



Universidad
Carlos III de Madrid

INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROYECTO FIN DE CARRERA

Diseño de modelo a escala de una grúa torre

Tutor: José Luis Pérez Díaz

Alumno: Ramiro F. Mena Andrade

NIA: 100077501

Leganés, 11 de diciembre de 2009

Resumen

El objetivo del presente proyecto es el diseño de una grúa torre a escala reducida empleando como elementos para su estructura exclusivamente palos de helado, con una altura útil de 0,87 m y una longitud de pluma de 0,7m. Su carga máxima en el extremo es de 10 N. Además el diseño de la misma es modular.

La metodología utilizada para el dimensionamiento de la grúa distingue dos partes. Por un lado el dimensionamiento y cálculo de la estructura de la grúa con todas las hipótesis de carga necesarias y los coeficientes de seguridad que indica la normativa de aparatos de elevación UNE 58132-2:2000. Por otro lado la selección de todos los accionamientos y elementos que permiten a la grúa darle la función de aparato de elevación.

Con el fin de realizar un diseño correcto se han utilizado distintas herramientas CAE y CAD para dimensionar la grúa y sus elementos. El análisis estructural se realizó mediante el software SAP2000 V10, mientras que para los planos de fabricación y montaje se empleó AutoCAD 2002.

Esta grúa ha obtenido el 1er premio en 2009 del 1er Concurso Nacional de Grúas con Palos de Helado”, organizado por la Delegación de Estudiantes de la Universidad Carlos III de Madrid, en la categoría *Funcionalidad y Estética*.

ÍNDICE

Resumen	2
1. Prefacio	5
1.1. Origen del proyecto	5
1.2. Motivación	5
2. Introducción	6
2.1. Objetivo del proyecto.....	6
2.2. Metodología empleada.....	7
3. Características básicas de la grúa torre.....	9
3.1. Definición	10
3.2. Tipología:	10
3.3. Descripción general.....	12
3.3.1. Conjuntos de componen la grúa	12
3.3.2. Dimensiones principales	14
3.3.3. Materiales empleados	15
3.4. Prestaciones	16
3.4.1. Movimientos	16
3.4.2. Resumen de las características técnicas.....	18
3.4.3. Normativa aplicable.....	18
4. Conjuntos de la grúa.....	19
4.1. Placa base	20
4.2. Mástil.....	20
4.3. Cambio de sección.....	24
4.4. Portaflecha	25
4.5. Pluma	26
4.6. Contrapluma.....	28
4.7. Carro de traslación	29
4.7.1. Descripción de la estructura.....	29
4.7.2. Elementos del carro	30
4.8. Gancho.....	30

5. Descripción de los componentes de la grúa.....	31
5.1. Mecanismo de giro	31
5.1.1. Descripción del conjunto	31
5.1.2. Características del engrane corona-piñón	32
5.2. Conjunto motoreductores	33
5.2.1. Consideraciones previas.....	33
5.2.2. Motoreductor de elevación de la carga.....	34
5.2.3. Motoreductor de traslación del carro.....	34
5.2.4. Motoreductor de giro de la grúa.....	35
5.3. Sistemas de cables	36
5.3.1. Sistema de elevación	36
5.3.2. Sistema de traslación.....	36
5.4. Sistema de control.....	38
6. Conclusiones y trabajos futuros.....	41
7. Agradecimientos	43
8. Bibliografía	45

1. Prefacio

1.1. Origen del proyecto

El presente proyecto tiene su origen a raíz de la participación en el “1er Concurso Nacional de Grúas con Palos de Helado”, organizado por la Delegación de Estudiantes de la Universidad Carlos III de Madrid, en la categoría *Funcionalidad y Estética*.

Dicho evento se llevó a cabo en las instalaciones de la UC3M el día 24 de abril del 2009 y por decisión del jurado, la grúa objeto de este proyecto obtuvo el 1er premio en la categoría Funcionalidad y estética. (Para más información, ver concursogruas.es).

1.2. Motivación

La principal motivación para elegir este proyecto, fue la posibilidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para diseñar, y en especial, fabricar una máquina en la que intervienen los conceptos y metodologías fundamentales de la ingeniería mecánica como son la mecánica fundamental, resistencia de materiales, cálculo de estructuras, diseño de máquinas y tecnología de fabricación.

En la fase de cálculo estructural se empezó desde la generación de las distintas hipótesis de cargas hasta el dimensionamiento de sus distintos componentes.

Por último, en la etapa de diseño de fabricación se han empleado conceptos de ingeniería concurrente como son el DFM (diseño para la fabricabilidad) y DFA (diseño para el montaje) para no perder de vista que el objetivo final de construir dicha grúa.

2. Introducción

2.1. Objetivo del proyecto

El objetivo del presente proyecto es diseñar un modelo a escala de una grúa torre partiendo de las especificaciones de material y dimensiones proporcionadas por la organización del concurso (ver bases del concurso).

A su vez, para conseguir lo anterior se ha planteado como objetivos específicos los siguientes puntos:

- Soportar una carga máxima de diseño de 1 [Kg.] \approx 10 [N]
- Conseguir mediante motores eléctricos y sistemas de poleas los siguientes grados de libertad
 - Movimiento de elevación de la carga
 - Movimiento de translación de la carga
 - Movimiento de rotación de la pluma
- Controlar los grupos motoredutores por radiofrecuencia
- Seguir parámetros de diseño modular
- Emplear criterios DFM y DFA

2.2. Metodología empleada

Para afrontar este proyecto se aplicó la filosofía de diseño propuesto por la ingeniería concurrente, en el cual todo el equipo de trabajo participa simultáneamente en las diferentes fases del desarrollo del producto.

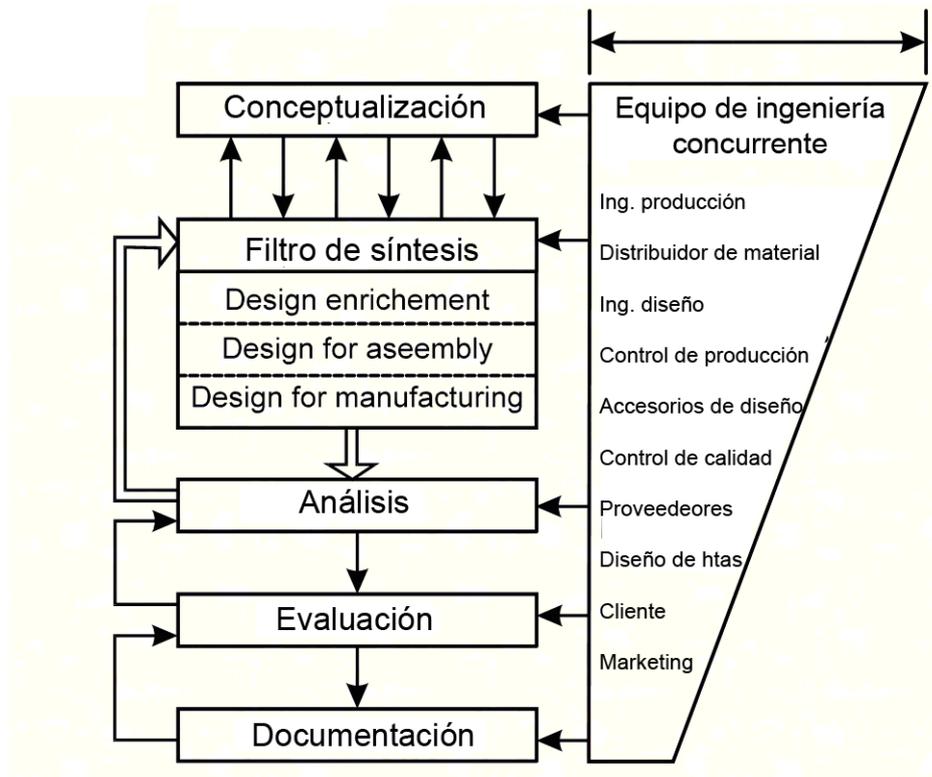


Figura 2. Proceso de diseño con ingeniería concurrente

En base a las especificaciones proporcionadas por la organización del concurso se procedió a documentarse sobre las grúas, su clasificación y su forma de funcionamiento.

Con los datos recaudados se empleó un primer filtro para quedarse con la información más relevante, se decidió el tipo de grúa a construir, la forma básica de ensamblar y fabricar sus piezas, todo ello bajo la premisa de que el producto resultante sea fácil de fabricar y usar.

En una tercera etapa, se procedió al análisis numérico, tanto para la selección de los accionamientos como el cálculo estructural con su respectiva evaluación

para después documentar todo el trabajo realizado y culminar con la fabricación de un prototipo.

Se ha pretendido a lo largo del proyecto explicar y justificar todas las decisiones tomadas. Para ello se han empleado figuras, tablas y ecuaciones.

Así mismo se han empleado herramientas CAE y CAD para facilitar el diseño de la grúa. Para el análisis estructura se ha utilizado el programa SAP2000 V10 y los correspondientes planos se han realizado en AutoCAD 2002

3. Características básicas de la grúa torre

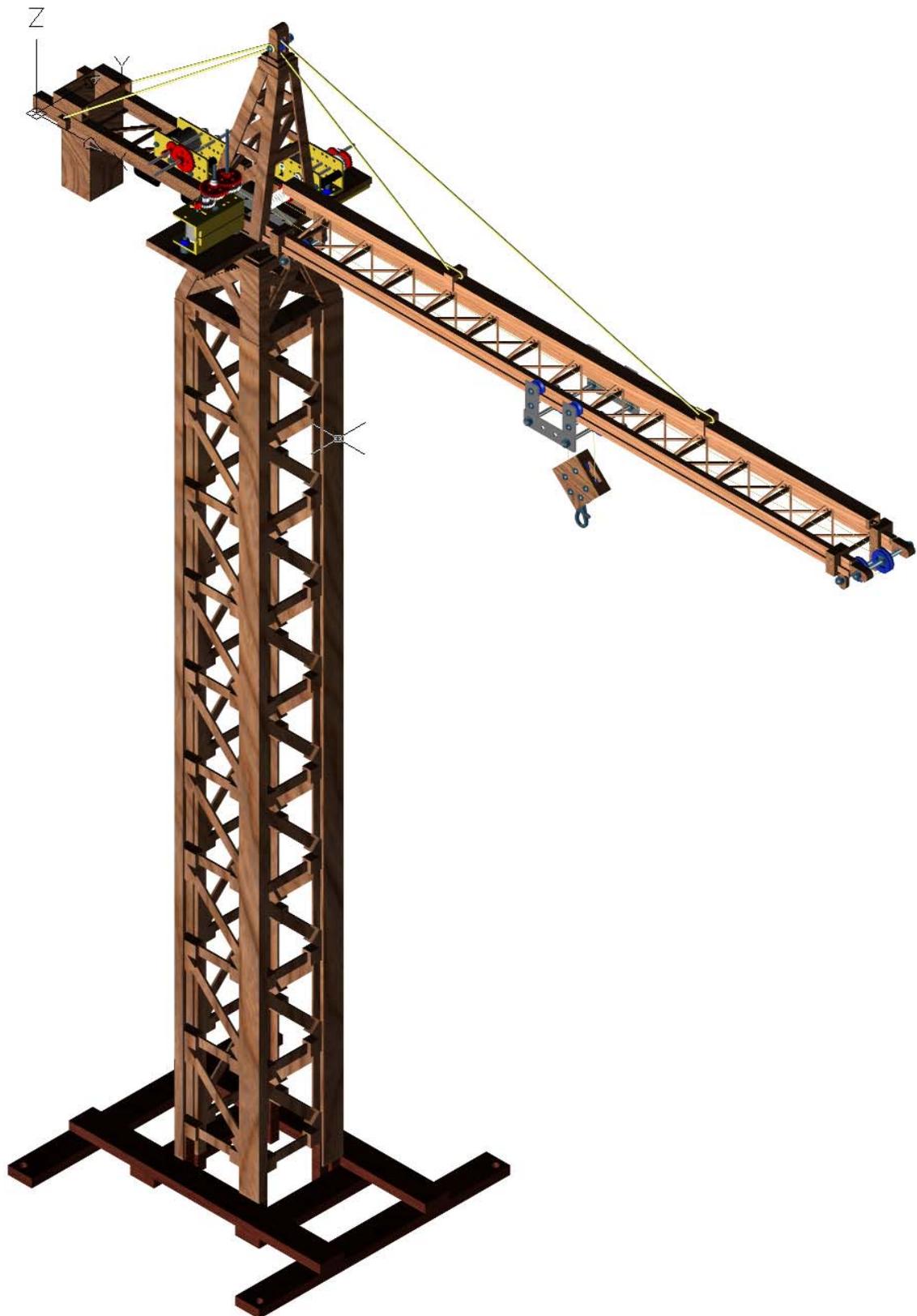


Figura 3.1 Vista general de la grúa

3.1. Definición

Equipo de trabajo consistente en un aparato de elevación electromecánico, de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir, en el espacio, las cargas suspendidas de un gancho o de cualquier otro accesorio de aprehensión, suspendido a la vez de una pluma o de un carro que se desplaza a lo largo de una pluma orientable.

3.2. Tipología:

Existen diferentes tipos de grúas torre dependiendo la capacidad de carga que esta tenga y la altura o la longitud de alcance que posea la flecha, entre esta clasificación se distinguen:

- **Según su movilidad:**

- *Fijas*

- a) Apoyadas: Sobre losa de hormigón, zapata corrida, muretes, etc..
Sobre carriles.

- b) Empotradas en una zapata de hormigón

- *Móviles*

- a) Sobre carriles por medio de rodámenes

- b) Trepadoras: apoyándose en la estructura de la obra, crecen con ella.

- **Según su pluma**

- *De pluma horizontal:* grúa torre y grúa autodesplegable

- *De pluma abatible:* grúa torre de pluma abatible

- **Según su forma de montaje**

- *Automontante o autodesplegables*: se despliegan por si mismas sin ayuda de elementos auxiliares
- *Desplegables*: montaje mecánico y/o hidráulico por medio de reenvíos
- *Montaje con autogrúa*: el equipo de montadores se ayuda de una grúa autopulsada para el montaje de la grúa torre.

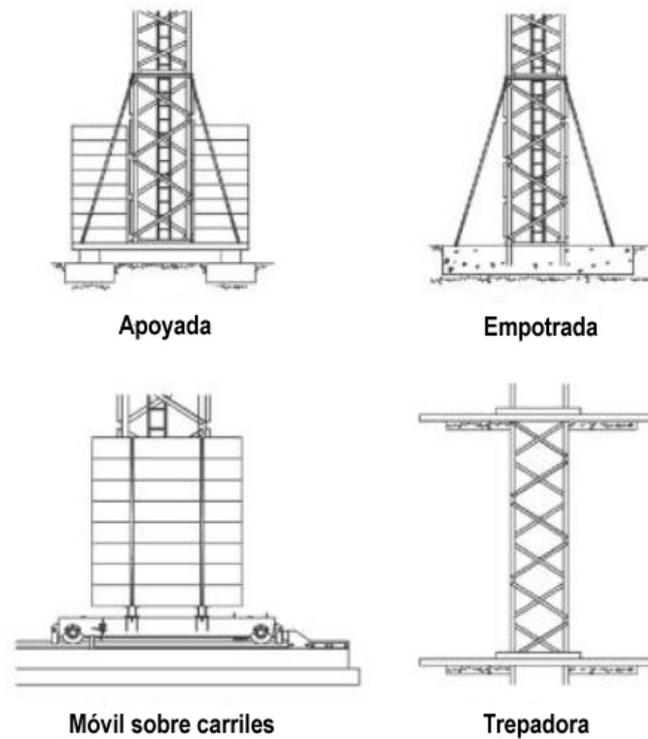


Figura 3.2 Clasificación de las grúas según su movilidad

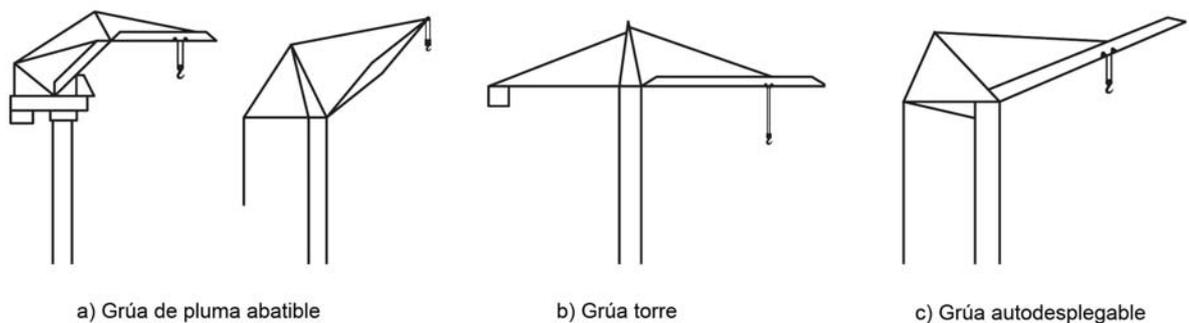


Figura 3.3 Representación de distintos tipos de grúas torre

3.3. Descripción general

3.3.1. Conjuntos de componen la grúa

Las grúas torre son las más habituales en la edificación ya que permiten una gran altura de trabajo así como una gran capacidad de carga. Otra ventaja importante es el poco espacio que requieren en la base, ya que el contrapeso está situado en la contrapluma y el mástil es fijo. Su principal inconveniente es el montaje largo y complicado, que obliga la mayoría de las veces a utilizar la ayuda de una grúa telescópica. Eso en lo que se refiere a las grúas torre de tamaño natural. Respecto al proyecto, al ser un modelo a escala reducida, el inconveniente del montaje está solventado.

El modelo se compone de los siguientes conjuntos:

- **Placa Base:** Es la estructura de la grúa en contacto con el suelo. Será la encargada de resistir y repartir los esfuerzos que se transmitan desde la estructura de la grúa hasta el terreno. Sus dimensiones serán los marcados por las bases del concurso.
- **Mástil:** Estructura en celosía de sección cuadrada, será la encargada de transmitir los esfuerzos generados en la pluma (carga) y contra-pluma (contrapeso) hasta la base.
- **Porta-flecha:** estructura en celosía piramidal cuya misión consiste en dar soporte simultáneamente a los tirantes que soportan la carga y el contrapeso consiguiendo la triangulación de ambos subconjuntos.
- **Pluma:** celosía espacial formada por tres perfiles principales, 1 cordón superior y 2 cordones inferiores conectados por combinación de diagonales y montantes. Los cordones inferiores incluyen en su configuración constructiva un carril por el que se desplaza el carro porta-carga.

- **Contra-pluma:** este elemento funciona como una viga articulada a la estructura en un extremo y consigue su triangulación mediante la cuerda bala situada en su otro. En su extremo dispone de un contrapeso que dota de estabilidad a la estructura en general. Su valor depende de la carga a transportar junto con la longitud de la pluma.
- **Carro:** Elemento que permite desplazar la carga a lo largo de la pluma, con un sistema de poleas para que la altura del gancho permanezca constante.
- **Gancho:** Elemento que permite, mediante un polipasto, elevar y descender la carga.

Cada conjunto se describirá en detalle en los apartados 4, en donde se explicarán y justificarán las soluciones constructivas finalmente adoptadas.

3.3.2. Dimensiones principales

Las dimensiones máximas vienen determinadas por las bases del concurso, las cuales han sido adaptadas al modelo a fabricar para cumplir las especificaciones.

En la figura, las cotas horizontales van referidas al eje de giro de la grúa, situado en el conjunto formado por el rodamiento, eje y engranaje que unen la parte superior de la grúa con el cambio de sección del mástil.

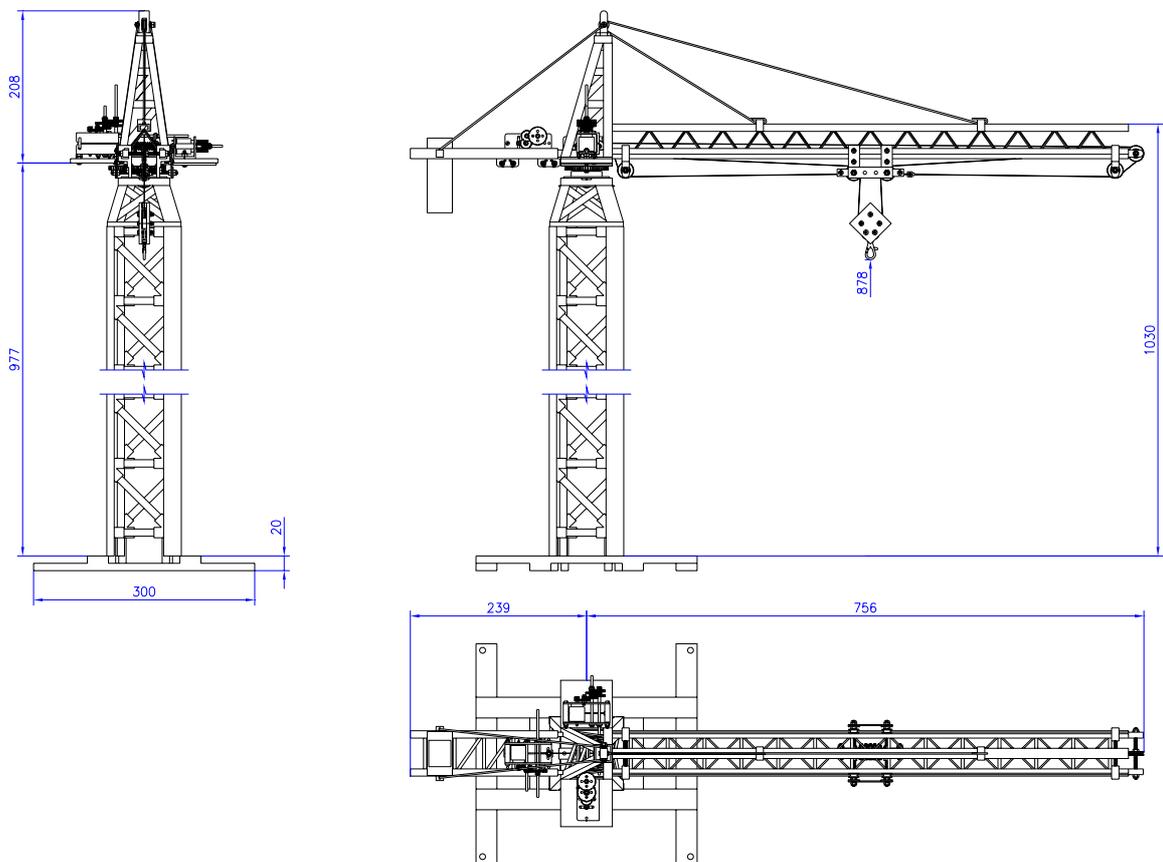


Figura 3.4. Cotas generales de la grúa

3.3.3. Materiales empleados

El material empleado para fabricar la estructura fue proporcionado por la organización del concurso. Es madera de *chopo canadiense* (*Populus canadensis*) y presenta las siguientes características.

PROPIEDADES RESISTENTES	[N/mm ²]
Flexión	24
Tracción paralela	14
Tracción perpendicular	0.4
Compresión paralela	22
Compresión perpendicular	2.5
Cortante	4

Tabla 3.1. Propiedades Resistentes

PROPIEDADES DE RIGIDEZ	[kN/mm ²]
Módulo de elasticidad paralelo medio	11
Módulo de elasticidad paralelo 5 percentil	7.4
Módulo de elasticidad perpendicular medio	0.37
Módulo de cortante medio	0.69

Tabla 3.2. Propiedades de Rigidez

DENSIDAD	[kg/m ³]
Densidad característica	350
Densidad media	420

Tabla 3.3 Densidad

Para los tirantes se ha empleado *cuerda de cáñamo* de 2,5 mm de diámetro que cuenta con una carga de rotura aproximada de 50 kgf (según especificaciones del fabricante). Este material se emplea en trabajos manuales, bricolaje y también en fontanería.

Respecto al material de los que están elaborados los diferentes elementos empleados para proporcionar los grados de libertad de la grúa (motoreductores, ejes, poleas, engranajes, etc..) son metal y plástico. En su gran mayoría estos fueron suministrados por la empresa de material didáctico

Opitec S.A dejando a criterio del proyectista la correcta selección dentro de su amplio catálogo de *accesorios para tecnología*.

Por último, para conseguir el movimiento de elevación de la carga junto con el desplazamiento transversal del carro, conectado a sus respectivos motores, se utilizó *hilo de nylon* de 0,4 mm de diámetro cuya carga de rotura es de 11,5 kgf.

3.4. Prestaciones

3.4.1. Movimientos

Los movimientos de este aparato de elevación son los grados de libertad necesarios para situar la carga en el lugar apropiado:

- *Movimiento de elevación.* La carga colgada del gancho desciende o asciende.
- *Movimiento de traslación.* Es el carro que se desplaza a lo largo de la pluma.
- *Movimiento de giro.* Rotación del conjunto formado por la portaflecha, pluma y contrapluma

Cada movimiento es accionado por un grupo motoreductor. Basándose en las necesidades de diseño y en la gama de relaciones de transmisión disponibles en el kit se decide escoger el motor y su reductor correspondiente para que las velocidades de elevación y traslación sean del orden de 2.6 y 0.5 m/min respectivamente y la de rotación de 3.4 rpm. De esta manera, para llevar una carga de una posición dada hasta la más alejada, el tiempo máximo será de cuatro minutos. El tiempo habitual será no obstante inferior a dos minutos (giro de un cuarto de vuelta, elevación hasta arriba de la pluma pero traslación hasta la mitad de la pluma), tiempo despreciable teniendo en cuenta las maniobras de carga y descarga.

Las velocidades y las potencias de los motores empleados son (ver anexo A para los detalles de los cálculos):

Movimiento	Velocidad	Potencia motor [W]
Elevación	43.22 [mm/s]	0,85
Traslación	8.00 [mm/s]	
Giro	3.4 [rpm]	

Tabla 3.4. Mecanismos de la grúa

La siguiente figura muestra los tres movimientos de la grúa.

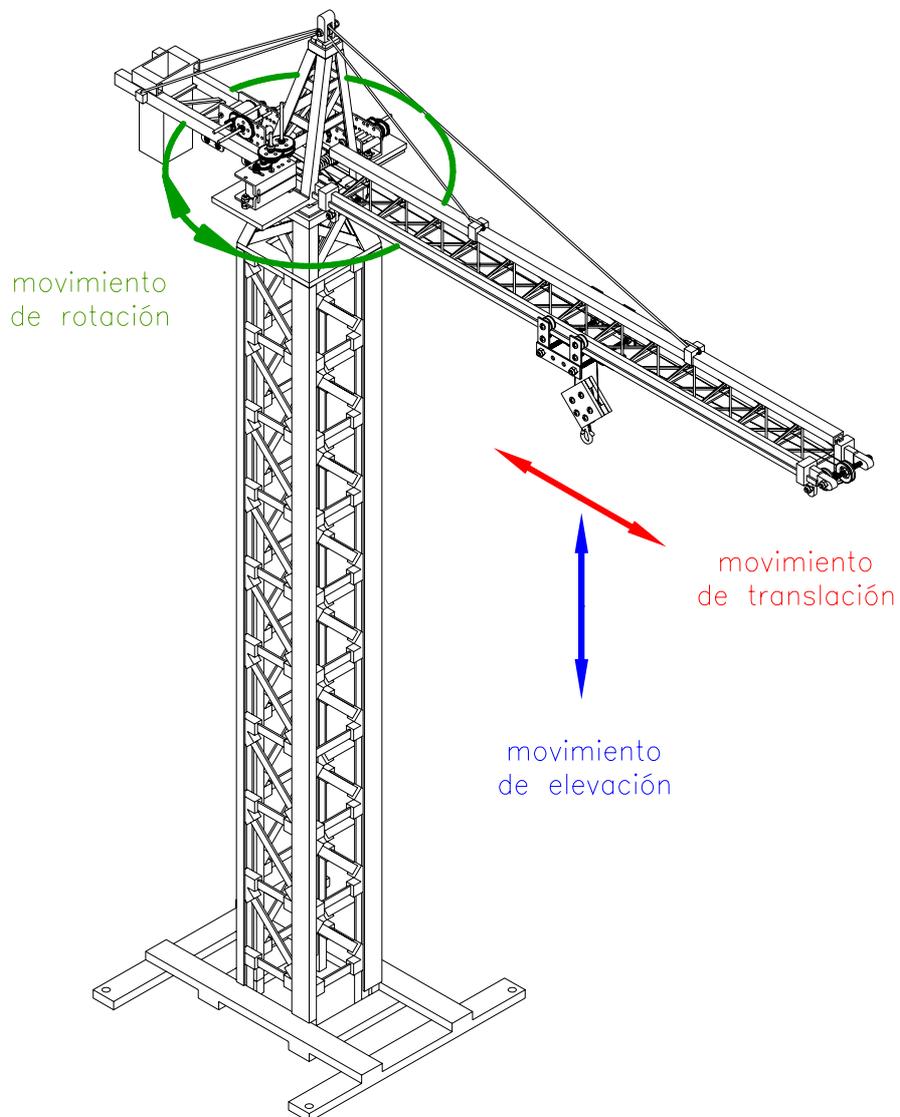


Figura 3.5. Movimientos de la grúa

3.4.2. Resumen de las características técnicas

La siguiente tabla resume las características técnicas principales de la grúa torre diseñada:

Características técnicas principales	
Capacidad de carga para el alcance máximo	10 N
Altura bajo gancho máxima	878 mm
Alcance máximo de la pluma	646 mm
Alcance mínimo de la pluma	112 mm
Soporte de base	300 x 300 mm
Radio de giro del mástil	35 mm
Velocidad de elevación	43.2 mm/s
Velocidad de translación	8.0 mm/s
Velocidad de giro	3.4 rpm
Peso de la grúa sin contrapeso	1.7 N
Peso de la grúa con contrapeso	42 N
Peso de la grúa con carga máxima	52 N
Tensión eléctrica	3 V

Tabla 3.5. Características técnicas principales

3.4.3. Normativa aplicable

Para el diseño de la grúa, tanto en lo que respecta a los cálculos estructurales como a los distintos dispositivos cumple las especificaciones de las normas vigentes referentes a las grúas (consultar el apartado “normas empleadas” en la bibliografía)

4. Conjuntos de la grúa

Conocidos las propiedades resistentes del material a emplear, se procedió a elaborar un modelo estructural.

Después de realizar una breve descripción de los componentes de la grúa (ver el apartado 3.3.1) en esta sección se pretende, además de justificar las soluciones constructivas empleadas, describir con detalle cada uno de los conjuntos de la grúa. Se expondrá también los distintos elementos que se montan en cada conjunto, como pueden ser los motores o las poleas. Para lograr una mejor explicación se utilizarán dibujos renderizados de cada una de las partes.

Se describirán las siguientes partes de la grúa (ver figura 3.1. de la página 8 para una visión de conjunto):

- Placa base
- Mástil
- Cambio de sección
- Portaflecha
- Pluma
- Contrapluma
- Carro
- Gancho

4.1. Placa base

La placa base es el elemento de la grúa que está directamente en contacto con la superficie del suelo. Está construido a partir de perfiles sólidos de madera y se ha buscado conseguir una estructura en forma de doble T para reducir el peso de la pieza en cuestión y dejar que sean las alas las encargadas de resistir los esfuerzos de flexión. A su vez, la disposición constructiva de los perfiles que componen el alma facilita la colocación de las esperas, las cuales son el punto de encuentro con el mástil.

En los extremos de las alas se realizaron taladros según las disposiciones del concurso con el objeto de sujetar la grúa a una base firme.

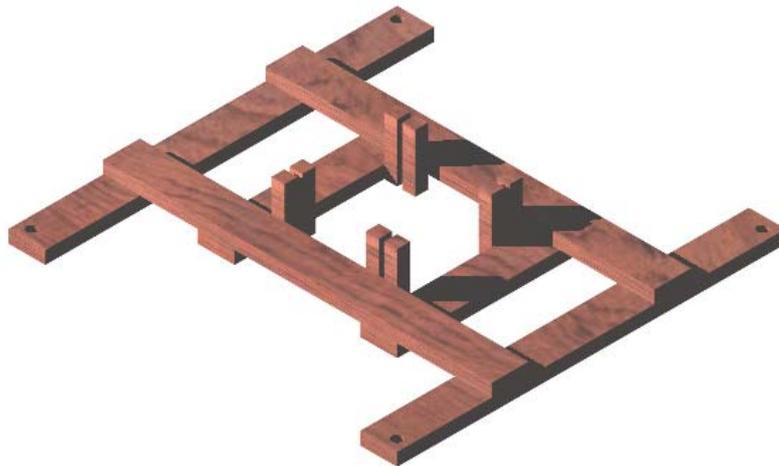


Figura 4.1. Placa base

4.2. Mástil

La gran mayoría de grúas están construidas mediante una estructura en celosía. Las ventajas de esta disposición constructiva es el reducir sustancialmente el peso (el mástil pesa 400 g.), aunque en contrapartida su requerimiento de mano de obra es elevado debido a la cantidad de uniones a realizar. La alternativa a la celosía es utilizar un perfil rectangular único parecido al que emplean las grúas telescópicas.

Se ha seleccionado trabajar con una estructura en forma de celosía debido a que las barras trabajan predominantemente a compresión y tracción presentando comparativamente flexiones pequeñas.

El criterio de diseño básico fue conseguir que las diagonales más solicitadas trabajen a tracción ya que estos elementos poseen mayor esbeltez frente a los montantes y en caso de estar sometidas a compresión, serían más proclives a fallar por pandeo.

A su vez al no poder disponer de perfiles sólidos para los cordones se descartó la idea de trabajar con diagonales en W ya que en esta configuración se duplicaba la distancia entre nodos y con ella aumentaba la probabilidad de que en esa zona se encuentre una unión de perfiles con la presencia de alguna discontinuidad. Por estos motivos se eligió que las diagonales y montantes estén en disposición de *dientes de sierra*.

Para facilitar el correcto posicionamiento de las diagonales y montantes se diseñaron unas juntas especiales con inclinaciones de 45° y 90° respectivamente. Una vez colocados las juntas en los extremos del elemento, el conjunto resultante se aloja en apriete en los cordones superiores e inferiores. Estos últimos se diseñaron con perfiles en U.



Figura 4.2.1 Nodos

Para conseguir una continuidad en los cordones a partir de los elementos base de dimensiones de Lx10x2 mm (largo, ancho y espesor) se empleó como criterio de construcción modular el apilamiento de perfiles de la misma manera que se hace con los ladrillos para construir una fachada, es decir, para unir dos elementos, se dispone de un tercero dispuesto sobre los anteriores que hace de nexo.

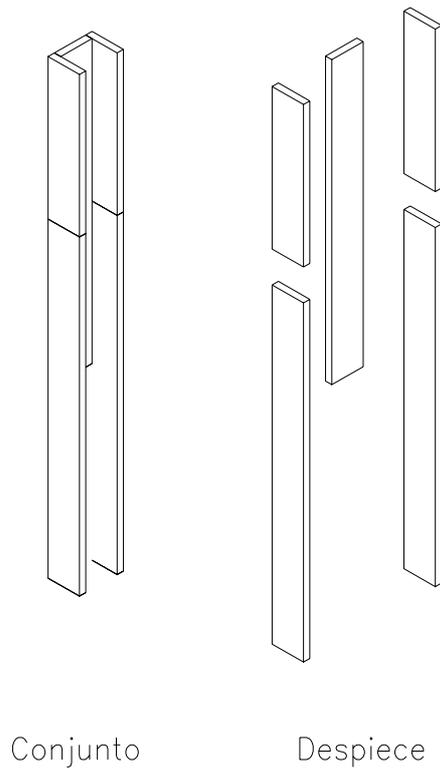


Figura 4.2.2 Construcción de un perfil en U

Una vez determinado cada elemento de la celosía y sabiendo que la parte superior de la grúa es móvil, se buscó conseguir un mástil de forma cuadrada con objeto de repartir la inercia de manera homogénea por lo cual se optó por construir cuatro celosías idénticas para dar forma al elemento.

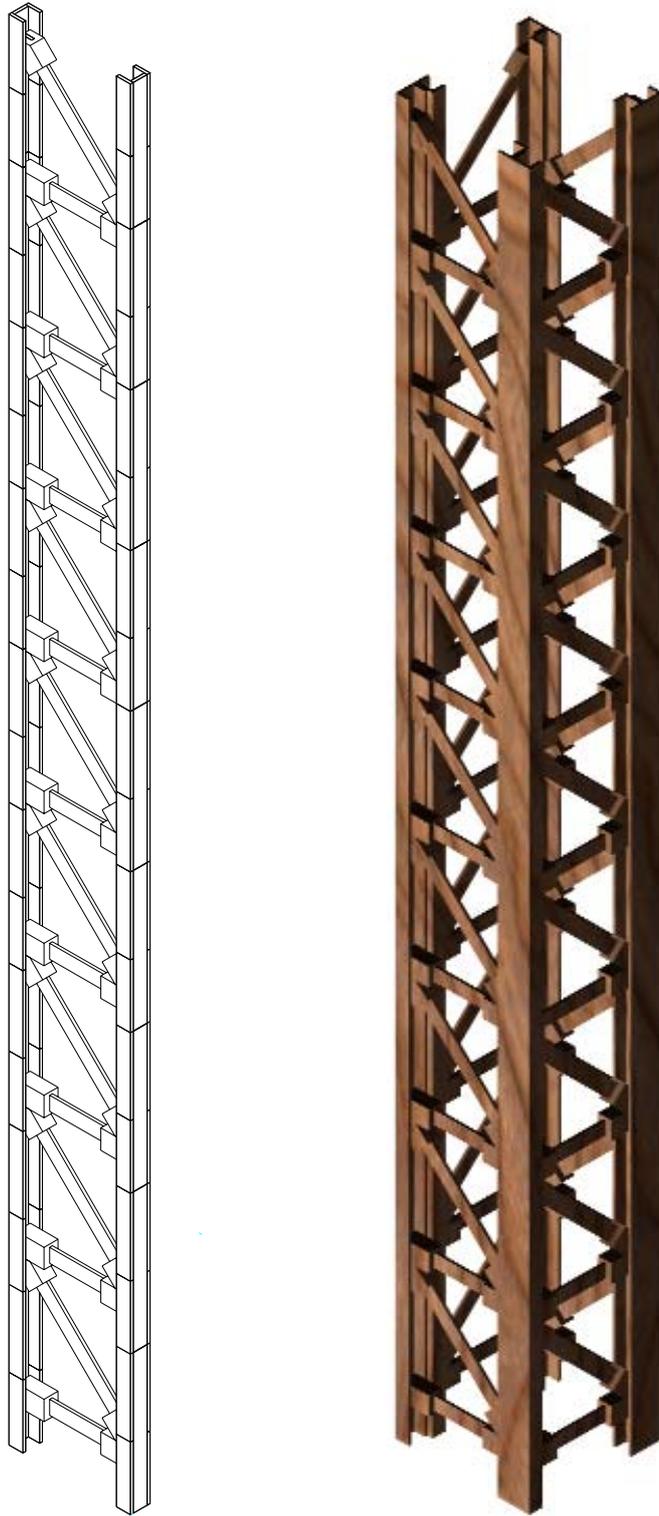


Figura 4.2.3 Celosía tipo y mástil

4.3. Cambio de sección

Tanto el mástil como el portaflecha disponen de secciones de diferente dimensión por lo cual, para conseguir una transmisión de esfuerzos de manera progresiva se dispuso entre ellos un cambio de sección.

En este elemento se encuentra alojado el conjunto encargado de dotar el movimiento de rotación a la parte superior de la grúa, para ello se emplea un rodamiento de bolas con cuatro puntos de contacto, un eje y un engranaje, todos ellos unidos solidariamente a la portaflecha mediante un tornillo y su tuerca respectiva. El giro se consigue gracias al piñón de salida del grupo motoreductor 3.

Desde el punto de vista estructural, esta tiene una forma tronco-piramidal y para su consecución se utilizaron 4 celosías arriostradas por cruces de San Andrés. Los perfiles empleados en los cordones y diagonales son U.12.10 y #10.2 respectivamente.



Figura 4.3 Cambio de sección

4.4. Portaflecha

La portaflecha está formada por 4 cerchas, la frontal y posterior poseen diferente diseño mientras que las laterales son idénticas, obteniendo de esa manera una estructura piramidal compuesta por cordones en L (L.12.10) y tanto diagonales como montantes siguen con la sección básica de #10.2.

En este elemento no se optó por emplear el mismo sistema de construcción que en el mástil debido a que se requería maximizar el espacio libre disponible en la base con objeto de facilitar la instalación de los grupos motoredutores y sus sistemas de poleas asociados pero se mantuvo el criterio de apilamiento para generar los cordones de longitud mayor a 10 mm.

La forma piramidal cuenta en su cúspide con una polea por donde atraviesan los tirantes que dan soporte a la pluma. Dicha polea es atravesada por un tornillo, el cual en sus extremos aloja a las cuerdas tipo bala que dan sustento a la contrapluma.

En la base del elemento se pueden observar 2 pares de esperas tanto el extremo frontal como posterior, estas son las zonas donde se ensamblarán solidariamente la pluma y la contrapluma formando así el conjunto móvil de la grúa.

En la parte lateral de la estructura se dispuso de 2 plataformas para alojar a los grupos motoredutores encargados de accionar el movimiento de traslación y rotación del aparato.



Figura 4.4 Portaflecha

4.5. Pluma

La pluma no solo tiene por objetivo el soportar los esfuerzos de flexión debidos la carga a elevar sino también debe alojar los caminos de rodadura para que circule longitudinalmente el carro portacarga.

Para lograr el primer requerimiento se optó por trabajar con perfiles tubulares huecos ya que estos proporcionan a igual sección una mejor resistencia frente a los perfiles sólidos debido a su mayor inercia. A su vez, el contar con una sección hueca presentó una ventaja desde el punto de vista constructivo ya que se pudo diseñar unas perforaciones para alojar las diagonales y montantes que unirían los cordones.

Respecto al camino de rodadura, se diseñó un perfil hueco especial con forma de G, donde la pared exterior de la zona hueca junto con un perfil rectangular

genera una pestaña por la cual circularán las poleas empleadas como ruedas en el carro portacarga.

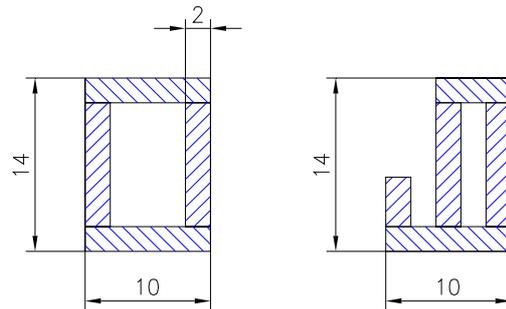


Figura 4.5.1 Perfiles de los cordones

En función de las necesidades de la sección resistente en las diagonales y montantes se optó por seccionar el perfil básico de #10.2 y obtener perfiles de #2.2 y #4.2 respectivamente. Cabe indicar que la fabricación de estos perfiles requiere de una gran cantidad de mano de obra, pero presenta la ventaja de ahorrar material, minimizar las perforaciones en los cordones y aligerar la estructura resultante.

De esta manera se consiguió obtener la celosía triangular espacial formada por el cordón superior y el par de cordones inferiores unidos a lo largo de unas pirámides formadas en sus caras por diagonales espaciales y en su base por una combinación de diagonales y montantes.

Por último, para conectar el elemento con la portaflecha mediante tirantes se diseñaron 2 juntas cuadradas dispuestas de manera homogénea a lo largo del cordón superior.



Figura 4.5.2 Pluma

4.6. Contrapluma

Siguiendo los criterios de diseño anteriormente descritos, se proyectó una cercha con perfiles rectangulares huecos (#14.10.2) como cordones y con sus diagonales y montantes con perfiles seccionados #4.2.

En el extremo se dejó una cavidad para alojar el contrapeso y en esta zona, en las caras externas de los cordones, se colocaron las juntas que alojarán los tirantes para unir el elemento a la portaflecha.

El grupo motoreductor encargado del movimiento de elevación junto con las baterías que accionarán todos los mecanismos de la grúa se alojan en esta estructura. Para ello, se ha diseñado una junta especial que se apoya en las diagonales y montantes.



Figura 4.6 Contrapluma

4.7. Carro de traslación

4.7.1. Descripción de la estructura

El carro es el elemento de la grúa que permite trasladar la carga a lo largo de la pluma. El sistema de cables es tal que su desplazamiento no implica una elevación o descenso de la carga. El carro es soportado por la parte de arriba para dar mayor estabilidad al conjunto. Es importante destacar que interesa que sea lo más ligero posible para no restar carga útil a la grúa. Es por esta razón que el motor de elevación no va montado sobre el propio carro, sino en la contrapluma.

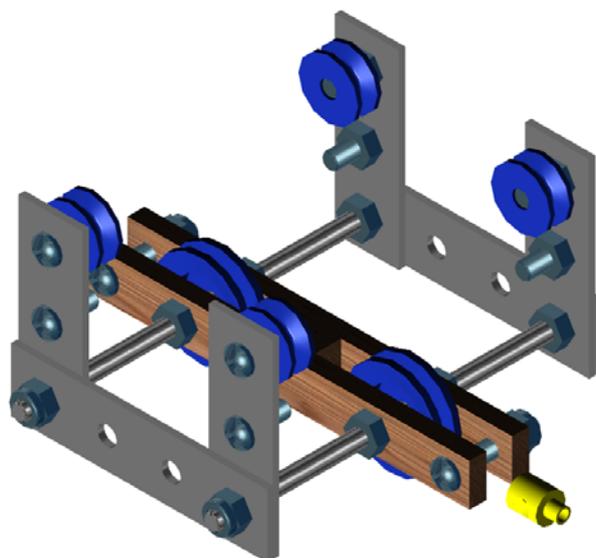


Figura 4.7 Vista del carro de traslación

4.7.2. Elementos del carro

Las dos poleas que se ven en la figura 4.7 son las que conducen el cable de elevación hasta el gancho. Las ruedas de desplazamiento son poleas de plástico que giran libre alrededor de un tornillo que hace la función de eje. La tracción se realiza mediante dos cables de hilo de nylon trenzado ubicados en cada extremo lo cual asegura el movimiento en ambos sentidos (ver apartado 5.3.2. de la página 35 para más detalles).

4.8. Gancho

El conjunto gancho se eleva y desciende mediante el cable de elevación que pasa por el conjunto de poleas que forman el polipasto (ver figura 4.8). Las poleas tienen por objetivo reducir en un 75% la fuerza necesaria para elevar la carga y giran libremente alrededor de los tornillos que cumplen la función de ejes. El gancho se puede balancear para facilitar las operaciones de carga y descarga.

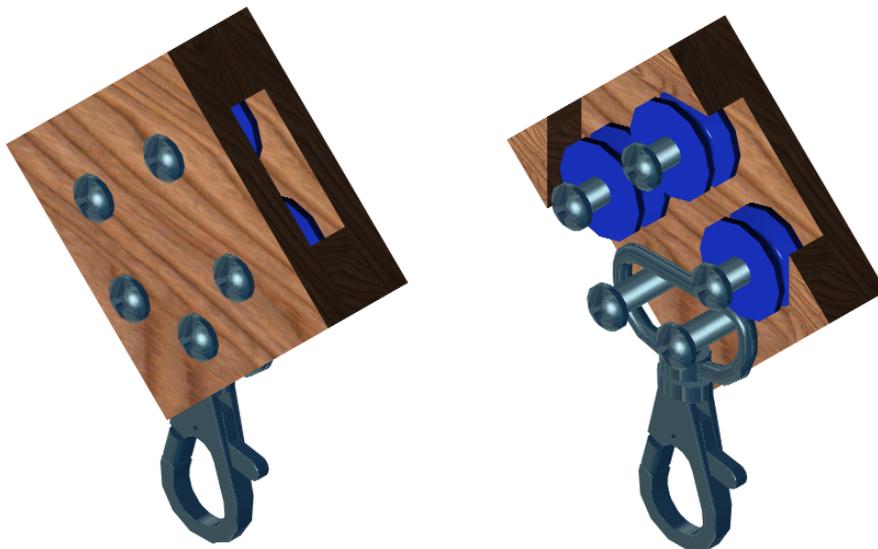


Figura 4.8 Gancho

5. Descripción de los componentes de la grúa

5.1. Mecanismo de giro

5.1.1. Descripción del conjunto

El giro de la grúa se realiza mediante un conjunto formado por:

- rodamiento cónico
- rueda dentada $\phi 60\text{mm}$
- eje de madera $\phi 15\text{mm}$

El conjunto resultante es un elemento previsto para la transmisión simultánea de esfuerzos axiales, radiales y de los pares de vuelco resultantes. En cuanto al rodamiento, este tiene una doble función. Por un lado ha de permitir un giro suave del conjunto móvil formado por pluma, contrapluma y portaflecha y además tiene que transmitir el momento al mástil.

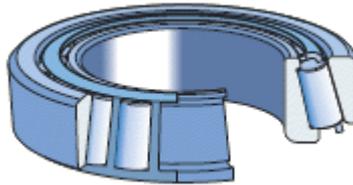


Figura 5.1.1 Rodamiento de rodillos cónico

La fijación de la base del rodamiento a la grúa se realiza mediante apriete con el extremo superior del cambio de sección en un alojamiento poligonal diseñado específicamente para cumplir dicha función y mediante un tornillo que atraviesa el eje junto con la rueda dentada se ensambla la parte móvil con el mástil.

El rodamiento escogido (ver anexo A para el estudio detallado de los cálculos) es **30302 J2**. Las dimensiones aproximadas del rodamiento son un diámetro exterior de 42mm, un diámetro interior de 15mm y una altura de 14.25mm.

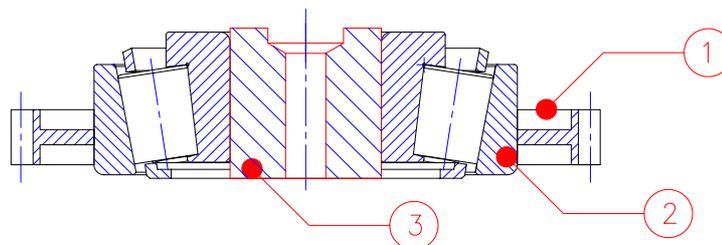
5.1.2. Características del engrane corona-piñón

La rotación de la grúa se realiza mediante una rueda dentada de plástico situada en la parte superior del eje que gira solidario al rodamiento y es accionado mediante un piñón directamente acoplado al motoreductor.

Las características del engranaje son las de la tabla 5.1

Características	Símbolo	Piñón	Corona
Módulo (mm)	m'	1	
Número de dientes	z	18	58
Diámetro primitivo (mm)	d'	18	58
Anchura de los dientes (mm)	b	5.5	
Ángulo primitivo (deg)	α'	20°	
Altura de la cabeza (mm)	h_a	1	
Altura del pie (mm)	h_f	1.25	
Altura del diente (mm)	h	2.25	
Diámetro de cabeza (mm)	d_a	19	58
Diámetro de pie (mm)	d_f	16.75	56.75

Tabla 5.1. Características del engranaje de orientación



1. Rueda dentada (corona), 2. Rodillo cónico, 3. Eje de madera

Figura 5.1.2. Conjunto del mecanismo de rotación

5.2. Conjunto motoreductores

5.2.1. Consideraciones previas

Los motoreductores de la grúa tienen como función dotar a la estructura de sus grados de libertad correspondientes con el fin de situar la carga en el lugar adecuado. Se emplean motores eléctricos de corriente continua, que son los mayoritariamente empleados en el accionamiento de juguetes. Los motores de DC, en comparación con los de AC tienen las siguientes ventajas:

- Tamaño reducido.
- Pueden producir una alta potencia, a pesar del tamaño.
- La velocidad puede ser libremente fijada, cambiando el voltaje operativo y/o el número de vueltas de hilo de cobre en la armadura.

Se ha trabajado con un único modelo de motor (por cuestiones de disponibilidad en el mercado) y para conseguir las prestaciones de fuerza y velocidad se jugó con la selección de la relación de reducción adecuada dentro de las siguientes posibilidades.

Relaciones de transmisión [X:1]					
45	125	243	625	1125	3125

Tabla 5.2.1 Gama de relaciones de transmisión del kit motoreductor

Los tres motores empleados, acoplados a sus correspondientes reductoras, han de satisfacer las velocidades especificadas para esta grúa, tal y como se ve en la tabla 5.2.2 Los cálculos necesarios para elegir el punto de funcionamiento del motor como su correspondiente relación de reducción están en los anexos, apartado A2.

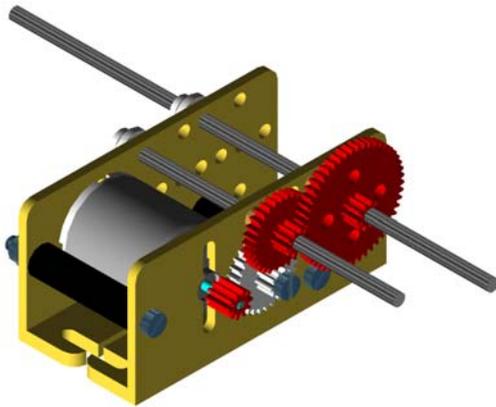
Movimiento	Velocidad	Potencia motor [W]
Elevación	43,22 [mm/s]	0,85
Traslación	8,00 [mm/s]	
Giro	3,4 [rpm]	

Tabla 5.2.2 Grados de libertad de la grúa

5.2.2. Motoreductor de elevación de la carga

Este es el motor principal de la grúa. Su eje de salida acciona directamente el tambor de enrollamiento del cable. Se encuentra situado en el extremo frontal de la contrapluma y gracias a la ayuda proporcionada por el polipasto se reduce en un 75% la fuerza que debe ejercer el motor.

Sus características técnicas están tabuladas a continuación.



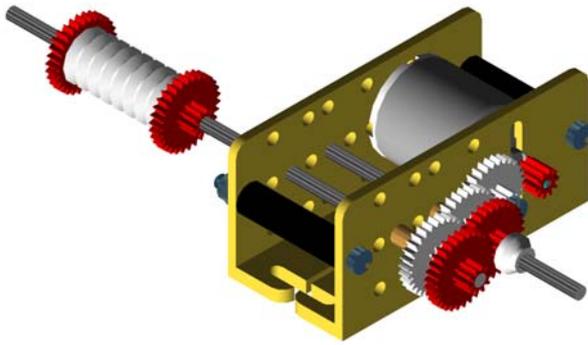
Motoreductor de elevación		
Potencia nominal	0.85	W
Par de salida	29.40	Nmm
Velocidad de entrada	12383	rpm
Velocidad de salida	275.18	rpm
Relación de transmisión	45/1	-

Figura 5.2.2 Motor de elevación de la carga

5.2.3. Motoreductor de traslación del carro

La traslación del carro debe vencer las fuerzas de rozamiento entre las ruedas del carro y en las distintas zonas de contacto del hilo de nylon. Este motor va montado en parte izquierda de la portaflecha y tiene instalado en el eje de salida un tornillo sin fin por el cual discurre el cable encargado de traccionar el carro elevador proporcionando el movimiento de avance o retroceso en función de la dirección de giro del motor.

Sus características técnicas están tabuladas a continuación.



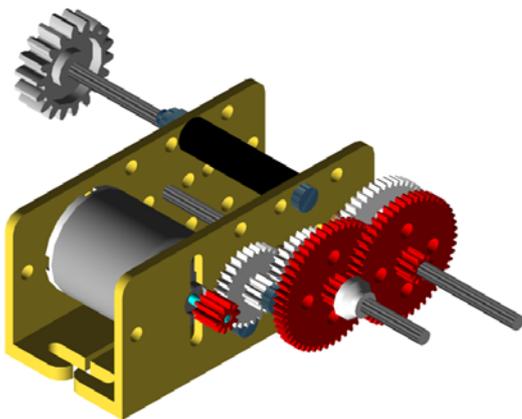
Motoreductor de translación		
Potencia nominal	0.85	W
Par de salida	412.85	Nmm
Velocidad de entrada	12383	rpm
Velocidad de salida	50.96	rpm
Relación de transmisión	243/1	-

Figura 5.2.3 Motor de translación

5.2.4. Motoreductor de giro de la grúa

Este motor dota de giro a la parte superior de la grúa. Al igual que el motoreductor de translación, va montado sobre las plataformas laterales de la portaflecha, pero a diferencia de éste, en posición vertical. De esta manera, el piñón acoplado al final del eje de salida del motoreductor acciona directamente la rueda dentada que forma parte del conjunto del eje y el rodamiento alojado en la base del cambio de sección del mástil.

Sus características técnicas están tabuladas a continuación.



Motoreductor de rotación		
Potencia nominal	0.85	W
Par de salida	2368.00	Nmm
Velocidad de entrada	12383	rpm
Velocidad de salida	11.01	rpm
Relación de transmisión	1125/1	-

Figura 5.2.4 Motor de rotación

5.3. Sistemas de cables

5.3.1. Sistema de elevación

El sistema del cable de elevación consiste en un cable fijado en el eje de salida del grupo motoreductor 1 y en el extremo superior de la pluma. Tal y como se ve en la figura 5.3.1 el cable atraviesa las poleas del carro elevador y aquellas que dan lugar al polipasto. Dependiendo del sentido de giro del motor, se consigue el movimiento de elevación o descenso.

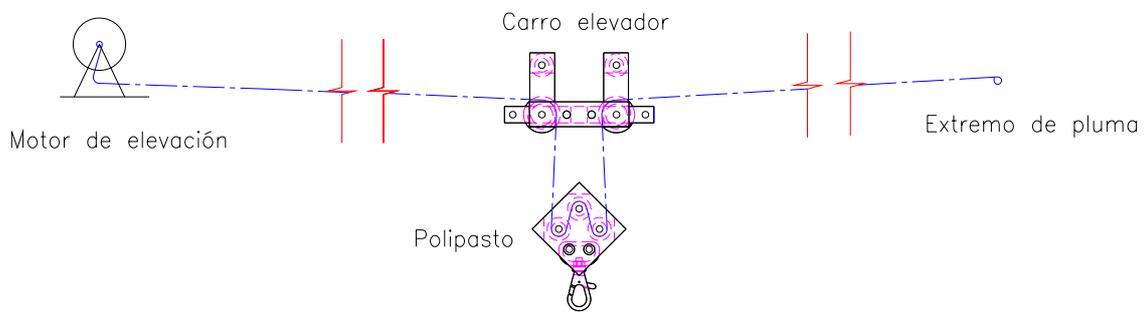


Figura 5.3.1. Sistema de cables de elevación

5.3.2. Sistema de traslación

Este es el sistema de cables que permite trasladar el carro a lo largo de la pluma (figura 5.3.2). El sistema consiste en un cable sujeto a cada extremo del carro (puntos A y L), este discurre por un tornillo sin fin (tramo GF) que es accionado por el grupo motoreductor 2. De esta manera, en función del giro del tornillo sin fin se puede mover el carro en ambos sentidos.

