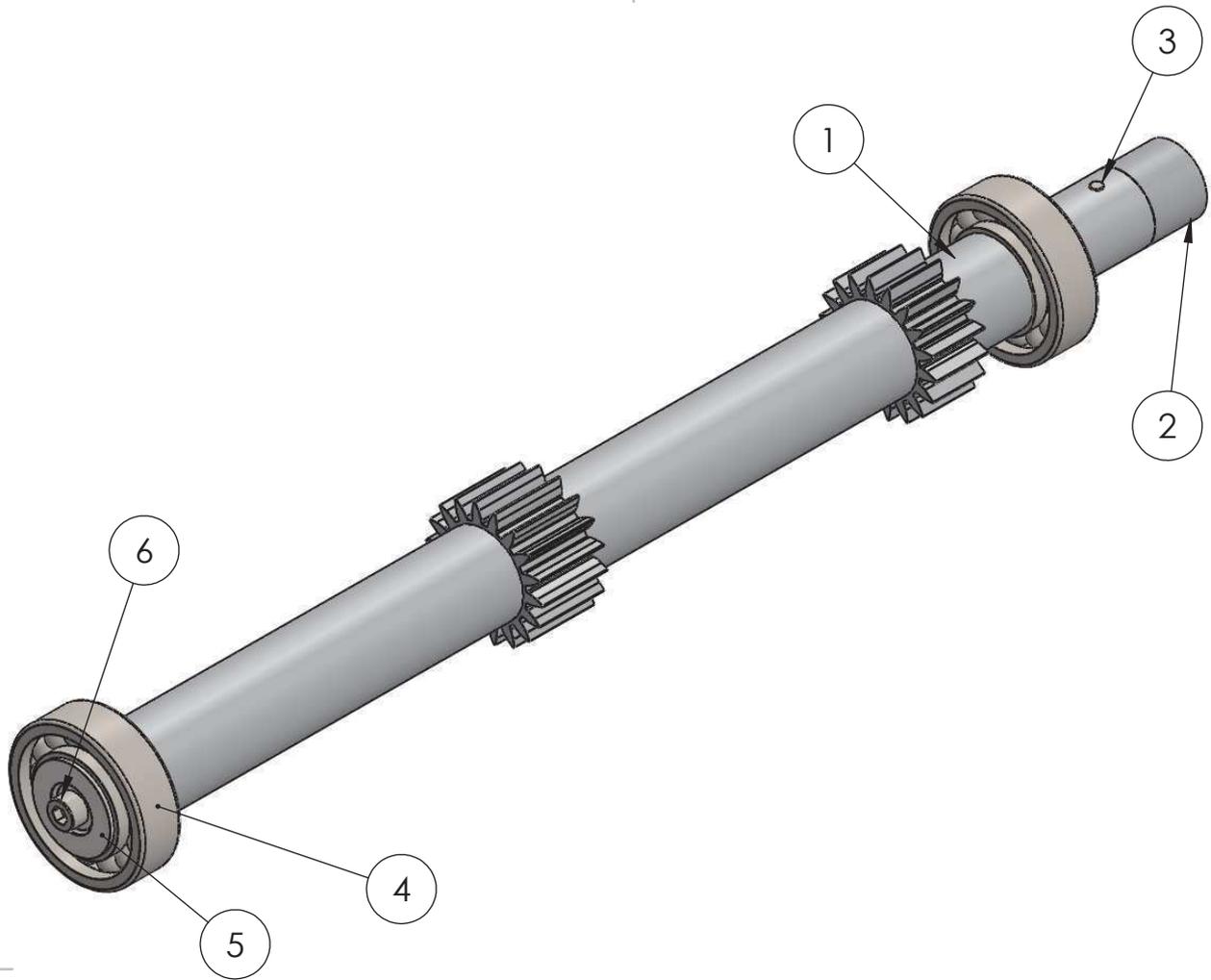
 HOJA 13 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
11	Chasis superior		S 355 J2	1

Observaciones	TÍTULO: Chasis superior	N.º De Pieza 1.04.11
---------------	----------------------------	-------------------------

 HOJA 14 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018



7	Anillo de seguridad	DIN-471		1
6	Tornillo con cabeza hexagonal	ISO 4762 M6x30		1
5	Tapa eje piñon		C45	1
4	Rodamiento Eje Piñón	SKF - 6205 - Full,DE,NC,Full _68		2
3	Pasador Eje volante	ISO 2338 - 4 m6 x 26 - St		1
2	Eje Volante		C45	1
1	Eje del Piñon		42CrMo4	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones

TÍTULO:

Subconjunto del Eje del Piñón

N.º De Pieza

1.04.12



HOJA 15 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:2



Apellidos

Dibujo Fortea Pallarés

Revisión Soler

Aprobación Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

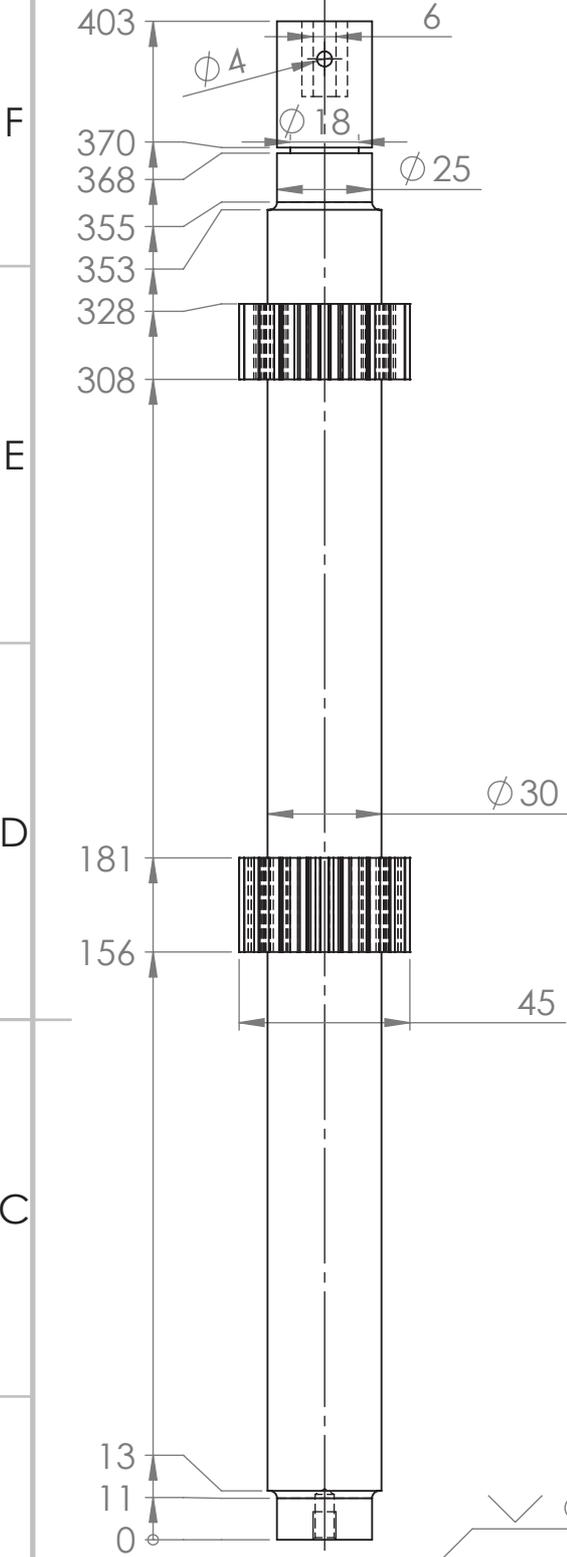
Fecha

16-08-2018

31-08-2018

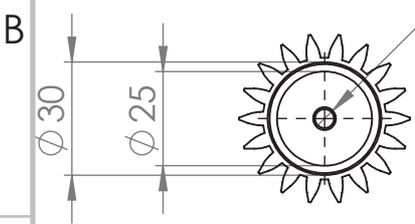
06-09-2018

4 3 2 1



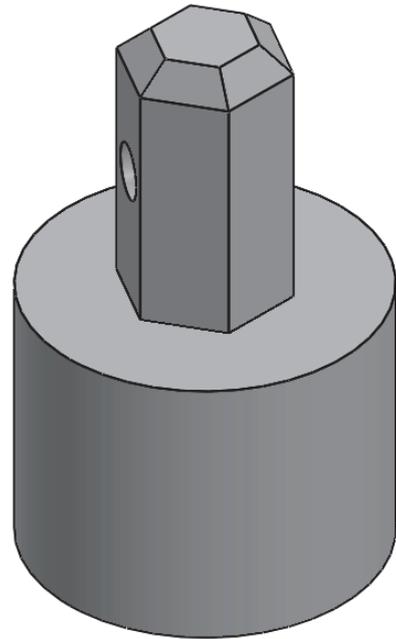
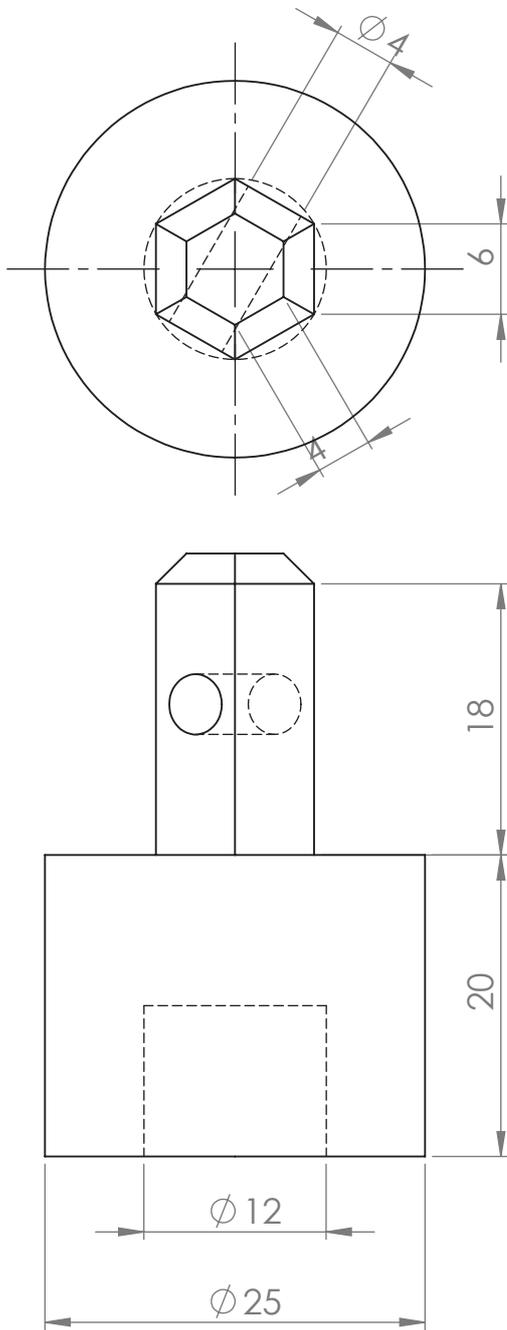
Escala 1:5

ϕ 5,00 ∇ 12,00
M6 - 6H ∇ 7,40
 \surd ϕ 6,05 X 90°, Lado cercano



1	Eje del Piñon		42CrMo4	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones N=18 + Tratamiento Térmico	TÍTULO: Eje del Piñón		N.º De Pieza 1.04.12.01		
	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha	
	 HOJA 16 DE 43	Escala 1:2 Dibujo Revisión Aprobación	Fortea Pallarés Soler Andrés de la Esperanza	Lledó Manuel Francisco Javier	16-08-2018 31-08-2018 06-09-2018



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
2	Eje Volante		C45	1

Observaciones

TÍTULO:
Eje Volante

N.º De Pieza
1.04.12.02



HOJA 17 DE 43

Un. dim. mm

Escala 2:1



Apellidos

Dibujo Fortea Pallarés

Revisión Soler

Aprobación Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

Fecha

16-08-2018

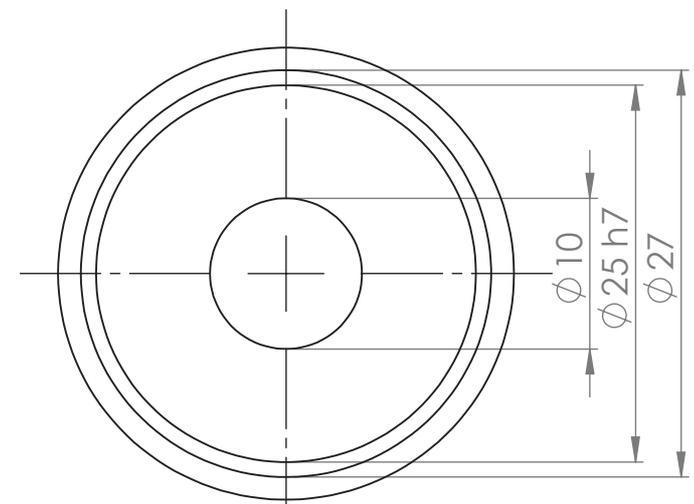
31-08-2018

06-09-2018

4 3 2 1

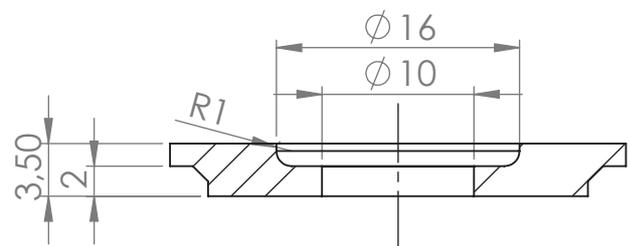
F

F



E

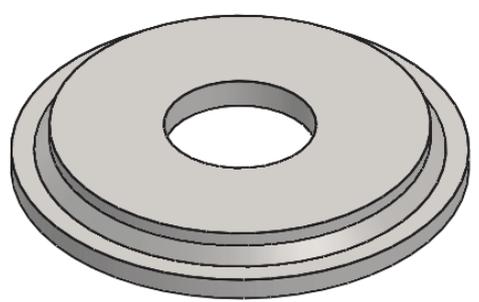
E



D

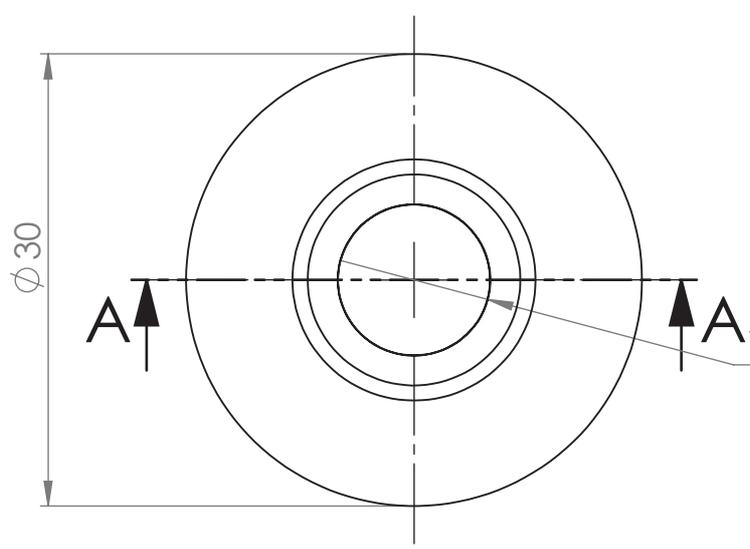
D

SECCIÓN A-A



C

C



B

B

$\phi 5,50 \nabla 12,00$
 $\llcorner \phi 10,00 \nabla 3,30$
 $\phi 10,05 \times 90^\circ$, Lado cercano

4	Tapa eje piñon		C45	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Tapa Eje Piñón		N.º De Pieza 1.04.12.04	
---------------	---------------------------	--	----------------------------	--

A

A

 HOJA 18 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos		Nombre	Fecha
	Escala 2:1	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1

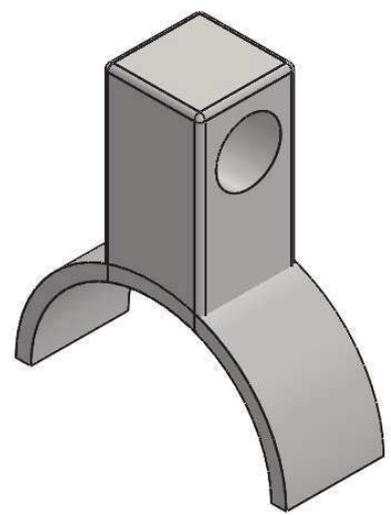
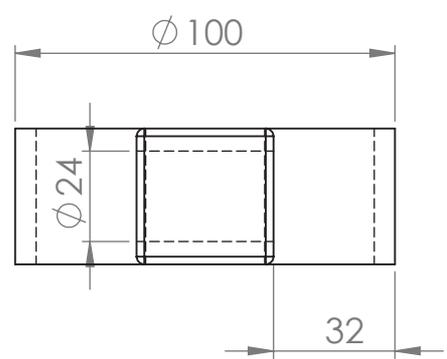
4 3 2 1

