



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Mecánica**

# **Diseño de una mesa de soldadura**

**Autor:**

**Castilla Madrigal, Elena**

**Tutor:**

**Esandi Baztan, M. Ángeles  
Ciencia de los CM e IM/ EGI/  
ICGF/IM/IPF/Expresión Gráfica en  
la Ingeniería.**

**Valladolid, julio de 2018.**



## Resumen

El diseño de la mesa de soldadura se ha realizado para cumplir con un pedido realizado por una empresa que buscaba optimizar sus procesos de soldadura. Esta mejora de eficiencia se ha realizado mediante el diseño de una distribución geométrica de taladros en la superficie de trabajo, que permite una rápida y sencilla fijación de las piezas a soldar. Así mismo, se ha incluido en el modelo un sistema de elevación mecánico, que adapta su altura a las necesidades del operario y del proceso desarrollado. El proceso de diseño se ha realizado de acuerdo con el método de diseño de Bruno Munari. El modelo virtual se ha realizado mediante el programa CATIA V5.

## Abstract

The design of the welding table has been made to comply with an order made by a company that wants to optimize their welding processes. This efficiency improvement has been made by designing a geometric distribution of holes in the work surface, which allows quick and easy fixing of the elements to be welded. Likewise, a mechanical lifting system has been included in the model, which adapts its height to the needs of the operator and the developed process. The design process has been carried out in accordance to the Bruno Munari design method. The virtual model has been made with the program CATIA V5.

## Palabras clave

- Mesa de soldadura
- Distribución geométrica de los taladros
- Sistema de elevación
- Método de diseño
- Altura regulable



# Listado de documentos

- 1 Desarrollo del TFG
- 2 Planos



01

# Desarrollo del TFG





## Desarrollo del TFG

Capítulo 1: Introducción .....	1
1.1 Objetivos .....	3
1.2 Justificación .....	3
Capítulo 2: Antecedentes y estado de la cuestión .....	5
Capítulo 3: Normativa aplicada .....	15
Capítulo 4: Desarrollo y metodología del diseño .....	19
4.1 Método de diseño utilizado .....	21
4.2 Definición del problema .....	24
4.2.1 Elementos del problema .....	24
4.3 Recopilación de datos .....	25
4.3.1 Necesidades del cliente .....	25
4.3.2 Necesidades de uso .....	25
4.3.3 Necesidades técnicas y de fabricación .....	26
4.3.4 Necesidades de ergonomía y seguridad .....	26
4.3.5 Necesidades económicas .....	27
4.4 Análisis de datos .....	28
4.5 Diseño conceptual .....	29
4.5.1 Idea inicial .....	29
4.5.2 Evolución de la idea .....	38
4.5.3 Conclusiones. Idea final .....	46
Capítulo 5: Estudio de elementos finitos .....	57
5.1 Modelo 1 .....	59
5.2 Modelo 2 .....	63
Capítulo 6: Modelo de la mesa de soldadura .....	67
6.1 Definición de elementos .....	69
6.2 Selección de materiales .....	81
Capítulo 7: Proceso de fabricación y montaje .....	85
7.1 Proceso de fabricación .....	88
7.2 Orden de montaje .....	96
Capítulo 8: Presupuesto .....	105
8.1 Materia prima .....	107
8.1.1 Componentes comerciales .....	108

8.1.2 Materia prima con proceso de fabricación .....	109
8.2 Uso de la maquinaria.....	112
8.3 Mano de obra.....	114
8.4 Coste total.....	115
Capítulo 9: Conclusiones .....	117
Capítulo 10: Bibliografía .....	121