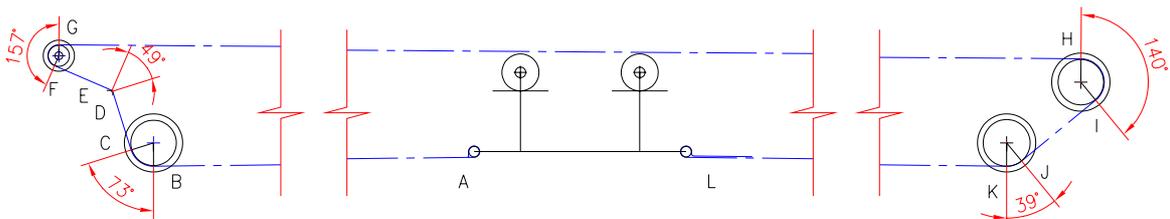
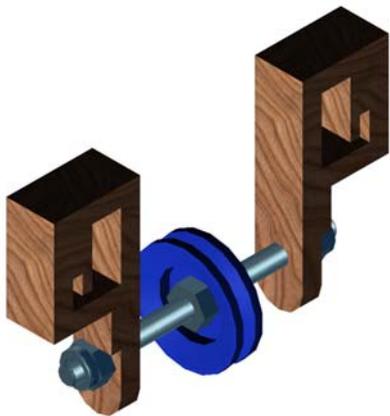


Figura 5.3.2. Sistema de cable de traslación

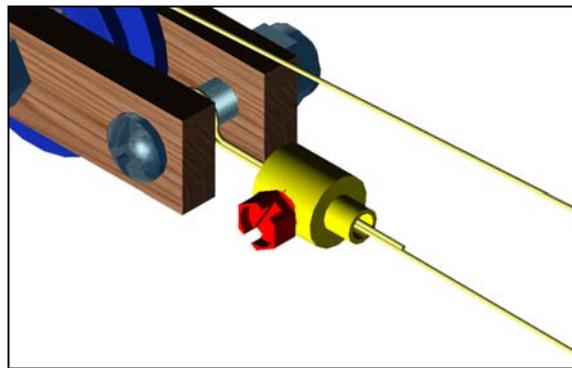
Cabe indicar que para conseguir el movimiento, se deben cumplir 2 condiciones:

- a) que el cable en los extremos del carro se encuentre en posición horizontal,
- b) que el cable se encuentre tensado lo mejor posible

Para conseguir dichos requerimientos se diseñaron unas piezas que se alojan en los cordones inferiores de la pluma para instalar una polea más en cada extremo y cumplir el requisito de posicionamiento. Además, se empleó un sujetacable en el extremo L para poder tensar el hilo nylon.



a) Posicionador de cable



b) Sujetacable

Figura 5.3.3. Elementos auxiliares del sistema de translación

5.4. Sistema de control

Para manejar los 3 motores de la grúa se ha diseñado un sistema de control por radio frecuencia el cual consta de los siguientes elementos (ver figura 5.4.1)

- PC (control remoto)
- Transmisor FM 9.6kb/s 868MHz 250m 3-12V
- Receptor FM 9.6kb/s 868MHz 250m 3-12V
- Tarjeta de adquisición de datos
- Relé MOSFET orif pasante 4pin,60V 0.15^a
- 2 Pares de baterías de 1.5 V

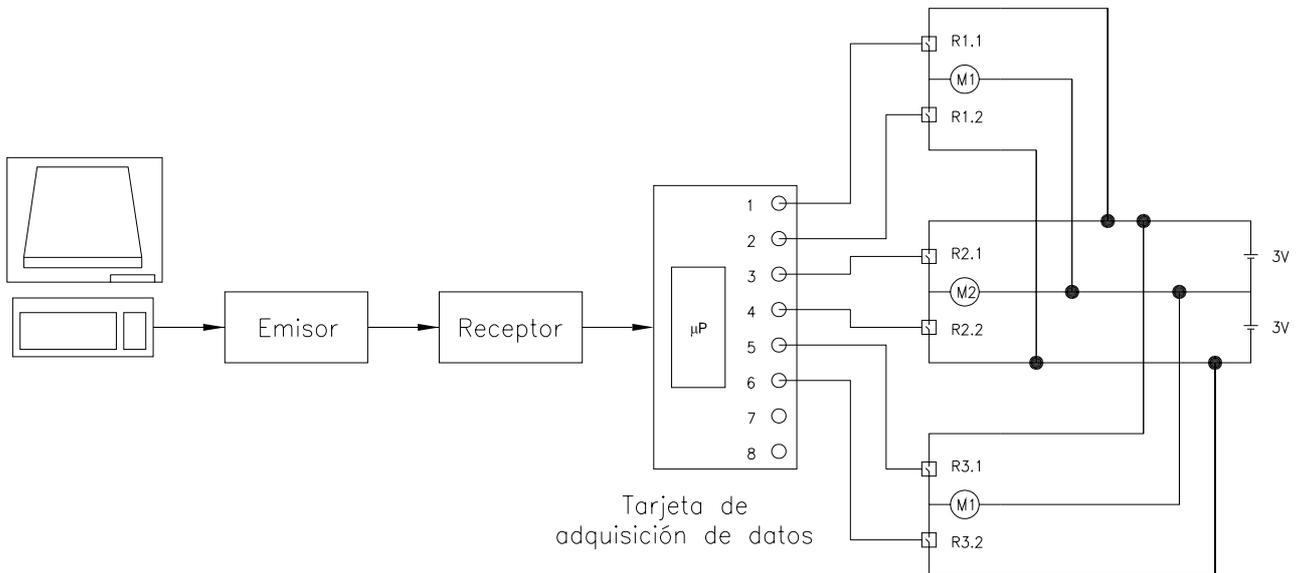


Figura 5.4.1 Esquema del sistema de control

Su principio de funcionamiento se describe a continuación:

La tarjeta de adquisición de datos es el núcleo central del sistema, consta de un programa desarrollado en C++ almacenado en su microprocesador y de las 8 salidas disponibles solo se han empleado 6, es decir 2 por cada motor, para conseguir un giro a derechas o izquierdas respectivamente. Al trabajar con electrónica digital se requiere de una señal binaria 1 o 0 para activar o desactivar una salida determinada, esta señal la envía el PC mediante el

mando de control (ver figura 5.4.2) que viaja por el transmisor y es captada por el receptor.

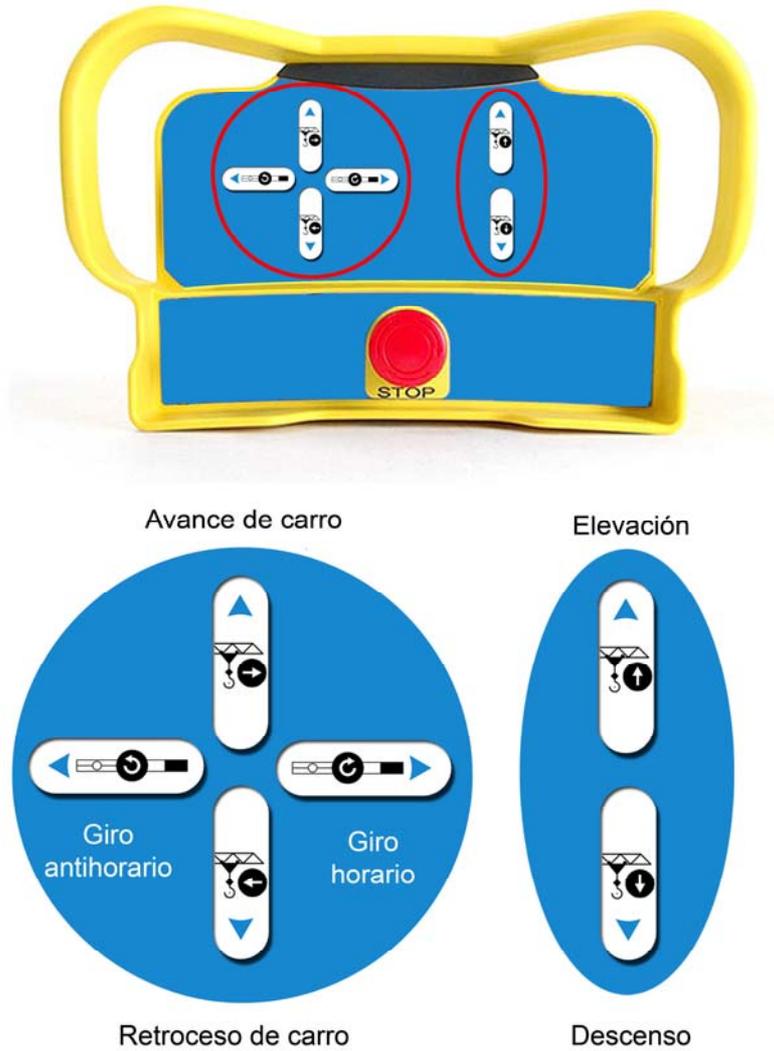


Figura 5.4.2 Pantalla de mando y detalle de los botones

Una vez que un canal es activado, este envía la señal a su respectivo relé que actúa como un interruptor cerrando su circuito asociado para que circule la corriente por el motor. Dependiendo del sentido de giro de la intensidad en la malla, el motor girará a izquierdas o derechas.

El interfaz gráfico del mando de control se ha diseñado en LabView con el objetivo de que su manejo resulte lo más fácil posible, para ello cada botón describe de manera gráfica la acción a realizar. Además, cuando un canal es activado se visualiza en la pantalla el triángulo superior del botón en cuestión de color verde y si se desea detener el movimiento, se debe volver a pulsar el botón con lo cual el triángulo cambia a un color rojo.

6. Conclusiones y trabajos futuros

En la realización de este proyecto se ha conjugado el binomio teoría y práctica desde el punto conceptual del diseño y la experiencia de la fabricación obteniendo como resultado un prototipo conforme a las especificaciones buscadas. A su vez en esta grúa confluyeron gran parte de las ramas de la carrera de ingeniería industrial, pasando por la selección de materiales, el cálculo estructural, la mecánica de máquinas, el control electrónico y la gestión de proyectos.

También se pone de manifiesto la importancia de las herramientas CAD/CAE que han facilitado el trabajo del ingeniero aunque estas deberán ser usadas siempre con el criterio proporcionado por un buen conocimiento de los fundamentos teóricos.

Queda patetente que la limitación de materiales impuesta para la elaboración del proyecto por una parte condiciona las posibles soluciones constructivas pero a su vez estimula el ingenio para buscar nuevas alternativas. A manera de ejercicio para ejercitar la perspicacia del alumno de una forma didáctica y participativa deberían seguir apoyando iniciativas como el concurso de grúas.

Por último, el hecho de poder desarrollar un proyecto de carácter práctico como este ha permitido constatar las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto, empezando desde su conceptualización, pasando por el desarrollo y en el momento de la defensa, sería su equivalente al lanzamiento al mercado.

En cuanto a los trabajos futuros, sería interesante realizar las siguientes tareas:

- Incluir una fase experimental para medir las deformaciones mediante galgas extensiométricas y así corroborar los resultados de la modelización.
- Análisis estructural FEM para optimizar la estructura de la grúa y estudiar la influencia de las discontinuidades provocadas por la fabricación de los perfiles modulares.
- Dotar de sistemas de seguridad como un detector de final de carrera para el carro elevador o un limitador de carga para garantizar el correcto uso de la grúa.
- Ponerse en contacto con una empresa de juguetes didácticos y comercializar el producto, donde el modelo de negocio constaría de un kit con todos los materiales empleados y las instrucciones de fabricación y montaje para que el cliente sea el encargado de ensamblar el producto.

7. Agradecimientos

Con este proyecto concluye una etapa más de la vida estudiantil y es el momento adecuado para recapitular estos últimos cinco años, tiempo en el cual he tenido la oportunidad de conocer y/o compartir experiencias con personas que me han ayudado de alguna manera a dar forma a esta aventura y es por eso que quisiera aprovechar este espacio para dedicarles a todas ellas un par de palabras.

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Manuel y Rosita, por brindarme todo su apoyo y confianza al proponerles en su día la idea disparatada de estudiar en el extranjero, a ellos que, a pesar de la distancia, han estado pendientes de mi caminar y han compartido todas las peripecias que he sorteado en tierras ibéricas. Ahora que está por culminar la etapa de sembrar, anhelo compartir con ustedes los frutos de la cosecha.

Si antes he mencionado a la familia en Quito, ahora es turno de quienes han sido mi núcleo en Madrid, comenzando por Moisés y David, que además de incluirme en su hogar me han enseñado los rincones de España desde su perspectiva particular, que solo es posible gracias a sus continuas locuras y viajes. En este grupo también quiero incluir a Marga Temprano y a la familia Galarza Heredero, por estar siempre pendientes de mi evolución académica/ personal y en especial por brindarme apoyo y consejo cuando lo necesité.

A Natalia Ruiz, compañera, cómplice y partícipe durante la etapa universitaria, por las múltiples travesuras y travesías que me enseñaron que hay vida más allá de la biblioteca.

En el ámbito académico, quiero dar las gracias al profesor Jesús San Martín, de la EUITI UPM, por invitarme a formar parte de su grupo de trabajo y en especial por su colaboración cada vez que he solicitado becas.

Mención especial se merece la Fundación Romanillos, que gracias a su programa de becas para estudiantes con pocos recursos económicos me ha ayudado a solventar en gran parte los gastos derivados de mi formación en los últimos tres años.

Respecto a la etapa en la Universidad Carlos III, deseo mencionar a los protagonistas que hicieron posible la elaboración de este proyecto, entre ellos se encuentran:

- Delegación de Alumnos, por organizar el 1er Concurso Nacional de Palos de Helado, ya que nos brindaron la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera de una manera divertida y original.

- Israel Cantuta, compañero de batallas y gran amigo, ya que sin su colaboración e ideas la tarea de “pegar palitos” no hubiese sido tan entretenida.

- El departamento de Electrónica y en especial al profesor Carlos Marcos Lucas, no solo por su inestimable ayuda en el desarrollo del sistema de control de la grúa, sino por su calidad humana y cercanía con el alumnado para abordar las “queridas” prácticas de Electrónica 2.

- José Luis Pérez Díaz, por enseñar a percibir de otra manera el mundo que nos rodea e inculcar la pasión por la Astronomía y en especial por aceptar dirigir este proyecto.

Y a ti, estimado lector, que te has tomado el tiempo de leer estas palabras.

8. Bibliografía

- **Grúas Torre (Documentación)**
- MENENDEZ GONZALEZ, Miguel *Ángel*, **Manual para la formación de operadores de grúa torre**, Valladolid, Ed. Lex Nova, 2008, ISBN: 9788498980134
- MIRAVETE, Antonio, **Los transportes en la Ingeniería Industrial**, Zaragoza, Ed. Universidad de Zaragoza, 1998, ISBN: 849213495X
- INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S.L., **Operador de Grúas Torre**, Ed. Innovación y Cualificación, Málaga, 2004, ISBN:978-84-96401-19-8
- COSTA CENTENA, *Joaquín*, **Diseño de una grúa automontable de 8.000 N y 22 m de flecha**, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, Barcelona, 2004.
- Fundación Laboral de la Construcción
- <http://www.fundacionlaboral.org>

- **Resistencia de materiales**
- ORTIZ BERROCAL, L. **Resistencia de Materiales**, 3era edición, Madrid, McGraw-Hill, 2007, ISBN: 9788448156336
- **Diseño Mecánico**
- SHIGLEY, Joseph, **Diseño en ingeniería mecánica**, Madrid, Ed. McGraw-Hill, 2002, ISBN: 9701036468
- NORTON, Robert, **Diseño de máquinas**, Madrid, Ed. Pearson Prentice Hall, 1999, ISBN: 9701702573
- LARBURU A., Nicolás, **Máquinas, prontuario : técnicas, máquinas, herramientas**, 13^{era} edición, Madrid: Ed. Paraninfo, 2001, ISBN 8428319685
- **Electrónica**
- SEDRA, Adel , **Circuitos microelectrónicos**, Madrid, Ed. McGraw-Hill, 2006, ISBN: 9701054725.
- **Expresión Gráfica**
- CALANDIN CERVIGÓN, Emilio, **Dibujo industrial I. Normalización**, Madrid: Ed. Tebar Flores, 1987, ISBN 8473600843
- AURIA APILLUELO, José M., **Dibujo industrial : conjuntos y despieces**, Madrid: Ed. Paraninfo, 2000, ISBN 8428327297

- PÉREZ DÍAZ, José Luis, *Expresión gráfica en la ingeniería : introducción al dibujo industrial*, Madrid, Ed. Pearson, 2006, ISBN: 8420550906
- **Estudio de seguridad y salud**
 - Prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción, Generalidad de Cataluña
 - http://www.gencat.cat/treball/departament/centre_documentacio/publicacions/seguretat_salut_laboral/guies/lilibres/construccio_accessible/index_esp.htm
 - Guía: Gestión Preventiva de maquinaria,
 - http://www.fiab.es/archivos/documentoAutor/documentoautor_20090312043318.pdf
 - Recomendaciones de seguridad para la prevención de riesgos laborales en taladros
 - <http://www.uji.es/bin/serveis/prev/docum/notas/trepants.pdf>
 - Manual de seguridad para operaciones en actividades electrónicas
 - <http://www.sprl.upv.es/mselectronica1.htm#p1>
- **Normativa empleada**
 - Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE-M Seguridad Estructural Madera, 2009
 - UNE EN 408 Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas.

- UNE 58132-2:2000 Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 2: Solicitaciones y casos de sollicitaciones que deben intervenir en el cálculo de las estructuras y de los mecanismos.
- EN 71-1:2005, Seguridad de los juguetes. Parte 1: Propiedades mecánicas y físicas
- UNE 93020:2000 IN, Seguridad de los juguetes. Guía de aplicación de la Norma UNE-EN 71-1.

- **Catálogos**

- Grúas Liebherr <http://www.liebherr.com>
- Rodamientos SKF <http://www.skf.es>
- Material didáctico OPITEC S.A <http://www.opitec.es>
- Empresa de cordeles Fibercod <http://www.fibercord.es>
- RS, distribuidor de material electrónico <http://es.rs-online.com/web/>
- Base de datos CAD <http://www.solidcomponents.com>
- Empresa de resortes Lesjöfors <http://www.lesjoforsab.com>
- Empresa de resortes Leespring <http://www.leespring.com>

	Ref. Documento	Cálculo de componentes	Hoja	1 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

A.- Cálculo de componentes

Índice

1. Cálculo del contrapeso	3
2. Selección de grupos motoredutores	6
2.1. Movimiento de Elevación	11
2.2. Movimiento de Translación	12
2.3. Movimiento de Rotación.....	15
2.3.1. Introducción.....	15
2.3.2. Selección del rodamiento.....	15
2.4. Resumen.....	23
3. Solicitaciones horizontales	24
3.1. Debido al movimiento de elevación de la carga.....	25
3.2. Debido al movimiento de translación de la carga.....	26
3.3. Fuerza centrífuga	27
4. Cálculo estructural	28
4.1. Datos de geometría básica	28
4.1.1. Nomenclatura a utilizar.....	29
4.2. Cargas	33
4.2.1. Solicitaciones estáticas [S_G].....	33
4.2.2. Solicitaciones dinámicas verticales [S_L].....	33
4.2.3. Solicitaciones dinámicas horizontales [S_H]	33
4.3. Combinación de cargas	35
4.3.1. Coeficientes de seguridad parciales	35
4.3.2. Combinaciones E.L.U.....	35
4.3.3. Combinación de E.S.....	35
4.4. Secciones	36

	Ref. Documento	Cálculo de componentes	Hoja	2 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.5.	Análisis global	37
4.5.1.	Estados límite de servicio.....	37
4.5.2.	Estados límite último:	38
4.6.	Verificación	41
4.6.1.	Barra articulada	42
4.6.2.	Barra reticulada	44
4.7.	Deformaciones	48
4.7.1.	Desplazamientos verticales.....	49
4.7.2.	Desplazamientos horizontales	50

	Ref. Documento	A1_Cálculo de contrapeso	Hoja	3 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

1. Cálculo del contrapeso

Alcance

Este documento describe el criterio empleado para determinar la carga destinada a actuar como contrapeso de la grúa tipo pluma a diseñar

Incluye los siguientes cálculos:

- pre-análisis estático de la estructura
- cálculo numérico del contrapeso

Desarrollo

Para seleccionar el valor del contrapeso Q_{cp} se empleó como criterio de diseño que el momento generado por su tara compense la mitad del momento creado por la carga útil Q y la pluma Q_p .

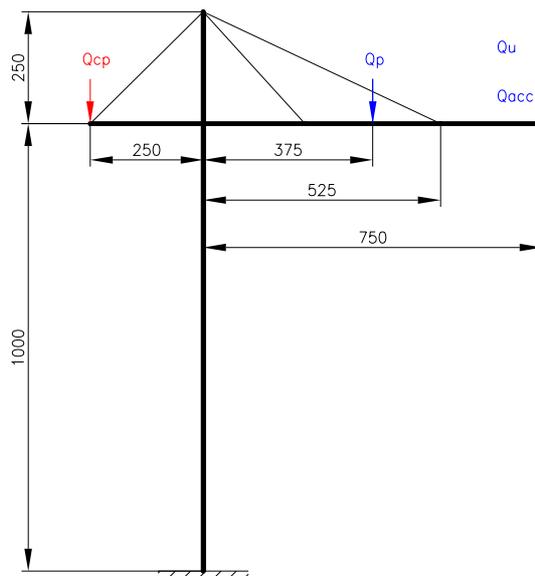


Figura A1.1: Distancias empleadas para el cálculo del contrapeso

Ref. Documento	A1_Cálculo de contrapeso	Hoja	4 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

$$Q_{cp} \cdot d_{cp} = Q_p \cdot d_{cdg-p} + \left(Q_{acc} + \frac{1}{2} Q \right) \cdot d_p \quad (A.1.1)$$

Se procede a calcular el momento flector en la base del mástil para una carga genérica Q_i

$$M_f = Q_p \cdot d_{cdg-p} + \left(Q_{acc} + \frac{1}{2} Q_i \right) \cdot d_p - Q_{cp} \cdot d_{cp} \quad (A.1.2)$$

Reemplazando la ecuación (1) en (2)

$$M_f = Q_p \cdot d_{cdg-p} + \left(Q_{acc} + \frac{1}{2} Q_i \right) \cdot d_p - \left[Q_p \cdot d_{cdg-p} + \left(Q_{acc} + \frac{1}{2} Q \right) \cdot d_p \right]$$

$$M_f = \left(Q_i - \frac{1}{2} Q \right) \cdot d_p \quad (A.1.3)$$

De esta manera se consigue que el momento flector en la base del mástil tenga el mismo valor (en módulo) en las situaciones más desfavorables que son

a) sin carga: $Q_i = 0$ $M_f|_{Q_i=0} = -\frac{1}{2} Q \cdot d_p$

b) con carga: $Q_i = Q$ $M_f|_{Q_i=Q} = \frac{1}{2} Q \cdot d_p$

	Ref. Documento	A1_Cálculo de contrapeso	Hoja	5 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Una vez justificado el criterio de diseño y reemplazando los valores numéricos de la ecuación (1) se procede a calcular el valor del contrapeso.

$$Q_{cp} = \frac{Q_p \cdot d_{cdg-p} + \left(Q_{acc} + \frac{1}{2} Q \right) \cdot d_p}{d_{cp}}$$

$$= 0,39 \frac{0,75}{2 \cdot 0,25} + \left(0,13 + \frac{0,2}{3} + \frac{1}{2} \right) \frac{0,75}{0,25}$$

$$Q_{cp} = 2,675 \text{ [kg]}$$

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoredutores	Hoja	6 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

2. Selección de grupos motoredutores

Alcance

Este documento describe el criterio empleado para seleccionar los grupos motoredutores encargados de accionar los movimientos de la grúa tipo pluma.

Incluye los siguientes cálculos:

- Selección del punto de funcionamiento del motor DC
- Selección del tipo de reducción para cada motor
- Selección del tipo de rodamiento para el movimiento de rotación

Desarrollo

Para dotar de los grados de libertad de los que dispone la grúa se emplearon tres grupos motoredutores independientes, cada uno accionado por un motor eléctrico DC modelo *RE140-2270/38*.

Para seleccionar según un criterio científico un motor para el proyecto se siguieron los siguientes pasos:

1) Definir tentativamente el voltaje y la fuente de alimentación DC en función de los requerimientos de potencia de la aplicación, sea de pilas a seco (alta o mediana resistencia interna) o recargables (para baja o bajísima resistencia interna), y por lo tanto adecuada para el manejo de fuertes corrientes instantáneas.

2) Utilizando las curvas características del motor a un dato voltaje, se debe seleccionar el modelo cuyas prestaciones se acerquen a la más *alta eficiencia*

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoredutores	Hoja	7 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

en RPM (revoluciones por minuto), drenaje de corriente y par, con el fin de conseguir el mejor parecido con los requerimientos del diseño.

3) Montando el motor en un prototipo del dispositivo a diseñar se comprueba, bajo carga, si efectivamente el consumo de corriente corresponde al punto de más alta eficiencia que aparece en la curva característica.

En vista de los pasos anteriores, y a partir de las curvas características proporcionadas por el fabricante, se seleccionaron los siguientes parámetros de diseño.

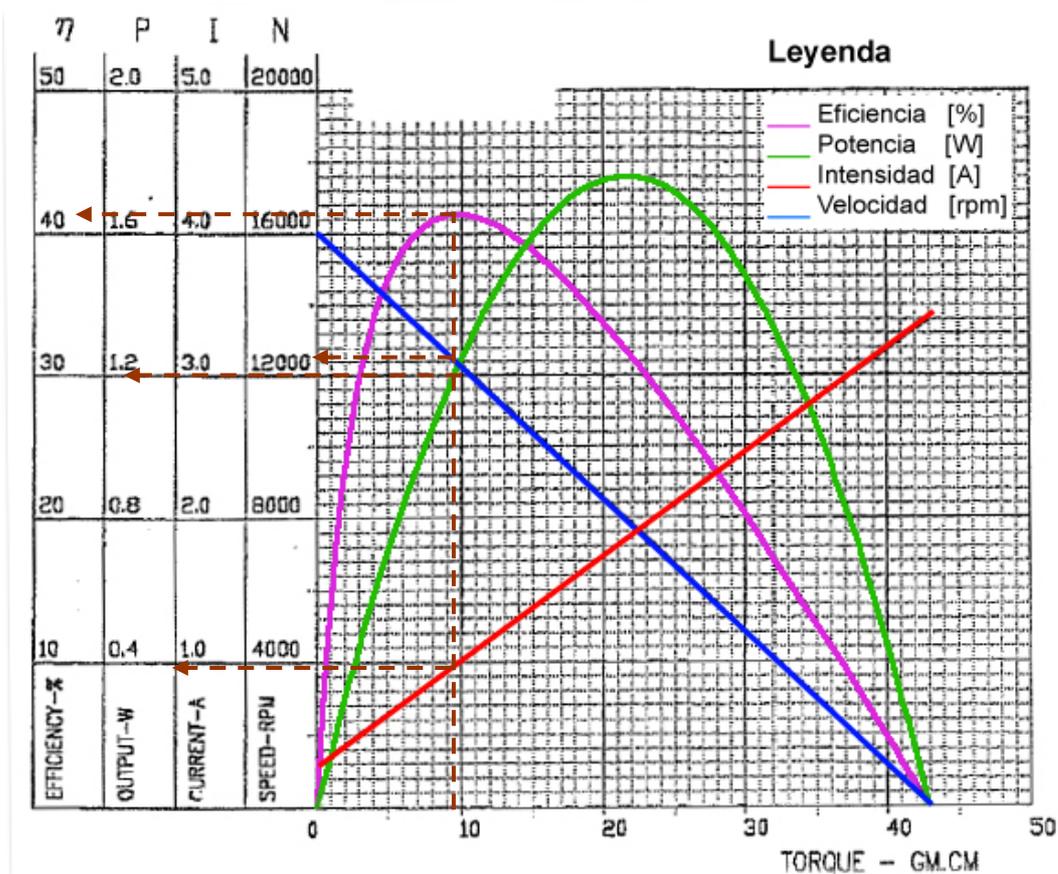


Figura. A2.1 - Curvas características del motor R140

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	8 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

Motor: RE140-2270/38		
Tensión:	3	[V]
Fuente:	Pilas de 1,5	[V]
Prestaciones a máxima eficiencia		
Eficiencia:	41,44	%
Velocidad:	12383	rpm
Torque:	9,7	g.cm
Intensidad:	0,993	A
Potencia:	1,234	W

Tabla A2.1 Parámetros seleccionados del Motor RE140

La siguiente cuestión a resolver, una vez determinado el punto de funcionamiento del motor, fue la selección de la relación de transmisión adecuada para cada grupo motoreductor dentro de las siguientes posibilidades.

Relaciones de transmisión					
[X:1]					
45	125	243	625	1125	3125

Tabla A2.2 Gama de relaciones de transmisión del kit motoreductor

Se define potencia (P) como el producto de la fuerza (F) por su velocidad (v). Son datos del motor tanto P , su velocidad (en rpm), como el radio (r) del eje de salida, por lo cual el objetivo es determinar la fuerza disponible al final del sistema para una relación de transmisión (i) dada.

Nota: Los subíndices i y o hacen referencia a la entrada (input) y salida (output) respectivamente.

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoredutores	Hoja	9 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

$$P_o = F_o \cdot v_o$$

$$F_o = \frac{P_o}{v_o} \quad \text{donde} \quad v = w \cdot r$$

$$= \frac{P_o}{w_o \cdot r_o} \quad w_o = \frac{w_i}{i}$$

$$= \frac{i \cdot P_o}{w_i \cdot r_o} \quad P_o = \eta_{total} \cdot P_i$$

$$F_o = \frac{i \cdot \eta_{total} \cdot P_o}{w_i \cdot r_o} \quad [A2.1]$$

Para calcular el rendimiento total (η_{total}), se tuvo en cuenta los rendimientos individuales de elementos que conforman el sistema. La siguiente gráfica resume el flujo de potencia.

$$\eta_{total} = \prod_{i=1}^n \eta_i \quad [A2.2]$$

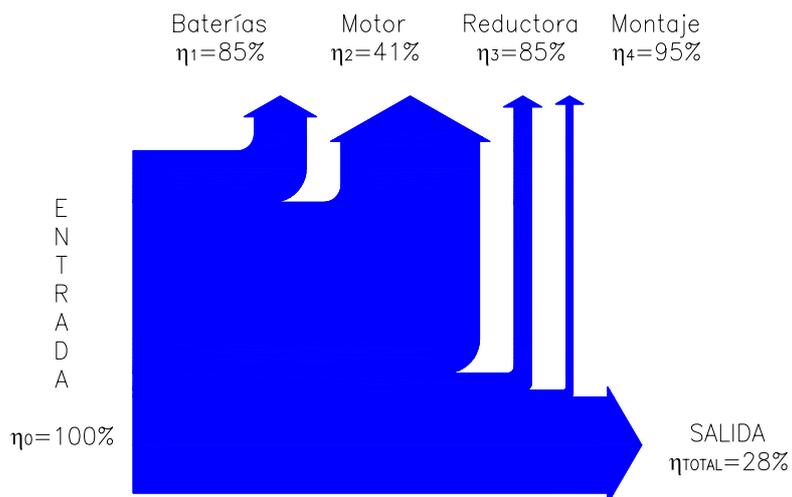


Figura. A2.2 Flujo de potencia en el sistema del motoreductor

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	10 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Reemplazando los valores numéricos, se obtiene la siguiente tabla con los valores de fuerza y potencia a la salida para una relación de transmisión dada. A partir de la información que esta contiene, se procede a seleccionar las reducciones en función de los parámetros de diseño.

rpm entrada	reducción [X:1]	rpm salida	ω_o [rad/s]	r_o [mm]	v_o [mm/s]	F_o		P_o [W]
						[N]	[kgf]	
12383	45	275,18	28,82	1,5	43,22	19,60	2,00	0,85
	125	99,06	10,37		15,56	54,45	5,55	
	243	50,96	5,34		8,00	105,86	10,79	
	625	19,81	2,07		3,11	272,26	27,75	
	1125	11,01	1,15		1,73	490,07	49,96	
	3125	3,96	0,41		0,62	1361,31	138,77	

Tabla A2.3 Fuerza y Potencia a la salida en función de la relación de transmisión

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoredutores	Hoja	11 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

2.1. Movimiento de Elevación

Para seleccionar el grupo motoreductor 1 encargado de dotar del movimiento de elevación de la carga del sistema se debe cumplir la siguiente condición (en términos de potencia)

$$P_{motor} \geq P_{elevación} \quad [A2.1.1]$$

La potencia de elevación se define como

$$P_{elevación} = \frac{G_2 \cdot v}{4500 \cdot \eta} \quad [CV] \quad [A2.1.2]$$

Donde G_2 : carga + accesorios [daN]

V : velocidad [m/min]

η : rendimiento mecánico

Se realizan los cálculos para una relación de transmisión **45:1**

$$P_{elevación} = \frac{(0,5 + 0,005 + 0,005 + 0,001) \cdot 43,22 \frac{60}{1000}}{4500 \cdot 0,2811} \quad [CV]$$

$$= 1,047 \times 10^{-3} \quad [CV]$$

$$P_{elevación} = 0,7811 \quad [W]$$

Se regresa a la comprobación y se da por buena la selección.

$$P_{motor} \geq P_{elevación}$$

$$0,85 \geq 0,78$$

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoredutores	Hoja	12 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

2.2. Movimiento de Translación

Para seleccionar el grupo motoreductor 2, encargado de dotar del movimiento de translación del sistema compuesto por el carro elevador y el grupo motoreductor 1, se debe cumplir la siguiente condición.

$$P_{motor} \geq P_{translación} \quad [A2.2.1]$$

Para ello, cabe indicar que el movimiento horizontal del carro elevador se consigue mediante la tracción de un cable atado a cada uno de sus extremos. El arrastre del cordón de hilo de nylon se obtiene gracias al giro de un tornillo sin fin que gira solidaria al eje de salida del grupo motoreductor 2.

Para determinar las tensiones en los ramales del cordón se empleó la formulación de Euler.

$$T_1 = T_2 + F_R \quad [A2.2.2]$$

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\varphi} \quad [A2.2.3]$$

donde μ : coeficiente de rozamiento (tornillo sinfín de plástico, cable nylon)
 φ : ángulo de arrollamiento

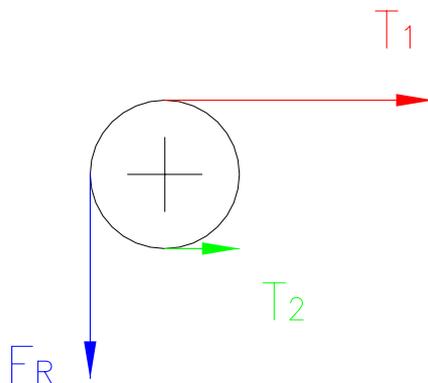


Figura A2.3 Diagrama de cuerpo libre de una polea

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	13 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

Para obtener el valor de T_2 se realizó el diagrama de sólido libre del carro elevador, representado a continuación

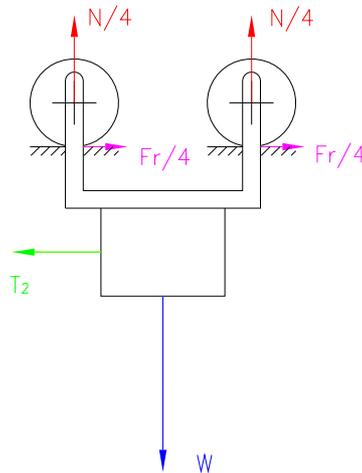


Figura A2.4. Diagrama de cuerpo libre del carro elevador

Bajo la hipótesis de que el carro elevador se traslada a velocidad constante, se procedió a realizar el equilibrio tanto en dirección y como en x

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N &= m \cdot g \\ &= (0,2 + 1,011) \cdot 9,81 \\ N &= 11,88 \quad [N]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ T_2 &= F_{R(madera-plástico)} \\ &= \mu_{mad-plast} \cdot N \\ &= 0,388 \cdot 11,88 \\ T_2 &= 4,61 \quad [N]\end{aligned}$$

Una vez determinado el valor del ramal T_2 , con los siguientes datos, se aplicaron las ecuaciones de Euler.

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	14 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Datos: $\mu_{\text{nylon-superf. rugosa}}: 0,6$
 $\varphi: 157^\circ$ [rad]

$$\begin{aligned}
 T_1 &= T_2 \cdot e^{\mu\varphi} \\
 &= T_2 \cdot e^{0,6 \cdot \frac{157}{180}\pi} \\
 T_1 &= 5.176 \cdot T_2
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 F_R &= T_1 - T_2 \\
 F_R &= 4.172 \cdot T_2
 \end{aligned}$$

$ \begin{aligned} T_1 &= 23.84 \\ T_2 &= 4,61 \\ F_R &= 19.23 \end{aligned} \quad [N] $

Al ser conocido el valor de T_1 , se procedió a calcular la potencia de translación que transmite el tornillo sin fin al cable con un rendimiento mecánico del 70% que engloba las pérdidas por rozamiento en todo el sistema, ya que las poleas carecen de rodamientos. Para ello se seleccionó una relación de **243:1**

$$P_{\text{translación}} = \frac{M_t \cdot \omega}{\eta} \quad [\text{A2.2.4}]$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{T_1 \cdot r_{\text{sin fin}} \cdot \omega}{\eta} \\
 &= \frac{23.84 \cdot 4 \cdot 5,34}{0,70 \cdot 1000}
 \end{aligned}$$

$$P_{\text{translación}} = 0,73 \quad [W]$$

Se regresa a la comprobación y se da por buena la selección.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{motor}} &\geq P_{\text{translación}} \\
 0,85 &\geq 0,73
 \end{aligned}$$

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	15 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

2.3. Movimiento de Rotación

2.3.1. Introducción

Para obtener el movimiento de rotación del conjunto formado por la pluma, portaflecha y contrapeso, se emplea un 3er grupo motoreductor con un piñón que gira solidario al eje de salida. Este último elemento es el encargado de transmitir una fuerza tangencial F_t a un engranaje montado sobre un eje en apriete con la parte móvil de un rodamiento.

Los elementos a seleccionar para este diseño fueron:

- a) rodamiento
- b) relación de reducción.

2.3.2. Selección del rodamiento

Para diseñar una disposición de rodamientos es necesario:

- seleccionar un tipo de rodamiento adecuado y
- determinar un tamaño de rodamiento adecuado,

Cada decisión individual afecta el rendimiento, la fiabilidad y la rentabilidad de la disposición de rodamientos.

Para ello, se compararon como posibles opciones un rodamiento de contacto angular frente a uno de rodillos cónicos mediante el empleo de una matriz orientativa disponible en la página web de SKF, asignando una calificación numérica para tener un criterio cuantitativo de selección.

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	16 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Rodamiento		Característica					Calificación
		8	9	12	14	17	
de contacto angular		+	+	+	+	+	14
rodillos cónicos		+++ ←	-	++	+	+++ ←	14

Número	Característica	Leyenda		Calificación
8	Carga Combinada	+++	excelente	4
9	Momentos	++	bueno	3
12	Alta rigidez	+	aceptable	2
14	Baja fricción	-	pobre	1
17	Disposición de rodamiento fijo	--	indadecuado	0
		←	simple efecto	x 1
		←→	doble efecto	x 2

Tabla A2.4 Comparación de características entre rodamientos de tipo angular y cónico

En vista de que el resultado numérico fue idéntico para ambos candidatos, se optó por seleccionar la opción más económica, siendo el rodamiento de rodillos cónico el elemento escogido.

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	17 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

a) Rodamiento de contacto angular

Características del diseño

Los rodamientos de rodillos cónicos tienen los rodillos dispuestos entre unos caminos de rodadura cónicos en los aros interior y exterior. Al prolongar las superficies cónicas de ambos caminos de rodadura, convergen sobre un mismo punto en el eje del rodamiento. Su diseño hace que los rodamientos de rodillos cónicos sean especialmente adecuados para soportar cargas combinadas (radiales y axiales). Su capacidad de carga axial viene determinada en gran medida por el ángulo de contacto (fig A2.5); cuanto mayor sea este ángulo, mayor será la capacidad de carga axial (fig A2.6).

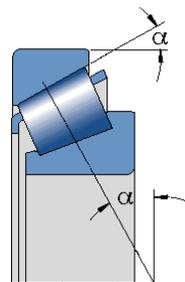


Figura. A2.5 Ángulo de contacto de un rodamiento cónico

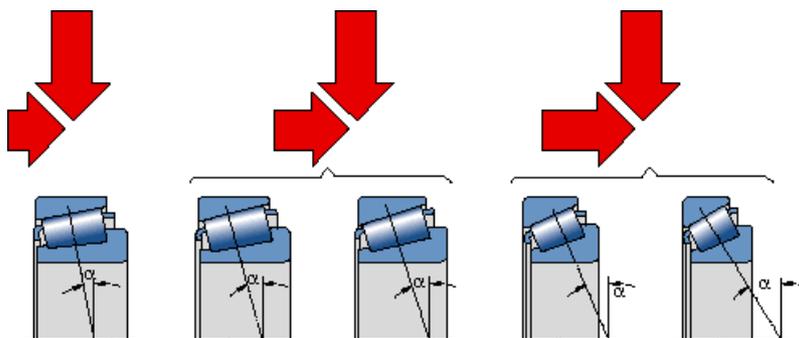


Figura A2.6. Influencia de la fuerza axial y radial en función del ángulo de contacto

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	18 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Como se ha comentado anteriormente, los rodamientos de rodillos cónicos suelen ser de diseño desarmable, es decir, el cono que consta de aro interior, rodillos y jaula, forman una unidad que puede montarse por separado del aro exterior (copa).

A continuación se prueba con el rodamiento de rodillos cónicos **30302 J2** y una relación de transmisión **1125:1**

Carga dinámica equivalente

Ésta se define como la carga hipotética constante en magnitud y dirección que si actuara radialmente sobre un rodamiento radial o axialmente y centrada sobre un rodamiento axial, tendría el mismo efecto sobre la vida del rodamiento que las cargas reales a las cuales está sometido dicho rodamiento.

Para rodamientos de rodillos cónicos se obtiene con la siguiente ecuación

$$P = F_r \quad \text{cuando} \quad \frac{F_a}{F_r} \leq e \quad [\text{A2.3.1}]$$

$$P = 0,4 \cdot F_r + YF_a \quad \text{cuando} \quad \frac{F_a}{F_r} > e \quad [\text{A2.3.2}]$$

Los valores de los factores de cálculo se muestran en las tablas de rodamientos.

Datos:

$$F_a = 0,030 \quad [\text{kN}] \quad e = 0,28$$

$$F_r = 0,0735 \quad [\text{kN}] \quad Y = 2,1$$

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	19 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

$$P = 0,4 \cdot F_r + YF_a \quad \text{cuando} \quad \frac{F_a}{F_r} > e$$

$$P = 0,4 \cdot 73,5 + 2,1 \cdot 30 \quad \frac{30}{73,5} > 0,28$$

$$P = 92 \quad [N] \quad 0,41 > 0,28$$

Carga estática equivalente

Ésta se define como la carga hipotética (radial para los rodamientos radiales y axial para los rodamientos axiales) que, de ser aplicada, causaría en el rodamiento la misma carga máxima sobre los elementos rodantes que las cargas reales.

Para rodamientos de bolas con cuatro puntos de contacto cargados estáticamente se obtiene con la siguiente ecuación

$$P_0 = 0,5 \cdot F_r + Y_0 F_a \quad [A2.3.3]$$

Cuando $P_0 < F_r$, se toma $P_0 = F_r$. El valor del factor de cálculo Y_0 se muestra en las tablas de rodamientos.

Datos:

$$Y_0 = 1,1$$

$$\begin{aligned} P_0 &= 0,5 \cdot F_r + Y_0 F_a \\ &= 0,5 \cdot 73,5 + 1,1 \cdot 30 \end{aligned}$$

$$P_0 = 69,5 \quad [N]$$

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	20 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Selección del rodamiento utilizando la capacidad de carga estática

Para la aplicación de la grúa torre a diseñar el tamaño del rodamiento se ha seleccionado en base a su capacidad de carga estática C_0 y no en base a la vida del rodamiento ya que se presentaron las siguientes condiciones en su funcionamiento:

- es estacionario
- está sometido a cargas continuas o intermitentes (de choque).
- efectúa lentos movimientos de oscilación o alineación bajo carga.
- gira bajo carga a velocidades muy bajas ($n < 10$ rpm) y sólo se necesita alcanzar una vida corta (en este caso, la ecuación de la vida para una determinada carga equivalente P daría una capacidad de carga dinámica C requerida tan baja que el rodamiento seleccionado en base a esta fórmula estaría sometido a una sobrecarga durante su funcionamiento).

En todos estos casos, la capacidad de carga permisible para el rodamiento no está determinada por la fatiga del material, sino por la deformación permanente del camino de rodadura originada por la carga. Las cargas que actúan sobre un rodamiento estacionario, o sobre un rodamiento que efectúa lentos movimientos de oscilación, así como las cargas de choque que actúan sobre un rodamiento giratorio, pueden producir superficies aplanadas en los elementos rodantes y a indentaciones en los caminos de rodadura. Estas indentaciones pueden estar distribuidas irregularmente sobre el camino de rodadura o uniformemente en las posiciones de los elementos rodantes. Si la carga actúa durante varias revoluciones del rodamiento, la deformación se distribuirá por igual por todo el camino de rodadura. Las deformaciones permanentes originadas en el rodamiento pueden dar lugar a vibraciones, ruidos durante el funcionamiento y a una mayor fricción. También es posible que aumente el juego interno o que se produzcan cambios en el ajuste.

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	21 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Estos cambios perjudicarán en mayor o menor medida el rendimiento del rodamiento dependiendo de las exigencias de cada aplicación particular. Por tanto, es necesario garantizar que no se produzcan deformaciones permanentes o que éstas sean muy pequeñas, y para conseguirlo se deberá seleccionar un rodamiento que tenga una capacidad de carga estática lo suficientemente elevada para satisfacer uno de los siguientes requisitos:

- alta fiabilidad,
- funcionamiento silencioso (por ejemplo, en motores eléctricos),
- funcionamiento sin vibraciones (por ejemplo, en máquinas herramienta),
- baja fricción de arranque bajo carga (por ejemplo, en grúas).
- par de fricción constante del rodamiento (por ejemplo, en aparatos de medición y de realización de pruebas),

Cuando el tamaño del rodamiento requerido se determina en base a la capacidad de carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 que representa la relación entre la capacidad de carga estática C_0 y la carga estática equivalente P_0 para calcular la capacidad de carga estática requerida.

Factor de seguridad

$$S_0 = \frac{C_0}{P_0} \quad [A2.3.4]$$

$$= \frac{20}{0,284}$$

$$S_0 = 70,42$$

	Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	22 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Par de arranque

El par de arranque de un rodamiento se define como el momento que debe vencer el rodamiento para poder empezar a girar partiendo de un estado estacionario. A una temperatura ambiente normal de +20 a +30 °C, comenzando a una velocidad cero y con $\mu_{sl} = \mu_{bl}$, el par de arranque se puede calcular usando únicamente el momento de fricción por deslizamiento y el momento de fricción de las obturaciones, en caso de que las haya. Por tanto

$$M_{start} = M_{sl} + M_{seal} \quad [A2.3.5]$$

donde

M_{start} = momento de fricción de arranque, Nmm

M_{sl} = momento de fricción deslizante, Nmm

M_{seal} = momento de fricción de las obturaciones, Nmm

$$M_{sl} = \mu_{sl} \cdot G_{sl} \quad [A2.3.6]$$

donde

M_{sl} = momento de fricción por deslizamiento, Nmm

G_{sl} = variable que depende del

- tipo de rodamiento
- el diámetro medio del rodamiento $d_m = 0,5(d + D)$, mm
- la carga radial F_r , N
- la carga axial F_a , N

μ_{sl} = coeficiente de fricción por deslizamiento,

- que se puede establecer como el valor para las condiciones de película total, es decir $\kappa \geq 2$,

$$\begin{aligned} M_{sl} &= \mu_{sl} \cdot G_{sl} \\ &= 0,149 \cdot 76,7 \\ M_{sl} &= 11,5 \quad [Nmm] \end{aligned}$$

Ref. Documento	A2_Selección de grupos motoreductores	Hoja	23 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

Para el rodamiento seleccionado, M_{seal} es nulo, por lo cual, queda determinado M_{start}

$$M_{start} = 11,5 \text{ [Nmm]}$$

Potencia de arranque para la rotación

Una vez determinado M_{start} , se procede a obtener la potencia necesaria que debe imprimir el grupo motoreductor 3 para conseguir la rotación

$$\begin{aligned}
 P_{rotación} &= M_{start} \cdot \omega_3 \\
 &= \frac{11,5}{1000} \cdot 0,36 \\
 P_{rotación} &= 0,004 \text{ [W]}
 \end{aligned}$$

Se regresa a la comprobación y se da por buena la selección.

$$\begin{aligned}
 P_{motor} &\geq P_{rotación} \\
 0,85 &\geq 0,004
 \end{aligned}$$

2.4. Resumen

A continuación en la siguiente tabla se detallan los parámetros de diseño a emplear en la grúa tipo pluma

Movimiento	Relación de transmisión [X:1]	Rodamiento
Elevación	45	-
Traslación	243	-
Rotación	1125	30302 J2

Tabla A2.5 Parámetros de diseño seleccionados

	Ref. Documento	A3_Solicitaciones horizontales	Hoja	24 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

3. Solicitaciones horizontales

Alcance

Este documento describe el criterio empleado para determinar las solicitaciones horizontales a las que se encuentra sometida la estructura debido a los diferentes grados de libertad con los que cuenta la grúa.

Incluye los siguientes cálculos:

- Solicitaciones debido al movimiento de elevación de la carga
- Solicitaciones debido al movimiento de traslación de la carga
- Solicitaciones debido al movimiento de rotación de la carga

Desarrollo

Una vez definidos los diferentes grupos motoreductores con los que contará la grúa (ver anexo A2), se pueden definir las solicitaciones horizontales mediante la aplicación directa de la *Segunda Ley de Newton*, la cual se puede resumir como sigue: *La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, e inversamente proporcional a su masa.*

$$\sum F = m \cdot a \quad [A3.1]$$

La dirección de la aceleración es la misma de la fuerza aplicada.

Nota: Por fuerza neta se entiende la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo

	Ref. Documento	A3_Solicitaciones horizontales	Hoja	25 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

3.1. Debido al movimiento de elevación de la carga

$$S_{H1} = m_{S_{L1}} \cdot a_1$$

Donde $m_{S_{L1}}$ masa asociada a la sollicitación vertical 1 (S_{L1})
 a_1 aceleración que experimenta $m_{S_{L1}}$

Para calcular a_1 a partir de las ecuaciones del MRUV, son datos del grupo motoreductor 1, su velocidad a obtener (V_1) y el tiempo de aceleración (t_1)

Datos $V_1 = 43,22$ [mm/s]
 $t_1 = 2$ [s]

$$a_1 = \frac{V_1 - V_{10}}{t_1}$$

$$a_1 = \frac{43,22 - 0}{2}$$

$$a_1 = 0,022 \text{ [m/s]}$$

Una vez conocida la aceleración a_1 , queda determinada la sollicitación horizontal S_{H1}

$$S_{H1} = 0,022 \text{ [N]}$$

	Ref. Documento	A3_Solicitaciones horizontales	Hoja	26 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

3.2. Debido al movimiento de translación de la carga

Se sigue el mismo planteamiento del punto anterior, con la salvedad de que ahora la masa que se mueve es la carga útil S_{L1} más los accesorios (grupo motoreductor 1 S_{G2} y el carro elevador S_{G3})

Datos $V_2 = 8,00$ [mm/s]

$t_2 = 2$ [s]

$$\begin{aligned}
 S_{H2} &= m_{S_{L123}} \cdot a_2 \\
 &= \left(1 + \frac{0,20}{3} + 0,13 \right) \cdot \frac{8 \times 10^{-3} - 0}{2}
 \end{aligned}$$

$$\boxed{S_{H2} = 0,005 \text{ [N]}}$$

	Ref. Documento	A3_Solicitaciones horizontales	Hoja	27 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

3.3. Fuerza centrífuga

Al realizar el movimiento de rotación, la carga útil más los accesorios experimentan una fuerza centrífuga de valor

$$S_{H3} = m_{SL123} \cdot \frac{V_3^2}{R_3}$$

$$S_{H3} = \left(1 + \frac{0,20}{3} + 0,13\right) \cdot \frac{(0,36 \cdot 0,75)^2}{0,75}$$

$$S_{H3} = 0,12 \quad [N]$$

A su vez, al girar la carga del contrapeso genera otra fuerza centrífuga de valor

$$S_{H4} = m_{cp} \cdot \frac{V_4^2}{R_4}$$

$$S_{H4} = 2,675 \cdot \frac{(0,36 \cdot 0,25)^2}{0,25}$$

$$S_{H4} = 0,09 \quad [N]$$

Una vez determinados los efectos horizontales, se seleccionaron para los cálculos respectivos las dos sollicitaciones más desfavorables, es decir S_{H1} y (S_{H3} y S_{H4}).

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	28 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

4. Cálculo estructural

Alcance

Este documento describe el cálculo estructural de una grúa tipo pluma. La estructura está resuelta mediante una celosía espacial con perfiles huecos y sólidos

Incluye los siguientes cálculos:

- análisis elástico utilizando la teoría de primer orden
- todas las verificaciones de los elementos bajo combinaciones en el E.L.

4.1. Datos de geometría básica

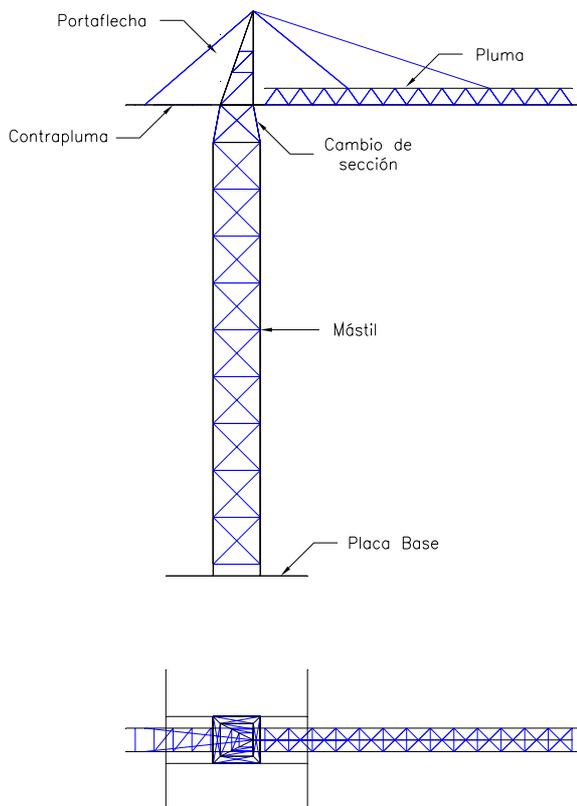


Figura A4.1. Grúa tipo Pluma

	Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	29 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

La grúa dispone de los siguientes elementos:

Elemento	Dimensiones (mm)			Tolerancia (+/- mm)
	largo	alto	ancho	
Contrapluma	200	14	70	2
Pluma	700	48	62	
Portaflecha	62	240	62	
Mástil	85	950	85	
Placa base	300	2	300	

Tabla A4.1 Dimensiones básicas de la estructura

4.1.1. Nomenclatura a utilizar

Para referirse a cualquier barra dentro de la estructura, su nombre estará compuesto por el siguiente código:

XA_B_C

Donde

X hace referencia al conjunto a estudiar, este puede tomar valores entre 1 y 6

- | | | |
|---|---|---------------------|
| X | { | 1 Placa base |
| | | 2 Mástil |
| | | 3 Cambio de sección |
| | | 4 Portaflecha |
| | | 5 Pluma |
| | | 6 Contrapluma |

	Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	30 de 50
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
	Normativa Ref	CTE DB SE M		
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

A indica que tipo de barra dentro de una celosía

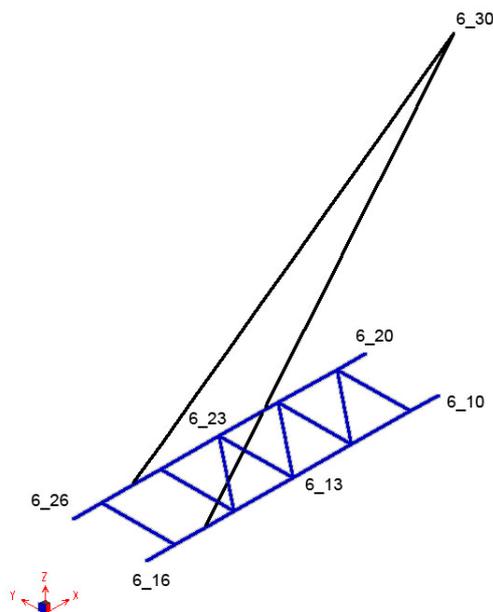
A { C Cordón
D Diagonal
DE Diagonal espacial
M Montante

B y **C** hacen referencia al número del nudo inicial y final, respectivamente, es decir “#nudo i – #nudo f”.

Por ejemplo: **5DE_301_101**

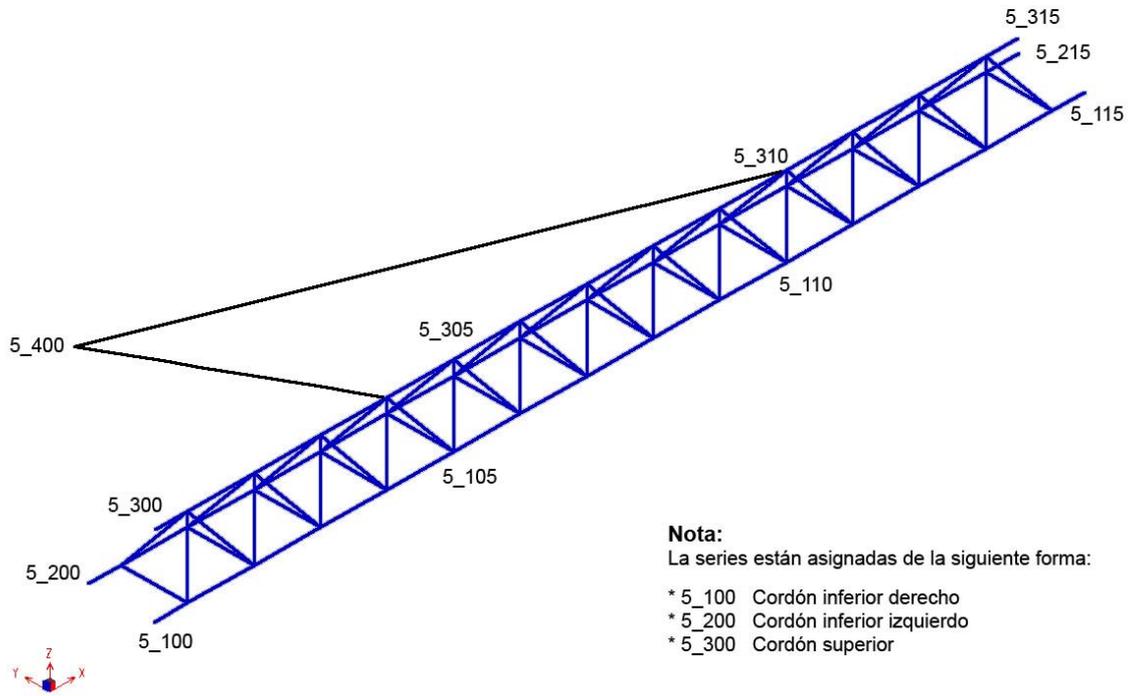
Indica que se estudiará la diagonal espacial de la pluma, que nace en el nodo 301 y termina en el nodo 101.

Nota: Para identificar los puntos en los que están aplicadas las distintas cargas existe una numeración específica para designar los nodos que componen la celosía de cada elemento, la cual se indica en la figura A4.2(a)-(f).