F

F

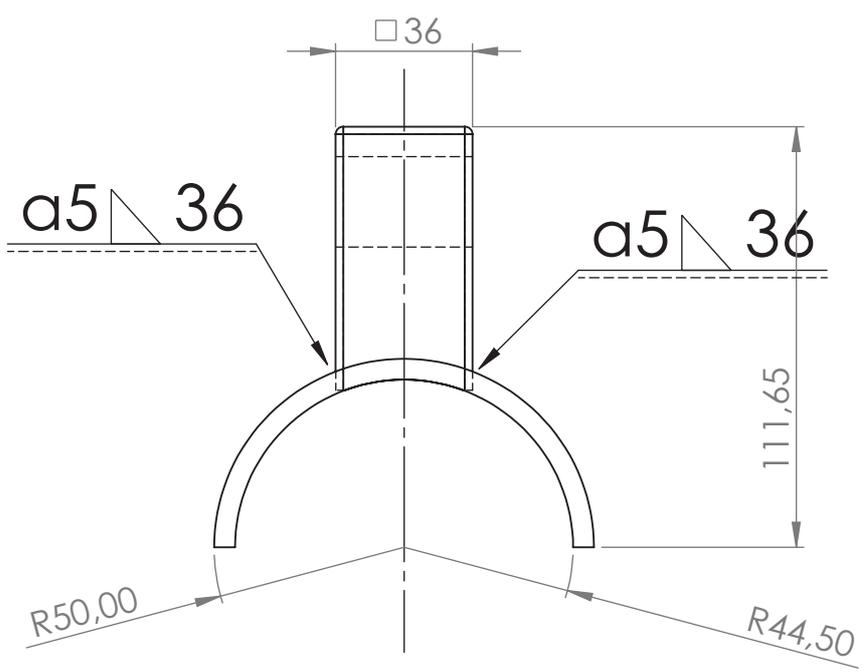
E

E



D

D



C

C

B

B

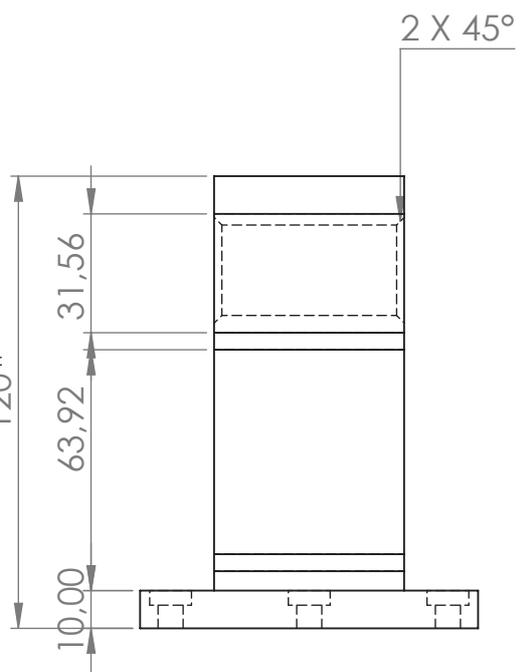
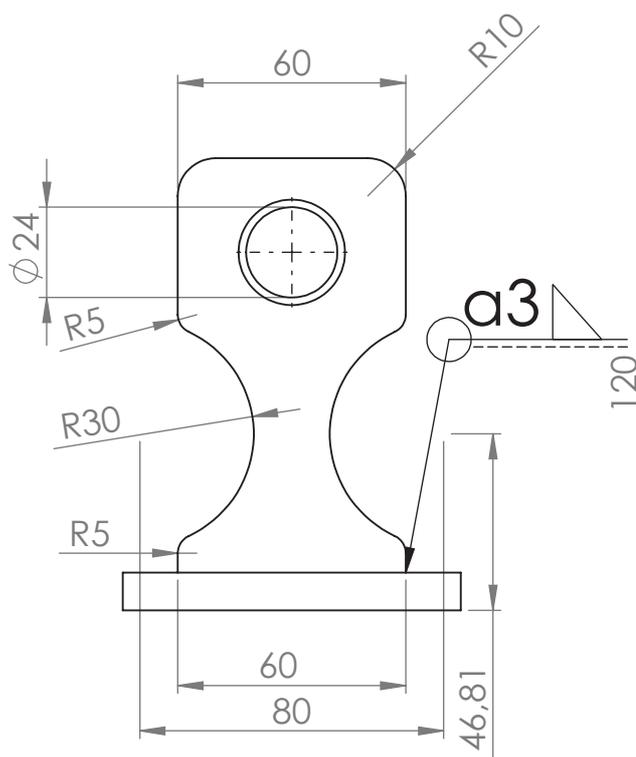
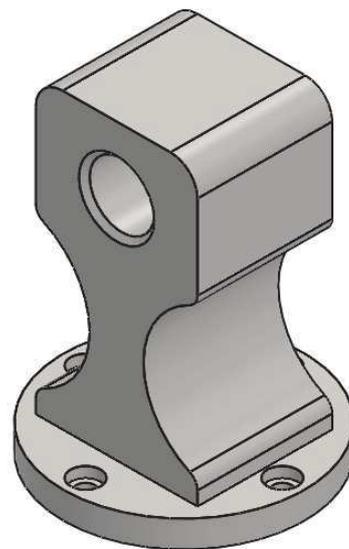
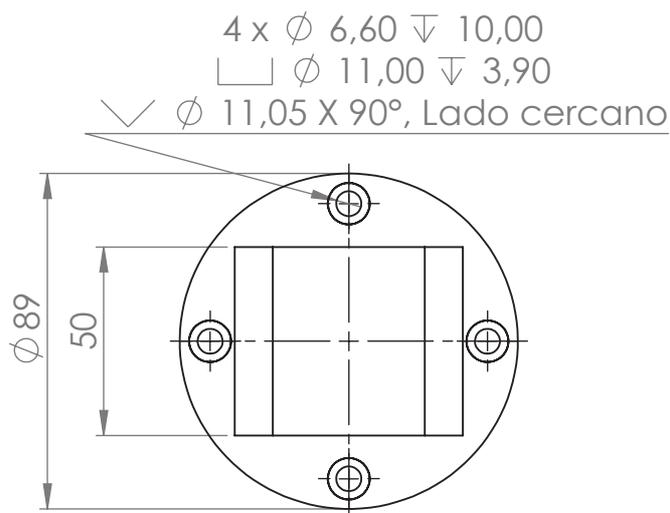
14	Piston-columna		S 355 J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

 HOJA 19 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos		Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo		Lledó	16-08-2018
		Revisión		Manuel	31-08-2018
		Aprobación		Francisco Javier	06-09-2018

A

A

4 3 2 1



15	Unión Columna Pluma		C45	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

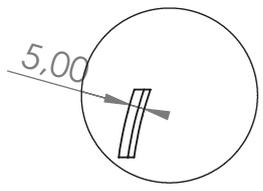
Observaciones	TÍTULO: Unión Columna-Pluma	N.º De Pieza 1.04.15
---------------	--------------------------------	-------------------------

 HOJA 20 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018

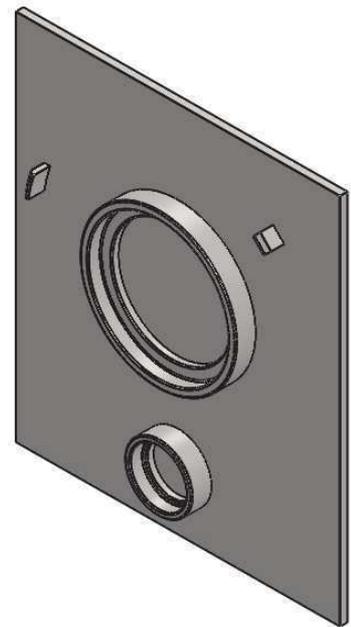
4 3 2 1

F

F

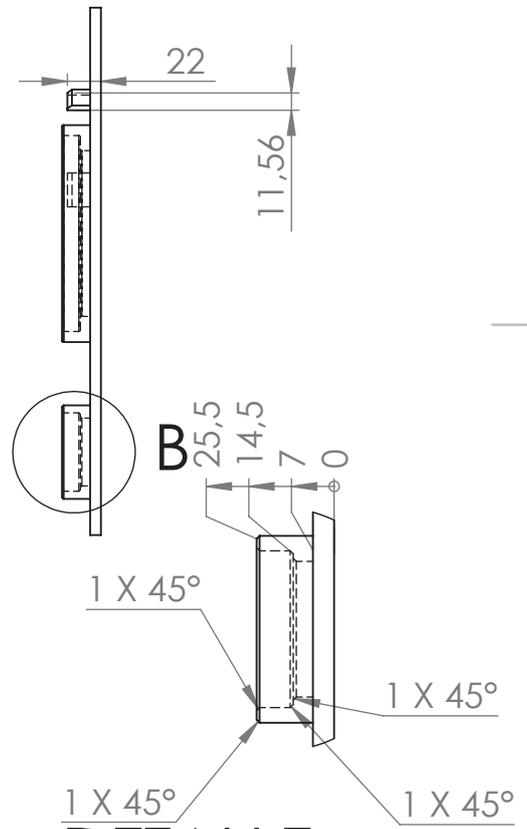
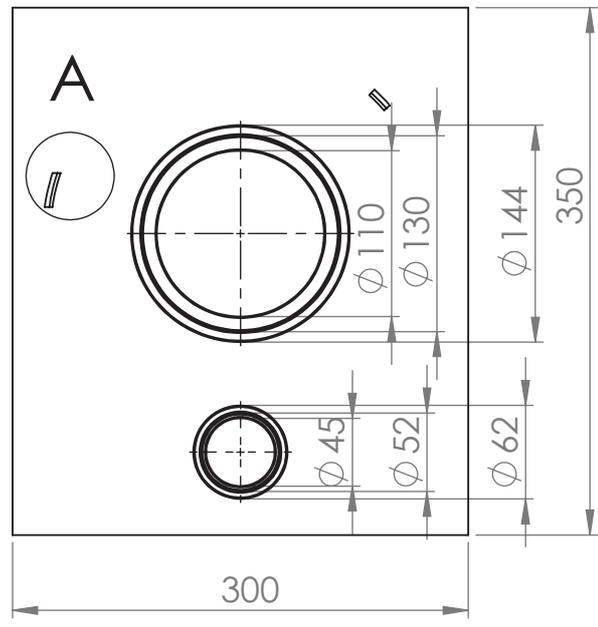


DETALLE A
ESCALA 2 : 5



E

E



DETALLE B
ESCALA 2 : 5

D

D

C

C

B

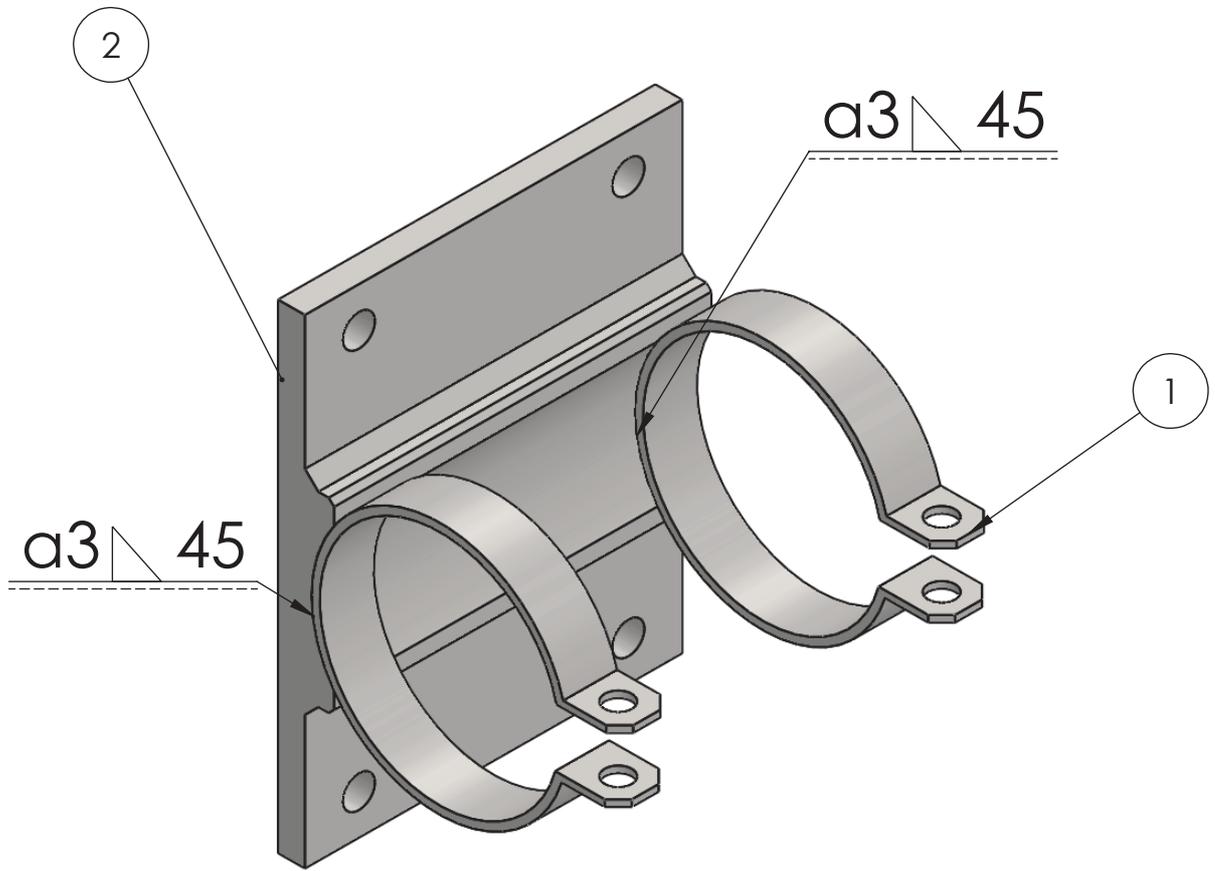
B

N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
16	Chasis Interior		S355 J2	1

Observaciones	TÍTULO: Chasis interior	N.º De Pieza 1.04.16
---------------	----------------------------	-------------------------

<p>HOJA 21 DE 43</p>	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
2	Placa cab		C45	1
1	Union columna 9500lb		C45	1

Observaciones

TÍTULO:

Anclaje Cabrestante

N.º De Pieza

1.04.19



HOJA 22 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:2



Apellidos

Dibujo

Revisión

Aprobación

Apellidos

Fortea Pallarés

Soler

Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

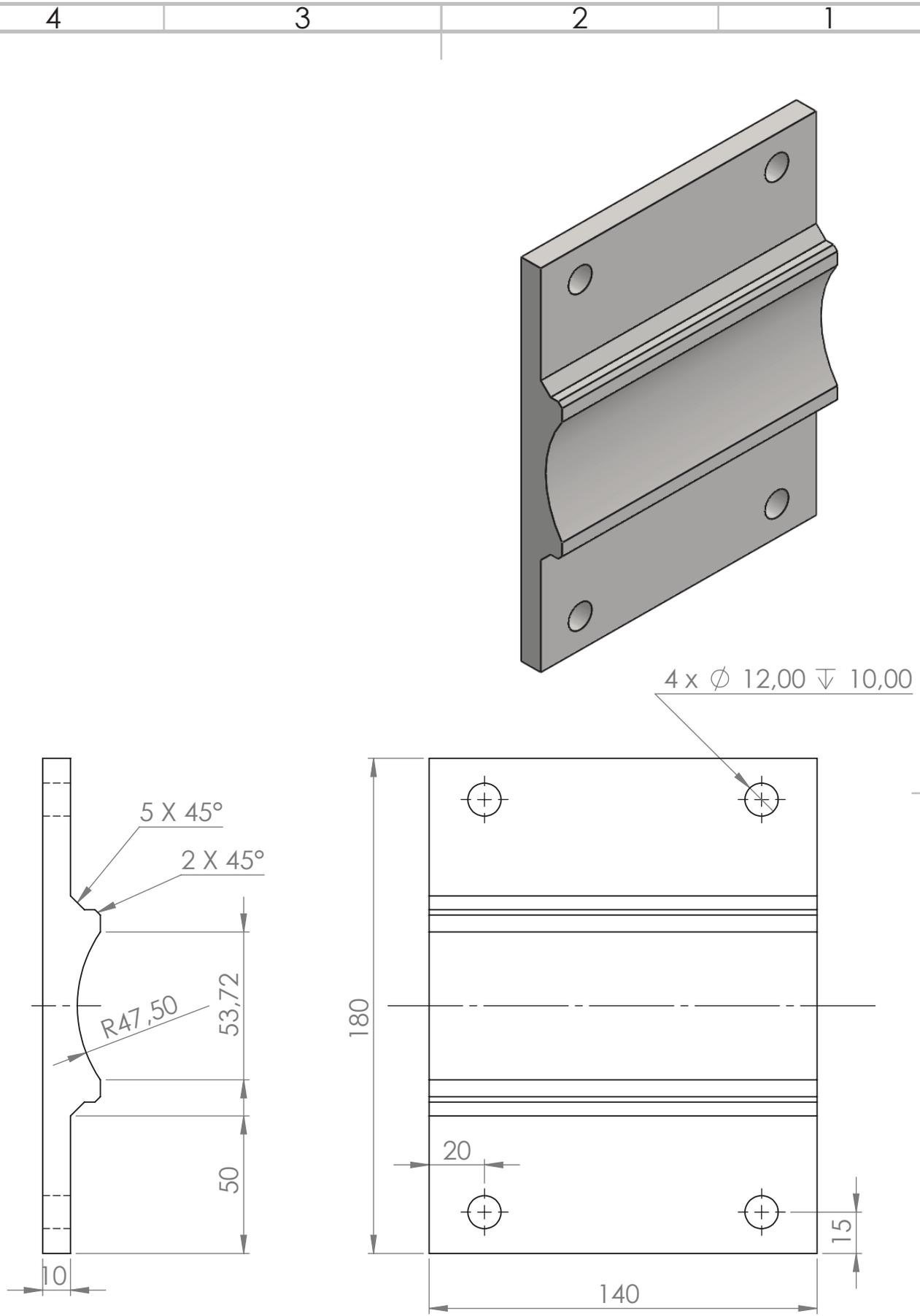
Francisco Javier

Fecha

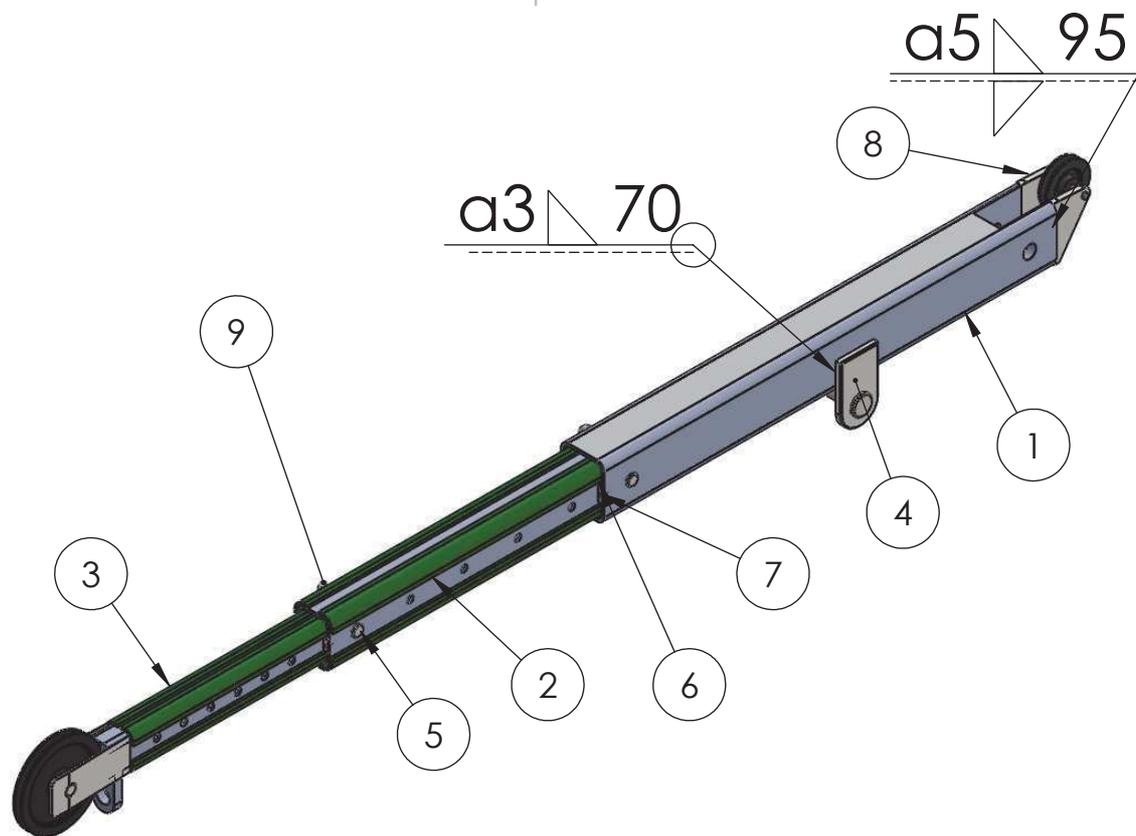
16-08-2018

31-08-2018

06-09-2018



Observaciones Moldeado, agujeros pasantes	TÍTULO: Anclaje Cabrestante		N.º De Pieza 1.04.19.02	
	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
	Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018	