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1- Soldadura por molde de arena .....	7
Fig. 2- Mesa de soldadura de Weldsale.....	8
Fig. 3- Mesa de soldadura modular (BuilPro) .....	9
Fig. 5- Cuadrícula diagonal de taladros roscados.....	9
Fig. 5- Cuadrícula diagonal .....	9
Fig. 7- Cuadrícula de 50mm .....	9
Fig. 7- Cuadrícula de 100mm .....	9
Fig. 8- Graduación con escala de precisión (modelo Demmeler) .....	10
Fig. 9- Graduación .....	10
Fig. 10- Mesa de soldadura ranurada (Siegmund) .....	11
Fig. 11- Mesa ranurada en cruz (Siegmund) .....	11
Fig. 12- Sistema de elevación hidráulico .....	12
Fig. 13- Soportes Siegmund .....	12
Fig. 14- Soportes Demmeler .....	12
Fig. 15- Método de diseño de Bruno Munari .....	22
Fig. 16- Propuesta del método de diseño de Bruno Munari .....	23
Fig. 17- Redondeos realizados .....	29
Fig. 18- Diseño 1 de la distribución geométrica de los taladros .....	30
Fig. 19- Diseño 2 de la distribución geométrica de los taladros .....	31
Fig. 20- - Diseño 3 de la distribución geométrica de los taladros .....	31
Fig. 21- Soporte de la placa superficie .....	32
Fig. 22- Sistema de elevación 1.....	33
Fig. 23- Sistema de elevación 2.....	34
Fig. 24- Perfil superior .....	34
Fig. 25- Sistema de elevación 2.....	35
Fig. 26- Sistema de elevación 3.....	36
Fig. 27- Placas de unión pata-soporte placa .....	37
Fig. 28- Pie articulado.....	37
Fig. 29- Evolución de la superficie.....	38
Fig. 31- Escotes realizados en las placas soporte.....	39
Fig. 31- Soporte placa en forma de rejilla .....	39
Fig. 32- Posición de los cáncamos. ....	39
Fig. 33- a) Pieza que encaja en el extremo de la barra, b) barra de la tijera .....	40
Fig. 34- Placas de refuerzo en la unión de las barras articuladas. ....	41
Fig. 35- Perfil superior conformado en U. ....	41
Fig. 36- Posibles fijaciones en el perfil UPE. ....	42
Fig. 37- Perfil HEB.....	43
Fig. 38- Sistema de elevación por tijeras.....	43
Fig. 39- Unión barra con la tijera y rueda .....	43
Fig. 40- Eje sujeción barra de la tijera. ....	44
Fig. 41- Diseño con perfiles de acero UPE. ....	44

Fig. 42- Unión superficie con el sistema de elevación. ....	45
Fig. 43- Pie articulado y tapón roscado. ....	45
Fig. 44- Pie articulado y placa. ....	46
Fig. 45- Diseño de taladros para dos placas ....	47
Fig. 46- Diseño de la geometría de taladros definitivo. ....	47
Fig. 47- Soporte definitivo de la placa superficie. ....	48
Fig. 48- Posición de los cáncamos. ....	48
Fig. 49- Rodamiento con muñequilla. ....	49
Fig. 50- Anillo de sujeción. ....	50
Fig. 51- Eje sujeción barra de la tijera ....	50
Fig. 52- Elevado de husillo (Niasa). ....	51
Fig. 53- Unión con el elevador de husillo. ....	53
Fig. 54- Unión de las tijeras con el elevador de husillo. ....	53
Fig. 55- Unión tuerca con tijeras. ....	54
Fig. 56- Modelo final del sistema de elevación. ....	55
Fig. 57- Unión superficie de trabajo con el sistema de elevación. ....	55
Fig. 58- Pie articulado. ....	56
Fig. 59- Mesa de soldadura simplificada ....	60
Fig. 60- Ensayo en la mesa simplificada ....	60
Fig. 61- Mallado del modelo mesa simplificada ....	61
Fig. 62- Imagen ampliada del mallado en la superficie. ....	61
Fig. 63- Deformación y tensiones mesa simplificada. ....	62
Fig. 64- Desplazamientos modelo mesa simplificada ....	62
Fig. 65- Coeficiente de seguridad mesa simplificada ....	63
Fig. 66- Modelo 2 del estudio de elementos finitos ....	63
Fig. 67- Modelo 2 con fuerzas y condiciones de contorno. ....	64
Fig. 68- Modelo 2 mallado de elementos finitos ....	64
Fig. 69- Deformación y tensiones modelo 2. ....	65
Fig. 70- Deformaciones en el modelo 2 ....	65
Fig. 71- Mínimo valor de coeficiente de seguridad ....	66
Fig. 72- Coeficiente de seguridad en el modelo 2 ....	66
Fig. 73- Modelo de la mesa de soldadura ....	69
Fig. 74- Perfiles UPE 80 inferiores. ....	70
Fig. 75- Perfil rectangular 60x40x4 ....	70
Fig. 76- Placa refuerzo. ....	70
Fig. 77- Placa elevación perfil 60x40x4 ....	71
Fig. 78- Placa soporte pie articulado. ....	71
Fig. 79- Pie articulado. ....	71
Fig. 80- Soporte barra de la tijera interior. ....	72
Fig. 81- Bancada. ....	72
Fig. 82- Bancada y elevador de husillo. ....	73
Fig. 83- Sistema de tijeras ....	74
Fig. 84- Bancada mas sistema de tijeras ....	74