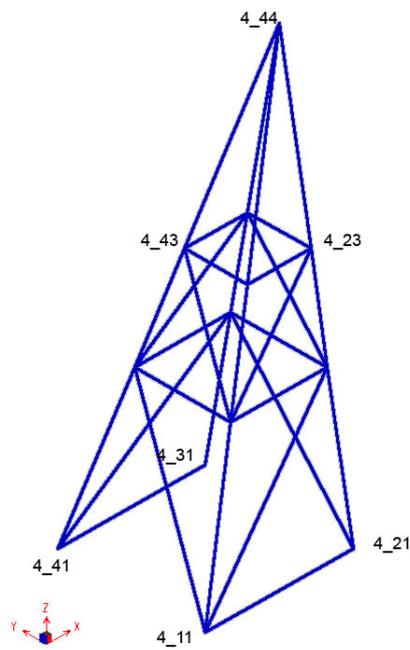


a) Contrapluma

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	31 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

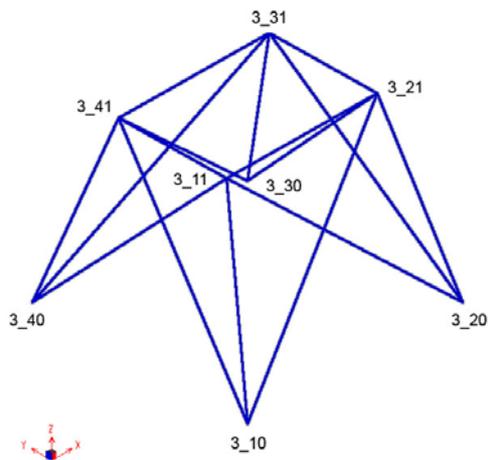


b) Pluma

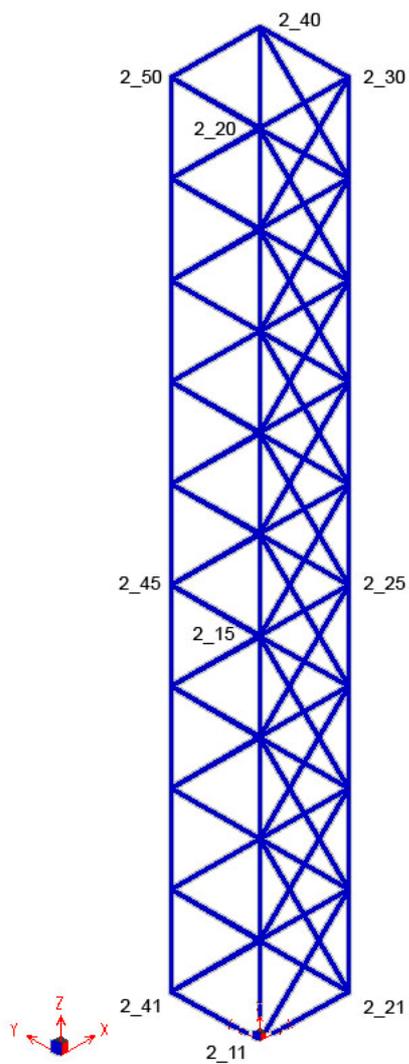


c) Portaflecha

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	32 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

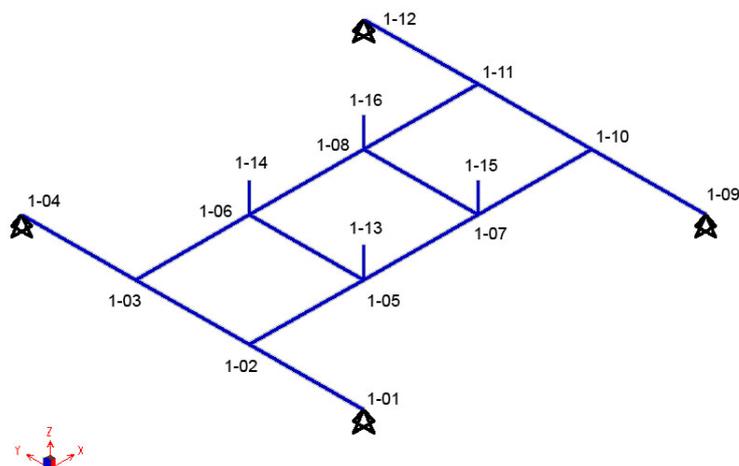


d) Cambio de sección



e) Mástil

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	33 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009



f) Placa base

Figura A4.2. Nudos de Estructura

4.2. Cargas

Las cargas a soportar por la estructura son:

4.2.1. Solicitaciones estáticas [S_G]

- Peso propio S_{G1}
- Accionamientos (3 motores) $S_{G2} = 2,00$ [N]
- Carro elevador $S_{G3} = 1,30$ [N]
- Mecanismo de rotación $S_{G4} = 1,50$ [N]
- Contrapeso $S_{G5} = 26,8$ [N]

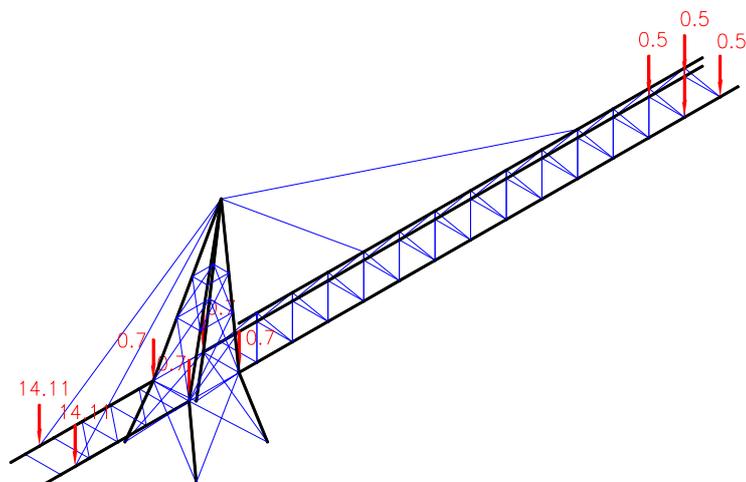
4.2.2. Solicitaciones dinámicas verticales [S_L]

- Carga de diseño $S_{L1} = 10$ [N]

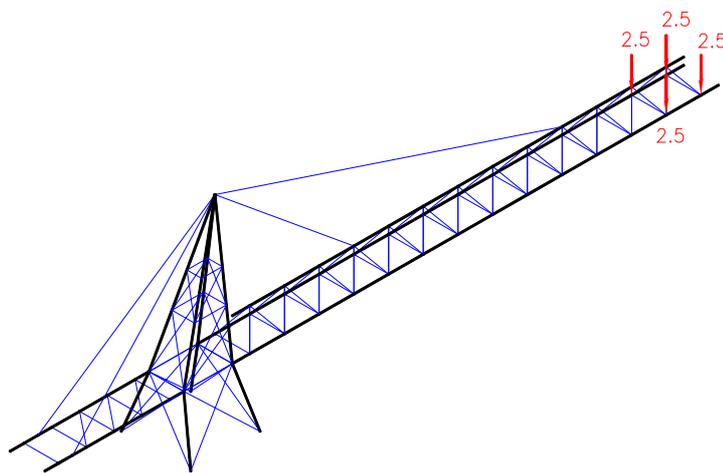
4.2.3. Solicitaciones dinámicas horizontales [S_H]

- Elevación/ descenso de la carga $S_{H1} = 22e-3$ [N]
- Fuerza centrífuga → carga $S_{H3} = 0,12$ [N]
- contrapeso $S_{H4} = 0,09$ [N]

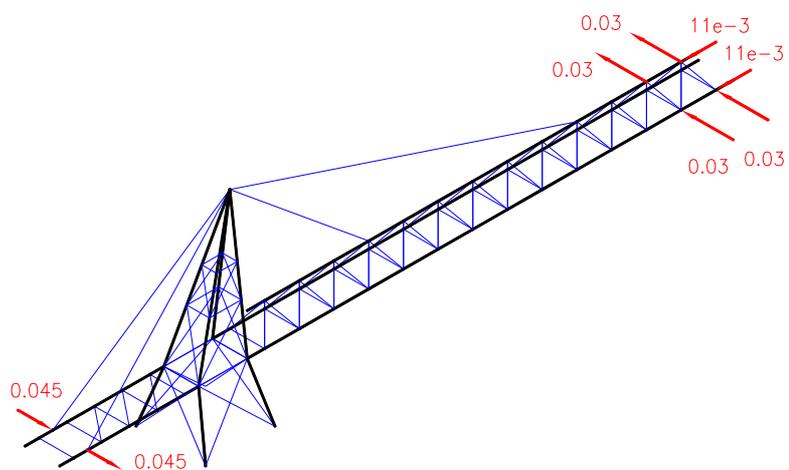
Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	34 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009



a) Solicitaciones estáticas [S_G]



b) Solicitaciones dinámicas verticales [S_L]



c) Solicitaciones dinámicas horizontales [S_H]

Figura A4.3. Cargas a soportar

	Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	35 de 50
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
	Normativa Ref	CTE DB SE M		
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

4.3. Combinación de cargas

4.3.1. Coeficientes de seguridad parciales

- $\gamma_c = 1,0$ (Estado de cargas Q2 + Grúa para utilización ocasional U1 = A1)
- $\Psi = 1,15$ (entrando en el diagrama del coef. dinámico con VL < 0,5 m/s)
- $\gamma_M = 1,3$ (Coeficiente de minoración para las propiedades del material)
- $k_{mod} = 0,7$ (factor de modificación, para una clase de duración de carga "larga")

El problema a resolver será

- $\gamma_c(S_G + \Psi S_L + S_H)$

4.3.2. Combinaciones E.L.U.

Hipótesis	101	201	301
Carga	$\alpha_{i,j} \alpha_{i,j}$		
S_G	1		
S_L	1,15		
S_{H1}	0	1	1
S_{H3}	1	0	1
S_{H4}	1	0	1

Tabla A4.2 Hipótesis de carga E.L.U

4.3.3. Combinación de E.S

Hipótesis	S101	S201	S301
Carga	$\alpha_{i,j} \alpha_{i,j}$		
S_G	1		
S_L	1,15		
S_{H1}	0	1	1
S_{H3}	1	0	1
S_{H4}	1	0	1

Tabla A4.3 Hipótesis de carga E.S

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	36 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

4.4. Secciones

A partir de la combinación y/o fragmentos de una sección básica de 2x10 mm² se construyeron los perfiles a utilizar en la estructura. En la figura A4.4 se indican los perfiles tipo y la nomenclatura empleada para su denominación.

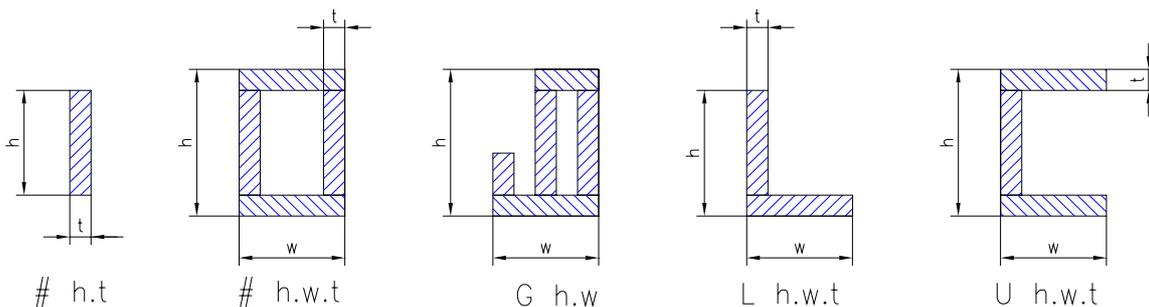


Figura A4.4. Perfiles tipo

Designación	Sección	Peso	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro		Área de cortante	
	[mm ²]	[g/mm]	[mm ⁴]	[mm ⁴]	[mm ³]	[mm ³]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]
	A	ρ	I_z	I_y	W_z	W_y	i_z	i_y	A_{vz}	A_{vy}
# 2.2	4	0.002	1.33	1.33	1.33	1.33	0.58	0.58	3.33	3.33
# 2.4	8	0.004	2.67	10.67	2.67	5.33	0.58	1.15	6.67	6.67
# 10.2	20	0.009	166.67	6.67	33.33	6.67	2.89	0.58	16.67	16.67
# 10.10	100	0.045	833.33	833.33	166.67	166.67	2.89	2.89	83.33	83.33
# 10.28,5	285	0.198	2375.00	19290.94	475.00	1353.75	2.89	8.23	237.50	237.50
# 14.10.2	80	0.036	986.67	1786.67	197.33	255.24	3.51	4.73	56.00	40.00
G.10.14.6	80	0.036	1513.87	649.87	191.63	110.15	4.35	2.85	40.39	57.92
L.12.10.2	40	0.018	533.33	333.33	66.67	47.62	3.65	2.89	24.00	20.00
U.10.12.2	60	0.027	820.00	820.00	164.00	117.14	3.70	3.70	48.00	20.00
U.14.10.2	60	0.027	1620.00	553.33	231.43	150.91	5.20	3.04	37.08	27.51

Tabla A4.4 Propiedades de las secciones resistentes

	Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	37 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.5. Análisis global

Se asume que:

- todas las uniones son articuladas en las celosías
- las uniones son reticuladas en la placa base

La estructura ha sido modelizada utilizando el programa **SAP2000 Versión 10**

4.5.1. Estados límite de servicio

Las flechas obtenidas mediante el modelo son las siguientes:

Flechas verticales (mm)

Hipótesis	Nudo	u_1	u_2	u_3	$ \delta $	δ_{relat}
S101	5_114	1.442	1.316	-3.475	3.986	3.343
	5_100	1.543	0.034	-0.389	1.592	
S201	5_114	1.508	0.191	-3.491	3.808	3.100
	5_100	1.518	0.007	-0.396	1.569	
S301	5_114	1.433	1.316	-3.469	3.978	3.338
	5_100	1.535	0.034	-0.389	1.584	

Tabla A4.5 Flecha vertical relativa de la pluma

Desplazamiento horizontal (mm)

Hipótesis	Nudo	u_1	u_2	u_3	$ \delta $
S101	4_45	2.923	0.113	-0.548	2.976
S201		2.949	0.008	-0.547	2.999
S301		2.907	0.114	-0.548	2.960

Tabla A4.6 Desplome horizontal de la grúa

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	38 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

4.5.2. Estados límite último:

De las 3 hipótesis de carga, se ha diseñado bajo la más desfavorable, que en este caso es la combinación 301

- Hipótesis 301:

Diagrama de esfuerzos axiales [N]

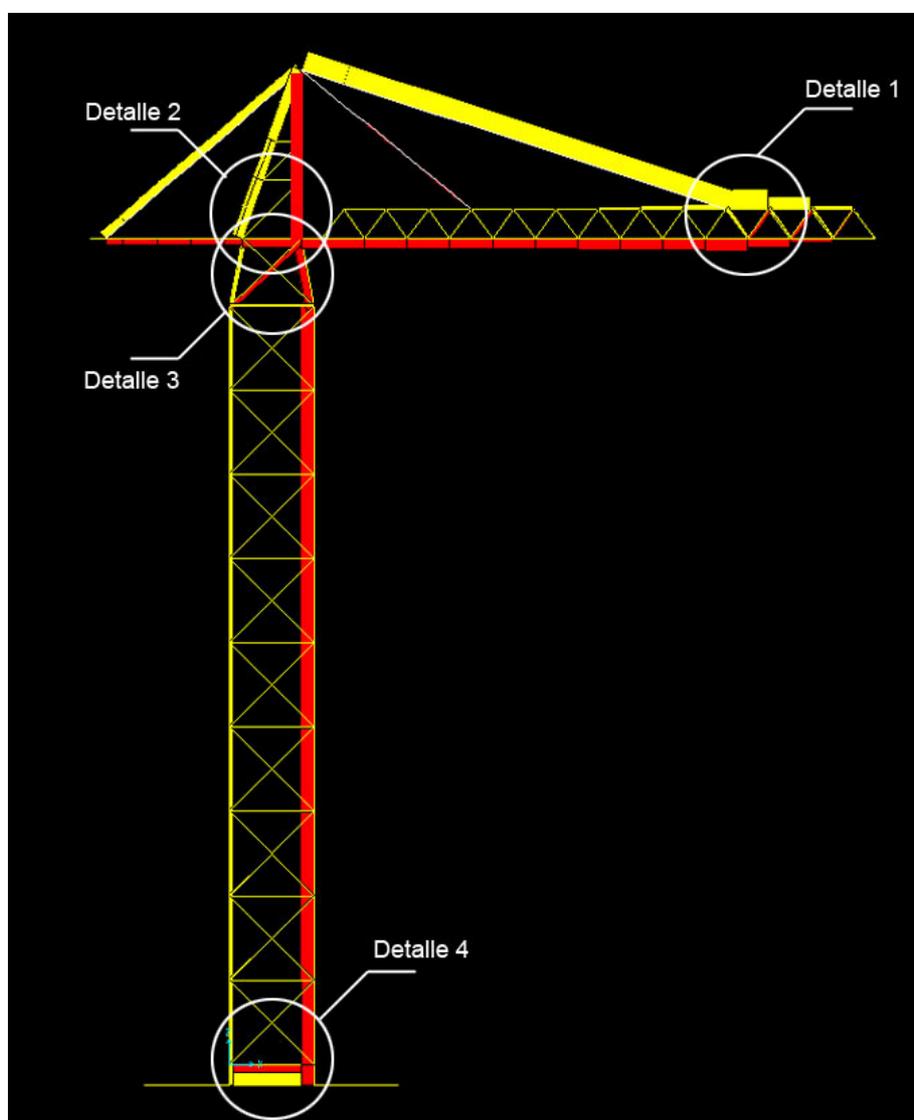
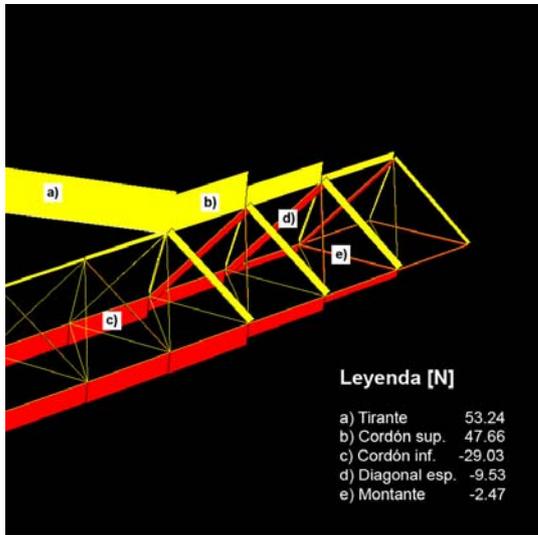
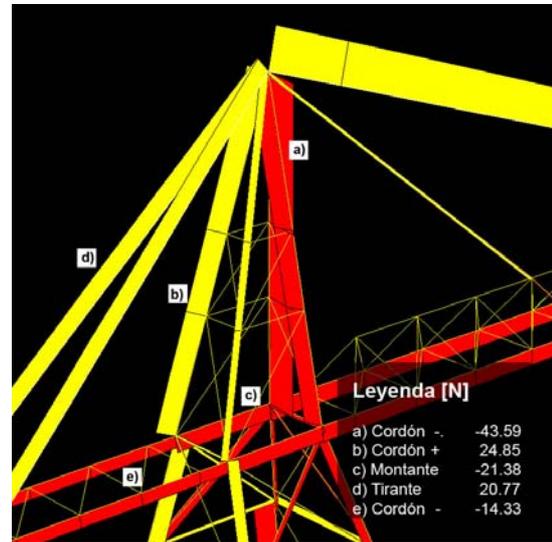


Figura A4.5. Diagrama de esfuerzos axiales

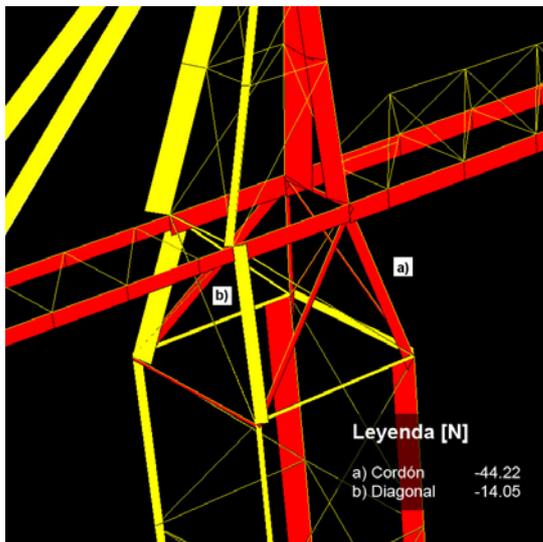
Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	39 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009



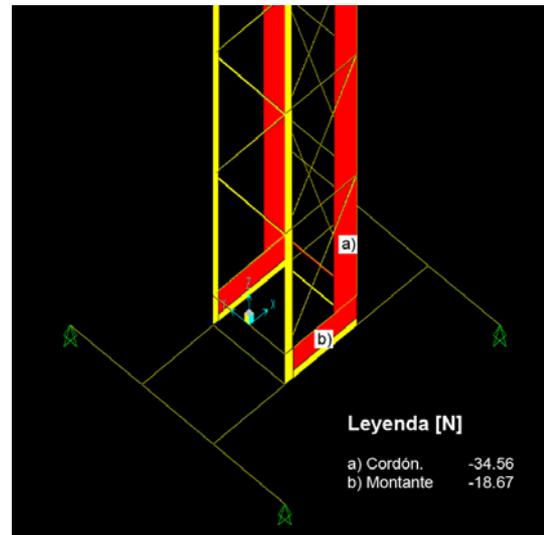
a) Detalle 1. Pluma



b) Detalle 2. Portaflecha & Contrapluma



c) Detalle 3. Cambio de sección

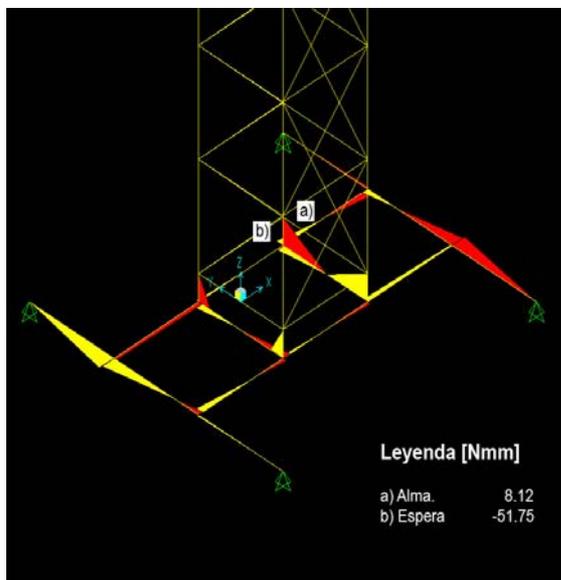


d) Detalle 4. Mástil

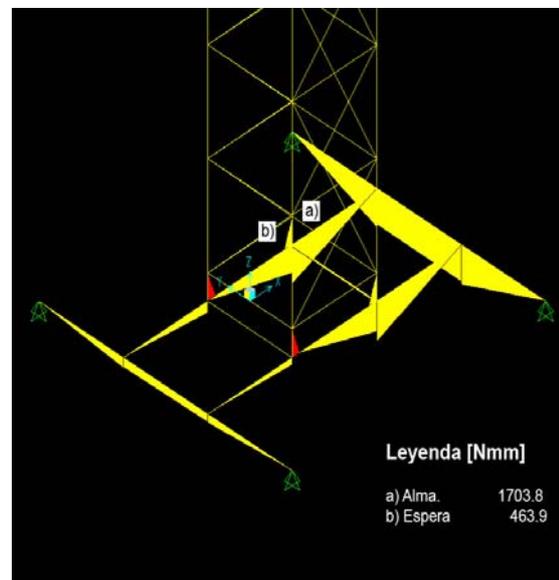
Figura A4.6. Esfuerzos axiales en los distintos elementos

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	40 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

Diagrama de Momentos flectores [Nmm]



a) dirección y-y



b) dirección z-z

Figura A4.7. Diagrama de momentos flectores en la Placa Base

Diagrama de Momentos torsores [Nmm]

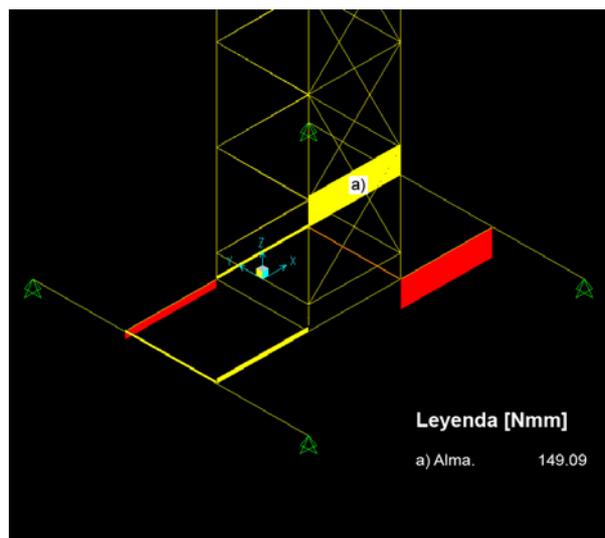


Figura A4.8. Diagrama de momentos torsores en la Placa Base

Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	41 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

4.6. Verificación

Los esfuerzos a verificar con su respectiva sección resistente están resumidos en la siguiente tabla.

Conjunto	Barra	P [N]	V ₂ [N]	V ₃ [N]	T [N-mm]	M ₂ [N-mm]	M ₃ [N-mm]	Perfil tipo
Contrapluma	6C-11-12	-14.30	0	0	0.66	0	0	#14.10.2
	6M-11-21	-0.62	0	0	-0.05	0	0	#2.4
Pluma	5C-210-211	-29.03	0	0	0	0	0	G.10.14.6
	5C-310-311	47.66	0	0	0	0	0	#14.10.2
	5DE-311-111	-9.53	0	0	0	0	0	#2.2
	5M-113-213	-2.47	0	0	0	0	0	#2.4
Portaflecha	4C-31-32	-43.59	0	0	-5.37	0	0	L.12.10.2
	4C-41-42	24.85	0	0	-0.01	0	0	L.12.10.2
	4M-31-41	-21.38	0	0	-0.36	0	0	#10.2
Cambio sec	3C-30-31	-44.22	0	0	4.12	0	0	2U.10.12.2
	3D-41-10	-14.05	0	0	1.60	0	0	#10.2
Mástil	2C-31-32	-34.56	0	0	10.19	0	0	2U.14.10.2
	2M-21-31	-18.67	0	0	0.08	0	0	#10.2
Placa base	1_08_11	0.17	17.03	0.17	149.09	8.12	1703.8	#10.28,5
	1_08_16	-29.05	-18.56	2.06	1.97	-51.75	463.92	#10.10

Tabla A4.7 Barras más solicitadas por cada elemento

Como se puede constatar, existen 2 tipos de elementos a comprobar, las barras articuladas y reticuladas asociadas a los elementos tipo celosía y la placa base respectivamente.

Se detallará el procedimiento de cálculo mediante un ejemplo para cada tipo de elemento. Para los demás componentes se ha seguido un procedimiento análogo.

	Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	42 de 50
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
	Normativa Ref	CTE DB SE M		
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

4.6.1. Barra articulada

Perfil #2.2

La verificación se lleva a cabo para la barra **5DE-311-111**:

$$N_{c,0,d} = -9.53 \text{ [N]} \quad (\text{compresión, se asume constante a lo largo del cordón})$$

$$L = 50 \quad [\text{mm}]$$

$$L_k = L$$

a) Resistencia de la sección transversal

$$\boxed{\frac{N_{c,0,d}}{A} \leq f_{c,0,d}} \quad [\text{A4.6.1}]$$

$$\frac{9,53}{4} \leq 0,7 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{22}{1,3} \right)$$

$$6,32 < 22 \quad (N / mm^2) \rightarrow \text{Cumple}$$

	Ref. Documento	A4_Cálculo Estructural	Hoja	43 de 50
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
	Normativa Ref	CTE DB SE M		
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

b) Resistencia a pandeo

$$\frac{N_{c,0,d}}{\chi \cdot A} \leq f_{c,0,d}$$

[A4.6.2]

Desarrollo

Esbeltez reducida

Se regresa a la esbeltez reducida

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_{c,0,k}}{N_{C,crit,y}}}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{4 \cdot 22}{38,95}}$$

$$\bar{\lambda}_y = 1,50$$

Compresión crítica

Como $\bar{\lambda}_y = 1,50 > 0,3 \rightarrow \chi_y = 0,41$

$$\begin{aligned} N_{C,crit,y} &= \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E_{0,k} \cdot I_y \\ &= \left(\frac{\pi}{50} \right)^2 \cdot 7,400 \cdot 1,33 \\ N_{C,crit,y} &= 38,95 \quad (N) \end{aligned}$$

Se retoma la comprobación de estabilidad

$$\frac{N_{c,0,d}}{\chi_y A} \leq f_{c,0,d}$$

$$\frac{9,53}{0,38 \cdot 4} \leq 0,7 \cdot \left(\frac{22}{1,3} \right)$$

$$11,64 \leq 22 \quad (N/mm^2) \rightarrow \text{Cumple}$$

	Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	44 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.6.2. Barra reticulada

Perfil #10.10

La verificación se lleva a cabo para la barra **1_08_16**:

$$N_{c,0,d} = -29.05 \quad [\text{N}] \quad (\text{compresión, se asume constante a lo largo del cordón})$$

$$M_{y,d} = 1.97 \quad [\text{Nmm}]$$

$$M_{z,d} = -51.75 \quad [\text{Nmm}]$$

$$M_{t,d} = 463.92 \quad [\text{Nmm}]$$

$$L = 45 \quad [\text{mm}]$$

$$L_k = 0,7 \cdot L \quad [\text{mm}]$$

a) Resistencia de la sección transversal

Deben cumplirse las siguientes condiciones:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad [\text{A4.6.3}]$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad [\text{A4.6.4}]$$

	Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	45 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

Desarrollo

Tensión por compresión $\sigma_{c,0,d}$

$$\begin{aligned}\sigma_{c,0,d} &= \frac{N_{c,0,d}}{A} \\ &= \frac{29,05}{100} \\ \sigma_{c,0,d} &= 0,291 \quad [N/mm^2]\end{aligned}$$

Tensión por flexión en el eje z $\sigma_{m,z,d}$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,z,d} &= \frac{M_{z,d}}{W_z} \\ &= \frac{51,75}{166,167} \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,311 \quad [N/mm^2]\end{aligned}$$

Tensión por flexión en el eje y $\sigma_{m,y,d}$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= \frac{M_{y,d}}{W_y} \\ &= \frac{1,97}{166,167} \\ \sigma_{m,y,d} &= 0,012 \quad [N/mm^2]\end{aligned}$$

Tensión por torsión $\tau_{tor,d}$

$$\begin{aligned}\tau_{tor,d} &= \frac{M_{t,d}}{\alpha \cdot h \cdot b^2} \\ &= \frac{463,92}{1,15 \cdot 10 \cdot 10^2} \\ \tau_{tor,d} &= 0,403 \quad [N/mm^2]\end{aligned}$$

Se retoman las comprobaciones anteriores

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{0,291}{0,7 \cdot \left(\frac{22}{1,3} \right)} \right)^2 + \frac{0,012}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3} \right)} + 0,7 \frac{0,311}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3} \right)} + \frac{0,403}{0,7 \cdot \left(\frac{4}{1,3} \right)} \leq 1$$

$$\left(\frac{0,291}{0,7 \cdot \left(\frac{22}{1,3} \right)} \right)^2 + 0,7 \frac{0,012}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3} \right)} + \frac{0,311}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3} \right)} + \frac{0,403}{0,7 \cdot \left(\frac{4}{1,3} \right)} \leq 1$$

$$0,21 \leq 1$$

$$0,21 \leq 1$$

a) y b) < 1 → Cumple

Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	46 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

b) Comprobación de estabilidad

Al tener solicitaciones combinadas adicionales al esfuerzo de compresión se deben cumplirse las siguientes condiciones:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad [A4.6.5]$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad [A4.6.6]$$

Desarrollo

Además de las tensiones anteriores, se deben determinar los factores de pandeo $\chi_{c,y}$ y $\chi_{c,z}$. Cabe indicar que, al tratarse de una sección cuadrada ($h=b$), ambos coeficientes serán iguales.

Se define la esbeltez mecánica como

$$\begin{aligned} \lambda_y &= \frac{L_{ky}}{i_y} \\ &= \frac{0,7 \cdot 45}{2,89} \\ \lambda_y &= 10,899 \end{aligned}$$

Entrando en la curva de pandeo para la clase resistente **C24** con $\lambda_y = 10,89$ queda determinado el coeficiente de pandeo $\chi_y \approx 1$

Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	47 de 50
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref	CTE DB SE M		
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009

Se retoman las comprobaciones anteriores

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,291}{1,0 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{22}{1,3}\right)} + \frac{0,012}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3}\right)} + 0,7 \frac{0,311}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3}\right)} + \frac{0,403}{0,7 \cdot \left(\frac{4}{1,3}\right)} \leq 1$$

$$0,23 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,291}{1,0 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{22}{1,3}\right)} + 0,7 \frac{0,012}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3}\right)} + \frac{0,311}{0,7 \cdot \left(\frac{24}{1,3}\right)} + \frac{0,403}{0,7 \cdot \left(\frac{4}{1,3}\right)} \leq 1$$

$$0,24 \leq 1$$

a) y b) < 1 → Cumple

Una vez indicado el método de cálculo empleado para realizar las comprobaciones de resistencia y estabilidad en función del tipo de barra se presenta la tabla A4.8, la cual indica los resultados para cada elemento.

Conjunto	Barra	Perfil tipo	Comprobación	
			Resistencia	Estabilidad
			[N/mm ²]	
Contrapluma	6C-11-12	#14.10.2	0.47	0.33
	6M-11-21	#2.4	0.21	0.38
Pluma	5C-210-211	G.10.14.6	0.96	0.67
	5C-310-311	#14.10.2	1.58	-
	5DE-311-111	#2.2	6.32	11.71
	5M-113-213	#2.4	0.82	1.52
Portaflèche	4C-31-32	L.12.10.2	2.89	3
	4C-41-42	L12.10.2	1.65	-
	4M-31-41	#10.2	2.93	5.43
Cambio sec	3C-30-31	2U.10.12.2	0.98	0.70
	3D-41-10	#10.2	1.86	8.3
Mástil	2C-31-32	2U.14.10.2	0.76	0.76
	2M-21-31	#10.2	2.48	9.64

a) Barras articuladas

Conjunto	Barra	Perfil tipo	Comprobación	
			Resistencia	Estabilidad
			[<1]	
Placa base	1_08_11	#10.28,5	0,1	-
			0,1	-
	1_08_16	#10.10	0,21	0,23
			0,21	0,24

b) Barras reticuladas

Tabla A4.8 Resumen de comprobaciones

	Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	48 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.7. Deformaciones

La deformación final de una pieza estructural está integrada por dos componentes, i) la deformación elástica instantánea, dependiente del módulo de elasticidad, o sea de su rigidez, y ii) la que se produce posteriormente, que varía en función del tiempo y de otros factores, como la duración e intensidad de las cargas, y las condiciones de servicio que determinan el contenido de humedad de la pieza y su variación. Esta última componente se conoce comúnmente como *deformación diferida o creep*.

La componente diferida de un desplazamiento, δ_{dif} , se determina a partir de la expresión:

$$\delta_{dif} = \delta_{ini} \cdot \Psi_2 \cdot k_{def} \quad [A4.7.1]$$

siendo:

δ_{ini} desplazamiento elástico;

ψ_2 coeficiente de simultaneidad que se obtiene de la tabla 4.2 del DB SE.

k_{def} factor de fluencia en función de la clase de servicio (tabla 7.1 del DB SE M)

Por lo cual, en este apartado se debe comprobar

$$\delta_{ini} + \delta_{dif} \leq \delta_{adm} \quad [A4.7.2]$$

	Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	49 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.7.1. Desplazamientos verticales

Para los desplazamientos verticales se debe verificar:

$$\delta_{\max} \leq \frac{L}{300} \quad [A4.7.3]$$

$$\leq \frac{1400}{300}$$

$$\delta_{\max} \leq 4,67 \quad (mm)$$

Se examina la hipótesis S101 y se determina el desplazamiento relativo entre el nudo **5_114 y 5-100**:

$$\delta_{\text{total}} = \delta_{\text{ini}} + \delta_{\text{ini}} \cdot \Psi_2 \cdot k_{\text{def}}$$

$$= \delta_{\text{ini}} \cdot \left(1 + \Psi_2 \cdot k_{\text{def}} \right)$$

$$= 3,343 \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,6)$$

$$\delta_{\text{total}} = 4,54 \quad (mm)$$

En ningún momento se superan los 4,67 mm → **Cumple**

	Ref. Documento	A4_ Cálculo estructural	Hoja	50 de 50	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref	CTE DB SE M			
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.7.2. Desplazamientos horizontales

Para los desplazamientos horizontales se debe verificar:

$$\begin{aligned} \delta_{\max} &\leq \frac{L}{250} && [A4.7.3] \\ &\leq \frac{1250}{250} \\ \delta_{\max} &\leq 5 \quad (mm) \end{aligned}$$

Se examina la hipótesis S201 y se determina el desplazamiento del nudo **4_45**

$$\begin{aligned} \delta_{\text{total}} &= \delta_{\text{ini}} + \delta_{\text{ini}} \cdot \Psi_2 \cdot k_{\text{def}} \\ &= \delta_{\text{ini}} \cdot \left(1 + \Psi_2 \cdot k_{\text{def}} \right) \\ &= 3 \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,6) \\ \delta_{\text{total}} &= 4,08 \quad (mm) \end{aligned}$$

En ningún momento se superan los 5 mm → **Cumple**

	Ref. Documento	B Presupuesto de ejecución material	Hoja	1 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

B.- Presupuesto de ejecución material

Índice

Alcance	2
Resumen	3
Capítulo B_01 Material estructural.....	4
Capítulo B_02 Movimiento de Elevación	6
Capítulo B_03 Movimiento de Translación	7
Capítulo B_04 Movimiento de Rotación.....	9
Capítulo B_05 Sistema Electrónico.....	10
Capítulo B_06 Fabricación y Evaluación de prototipo.....	11

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	2 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Alcance

Este documento contiene el presupuesto de ejecución material del presente proyecto. Está organizado en 6 capítulos y cada uno contiene la lista detallada de los componentes empleados para generar el subsistema en cuestión (p.e en el apartado de *sistema electrónico* se detallan todos los dispositivos necesarios para conseguir el control por radio frecuencia de la grúa).

El supuesto bajo en que se trabaja es el de la fabricación de una unidad.

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	3 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Resumen

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
B_01	MATERIAL ESTRUCTURAL	3,78	0,15
B_02	MOVIMIENTO DE ELEVACIÓN	5,98	0,24
B_03	MOVIMIENTO DE TRANSLACIÓN	11,18	0,44
B_04	MOVIMIENTO DE ROTACIÓN	33,63	1,33
B_05	SISTEMA ELECTRÓNICO	67,70	2,68
C_06	FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROTOTIPO	2.400,00	95,15
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		2.522,27	
	13,00% Gastos generales	327,90	
SUMA DE G.G.		327,90	
	16,00% I.V.A	456,03	456,03
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		3.306,19	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		3.306,19	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de
TRES MIL TRECIENTOS SEIS EUROS CON DIEZ Y NUEVE CÉNTIMOS

Madrid, a 23 de Octubre 2009.

LA PROPIEDAD

INGENIERO INDUSTRIAL

Ramiro F. Mena Andrade

Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	4 de 11	
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
Normativa Ref				
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Capítulo B_01 Material estructural

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		kg	Placa base			
			Material proporcionado para fabricar la placa base			
	6.000	ud	Listón de madera de pino 28,5x10x300 mm	0.40	2.40	
	0.026	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.04	
TOTAL PARTIDA						2.44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

		kg	Mástil			
			Material proporcionado para la fabricación del mástil			
	0.507	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.76	
TOTAL PARTIDA						0.76

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

		kg	Cambio de sección			
			Material proporcionado para la fabricación de cambio de sección			
	0.054	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.08	
TOTAL PARTIDA						0.08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

		kg	Portaflecha			
			Material proporcionado para la fabricación de la portaflecha			
	0.104	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.16	
TOTAL PARTIDA						0.16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DIEZ Y SEIS CÉNTIMOS

		kg	Pluma			
			Material proporcionado para la fabricación de la pluma			
	0.104	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.16	
TOTAL PARTIDA						0.16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DIEZ Y SEIS CÉNTIMOS

		kg	Contrapluma			
			Material proporcionado para la fabricación de la contrapluma			
	0.026	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.04	
TOTAL PARTIDA						0.04

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	5 de 11	
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
Normativa Ref				
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		kg	Contrapeso			
			Material proporcionado para la fabricación de la contrapeso			
	0.026	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.04	
TOTAL PARTIDA						0.04

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

		m	Cuerda sisal			
			Material proporcionado para realizar la función de tensores			
	1.500	m	Cuerda sisal 2mm 50 gr 18m	0.07	0.10	
TOTAL PARTIDA						0.10

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	6 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Capítulo B_02 Movimiento de Elevación

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		ud	Kit motoreductor 45:1			
			Sistema mecánico empleado para conseguir el movimiento de elevación de la carga			
224,013	1	ud	Motor R20	1.05	1.05	
256,014	1	ud	Eje metálico niquelado ϕ 3x70 mm	0.16	0.16	
256,036	1	ud	Eje metálico niquelado ϕ 3 x 120 mm	0.18	0.18	
265,072	1	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M3 x 12 mm	0.01	0.01	
265,175	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M3 x 35 mm	0.02	0.04	
265,256	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 12	0.02	0.04	
267,016	2	ud	Tuerca M3 DIN 934	0.01	0.03	
267,038	1	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.01	
267,072	2	ud	Contratuerca M3 DIN 985	0.02	0.05	
267,083	2	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.05	
819,195	1	ud	Casquillo de latón 5x ϕ 4x0,4	0.06	0.06	
819,209	1	ud	Casquillo de latón 8x ϕ 4x0,4	0.07	0.07	
841,016	1	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 2,9 mm 30/10. Módulo 0,5	0.10	0.10	
841,027	1	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 2,9 mm 50/10. Módulo 0,5	0.12	0.12	
841,038	1	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 3,1 mm 30/10. Módulo 0,5	0.10	0.10	
841,050	1	ud	Piñon dentado para eje motor. Módulo 0,5	0.10	0.10	
842,033	2	ud	Casquillo de separación de PVC L30	0.09	0.18	
842,099	1	ud	Anillas de retención	0.11	0.11	
842,114	1	ud	Escuadras de montaje	1.25	1.25	
TOTAL PARTIDA						3.69

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

		ud	Polipasto			
			Mecanismo formado por un conjunto de poleas destinado a facilitar la elevación de la carga			
	0.01	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.02	
	1.00	m	Hilo nylon ϕ 4	0.03	0.03	
	1.00	ud	Gancho	1.50	1.50	
265,278	5.00	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 20	0.02	0.10	
267,038	5.00	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.07	
801,433	3.00	ud	Polea de plástico ϕ 18, perforación 4mm	0.19	0.57	
TOTAL PARTIDA						2.29

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con VENTE Y NUEVE CÉNTIMOS

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	7 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Capítulo B_03 Movimiento de Translación

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		ud	Kit motoreductor 243:1			
			Sistema mecánico empleado para conseguir el movimiento de translación de la carga			
224,013	1	ud	Motor R20	1.05	1.05	
256,014	1	ud	Eje metálico niquelado ϕ 3x70 mm	0.16	0.16	
256,036	1	ud	Eje metálico niquelado ϕ 3 x 120 mm	0.18	0.18	
265,072	1	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M3 x 12 mm	0.01	0.01	
265,175	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M3 x 35 mm	0.02	0.04	
265,278	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 20	0.02	0.04	
267,016	2	ud	Tuerca M3 DIN 934	0.01	0.03	
267,038	1	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.01	
267,072	2	ud	Contratuerca M3 DIN 985	0.02	0.05	
267,083	2	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.05	
819,195	1	ud	Casquillo de latón 5x ϕ 4x0,4	0.06	0.06	
819,209	1	ud	Casquillo de latón 8x ϕ 4x0,4	0.07	0.07	
840,192	1	ud	Tornillo sin fin. Módulo 1	0.30	0.30	
841,016	4	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 2,9 mm 30/10. Módulo 0,5	0.10	0.40	
841,038	3	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 3,1 mm 30/10. Módulo 0,5	0.10	0.30	
841,050	1	ud	Piñon dentado para eje motor. Módulo 0,5	0.10	0.10	
842,033	2	ud	Casquillo de separación de PVC L30	0.09	0.18	
842,099	2	ud	Anillas de retención	0.11	0.21	
842,114	1	ud	Escuadras de montaje	1.25	1.25	
TOTAL PARTIDA						4.49

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

		ud	Carro elevador			
			Mecanismo formado por un conjunto de poleas y perfiles que desplaza la carga a lo largo de la pluma			
	0.01	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.01	
	4.50	m	Hilo nylon ϕ 4	0.03	0.14	
	1	ud	Tensor de cable	2.80	2.80	
255,031	2	ud	Varilla roscada M4 x 150 mm	0.19	0.38	
265,212	8	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 10	0.02	0.14	
265,278	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 20	0.02	0.04	
267,038	16	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.23	
267,083	6	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.15	
801,030	0.75	ud	Tira plana de acero perforada y galvanizada 1,5 x 500mm	1.55	1.16	
801,433	4	ud	Polea de plástico ϕ 18, perforación 4mm	0.19	0.76	
801,651	2	ud	Polea multifuncional de PVC	0.44	0.88	
TOTAL PARTIDA						6.69

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIES EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	8 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		ud	Tope de pluma			
			Sistema de poleas por donde discurre el cable de translación			
	0.01	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.01	
255,031	1	ud	Varilla roscada M4 x 150 mm	0.19	0.19	
267,038	2	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.03	
267,083	2	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.05	
801,651	1	ud	Polea multifuncional de PVC	0.44	0.44	
TOTAL PARTIDA						0.72

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

		ud	Tope Tensores			
			Sistema de poleas cuyo objetivo es tensar el cable de translación			
	0.01	kg	Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.01	
255,031	1	ud	Varilla roscada M4 x 150 mm	0.19	0.19	
267,038	4	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.06	
267,083	4	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.10	
801,651	2	ud	Polea multifuncional de PVC	0.44	0.88	
TOTAL PARTIDA						1.24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EURO con VEINTE Y CUATRO CÉNTIMOS

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	9 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Capítulo B_04 Movimiento de Rotación

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		ud	Kit motoreductor 1125:1			
			Sistema mecánico empleado para conseguir el movimiento de rotación de la carga			
224,013	1	ud	Motor R20	1.05	1.05	
256,014	1	ud	Eje metálico niquelado ϕ 3x70 mm	0.16	0.16	
256,036	1	ud	Eje metálico niquelado ϕ 3 x 120 mm	0.18	0.18	
265,072	1	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M3 x 12 mm	0.01	0.01	
265,175	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M3 x 35 mm	0.02	0.04	
265,278	2	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 20	0.02	0.04	
267,016	2	ud	Tuerca M3 DIN 934	0.01	0.03	
267,038	5	ud	Tuerca M4 DIN 934	0.01	0.07	
267,072	2	ud	Contratuerca M3 DIN 985	0.02	0.05	
267,083	2	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.05	
819,195	1	ud	Casquillo de latón 5x ϕ 4x0,4	0.06	0.06	
819,209	1	ud	Casquillo de latón 8x ϕ 4x0,4	0.07	0.07	
840,125	1	ud	Rueda dentada de plástico ϕ 20 18 dientes. Módulo 1	0.15	0.15	
841,027	2	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 2,9 mm 50/10. Módulo 0,5	0.12	0.23	
841,038	2	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 3,1 mm 30/10. Módulo 0,5	0.10	0.20	
841,049	1	ud	Rueda dentada doble perf. ϕ 3,1 mm 50/10. Módulo 0,5	0.12	0.12	
841,050	1	ud	Piñon dentado para eje motor. Módulo 0,5	0.10	0.10	
842,033	2	ud	Casquillo de separación de PVC L30	0.09	0.18	
842,099	3	ud	Anillas de retención	0.11	0.32	
842,114	1	ud	Escuadras de montaje	1.25	1.25	
TOTAL PARTIDA						4.34

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

		ud	Sistema de rotación			
			Mecanismo formado por un conjunto de rodamiento, eje y ruedas dentadas para que gire la parte superior de la grúa			
0.01	kg		Varilla calibrada de chopo 10x2x114 mm	1.50	0.01	
	1	ud	Rodamiento cónico SKF 30302 J2	28.50	28.50	
265,360	1	ud	Tornillo de cabeza cilíndrica M4 x 70	0.06	0.06	
267,083	6	ud	Contratuerca M4 DIN 985	0.03	0.15	
801,030	0.25	ud	Tira plana de acero perforada y galvanizada 1,5 x 500mm	1.55	0.39	
840,088	1	ud	Rueda dentada de plástico ϕ 60 58 dientes. Módulo 1	0.19	0.19	
TOTAL PARTIDA						29.29

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE Y NUEVE EUROS con VEINTE Y NUEVE CÉNTIMOS

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	10 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Capítulo B_05 Sistema Electrónico

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		ud	Control electrónico			
			Sistema desarrollado para controlar los grados de libertad de la grúa torre mediante el PC gracias a una tarjeta de adquisición de datos.			
	1	ud	Tarjeta de adquisición de datos	15.29	15.29	
	2	ud	Resistencia	0.50	1.00	
	1	ud	Receptor FM 9.6kb/s 868MHz 250m 3-12V	21.73	21.73	
	1	ud	Transmisor FM 9.6kb/s 868MHz 250m 3-12V	10.57	10.57	
	6	ud	Relé MOSFET orif pasante 4pin,60V 0.15A	2.87	17.22	
201,372	1	m	Hilo para cableado negro	0.12	0.12	
201,383	1	m	Hilo para cableado blanco	0.12	0.12	
201,475	1	m	Hilo para cableado rojo	0.12	0.12	
205,189	2	ud	Portapilas para 2AA	0.45	0.90	
207,058	2	ud	Clip de conexión de pilas	0.30	0.60	
TOTAL PARTIDA					67.07	

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE EUROS con SIETE CÉNTIMOS

	Ref. Documento	Presupuesto de ejecución material	Hoja	11 de 11	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

Capítulo B_06 Fabricación y Evaluación de prototipo

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
		h	Etapa de construcción			
			Etapa de fabricación. Incluye las pruebas de evaluación y mejora del prototipo			
	160	h.	Horas de taller	9,00	1440,00	
	160	h.	Oficial de 1era	6,00	960,00	
TOTAL PARTIDA						2400,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS EUROS con CERO CÉNTIMOS

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	1 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

C1. Planos de Conjuntos

0. GRÚA TORRE	11
0.0. Conjunto.....	11
0.0.0. Conjunto montado.....	11
0.0.1. Despiece.....	12
0.0.2. Dimensiones	13
0.0.3. Ensamblaje	14
1. PLACA BASE	15
1.0. Conjunto.....	15
1.0.0. Conjunto montado.....	15
1.0.1. Despiece.....	16
1.0.2. Dimensiones	17

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	2 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

2. MÁSTIL..... 18

2.0. Conjunto..... 18

2.0.0. Conjunto montado..... 18

2.0.1. Despiece 19

2.0.2. Dimensiones 20

2.1. Cercha tipo 02:..... 21

2.1.0. Despiece 21

2.1.1. Perfil 02:..... 22

2.1.1.0. Despiece 22

2.1.1.1. Dimensiones..... 23

2.1.2. Montante 02 24

2.1.2.0. Despiece 24

2.1.2.1. Dimensiones..... 25

2.1.3. Diagonal 02..... 26

2.1.3.0. Despiece 26

2.1.3.1. Dimensiones..... 27

2.1.4. Dimensiones 28

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	3 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

3. CAMBIO DE SECCIÓN	29
3.0. Conjunto.....	29
3.0.0. Conjunto montado.....	29
3.0.1. Despiece	30
3.0.2. Dimensiones	31
3.1. Eje para rodamiento:.....	32
3.1.0. Despiece	32
3.1.1. Dimensiones	33
3.2. Base de rodamiento:	34
3.2.0. Despiece	35
3.2.1. Marco 03: Despiece	36
3.2.2. Escuadra: Despiece	37
3.2.3. Lámina 70x70: Despiece.....	38
3.2.4. Dimensiones	39
3.3. Laminado 70 x 70.....	40
3.3.0. Despiece	40
3.4. Cercha 03.....	41
3.4.0. Despiece	41
3.4.1. Perfil 03.....	42
3.4.1.0. Despiece	42
3.4.1.1. Dimensiones.....	43
3.4.2. Dimensiones	44
3.5. Laminado 100x100.....	45
3.5.0. Despiece	45
3.5.1. Lámina 100x100x20.....	46
3.5.1.0. Despiece	46
3.5.1.1. Dimensiones.....	47

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	4 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

4. PORTAFLECHA	48
4.0. Conjunto.....	48
4.0.0. Conjunto montado.....	48
4.0.1. Despiece	49
4.0.2. Dimensiones	50
4.1. Cercha 4.1.....	51
4.1.0. Despiece	51
4.1.1. Dimensiones	52
4.2. Cercha 4.2.....	53
4.2.0. Despiece	53
4.2.1. Cordón 4.2.A.....	54
4.2.1.0. Despiece	54
4.2.1.1. Dimensiones.....	55
4.2.2. Cordón 4.2.B.....	56
4.2.2.0. Despiece	56
4.2.2.1. Dimensiones.....	57
4.2.3. Montante 4.2	58
4.2.3.0. Despiece	58
4.2.4. Dimensiones	59
4.3. Cercha 4.3.....	60
4.3.0. Despiece	60
4.3.1. Dimensiones	61
4.4. Estructura superior	62
4.4.0. Despiece	62
4.4.1. Articulación: Despiece.....	63
4.4.2. Pared frontal: Despiece.....	64

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	5 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

4.4.3.	Pared Posterior: Despiece	65
4.4.4.	Plataforma 20x20: Despiece	66
4.4.5.	Plataforma 16x16: Despiece	67
4.4.6.	Dimensiones	68
4.5.	Estructura superior	69
4.5.0.	Despiece	69
4.5.1.	Lámina 70x100: Despiece.....	70
4.5.2.	Lámina 100x70: Despiece.....	71
4.5.3.	Dimensiones	72
4.6.	Sujeción	73
4.6.0.	Despiece	73
4.6.1.	Dimensiones	74
5.	PLUMA	75
5.0.	Conjunto.....	75
5.0.0.	Conjunto montado.....	75
5.0.1.	Despiece	76
5.0.2.	Dimensiones	77
5.1.	Nudo 05.....	78
5.1.0.	Despiece	78
5.1.1.	Dimensiones	79
5.2.	Cordón Superior.....	80
5.2.0.	Despiece	80
5.2.1.	Módulo 05.1	81
5.2.1.0.	Despiece	81
5.2.1.1.	Dimensiones.....	82
5.2.2.	Dimensiones	83

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	6 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

5.3. Cordón Inferior	84
5.3.0. Despiece	84
5.3.1. Módulo CI1	85
5.3.1.0. Despiece	85
5.3.1.1. Dimensiones.....	86
5.3.2. Módulo CI2.....	87
5.3.2.0. Despiece	87
5.3.2.1. Dimensiones.....	88
5.3.3. Dimensiones	89
5.4. Pirámide	90
5.4.0. Despiece	90
6. CONTRAPLUMA	91
6.0. Conjunto.....	91
6.0.0. Conjunto montado.....	91
6.0.1. Despiece	92
6.0.2. Dimensiones	93
6.1. Nudo 06.....	94
6.1.0. Despiece	94
6.1.1. Dimensiones	95
6.2. Perfil 06.....	96
6.2.0. Despiece	96
6.2.1. Dimensiones	97
6.3. Plataforma motor.....	98
6.3.0. Despiece	98
6.3.1. Dimensiones	99

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	7 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

7. CARRO ELEVADOR 100

7.0. Conjunto..... 100

7.0.0. Conjunto montado..... 100

7.0.1. Despiece 101

7.0.2. Ensamblaje 102

7.1. Porta poleas 103

7.1.0. Despiece 103

7.1.1. Dimensiones 104

8. GRUPOS MOTORES..... 105

8.1. Motoreductor 1: Movimiento Elevación 105

8.2. Motoreductor 2: Movimiento de Translación 106

8.3. Motoreductor 3: Movimiento de Rotación..... 107

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	8 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

9. CONTRAPESO 108

9.0. Conjunto..... 108

9.0.0. Conjunto montado..... 108

9.0.1. Despiece 109

9.0.2. Dimensiones 110

9.1. Pared Lateral 1..... 111

9.1.0. Despiece 111

9.1.1. Dimensiones 112

9.2. Pared Lateral 2..... 112

9.2.0. Despiece 112

9.2.1. Dimensiones 113

9.3. Pared Inferior 114

9.3.0. Despiece 114

9.3.1. Dimensiones 115

10. TOPE DE PLUMA..... 116

10.0. Conjunto..... 116

10.0.0. Conjunto montado 116

10.0.1. Despiece 117

10.0.2. Dimensiones..... 118

10.1. Tope..... 119

10.1.0. Despiece 119

10.1.1. Dimensiones..... 120

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	9 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

11. POLIPASTO 121

11.0.	Conjunto.....	121
11.0.0.	Conjunto montado	121
11.0.1.	Despiece	122
11.1.	Pared frontal	123
11.1.0.	Despiece	123
11.1.1.	Dimensiones.....	124
11.2.	Pared posterior	125
11.2.0.	Despiece	125
11.2.1.	Dimensiones.....	126
11.3.	Espaciador	127
11.3.0.	Despiece	127

12. TENSORES 128

12.0.	Conjunto.....	128
12.0.0.	Conjunto montado	128
12.0.1.	Despiece	129
12.0.2.	Dimensiones.....	130
12.1.	Brazo Tensor	131
12.1.0.	Despiece	131
12.1.1.	Dimensiones.....	132

13. SISTEMA DE CONTROL..... 133

13.0.	Esquema eléctrico.....	133
-------	------------------------	-----

	Ref. Documento	C1. Planos de conjunto	Hoja	10 de 133	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

1

2

3

4

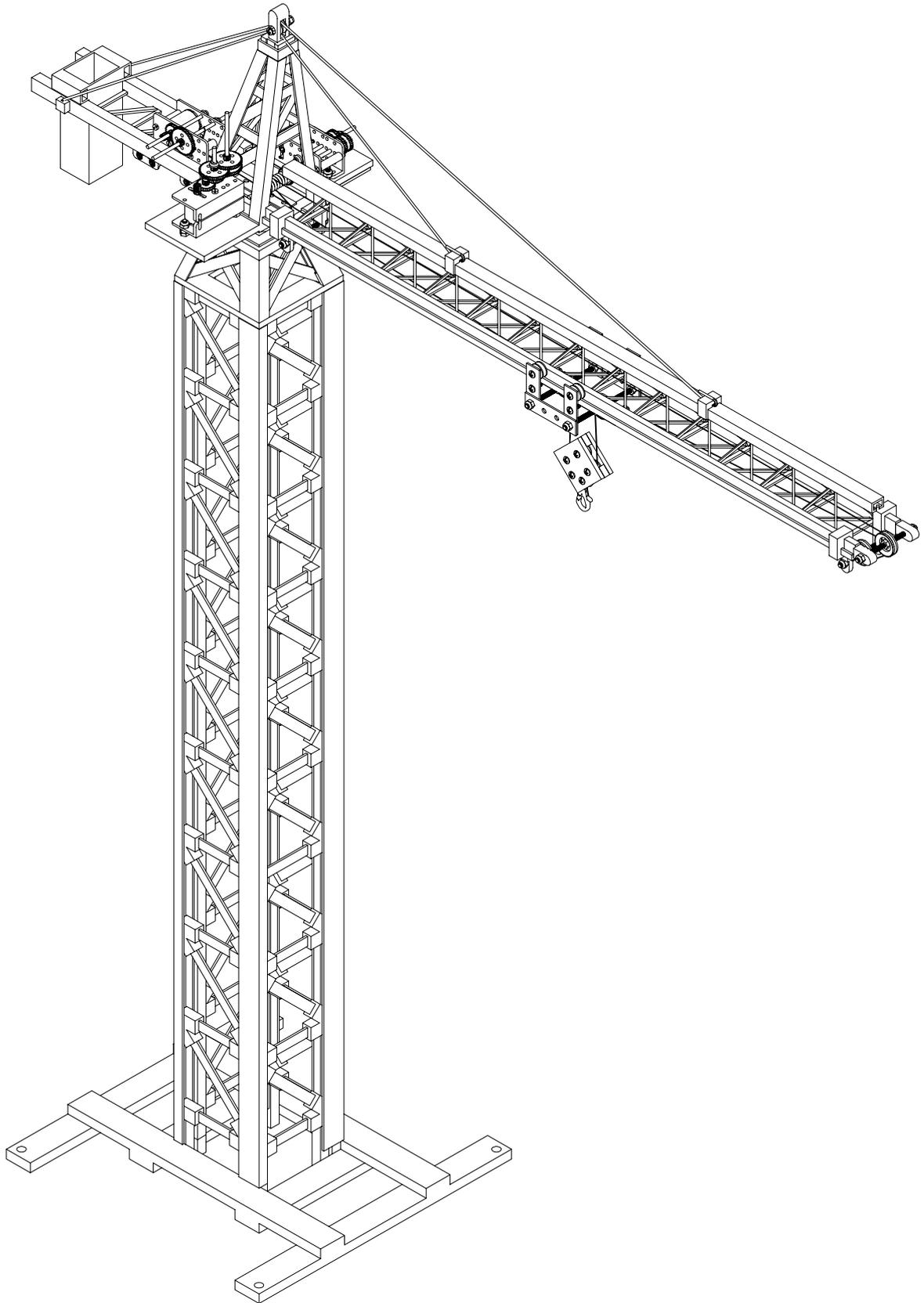
11

A

B

C

D



ESCALA
1:5

U.DIM.mm

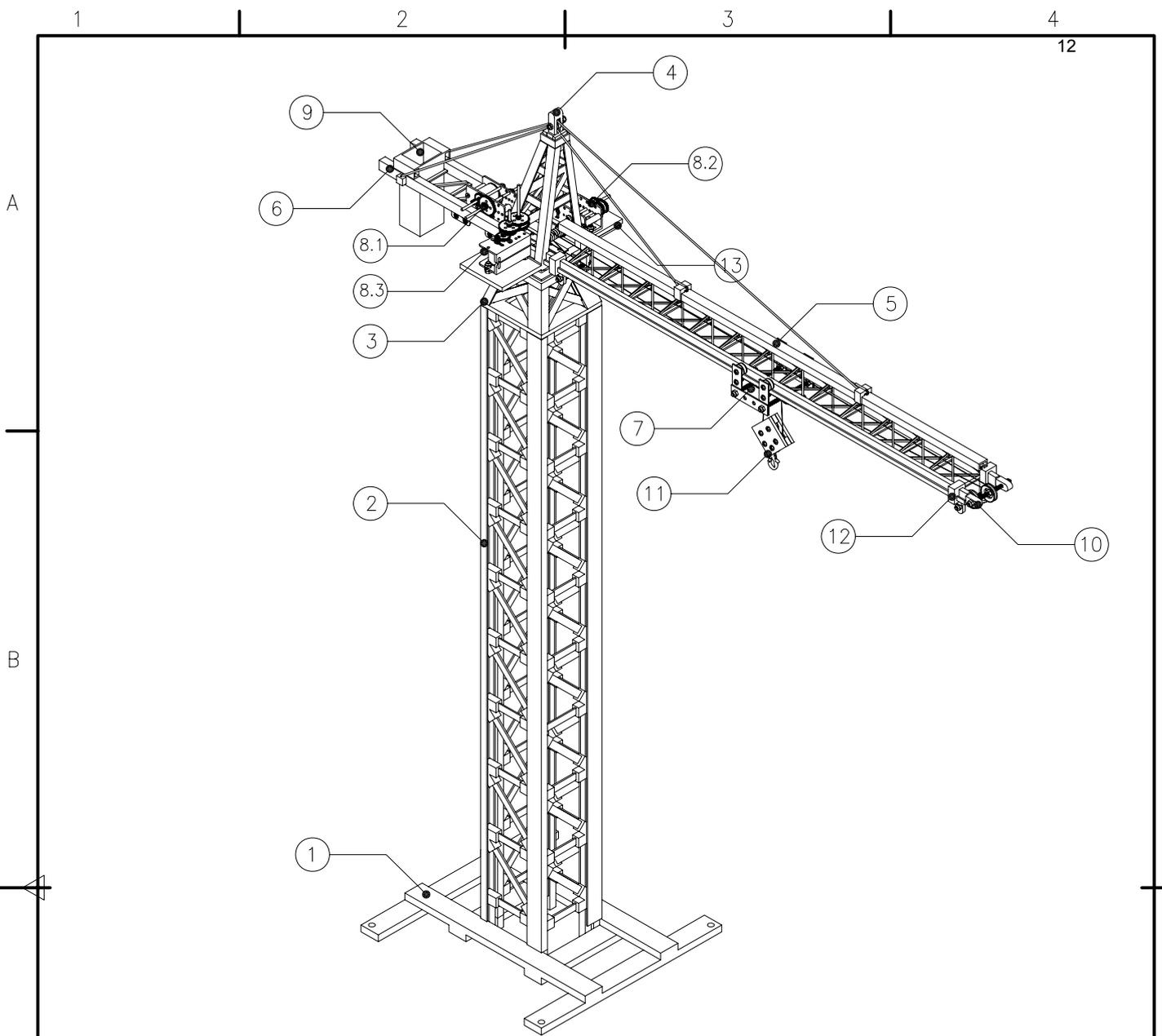
Grúa Torre: Cjto. Montado



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 00.00





C	1	Tarjeta de adquisición	13	13.00			
	2	Tensor	12	12.00			
	1	Polipasto	11	11.00			
	1	Tope de pluma	10	10.00			
	1	Contrapeso	9	09.00			
	1	Motor de rotación	8.3	08.03			
	1	Motor de translación	8.2	08.02			
	1	Motor de elevación	8.1	08.01			
	1	Carro Elevador	7	07.00			
	1	Contrapluma	6	06.00			
	1	Pluma	5	05.00			
	1	Portaflecha	4	04.00			
	1	Cambio de sección	3	03.00			
	1	Mástil	2	02.00			
	1	Placa Base	1	01.00			