9	Pasador tipo R-d =3	DIN 11024 \varnothing 3x57	Acero Inox. 1.4310	2
8	Union polea pequeña		Varios	1
7	Tornillo con cabeza hexagonal hueca	ISO 4762 M2 x 10 - 10N	Calidad 8.8	2
6	pieza de seguridad2		Acero S335J2	2
5	Pasador de horquilla con cabeza	ISO 2341 - B - 12 x 75 x 3.2 - St	Calidad 10.9	2
4	Unión Piston-Pluma		Varios	1
3	Subconjunto sección 1		Varios	1
2	Subconjunto sección 2		Varios	1
1	Viga sección 1		Acero S335J2	1
N.º de Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones

TÍTULO:

Conjunto Pluma

N.º DE Pieza

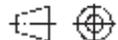
1.05



HOJA 24 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:10



Apellidos

Fortea Pallarés

Revisión

Soler

Aprobación

Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

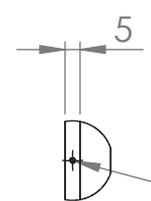
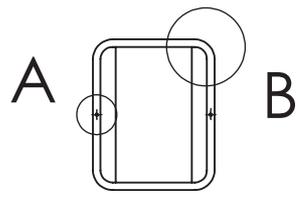
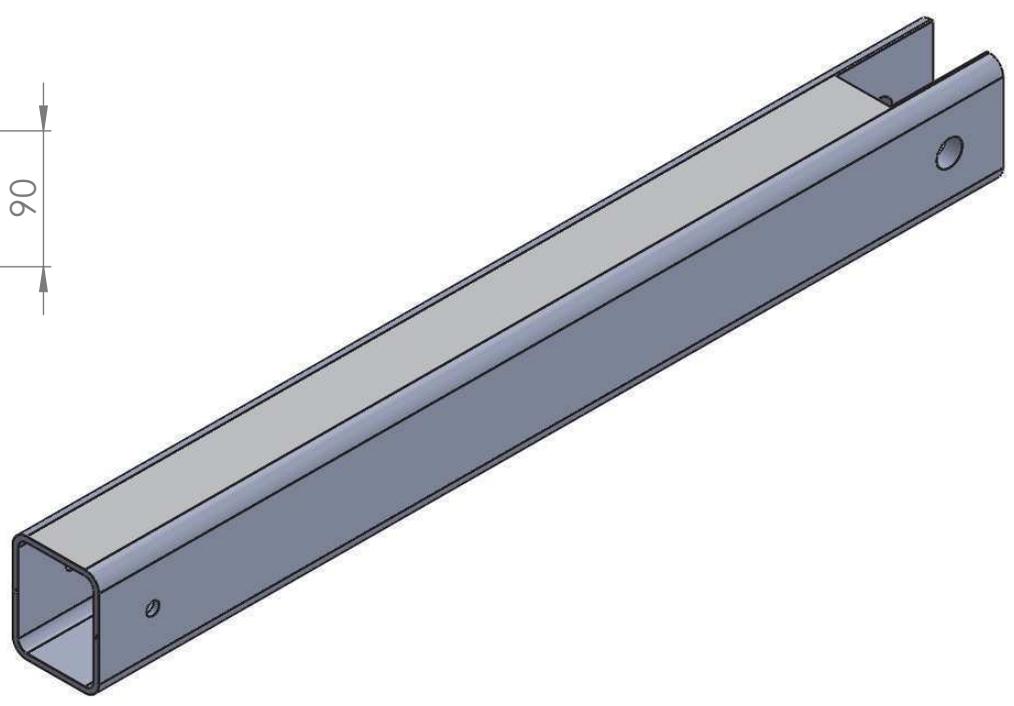
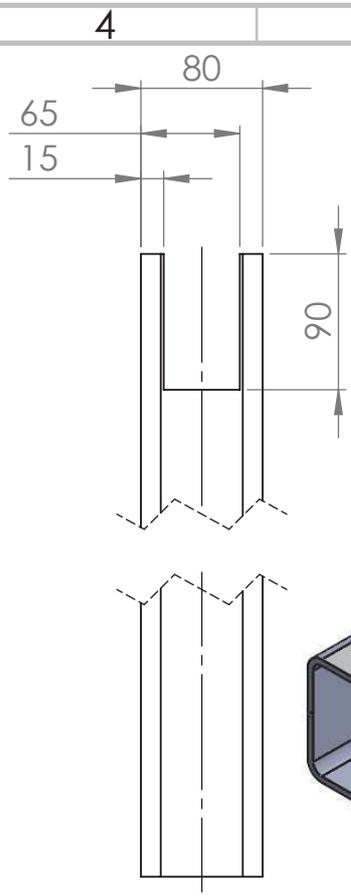
Francisco Javier

Fecha

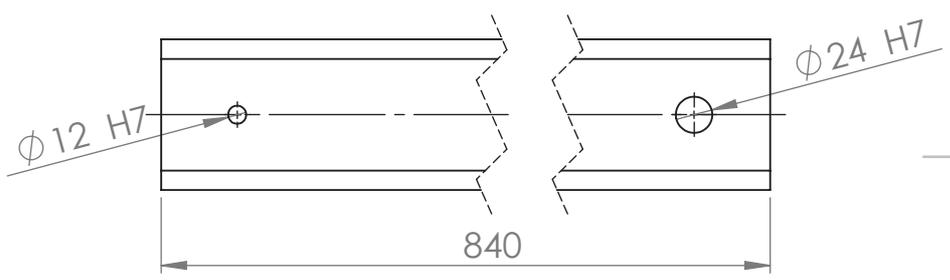
16-08-2018

31-08-2018

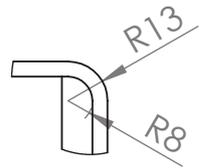
06-09-2018



DETALLE A
ESCALA 2 : 5



2 x $\phi 1,60 \nabla 10,00$
M2 - 6H $\nabla 6,00$



DETALLE B
ESCALA 2 : 5

N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
1	Viga sección 1		S 355J2	1

Observaciones Agujeros pasantes	TÍTULO: Viga Sección 1	N.º De Pieza 1.05.01
------------------------------------	---------------------------	-------------------------

 HOJA 25 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018

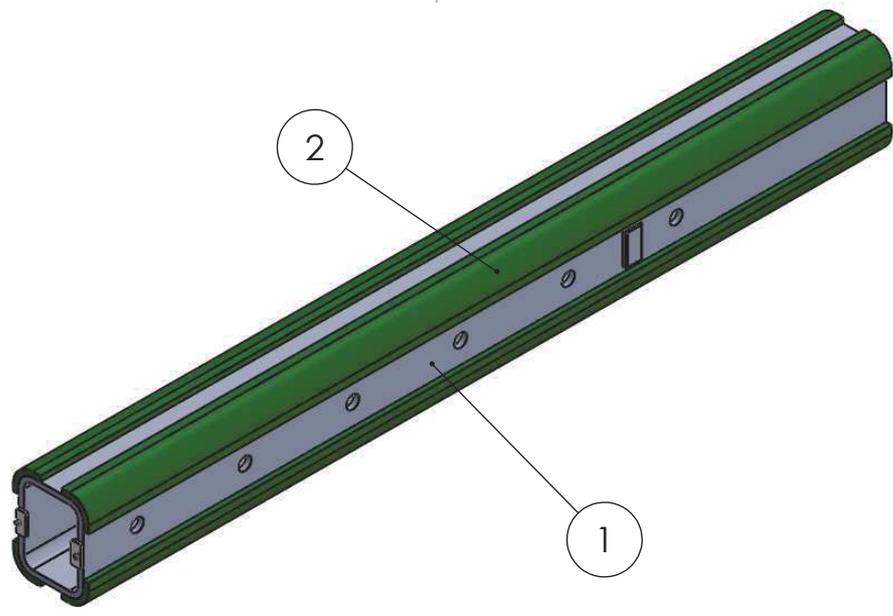
4 3 2 1

F

F

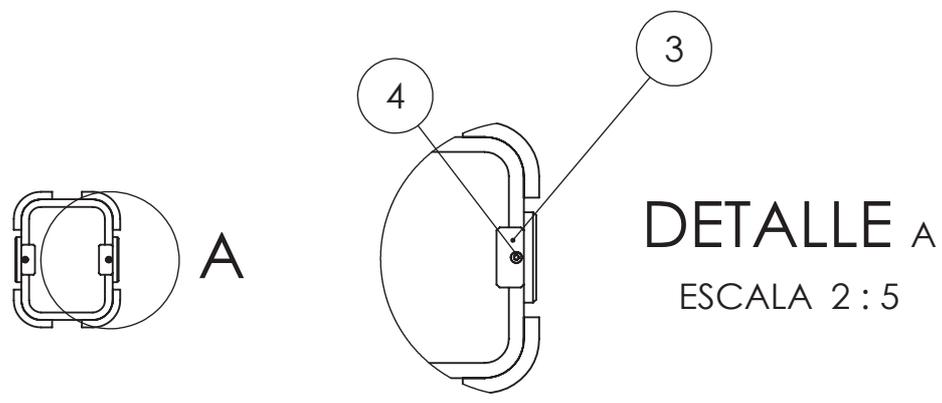
E

E



D

D



C

C

4	Tornillo con cabeza hexagonal	ISO 4762 M2 x 10 - 10N		2
3	Pieza de seguridad Sección 2		Acero 335	2
2	Patín Sección 2		Teflón PTFE	4
1	Viga Sección 2		Acero S335J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

B

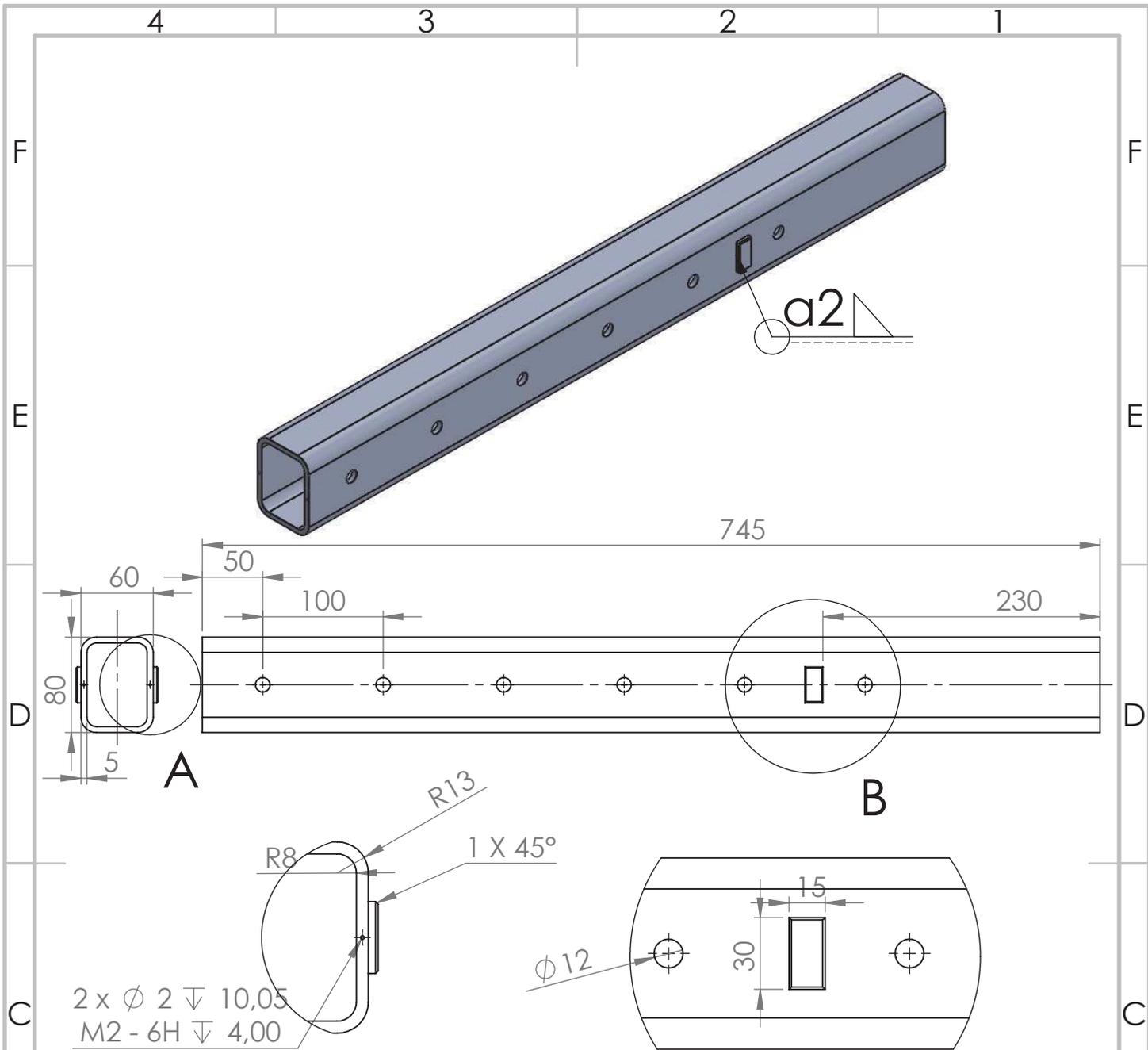
B

A

A

Observaciones Patines pegados con loctite 401		TÍTULO: Subconjunto Sección 2		N.º De Pieza 1.05.02	
 HOJA 26 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos		Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

DETALLE B
ESCALA 2 : 5

1	Viga Sección 2		S 355J2 H	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones Agujeros Pasantes	TÍTULO: Viga Sección 2	N.º De Pieza 1.05.02.01
------------------------------------	---------------------------	----------------------------

 HOJA 27 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-08-2018

4 3 2 1

F

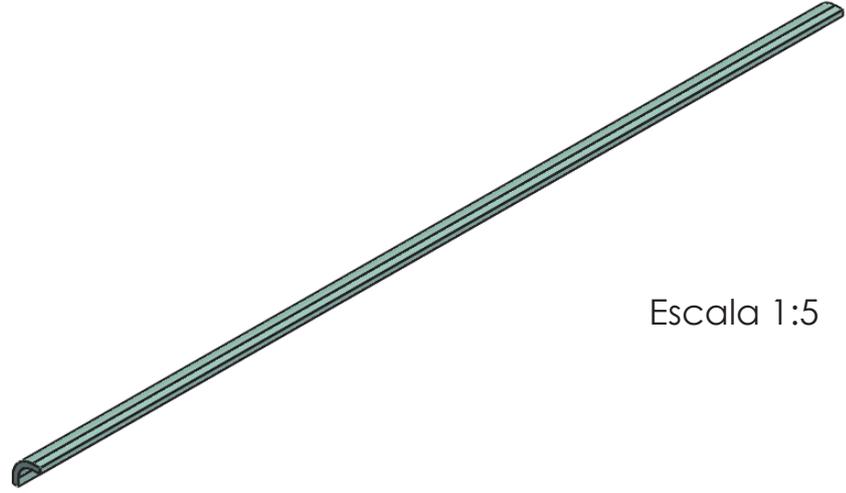
F

E

E

D

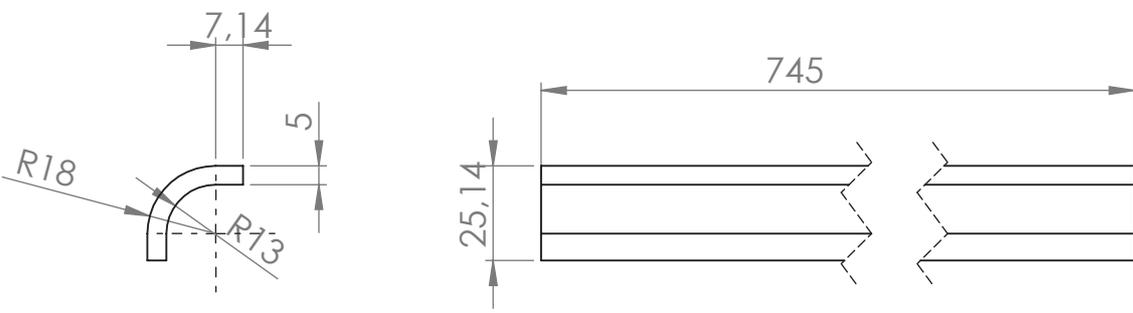
D



Escala 1:5

C

C



B

B

2	Patin-750		PTFE	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

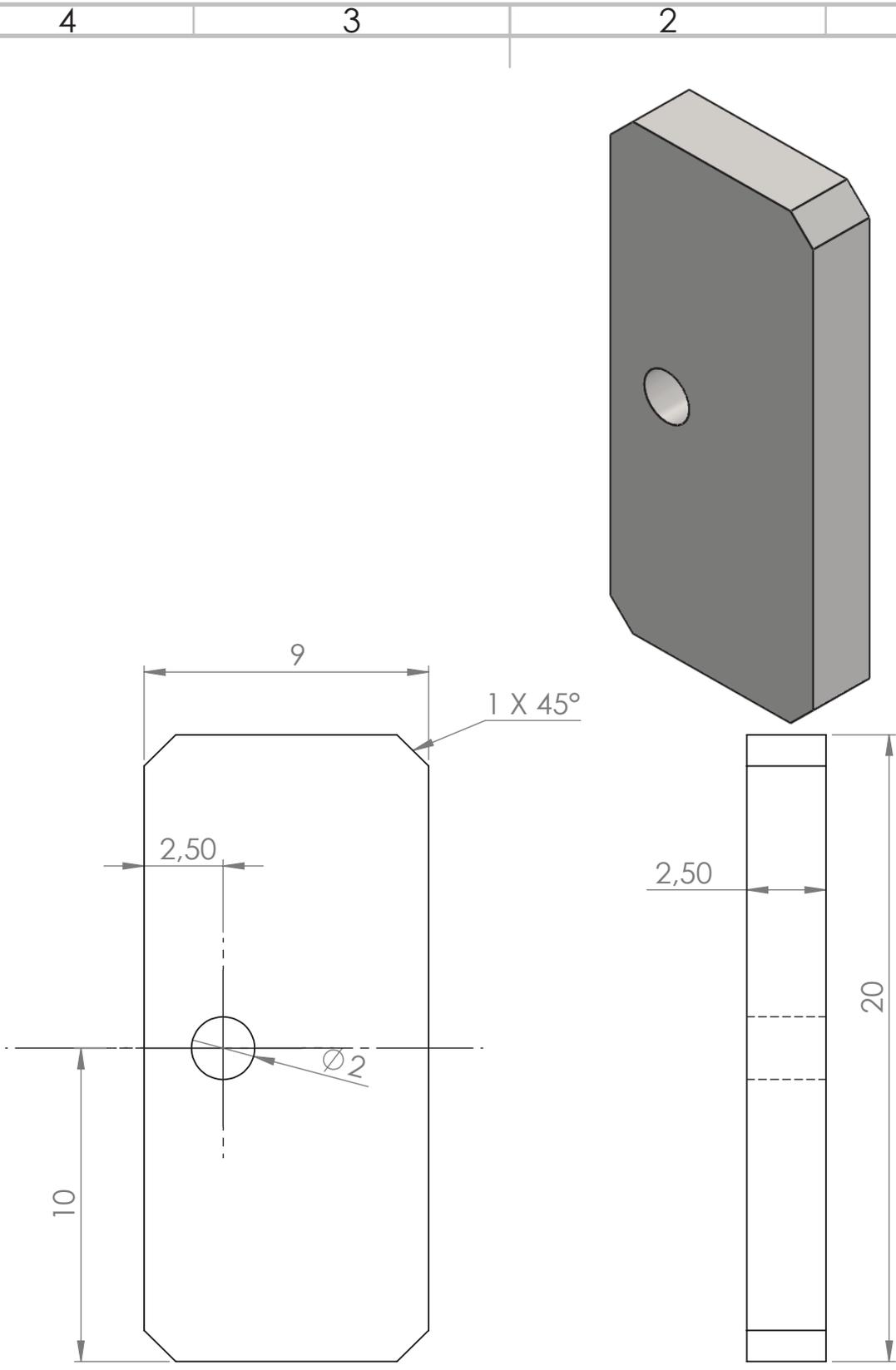
Observaciones	TÍTULO: Patin Sección 2	N.º De Pieza 1.05.02.02
---------------	----------------------------	----------------------------