Fig. 85- a) Pieza central, b) Pieza central, tuerca, rodamientos y tornillos .....	75
Fig. 86- Pieza encaje rodamientos .....	75
Fig. 87- Perfil 60x60x5 y pieza eje de los rodamientos .....	76
Fig. 88- Bancada, elevador de husillo, sistema de tijeras y elementos de trasmisión .....	76
Fig. 89- Perfil UPE superior y pieza para sujetar la barra de la tijera .....	77
Fig. 90- Sistema de elevación .....	77
Fig. 91- Soporte de la placa superficie .....	78
Fig. 92- Placa con escotes .....	78
Fig. 93- a) Placa superficie, b) superficie de trabajo .....	79
Fig. 94- Unión entre el sistema de elevación y la superficie .....	79
Fig. 95- Modelo definitivo de la mesa de soldadura .....	79
Fig. 96- Mesa en diferentes alturas .....	80
Fig. 97- Fresadora puente DYE .....	87
Fig. 98- Torno compacto Index G200 .....	87
Fig. 99- Sierra de cinta FAT 250/M .....	88
Fig. 100- Taladro de columna .....	88
Fig. 101- Ranura en la sección de diámetro 20mm .....	89
Fig. 102- Placa pie articulado .....	90
Fig. 103- Placa tope eje(50x25x8mm) .....	90
Fig. 105- Placa inicio elevador de husillo(180x120x10mm) .....	91
Fig. 105- Placa final husillo(100x100x15mm) .....	91
Fig. 106- Fresado extremo secciones diámetro 20mm .....	91
Fig. 107- Corte perfil 60x40x4 .....	92
Fig. 108- Ranuras superficie .....	92
Fig. 109- Placa con escotes .....	93
Fig. 110- Pieza eje perfil cuadrado .....	93
Fig. 111- Pieza unión central .....	94
Fig. 112- Pieza soporte inferior .....	94
Fig. 113- Pieza soporte superior .....	95
Fig. 114- Unión entre la pieza soporte superior y el perfil UPE 80 superior .....	95
Fig. 115- Barra de la tijera .....	96
Fig. 116- Posición pieza soporte inferior .....	98
Fig. 117- Bancada .....	99
Fig. 119- Taladro central barra de la tijera .....	99
Fig. 119- Sistema de tijeras .....	99
Fig. 120- Soporte extremos inferiores tijera .....	100
Fig. 121- Elevador de husillo y elementos unión con las tijeras .....	100
Fig. 122- Avance del montaje .....	101
Fig. 123- Sistema de elevación montado .....	101
Fig. 124- Superficie .....	102
Fig. 125- Mesa de soldadura montada .....	103



## LISTA DE FIGURAS

Tabla 1- Componentes comerciales.....	84
Tabla 2- Sólidos obtenidos del proceso de fabricación.....	96
Tabla 3- Tabla componentes comerciales.....	108
Tabla 4- Perfil rectangular 60x40x4.....	109
Tabla 5- Perfil UPE 80.....	110
Tabla 6- Placa espesor 15mm.....	110
Tabla 7- Placa espesor 10mm.....	111
Tabla 8-- Placa espesor 8mm.....	111
Tabla 9- Barra diámetro 20mm.....	112
Tabla 10- Coste de la máquina herramienta por hora.....	112
Tabla 11- Coste de fabricación aproximado por pieza.....	113
Tabla 12- Sueldo por puesto de trabajo.....	114
Tabla 13- Coste aproximado de cada puesto de trabajo.....	114
Tabla 14- Coste total.....	115





# Capítulo 1: Introducción



## 1.1 Objetivos

El objetivo de este trabajo fin de grado es el diseño de una mesa de soldadura, la necesidad de este diseño surge de un pedido recibido de una empresa que necesita optimizar el proceso de soldadura. Esta necesita disminuir el tiempo dedicado a las operaciones de soldadura, ya que ha detectado que emplea el doble de tiempo del estimado en estas. Para resolver este problema se va a realizar un diseño de una mesa de soldadura que permita optimizar el tiempo dedicado en las operaciones de soldadura. Esta optimización se llevará a cabo mediante el desarrollo de un modelo de una mesa de altura regulable, y con una distribución geométrica de taladros determinada en la superficie de trabajo. Esta distribución se va a obtener mediante la realización de taladros en una posición y con un patrón determinado. De esta forma se conseguirá una rápida fijación de las piezas en su posición correcta, para llevar a cabo la operación de soldadura. La capacidad de poder regular la altura de la mesa va a permitir una adaptación de la altura de la mesa a los diferentes proyectos, ayudando al soldador a realizar su tarea.

El proceso de diseño de esta mesa de soldadura se realizará de acuerdo con el método de diseño de Bruno Munari. El modelo se realizará mediante el uso del programa de diseño CATIA V5, por lo que será un modelo virtual. En este trabajo fin de grado también se someterá al modelo a un estudio de su estado tensional, mediante el método de elementos finitos. Así mismo, en él también se describirá el proceso de fabricación y el orden de montaje, junto con un coste económico aproximado de la fabricación.