D	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
			ESCALA	<h1>Grúa Torre: Despiece</h1>				
			X:X					
			U.DIM. mm	<p>NOMBRE: Grúa Torre</p> <p>N° 00.00.01</p>				

1

2

3

4

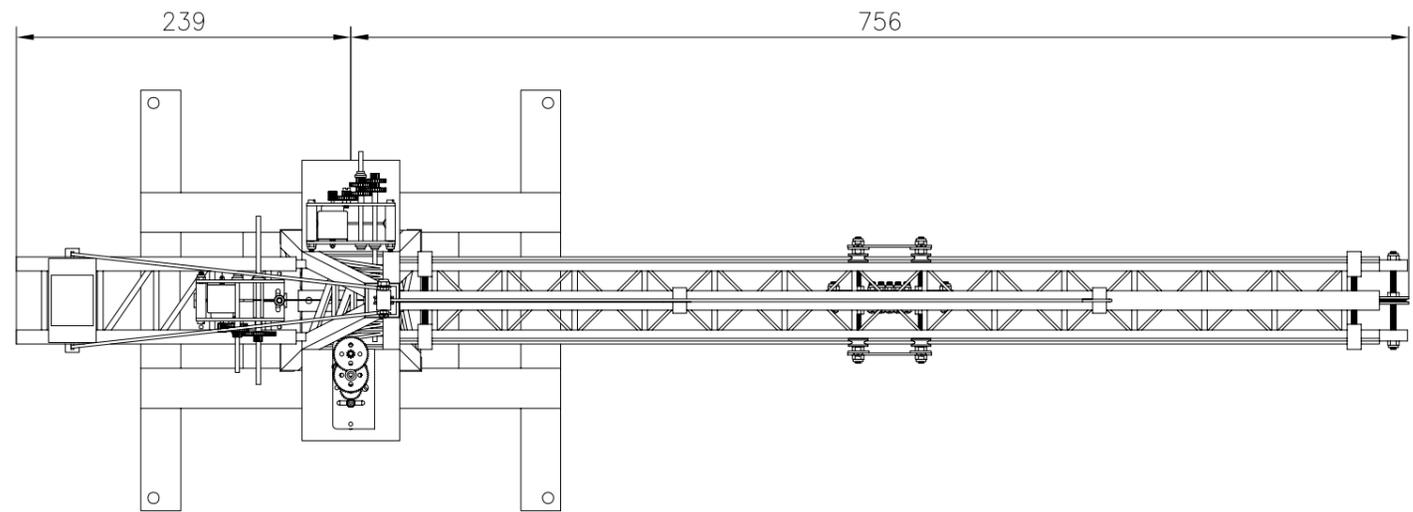
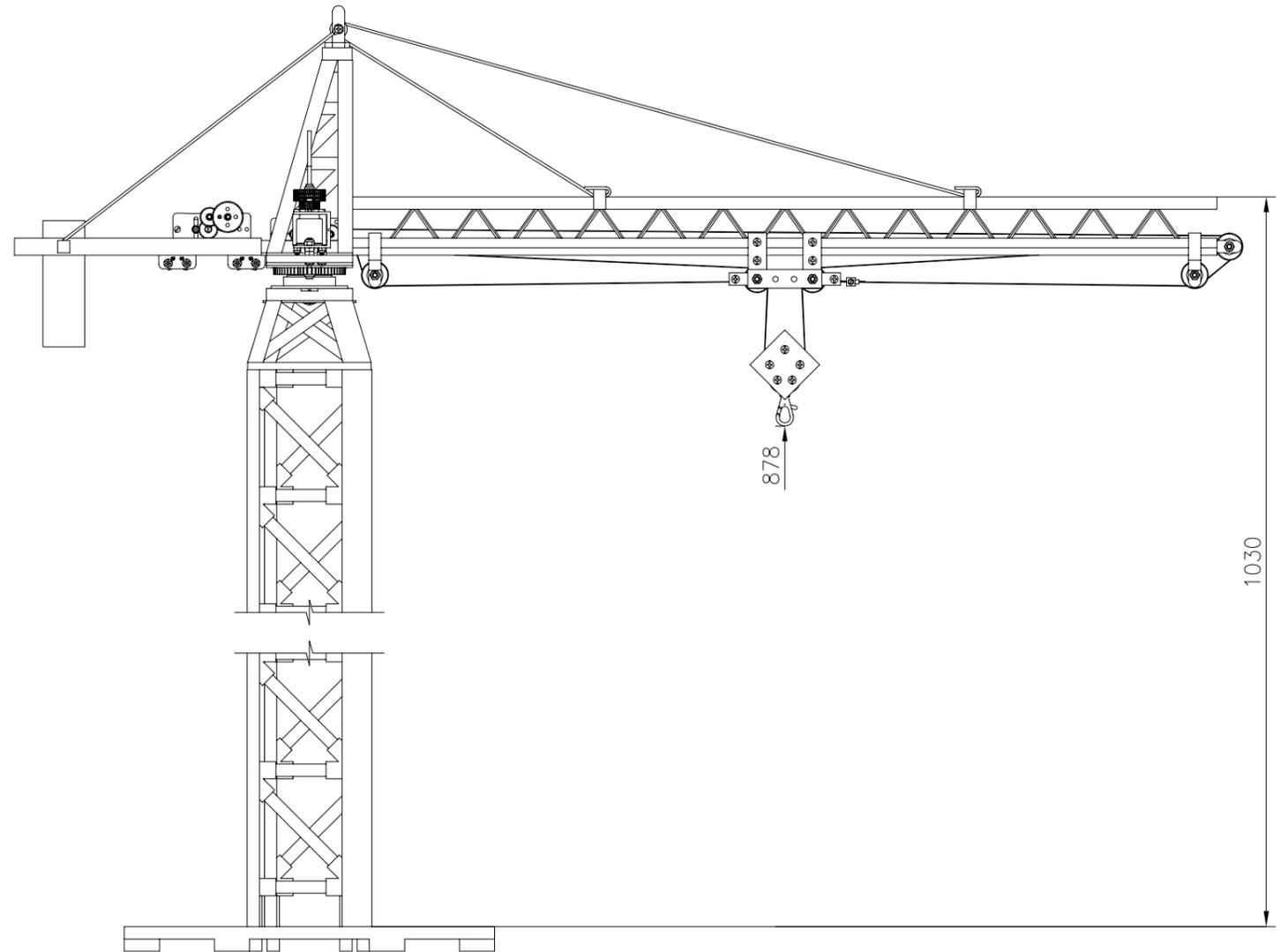
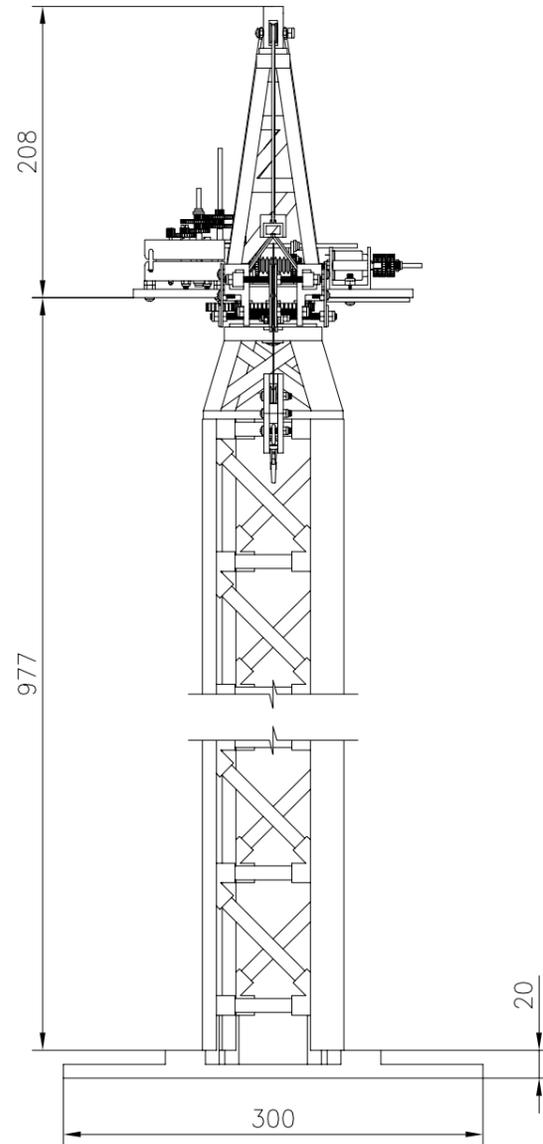
13

A

B

C

D



ESCALA
1:2

U.DIM.mm



Grúa Torre: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 00.00.02

1

2

3

4

14

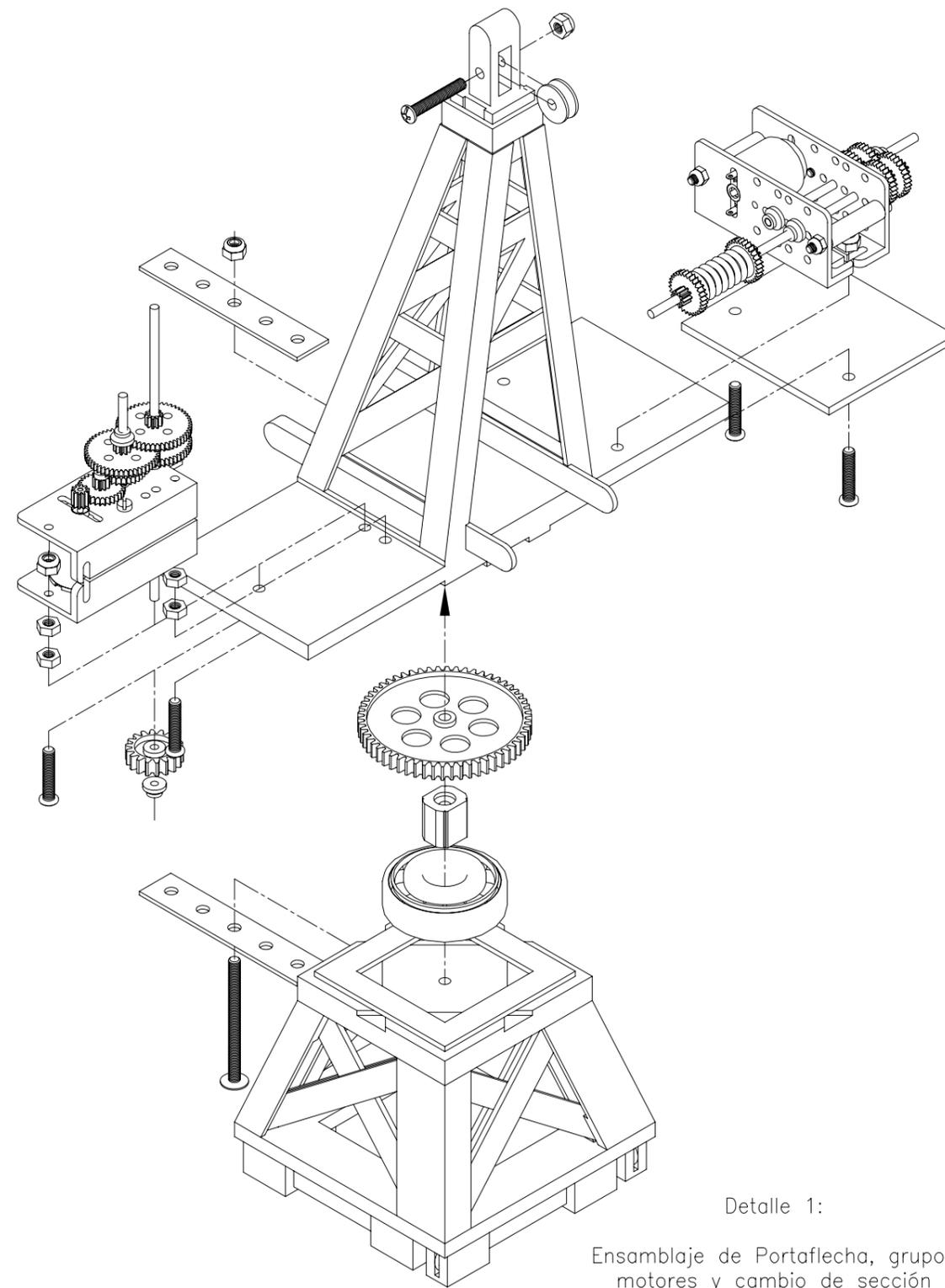
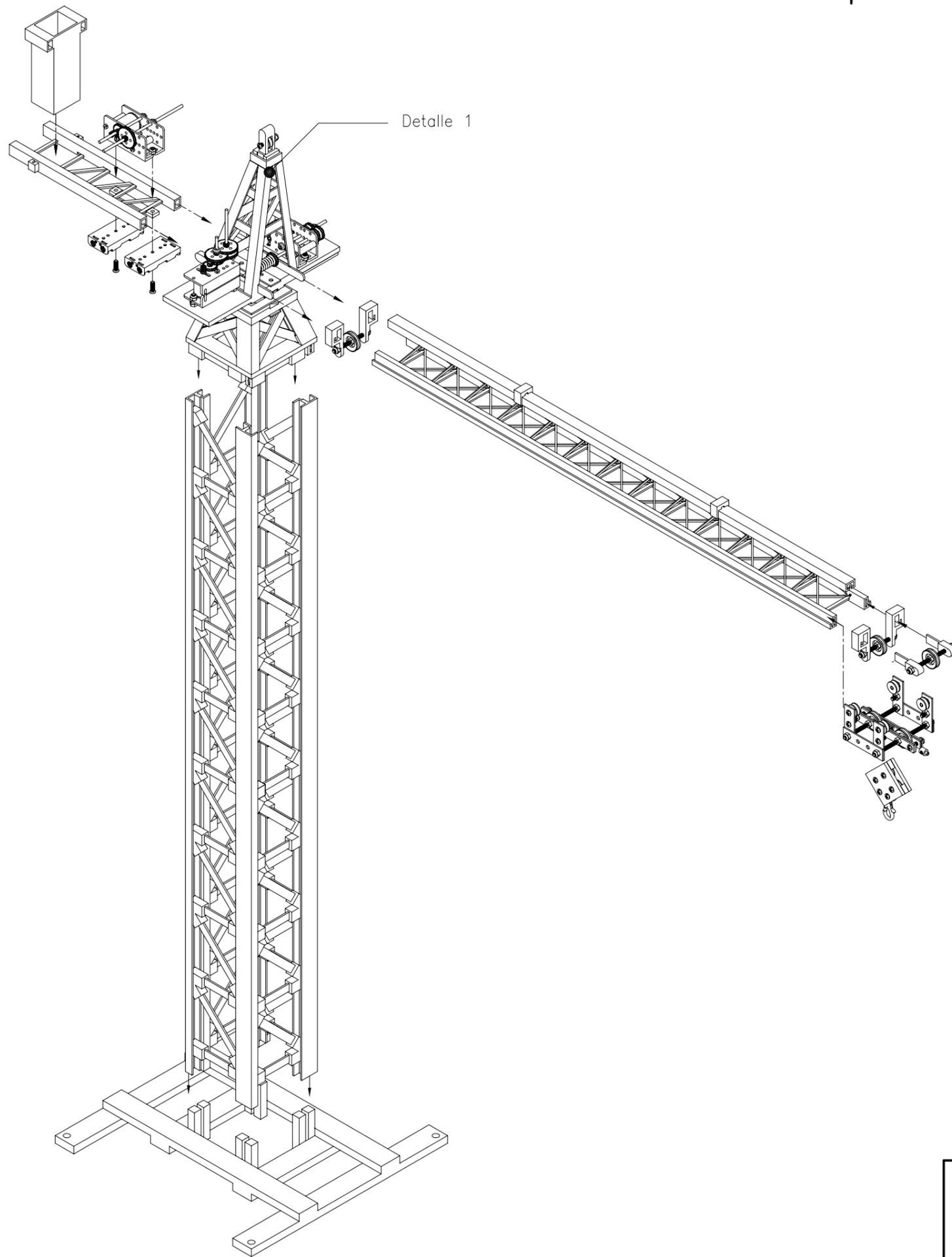
A

B

C

D

Detalle 1



Detalle 1:

Ensamblaje de Portaflecha, grupos motores y cambio de sección

Escala 1:2

ESCALA
1:5

U.DIM.mm



Grúa Torre: Ensamblaje

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 00.00.03

1

2

3

4

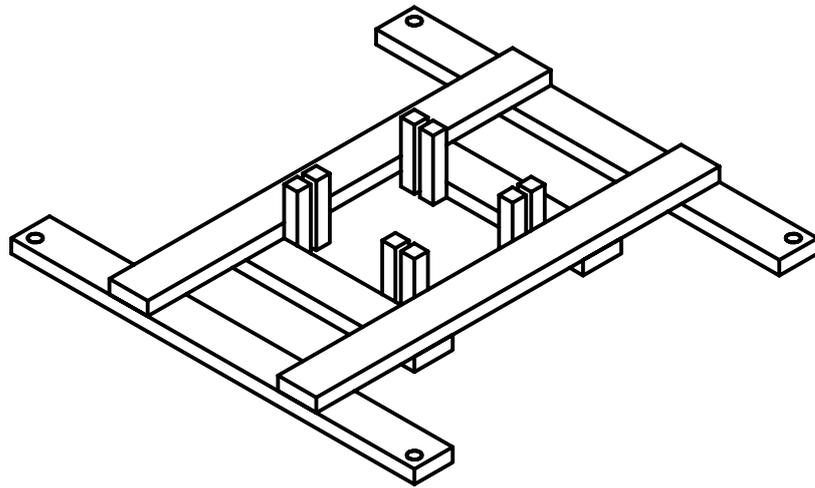
15

A

B

C

D



ESCALA
1:4

U.DIM. mm

Placa Base: Cjto. montado



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 01.00



1

2

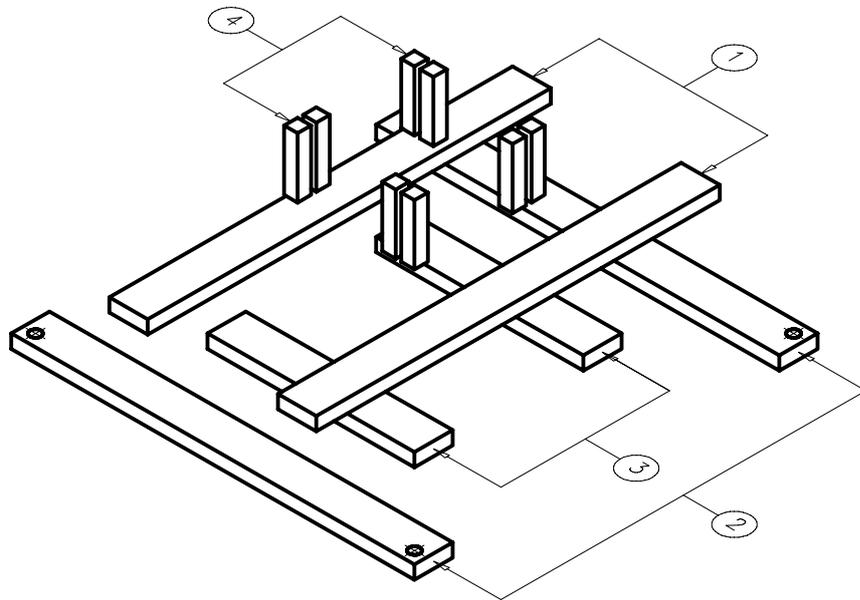
3

4

16

A

B



C

D

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
8	Esperas	4	P.01.04				
2	Ala 2	3	P.01.03				
2	Ala 1	2	P.01.02				
2	Alma	1	P.01.01				

ESCALA
1:4

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Placa Base: Despiece

N° 01.00.01

1

2

3

4

17

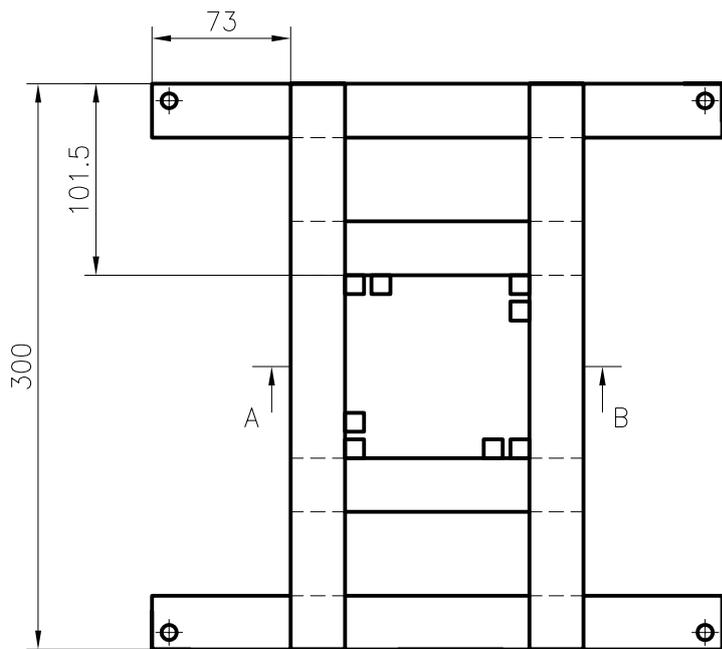
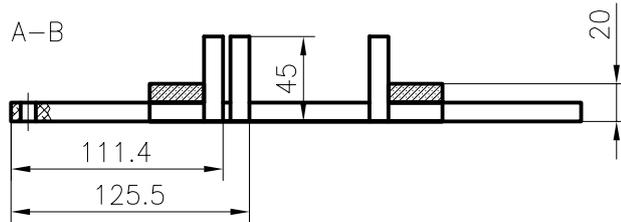
A

B

C

D

Sección A-B



ESCALA
1:4

U.DIM. mm

Placa Base: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 01.00.02

1

2

3

4

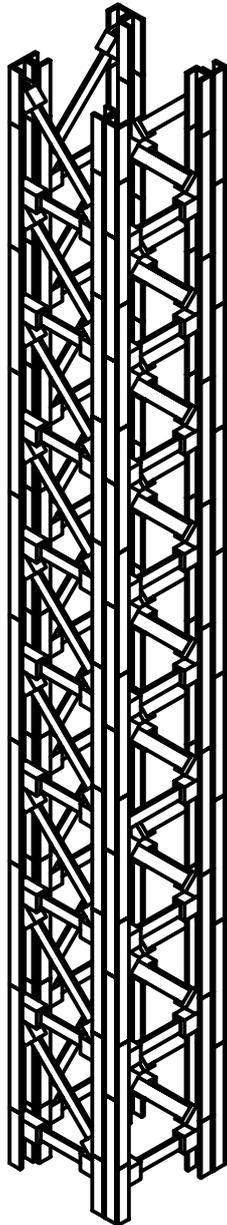
18

A

B

C

D



ESCALA
1:5

U.DIM: mm

Mástil: Conjunto montado



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 02.00

1

2

3

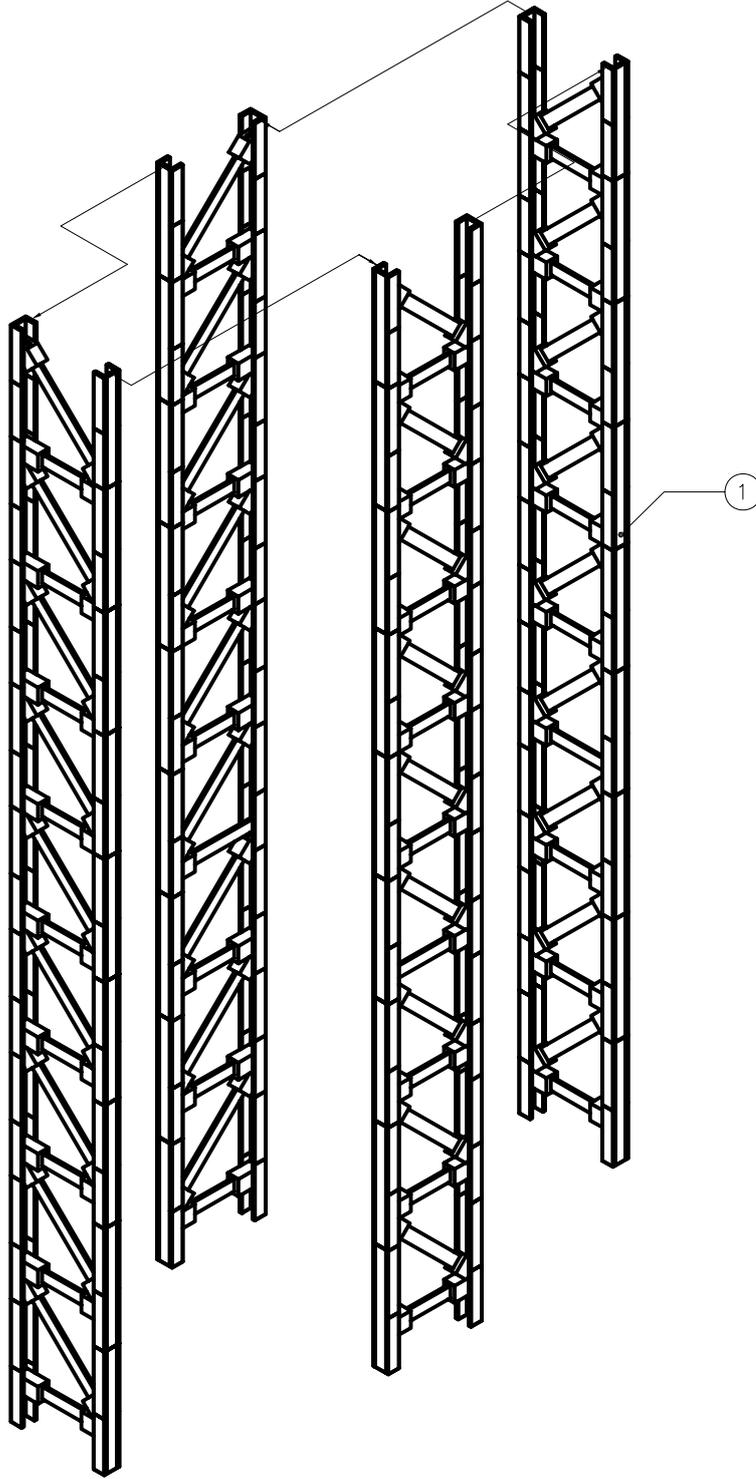
4

19

A

B

C



4	Cercha tipo 02	1	02.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:5	<h1>Mástil: Despiece</h1>				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre				N° 02.00.01

D



1

2

3

4

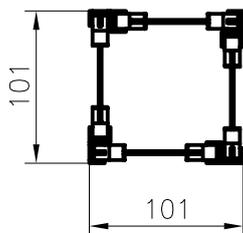
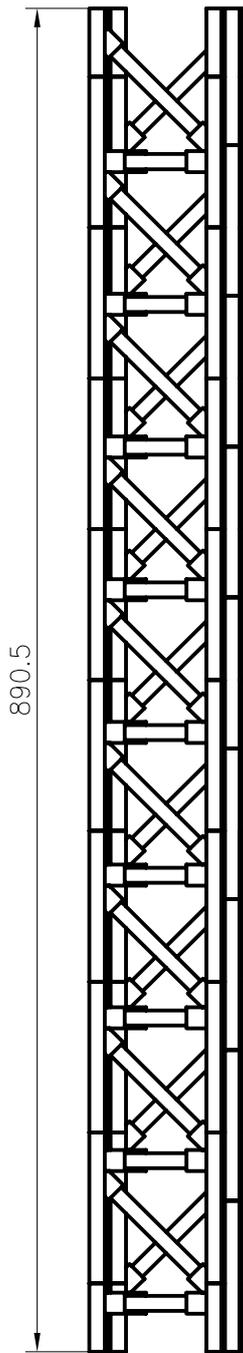
20

A

B

C

D



ESCALA
1:5

U.DIM: mm

Mástil: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 02.00.02

1

2

3

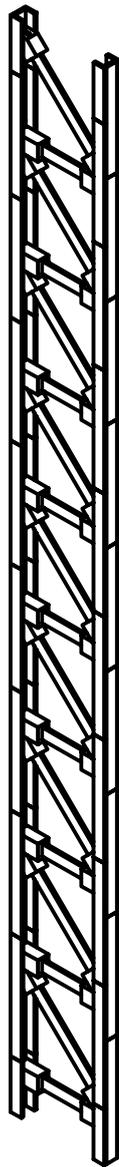
4

21

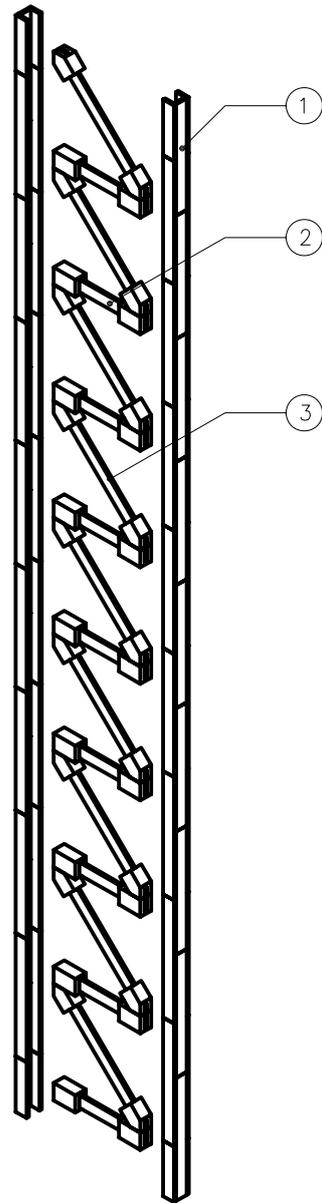
A

B

C



Conjunto Montado



Despiece

9	Diagonal 02	3	02.01.03				
9	Montante 02	2	02.01.02				
2	Perfil 02	1	02.01.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA	Cercha 02: Despiece				
		1:5					
		U.DIM.mm	N° 02.01				
		 					

NOMBRE: Grúa Torre

N° 02.01



1

2

3

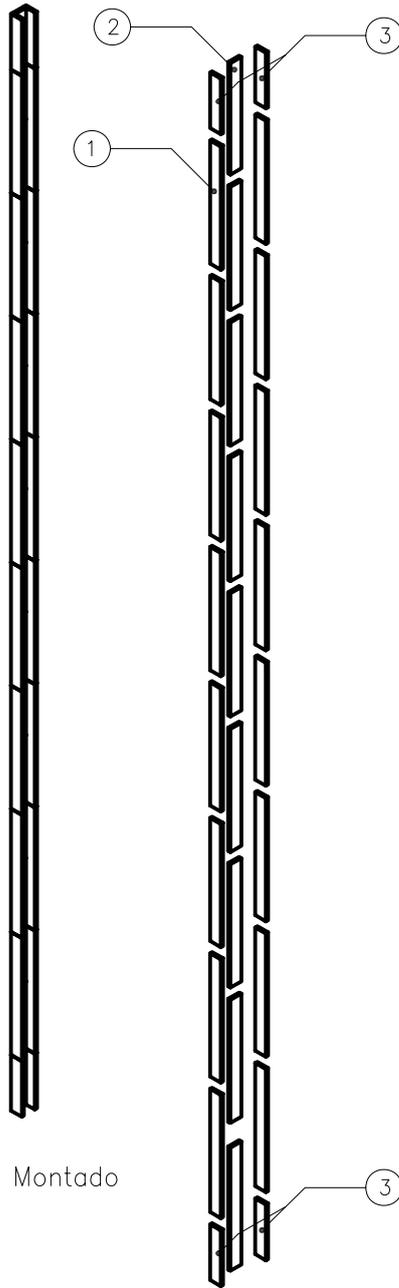
4

22

A

B

C



Conjunto Montado

Despiece

Nota:
El resto de piezas no marcadas pertenecen al grupo 1

4	Pieza 02.02	3	P.02.02				
1	Pieza 02.01	2	P.02.01				
24	Pieza 00.02	1	P.00.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:5	<h2 style="text-align: center;">Perfil 02: Despiece</h2>
		U.DIM.mm	
			NOMBRE: Grúa Torre
			N° 02.01.01

D

1

2

3

4

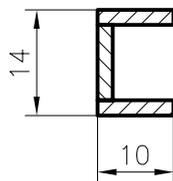
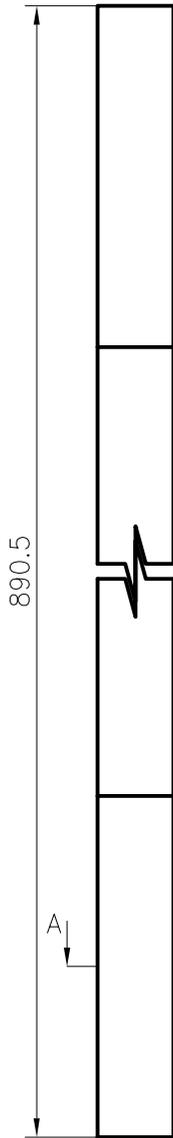
23

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM: mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 02.01.01.01

Perfil 02: Dimensiones

1

2

3

4

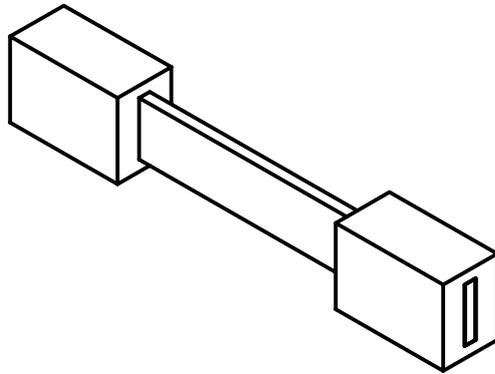
24

A

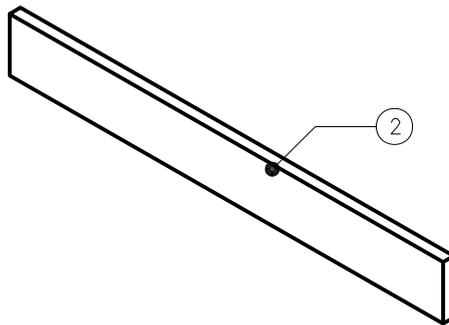
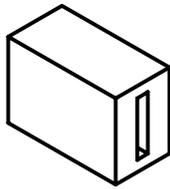
B

C

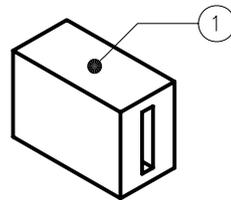
D



Conjunto montado



Despiece



1	Pieza 02.05	2	P.02.05				
2	Nudo 02.01	1	P.02.03				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	<h1>Montante 02: Despiece</h1>				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre				N° 02.01.02



1

2

3

4

25

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM: mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 02.01.02.01

Montante 02: Dimensiones

1

2

3

4

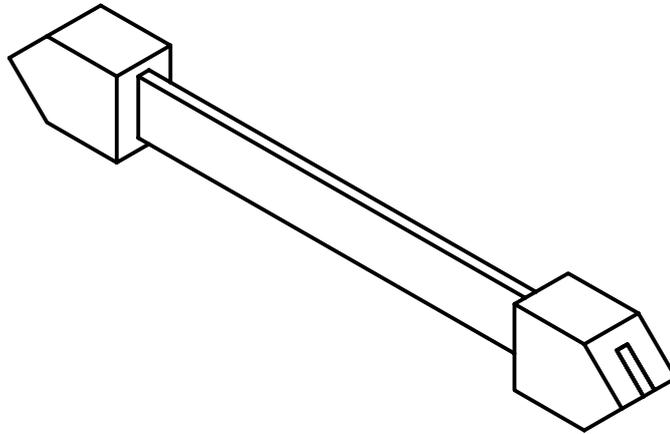
26

A

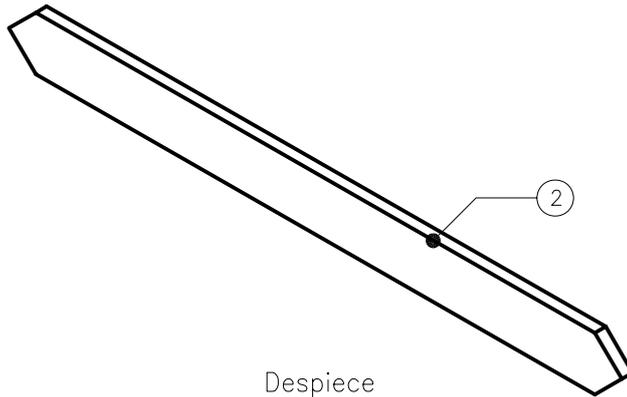
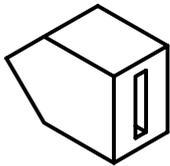
B

C

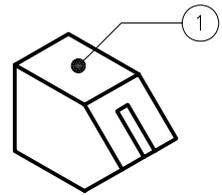
D



Conjunto montado



Despiece



1	Pieza 02.06	2	P.02.06				
2	Nodo 02.02	1	P.02.04				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1		<p>Diagonal 02: Despiece</p> <p>NOMBRE: Grúa Torre</p>	<p>N° 02.01.03</p>
		U.DIM.mm			



1

2

3

4

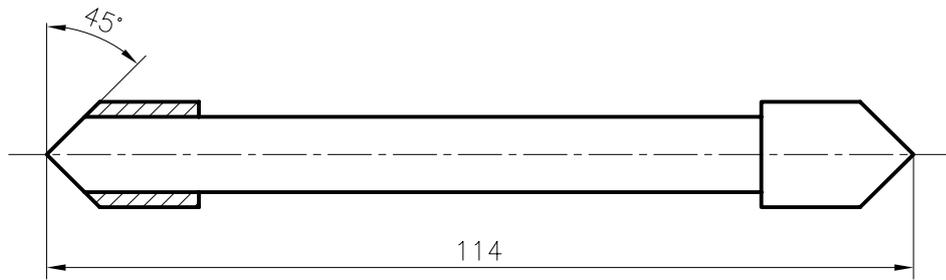
27

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM: mm

Diagonal 02: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 02.01.03.01

1

2

3

4

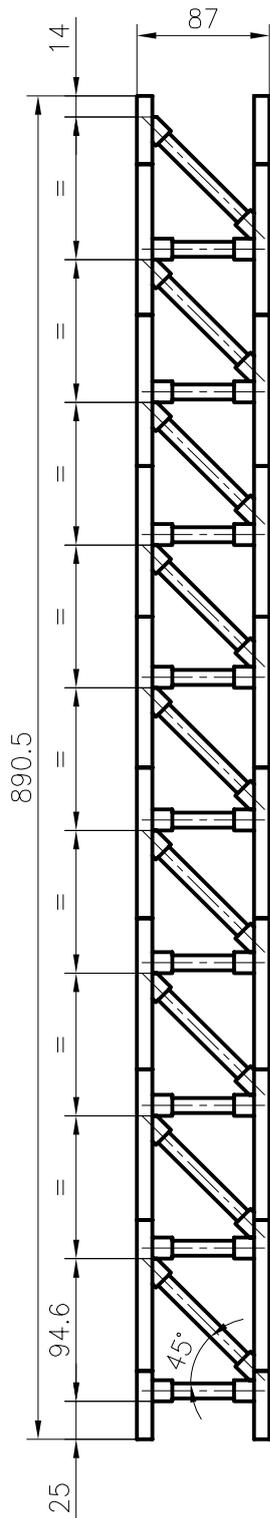
28

A

B

C

D



ESCALA
1:5

U.DIM: mm



NOMBRE: Grúa Torre

Cercha 02: Dimensiones

Nº 02.01.04

1

2

3

4

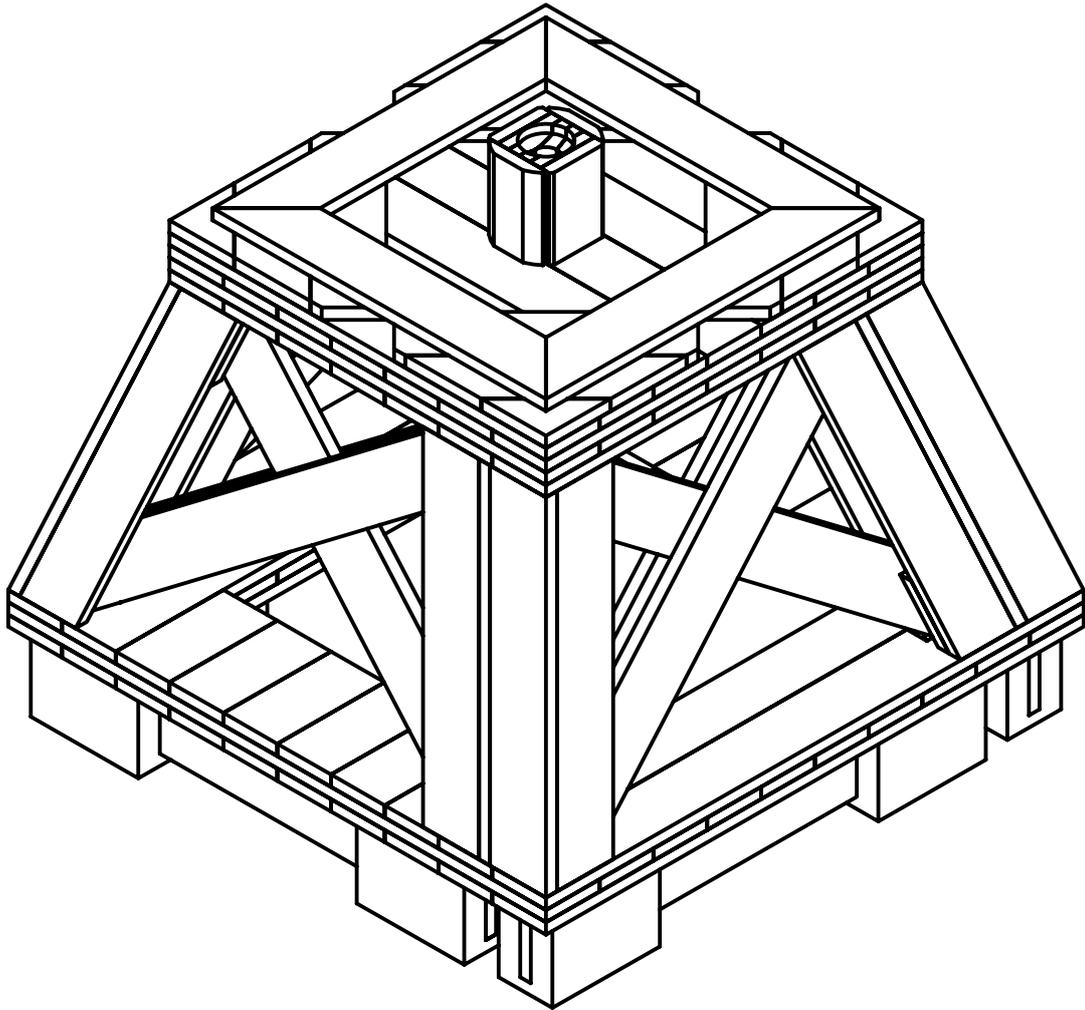
29

A

B

C

D



ESCALA
1:1

Cambio de sección: Cjto. Montado

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

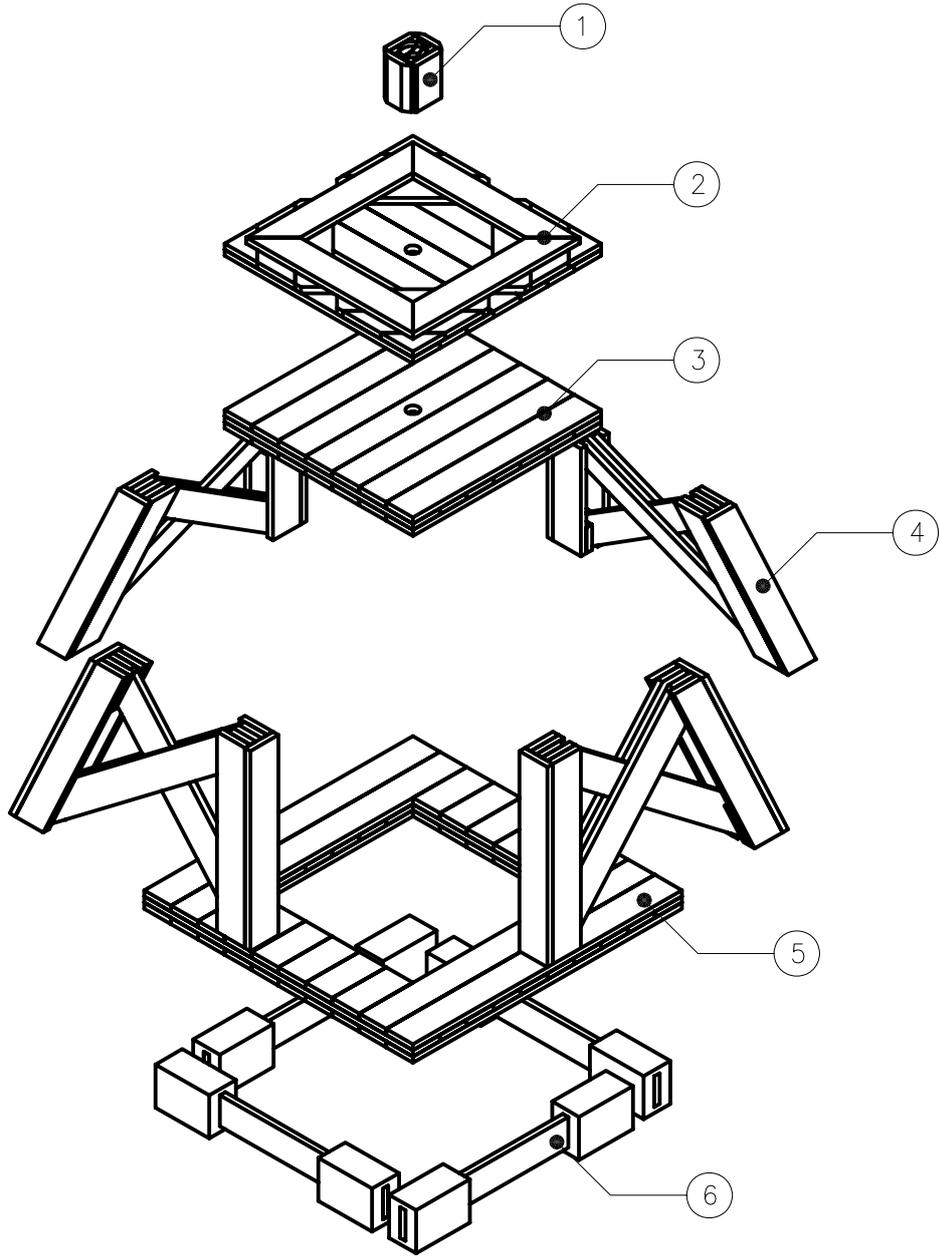
Nº 03.00



A

B

C



4	Montante 02	6	02.03				
1	Laminado 100x100	5	03.05				
1	Cercha 03	4	03.04				
1	Laminado 70x70	3	03.03				
1	Base de rodamiento	2	03.02				
1	Eje para rodamiento	1	03.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES	
		ESCALA 1:2	<h2>Cambio de sección: Despiece</h2>					
		U.DIM.mm						
			NOMBRE: Grúa Torre				N° 03.00.01	

1

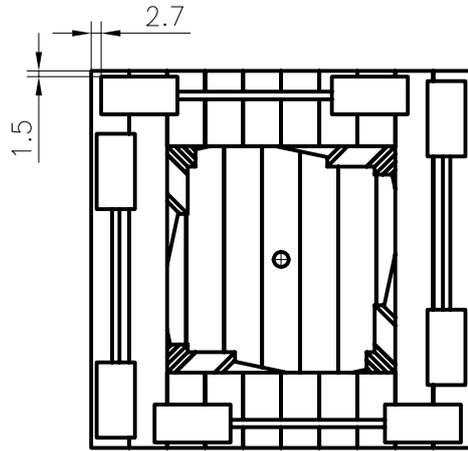
2

3

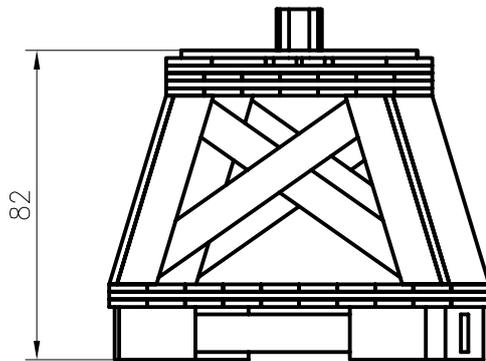
4

31

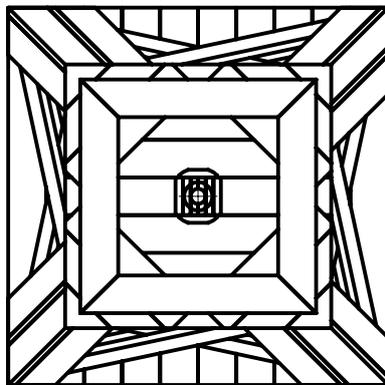
A



B



C



D

ESCALA
1:2

Cambio de sección: Dimensiones

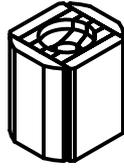
U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

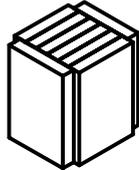
Nº 03.00.02

A

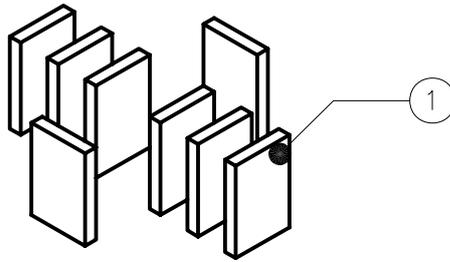


Detalle 1: Pieza final

B



Detalle 2: Pieza en bruto



Detalle 3: Despiece

C

D

8	Pieza 03.03	1	P.03.03					

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	Eje para rodamiento: Despiece			
		U.DIM. mm				
			NOMBRE: Grúa Torre			
			N° 03.01			

1

2

3

4

33

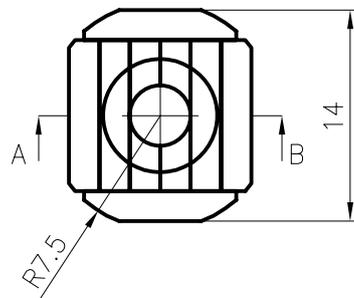
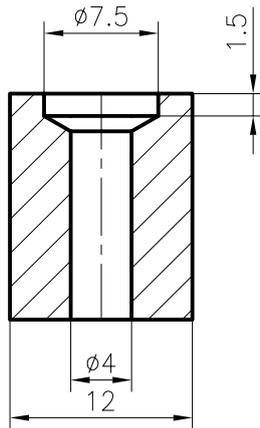
A

B

C

D

Sección A-B



ESCALA
2:1

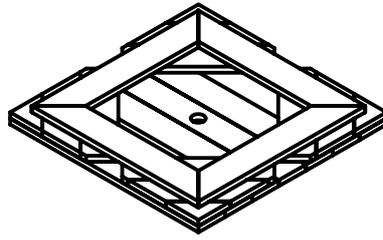
Eje para rodamiento: Dimensiones

U.DIM. mm

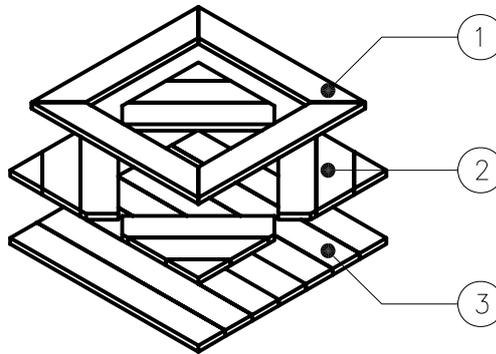


NOMBRE: Grúa Torre

Nº 03.01.01



Conjunto montado



Despiece

1	Lámina 70x70	3	03.02.03				
4	Escuadra	2	03.02.02				
1	Marco 03	1	03.02.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA	Base Rodamiento: Despiece
		1:2	
		U.DIM. mm	Nº 03.02

NOMBRE: Grúa Tipo Pluma

Nº 03.02

1

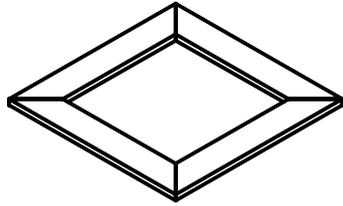
2

3

4

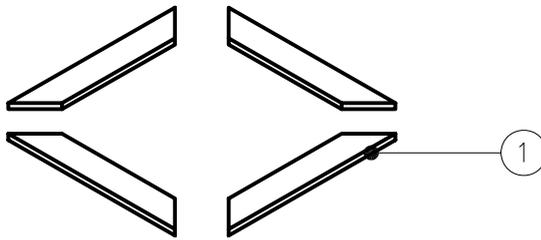
35

A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

4	Pieza 03.06	1	P.03.06				

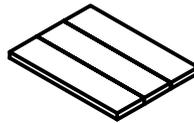
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:2	<h1>Marco 03: Despiece</h1>				
		U.DIM. mm					
			NOMBRE: Grúa Torre				N° 03.02.01

A

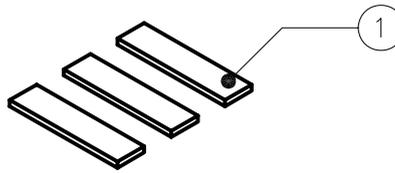


Detalle 1: Pieza Final



Detalle 2: Pieza en bruto

B



Despiece

C

D

3	Pieza 03.01	1	P.03.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

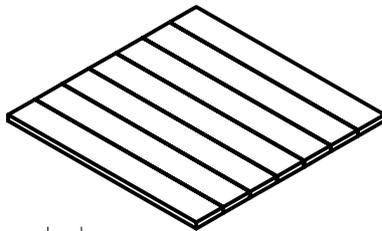
		ESCALA 1:2 U.DIM. mm	<h2>Escuadra: Despiece</h2>						
			NOMBRE: Grúa Torre	N° 03.02.02					

A

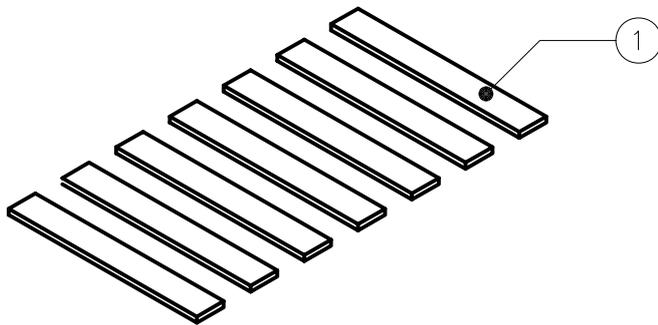
B

C

D



Conjunto montado



Despiece

7	Pieza 00.03	1	P.00.03				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES

ESCALA 1:2

U.DIM. mm



Lámina 70x70: Despiece

NOMBRE: Grúa Torre

N° 03.02.03



1

2

3

4

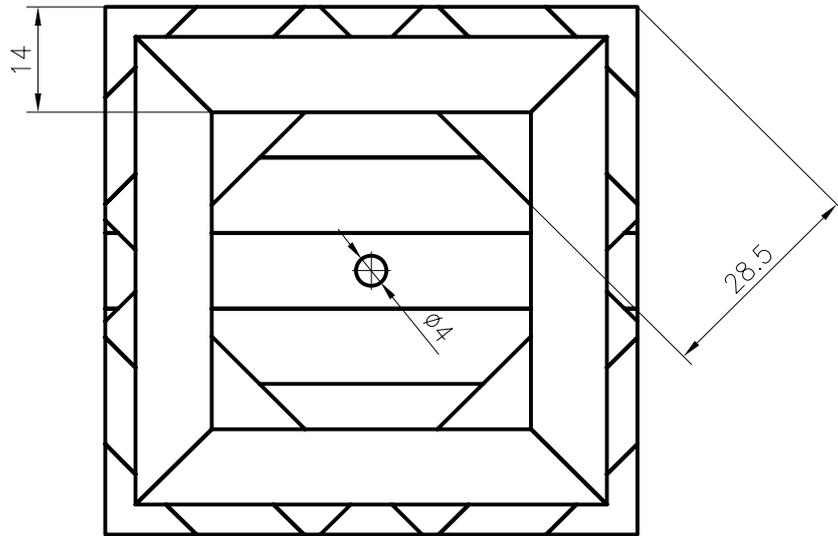
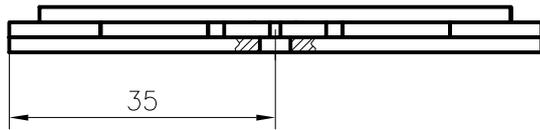
38