 HOJA 28 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-08-2018

A

A

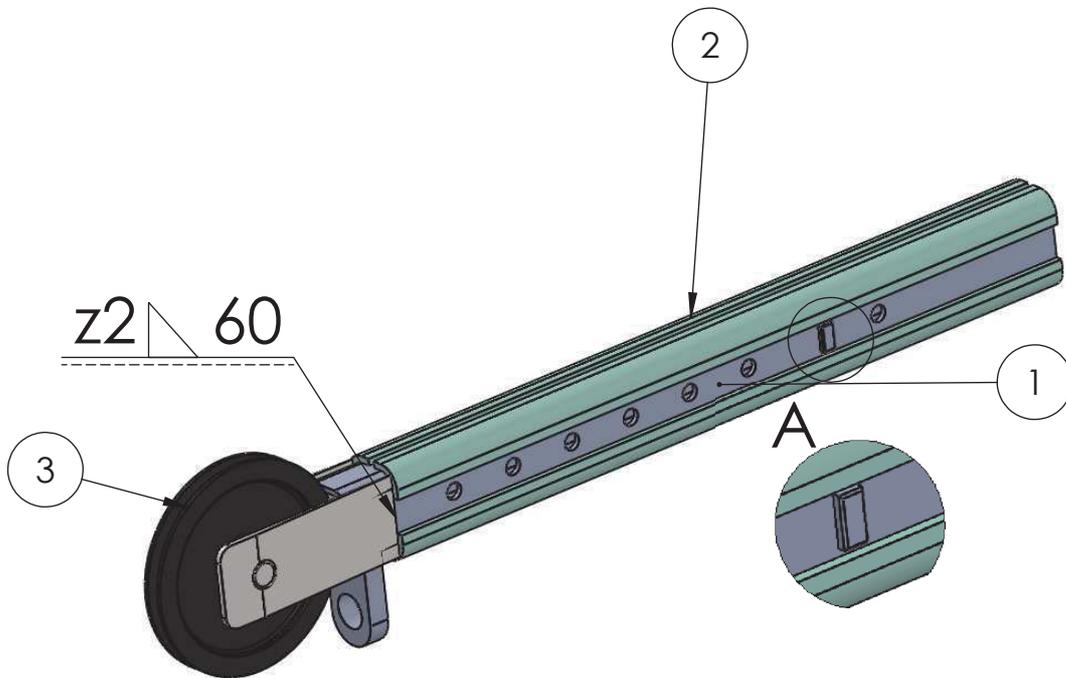
4 3 2 1



3	Pieza de seguridad Sección 2		S 355 J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Pieza de Seguridad Sección 2	N.º De Pieza 1.05.02.03
---------------	---	----------------------------

 HOJA 29 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 5:1	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018



DETALLE A

ESCALA 2 : 5

3	Subconjunto Polea d-150		Varios	1
2	Patin Sección 3		Teflón PTFE	4
1	Viga Sección 3	60x40x4	S 355 J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones Patines pegados con loctite 401	TÍTULO: Subconjunto Sección 3		N.º DE Pieza 1.05.03	
	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
 HOJA 30 DE 43	Escala 1:5	Dibujo Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
	 	Revisión Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

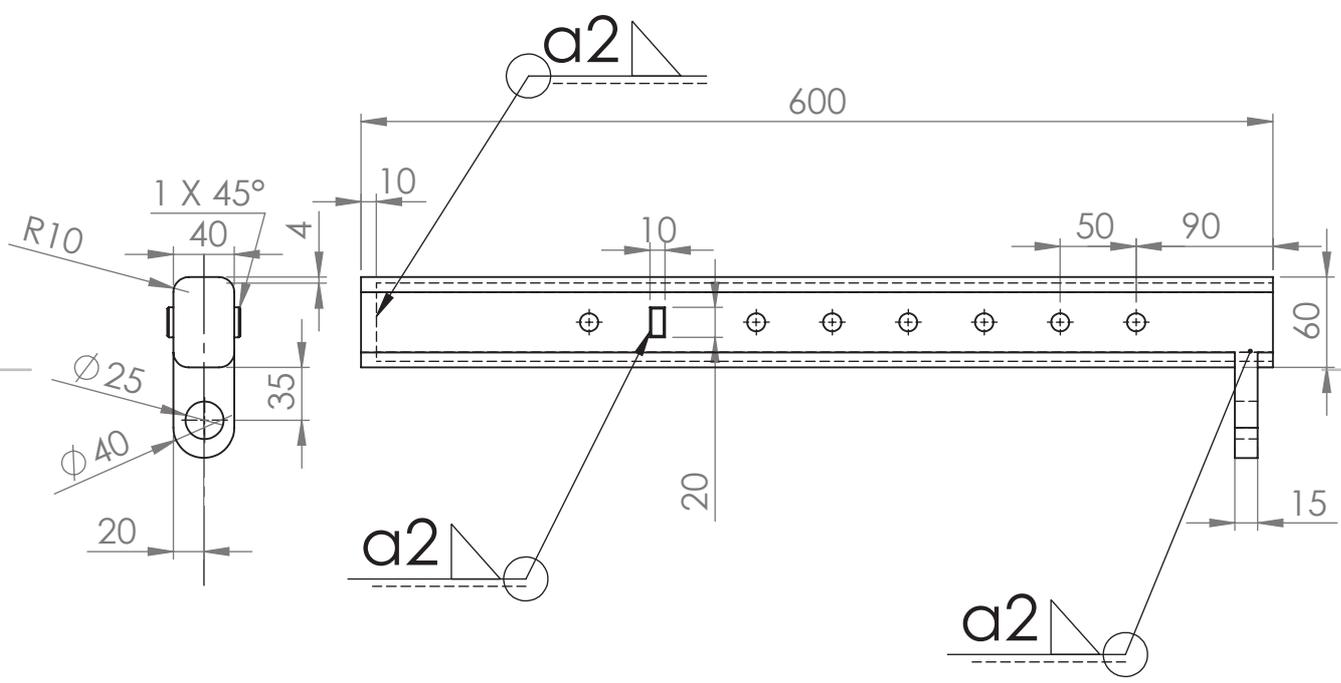
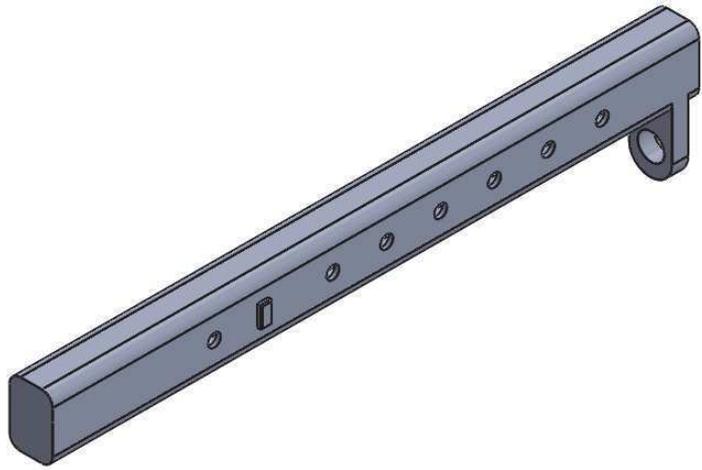
C

B

B

A

A



1	Viga Sección 3		S 355 J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones Agujeros Pasantes	TÍTULO: Viga Sección 3	N.º DE Pieza 1.05.03.01
------------------------------------	---------------------------	----------------------------

 HOJA 31 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
	Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

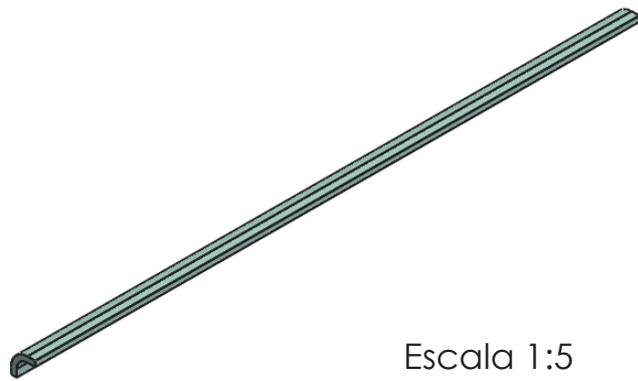
D

C

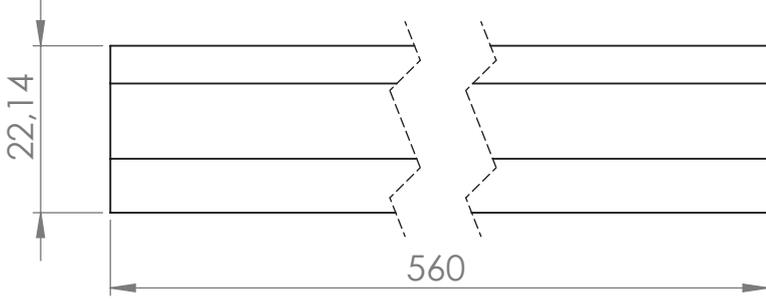
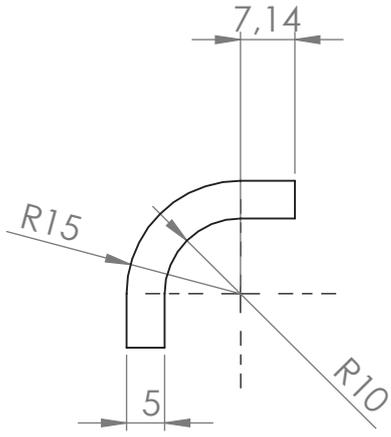
C

B

B



Escala 1:5



2	Patín Sección 3		PTFE	4
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Patín Sección 3	N.º De Pieza 1.05.03.02
---------------	----------------------------	----------------------------

	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha	
	Escala 1:1	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018	
	Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018	

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

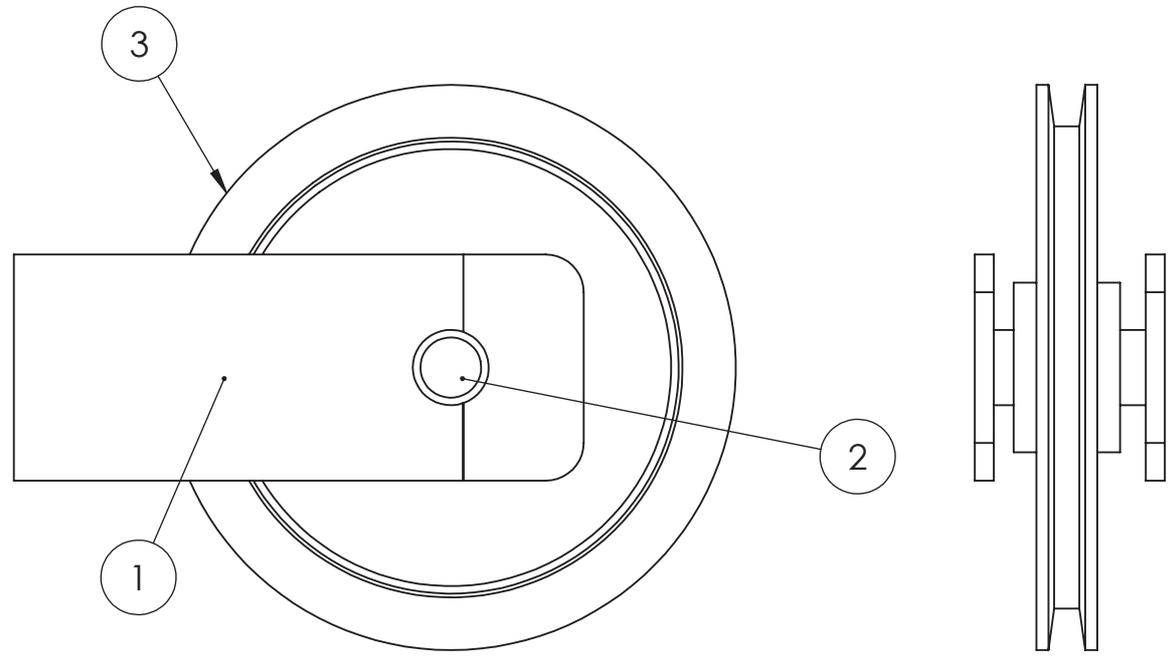
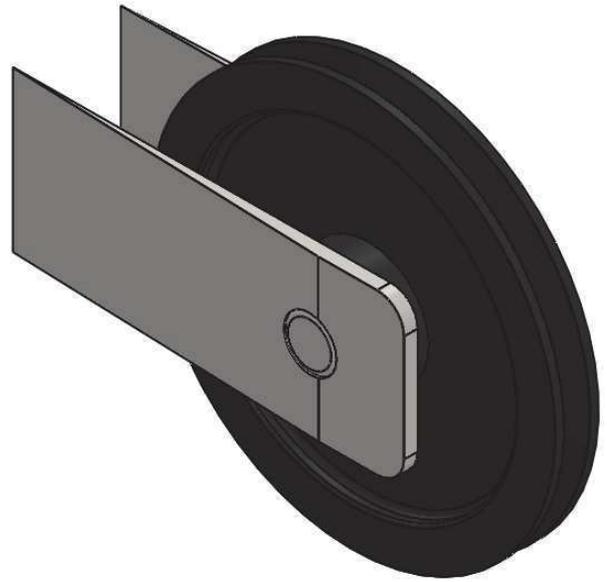
C

B

B

A

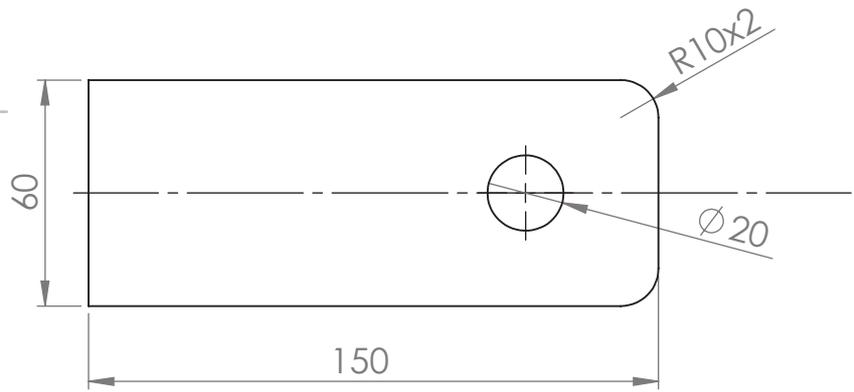
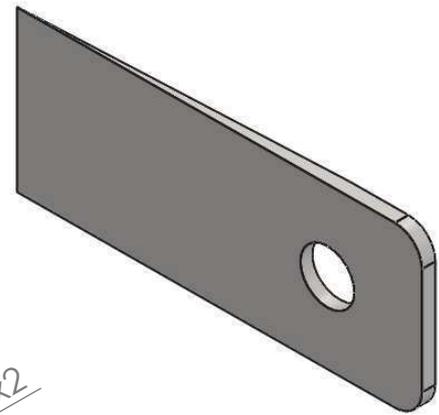
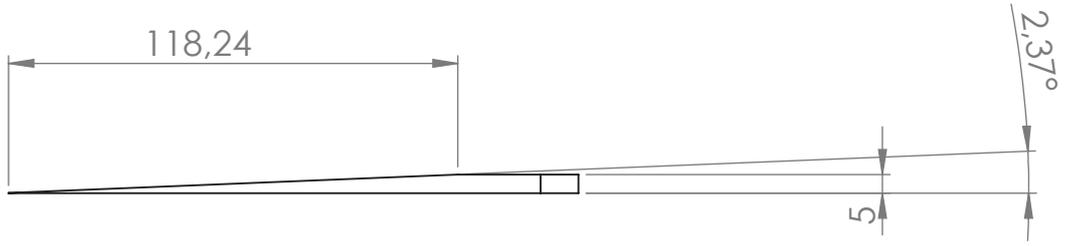
A



3	Polea Trapezoidal ciega d-150	DIN2211-ISO4183	FundiciónDIN1691GG20-GG25	1
2	Eje polea		C45	1
1	Unión Polea-Pluma d-150		S 355J2	2
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Subconjunto Polea d-150	N.º De Pieza 1.05.03.03
---------------	------------------------------------	----------------------------