A

B

C

D



ESCALA
1:1

Base Rodamiento: Dimensiones

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 03.02.04

1

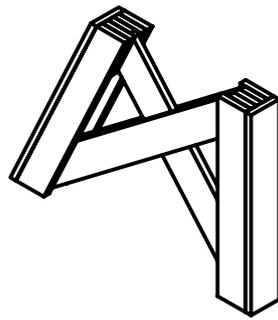
2

3

4

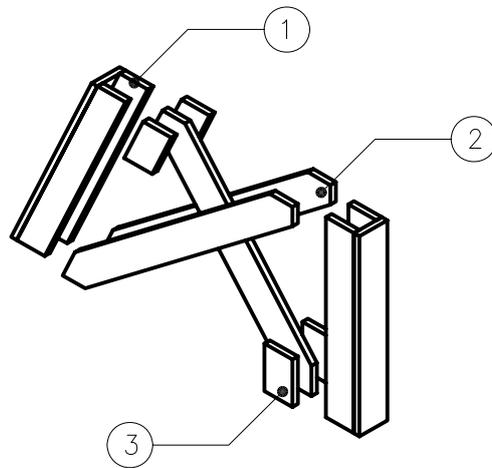
40

A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

1	Junta 03	3	P.03.04				
3	Diagonal 03	2	P.03.05				
2	Perfil 03	1	03.04.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:2	<h1>Cercha 03: Despiece</h1>				
		U.DIM. mm					
		 	NOMBRE: Grúa Torre				N° 03.04
		 	▽				

1

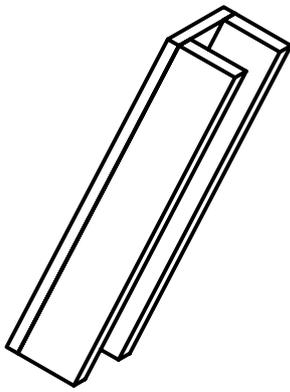
2

3

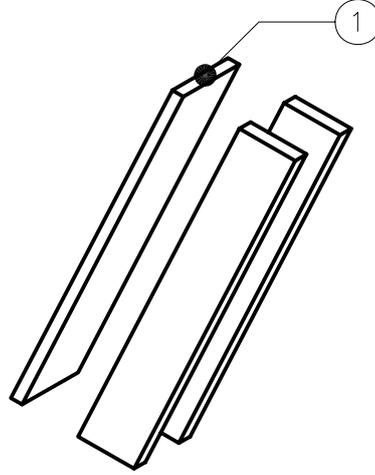
4

A

B



Conjunto montado



Despiece

C

D

3	Pieza 03.06	1	P.03.06				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
			ESCALA 1:2	Perfil 03: Despiece			
			U.DIM. mm				
				NOMBRE: Grúa Torre		N°	03.04.01



NOMBRE: Grúa Torre

N° 03.04.01

1

2

3

4

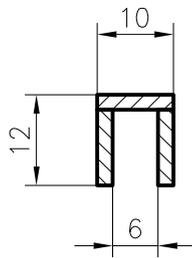
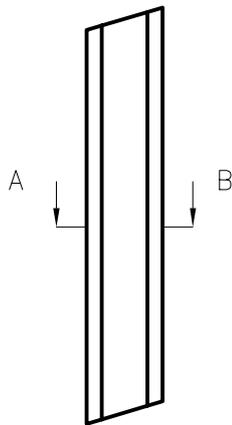
42

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Perfil 03_Dimensiones

Nº 03.04.01.01

1

2

3

4

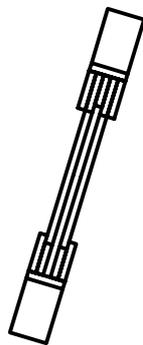
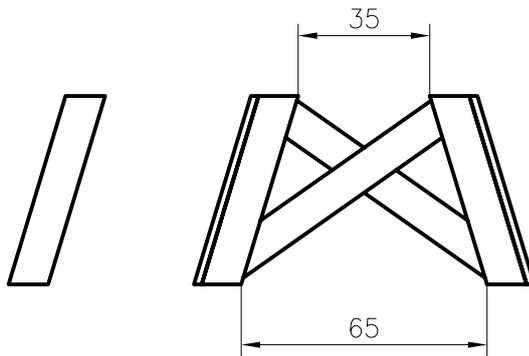
43

A

B

C

D



Vista superior auxiliar

//

ESCALA
1:2

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Cercha 03: Dimensiones

Nº 03.04.02

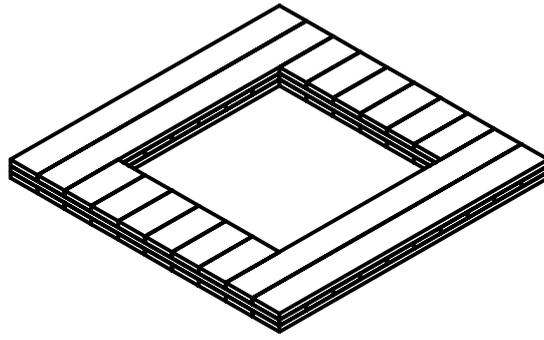
1

2

3

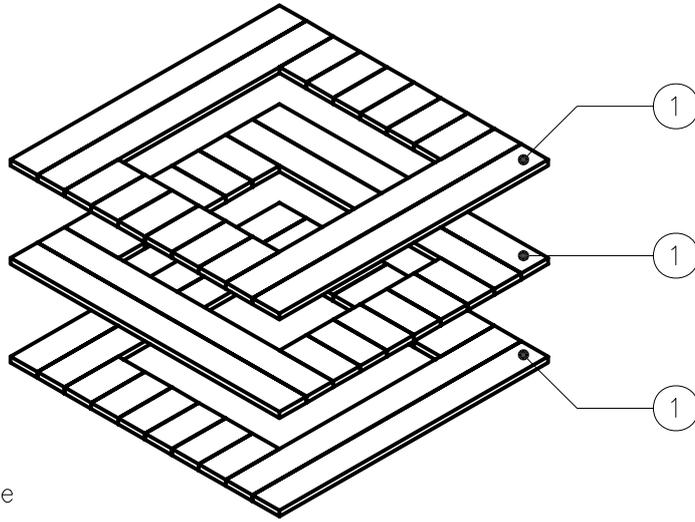
4

A



Conjunto montado

B

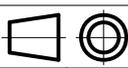


Despiece

C

D

3	Lamina 100x100x20	1	03.05.01				
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES

		ESCALA 1:2	<h1>Laminado 100x100: Despiece</h1>				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre				N° 03.05

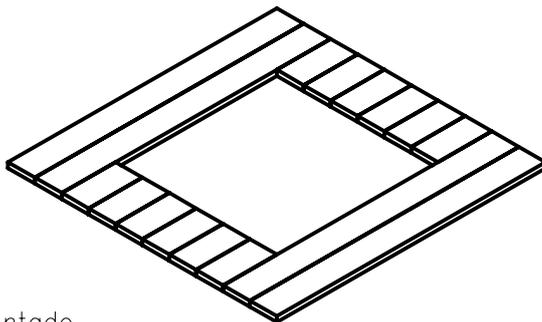
1

2

3

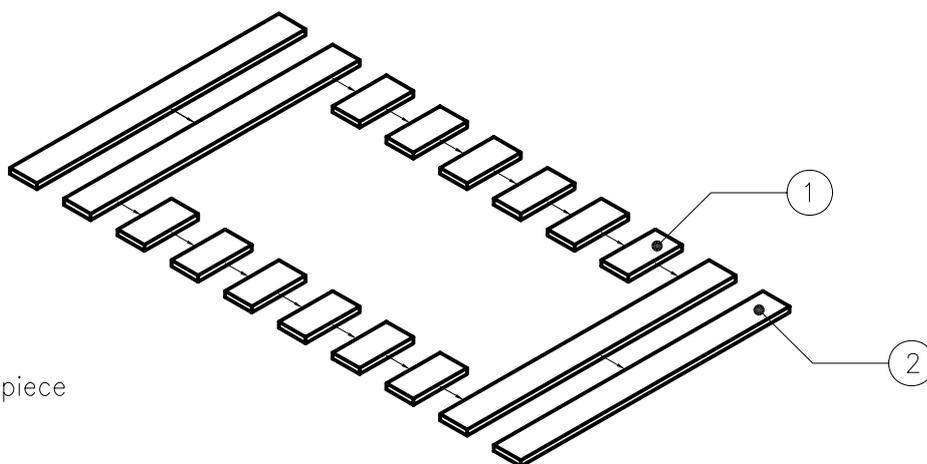
4

A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

4	Pieza 00.02	2	P.00.02				
12	Pieza 03.02	1	P.03.02				
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA 1:2 U.DIM.mm		Lámina 100x100x20: Despiece NOMBRE: Grúa Torre			N° 03.05.01

1

2

3

4

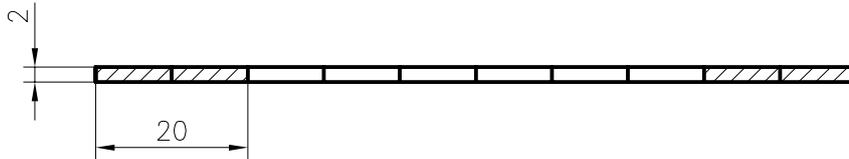
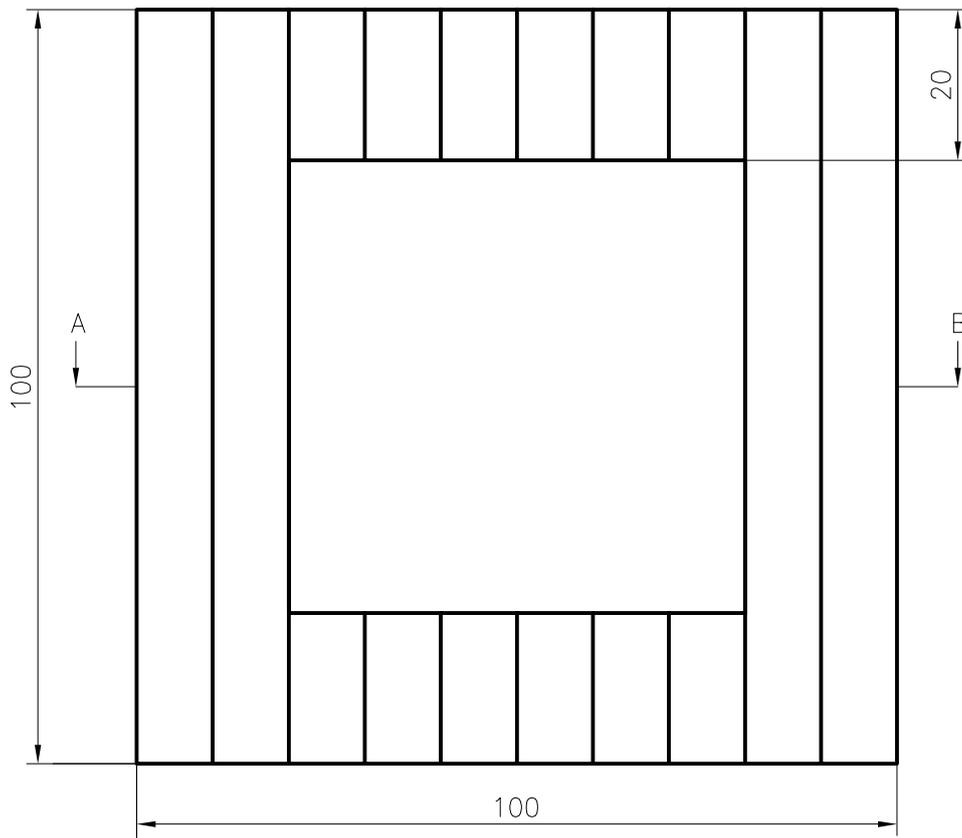
46

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

Lámina 100x100x20: Dimensiones

U.DIM. mm

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 03.05.01.01



1

2

3

4

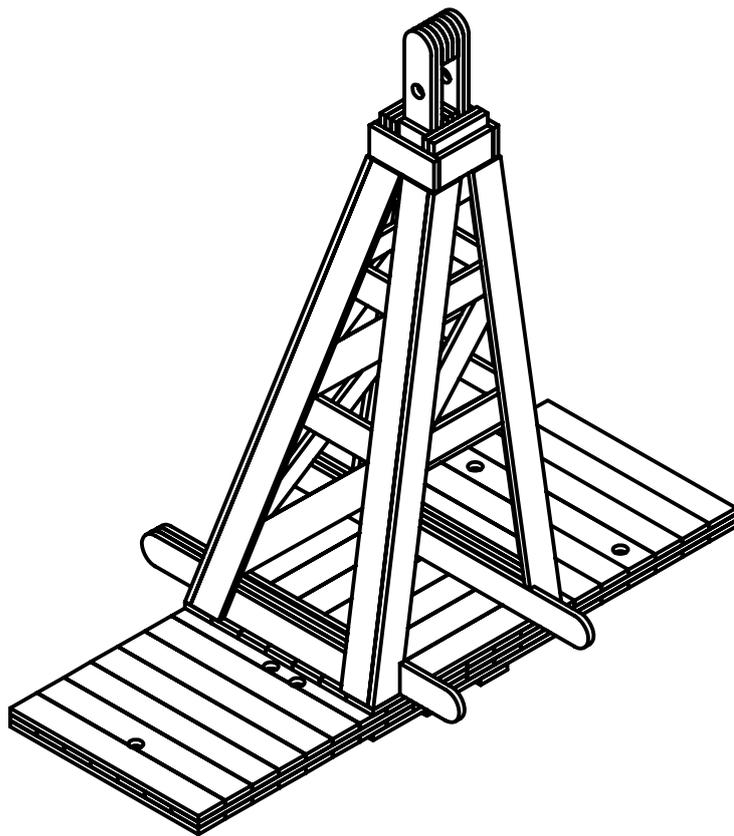
47

A

B

C

D



ESCALA
1:2

U.DIM. mm



Portaflecha: Cjto. Montado

NOMBRE: Grúa torre

Nº

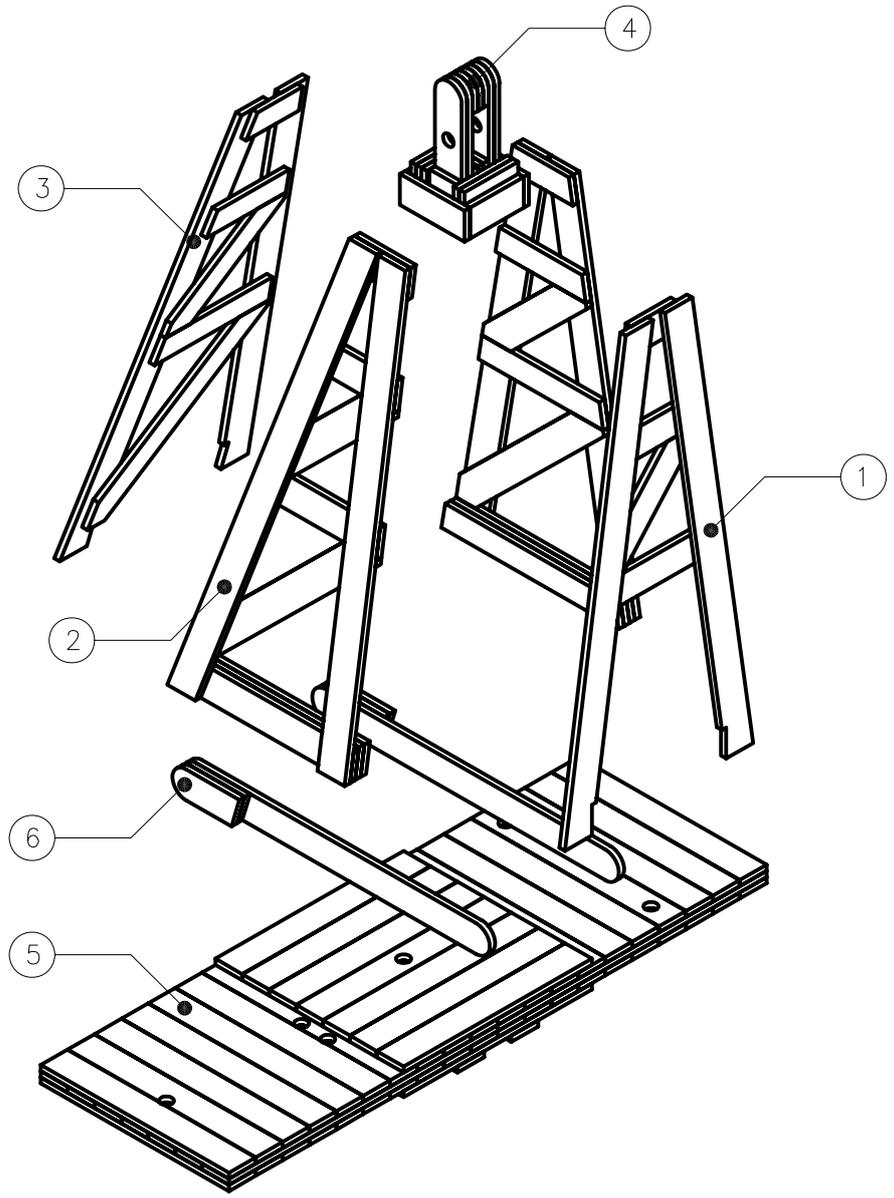
04.00

A

B

C

D



1	Sujeciones	6	04.06				
1	Plataforma base	5	04.05				
1	Estructura superior	4	04.04				
1	Cercha 04_03	3	04.03				
2	Cercha 04_02	2	04.02				
1	Cercha 04_01	1	04.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA 1:2		<h1>Portaflecha: Despice</h1>			
		U.DIM.mm					
				NOMBRE: Grúa Torre			N° 04.00.01

1

2

3

4

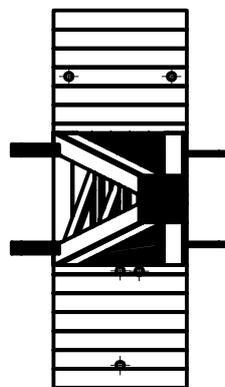
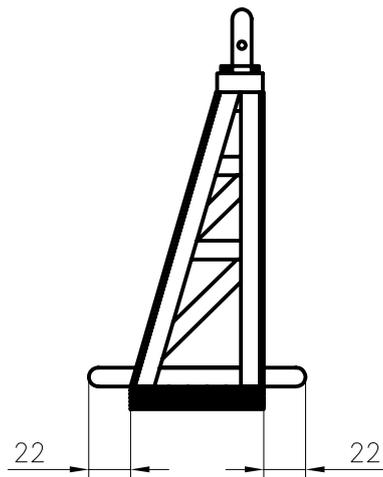
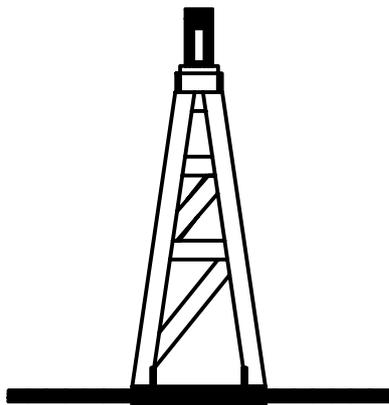
49

A

B

C

D



ESCALA
1:4

U.DIM. mm

Portaflecha: Dimensiones

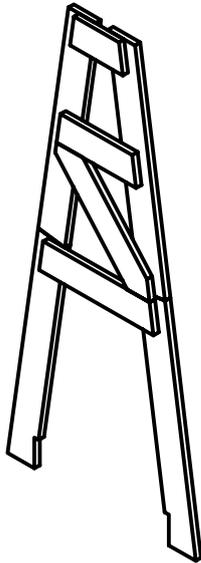


NOMBRE: Grúa torre

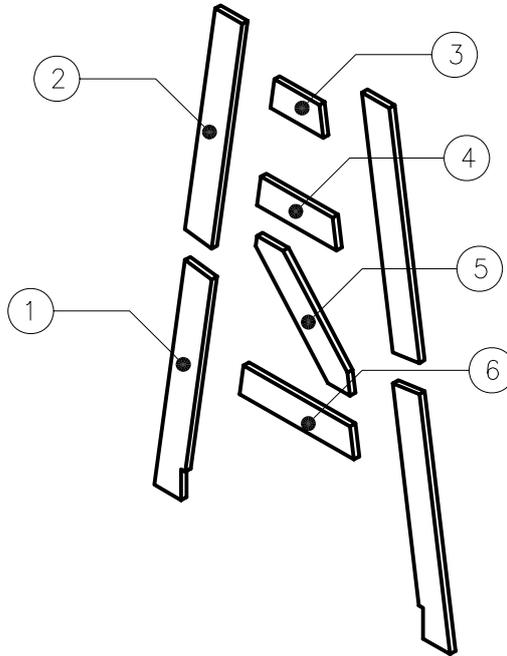
Nº 04.00.02

A

B



Conjunto Montado



Despiece

C

D

1	Pieza 04.01.03	6	P.04.01.03				
1	Pieza 04.01.04	5	P.04.01.04				
1	Pieza 04.01.02	4	P.04.01.02				
1	Pieza 04.01.01	3	P.04.01.01				
2	Pieza 04.01.05	2	P.04.01.05				
2	Pieza 04.01.06	1	P.04.01.06				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES

ESCALA 1:2

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Cercha 04.1: Despiece

Nº 04.01.00

1

2

3

4

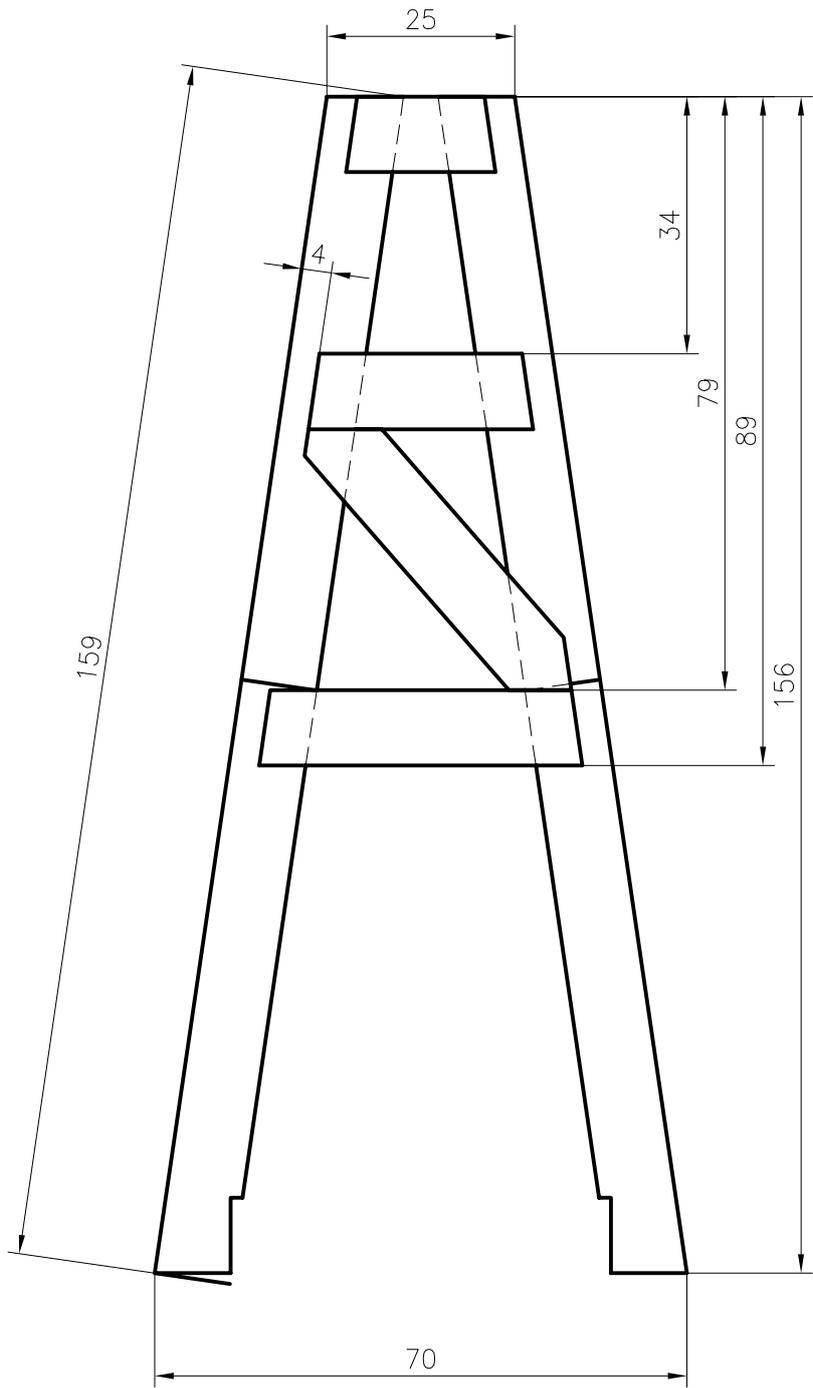
51

A

B

C

D



Nota:
 Una vez fabricadas las piezas, se recomienda emplear el plano como plantilla para conseguir un correcto posicionamiento al fabricar el subconjunto

ESCALA
 1:1

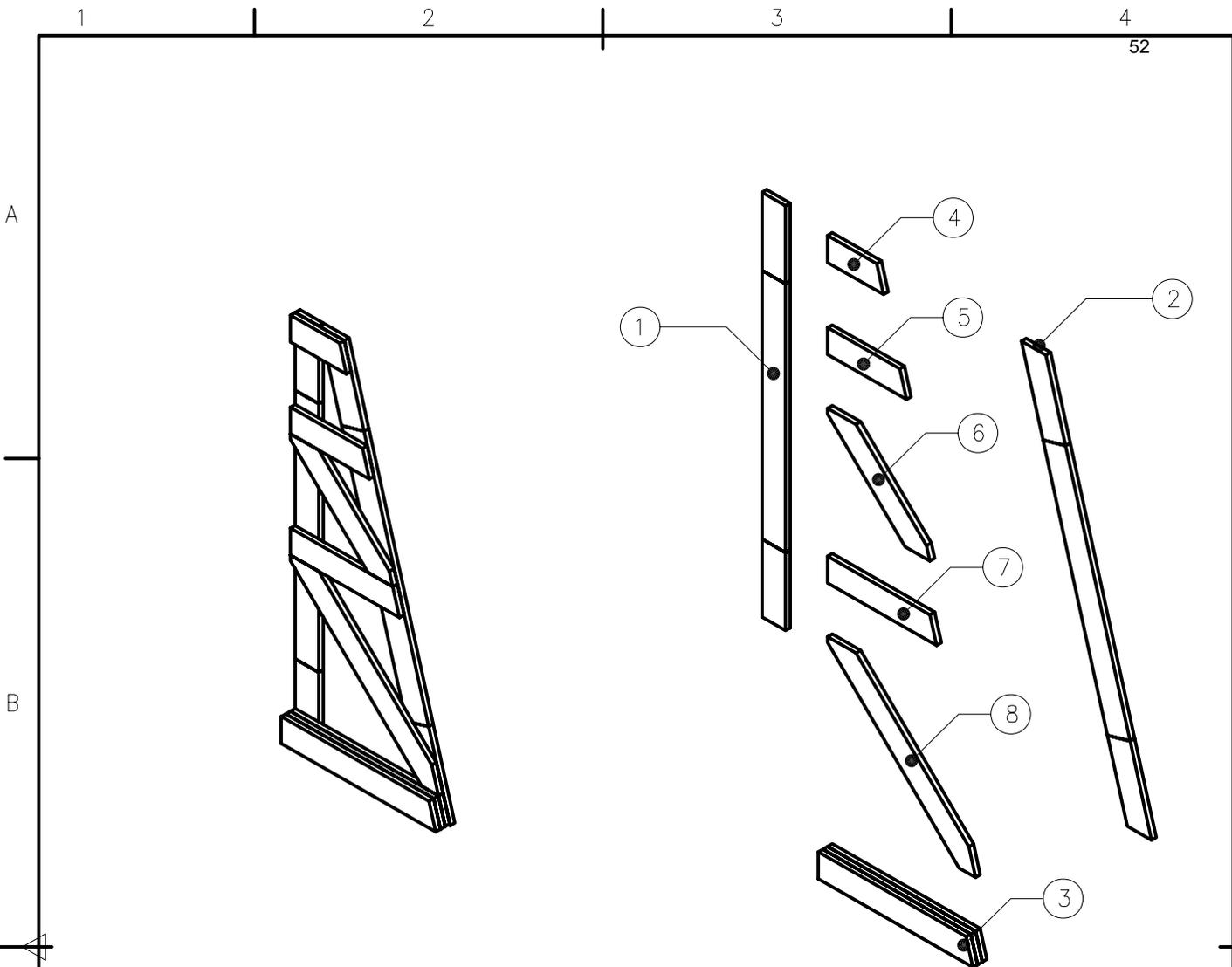
U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Cercha 04.1: Dimensiones

Nº 04.01.01



Conjunto Montado

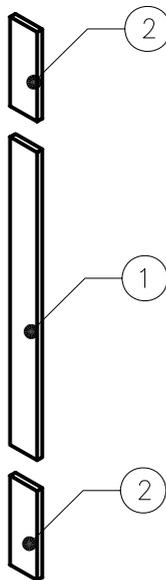
Despiece

C								
	1	Pieza 04.02.06	8	P.04.02.06				
	1	Pieza 04.02.03	7	P.04.02.03				
	1	Pieza 04.02.05	6	P.04.02.05				
	1	Pieza 04.02.02	5	P.04.02.02				
	1	Pieza 04.02.01	4	P.04.02.01				
	1	Montante 4.2	3	04.02.03				
	1	Cordón 4.2.B	2	04.02.02				
	1	Cordón 4.2.A	1	04.02.01				

D	CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
			ESCALA	<h2>Cercha 04.2: Despiece</h2>				
			1:2					
			U.DIM.mm	NOMBRE: Grúa Torre				N° 04.02.00

A

B



Conjunto Montado

Despiece

C

D

2	Pieza 04.02.07	2	P.04.02.07				
1	Pieza 00.02	1	P.00.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:2		Cordón 4.2.A: Despiece			
		U.DIM.mm					
				NOMBRE: Grúa Torre			Nº 04.02.01



1

2

3

4

54

A

B

C

D

158

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Cordón 4.2.A: Dimensiones

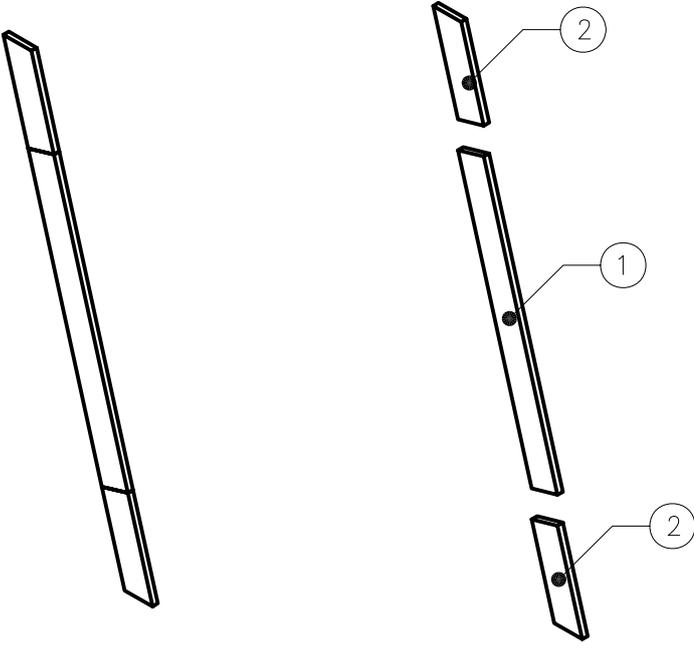


NOMBRE: Grúa Torre

Nº 04.02.01.01

A

B



Conjunto Montado

Despiece

C

D

2	Pieza 04.02.02	2	P.04.02.02				
1	Pieza 00.02	1	P.00.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA
1:2

U.DIM.mm

Cordón 4.2.B: Despiece

NOMBRE: Grúa Torre

N° 04.02.02

1

2

3

4

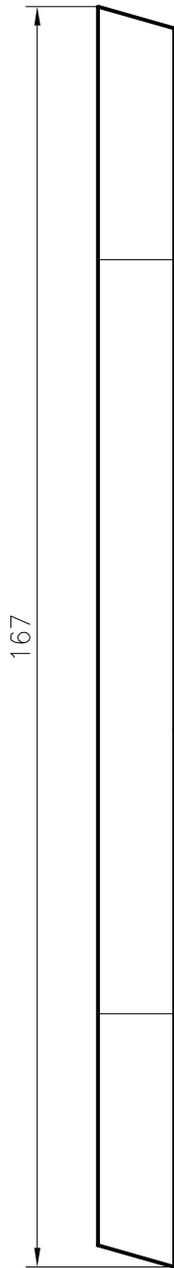
56

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Cordón 4.2.B: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

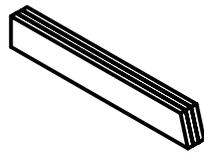
Nº 04.02.02.01

A

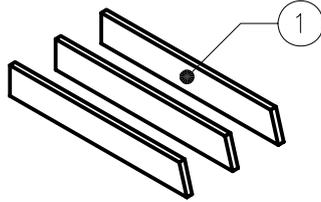
B

C

D



Conjunto Montado



Despiece

3	Pieza 04.02.04	1	P.04.02.04				
---	----------------	---	------------	--	--	--	--

CANTIDAD		DENOMINACIÓN		MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
				ESCALA 1:2		Montante 4.2: Despiece			
				U.DIM.mm					
						NOMBRE: Grúa Torre	N° 04.02.03		

1

2

3

4

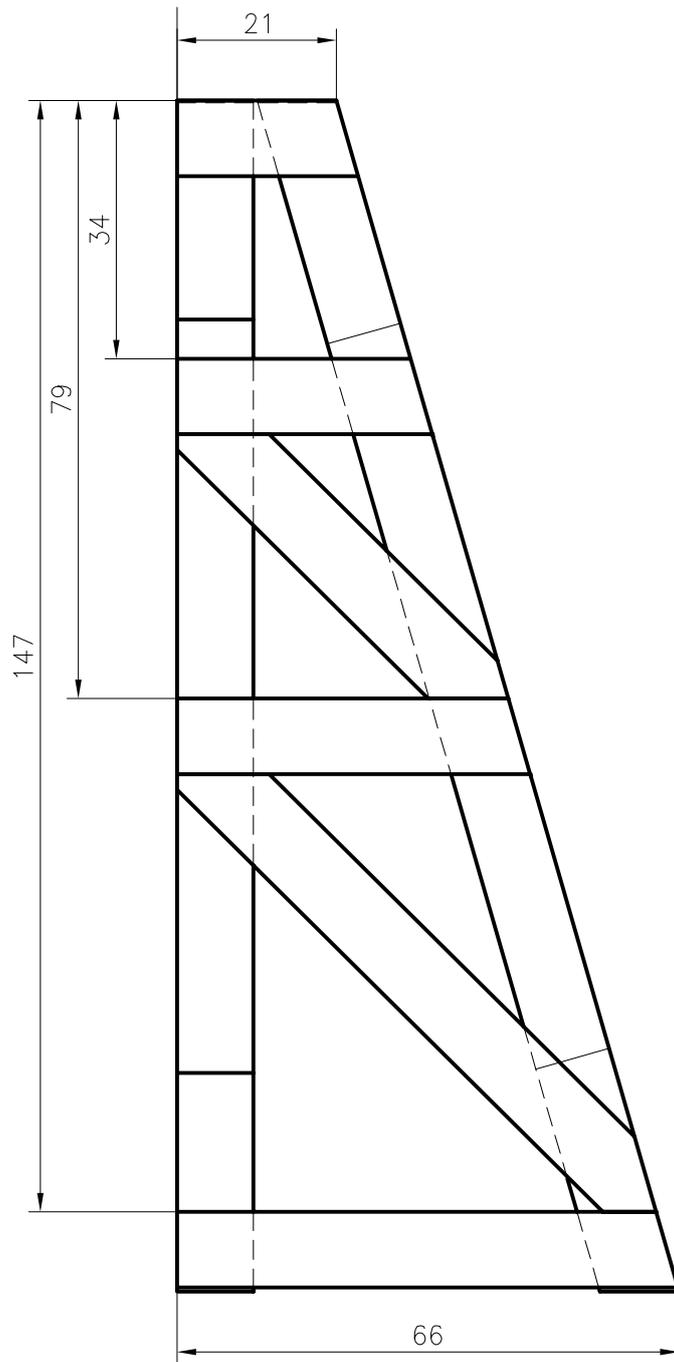
58

A

B

C

D



Nota:
 Una vez fabricadas las piezas, se recomienda emplear el plano como plantilla para conseguir un correcto posicionamiento al fabricar el subconjunto

ESCALA
 1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 04.02.04

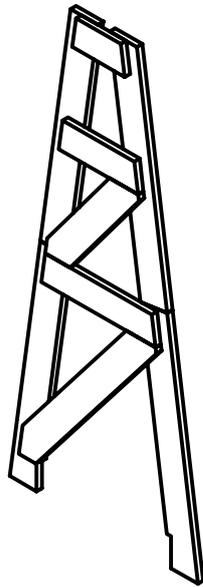
Cercha 04.1: Dimensiones

A

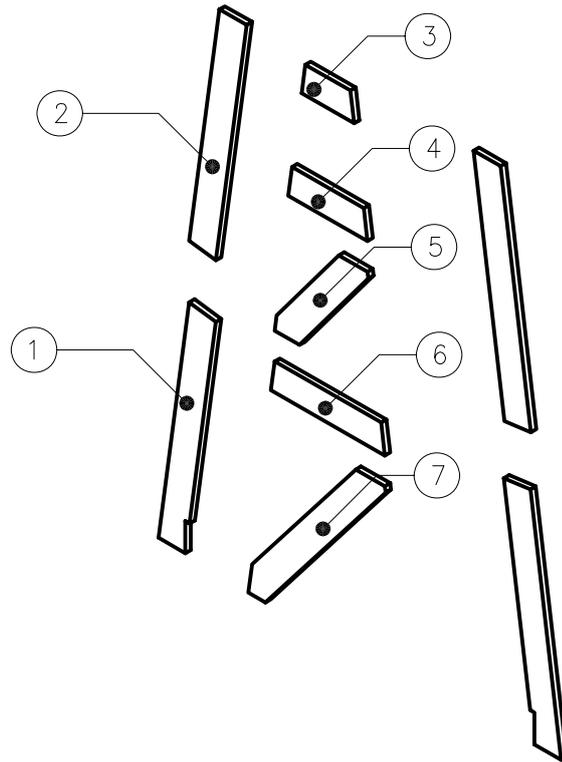
B

C

D



Conjunto Montado



Despiece

1	Pieza 04.03.02	7	P.04.03.02				
1	Pieza 04.01.03	6	P.04.01.03				
1	Pieza 04.03.01	5	P.04.03.01				
1	Pieza 04.01.02	4	P.04.01.02				
1	Pieza 04.01.01	3	P.04.01.01				
1	Pieza 04.03.03	2	P.04.03.03				
1	Pieza 04.03.04	1	P.04.03.04				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:2 U.DIM.mm		Cercha 04.3: Despiece			
				NOMBRE: Grúa torre		N° 04.03.00	



1

2

3

4

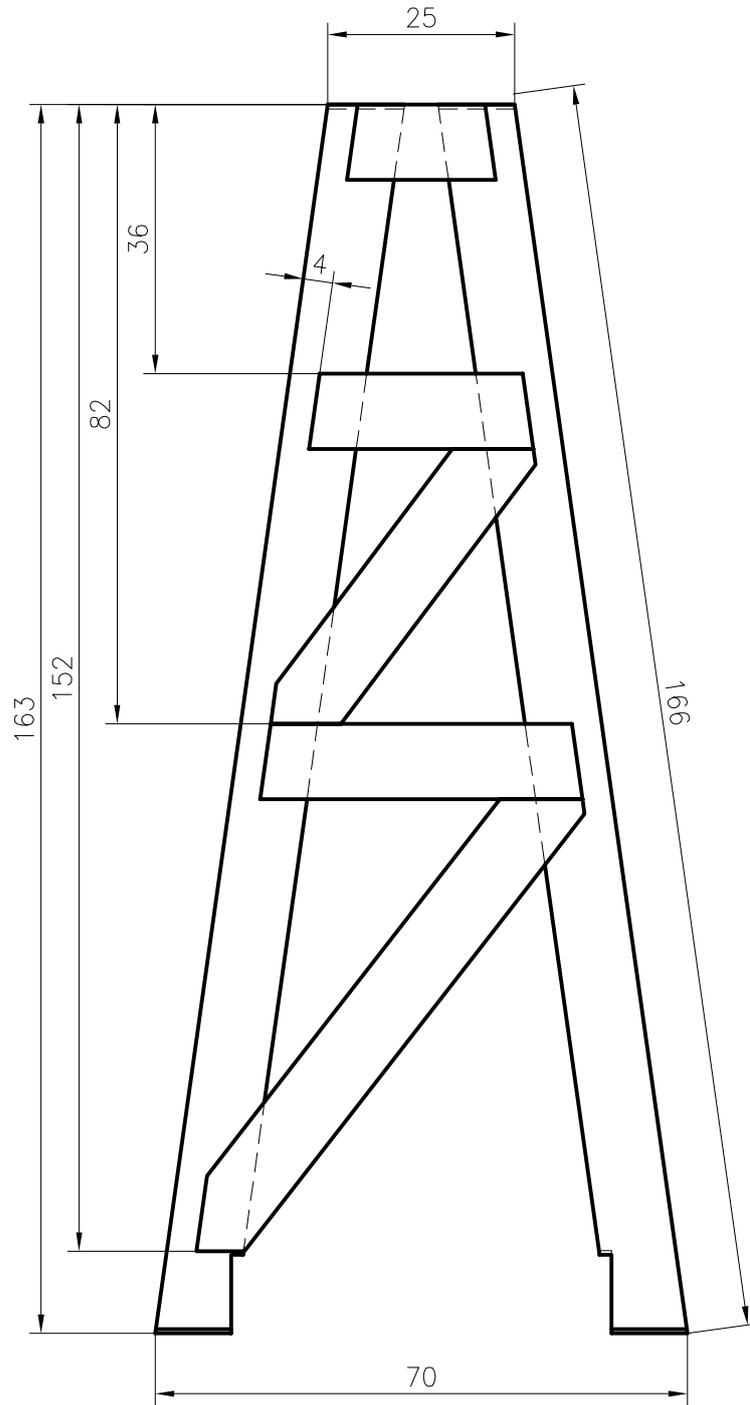
60

A

B

C

D



Nota:

Una vez fabricadas las piezas, se recomienda emplear el plano como plantilla para conseguir un correcto posicionamiento al fabricar el subconjunto

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Cercha 04.3: Dimensiones

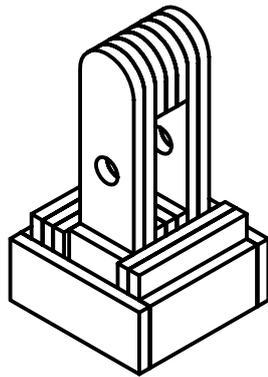
Nº 04.03.01

A

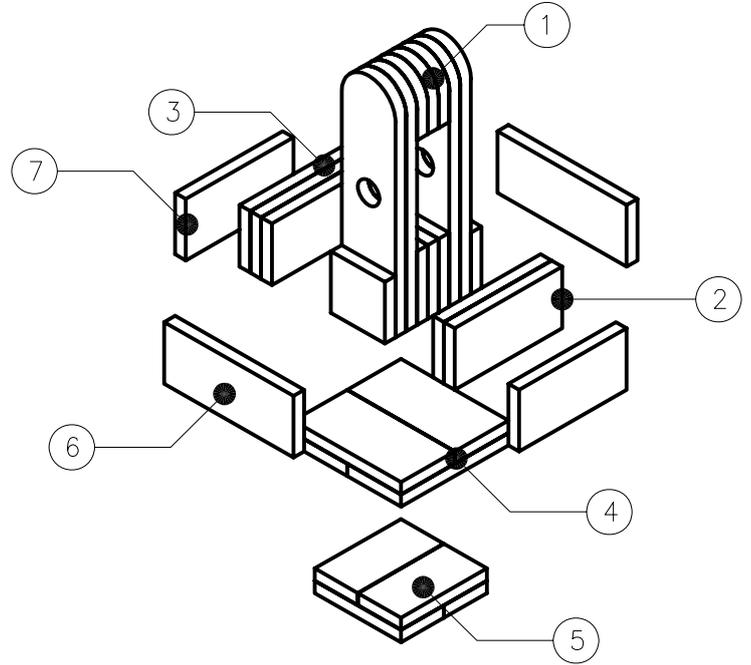
B

C

D



Conjunto Montado



Despiece

2	Pieza 04.04.04	7	P.04.04.04				
2	Pieza 04.04.05	6	P.04.04.05				
1	Plataforma 16x16	5	04.04.05				
1	Plataforma 20x20	4	04.04.04				
1	Pared posterior	3	04.04.03				
1	Pared frontal	2	04.04.02				
1	Articulación	1	04.04.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Estructura superior: Despiece

NOMBRE: Grúa Torre

N° 04.04.00

1

2

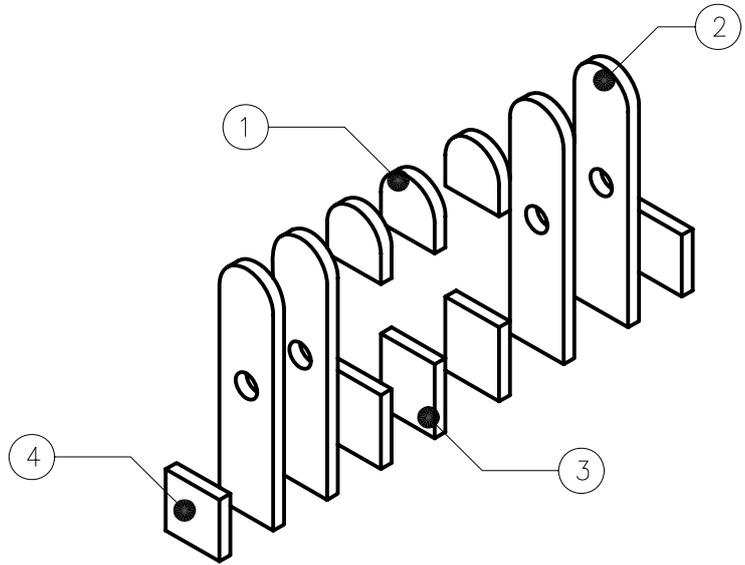
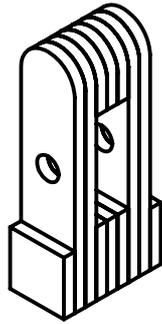
3

4

62

A

B



C

D

2	Pieza 04.04.01	4	P.04.04.01				
3	Pieza 04.04.02	3	P.04.04.02				
4	Pieza 04.04.07	2	P.04.04.07				
3	Pieza 04.04.06	1	P.04.04.06				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA	Articulación: Despiece	N° 04.04.01
		1:1		
		U.DIM.mm	NOMBRE: Grúa Torre	

1

2

3

4

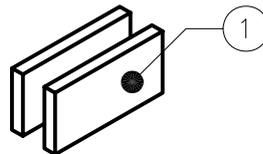
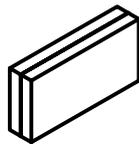
63

A

B

C

D



Conjunto Montado

Despiece

2	Pieza 04.04.04	1	P.04.04.04				
---	----------------	---	------------	--	--	--	--

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA 1:1
U.DIM.mm

Pared frontal: Despiece

NOMBRE: Grúa Torre

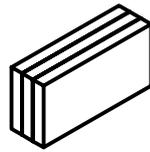
N° 04.04.02

A

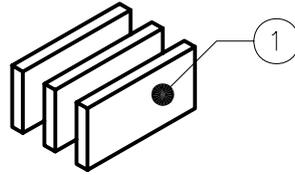
B

C

D



Conjunto Montado



Despiece

3	Pieza 04.04.04	1	P.04.04.04				
---	----------------	---	------------	--	--	--	--

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1 U.DIM.mm	<h2 style="margin: 0;">Pared posterior: Despiece</h2>			
			NOMBRE: Grúa Torre			N° 04.04.03

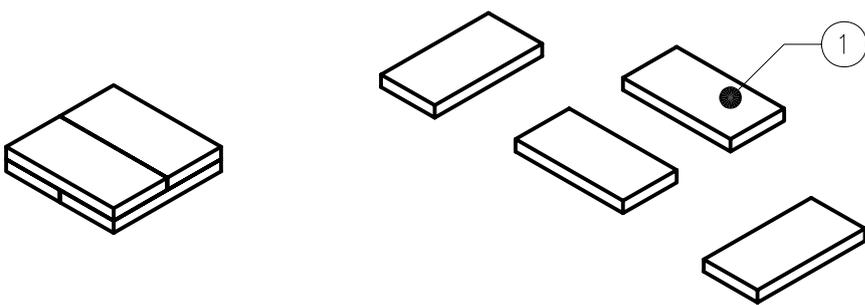


A

B

C

D



Conjunto Montado

Despiece

4	Pieza 04.04.04	1	P.04.04.07					

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
			ESCALA 1:1	Plataforma 20x20: Despiece			
		U.DIM.mm		NOMBRE: Grúa Torre			Nº 04.04.04

1

2

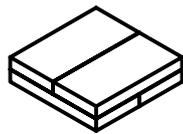
3

4

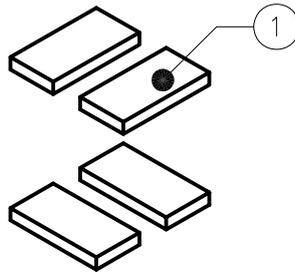
66

A

B



Conjunto Montado



Despiece

C

D

4

Pieza 04.04.03

1

P.04.04.03

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



Plataforma 16x16: Despiece

NOMBRE: Grúa Torre

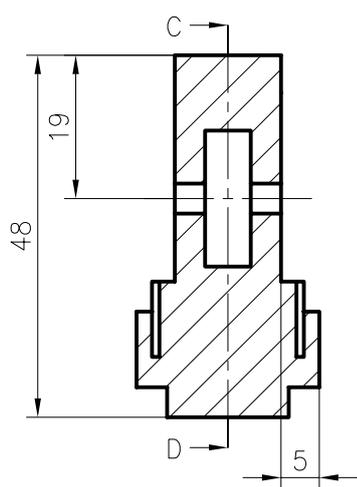
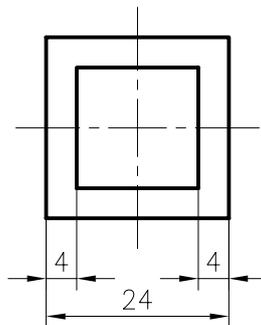
N° 04.04.05

A

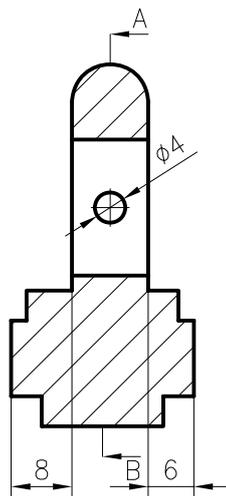
B

C

D



Sección A-B



Sección C-D

Notas:

- 1. Los taladros se realizarán una vez montada la pieza

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



Estructura sup.: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 04.04.06

1

2

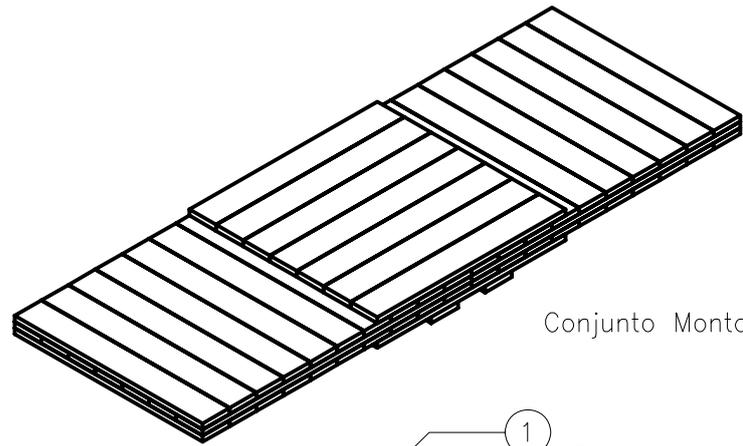
3

4

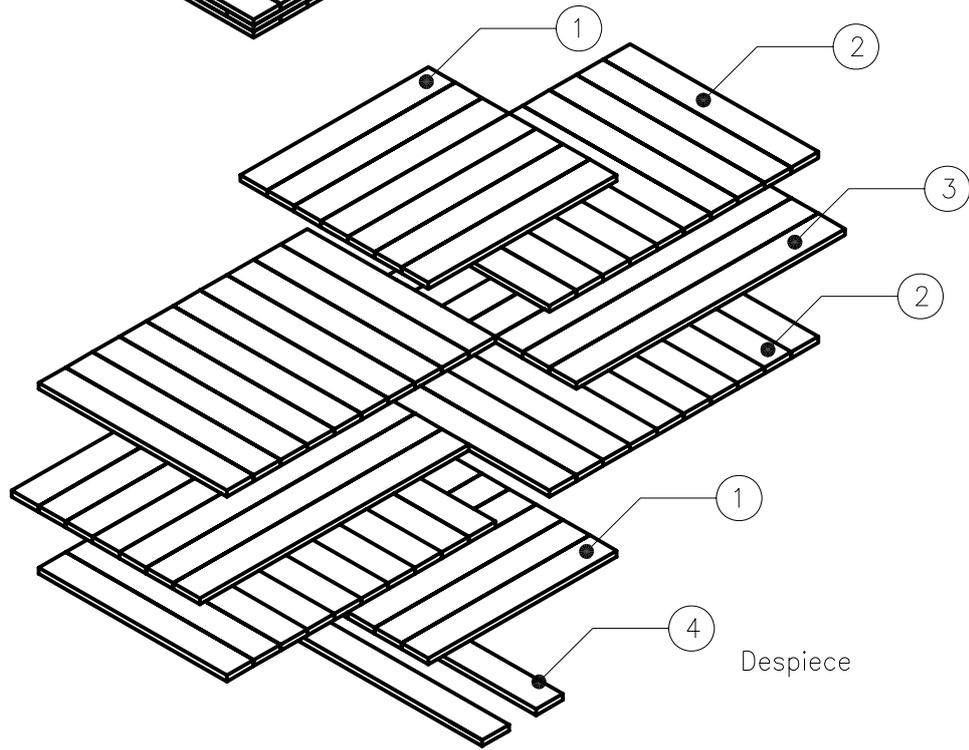
68

A

B



Conjunto Montado



Despiece

C

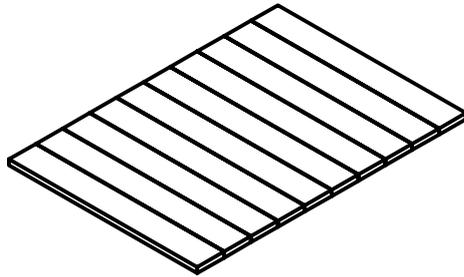
D

2	Pieza 00.03	4	P.00.03				
2	Lámina 100x70	3	04.05.02				
4	Lámina 70x100	2	04.05.01				
2	Lámina 70x70	1	03.02.03				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES	
		ESCALA 1:2	<h1>Plataforma 04</h1>					
		U.DIM.						
				NOMBRE: Grúa Torre	N° 04.05.00			

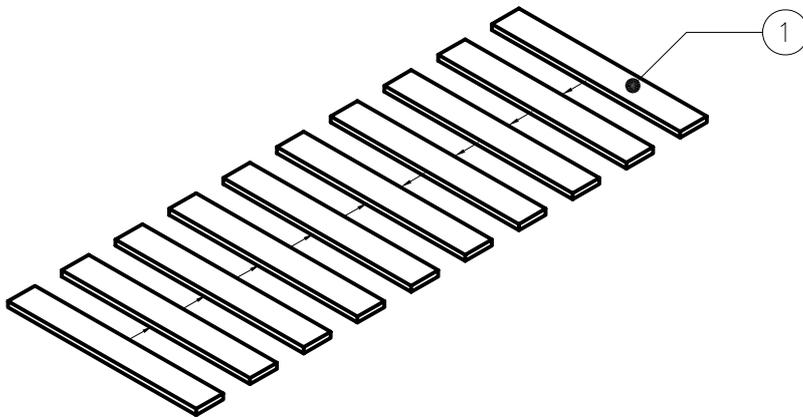


A



Conjunto Montado

B



Despiece

C

D

10	Pieza 00.03	1	P.00.03				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:2		Lámina 70x100: Despiece			
		U.DIM.					
				NOMBRE: Grúa Torre			N° 04.05.01

1

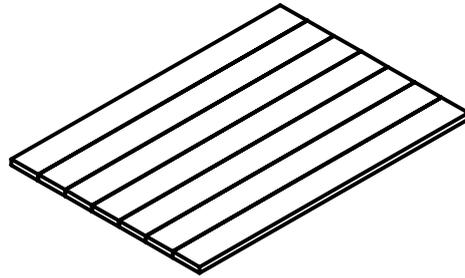
2

3

4

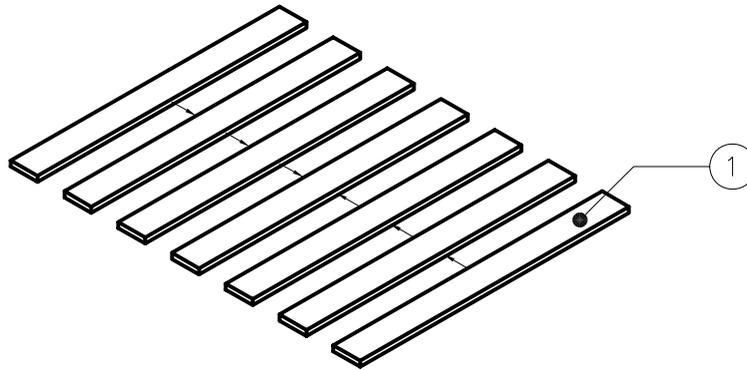
70

A



Conjunto Montado

B



Despiece

C

D

7	Pieza 00.02	1	P.00.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:2		Lámina 100x70: Despiece			
		U.DIM.					
				NOMBRE: Grúa Torre			N° 04.05.02

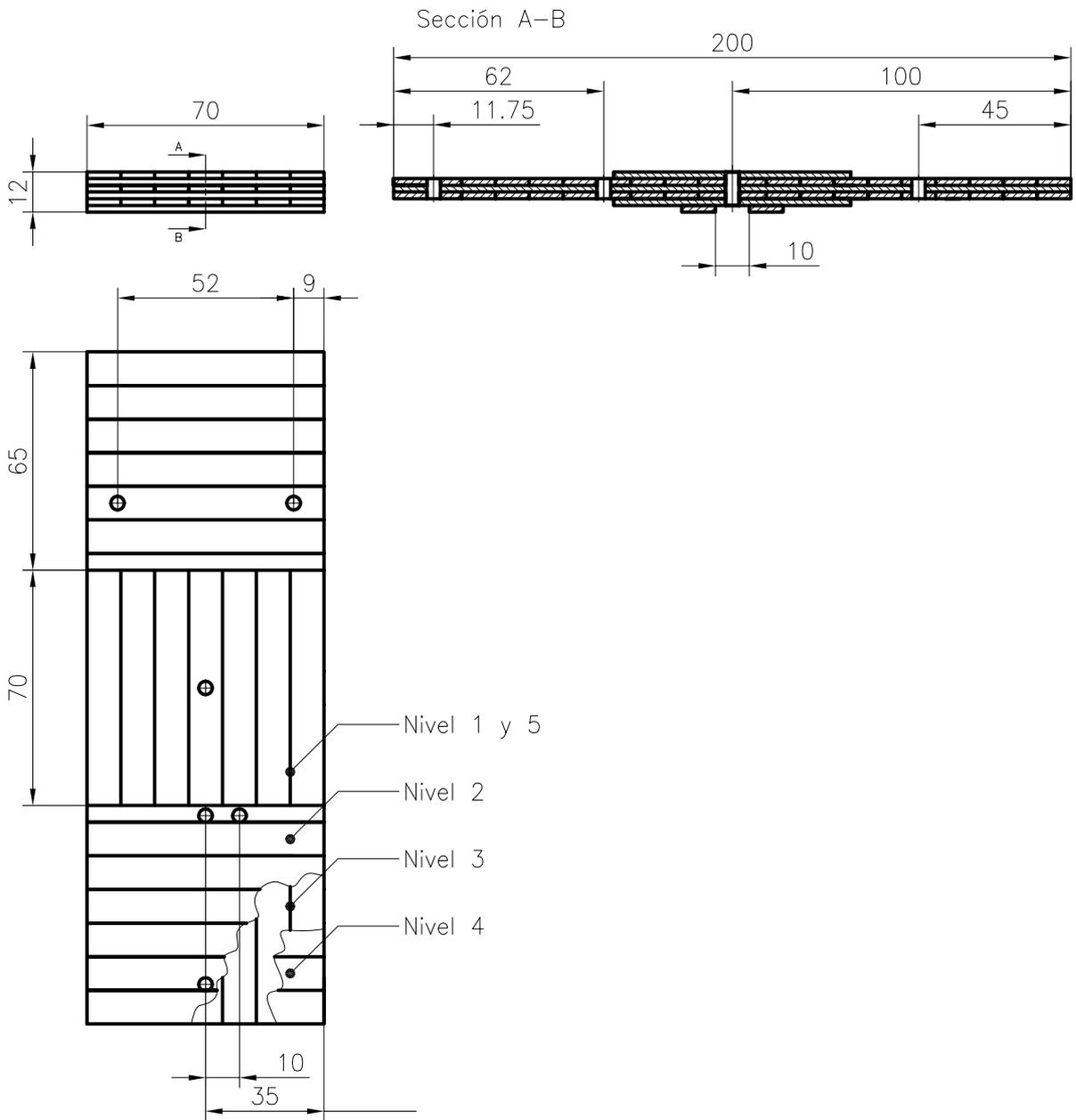
1 2 3 4 71

A

B

C

D



Notas:

1. La pieza está compuesta por 5 láminas con la siguiente orientación $[90^\circ, 0^\circ, 90^\circ, 0^\circ, 90^\circ]$
2. Todos los taladros no acotados son $\varnothing 4$
3. Los taladros se realizarán una vez montadas todas las láminas.