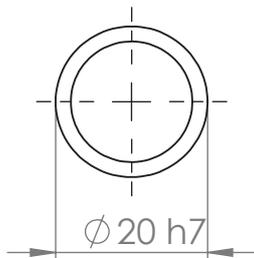
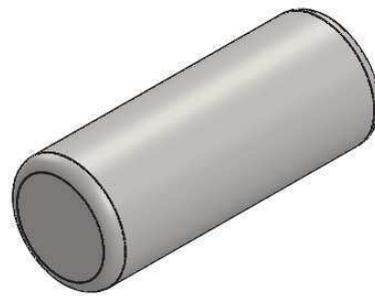
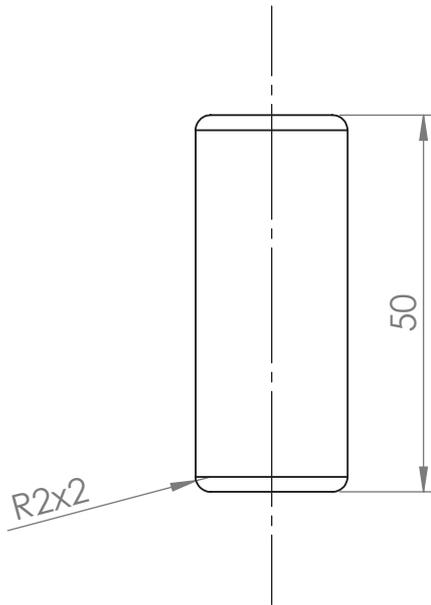
 HOJA 33 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
1	Unión Polea-Pluma d-150		S 355 J2	2

Observaciones	TÍTULO: Unión Polea-Pluma d-150	N.º De Pieza 1.05.03.03.01
---------------	------------------------------------	-------------------------------

<p>HOJA 34 DE 43</p>	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
	Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
2	Eje polea		C45	1

Observaciones

TÍTULO:
Eje Polea d-150

N.º De Pieza
1.05.03.03.02



HOJA 35 DE 43

Un. dim. mm

Escala 1:1



Apellidos

Dibujo Fortea Pallarés

Revisión Soler

Aprobación Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

Fecha

16-08-2018

31-08-2018

06-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

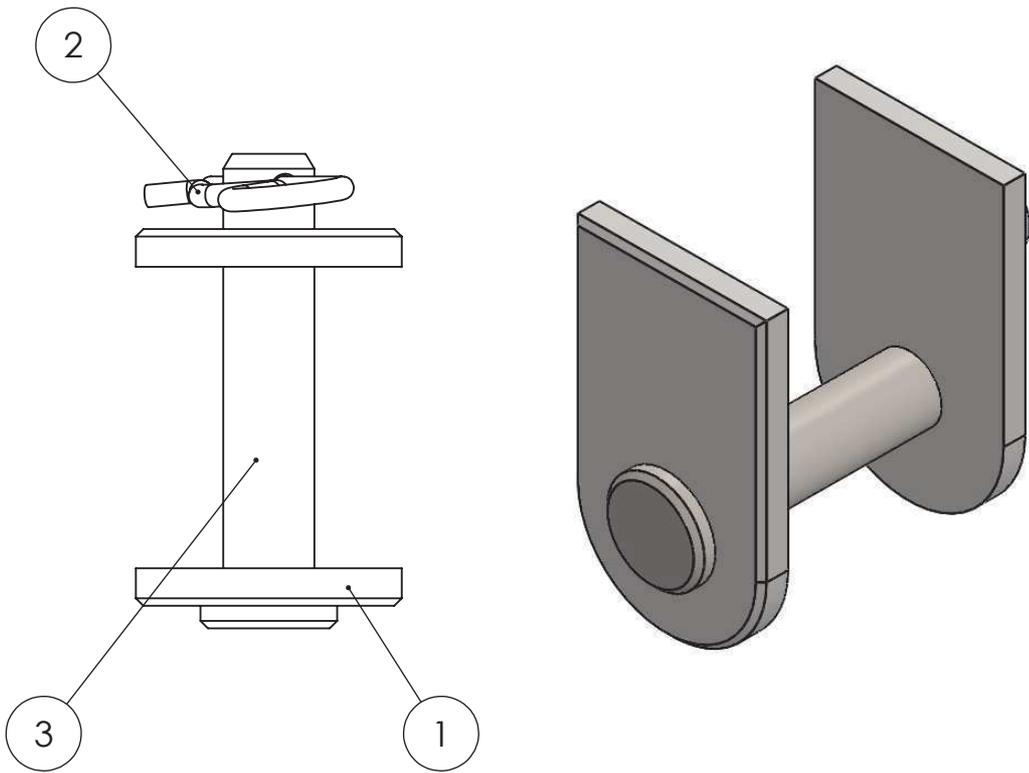
C

B

B

A

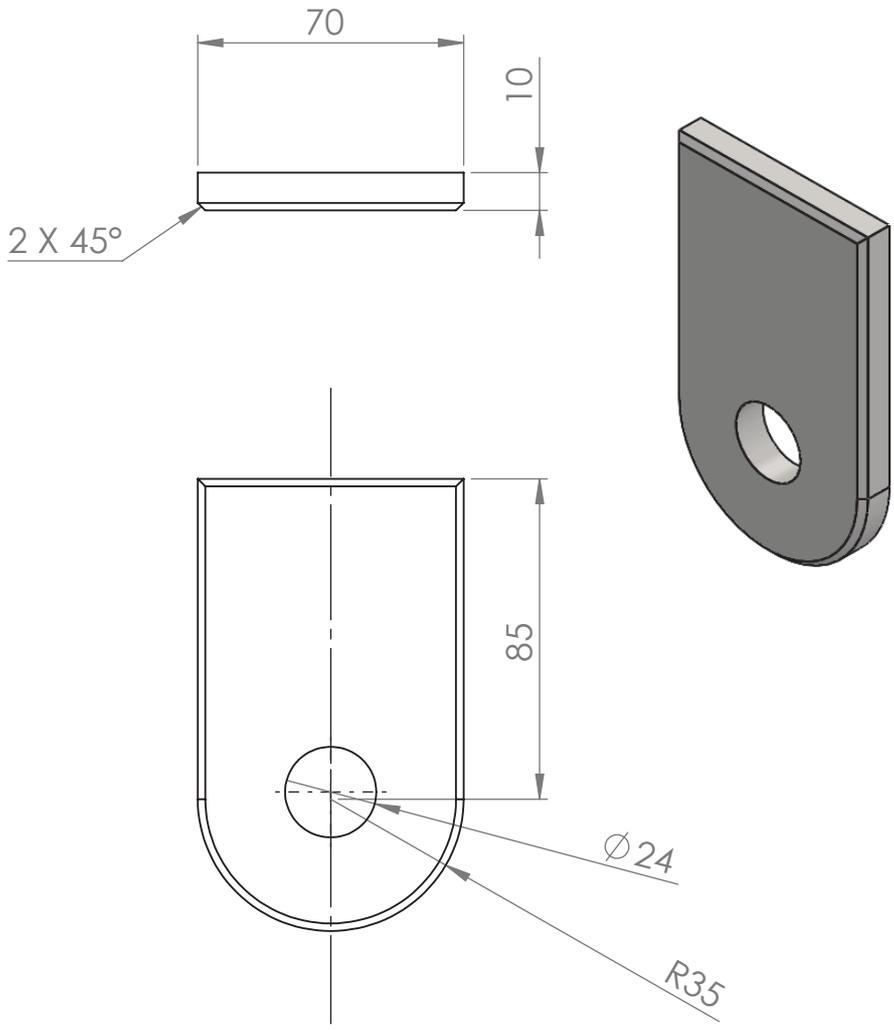
A



3	Pasador de horquilla con cabeza	ISO 2341 - B - 24 x 120 x 6.3 - St		1
2	Pasador tipo R	DIN 11024- Ø 6x90		1
1	Piston-Pluma		S 335 J2	2
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Unión Pistón-Pluma	N.º De Pieza 1.05.04
---------------	-------------------------------	-------------------------

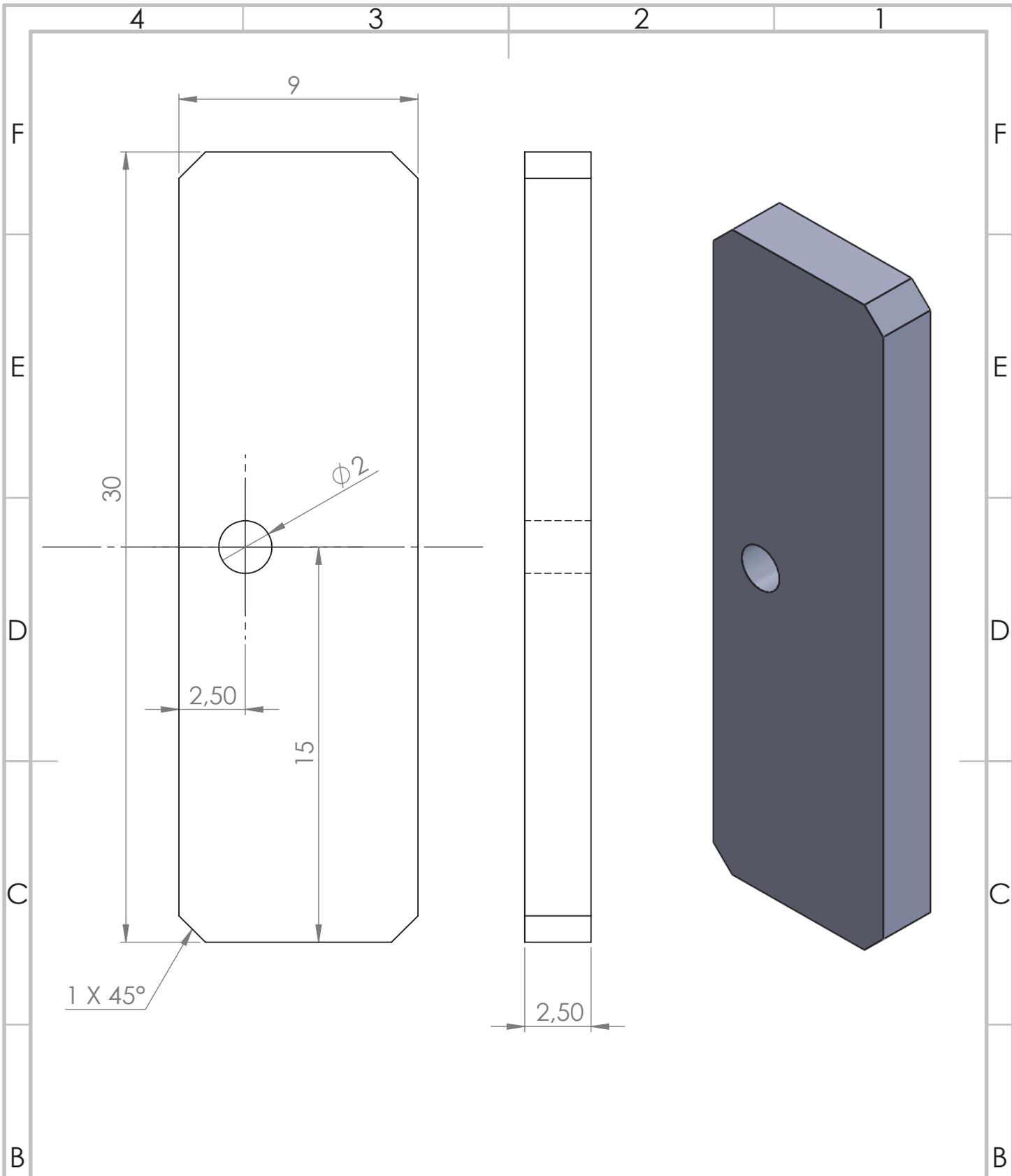
 HOJA 36 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
	Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018



1	Piston-Pluma		S 335 J2	2
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones Soldadas a la Viga Sección 1	TÍTULO:	N.º De Pieza
	Placa De Sujeción -Pistón-Pluma	1.05.04.01

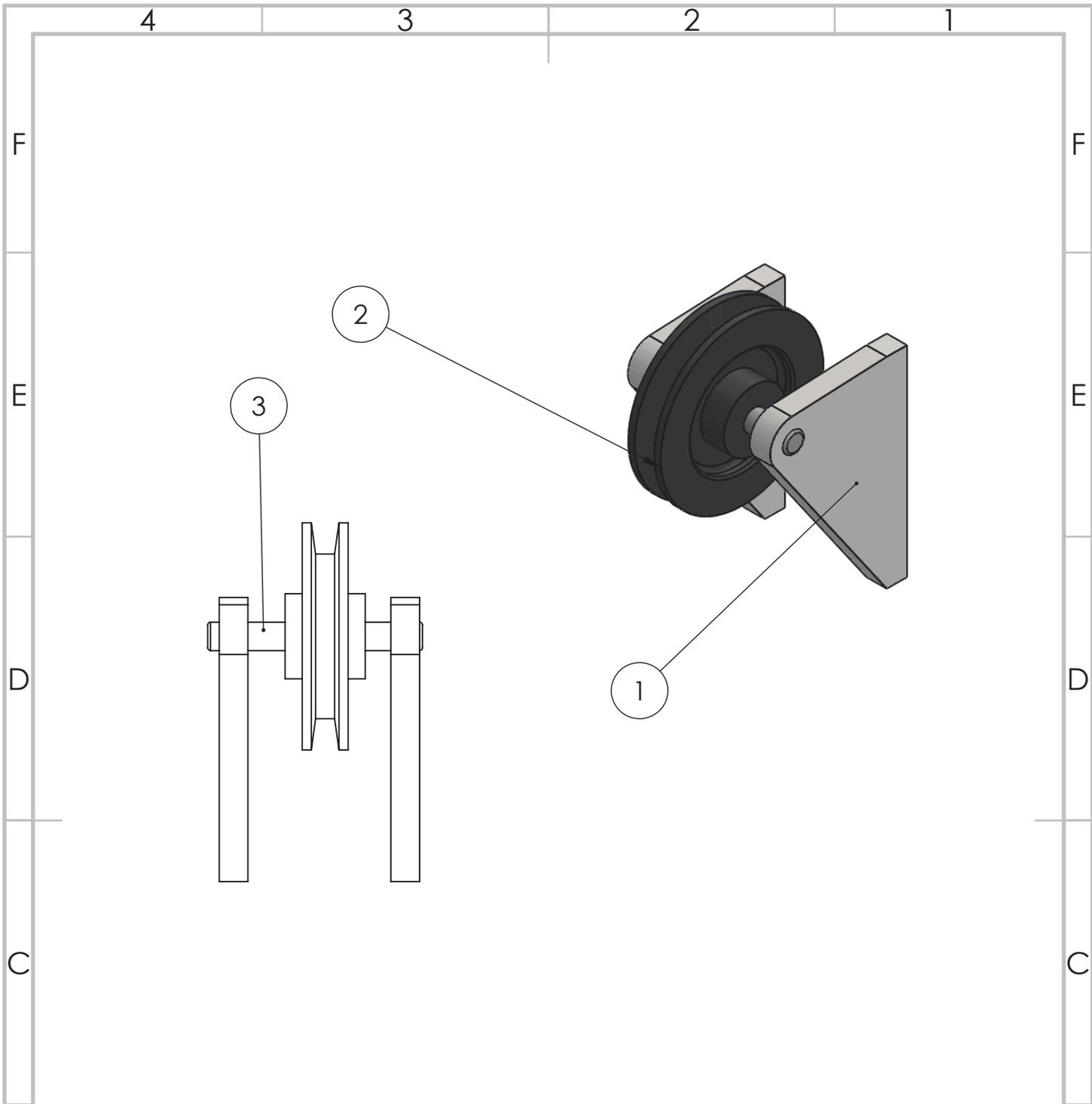
 HOJA 37 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018
	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
	Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018



6	Pieza de seguridad Sección 1		S 355 J2	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones Agujero pasante	TÍTULO: Pieza Seguridad Sección 1	N.º De Pieza 1.05.06
----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------

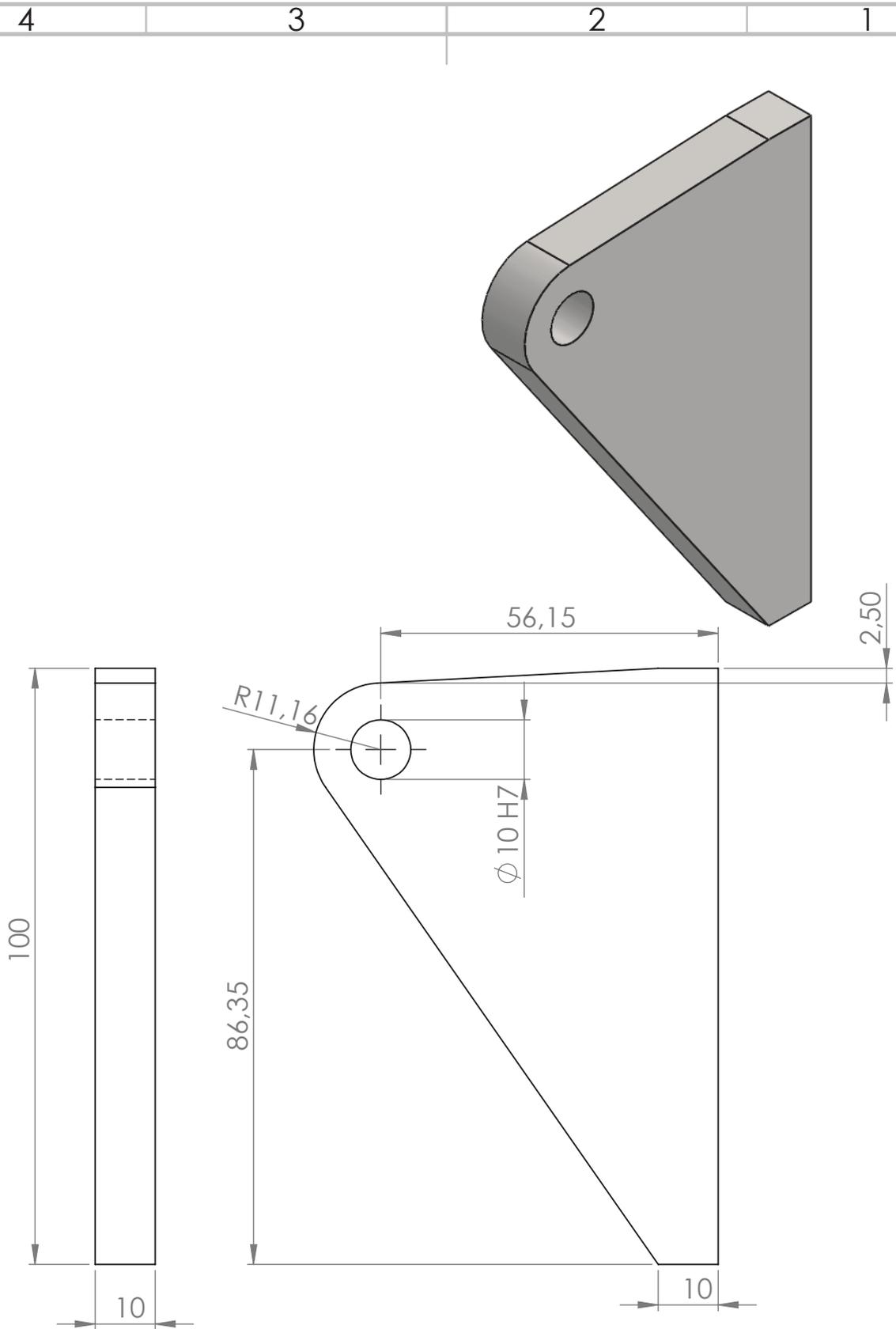
 HOJA 38 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 5:1	Dibujo	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018



3	Eje polea d-80		C45	1
2	Polea trapezoidal ciega d-80	DIN2211-ISO4183	FundiciónDIN169 1GG20-GG25	1
1	Unión Polea-Pluma d-80		Acero S355J2	2
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Subconjunto polea d-80	N.º De Pieza 1.05.08
---------------	-----------------------------------	-------------------------

 HOJA 39 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha	
	Escala 1:2	Dibujo	Lledó	16-08-2018	
	 	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018



N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad
1	Unión Polea-Pluma d-80		S 355 J2	2

Observaciones	TÍTULO: Unión Polea-Pluma d-80	N.º De Pieza 1.05.08.01
---------------	-----------------------------------	----------------------------

 HOJA 40 DE 43	Un. dim. mm	Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:1	Dibujo	Lledó	16-08-2018
	 	Revisión	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

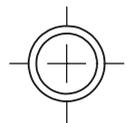
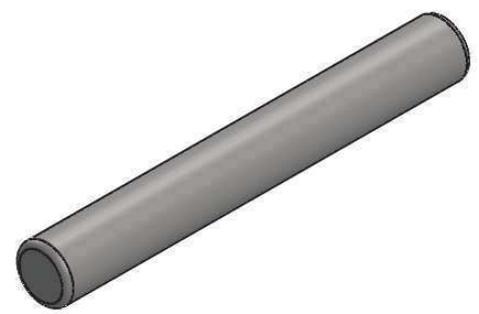
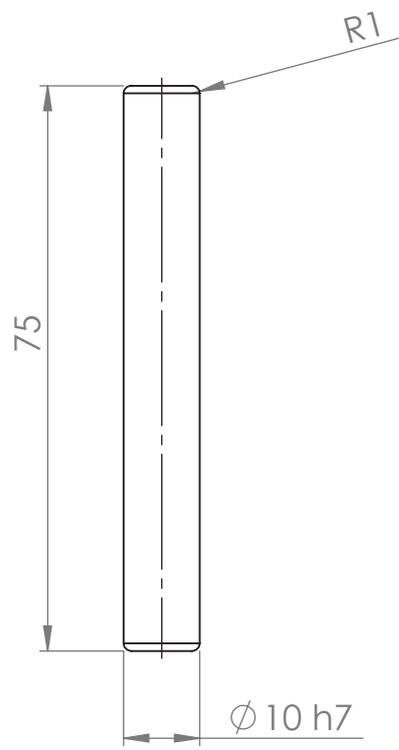
D

C

C

B

B



1	Eje polea d-80		C45	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones	TÍTULO: Eje Polea d-80	N.º De Pieza 1.05.08.03
---------------	---------------------------	----------------------------

A

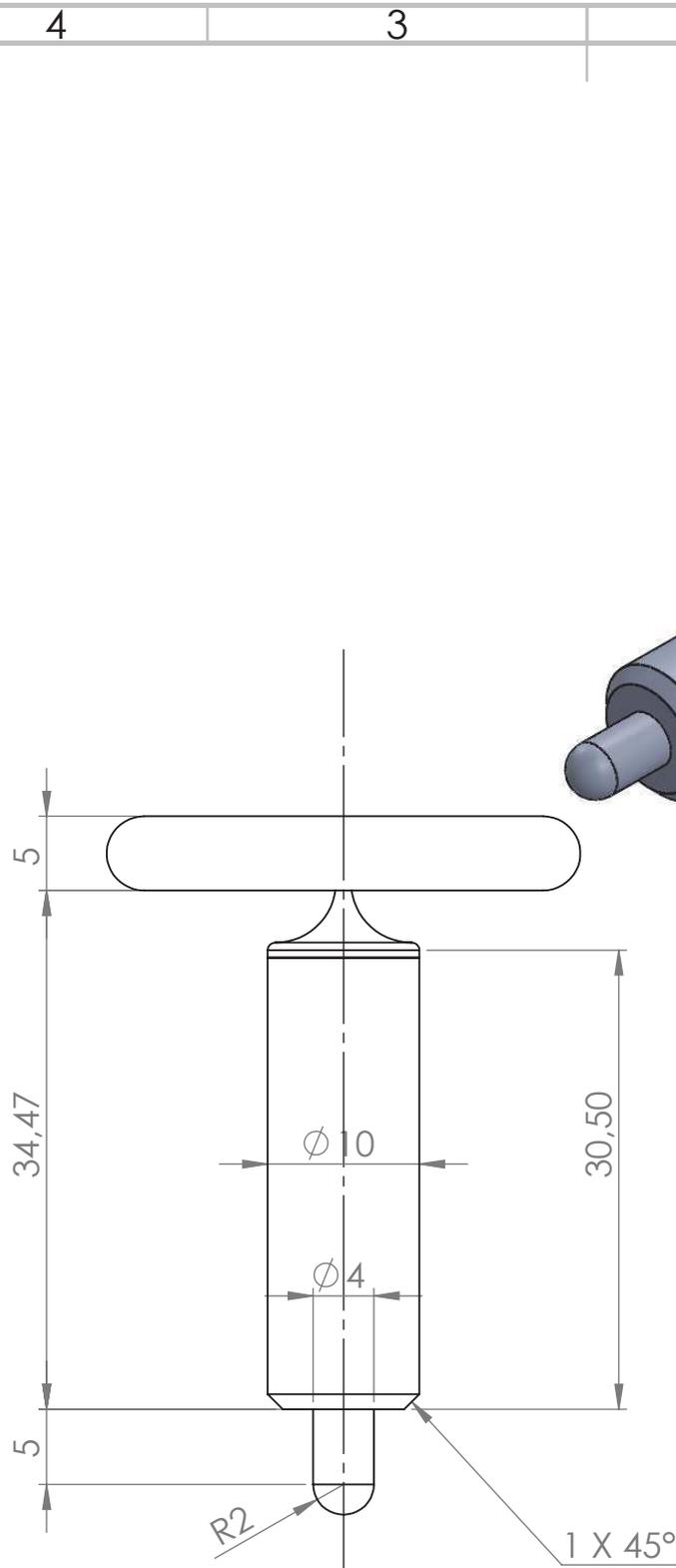
A



HOJA 41 DE 43

Un. dim. mm		Apellidos	Nombre	Fecha
Escala 1:1	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
	Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
	Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

4 3 2 1



2	Volante		PVC-Comprado	1
1	Bloqueo del giro		C45	1
N.º De Elemento	Descripción	Norma	Material	Cantidad

Observaciones
Eje $\varnothing 10$ roscado para
Tuerca ISO7417

TÍTULO:
Sistema de Bloqueo del giro

N.º De Pieza
1.09



HOJA 42 DE 43

Un. dim. mm

Escala 2:1



Apellidos

Dibujo Fortea Pallarés

Revisión Soler

Aprobación Andrés de la Esperanza

Nombre

Lledó

Manuel

Francisco Javier

Fecha

16-08-2018

31-08-2018

06-09-2018

4 3 2 1

F

F

E

E

D

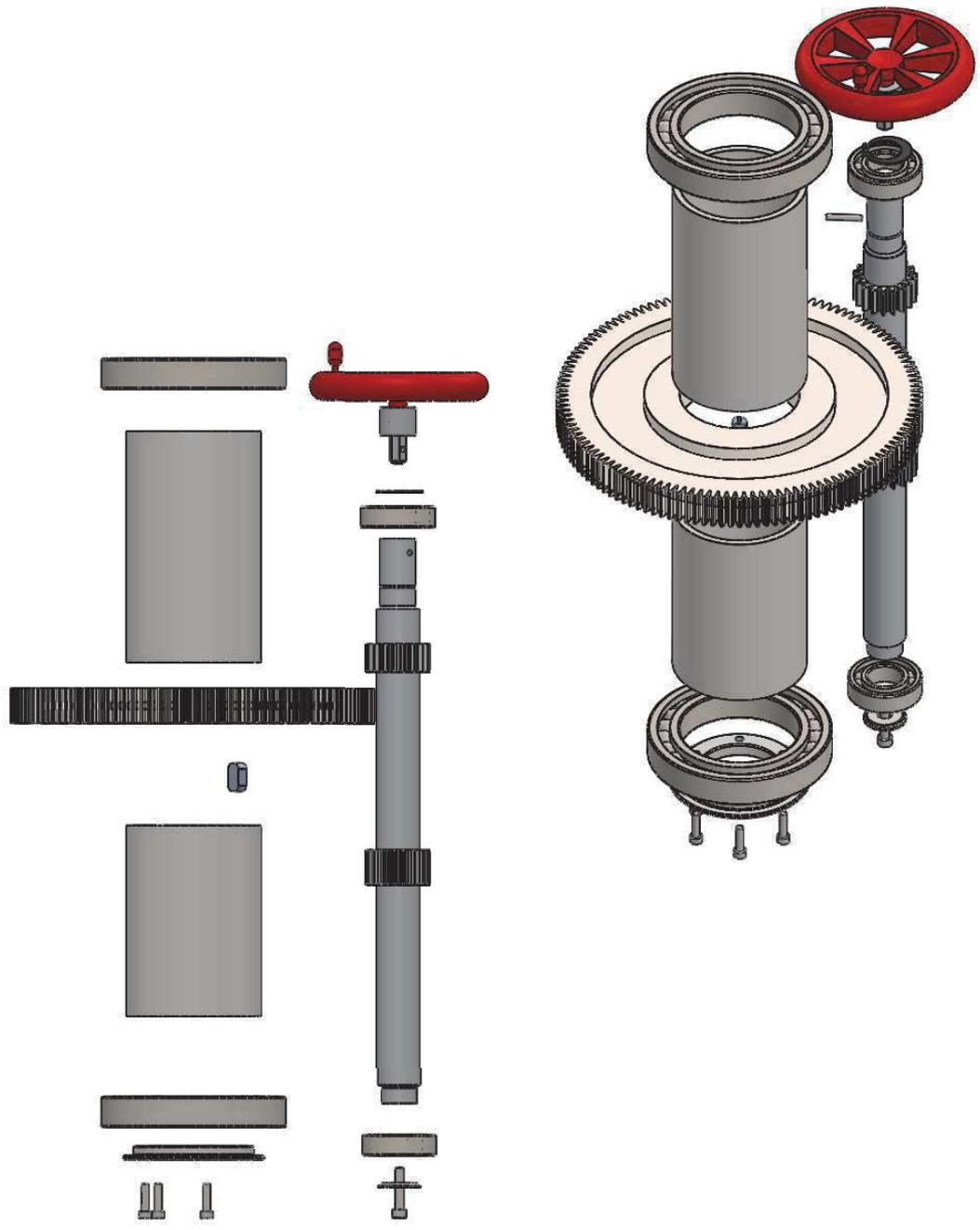
D

C

C

B

B



Observaciones		TÍTULO: Vista explosionada de la transmisión de giro		N.º De Pieza 2	
 HOJA 43 DE 43	Un. dim. mm		Apellidos	Nombre	Fecha
	Escala 1:5	Dibujo	Fortea Pallarés	Lledó	16-08-2018
		Revisión	Soler	Manuel	31-08-2018
		Aprobación	Andrés de la Esperanza	Francisco Javier	06-09-2018

A

A

4 3 2 1

Pliego de **condiciones**

Capítulo 4. Pliego de condiciones

1. Alcance del pliego	167
2. Condiciones generales	167
2.1. Condiciones legales	167
2.1.1. Condiciones generales de uso	167
2.1.2 Dirección.....	167
2.1.3.Responsabilidad	168
2.1.4.Subcontratación	168
3.Condiciones Técnicas	168
3.1.Materiales	168
3.2.Acabado superficial y soldadura	168
3.3. Condiciones de fabricación y montaje	169
3.3.1.Carga de diseño	169
3.3.2.Fabricación	169
3.3.3.Montaje	169
3.4.Ensayos.....	169
3.5.Mantenimiento	169
3.6.Elementos constitutivos del proyecto.....	170
3.7.Limitaciones de suministro	173
3.8.Condiciones Ambientales.....	173
4.Homologación	173



1. Alcance del pliego

En el presente pliego de condiciones, se regulan las relaciones entre el cliente, el promotor del proyecto y los contratistas que lo van a ejecutar, por lo que contiene toda información necesaria para que esas relaciones sean lo más adecuadas posible al ser este, a efectos legales, un documento vinculante.

Así pues, en este documento se señalan los derechos, obligaciones y responsabilidades mutuas entre el promotor y el contratista, y está dividido en dos partes claramente diferenciadas: condiciones generales y condiciones técnicas particulares.

En la primera parte de este pliego de condiciones, se recoge fundamentalmente una descripción general del contenido del proyecto, sus características más importantes y los principales aspectos legales y administrativos. Por lo que respecta a la segunda parte del mismo, contiene el conjunto de normas, instrucciones, especificaciones técnicas y de seguridad que deben tenerse en cuenta a la hora de materializar el proyecto.

2. Condiciones generales

2.1. Condiciones legales

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto en el ámbito internacional por su posible uso o venta en el extranjero, nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo. Teniendo en cuenta que las normas vigentes son para grúas de mayor tamaño y carga que la de este proyecto.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas en el apartado 3. Capítulo 1.

2.1.1. Condiciones generales de uso

El brazo móvil está diseñado y dimensionado para satisfacer la necesidad de elevar y descender cargas máximas entre 400 - 600 Kg, en función del cabrestante seleccionado por el cliente, este brazo tiene una altura mínima plegado de 1.5m y una altura máxima de 2.7 m, una longitud mínima de 1 m y máxima de 1.8 m y por último una anchura de la base de 30 cm y de la pluma de 8 cm. Estas especificaciones serán de obligado cumplimiento en cuanto a la fabricación y montaje de la grúa, a su vez son de obligado cumplimiento para poder manipular con éxito y de forma segura la grúa.

Para dotar de la capacidad de elevación de cargas se empleará un cabrestante eléctrico cuyo voltaje necesario es de 12 V. Esta energía se conseguirá con la batería que está incluida en la estructura.

2.1.2. Dirección

El ingeniero técnico director debe ser una persona capaz de interpretar y hacer ejecutar correctamente el contenido del proyecto, pudiendo ser el mismo ingeniero técnico proyectista. El ingeniero técnico director de la obra, resolverá cualquier cuestión que surja referente a la calidad de los materiales empleados, interpretación de planos, especificaciones, y en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos referentes al presente proyecto.

2.1.3. Responsabilidad

El ingeniero técnico proyectista queda responsable de todos los daños que pudieran darse de un mal diseño o cálculo de cualquier pieza. Pero no de la calidad de los materiales comprados, es decir, solo será responsable de los elementos que necesiten fabricación, además del montaje de todos ellos.

2.1.4. Subcontratación

Ninguna parte del proyecto podrá ser subcontratada sin el consentimiento previo del ingeniero técnico director. Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito y acompañarse con un documento que acredite su capacidad y profesionalidad de los trabajos a realizar y la calidad de los mismos por la parte de la empresa. La aceptación del subcontrato no relevará a la empresa encargada de la ejecución del proyecto de su responsabilidad contractual.

3. Condiciones Técnicas

3.1. Materiales

En este proyecto se pueden diferenciar grandes grupos de materiales en lo referente a la estructura, exceptuando sistemas de elevación y pistón hidráulicos, es decir, elementos de compra directa (cabrestante, ganchos, poleas, pistón hidráulico con circuito interno, rodamientos SKF). Estos dos grupos son:

- Acero estructural S355 J2: debido a sus buenas propiedades mecánicas Apartado 2. II. Anexo Catálogos (limite elástico $R_e=335\text{MPa}$, limite a la ruptura R_m entre 470 – 630 MPa), su buena tenacidad, fácil conformado y posibilidad de soldar sin dañar en exceso las características intrínsecas del material. Por descontado este material también deberá cumplir con sus especificaciones técnicas y de calidad.
- C45 material de los elementos de unión como tornillos, pasadores se concentran diversos materiales. Estas piezas están normalizados por lo que deberán cumplir con sus especificaciones técnicas y de calidad.

La empresa contratada presentará al Técnico Director los catálogos, las cartas de muestra y los certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

3.2. Acabado superficial y soldadura

Tanto los acabados superficiales como las soldaduras a realizar están determinados en el Capítulo 3. Planos con su respectiva designación de mecanizado y método de soldadura correspondiente.

De esta manera, las zonas de soldadura deberán quedar sin rebabas o aristas vivas para evitar posibles daños en la manipulación de los elementos soldados. Como los demás elementos bien fabricados por moldeo o no, deberán tener chaflanes en las uniones de las caras para evitar posibles daños y facilitar el montaje de los demás elementos.

Así mismo, el acabado superficial en las piezas mecanizadas, como soportes o elementos de la base, deberá ser el adecuado para el seguro y correcto funcionamiento de la grúa.



3.3. Condiciones de fabricación y montaje

3.3.1. Carga de diseño

El brazo ha sido diseñado para una utilización máxima de 600kg con el brazo totalmente desplegado, no se autoriza su uso con una carga mayor con el brazo replegado puesto que es el cabrestante quien limita esta carga autorizada. Por lo tanto, cualquier fallo, avería o incidente en dichas condiciones exhumará de responsabilidad al ingeniero proyectista o a la empresa encargada del proyecto y todos los problemas causados deberán resolverse con la responsabilidad de la persona encargada de seleccionar la carga.

3.3.2. Fabricación

Los elementos que se tengan que fabricar deberán cumplir con las dimensiones establecidas en el apartado de planos y a su vez deberán cumplir los requisitos del material establecidos en el apartado 3.1 de este mismo capítulo.

3.3.3. Montaje

La instalación de los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la grúa se efectuará conforme a lo establecido en los diferentes apartados recogidos a lo largo de todo este proyecto, cuya interpretación siempre quedará supeditada a la correcta interpretación del ingeniero técnico director.

3.4. Ensayos

Antes de la venta al cliente, la empresa encargada del proyecto debe hacer los ensayos adecuados para probar, a en función de los criterios del Técnico Director de obra, que todo equipo, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y que están en condiciones satisfactorias para su uso y utilización del cliente.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Técnico Director de obra. Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

3.5. Mantenimiento

En este apartado se detallan los mantenimientos necesarios una vez esté instalado el brazo móvil/ grúa en el remolque o el vehículo. Un mantenimiento preventivo es siempre necesario para conservar el correcto funcionamiento y buen estado de los elementos de la estructura y los mecanismos.

Para ello, el encargado de dicha acción puede ser el cliente mediante sus propios medios siguiendo las instrucciones o mediante la contratación de un tercero que sea profesional.