ESCALA
1:2

U.DIM.mm



Plataforma 04: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 04.05.03

1

2

3

4

72

A

Conjunto montado

B

Despiece

C

D

2	Pieza 04.06.01	2	P.04.06.01				
1	Pieza 00.01	1	P.00.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	Sujeción				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre			N°	04.06.00
							

1

2

3

4

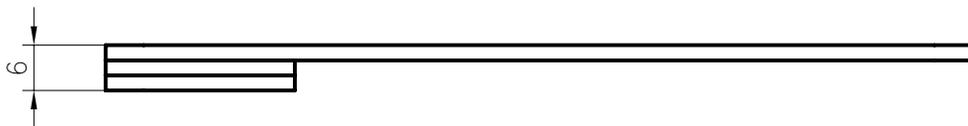
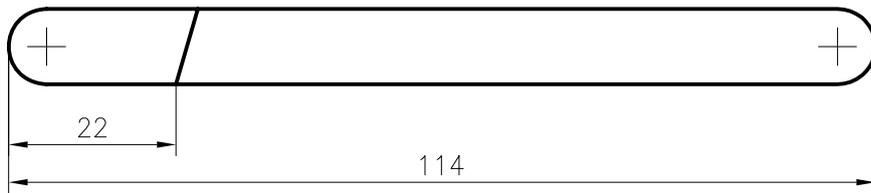
73

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 04.06.01

Sujeción: Dimensiones

1

2

3

4

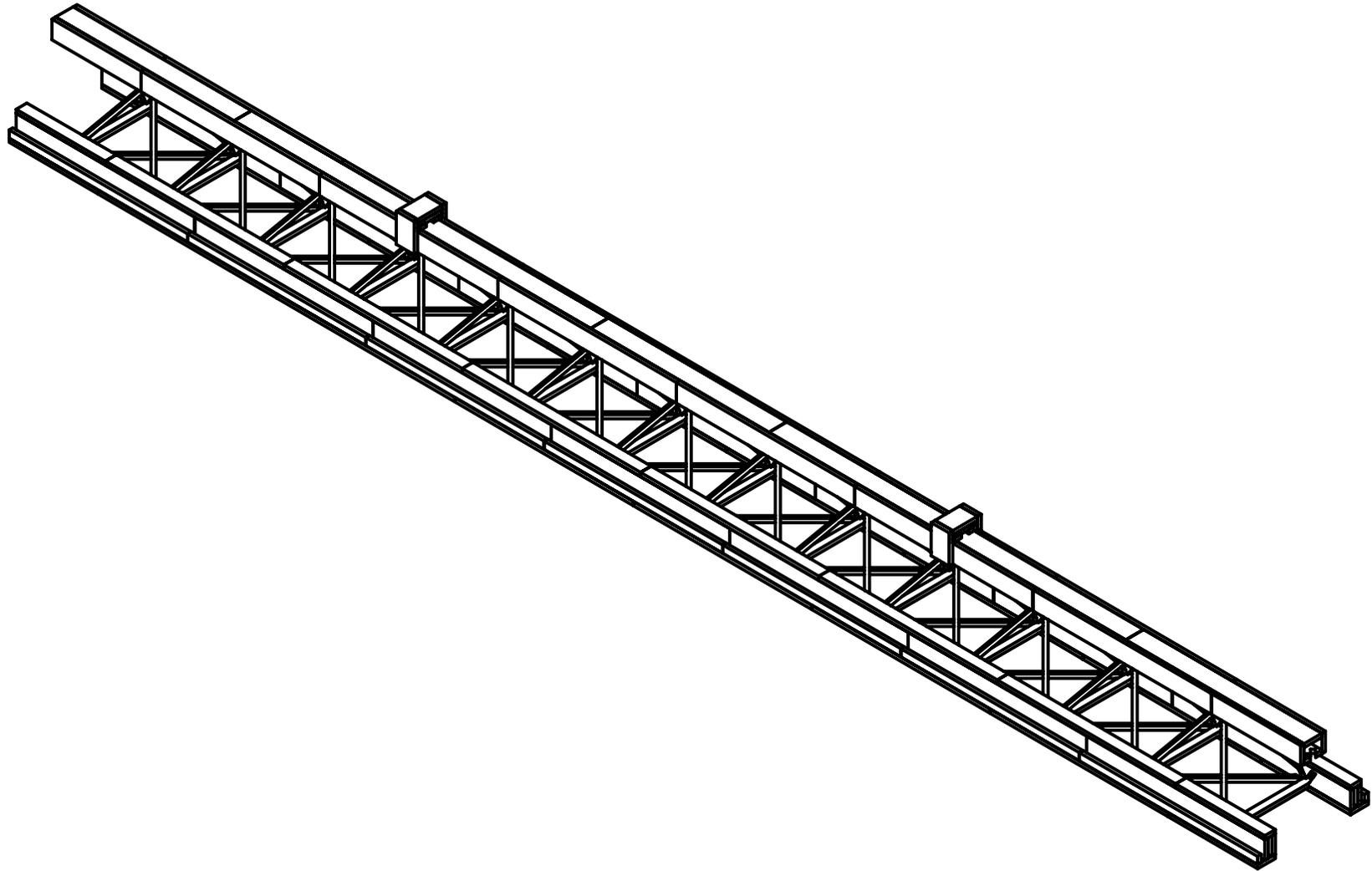
74

A

B

C

D



		ESCALA X:X	Pluma: Conjunto montado	
		U.DIM. mm	NOMBRE: Grúa Torre	N° 05.00



1

2

3

4

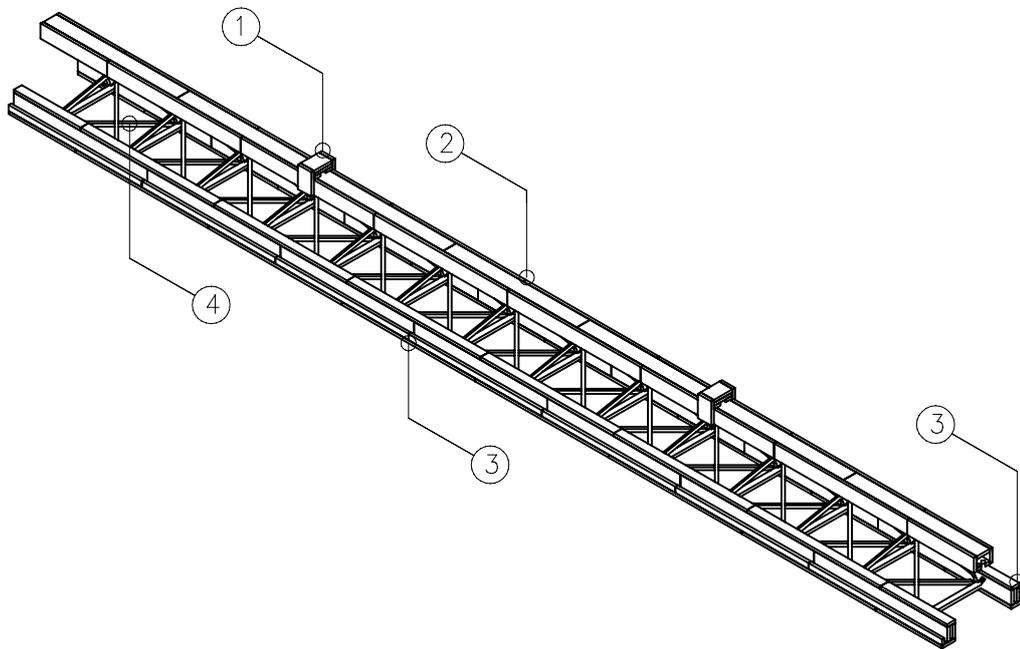
75

A

B

C

D



CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
13	Pirámide (módulo)	4	05.04				
2	Cordón inferior	3	05.03				
1	Cordón Superior	2	05.02				
2	Nudo 04	1	05.01				

ESCALA
1:4

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pluma: Despiece

N° 05.00.01

A

B

C

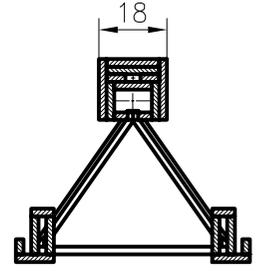
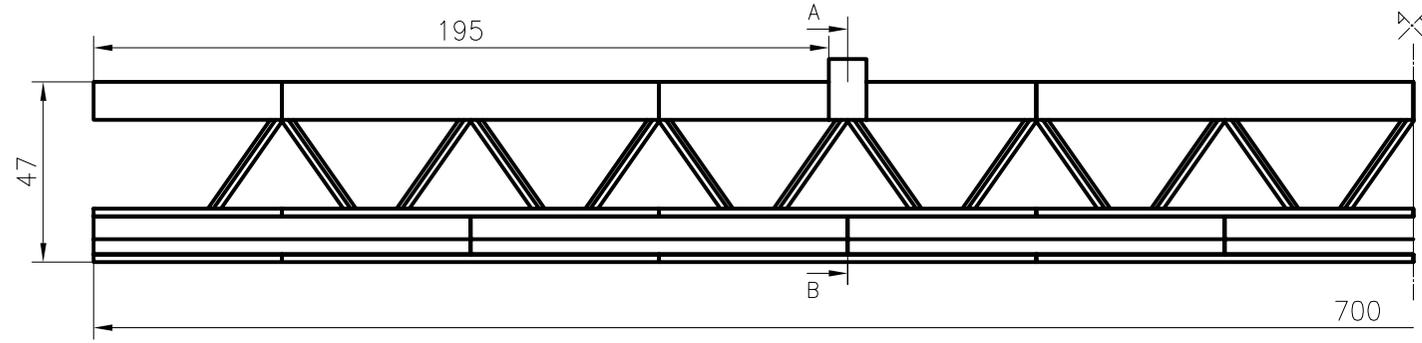
D

1

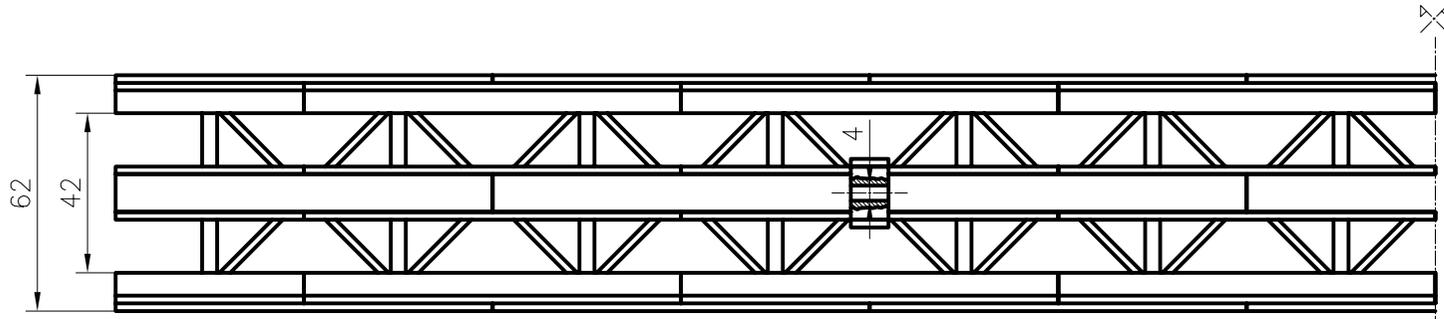
2

3

4



Sección A-B



		ESCALA 1:2	Pluma: Dimensiones
		U.DIM. mm	
		 	NOMBRE: Grúa Torre
			Nº 05.00.02

1

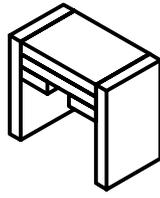
2

3

4

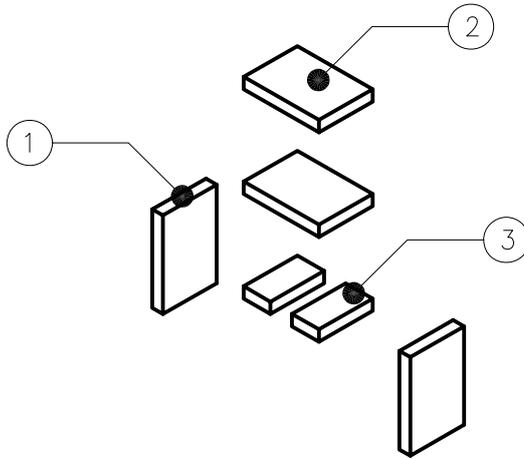
77

A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

2	Pieza 05.09	3	P.05.09				
2	Pieza 05.08	2	P.05.08				
2	Pieza 05.07	1	P.05.07				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA 1:1 U.DIM.mm		Nudo 05: Despiece			
		NOMBRE: Grúa Torre				N° 05.01	

1

2

3

4

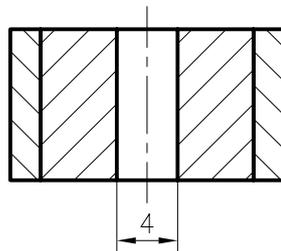
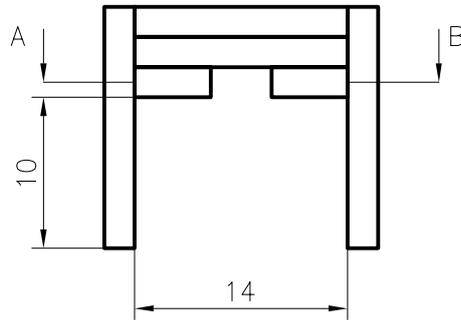
78

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
2:1

U.DIM.mm

Nudo 05: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 05.01.01

1

2

3

4

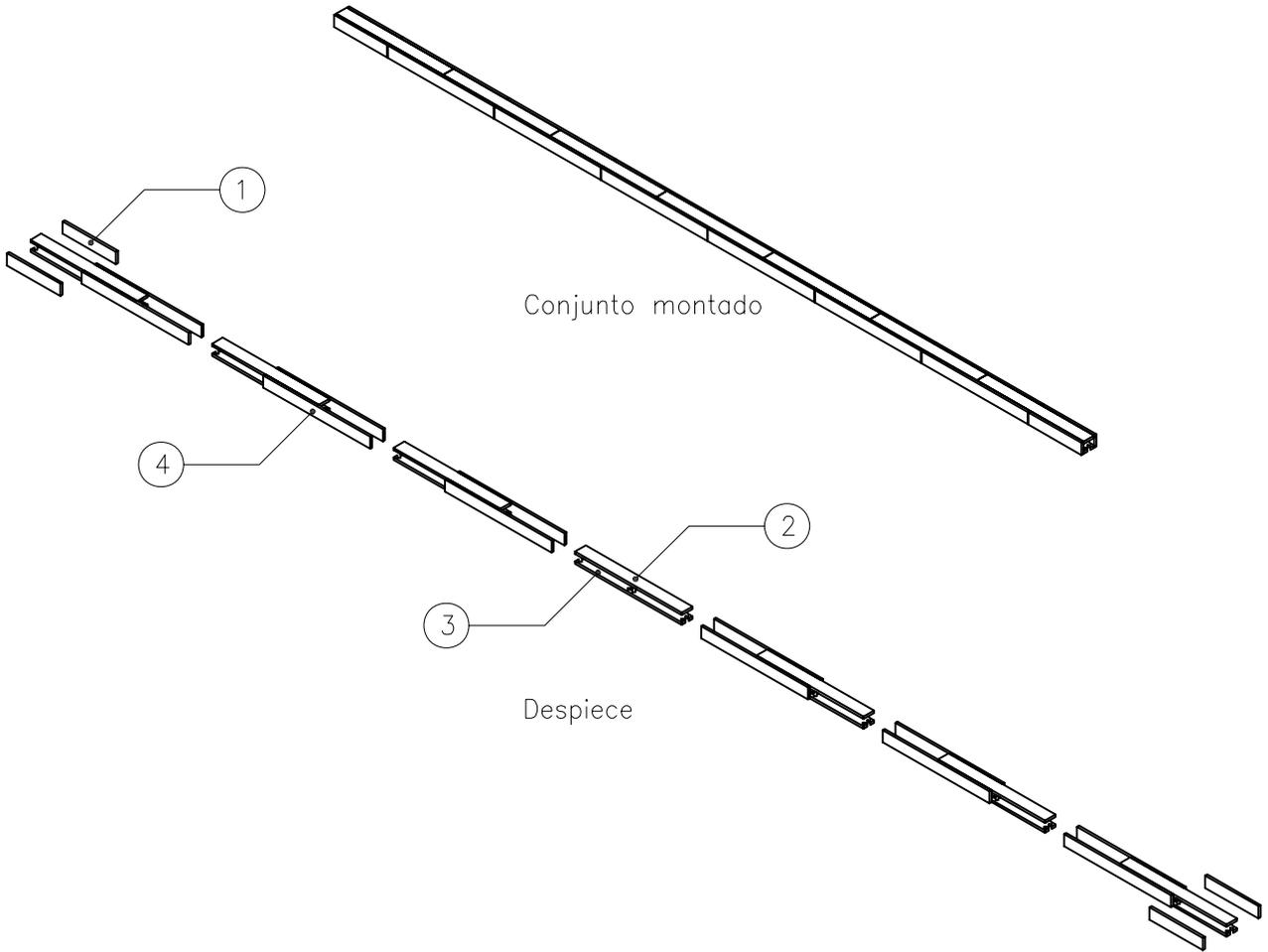
79

A

B

C

D



Conjunto montado

Despiece

6	Módulo 05.1	4	05.02.01				
1	Pieza P.05.02	3	P.05.02				
1	Pieza P.00.02	2	P.00.02				
4	Pieza P.00.04	1	P.00.04				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:5	Cordón superior: Despiece				
		U.DIM. mm					
			NOMBRE: Grúa Torre			N°	05.02



1

2

3

4

80

A

Conjunto montado

B

Despiece

C

1

Pieza P.05.02

2

P.05.02

3

Pieza P.00.02

1

P.00.02

D

CANTIDAD

DENOMINACIÓN

MARCA

PLANO N°

MODELO

MATERIAL

PESO

OBSERVACIONES

ESCALA
1:5

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre



Módulo 05.1: Despiece

N°

05.02.01

A

B

C

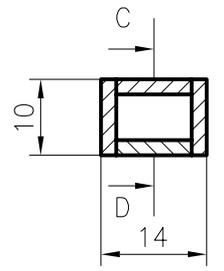
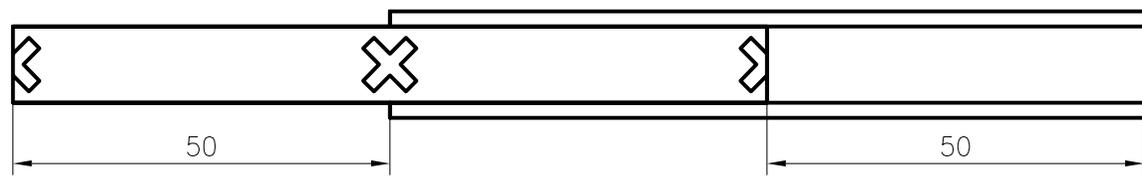
D

1

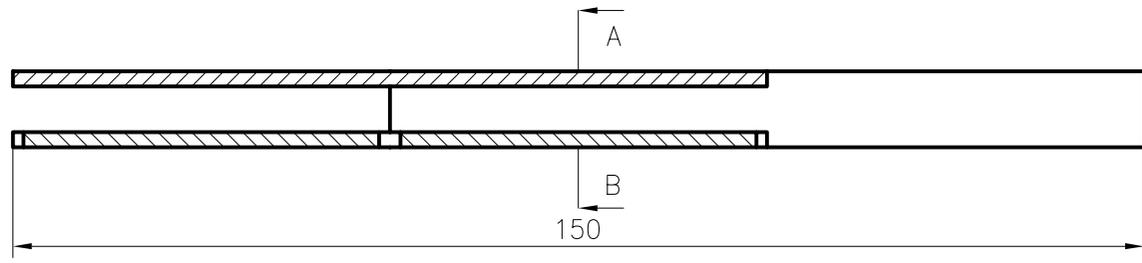
2

3

4



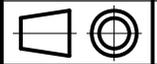
Sección A-B



Sección C-D

ESCALA
1:1

U.DIM. mm

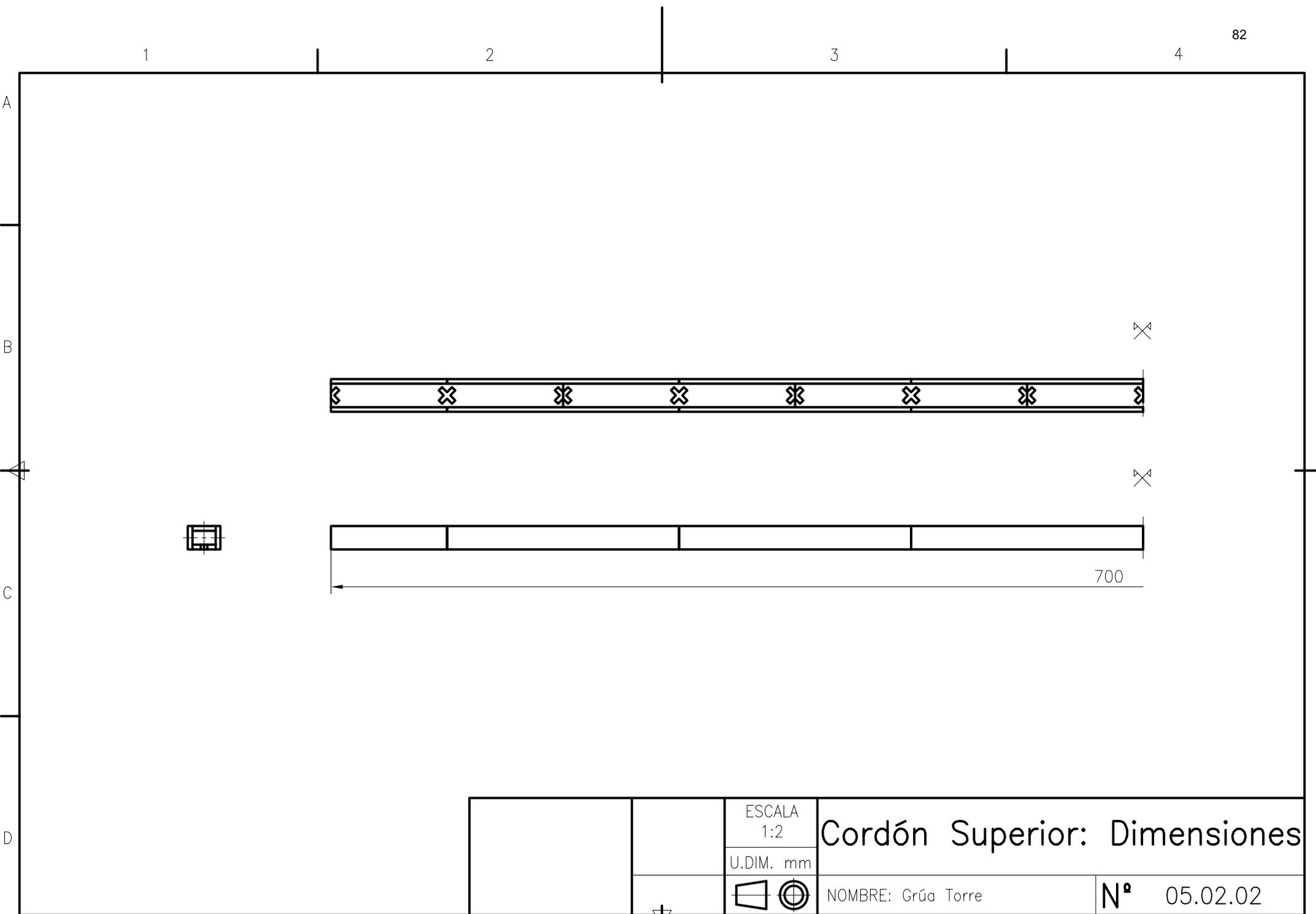


Módulo 05.1: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 05.02.01.01





82

A

B

C

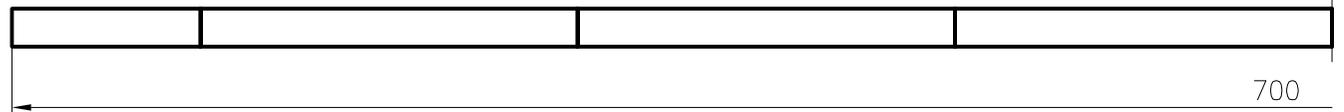
D

1

2

3

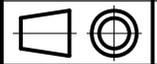
4



700

ESCALA
1:2

U.DIM. mm



Cordón Superior: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

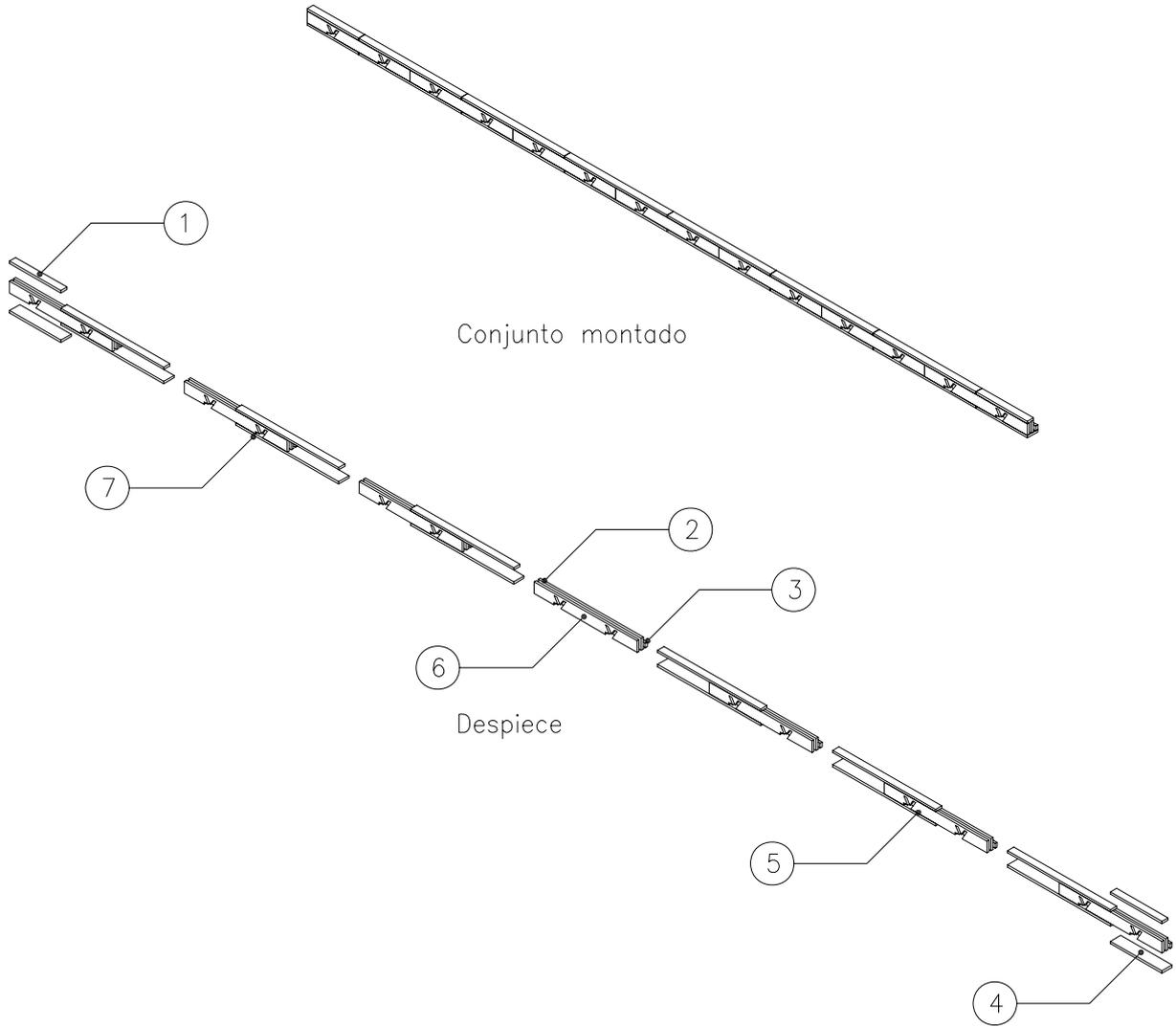
Nº 05.02.02

A

B

C

D

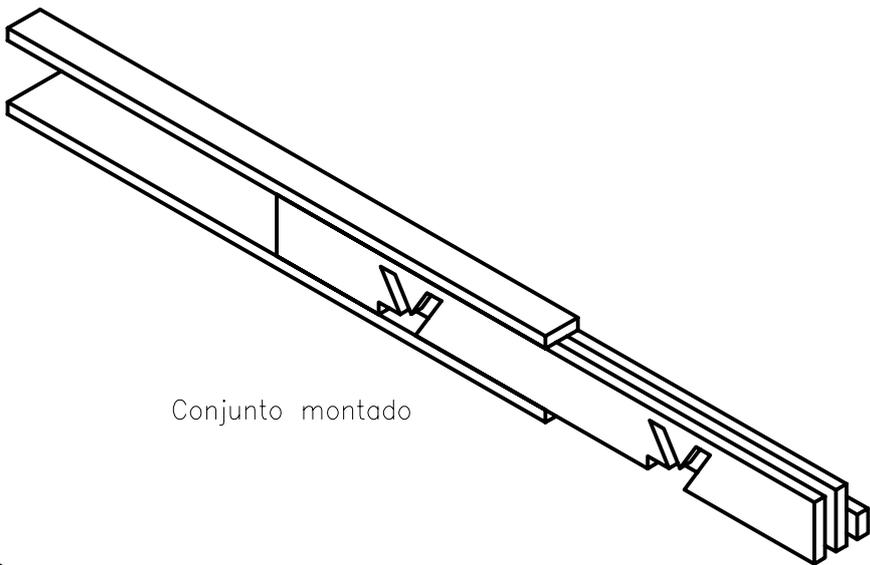


1	Módulo CI2	7	05.03.02				
1	Pieza P.05.01	6	P.05.01				
1	Módulo CI1	5	05.03.01				
2	Pieza P.00.04	4	P.00.04				
1	Pieza P.05.04	3	P.05.04				
1	Pieza P.00.02	2	P.00.02				
2	Pieza P.00.05	1	P.00.05				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

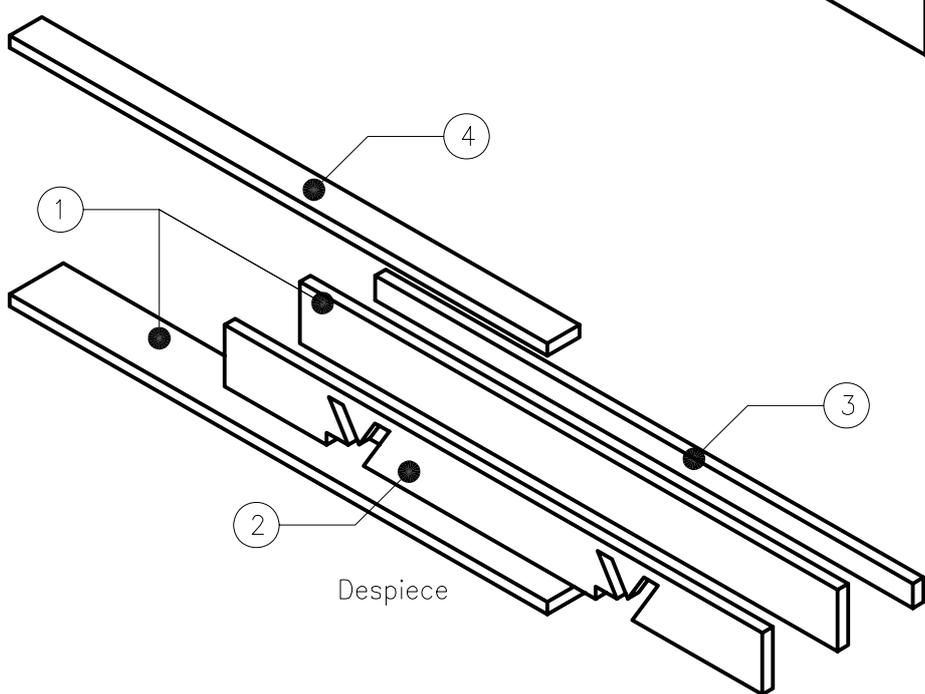
		ESCALA 1:5	<h1>Cordón Inferior: Despiece</h1>
		U.DIM.mm	
			NOMBRE: Grúa Torre
			N° 05.03

A



Conjunto montado

B



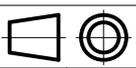
Despiece

C

D

1	Pieza 05.03	4	P.05.03				
1	Pieza 05.04	3	P.05.04				
1	Pieza 05.01	2	P.05.01				
2	Pieza 00.02	1	P.00.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	<h1>Módulo C11: Despiece</h1>				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre		N° 05.03.01		

A

B

C

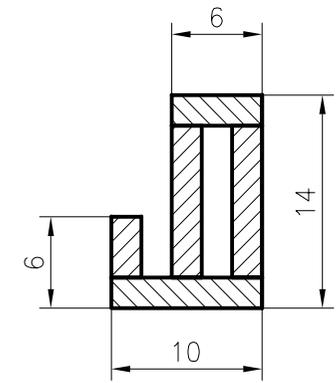
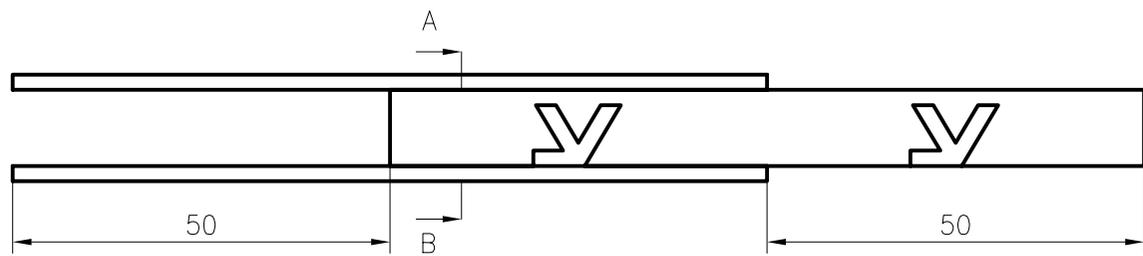
D

1

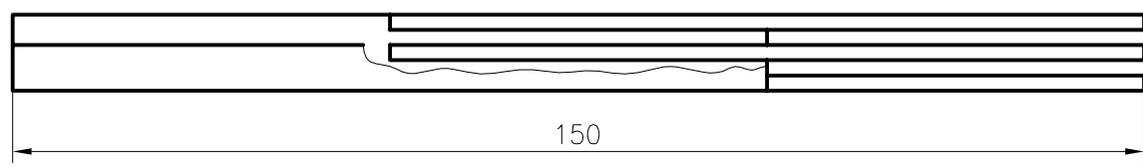
2

3

4



Sección A-B
Escala 2:1



		ESCALA 1:1	Módulo C11: Dimensiones
		U.DIM.mm	
			NOMBRE: Grúa Torre
			Nº 05.03.01.01



A

B

C

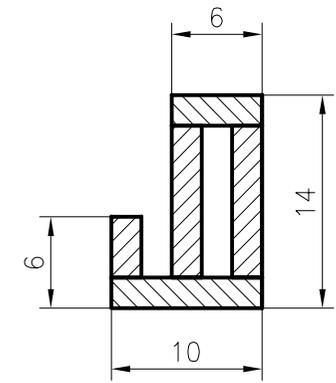
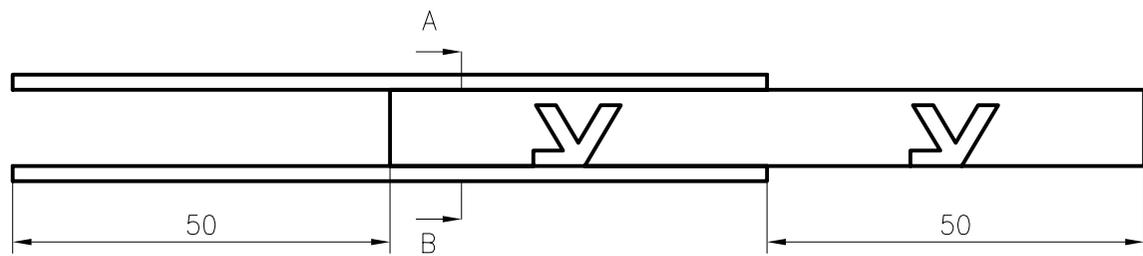
D

1

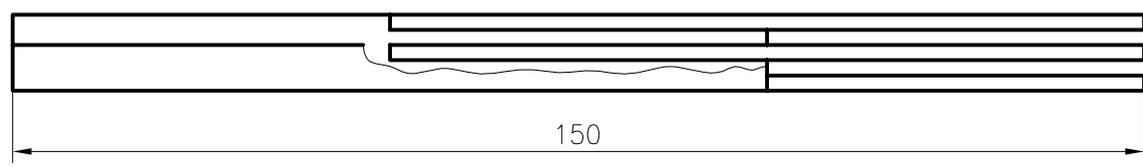
2

3

4



Sección A-B
Escala 2:1



		ESCALA 1:1	Módulo CI2: Dimensiones
		U.DIM.mm	
			NOMBRE: Grúa Torre
			Nº 05.03.02.01



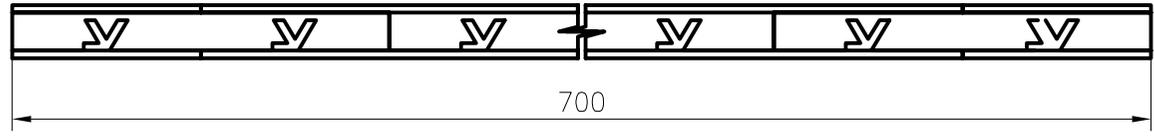
1 2 3 4

A

B

C

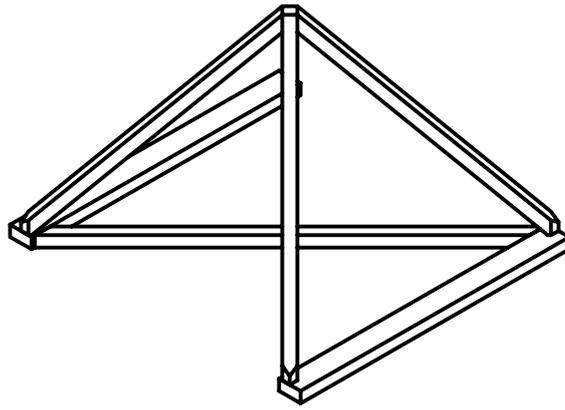
D



		ESCALA 1:2	Cordón Inferior: Dimensiones	
		U.DIM.mm		
		 	NOMBRE: Grúa Torre	Nº 05.03.03

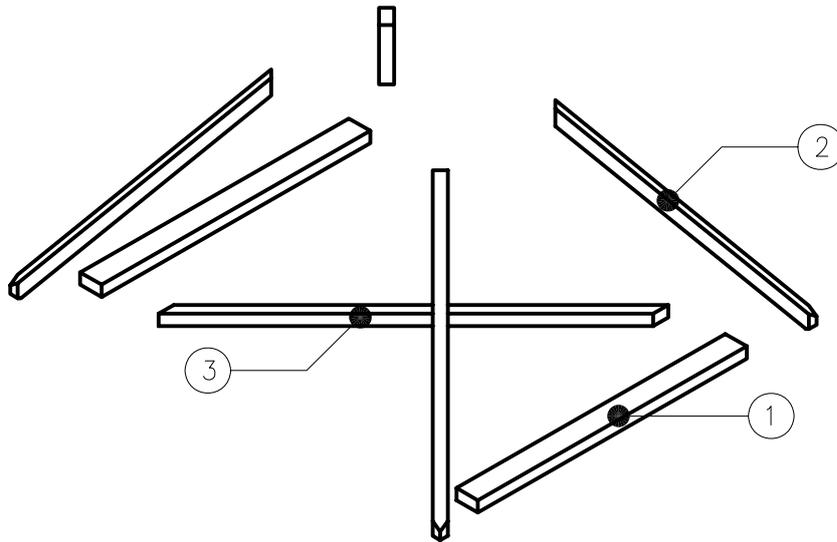


A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

1	Pieza P.05.06	3	P.05.06				
4	Pieza P.05.05	2	P.05.05				
2	Pieza P.00.06	1	P.00.06				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1		<h1>Pirámide: Despiece</h1>			
		U.DIM. mm.					
				NOMBRE: Grúa Torre		N° 05.04	

1

2

3

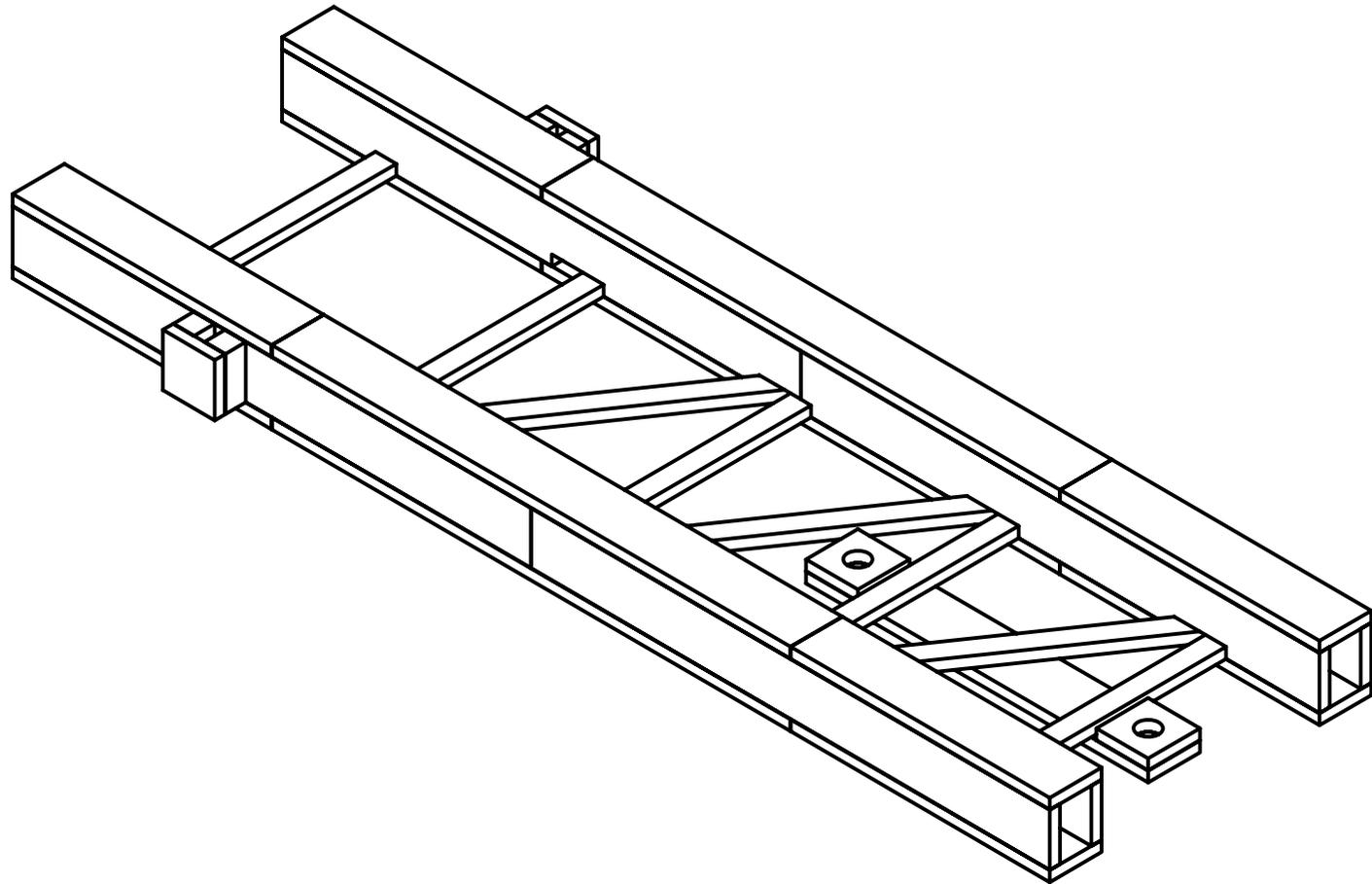
4

A

B

C

D



		ESCALA 1:1	Contrapluma: Cjto. Montado	
		U.DIM.mm		
		 	NOMBRE: Grúa Torre	Nº 06.00



1

2

3

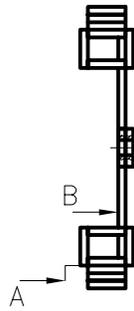
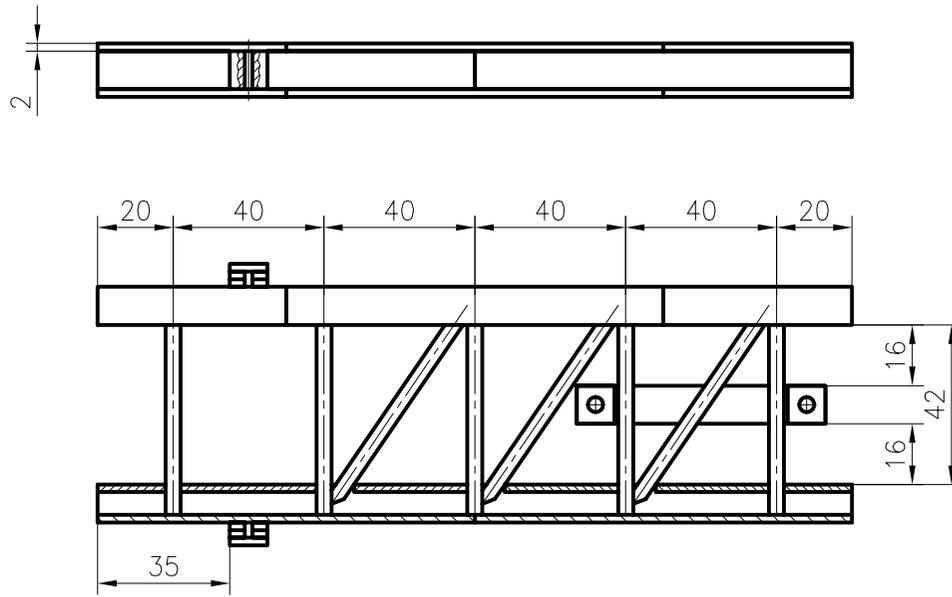
4

A

B

C

D



Sección A-B

		ESCALA 1:2	Contrapluma: Dimensiones	
		U.DIM.mm		
		 	NOMBRE: Grúa Torre	Nº 06.00.02

1

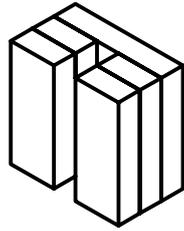
2

3

4

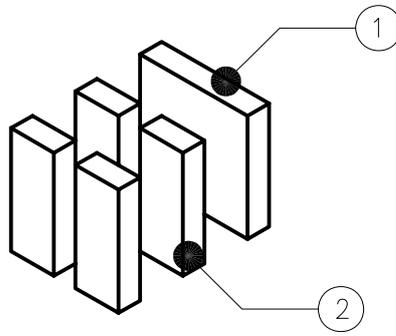
93

A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

4

Pieza P.06.07

2

P.06.07

1

Pieza P.06.06

1

P.06.06

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA 2:1

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nudo 06: Despiece

N°	06.01
----	-------

1

2

3

4

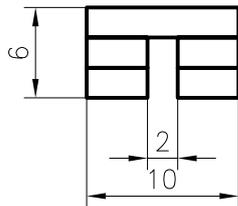
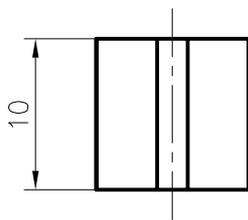
94

A

B

C

D



ESCALA
2:1

U.DIM.mm

Nudo 06: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 06.01.01



1

2

3

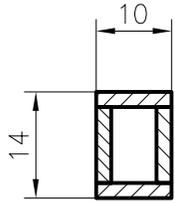
4

A

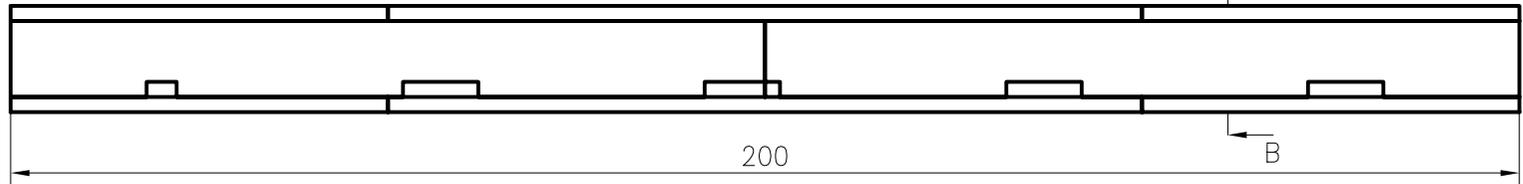
B

C

D



Sección A-B
Escala 1:1



ESCALA
1:2

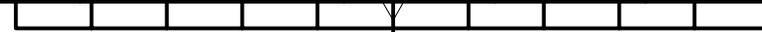
U.DIM.mm



Perfil 06: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 06.02.01



1

2

3

4

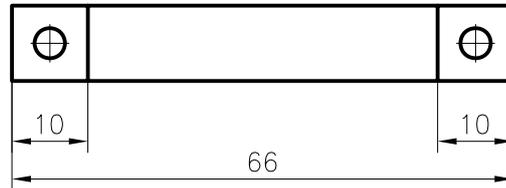
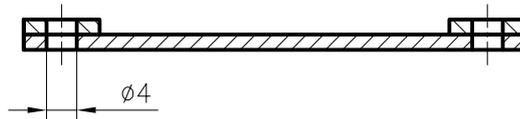
98

A

B

C

D



Nota:
 Los taladros se realizarán
 una vez montada la pieza

ESCALA
 1:1

U.DIM.mm



Plataforma motor: Dimensiones

NOMBRE: Grúa Torre

Nº 06.03.01

1

2

3

4

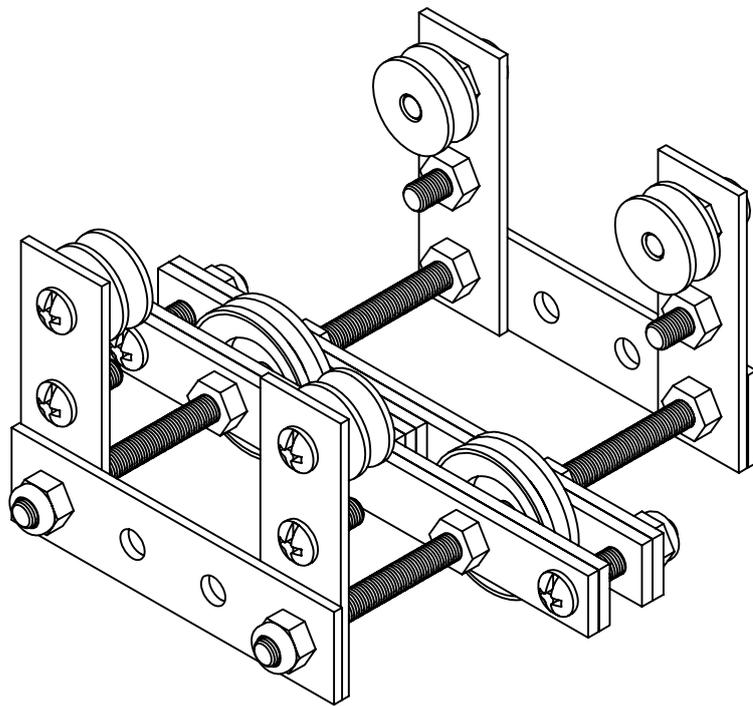
99

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Carro Elevador: Conjunto



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 07.00



1

2

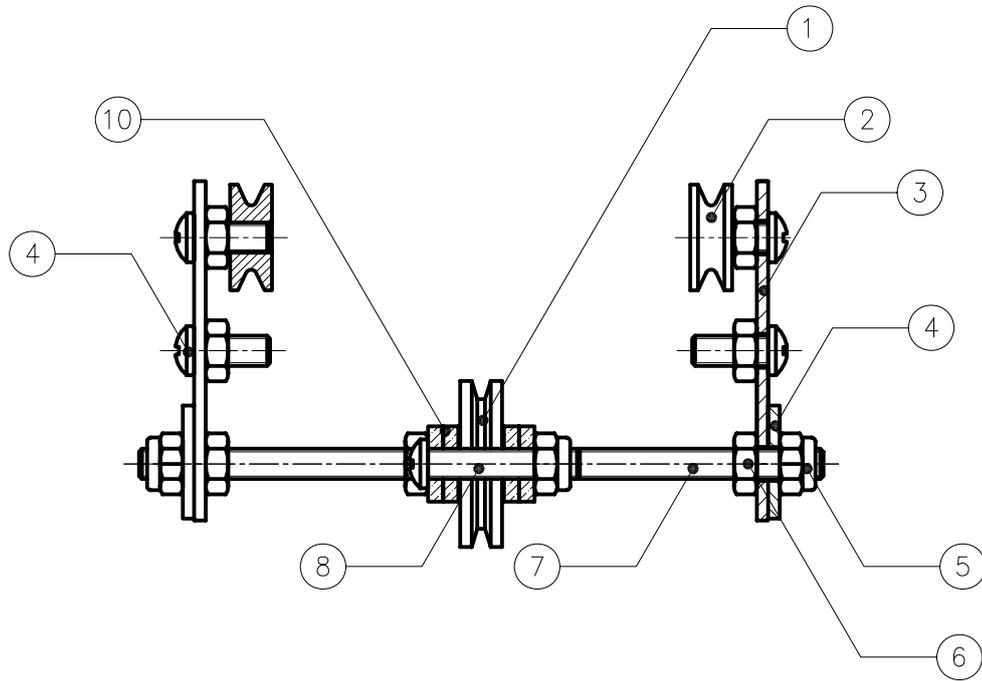
3

4

100

A

B



C

D

1	Porta poleas	10	07.01		chopo		
8	Tornillo M4 L10	9		DIN 85			
2	Tornillo M4 L20	8		DIN 85			
2	Eje M4xL95	7					
16	Tuerca M4	6		DIN 934			
6	Contratuerca M4	5		DIN 985			
2	Perfil rectangular B	4	P.07.04		acero		
4	Perfil rectangular A	3	P.07.03		acero		
4	Polea	2					
2	Polea multifuncional	1					

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Carro Elevador: Despiece

N° 07.00.01

A

B

C

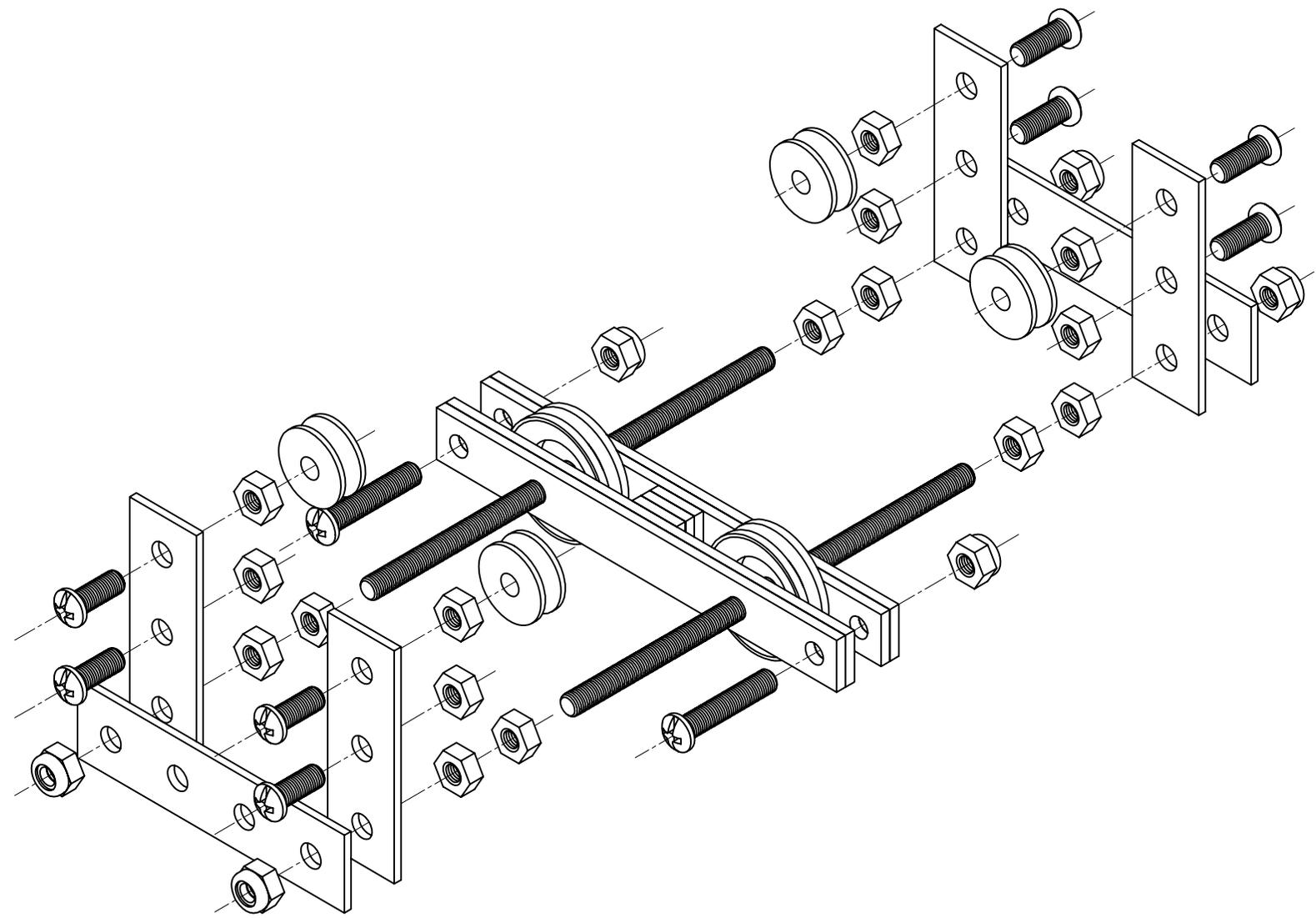
D

1

2

3

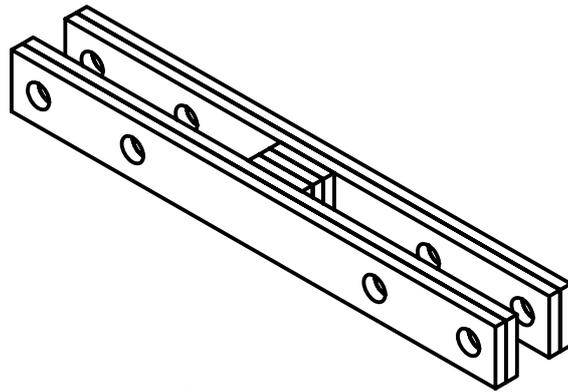
4



		ESCALA 1:1	Carro Elevador: Ensamblaje
		U.DIM.mm	
			NOMBRE: Grúa Torre
			Nº 07.00.02

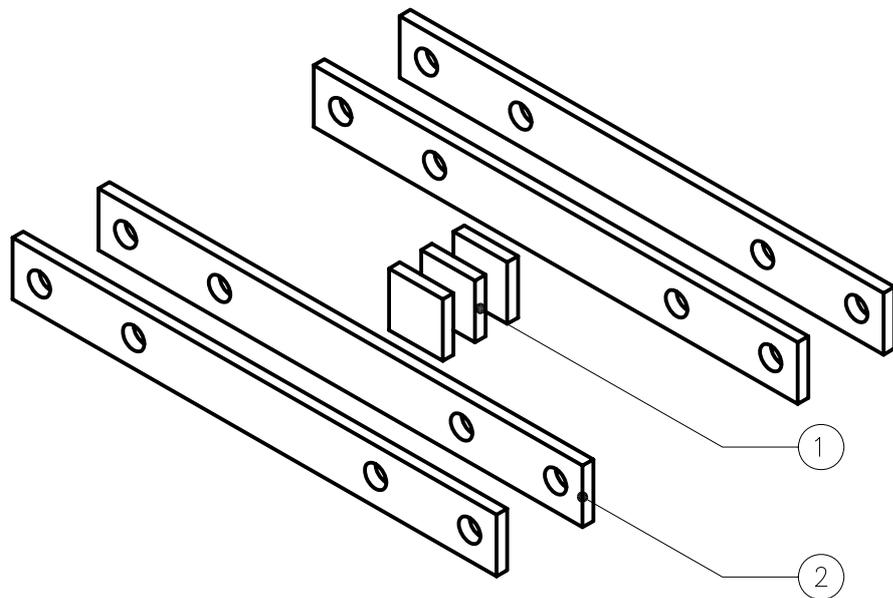


A



Conjunto montado

B



Despiece

C

D

4	Pieza 07.02	2	P.07.02					
3	Pieza 07.01	1	P.07.01					
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES	

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Porta Poleas: Despiece

N° 07.01

1

2

3

4

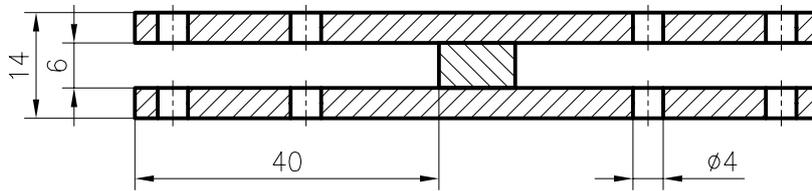
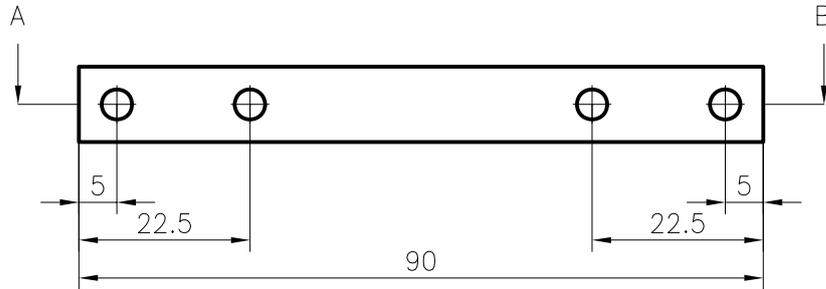
103

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

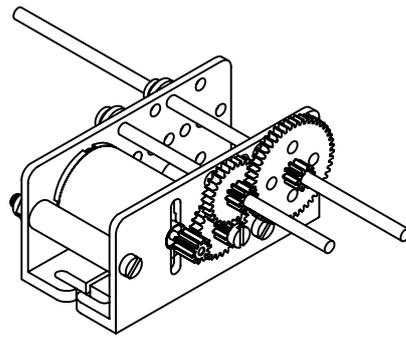
Porta Poleas: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

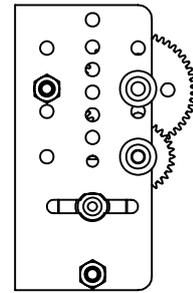
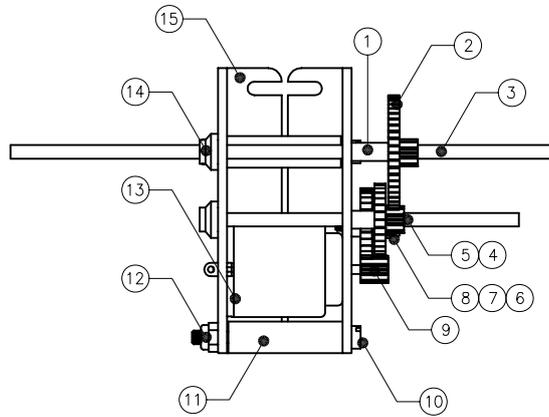
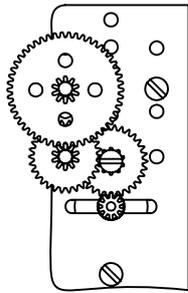
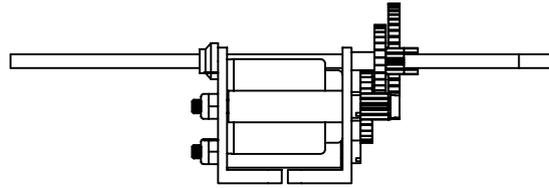
Nº 07.01.01

A



Motoreductor 01
Relación: 45:1
Empleo: Mov. Elevación

B



Nota:
Para los engranajes L: gira LIBRE
F: gira FIJO

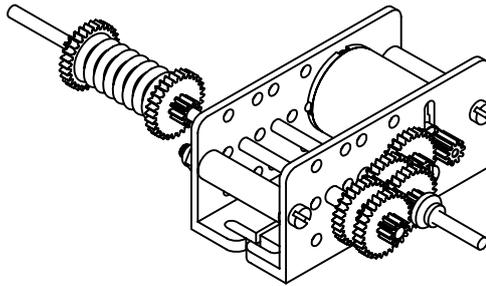
C

2	Escuadras de montaje	15					
2	Arandela de retención	14					
1	Motor 1,5/4,5 V	13					
2	Casquillo de separación	12					
2	Contratuercas M3	11		DIN 985			
2	Tornillos 3x35mm	10					
1	Piñon ø10	9					
1	Tuerca M3	8		DIN 934			
1	Engranaje doble L 30/10	7					
1	Tornillo 3x12mm	6					
1	Engranaje doble F 30/10	5					
1	Eje metálico de 70mm	4					
1	Eje metálico de 120mm	3					
1	Engranaje doble F 50/10	2					
2	Casquillo de latón	1					

D

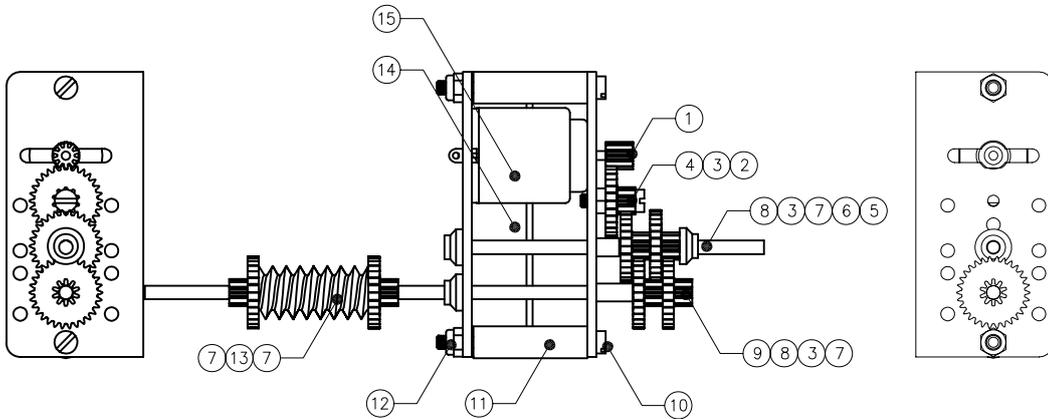
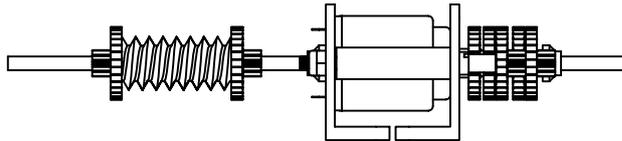
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA	Motoreductor1: Mov. Elevación				
		X:X					
		U.DIM.mm	NOMBRE: Grúa Torre				
		 					
			N°			08.01	

A



Motoreductor 02
Relación: 243:1
Empleo: Mov. Translación

B



Nota:
Para los engranajes L: gira LIBRE
F: gira FIJO

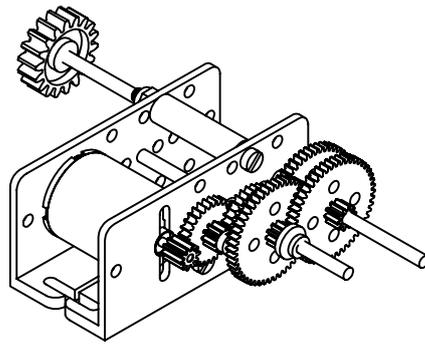
C

1	Motor 1,5/4,5 V	15					
2	Escuadras de montaje	14					
1	Tornillo sinfin	13					
2	Contratuercas M3	12	DIN 985				
2	Casquillo de separación	11					
2	Tornillos 3x35mm	10					
1	Eje metálico de 120mm	9					
2	Casquillo de latón	8					
4	Engranaje doble F 30/10	7					
3	Arandela de retención	6					
1	Eje metálico de 70mm	5					
1	Tuerca M3	4	DIN 934				
3	Engranaje doble L 30/10	3					
1	Tornillo 3x12mm	2					
1	Piñon ø10	1					

D

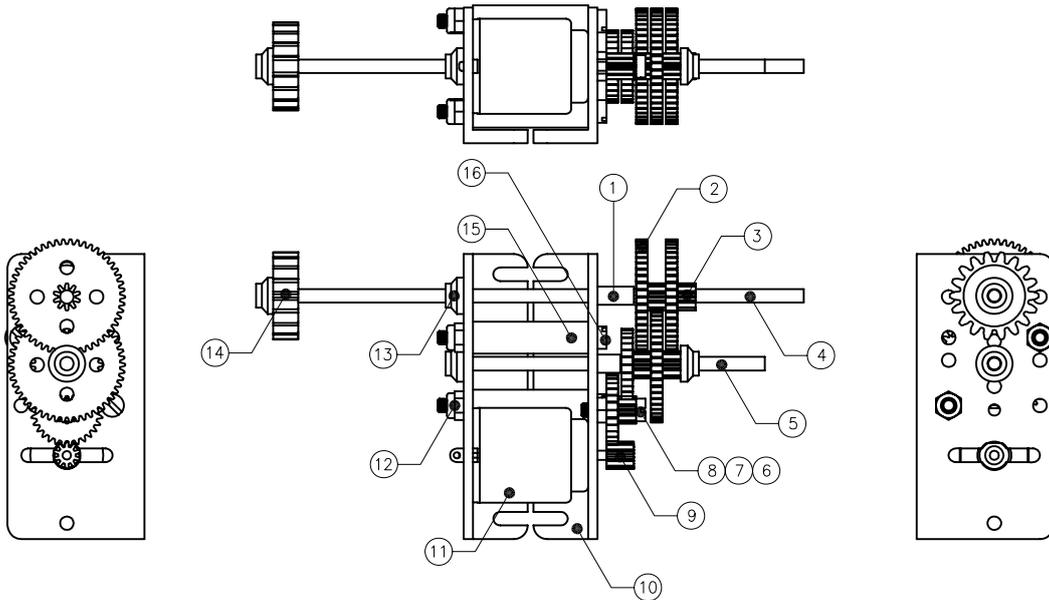
CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA	<h1>Motoreductor2: Mov. Translación</h1>				
		X:X					
		U.DIM.mm	<h2>Nº 08.02</h2>				
		NOMBRE: Grúa Torre					

A



Motoreductor 03
Relación: 1125:1
Empleo: Mov. Rotación

B



Nota:
Para los engranajes L: gira LIBRE
F: gira FIJA

C

2	Tornillos 3x35mm	16					
2	Casquillo de separación	15					
1	Piñon ø20	14					
3	Arandela de retención	13					
2	Contratuercas M3	12		DIN 985			
1	Motor 1,5/4,5 V	11					
2	Escuadras de montaje	10					
1	Piñon ø10	9					
1	Tuerca M3	8		DIN 934			
1	Engranaje doble L 30/10	7					
1	Tornillo 3x12mm	6					
1	Eje metálico de 70mm	5					
1	Eje metálico de 120mm	4					
2	Engranaje doble F 50/10	3					
1	Engranaje doble L 50/10	2					
2	Casquillo de latón	1					

D

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA	<h1>Motoreductor3: Mov. Rotación</h1>				
		X:X					
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre			N°	08.03

1

2

3

4

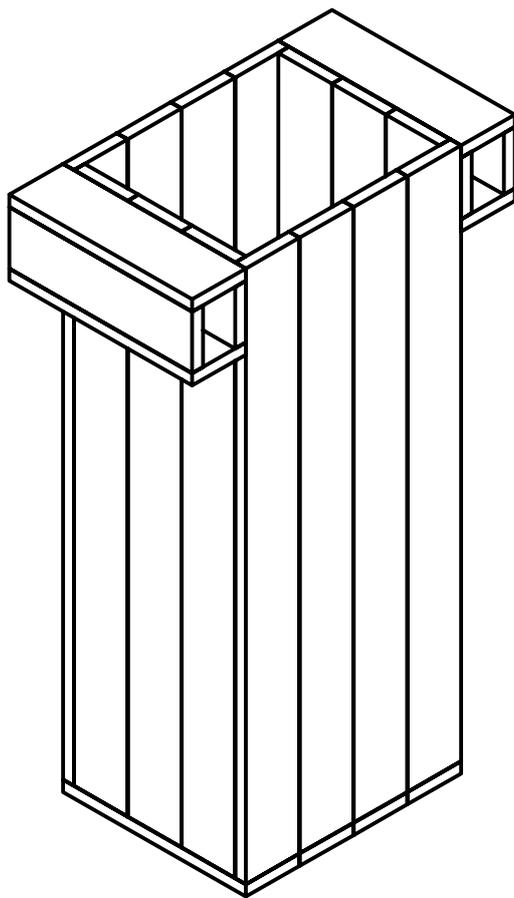
107

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Contrapeso: Cjto. montado



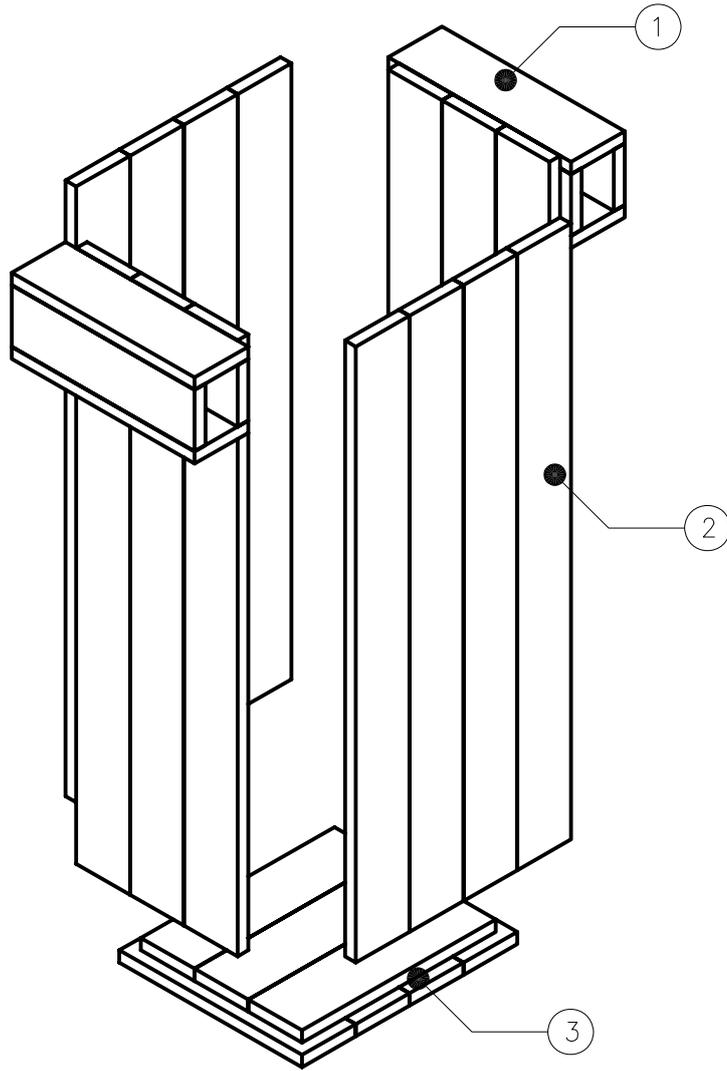
NOMBRE: Grúa Torre

Nº 09.00



A

B



C

D

1	Pared Inferior	3	09.03				
2	Pared Lateral 2	2	09.02				
2	Pared Lateral 1	1	09.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	Contrapeso: Despiece				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre				N° 09.00.01

1

2

3

4

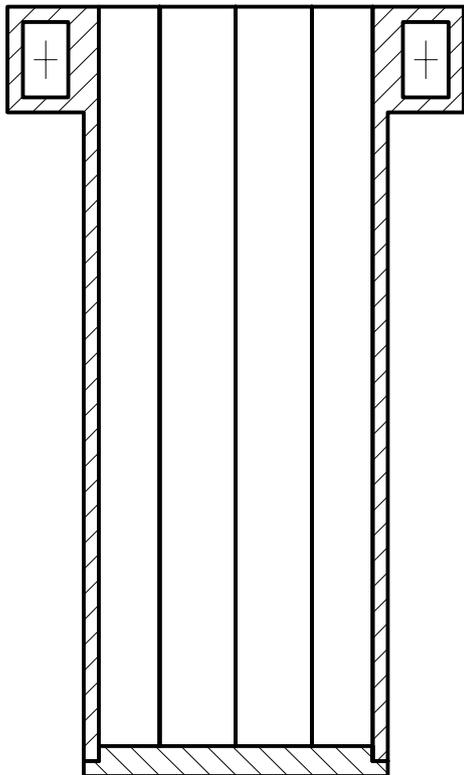
109

A

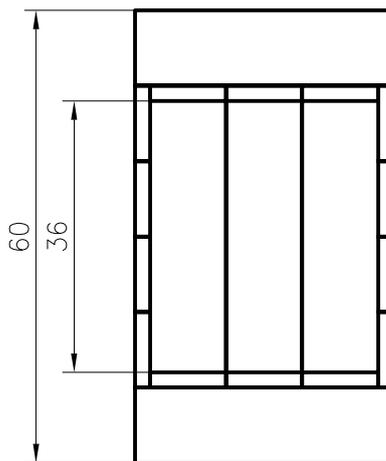
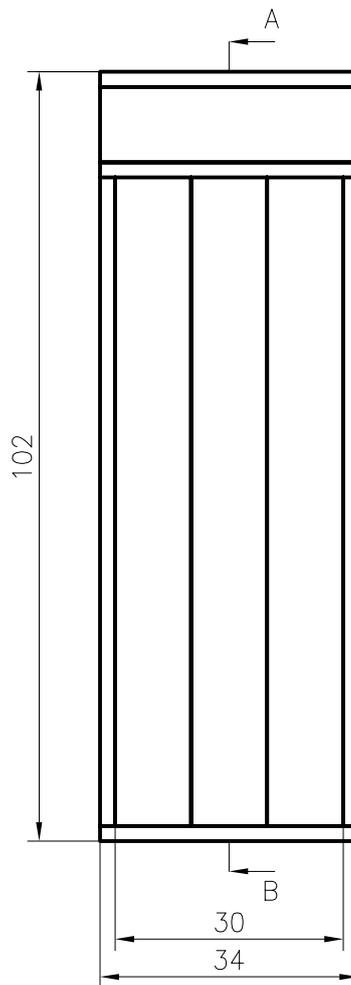
B

C

D



Sección A-B



ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Contrapeso: Dimensiones

Nº 09.00.02

1

2

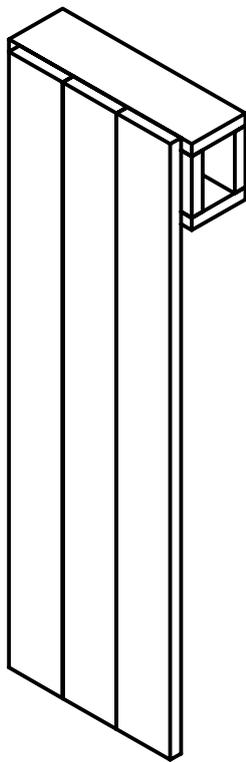
3

4

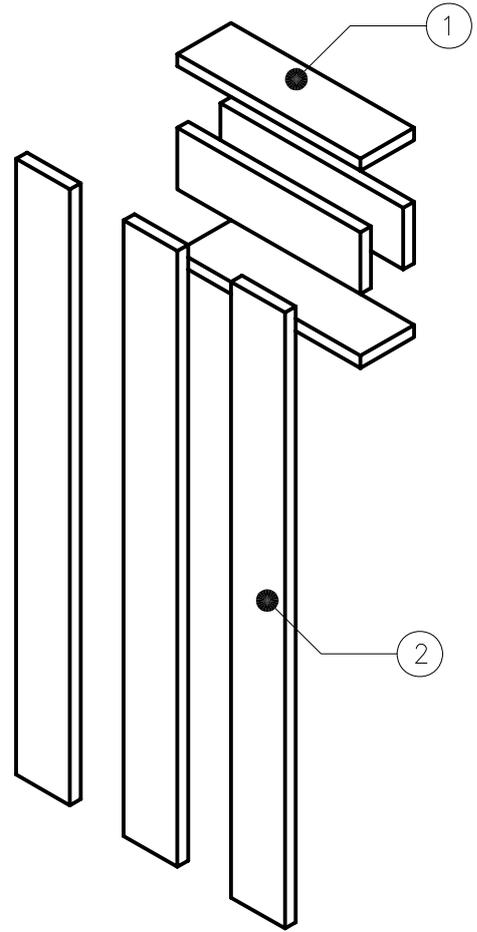
110

A

B



Conjunto Montado



Despiece

C

D

3	Pieza 00.02	2	P.00.02				
4	Pieza 09.02	1	P.09.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA
1:1

Pared Lateral 1: Despiece

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 09.01



1

2

3

4

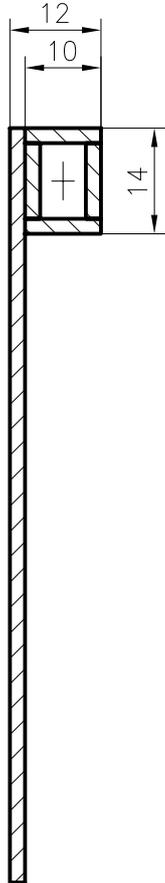
111

A

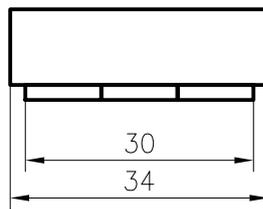
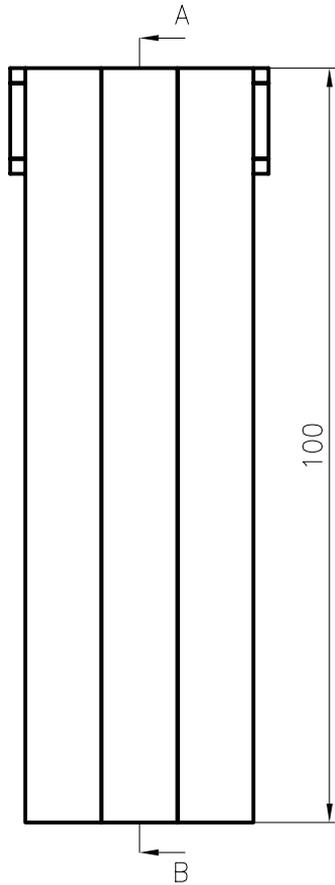
B

C

D



Sección A-B



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pared Lateral 1: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 09.01.01

1

2

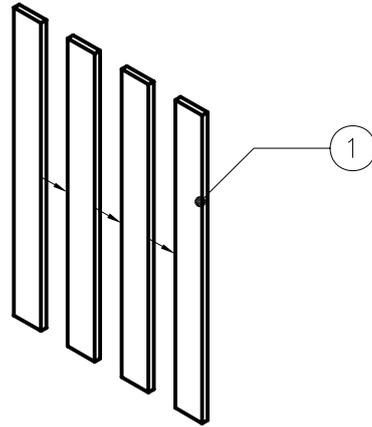
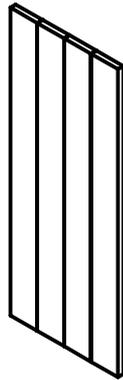
3

4

112

A

B



Conjunto Montado

Despiece

C

D

4	Pieza P.00.02	1	P.00.02				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
		ESCALA 1:2		<h1>Pared Lateral 2: Despiece</h1>			
		U.DIM.mm					
				NOMBRE: Grúa Torre			N° 09.02

1

2

3

4

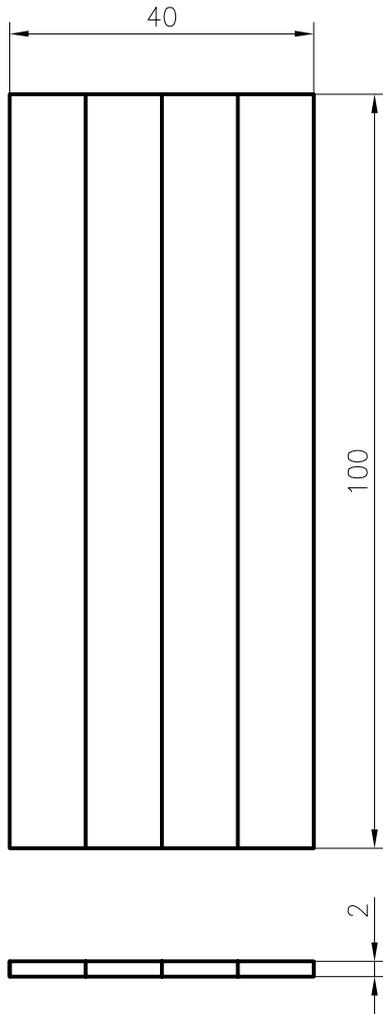
113

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pared Lateral 2: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 09.02.01

1

2

3

4

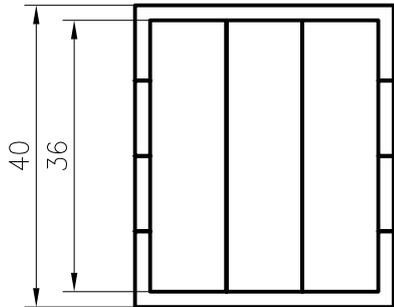
115

A

B

C

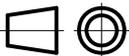
D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pared Inferior: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 09.03.01

1

2

3

4

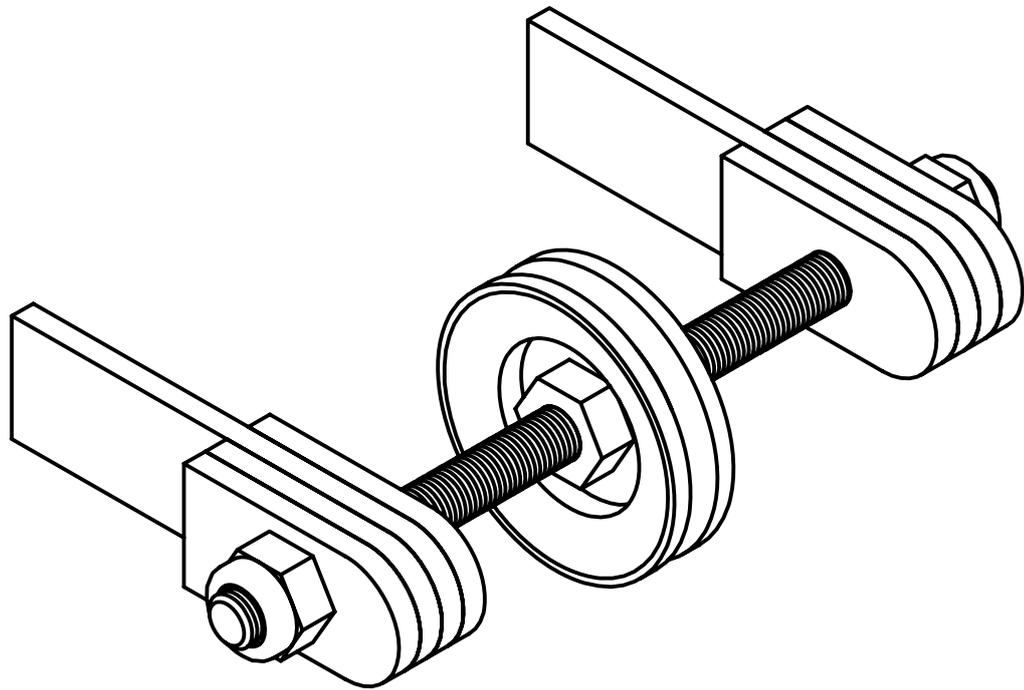
116

A

B

C

D



ESCALA
2:1

U.DIM.mm



Tope de Pluma: Cjto montado

NOMBRE: Grúa Torre

Nº

10.00

1

2

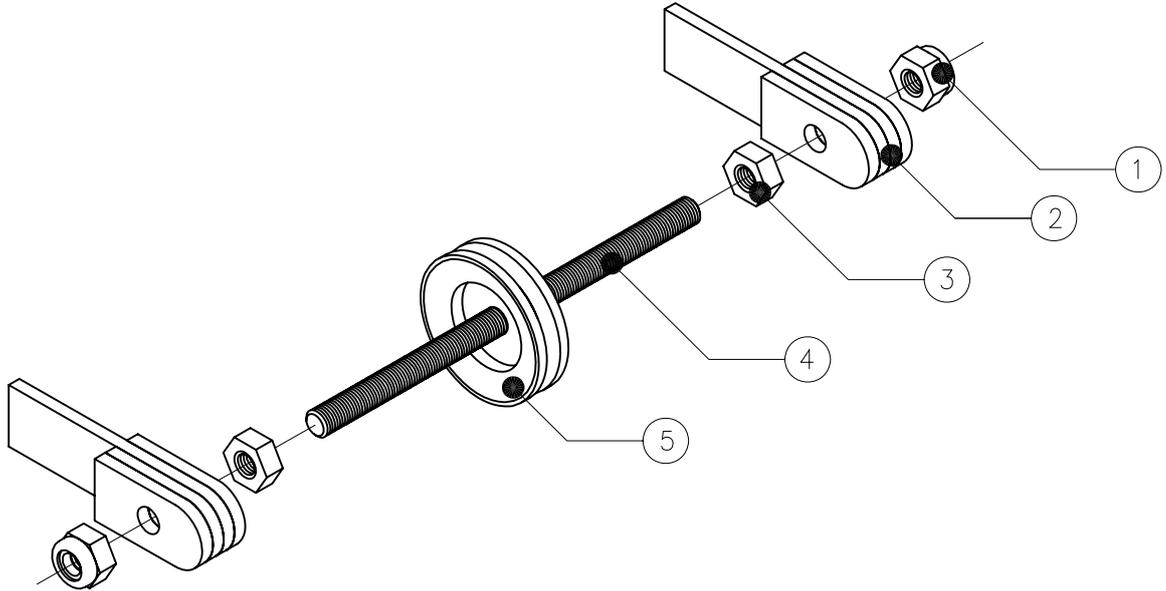
3

4

117

A

B



C

D

1	Polea multifuncional	5					
1	Eje M4x70	4					
2	Tuerca M4	3		DIN 934			
2	Tope	2	10.01		chopo		
2	Contratuerca M4	1		DIN 985			

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

N° 10.00.01

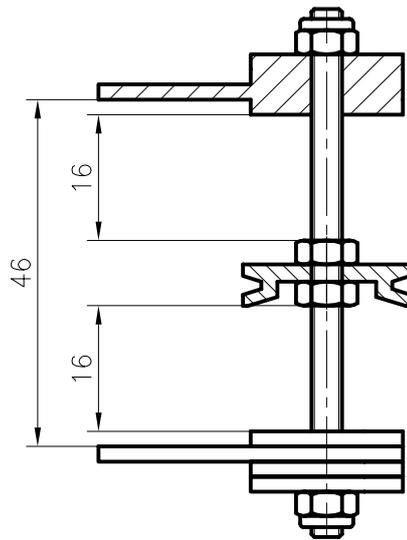
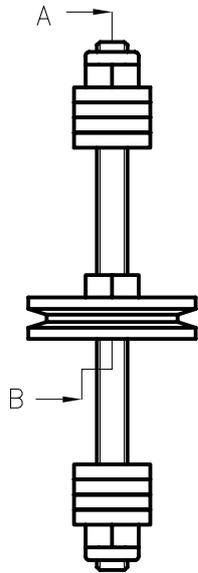
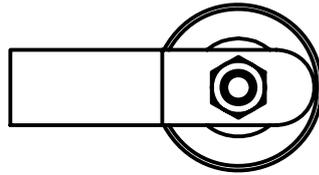


A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

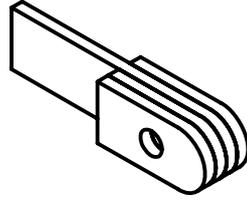
Tope de Pluma: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

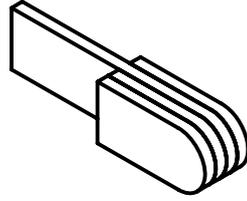
Nº 10.00.02

A

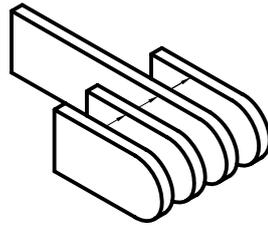


Detalle 1: Pieza Final

B



Detalle 2: Pieza en bruto



Despiece

C

D

3	Pieza 10.02	2	P.10.02				
1	Pieza 10.01	1	P.10.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	<h1>Tope: Despiece</h1>			
		U.DIM.mm				
			NOMBRE: Grúa Torre			N° 10.01

1

2

3

4

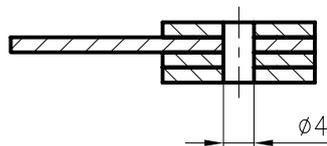
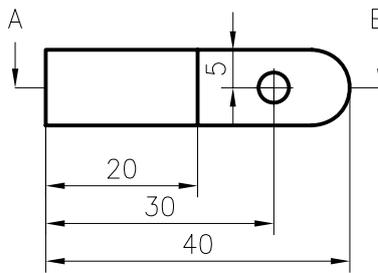
120

A

B

C

D



Sección A-B

Nota: El taladro se realizará una vez montada la pieza

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Tope: Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 10.01.01

1

2

3

4

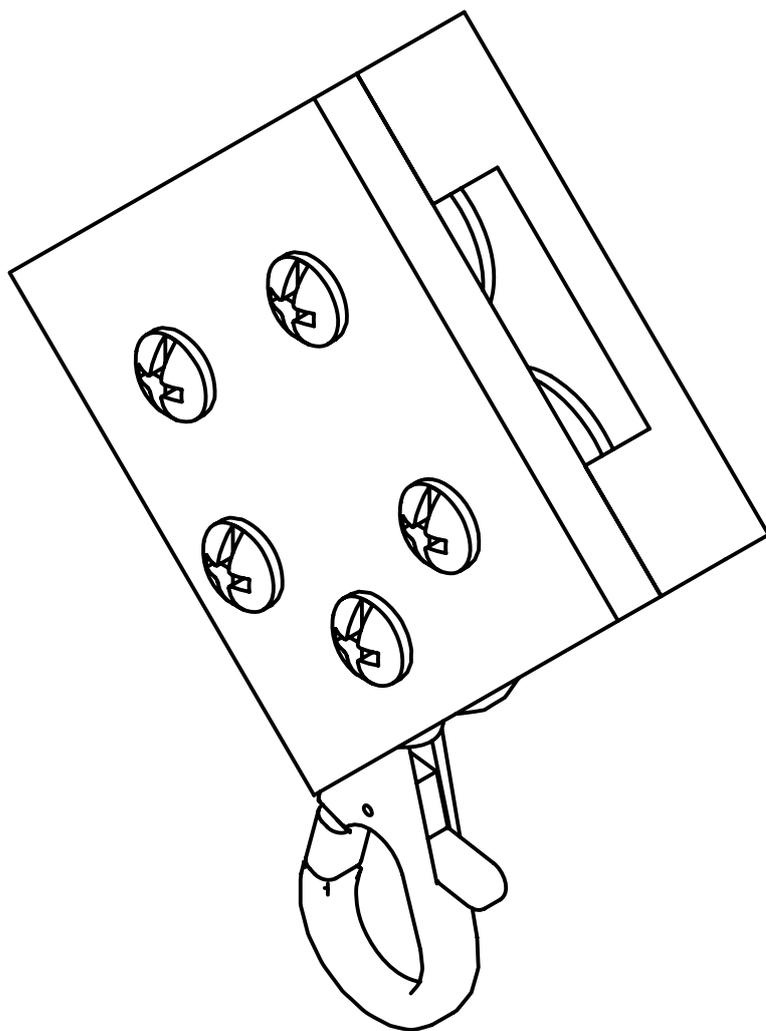
121

A

B

C

D



ESCALA
2:1

U.DIM.mm

Polipasto: Cjto. Montado



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 11.00

1

2

3

4

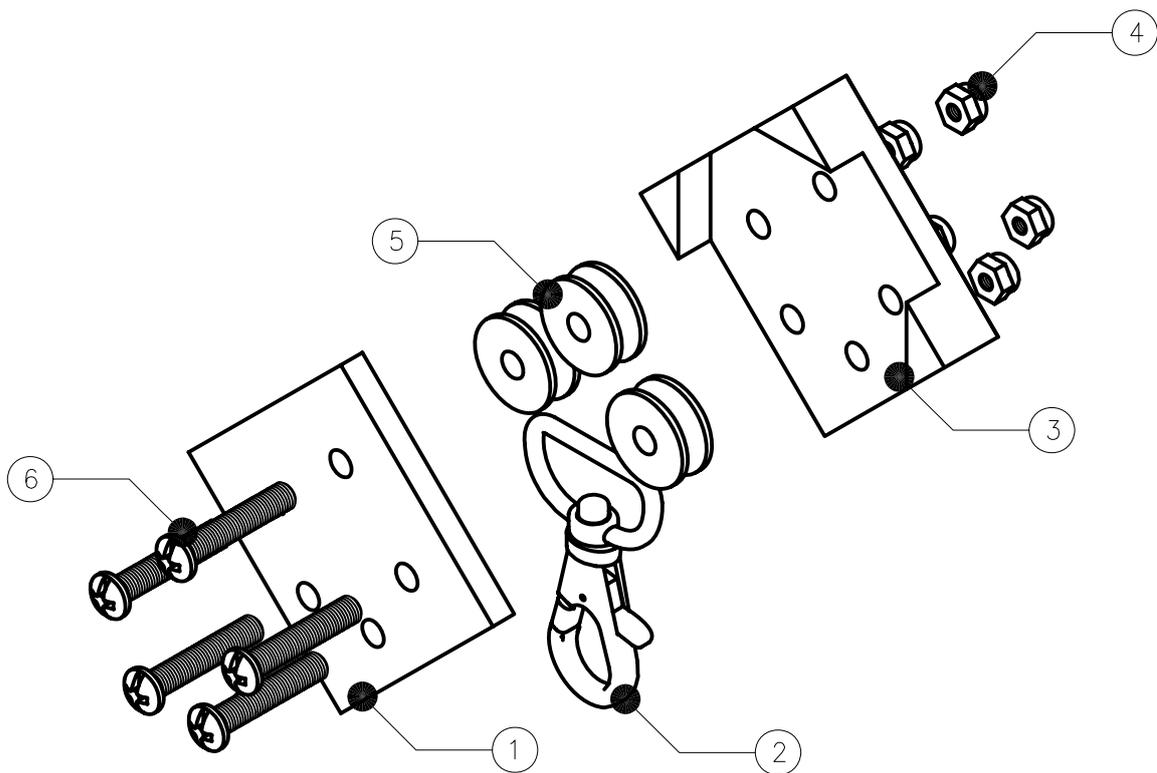
122

A

B

C

D



5	Tornillo M4 L20	6		DIN 85			
3	Polea	5					
5	Contratuerca M4	4		DIN 934			
1	Pared Posterior	3	11.02				
1	Gancho	2					
1	Pared Frontal	1	11.01				

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

ESCALA 1:1	U.DIM.mm			<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">Polipasto: Despiece</p>

1

2

3

4

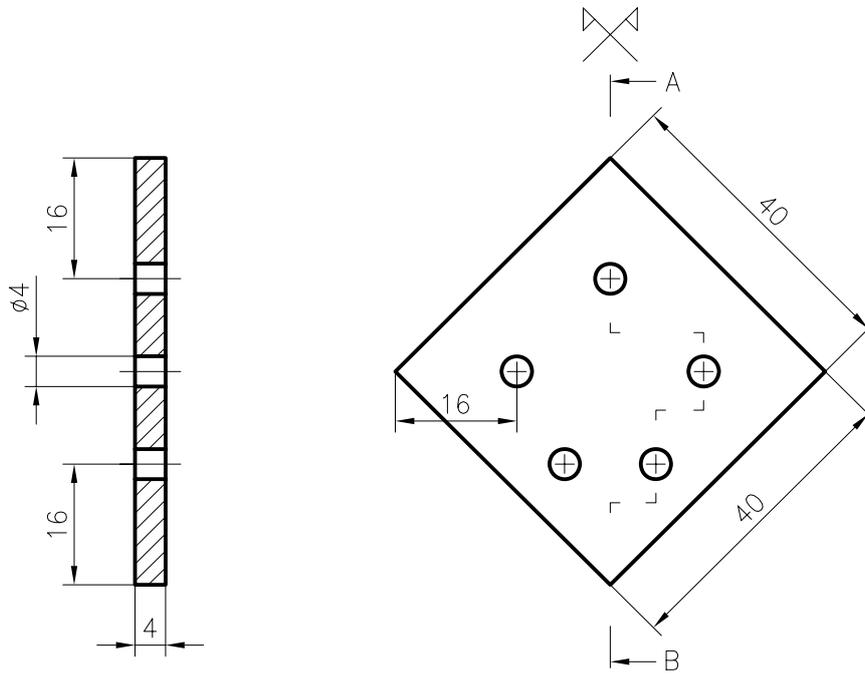
124

A

B

C

D



Sección A-B

Nota:
 Los taladros se realizarán
 una vez montada la pieza

ESCALA
 1:1

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pared: Dimensiones

Nº 11.01.01

1

2

3

4

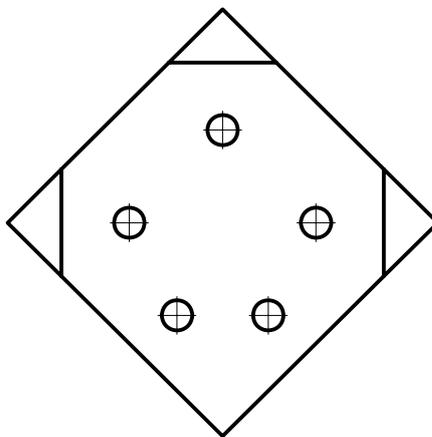
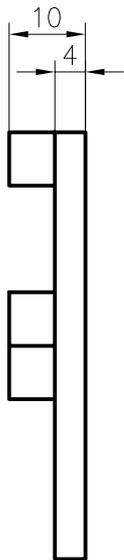
126

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pared Posterior_Dimensiones



NOMBRE: Grúa Torre

Nº 11.02.01

1

2

3

4

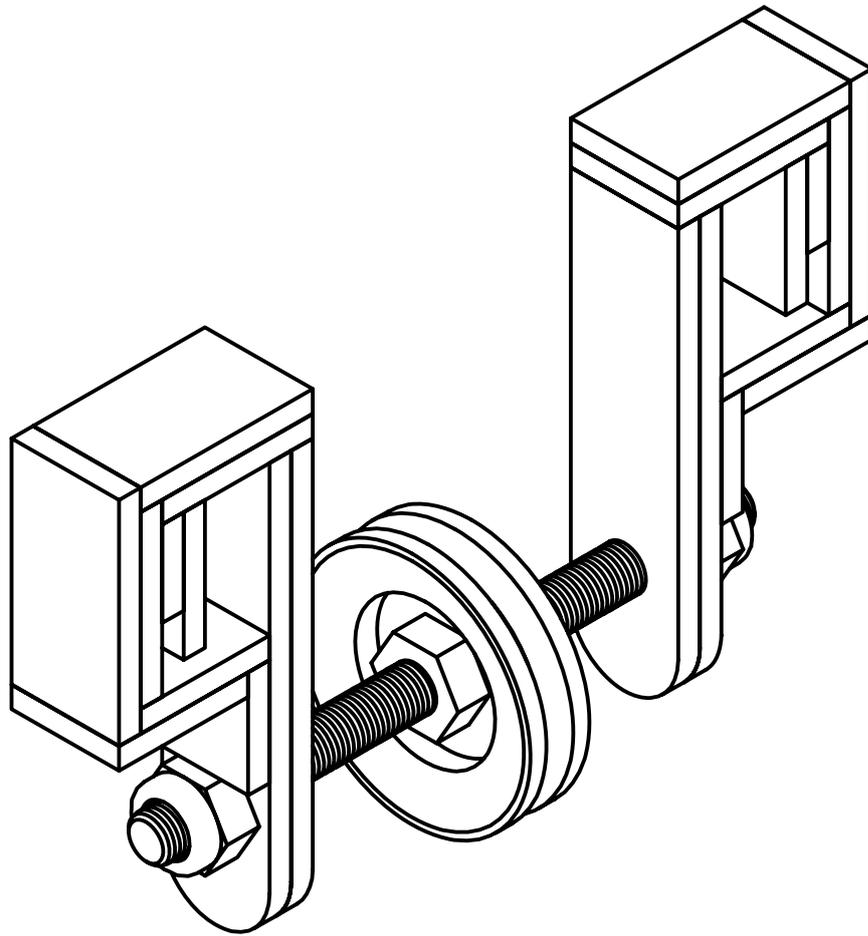
128

A

B

C

D



ESCALA
2:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Tensores: Cjto. Montado

Nº 12.00

1

2

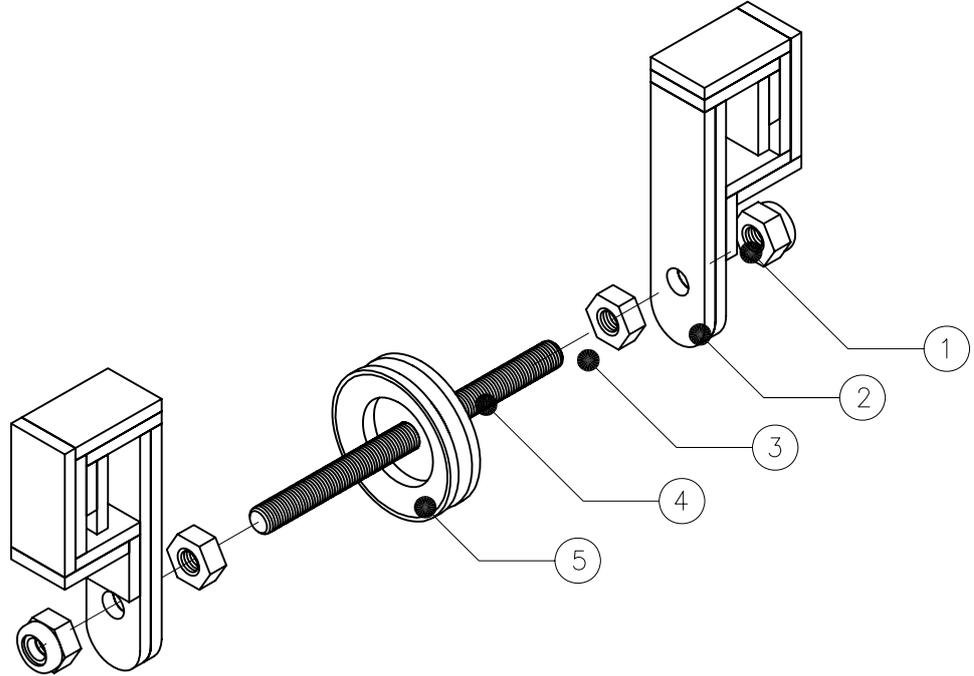
3

4

129

A

B



C

D

1	Polea multifuncional	5					
1	Eje M4x55	4					
2	Tuerca M4	3		DIN 934			
2	Brazo tensor	2	12.01				
2	Contratuerca M4	1		DIN 985			

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	MARCA	PLANO N°	MODELO	MATERIAL	PESO	OBSERVACIONES
----------	--------------	-------	----------	--------	----------	------	---------------

		ESCALA 1:1	Tensores: Despiece				
		U.DIM.mm					
			NOMBRE: Grúa Torre				Nº 12.00.01

1

2

3

4

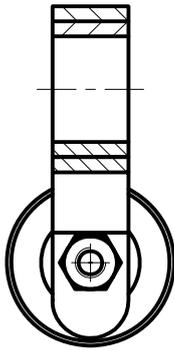
130

A

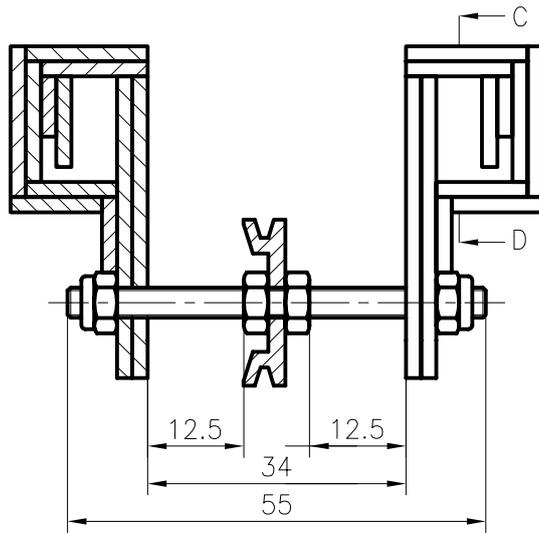
B

C

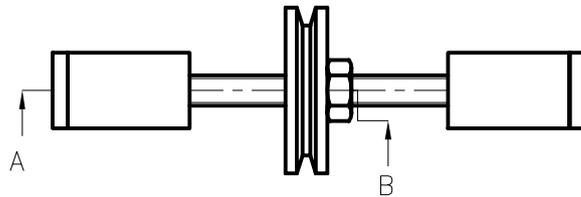
D



Sección C-D



Sección A-B



A

B

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Tensores: Dimensiones

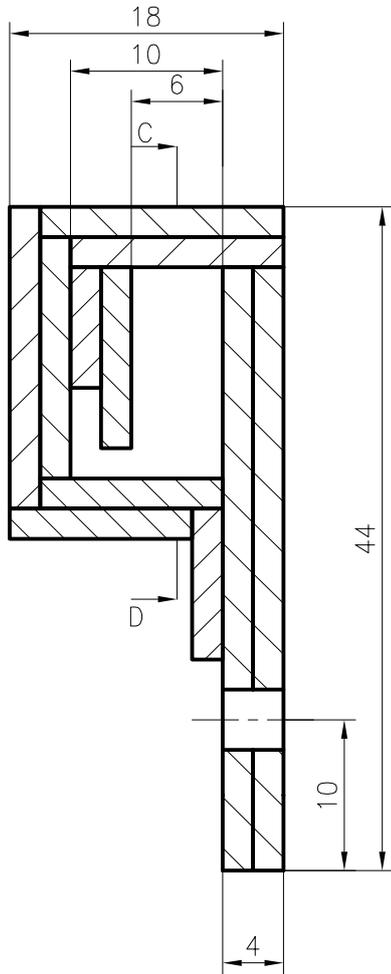
Nº 12.00.02

A

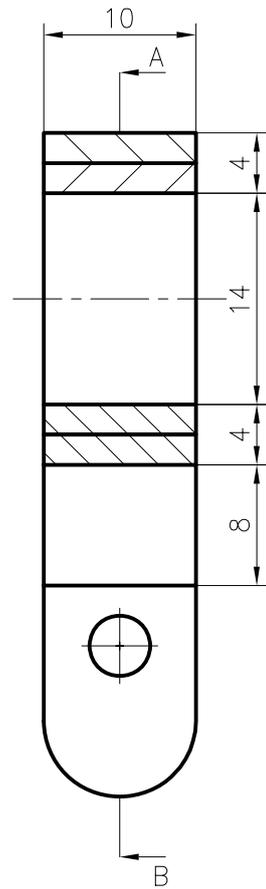
B

C

D



Sección A-B



Sección C-D

Nota:

- 1. Taladro no actoado $\varnothing 4$
- 2. Se recomienda emplear un cordón inferior de la pluma como molde para colocar las piezas

ESCALA
2:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Brazo Tensor: Dimensiones

Nº 12.01.01

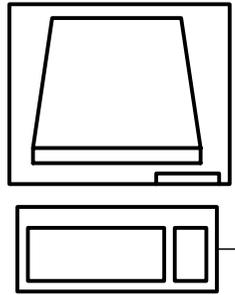
1 2 3 4

A

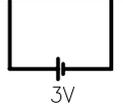
B

C

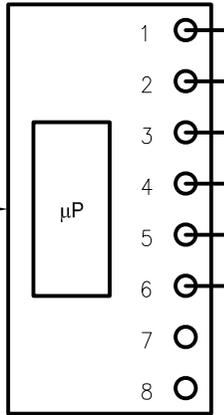
D



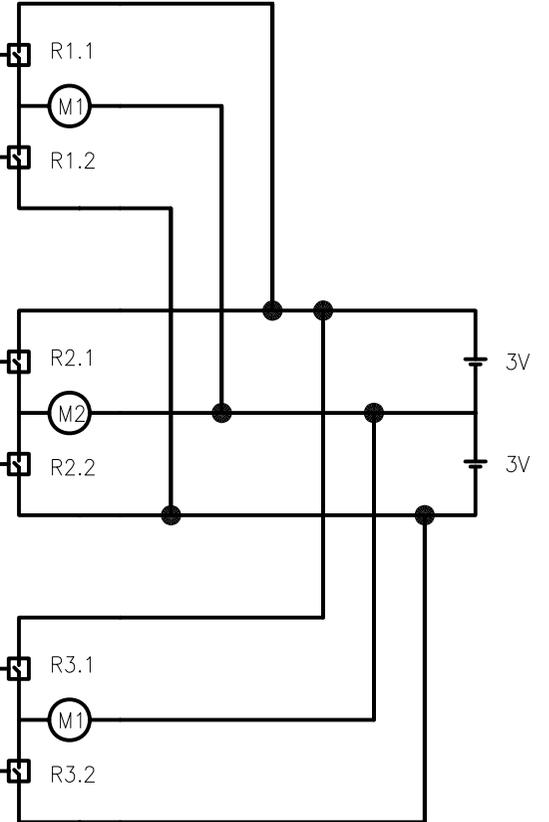
Emisor



Receptor



Tarjeta de adquisición de datos



		ESCALA X:X	Sist. de control: Esquema eléctrico	
		U.DIM.mm		
			NOMBRE: Grúa Torre	Nº 13.00

	Ref. Documento	C2. Planos de piezas	Hoja	1 de 87	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

C2. Planos de Piezas

0. PIEZAS GENÉRICAS.....	6
P.00.01.....	6
P.00.02.....	7
P.00.03.....	8
P.00.04.....	9
P.00.05.....	10
P.00.06.....	11
1. PLACA BASE.....	12
P.01.01.....	12
P.01.02.....	13
P.01.03.....	14
P.01.04.....	15
2. MÁSTIL.....	16
P.02.01.....	16
P.02.02.....	17
P.02.03.....	18
P.02.04.....	19
P.02.05.....	20
P.02.06.....	21
3. CAMBIO DE SECCIÓN	22
P.03.01.....	22
P.03.02.....	23
P.03.03.....	24
P.03.04.....	25
P.03.05.....	26
P.03.06.....	27
P.03.07.....	28

	Ref. Documento	C2. Planos de piezas	Hoja	2 de 87	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

4. PORTAFLECHA 29

P.04.01.....	29
P.04.01.01.....	29
P.04.01.02.....	30
P.04.01.03.....	31
P.04.01.04.....	32
P.04.01.05.....	33
P.04.01.06.....	34
P.04.02.....	35
P.04.02.01.....	35
P.04.02.02.....	36
P.04.02.03.....	37
P.04.02.04.....	38
P.04.02.05.....	39
P.04.02.06.....	40
P.04.02.07.....	41
P.04.03.....	42
P.04.03.01.....	42
P.04.03.02.....	43
P.04.03.03.....	44
P.04.03.04.....	45
P.04.04.....	46
P.04.04.01.....	46
P.04.04.02.....	47
P.04.04.03.....	48
P.04.04.04.....	49
P.04.04.05.....	50

	Ref. Documento	C2. Planos de piezas	Hoja	3 de 87	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

P.04.04.06.....	51
P.04.04.07.....	52
P.04.06.....	53
P.04.06.01.....	53
5. PLUMA	54
P.05.01.....	54
P.05.02.....	55
P.05.03.....	56
P.05.04.....	57
P.05.05.....	58
P.05.06.....	59
P.05.07.....	60
P.05.08.....	61
P.05.09.....	61
6. CONTRAPLUMA	63
P.06.01.....	63
P.06.02.....	64
P.06.03.....	65
P.06.04.....	66
P.06.05.....	67
P.06.06.....	68
P.06.07.....	69

	Ref. Documento	C2. Planos de piezas	Hoja	4 de 87	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

7. CARRO ELEVADOR	70
P.07.01.....	70
P.07.02.....	71
P.07.03.....	72
P.07.04.....	73
P.07.05.....	74
9. CONTRAPESO	75
P.09.01.....	75
P.09.02.....	76
10. TOPE PLUMA.....	77
P.10.01.....	77
P.10.02.....	78
11. POLIPASTO	79
P.11.01.....	79
P.11.02.....	80
12. TENSORES	81
P.12.01.....	81
P.12.02.....	82
P.12.03.....	83
P.12.04.....	84
P.12.05.....	85
P.12.06.....	86
P.12.07.....	87

	Ref. Documento	C2. Planos de piezas	Hoja	5 de 87	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre 2009	

1

2

3

4

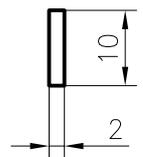
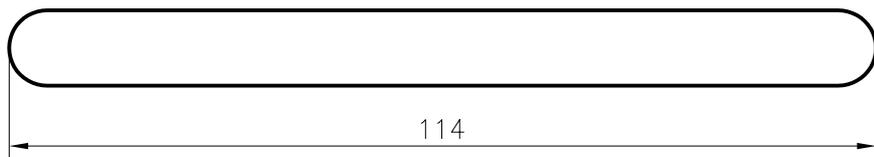
6

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 00.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.00.01

1

2

3

4

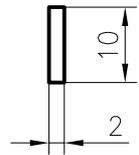
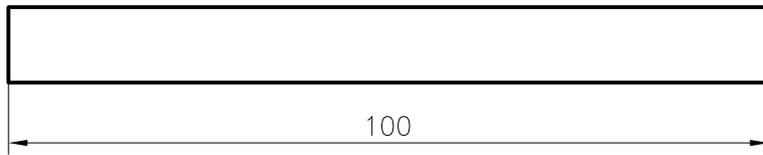
7