Este proyecto ha sido diseñado para evitar cualquier mantenimiento excesivo de los elementos, por lo tanto el elemento encargado de la elevación junto con el sistema de bloqueo de giro serán los elementos que precisarán un mayor cuidado.

El sistema de bloqueo podrá suponer un desgaste excesivo de la zapata. Pero ya se ha diseñado para que no suponga un coste excesivo su cambio ni el desmontaje para acceder a ella.

Los rodamientos y engranajes han sido seleccionados son de gran calidad y prestaciones mucho mayores de las requeridas en el sistema, por consecuencia no requerirán un

mantenimiento excesivo a no ser que el cliente note un desgaste o mal funcionamiento del giro de la columna

En cuanto al cabrestante y el cable del mismo, el mantenimiento a llevar a cabo es igual de importante que la calidad del mismo. Mediante un mantenimiento preventivo, es decir, realizando una inspección interna del equipo para detectar signos de corrosión, desgaste, sobrecalentamiento, roturas de fibras, partes faltantes, etc. y sustituyendo las partes que estén en mal estado o previniendo un cambio futuro, se podrá evitar un mantenimiento correctivo; la habitual reparación urgente tras una avería que obligará a detener el equipo o máquina dañado.

3.6. Elementos constitutivos del proyecto

Como ya se ha comentado en otros apartados de este proyecto, hay elementos que se comprarán de manera directa y completa al proveedor, mientras que otros deberán fabricarse in situ, o subcontratar a alguien para su fabricación. A continuación, se muestra una tabla con los elementos del brazo móvil numerados siguiendo los planos, determinando unidades a fabricar o comprar y calidades mínimas de los materiales:

Número de pieza	Denominación	Unidades	Material
1.01	<i>Pistón Hidráulico</i>	1	Varios
1.02	<i>Unión Pluma-Columna</i>	1	C45
1.03	<i>Pasador de Horquilla φ 24</i>	1	Calidad 10.9
1.04.01	<i>Viga Columna</i>	1	Acero S355J2
1.04.02	<i>Distanciador superior</i>	1	Acero S355J2 H
1.04.03	<i>Chaveta</i>	1	C45
1.04.04	<i>Corona</i>	1	42CrMo4
1.04.05	<i>Rodamiento SKF 6017</i>	2	Varios Consultar SKF
1.04.06	<i>Distanciador Inferior</i>	1	Acero S355J2 H
1.04.07	<i>Anclaje cabrestante</i>	1	Acero S355J2
1.04.08	<i>Tapa Columna</i>	1	C45
1.04.09	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	6	Acero 8.8 + Cincado
1.04.10	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	2	Acero 8.8 + Cincado
1.04.11	<i>Tornillo Cabeza</i>	4	Acero 8.8 + Cincado



<i>hexagonal</i>			
1.04.12	<i>Chasis Exterior</i>	1	<i>Acero S355J2</i>
1.04.13.01	<i>Eje piñón</i>	1	<i>42CrMo4</i>
1.04.13.02	<i>Eje Volante</i>	1	<i>42CrMo4</i>
1.04.13.03	<i>Pasador Eje Piñón</i>	1	<i>ISO 2338</i>
1.04.13.04	<i>Tapa Eje Piñón</i>	1	<i>C45</i>
1.04.13.05	<i>Tornillo Cabeza Hexagonal</i>	1	<i>Acero 8.8 + Cincado</i>
1.04.13.06	<i>Anillo de retención</i>		<i>Acero para muelles</i>
1.04.14	<i>Tuerca</i>	2	<i>Acero Calidad 8.8.</i>
1.04.15	<i>Unión Pistón Columna</i>	1	<i>Acero S355J2</i>
1.04.16	<i>Unión Columna Pluma</i>	1	<i>C45</i>
1.04.17	<i>Chasis Interior</i>	1	<i>Acero S355J2</i>
1.04.18	<i>Volante</i>	1	<i>PVC</i>
1.04.19	<i>Arandelas</i>	2	
1.05.01	<i>Viga Sección 1</i>	1	<i>Acero S355J2 H</i>
1.05.02.01	<i>Viga Sección 2</i>	1	<i>Acero S355J2 H</i>
1.05.02.02	<i>Patín Sección 2</i>	4	<i>Teflón PTFE</i>
1.05.02.03	<i>Placa de Seguridad</i>	2	<i>S355J2</i>
1.05.02.04	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	<i>Acero 8.8 + Cincado</i>
1.05.03.01	<i>Viga Sección 3</i>	1	<i>Acero S355J2 H</i>
1.05.03.02	<i>Patín Sección 3</i>	4	<i>Teflón PTFE</i>
1.05.03.03.01	<i>Unión Polea-Pluma φ -150</i>	2	<i>Acero S355J2 H</i>
1.05.03.03.02	<i>Eje Polea φ -150</i>	1	<i>C45</i>

1.05.03.03.03	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ -150</i>	<i>1</i>	<i>Fundición DIN1691GG20-GG25</i>
1.05.04.01	<i>Placa de Sujeción</i>	<i>2</i>	<i>Acero S355J2 H</i>
1.05.04.02	<i>Pasador tipo R φ 6x90mm</i>	<i>1</i>	<i>Acero Inoxidable 1.4310</i>
1.05.04.03	<i>Pasador de horquilla</i>	<i>1</i>	<i>Calidad 10.9</i>
1.05.05	<i>Pasador horquilla φ12x75x3.2</i>	<i>2</i>	<i>Calidad 10.9</i>
1.05.06	<i>Pieza de Seguridad Sección 1</i>	<i>2</i>	<i>Acero S355J2</i>
1.05.07	<i>Tornillo cabeza hexagonal hueca M2x10</i>	<i>2</i>	<i>Acero 8.8 + Cincado</i>
1.05.08.01	<i>Unión Polea-Pluma φ80</i>	<i>2</i>	<i>Acero S355J2</i>
1.05.08.02	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ 80</i>	<i>1</i>	<i>Fundición DIN1691GG20-GG25</i>
1.05.08.03	<i>Eje Polea φ80</i>	<i>1</i>	<i>Calidad 8.8</i>
1.05.9	<i>Pasador tipo R φ 3x57mm</i>	<i>2</i>	<i>Acero Inoxidable 1.4310</i>
1.06	<i>Pasador tipo R φ 6</i>	<i>1</i>	<i>Acero Inoxidable 1.4310</i>
1.07	<i>Cabrestante</i>	<i>1</i>	<i>Varios- Catálogo Runva</i>
1.08	<i>Tuerca M10</i>	<i>1</i>	<i>Acero Inoxidable Calidad 8.8</i>
1.09	<i>Sistema de boqueo de giro</i>	<i>1</i>	<i>Varios</i>

Tabla 20 - Materiales de las piezas



3.7. Limitaciones de suministro

Todas las piezas, su ensamblado y montaje correrán a cargo de la persona contratada para realizar el proyecto, pudiendo a su vez subcontratar determinadas partes del proyecto para que sean realizadas por alguien de forma más especializada.

El presupuesto, aunque de forma aproximada será aceptado antes de iniciar cualquier gestión por el cliente, ya que variará en función del vehículo y carga máxima a elevar. Una vez entregado el producto completo, en perfecto estado de funcionamiento el cliente dispondrá de una garantía de dos años, durante la misma cualquier defecto o fallo de los elementos incluidos en la garantía deberán ser cambiados por otro similar por la empresa realizadora del proyecto. Tras el periodo de garantía marcado, el cliente será responsable de cualquier desperfecto que pueda surgir, sin embargo, si el cliente lo desea se le ofrecerá una lista donde comprar o arreglar dichas averías o desperfectos, y si el cliente desea que sea la empresa encargada del proyecto, aun fuera de garantía, quien lo arregle se establecerá un presupuesto fijando el precio de mano de obra a 20 euros la hora.

3.8. Condiciones Ambientales

Si el fabricante de algún componente no indica lo contrario, el entorno donde se realice tanto la fabricación de algunos elementos como el montaje del conjunto reunirá las siguientes condiciones.

- Ausencia de vibraciones
- Ausencia de polvo y similares, por lo todos los cortes durante el mecanizado deberán realizarse de forma húmeda si estos desprenden polvo i se hace de forma seca.
- Ausencia de gases corrosivos.
- No se hallarán expuesto directamente a la luz solar o foco intenso, así como temperaturas que sobrepasen los 50-60 °C
- No podrán instalarse en lugares donde la temperatura, en algún momento, soporte un cambio de la misma brusca donde pueda producir condensación.
- No se colocarán en lugares donde la humedad relativa esté fuera de los márgenes de entre 20% y 90%
- Deberá mantenerse limpias todas las zonas de trabajo. No se permitirá el almacenamiento de material alguno fuera de los límites establecidos por los cierros correspondientes.
- No alterar la calidad física de estos componentes, como la temperatura o su contenido particular
- Se promueve el reciclaje de materiales como despuntes de acero, chatarra u otros elementos reciclables.

4. Homologación

Todo vehículo donde se haya instalado el brazo móvil, deberá realizar una homologación, debido a que los cambios que se realizan en los vehículos que circulan en la vía deben pasar homologación como ITV

Puesto que no es un elemento recurrente existen pocas normativas y forma de homologación pero existen formas de homologar una grúa torre en un camión, por lo tanto se tomará como referente.

Los datos que se necesitan para su correcta homologación son:

- Marca, modelo/referencia
- Tipo / nº serie
- Certificado del fabricante
- Potencia efectiva/fiscal (kW/CVF)
- Peso de la grúa
- Fotos del montaje y de las placas identificativas

Normalmente la instalación de este tipo de grúas torres requiere de un cambio en la clasificación del camión, sin embargo, como citan las normas “Grúa móvil autopropulsada: aparato de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir en el espacio cargas suspendidas de un gancho o cualquier otro accesorio de aprehensión, dotado de medios de propulsión y conducción propios o que formen parte de un conjunto con dichos medios que posibilitan su desplazamiento por vías públicas o terrenos. La carga nominal de la grúa debe ser de al menos de 1000 kg.” Se establece así que el proyecto realizado pertenece a dicha categoría pero sin embargo no puede juzgarse como tal por no levantar una carga mínima de 1000Kg.

Junto a ello se debe demostrar que el brazo móvil, más concretamente, el cabrestante en el caso de avería no suponga un riesgo para las posibles personas situadas a su alrededor. Para ello el cabrestante dispone de un freno de seguridad y por tanto no permitiría la caída libre de la carga sino que simplemente se bloquearía. Si por un casual, este se bloquease, se ha instalado el pistón hidráulico con circuito interno para poder descender la carga de forma simple.

Mediciones

Capítulo 5. Mediciones

1. Generalidades	177
2. Listado de las dimensiones de las piezas	177
3. Peso.....	181
4. Mecanizado	184
5. Montaje y soldadura de los conjuntos	185

1. Generalidades

Este capítulo del proyecto tiene como objetivo definir o determinar las unidades de cada elemento o unidad de obra que constituye la totalidad del proyecto, definiendo de este modo las características principales, modelos, tipos y dimensiones de cada elemento del proyecto.

Para ello, se dividirá en distintos apartados, correspondientes a las partes más relevantes del proyecto.

2. Listado de las dimensiones de las piezas

A continuación, se muestra un listado detallado de las piezas que formarán parte del proyecto, así como las medidas y unidades a fabricar o comprar a terceros. La numeración de las piezas tanto en las mediciones como en el presupuesto se basará en los planos.

<i>Número de pieza</i>	<i>Denominación</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Dimensiones Características</i>
1.01	<i>Pistón Hidráulico</i>	<i>1</i>	<i>Fuerza 8T Carrera 495 mm D. Mínima 615 mm D. Máxima 1160 mm</i>
1.02	<i>Unión Pluma-Columna</i>	<i>1</i>	<i>φ 24 mm Longitud 86 mm</i>
1.03	<i>Pasador de Horquilla</i>	<i>1</i>	<i>φ 24mm Longitud 80 mm Agujero-Para horquilla φ 6.3 mm</i>
1.04.01	<i>Viga Columna</i>	<i>1</i>	<i>φ Exterior 89-85 mm φ Interior 62 mm Longitud 1328 mm Demás dimensiones Consultar Planos</i>
1.04.02	<i>Distanciador superior</i>	<i>1</i>	<i>φ Exterior 95 mm φ Interior 85 mm Longitud 165 mm</i>

1.04.03	<i>Chaveta</i>	<i>1</i>	<i>Longitud 20 mm Anchura 10 mm Altura 8 mm</i>
1.04.04	<i>Corona</i>	<i>1</i>	<i>127 dientes Módulo 2 φ Primitivo 254 mm</i>
1.04.05	<i>Rodamiento SKF 6017</i>	<i>2</i>	<i>φ Exterior 130 mm φ Interior 85 mm Anchura 22 mm</i>
1.04.06	<i>Distanciador Inferior</i>	<i>1</i>	<i>φ Exterior 95 mm φ Interior 85 mm Longitud 136 mm</i>
1.04.07	<i>Tapa Columna</i>	<i>1</i>	<i>Consultar Planos</i>
1.04.08	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	<i>6</i>	<i>ISO 4762 M5x20-20N</i>
1.04.9	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	<i>2</i>	<i>ISO 4762 M10x50- 32N</i>
1.04.10	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	<i>4</i>	<i>ISO 4762 M6x12-12N</i>
1.04.11	<i>Chasis Exterior</i>	<i>1</i>	<i>Consultar Planos</i>
1.04.12.01	<i>Eje piñón</i>	<i>1</i>	<i>Longitud 403 mm 18 Dientes φ Primitivo 36 mm Demás dimensiones (rebajes, agujeros...) Consultar Planos</i>
1.04.12.02	<i>Eje Volante</i>	<i>1</i>	<i>Longitud 38 mm Demás dimensiones Consultar Planos</i>
1.04.12.03	<i>Pasador Eje Piñón</i>	<i>1</i>	<i>M6-26 mm</i>
1.04.12.04	<i>Tapa Eje Piñón</i>	<i>1</i>	<i>φ Exterior 30 mm φ Interior 10 mm</i>



			<i>Demás dimensiones Consultar Planos</i>
1.04.12.05	<i>Tornillo Cabeza Hexagonal</i>	1	M6-30 mm
1.04.12.06	<i>Anillo de retención</i>	1	<i>Consultar catálogo (Anexo II)</i>
1.04.13	<i>Tuerca</i>	2	ISO-4043-M10-N
1.04.14	<i>Unión Pistón Columna</i>	1	<i>Consultar Planos</i>
1.04.15	<i>Unión Columna Pluma</i>	1	<i>Consultar Planos</i>
1.04.16	<i>Chasis Interior</i>	1	<i>Consultar Planos</i>
1.04.17	<i>Volante</i>	1	<i>Consultar Planos</i>
1.04.18	<i>Arandelas</i>	2	ISO 7090-10
1.04.19	<i>Anclaje cabrestante</i>	1	<i>Consultar Planos</i>
1.05.01	<i>Viga Sección 1</i>	1	<i>Sección 100x80x5 Longitud 800 mm Demás dimensiones Consultar Planos</i>
1.05.02.01	<i>Viga Sección 2</i>	1	<i>Sección 80x60x5 Longitud 700 mm Demás dimensiones Consultar Planos</i>
1.05.02.02	<i>Patín Sección 2</i>	4	<i>Consultar Planos</i>
1.05.02.03	<i>Placa de Seguridad</i>	2	<i>Consultar Planos</i>
1.05.02.04	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	IOS 4762 M2x10-10N
1.05.03.01	<i>Viga Sección 3</i>	1	<i>Sección 60x40x4 Longitud 600 mm Demás dimensiones Consultar Planos</i>
1.05.03.02	<i>Patín Sección 3</i>	4	<i>Consultar Planos</i>

Modelización de un brazo móvil a partir de un cabrestante para su uso como ayuda de carga en vehículos y remolque

1.05.03.03.01	<i>Unión Polea-Pluma φ -150</i>	2	<i>Consultar Planos</i>
1.05.03.03.02	<i>Eje Polea φ -150</i>	1	<i>φ 20 mm Longitud 50 mm</i>
1.05.03.03.03	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ -150</i>	1	<i>Consultar Catálogo (Anexo II)</i>
1.05.04.01	<i>Placa de Sujeción</i>	2	<i>Consultar Planos</i>
1.05.04.02	<i>Pasador tipo R</i>	1	<i>φ 6 mm Longitud 57 mm</i>
1.05.04.03	<i>Pasador de horquilla con cabeza</i>	1	<i>ISO 2341: φ 24mm Longitud 120 mm φ de horquilla 6.3 mm</i>
1.05.05	<i>Pasador horquilla φ12</i>	2	<i>φ12 mm Longitud 75 mm φ Horquilla 3.2 mm</i>
1.05.06	<i>Pieza de Seguridad Sección 1</i>	2	<i>Consultar Planos</i>
1.05.07	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	<i>ISO 4762 M2-10-10N</i>
1.05.08.01	<i>Unión Polea-Pluma φ80</i>	2	<i>Consultar Planos</i>
1.05.08.02	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ 80</i>	1	<i>Consultar Catálogo (Anexo II)</i>
1.05.08.03	<i>Eje Polea φ80</i>	1	<i>Φ10 mm Longitud 85 mm</i>
1.05.9	<i>Pasador tipo R</i>	2	<i>φ 3mm Longitud 57 mm</i>
1.06	<i>Pasador tipo R φ 6</i>	1	<i>φ 6 mm Longitud 90mm</i>
1.07	<i>Cabrestante</i>	1	<i>Longitud 437 mm</i>

			Anchura 160 mm Altura 283 mm
1.08	Tuerca	1	ISO7417 M10-W-N
1.09	Sistema de boqueo de giro	1	Consultar Planos

Tabla 21 - Dimensiones características de las piezas

3. Peso

Puesto que este proyecto tiene como uno de los criterios principales el peso, se ha determinado destacar y enumerar el peso determinado de cada uno de los elementos que forman parte de este proyecto. Ofreciendo al cliente un listado global del conjunto.