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM: mm

Pieza 00.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.00.02

1

2

3

4

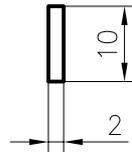
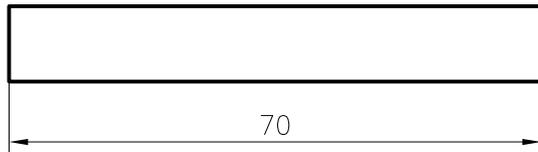
8

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 00.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.00.03

1

2

3

4

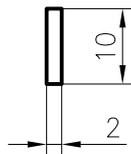
9

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 00.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.00.04

1

2

3

4

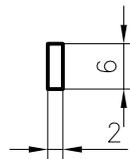
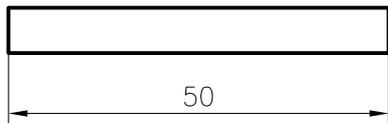
10

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 00.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.00.05

1

2

3

4

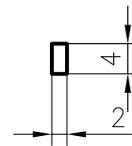
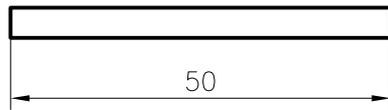
11

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 00.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.00.06

1

2

3

4

12

A

B

C

D

10

28.5

300

ESCALA
1:2

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 01.01

Nº P.01.01

1

2

3

4

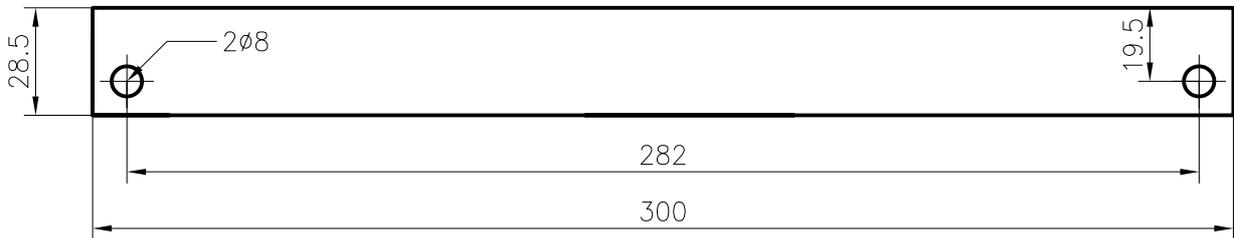
13

A

B

C

D



ESCALA
1:2

U.DIM. mm

Pieza 01.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.01.02

1

2

3

4

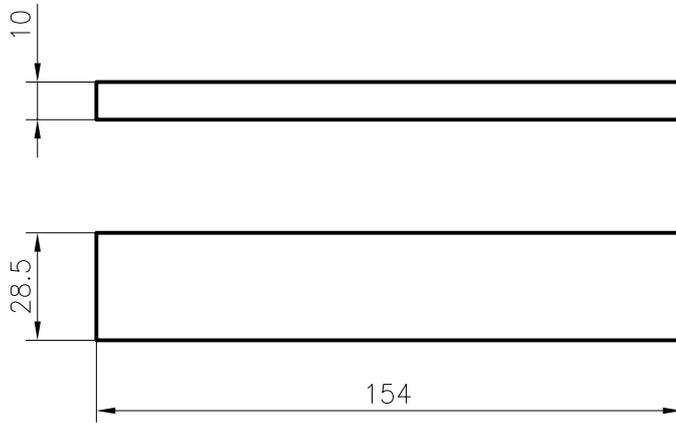
14

A

B

C

D



ESCALA
1:2

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 01.03

Nº P.01.03

1

2

3

4

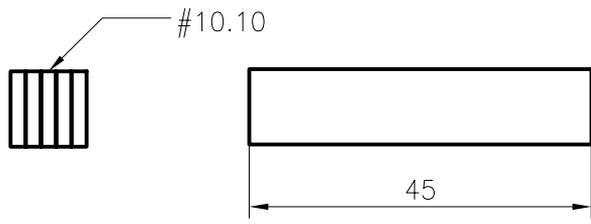
15

A

B

C

D



Nota:
 La pieza 01.04 está formada por la unión
 de 5 rectángulos de espesor 2mm

ESCALA
 1:1

U.DIM. mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 01.04

Nº P.01.04

1

2

3

4

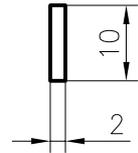
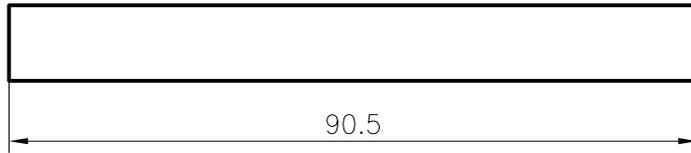
16

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM: mm

Pieza 02.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.02.01

1

2

3

4

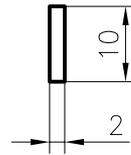
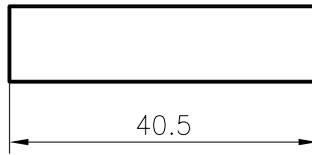
17

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM: mm

Pieza 02.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.02.02

1

2

3

4

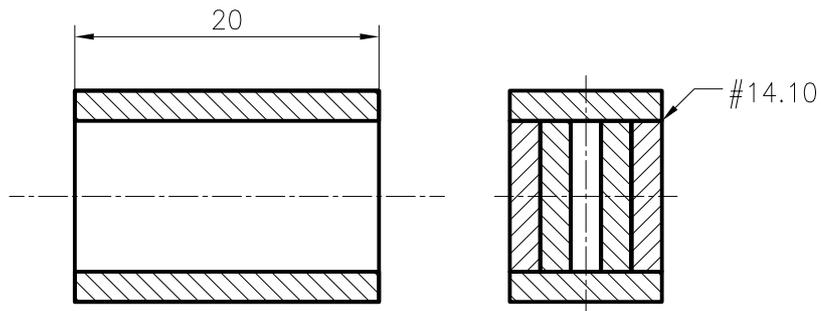
18

A

B

C

D



ESCALA
2:1

U.DIM: mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nudo 02.1

Nº P.02.03



1

2

3

4

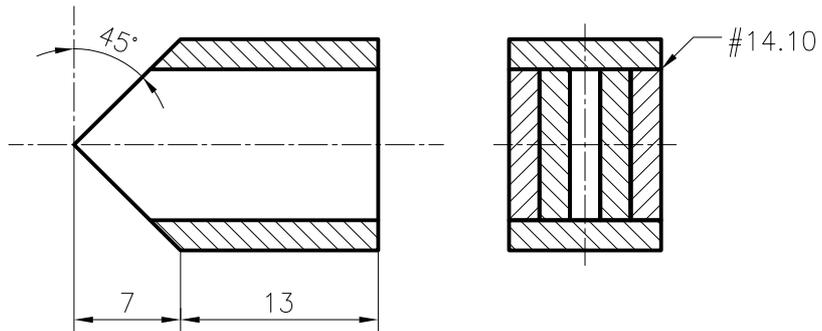
19

A

B

C

D



ESCALA
2:1

U.DIM: mm



NOMBRE: Grúa Torre

Nudo 02.2

Nº P.02.04



1

2

3

4

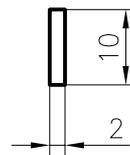
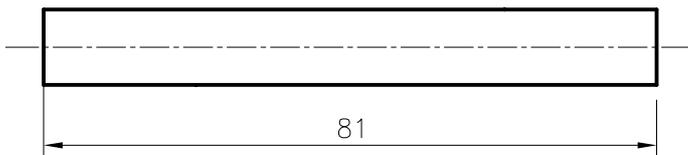
20

A

B

C

D



ESCALA
1:5

U.DIM: mm

Pieza 02.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.02.05

1

2

3

4

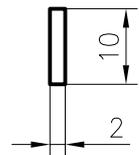
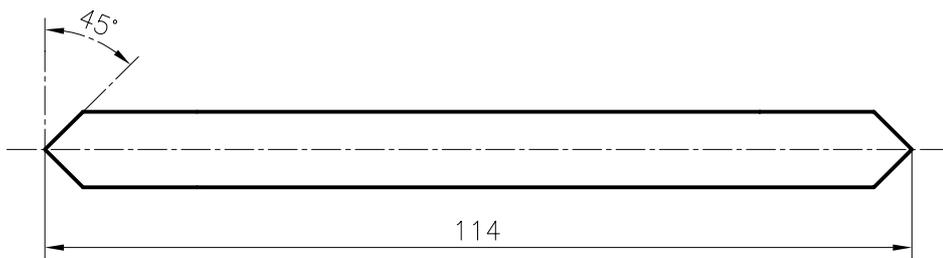
21

A

B

C

D



ESCALA
1:5

U.DIM: mm

Pieza 02.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.02.06

1

2

3

4

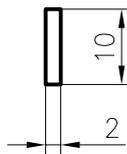
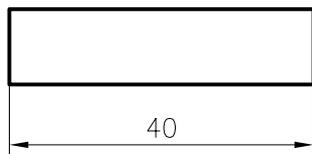
22

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 03.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº

P.03.01

1

2

3

4

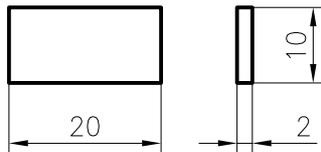
23

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 03.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.03.02

1

2

3

4

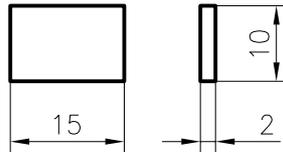
24

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 03.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.03.03

1

2

3

4

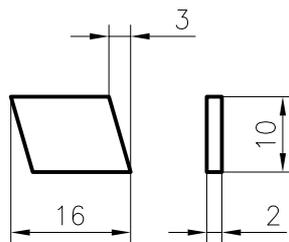
25

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 03.04

Nº P.03.04

1

2

3

4

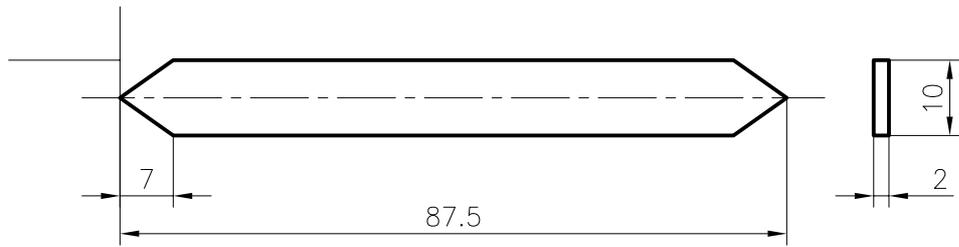
26

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 03.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.03.05

1

2

3

4

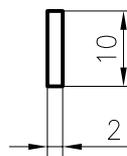
27

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 03.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº

P.03.06

1

2

3

4

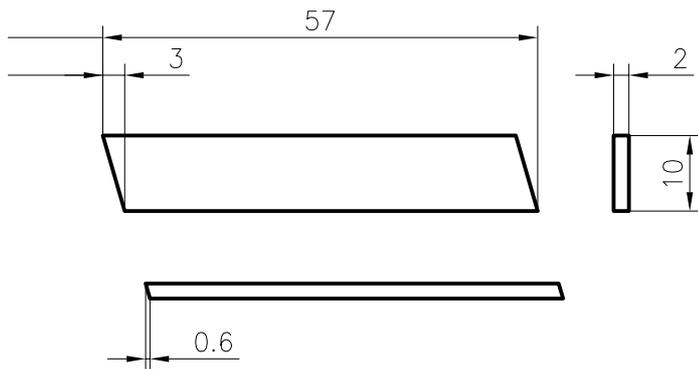
28

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 03.07

Nº P.03.07

1

2

3

4

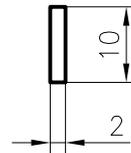
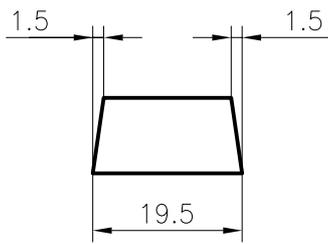
29

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.01.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.01.01

1

2

3

4

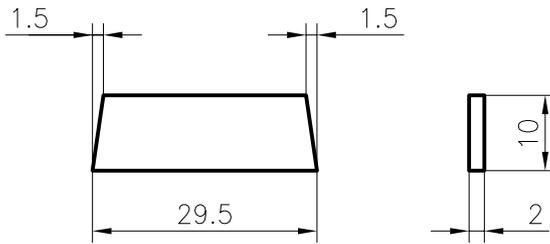
30

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.01.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.01.02

1

2

3

4

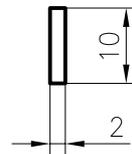
31

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.01.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.01.03

1

2

3

4

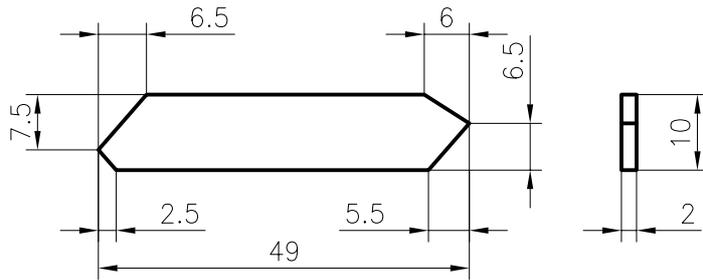
32

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.01.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.01.04

1

2

3

4

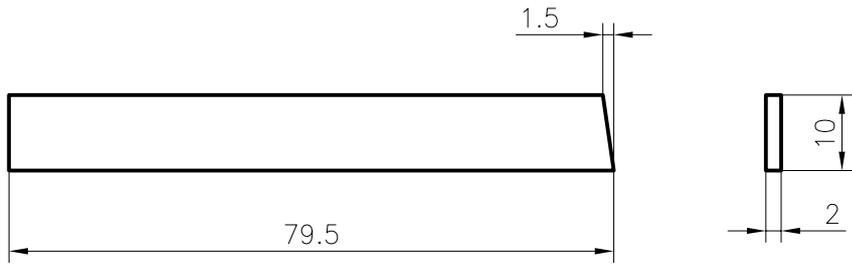
33

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.01.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.01.05

1

2

3

4

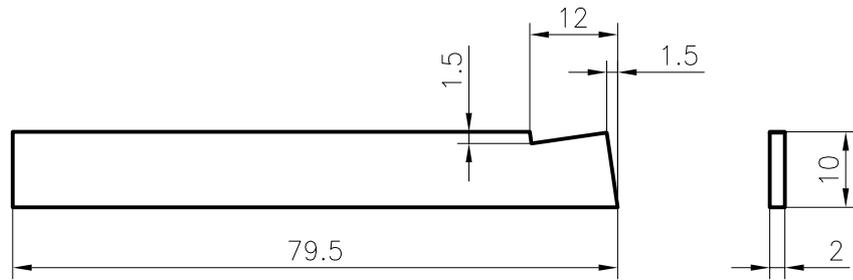
34

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.01.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.01.06

1

2

3

4

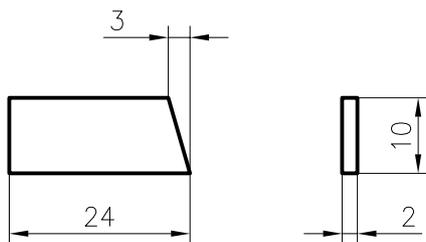
35

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.01

1

2

3

4

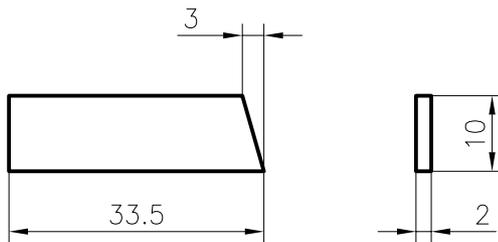
36

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.02

1

2

3

4

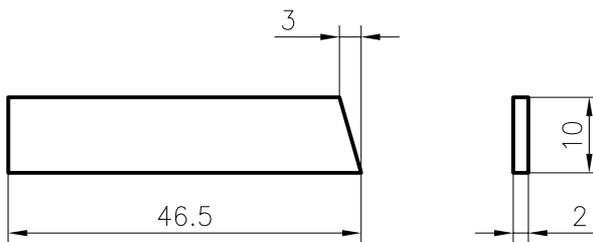
37

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.03

1

2

3

4

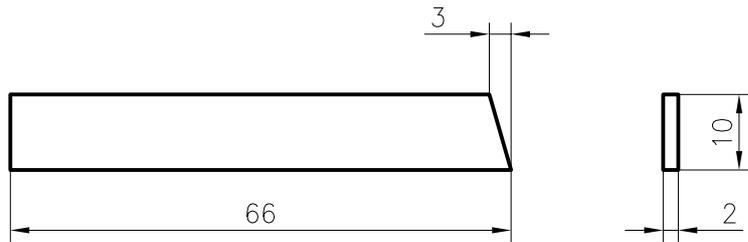
38

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.04

1

2

3

4

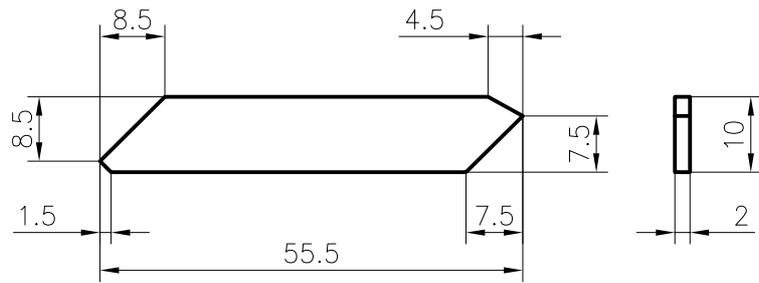
39

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.05

1

2

3

4

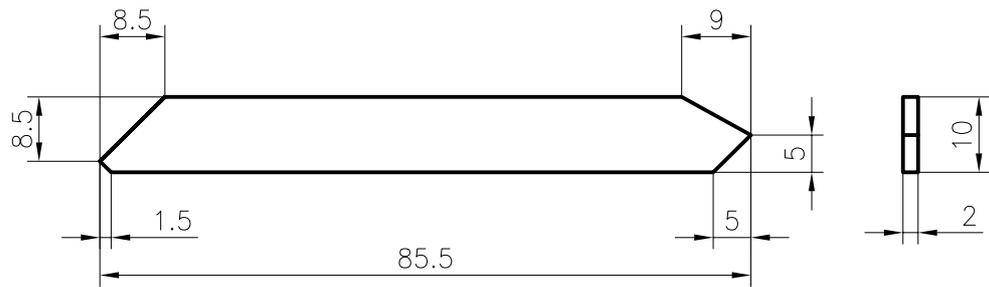
40

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.06

1

2

3

4

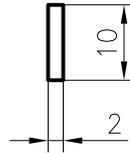
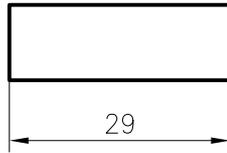
41

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.02.07



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.02.07

1

2

3

4

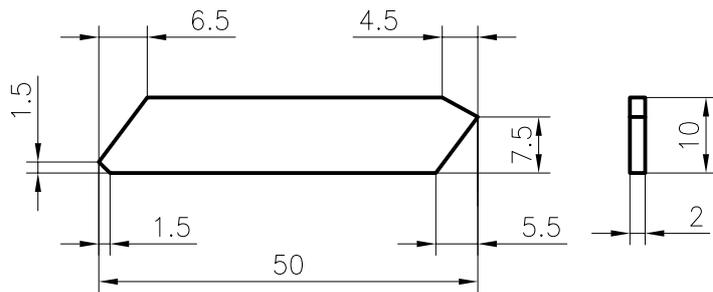
42

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.03.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.03.01

1

2

3

4

43

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.03.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.03.02



1

2

3

4

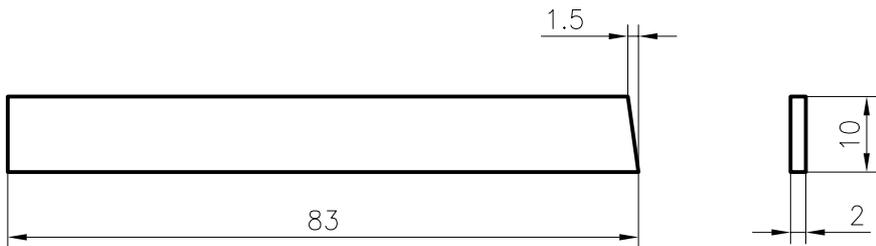
44

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.03.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.03.03

1

2

3

4

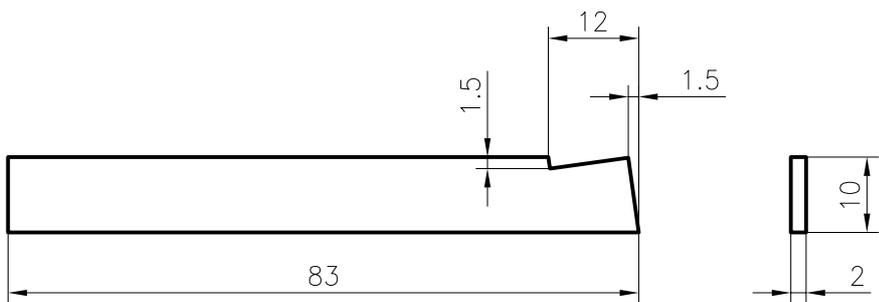
45

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza P.04.03.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.03.04

1

2

3

4

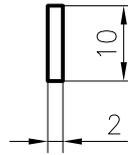
46

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.04.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.01

1

2

3

4

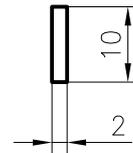
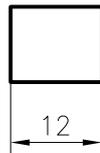
47

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.04.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.02

1

2

3

4

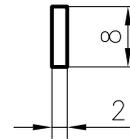
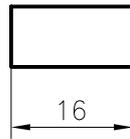
48

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.04.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.03

1

2

3

4

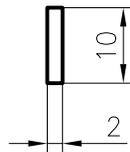
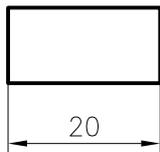
49

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.04.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.04

1

2

3

4

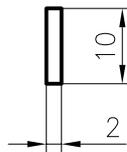
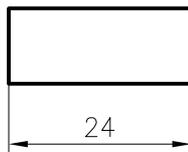
50

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.04.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.05

1

2

3

4

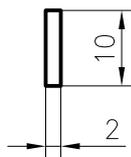
51

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.04.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.06

1

2

3

4

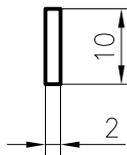
52

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza P.04.04.07



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.04.07

1

2

3

4

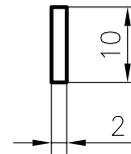
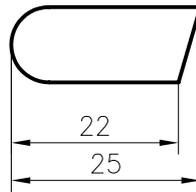
53

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.04.06.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.04.06.01

1

2

3

4

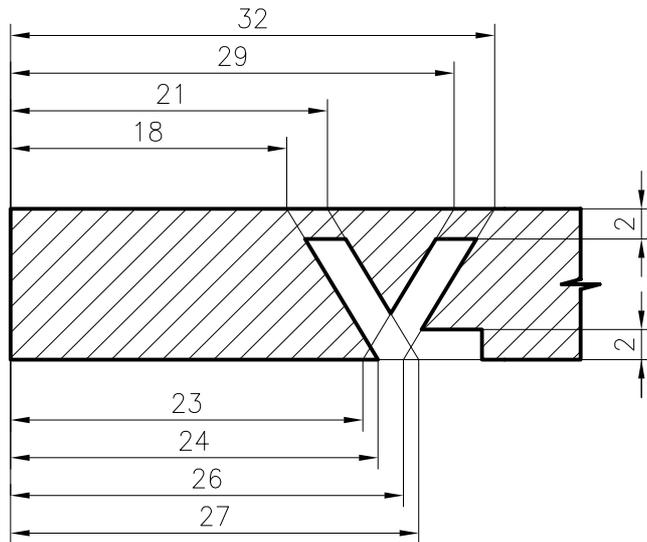
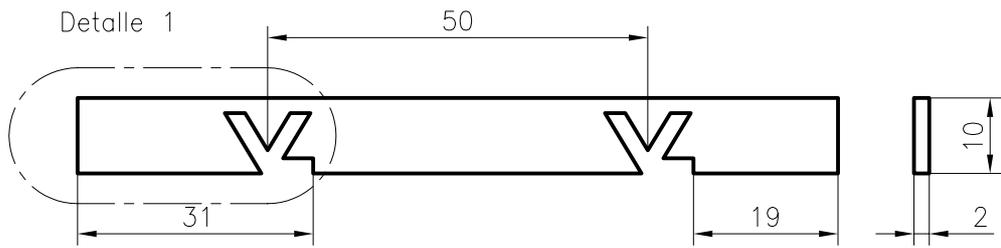
54

A

B

C

D



Detalle 1
Escala 2:1

Nota: las líneas delgadas son trazos auxiliares para conseguir la forma de la pieza

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 05.01

Nº P.05.01

1

2

3

4

55

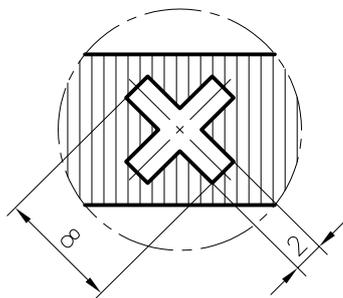
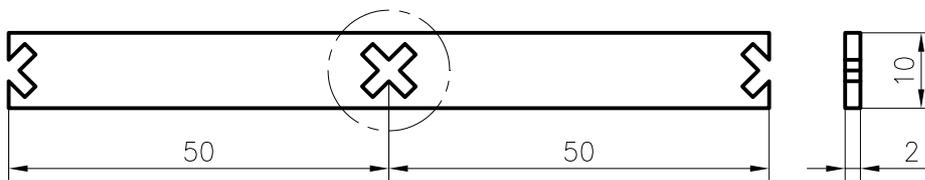
A

B

C

D

Detalle 1



Detalle 1
Escala 2:1

Nota: Los cortes extremos de la pieza corresponden a la mitad de la cruz acotada en el detalle.

ESCALA
1:1

U.DIM.mm



NOMBRE: Grúa Torre

Pieza 05.02

Nº P.05.02

1

2

3

4

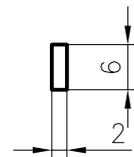
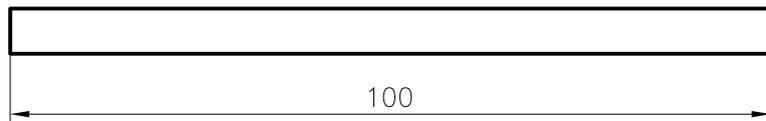
56

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.03

1

2

3

4

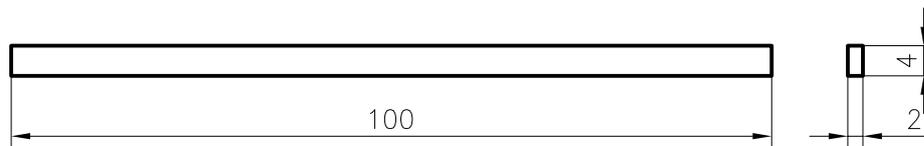
57

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.04

1

2

3

4

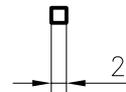
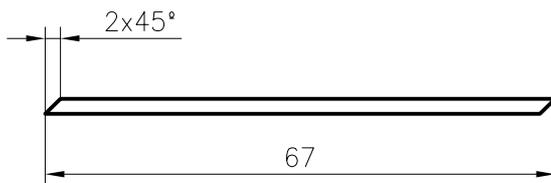
58

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.05

1

2

3

4

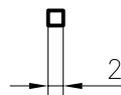
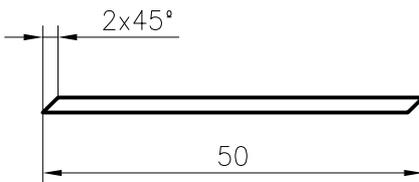
59

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.06

1

2

3

4

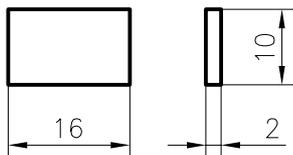
60

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.07



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.07

1

2

3

4

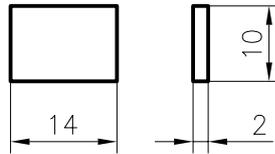
61

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.08



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.08

1

2

3

4

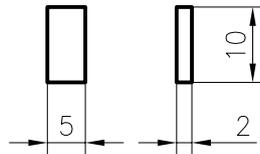
62

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 05.09



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.05.09

1

2

3

4

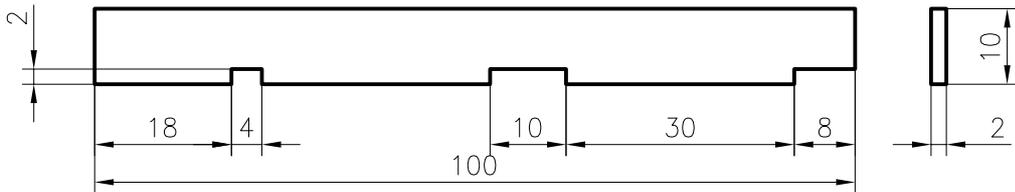
63

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.01

1

2

3

4

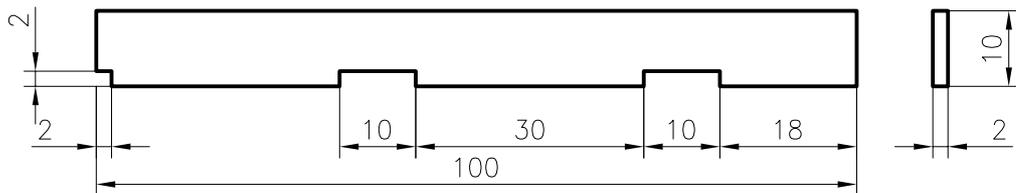
64

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.02

1

2

3

4

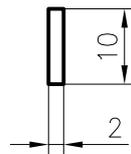
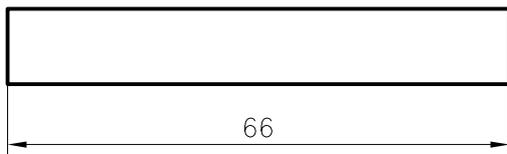
65

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.03

1

2

3

4

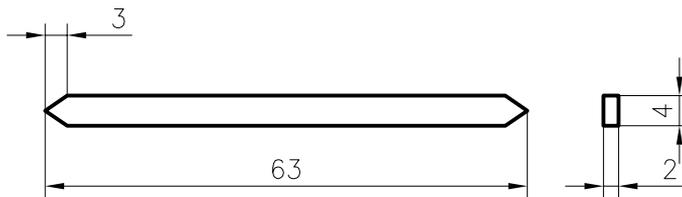
66

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.04

1

2

3

4

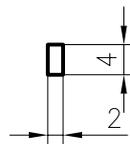
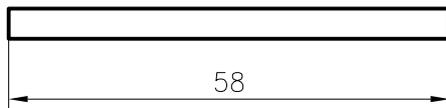
67

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.05

1

2

3

4

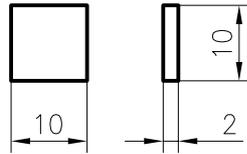
68

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.06

1

2

3

4

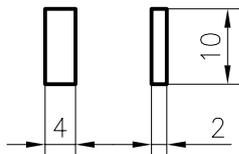
69

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza P.06.07



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.06.07

1

2

3

4

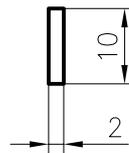
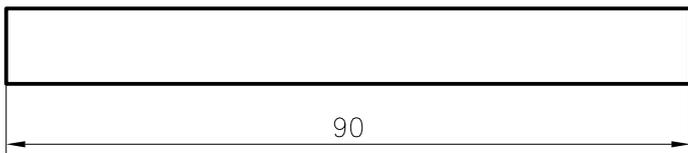
70

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 07.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.07.01

1

2

3

4

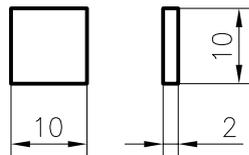
71

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 07.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.07.02

1

2

3

4

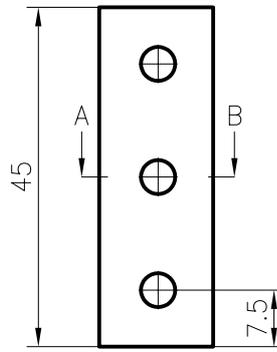
72

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 07.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.07.03

1

2

3

4

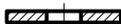
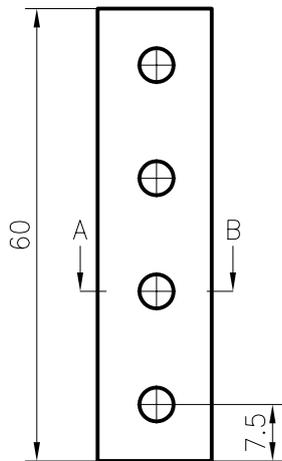
73

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 07.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.07.04

1

2

3

4

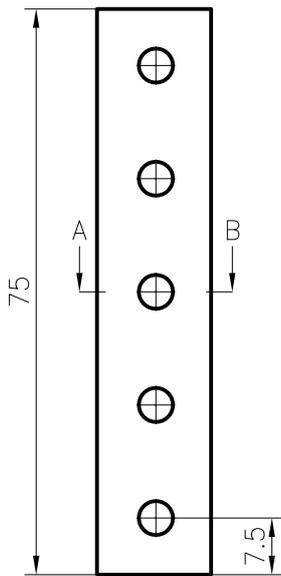
74

A

B

C

D



Sección A-B

ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 07.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.07.05

1

2

3

4

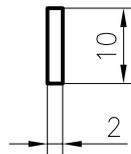
75

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 09.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº

P.09.01

1

2

3

4

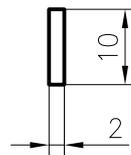
76

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 09.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.09.02

1

2

3

4

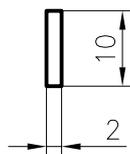
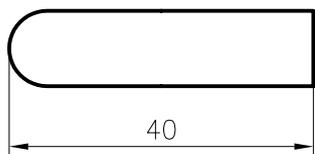
77

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 10.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.10.01

1

2

3

4

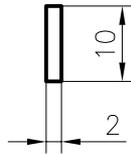
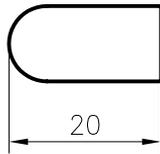
78

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 10.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.10.02

1

2

3

4

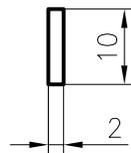
79

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 11.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº

P.11.01

1

2

3

4

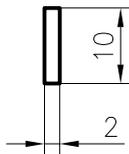
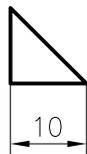
80

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 11.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.11.02

1

2

3

4

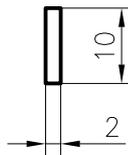
81

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 12.01



NOMBRE: Grúa Torre

Nº

P.12.01

1

2

3

4

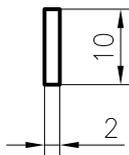
82

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 12.02



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.12.02

1

2

3

4

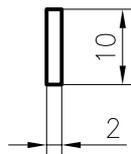
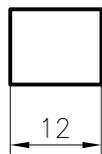
83

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 12.03



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.12.03

1

2

3

4

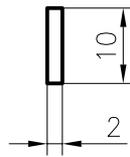
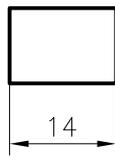
84

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 12.04



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.12.04

1

2

3

4

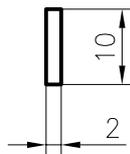
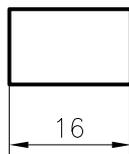
85

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 12.05



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.12.05

1

2

3

4

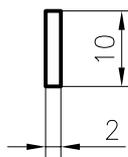
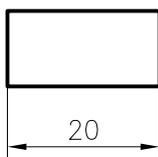
86

A

B

C

D



ESCALA
1:1
U.DIM.mm

Pieza 12.06



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.12.06

1

2

3

4

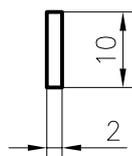
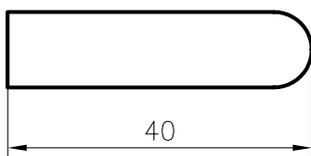
87

A

B

C

D



ESCALA
1:1

U.DIM.mm

Pieza 12.07



NOMBRE: Grúa Torre

Nº P.12.07

	Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	1 de 7	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009	

D.- Pliego de condiciones

Índice

1. Introducción	2
2. Categorías:	3
2.1. Funcionalidad y estética.....	3
3. Reglamento:	4
4. Restricciones dimensionales	5
4.1. Base:.....	5
4.2. Masa:	5
4.3. Mástil y portaflechas:	5
4.4. Pluma y contrapluma:	5

	Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	2 de 7	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009	

1. Introducción

Este documento contiene un extracto de las bases del 1er Concurso Nacional de Grúas con Palos de Helado, elaborado por la Delegación de Alumnos de la Universidad Carlos III de Madrid. En ellos se indican todas las pautas que se debieron cumplir para la realización del presente proyecto.

El documento íntegro se puede consultar en la siguiente dirección

- <http://cedeei.org/Basesconcursogruas.pdf>

	Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	3 de 7	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009	

2. Categorías:

Las distintas categorías en las que se divide este concurso son:

2.1. *Funcionalidad y estética*

En esta categoría se valorará el alcance máximo y área de trabajo que posee la grúa cuando está soportando la carga mínima. Se tendrá en cuenta los grados de libertad y los accionamientos (eléctricos o no) utilizados para conseguir la funcionalidad de la grúa.

Finalmente se valorará el grado de acabado de su fabricación, así como la estética de la misma.

	Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	4 de 7	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009	

3. Reglamento:

Artículo 4.- La estructura de las grúas se realizará en su totalidad con palos de helado adheridos entre sí. Se permite asimismo el uso de papel celo (ancho máximo 0.03 m), pasta alimenticia y cuerda bala.

Artículo 5. Excepto los palos de helado que serán entregados por la organización, el equipo deberá responsabilizarse de conseguir sus propios materiales y asumir los costes que puedan surgir.

Artículo 6. Las maquetas de las grúas tendrán una base cuadrada de dimensiones: 0.3 m x 0.3 m y con un grosor máximo de 0.02 m.

Se realizarán cuatro taladros en sus esquinas (ver figura 1) con el fin de sujetar la grúa a una base firme. Se recomienda dejar un espacio libre alrededor de los taladros para posibles arandelas.

Artículo 7. Las dimensiones de la grúa serán: 1 ± 0.025 m desde la base al punto más elevado de la pluma, 0.75 ± 0.02 m de pluma, 0.25 m como máximo de contrapluma, y 0.25 m como máximo de portaflechas, siendo contrapluma y portaflechas opcionales. La pluma, la contrapluma y el portaflechas se medirán tomando como referencia el centro geométrico del mástil (ver figuras 2 y 3).

Artículo 8. La masa máxima de la estructura de la grúa será de 2 kg.

Artículo 11. Para entrar en el concurso la grúa debe resistir como mínimo el levantamiento de una carga de 0.3 kg a una altura de 0.30 m medida desde la superficie del soporte en las condiciones más desfavorables y mover dicha carga por todos sus grados de libertad. La carga será soportada por una argolla facilitada asimismo por la organización.

	Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	5 de 7	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009	

4. Restricciones dimensionales

4.1. Base:

Las grúas se presentarán aseguradas sobre una tabla de madera taladrable de dimensiones 0.3 m x 0.3 m y con un grosor máximo de 0.02 m. Se realizarán cuatro taladros en sus esquinas (ver figura 1) con el fin de sujetar la grúa a una base firme.

4.2. Masa:

La masa máxima total de la estructura será de 2 kg.

4.3. Mástil y portaflechas:

El elemento mástil podrá tener cualquier forma o disposición, no estando limitado su apoyo a un solo apoyo puntual. El mástil puede tener cualquier anchura y longitud, teniendo en cuenta que la distancia desde la base al punto más elevado de la pluma será de 1 ± 0.025 m (ver figura 3). Será opcional disponer de un portaflechas cuya longitud será como máximo 0.25 m medido desde el centro del mástil.

4.4. Pluma y contrapluma:

La longitud de la pluma será de 0.75 ± 0.02 m y la de la contrapluma de 0.25 m como máximo, ambos medidos desde el centro del mástil, siendo la contrapluma opcional.

El elemento pluma podrá tener cualquier forma o disposición. La pluma puede tener cualquier anchura y altura (ver figura 3).

Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	6 de 7
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009

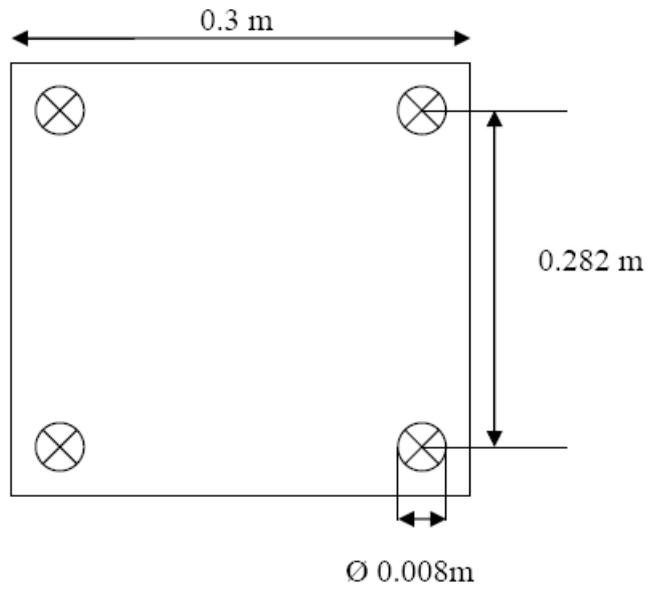


Figura 1.- Base de la grúa

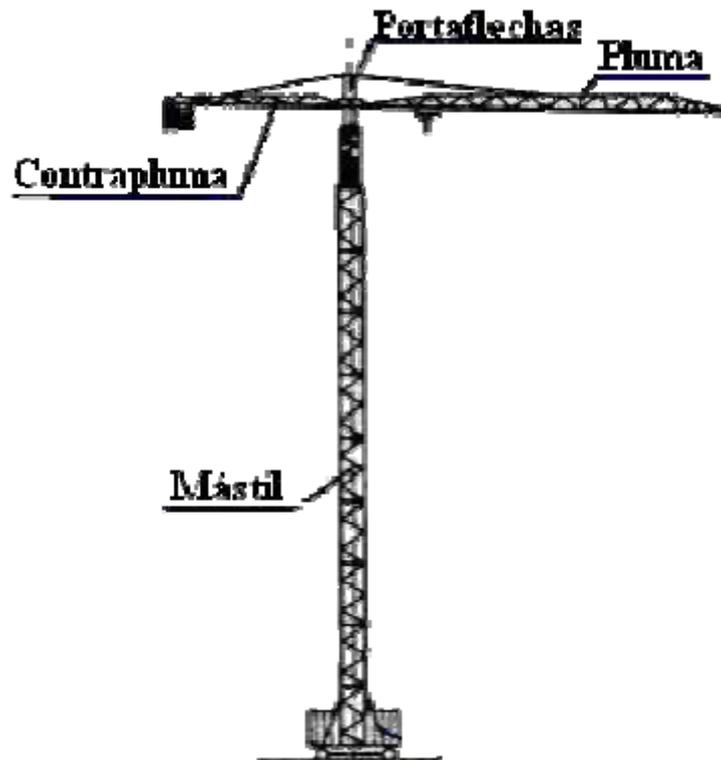


Figura 2.- Partes de una grúa

Ref. Documento	Pliego de condiciones	Hoja	7 de 7
Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre		
Normativa Ref			
Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Octubre de 2009
Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Octubre de 2009

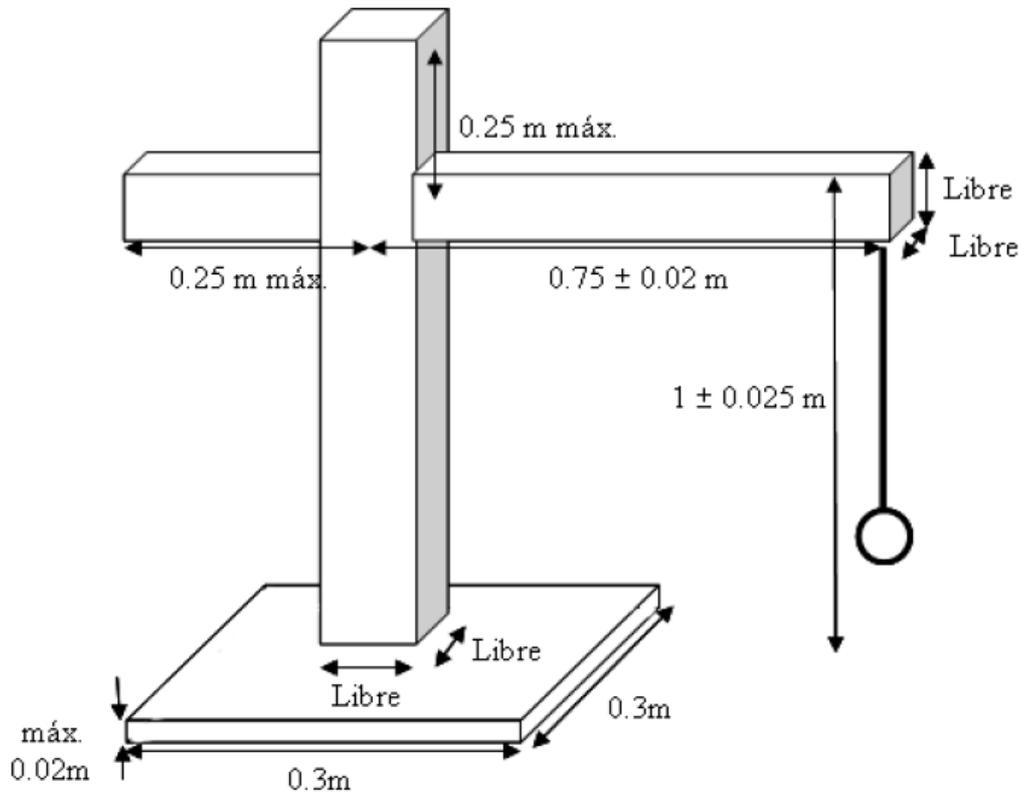


Figura 3.- Esquema general de las dimensiones de la grúa

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	1 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

E.- Estudio de Seguridad y Salud

Índice

1. Introducción	2
2. Herramientas a emplear.....	3
2.1. Madera.....	3
2.2. Metal	3
2.3. Circuitos eléctricos y electrónicos	3
2.4. Instrumentos de medida.....	4
2.5. Elementos de protección.....	4
3. Identificación de Riesgos y Prevención de los mismos	4
3.1. Madera.....	4
3.2. Metal	5
3.3. Circuitos eléctricos y electrónicos	5
3.4. Operaciones de conducción.....	5
4. Recomendaciones	6
4.1. Manejo de materiales.....	6
4.2. Almacenamiento de materiales	6
4.3. Sitio de trabajo	6
4.4. Operaciones de fabricación	7
4.5. Operaciones de conducción.....	12

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	2 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

1. Introducción

Este Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes que puede sufrir la persona o grupo de personas que participen en la fabricación y/o operación de *modelo a escala de la grúa torre*.

En una primera etapa se describe el conjunto de herramientas recomendadas a emplear en la fase de construcción y después se procede a analizar los posibles riesgos asociados junto con sus respectivas medidas de prevención. Para finalizar, se reúne una serie de recomendaciones bajo la filosofía de las *“buenas prácticas” (best practices)*.

Nota: *Una vez terminada, la maqueta de construcción no debería ser considerada como juguete en el sentido comercial del término. De hecho es un medio didáctico adecuado para un trabajo pedagógico.*

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	3 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

2. Herramientas a emplear

A continuación se detallan las herramientas a utilizar para la fabricación de la *grúa tipo pluma* clasificadas según el material a manejar o la función a realizar.

2.1. Madera

- Cutter para manualidades
- Sierra para madera
- Serrucho
- Pegamento (cola de carpintero)
- Cinta adhesiva
- Taladro
- Juego de brocas de madera
- Lija de madera (fina y gruesa)
- Tijeras
- Sargento de apriete
- Guía de inglete

2.2. Metal

- Sierra para metal
- Alicata universal
- Destornillador plano
- Lima

2.3. Circuitos eléctricos y electrónicos

- Pistola de soldadura
- Soporte de soldador de resistencia
- Hilo de estaño para soldaduras electrónicas
- Grasa decapante
- Multímetro

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	4 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

2.4. Instrumentos de medida

- Escuadra de carpintero
- Regla y cartabón
- Calibre de precisión

2.5. Elementos de protección

- Gafas de protección
- Guantes de trabajo
- Protectores auditivos

3. Identificación de Riesgos y Prevención de los mismos

3.1. Madera

Riesgos más frecuentes

- Corte en las manos
- Incrustación de cuerpos extraños (astillas)
- Movimientos repetitivos
- Proyecciones
- Ruido (taladrado)
- Vibraciones (taladrado)
- Sobreefuerzo por postura forzada

Medidas Preventivas

- Sujetar bien el material
- Trabajar en una posición cómoda

Protecciones individuales

- Gafas de seguridad
- Protectores auditivos
- Guantes de trabajo (no al taladrar)

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	5 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

3.2. Metal

Riesgos más frecuentes

- Heridas en las manos
- Movimientos repetitivos
- Sobreesfuerzo por postura forzada
- Quemaduras

Medidas Preventivas

- Sujetar bien el material
- Trabajar en una posición cómoda
- No tocar la cuchilla de la sierra de metal después de realizar un corte

Protecciones individuales

- Gafas de seguridad
- Guantes de trabajo

3.3. Circuitos eléctricos y electrónicos

Riesgos más frecuentes

- Quemaduras
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto

Medidas Preventivas

- Trabajar en una posición cómoda
- Emplear el soporte de soldador de resistencia

Protecciones individuales

- Guantes de trabajo

3.4. Operaciones de conducción

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Golpes por vuelco de máquinas.
- Contactos eléctricos.

Medidas Preventivas

- Seguir las instrucciones de fabricación y montaje
- Seguir las normas de uso y mantenimiento

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	6 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4. Recomendaciones

Recuerde tomar las siguientes precauciones de seguridad y salud necesarias sobre el manejo las herramientas empleadas para fabricar la *grúa tipo pluma*. También es importante mantener en buen estado el lugar de trabajo.

4.1. Manejo de materiales

- En función de la pieza a fabricar, la madera puede ser serrada, limada, perforada o pulida. Para cada operación emplear las herramientas adecuadas.
- Tener cuidado con aquellos elementos de tamaño reducido (p.e tornillos, tuercas, etc) y no dejarlos al alcance de menores de 3 años (para evitar posible riesgo de ingesta)
- Usar los elementos de protección adecuados en función de la operación a realizar (p.e protector para los ojos y protectores auditivos al taladrar)

4.2. Almacenamiento de materiales

- Una vez terminado cualquier subconjunto de una pieza, guardarlo en un lugar seco hasta que sea necesario su uso.
- No dejar herramientas peligrosas al alcance de los menores de edad.

4.3. Sitio de trabajo

- No comer, beber o fumar en el área de trabajo;
- De preferencia es recomendable trabajar en lugares bien iluminados con luz natural, o con luz artificial con las mismas características de la luz natural.
- Mantener limpio el área de trabajo, evitar la acumulación de residuos, basura y polvo.
- En el lugar de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	7 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4.4. Operaciones de fabricación

Serrar

- Los dientes de la sierra deben dirigirse hacia abajo
- Utilizar la horquilla
- Mantener la sierra vertical y serrar pausadamente moviendo la pieza
- Mantener la pieza apretada en el tornillo mientras se trabaja

Limar

- Escoger los útiles de adecuados en función del trabajo a realizar
- Solo se debe presionar la lima en el movimiento de avance

Apretar

- Los sargentos de apriete son muy adecuados ya que son ligeros y no marcan el material
- El tornillo de banco usarlo con mordazas de protección

Taladros

Generalidades

1. El circuito eléctrico del taladro debe estar conectado a tierra.
2. Para retirar una pieza, eliminar las virutas, comprobar medidas, etc., se debe parar el taladro.

Protección personal

1. Para el taladrado se utilizarán gafas o pantallas de protección contra impactos
2. Para realizar operaciones de afilado de brocas se deberá usar también protección ocular.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	8 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

3. Si a pesar de todo, alguna vez se le introdujera un cuerpo extraño en un ojo¡cuidado!, no lo restriegue; puede provocarse una herida. Acuda inmediatamente al botiquín.
4. Las virutas producidas durante el taladrado, nunca deben retirarse con la mano. Para retirar las virutas sueltas debe utilizarse un cepillo o una escobilla, Para las virutas largas se usará un gancho con cazoleta guardamanos.
5. Para trabajar en el taladro se debe llevar ropa ajustada, con las mangas por encima del codo arremangadas hacia adentro. Si se llevan mangas largas, éstas deben ir bien ceñidas a las muñecas, mediante elásticos en vez de botones, y no ser holgadas.
6. En el taladro no se debe trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, ni cadenas al cuello, corbatas, bufandas, o cinturones sueltos.
7. En los trabajos con taladros es muy peligroso llevar cabellos largos y sueltos, que deben recogerse bajo un gorro o prenda similar. En cualquier caso hay que tener cuidado en no acercar la cabeza al eje que gira.
8. El empleo de guantes durante la operación de taladrado puede dar lugar a accidentes. Por lo tanto: no usar guantes mientras el taladro esté en marcha. Pueden usarse guante de goma fina, con las puntas de los dedos recortadas hasta las 2ª falange.

Antes de taladrar

Antes de poner el taladro en marcha para comenzar el trabajo de mecanizado, deberá comprobarse:

1. Que la mesa de trabajo y su brazo están perfectamente bloqueados, si el taladro es radial o de columna.
2. Que el cabezal está bien bloqueado y situado, si el taladro es de sobremesa.
3. Que la mordaza, tornillo o el dispositivo de sujeción de que se trate, está fuertemente anclado a la mesa de trabajo.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	9 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

4. Que la pieza a taladrar está firmemente sujeta al dispositivo de sujeción, para que no pueda girar y producir lesiones.
5. Que nada estorbará a la broca en su movimiento de rotación y de avance.
6. Que la broca está correctamente fijada al portaherramientas,
7. Que la broca está correctamente afilada, de acuerdo al tipo de material que se va a mecanizar.
8. Que se han retirado todas las herramientas, materiales sueltos, etc., y sobre todo la llave de apriete del portabrocas.
9. Que la carcasa de protección de las poleas de transmisión está bien situada.

Durante el taladrado

1. Durante el taladrado deben mantenerse las manos alejadas de la broca que gira.
2. Todas las operaciones de comprobación y ajuste, deben realizarse con el taladro y el eje parados, especialmente las siguientes:
 - Sujetar y soltar brocas
 - Sujetar y soltar piezas
 - Medir y comprobar el acabado
 - Limpiar y engrasar
 - Ajustar protecciones
 - Limar o rasquetear piezas
 - Situar o dirigir el chorro de líquido refrigerante
 - Alejarse o abandonar el puesto de trabajo
3. Siempre que se tenga que abandonar el taladro, deberá pararse éste, desconectando la corriente.
4. Nunca se sujetará con la mano la pieza a trabajar. Cualquiera que sea la pieza a trabajar debe sujetarse mecánicamente, para impedir que pueda girar al ser taladrada, mediante mordazas, tornillos, etc.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	10 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

5. Debe limpiarse bien el cono del eje, antes de ajustar una broca. Un mal ajuste de la broca puede producir su rotura con el consiguiente riesgo de proyección de fragmentos.
6. La sujeción de una broca a un portabrocas no debe realizarse dando marcha al taladro mientras se sujeta el portabrocas con la mano para que cierre más de prisa. La broca se ajustará y sujetará con el taladro parado.
7. No deben utilizarse botadores de broca cuya cabeza presente rebabas, debido al riesgo de que se produzcan proyecciones de esquirlas.
8. Para mayor seguridad, ni al principio ni al final del taladrado se usará el avance automático. Para comenzar y terminar el taladrado se usará el avance manual.

Orden, limpieza y conservación

1. El taladro debe mantenerse en perfecto estado de conservación, limpio y correctamente engrasado.
2. Asimismo hay que cuidar el orden, limpieza y conservación de las herramientas, utillaje y accesorios; tener un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio.
3. La zona de trabajo y las inmediaciones del taladro deberán estar limpias y libres de obstáculos. Los objetos caídos y desperdigados pueden provocar tropezones y resbalones peligrosos, por lo que deberán ser recogidos antes de que esto suceda.
4. Las virutas deben retirarse periódicamente, sin esperar al final de la jornada, utilizando un gancho con cazoleta guardamanos para las virutas largas y cortantes, y un cepillo o una escobilla para las virutas sueltas. También se deben limar o raspar las rebabas del agujero hecho por la broca. Estas operaciones deben realizarse con el taladro parado. Las virutas del suelo se recogerán con escoba y pala y se depositarán en un contenedor.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	11 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

5. Durante el trabajo las demás herramientas han de situarse donde puedan ser alcanzados con facilidad, sin necesidad de acercar el cuerpo a la máquina.
6. Las herramientas deben guardarse en un armario o lugar adecuado. No debe dejarse ninguna herramienta u objeto suelto sobre el taladro. Las brocas deben guardarse en un soporte especial, según diámetros, con el filo hacia abajo para evitar cortes al cogerlas.

Soldadura de elementos diversos en las placas de los circuitos impresos

La soldadura que se emplea en electrónica corresponde al tipo conocido como soldadura eléctrica por resistencia basada en el efecto Joule, mediante el cual, el calor necesario para fundir el metal que interviene en la operación (generalmente estaño) es el que se produce al calentarse un electrodo que actúa como resistencia eléctrica cuando le pasa una determinada intensidad de corriente:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \cdot 0,24$$

Este tipo de soldadura presenta escasos riesgos (contactos térmico y eléctrico principalmente) si bien es conveniente tener en cuenta algunas recomendaciones de carácter general, a saber:

- Antes de comenzar el trabajo, comprobar que los equipos eléctricos y el instrumental se encuentran en perfectas condiciones de uso. Al terminar, no extraer la clavija de su enchufe tirando del cable, sino de la propia clavija.
- Disponer para el soldador (figura 1) de un soporte adecuado (figura 2), orientando el electrodo en sentido contrario a donde se encuentra el operador y mientras esté caliente no debe dejarse sobre la mesa de trabajo.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	12 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

- No guardar el soldador hasta que el electrodo esté a temperatura ambiente.
- Evitar la inhalación de los humos que se produzcan en la soldadura, especialmente cuando se utilicen resinas fundentes.



Figura E1. Soldador eléctrico



Figura E2. Soporte de soldador de resistencia

4.5. Operaciones de conducción

Normas de uso y mantenimiento

- Al dejar de utilizar la grúa, subir el gancho hasta al máximo sin cargas suspendidas, y acercar el carro al mástil.
- Levantar verticalmente la carga.
- Asegurar que el gancho disponga de pestillo de seguridad y las eslingas estén bien colocadas.
- Verificar en todo momento que se encuentra en equilibrio estable, es decir, que el conjunto de fuerzas que actúan en la misma tienen un centro de gravedad y las eslingas están bien colocadas.

	Ref. Documento	Estudio de Seguridad y salud	Hoja	13 de 13	
	Título	PFC Diseño de modelo a escala de una grúa torre			
	Normativa Ref				
	Hecho por	Ramiro F. Mena Andrade	Fecha	Agosto 2009	
	Revisado por	Prof. José Luis Pérez Díaz	Fecha	Agosto 2009	

- Comprobar que la botonera no contradice las órdenes antes del inicio de la jornada de trabajo.
- Instalar la grúa en terreno compacto.
- Al finalizar la jornada, dejar la grúa en posición de veleta.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de las baterías
- No abandonar el puesto de trabajo con cargas suspendidas.
- No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Controlar visualmente las cargas suspendidas durante las maniobras.
- Es necesario revisar el estado de los cables y ganchos
- Es necesario saber cual es la carga máxima admisible, no sólo de la grúa, sino también de los medios auxiliares que se utilicen para elevar las cargas (cables, ganchos, eslingas...)
- Debe estudiarse, previamente, el recorrido que tiene que hacerse con la carga hasta su situación definitiva para evitar interferencias en este recorrido.
- Los movimientos de arranque, parada o cualquier otra maniobra, deben realizarse con suavidad.
- No se debe utilizar la grúa para realizar tracciones oblicuas, arrancar cargas adheridas u operaciones extrañas.
- Está prohibido balancear las cargas transportadas con las grúas para descargarlas más lejos de su alcance.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.