Número de pieza	Denominación	Cantidad	Peso Unitario	Peso Total
1.01	Pistón Hidráulico	1	9.57 kg	9,57 kg
1.02	Eje Unión Pluma-Columna	1	0.3 kg	0.3 kg
1.03	Pasador de Horquilla	1	0.412 kg	0.412 kg
1.04.01	Viga Columna	1	25 kg	25 kg
1.04.02	Distanciador Superior	1	1.8 kg	1.8 kg
1.04.03	Chaveta	1	0.08 kg	0.08 kg
1.04.04	Corona	1	5.4 kg	5.4 kg
1.04.05	Rodamiento SKF 6017	2	0.98 kg	1.96 kg
1.04.06	Distanciador Inferior	1	1.55 kg	1.55 kg
1.04.07	Tapa Columna	1	0.27 kg	0.27 kg
1.04.08	Tornillo Cabeza hexagonal	6	0.0049 kg	0.0294 kg
1.04.09	Tornillo Cabeza	2	0.043 kg	0.086 kg

<i>hexagonal</i>				
1.04.10	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	4	0.045 kg	0.18 kg
1.04.11	<i>Chasis Exterior</i>	1	18.8 kg	18.8 kg
1.04.12.01	<i>Eje piñon</i>	1	2.2 kg	2.2 kg
1.04.12.02	<i>Eje Volante</i>	1	0.1 kg	0.1 kg
1.04.12.03	<i>Pasador Eje Piñón</i>	1	0.0012 kg	0.0012 kg
1.04.12.04	<i>Tapa Eje Piñón</i>	1	0.023 kg	0.023 kg
1.04.12.05	<i>Tornillo Cabeza Hexagonal</i>	1	0.0095 kg	0.0095 kg
1.04.12.06	<i>Anillo de retención</i>	1	0.0012 kg	0.0012 kg
1.04.13	<i>Tuerca</i>	2	0.02 kg	0.04 kg
1.04.14	<i>Unión Pistón Columna</i>	1	0.715 kg	0.715 kg
1.04.15	<i>Unión Columna Pluma</i>	1	2.1 kg	2.1 kg
1.04.16	<i>Chasis Interior</i>	1	6.54 kg	6.54 kg
1.04.17	<i>Volante</i>	1	0.4 kg	0.4 kg
1.04.18	<i>Arandelas</i>	2	0.0001 kg	0.0002 kg
1.04.19	<i>Anclaje Cabrestante</i>	1	2.78 Kg	2.78 kg
1.05.01	<i>Viga Sección 1</i>	1	10.11 kg	10.11 kg
1.05.02.01	<i>Viga Sección 2</i>	1	7.14 kg	7.14 kg
1.05.02.02	<i>Patín Sección 2</i>	4	6.5 kg Plancha (700x700)	1.5 kg
1.05.02.03	<i>Placa de Seguridad Sección 2</i>	2	0.0031 kg	0.006 kg
1.05.02.04	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	0.043 kg	0.043 kg

1.05.03.01	<i>Viga Sección 3</i>	1	3.21 kg	3.21 kg
1.05.03.02	<i>Patín Sección 3</i>	4	3.55 kg (Plancha de 600x600)	0.923 kg
1.05.03.03.01	<i>Unión Polea-Pluma φ -150</i>	2	0.11 kg	0.22 kg
1.05.03.03.02	<i>Eje Polea φ -150</i>	1	0.121 kg	0.121 kg
1.05.03.03.03	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ -150</i>	1	1.08 kg	1.08 kg
1.05.04.01	<i>Placa de Sujeción</i>	2	0.564 kg	1.1 kg
1.05.04.02	<i>Pasador tipo R</i>	1	0.053 kg	0.053 kg
1.05.04.03	<i>Pasador de horquilla con cabeza</i>	1	0.0412 kg	0.0412 kg
1.05.05	<i>Pasador horquilla φ12</i>	2	0.029 kg	0.058 kg
1.05.06	<i>Pieza de Seguridad Sección 1</i>	2	0.00516 kg	0.00516 kg
1.05.07	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	0.045 kg	0.18 kg
1.05.08.01	<i>Unión Polea-Pluma φ80</i>	2	0.221 kg	0.433 kg
1.05.08.02	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ 80</i>	1	0.38 kg	0.38 kg
1.05.08.03	<i>Eje Polea φ80</i>	1	0.031 kg	0.031 kg
1.05.9	<i>Pasador tipo R</i>	2	0.007 kg	0.0014 kg
1.06	<i>Pasador tipo R</i>	1	0.053 kg	0.053 kg
1.07	<i>Cabrestante</i>	1	29.5 kg	29.5 kg
1.08	<i>Tuerca</i>	1	0.02 kg	0.02 kg
1.09	<i>Sistema de boqueo de giro</i>	1	0.18 kg	0.18 kg

Tabla 22 - Peso de las piezas

Modelización de un brazo móvil a partir de un cabrestante para su uso como ayuda de carga en vehículos y remolque

Una vez el peso de las piezas está determinado, se puede calcular el peso global del conjunto con un cabrestante EWX9500 lb. Pudiendo así compara con otros similares y ver la competitividad del mismo.

Peso total **136.76 kg**

Tabla 23 - Peso global del proyecto. Cabrestante EWX9500

Una vez el peso de las piezas está determinado, se puede calcular el peso global del conjunto con un cabrestante EWX5500 lb. Pudiendo así compara con otros similares y ver la competitividad del mismo.

Peso total **121.23 kg**

Tabla 24 - Peso global del proyecto. Cabrestante EWX5500

4. Mecanizado

Todas las piezas utilizadas en este proyecto, no son compradas ya con las dimensiones y características necesarias y por lo tanto tiene que ser mecanizadas, para ellos, se ha estimado un tiempo aproximado para así en el capítulo 6. Presupuestos poder estimar el precio final del producto. A continuación, se muestran las acciones de mecanizado a emplear.

Denominación	Operación a realizar	Tiempo estimado
Viga sección 80x60x5	Realización de los agujeros pasantes para el pasador. (El primero a 50 mm del borde y después a 100 mm entre centros del anterior)	20 min
Viga sección 60x40x4	Realización de los agujeros pasantes para el pasador. (El primero a 90 mm del borde y después a 50 mm entre centros del anterior)	20 min
Piezas de seguridad	Realización de los chaflanes establecidos para las 4 placas	5 min por placa
Viga sección 100x80x5	Realización de los agujeros pasantes de los pasadores y agujero para la unión	1 h
Eje piñón	Mecanizar en el eje un piñón con 18 dientes y módulo 2, con dos rebajes para los rodamientos según apartado Planos	1 h
Columna	Realización de 4 agujeros para tornillo M6 en la parte superior de la columna, un rebaje de la columna para respetar un diámetro final de 85	1 h



	<i>mm, chavetero y 6 agujeros para tornillo M5</i>	
Corona	<i>Realización del agujero para la chaveta</i>	<i>15 min</i>
Tapa eje piñón	<i>Chaflanes y mecanizado de un agujero para un M6</i>	<i>10 min</i>
Tapa columna	<i>Chaflanes y mecanizado de 6 agujeros para M6</i>	<i>20 min</i>
Chasis exterior	<i>Realización de los agujeros</i>	<i>10 min</i>
Chasis interior	<i>Mecanizado de las piezas soldadas</i>	<i>30 min</i>
Sistema de bloqueo	<i>Realización de la punta esférica</i>	<i>10 min</i>
Unión de la polea d-150 mm	<i>Realización del rebaje</i>	<i>10 min</i>
Unión de la polea d-80 mm	<i>Realización del corte</i>	<i>10 min</i>

Tabla 25 - Tiempo estimado para el mecanizado de las piezas

5. Montaje y soldadura de los conjuntos

Debido a su número de piezas y dimensiones se ha establecido conveniente, montar los elementos principales en taller dejando la opción al cliente de un montaje total o si la grúa/brazo móvil debe ser enviado desde el punto de venta o fabricación hasta el cliente dejar los subconjuntos montados y que reste introducir el bulón que une la pluma a la columna y anclar el pistón a la estructura con los pasadores aportados.

Denominación	Operación a realizar	Tiempo estimado
Unión Pluma -Pistón	<i>Soldadura entre las placas de la unión y la viga de sección 100x80x5 a una distancia entre ejes de 400 mm</i>	<i>30 min</i>
Conjunto de la polea $\varphi 150\text{mm}$	<i>Soldar las placas de sujeción a la viga de sección 60x40x4, introducir el eje en la polea y las sujeciones</i>	<i>10 min</i>
Instalación de las placas de seguridad	<i>Soldadura de las placas de seguridad a las vigas a una distancia del borde delantero de 410 mm para la viga de sección 60x40x4 y de 500 mm para la viga de 80x60x5</i>	<i>10 min</i>

Conjunto de vigas	<i>Encolar los patines determinados para cada viga, introducirlas una dentro de ellas para formar el sistema de telescopado y atornillar las placas de seguridad y bloqueo, introducir los pasadores en los respectivos agujeros.</i>	30 min
Conjunto piñón	<i>Introducir los rodamientos a presión en el eje del piñón, atornillar la tapa base del eje pequeño, introducir el anillo de retención del rodamiento superior, introducir el volante con el eje pentagonal e introducir a presión el pasador de seguridad.</i>	1h
Conjunto columna	<i>Introducir el rodamiento superior a presión hasta el recodo de la columna, introducir el distanciador y la chaveta de la corona, introducir la corona con la ranura de la chaveta en contacto con la misma, introducir el segundo distanciador, el rodamiento y por ultimo atornillar la tapa de la columna con 6 tornillos Allen.</i>	30 min
Base superior	<i>Introducir la base por la parte superior de la columna de tal forma que acabe colocada con precisión entorno a los rodamientos siendo los agujeros mecanizados coaxiales a estos.</i>	10min
Base inferior	<i>Instalar la besa coaxialmente a los rodamientos inferiores y atornillarla a la base superior para una fijación y estanqueidad del conjunto.</i>	10 min
Unión Columna - pistón	<i>Soldadura entre la base circular de la unión y la columna</i>	10 min
Sujeciones del bloqueo y pistón	<i>Soldadura entre los anillos de sujeción del bloque y la barra del pistón a la base superior.</i>	10 min
Si el cliente lo desea		
Instalación del cabrestante	<i>Fijación mediante tornillos el cabrestante a la base del mismo, por ultimo mediante unas bridas ajustar la base a la columna de forma que este se quede fijado a ella.</i>	20 min
Instalación del bulón entre la pluma y la columna	<i>Fijar mediante tornillos la pieza de unión a la columna, insertar la pluma de forma que las caras interiores de la misma estén en contacto con la pieza de unión e introducir el bulón.</i>	40 min
Instalación del pistón	<i>Colocar la parte inferior del pistón en contacto a la sujeción de la columna e introducir el pasador con el sistema de seguridad, de la misma manera colocar la parte superior del pistón coaxial a la unión con la</i>	20 min



columna e introducir el correspondiente pasador.

<i>Cable y gancho</i>	<i>Montaje del cable en el cabrestante y montaje del conjunto del gancho</i>	<i>30 min</i>
------------------------------	--	---------------

Tabla 26-Tiempo estimado para el montaje de las piezas



Presupuesto

Capítulo 6. Presupuesto

1. Generalidades	191
2. Material y piezas compradas	191
3. Mecanizado	194
4. Montaje	194
5. Presupuesto Final	195



1. Generalidades

En el presente apartado de presupuesto, se realiza una estimación del coste total del proyecto teniendo en cuenta la numeración de las piezas y las características dispuestas tanto en el Capítulo 4 (Pliego de Condiciones) como en el Capítulo 5 (Mediciones).

Este presupuesto se ejecuta en base del coste de cada uno de los materiales, piezas compradas directamente, mecanizado de las piezas y trabajos de soldadura, junto con un precio base de mano de obra, que podrá variar en función de la empresa encargada del proyecto. El objetivo principal de este capítulo es determinar el coste total teniendo en cuenta los gastos de fabricación, montaje y el beneficio industrial; así como determinar la competitividad del producto en comparación a otros de características similares.

2. Presupuesto del material y piezas

En este primer apartado, se realiza el presupuesto general tanto de las piezas como del material que se utilizará para el posterior mecanizado de las piezas no compradas, es decir, el presupuesto se obtendrá de forma general en función del precio por kilo del material. Exceptuando piezas como el cabrestante, pistón, rodamientos, tornillos, arandelas, tuercas que tendrán el precio obtenido por un proveedor.

Número de pieza	Denominación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1.01	<i>Pistón Hidráulico</i>	<i>1</i>	<i>31.9€</i>	<i>31.9€</i>
1.02	<i>Eje Unión Pluma-Columna</i>	<i>1</i>	<i>1.2€</i>	<i>1.2€</i>
1.03	<i>Pasador de Horquilla</i>	<i>1</i>	<i>2.06€</i>	<i>2.06€</i>
1.04.01	<i>Viga Columna</i>	<i>1</i>	<i>2.18 €/Kg</i>	<i>54.4€</i>
1.04.02	<i>Distanciador Superior</i>	<i>1</i>	<i>2.18 €/Kg</i>	<i>3.92€</i>
1.04.03	<i>Chaveta</i>	<i>1</i>	<i>0.44€</i>	<i>0.44€</i>
1.04.04	<i>Corona</i>	<i>1</i>	<i>21.26€</i>	<i>21.26€</i>
1.04.05	<i>Rodamiento SKF 6017</i>	<i>2</i>	<i>39.87€</i>	<i>79.74€</i>
1.04.06	<i>Distanciador Inferior</i>	<i>1</i>	<i>2.18 €/Kg</i>	<i>3.38€</i>
1.04.19	<i>Anclaje Cabrestante</i>	<i>1</i>	<i>2.18 €/Kg</i>	<i>6.06€</i>

1.04.08	<i>Tapa Columna</i>	1	2.18 €/Kg	0.588€
1.04.09	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	6	0.3662€	2.19€
1.04.10	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	2	1.11€	2.22€
1.04.11	<i>Tornillo Cabeza hexagonal</i>	4	1.10€	4.4€
1.04.12	<i>Chasis Exterior</i>	1	2.18 €/Kg	41.63€
1.04.13.01	<i>Eje piñon</i>	1	8.4€	8.47€
1.04.13.02	<i>Eje Volante</i>	1	2.6€	2.6€
1.04.13.03	<i>Pasador Eje Piñón</i>	1	2 €	2 €
1.04.13.04	<i>Tapa Eje Piñón</i>	1	2.18 €/Kg	0.05€
1.04.13.05	<i>Tornillo Cabeza Hexagonal</i>	1	1.11 €	1.11 €
1.04.13.06	<i>Anillo de retención</i>	1	0.0006	0.0006€
1.04.14	<i>Tuerca M10</i>	2	0.31€	0.62€
1.04.15	<i>Unión Pistón Columna</i>	1	2.18 €/Kg	1.635€
1.04.16	<i>Unión Columna Pluma</i>	1	2.18 €/Kg	4.578€
1.04.17	<i>Chasis Interior</i>	1	2.18 €/Kg	14.38€
1.04.18	<i>Volante</i>	1	3€	3€
1.04.19	<i>Arandelas</i>	2	0.001€	0.002€
1.05.01	<i>Viga Sección 1</i>	1	7.56€	7.56€
1.05.02.01	<i>Viga Sección 2</i>	1	8.94€	8.94€
1.05.02.02	<i>Patín Sección 2</i>	4	30.3€/Plancha(700x700)	7.27€
1.05.02.03	<i>Placa de Seguridad Sección 2</i>	2	2.18 €/Kg	0.84€



1.05.02.04	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	1.05€	2.10€
1.05.03.01	<i>Viga Sección 3</i>	1	19.53€	19.53€
1.05.03.02	<i>Patín Sección 3</i>	4	30.3€/Plancha(600x600)	7.88€
1.05.03.03.01	<i>Unión Polea-Pluma φ -150</i>	2	2.18 €/Kg	2.1€
1.05.03.03.02	<i>Eje Polea φ -150</i>	1	0.95€	0.95€
1.05.03.03.03	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ -150</i>	1	22.5€	22.5€
1.05.04.01	<i>Placa de Sujeción</i>	2	2.18 €/Kg	0.36€
1.05.04.02	<i>Pasador tipo R</i>	1	0.20€	0.20€
1.05.04.03	<i>Pasador de horquilla con cabeza</i>	1	2.15€	2.15€
1.05.05	<i>Pasador horquilla φ12</i>	2	0.25€	0.5€
1.05.06	<i>Pieza de Seguridad Sección 1</i>	2	2.18 €/Kg	0.84€
1.05.07	<i>Tornillo cabeza hexagonal</i>	2	0.98€	1.96€
1.05.08.01	<i>Unión Polea-Pluma φ80</i>	2	2.18 €/Kg	2.17€
1.05.08.02	<i>Polea Trapezoidal Ciega φ 80</i>	1	10.04€	10.04€
1.05.08.03	<i>Eje Polea φ80</i>	1	0.5€	0.5€
1.05.9	<i>Pasador tipo R</i>	2	0.2€	0.4€
1.06	<i>Pasador tipo R</i>	1	0.2€	0.2€
1.07	<i>Cabrestante</i>	1	585€	585€

1.08	<i>Tuerca M10</i>	<i>1</i>	<i>0.31€</i>	<i>0.31€</i>
1.09	<i>Sistema de boqueo de giro</i>	<i>1</i>	<i>4€</i>	<i>4€</i>
Total			983.091	

Tabla 27 - Precio de las piezas

En el Caso de Cabrestante 5500lb- ya que este tiene un precio de 270€

Total	678€
--------------	-------------

3. Presupuesto del mecanizado

En este apartado se tendrán en cuenta los tiempos calculados en el Capítulo 5. Mediciones para el mecanizado de las piezas, consecuentemente este precio es orientativo ya que de taller en taller puede variar el precio de la mano de obra y por tanto dependerá del mismo según la empresa contratada para la realización de estas tareas.

Piezas mecanizadas	Tiempo necesario	Precio por hora	Precio total
	<i>5.91 h ≈ 6 h</i>	<i>35€/h</i>	<i>210 €</i>

Tabla 28- Precio por el mecanizado

4. Presupuesto del montaje

En este apartado, como en el anterior, se tendrán en cuenta los tiempos calculados en el Capítulo 5. Mediciones para el montaje del conjunto, consecuentemente este precio es orientativo ya que el precio de montaje puede variar como se ha especificado en función del cliente y del taller o empresa contratada para la realización de estas tareas.

Montaje	Tiempo necesario	Precio por hora	Precio total
	<i>5.33 h</i>	<i>20 €/h</i>	<i>106.06 €</i>

Tabla 29- Precio por el montaje

5. Presupuesto final

Finalmente, se calcula el presupuesto al que se venderá al cliente, debido a las variaciones que pueden sufrir, es decir, al ser un brazo móvil el cliente está en pleno derecho a escoger entre distintas bases en función del vehículo y cabrestante en función de las preferencias expuestas en el Capítulo 1. Memoria. Para ello se ha establecido un 15% de gastos generales más un 6% de beneficios para la empresa contratada, pudiendo este porcentaje ser cambiado por la empresa y así le conviene, continuando competitivos en el mercado. Este sería el precio de venta sin el IVA.

Material Cabrestante 9500lb	983 €
Mecanizado	211 €
Montaje	106.06 €
Gastos generales (15%)	195.09 €
Beneficio de la empresa (6%)	78.036 €
TOTAL	1573.186 €

Tabla 30-Precio total del proyecto 9500 lb

Material Cabrestante 5500lb	678 €
Mecanizado	211 €
Montaje	106.06 €
Gastos generales (15%)	149.26 €
Beneficio de la empresa (6%)	59.72 €
TOTAL	1204.03 €

Tabla 31-Precio total del proyecto 5500 lb