## 1.2 Justificación

El trabajo fin de grado es una asignatura ubicada en el último cuatrimestre del plan de estudios, y tiene asignados 12 ECTS. Sus objetivos son integrar los conocimientos y capacidades adquiridos a lo largo de la titulación, así mismo de adquirir madurez. El TFG es un documento que debe sintetizar e integrar las competencias adquiridas durante la enseñanza, por lo que se desarrollan muchas de las competencias específicas del título. Además, se realiza de manera individualmente y es en un proyecto del ámbito tecnológico específico al Grado de Ingeniería Mecánica.

El proyecto desarrollado en el presente trabajo corresponde al Trabajo Fin de Grado del Grado en Ingeniería Mecánica.



Capítulo 2:  
Antecedentes y  
estado de la  
cuestión



La soldadura en sus inicios incluyó primeros métodos de unión como el de formar un molde de arena encima de una pieza y fundir la geometría deseada directamente sobre la pieza base (Fig.1). De tal forma, que el metal fundido adquiriría la forma del molde y ambas partes se fundían juntas formando una única pieza. Así mismo, también se unían los metales mediante el vertido de un metal fundido entre dos piezas colocadas muy juntas, y una vez se fundían sus extremos se contenía el flujo de metal fundido hasta su solidificación. Con la revolución industrial se introdujo lo que se conoce hoy en día como soldadura por forja, en este proceso se calentaban los metales hasta una temperatura maleable. A esta temperatura se posicionaban los extremos de ambas piezas juntos, y se golpeaban con un martillo hasta que se producía la fusión. Este fue el principal método de soldadura hasta que se introdujo la soldadura por resistencia, técnica más fiable y rápida para unir los metales. A finales de la primera guerra mundial la soldadura por fusión tomó especial importancia en la realización de reparaciones de barcos militares, sustituyendo las uniones por remaches. Desde ese momento se han desarrollado muchos métodos de soldadura, convirtiendo a la soldadura en un método fiable, eficiente y económico para la unión de metales. Actualmente la soldadura es uno de los principales medios de fabricación y reparación de productos metálicos, siendo fundamental para la expansión y productividad de las empresas.

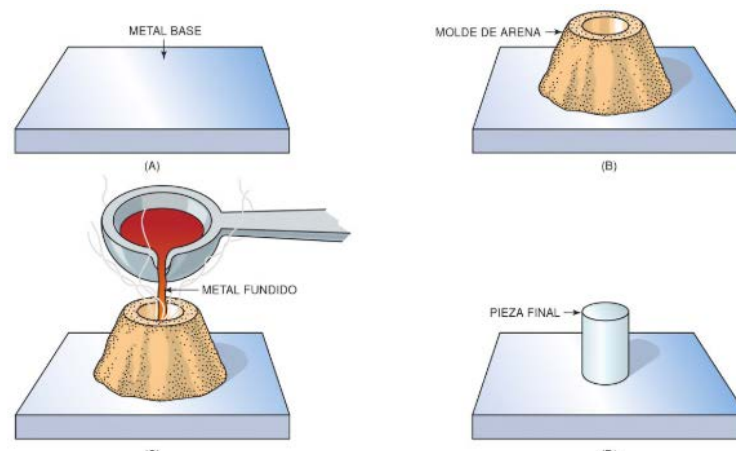


Fig. 1- Soldadura por molde de arena

La soldadura es la tecnología, fundamentada científicamente, que tiene como finalidad la unión íntima de dos o más piezas metálicas de igual o distintos materiales, con o sin fusión de material metálico, en la que se consigue una continuidad adecuada entre ellas, desde el punto de vista físico y de propiedades físicas, químicas, que fundamentan las características mecánicas y el comportamiento en servicio y ello sin producir zonas duras, armonizando adecuadamente con el conjunto metálico en el que se encuentran insertas. En

un lenguaje menos técnico la soldadura ocurre cuando dos piezas se combinan formando una única pieza.

Esta actividad se realiza, de manera generalizada, en mesas de material metálico, por la necesidad de que sea un material ignífugo y resistente a las altas temperaturas. Estas mesas no tienen un prototipo universal, en esta ocasión el interés se va a centrar en las mesas de soldadura cribadas. Estas mesas tienen la superficie de trabajo con taladros, cuya función es proporcionar un lugar donde fijar elementos para sujetar y posicionar las piezas a soldar. Se va a realizar un estudio de Mercado de este tipo de mesas, esto es un paso importante del método de diseño utilizado, ya que se necesita realizar una búsqueda exhaustiva de los productos existentes. De este modo, se va a ampliar el conocimiento y la visión general de los diferentes productos y posibilidades que se encuentran ofertados en el mercado.

Los diferentes modelos de mesas encontrados en el mercado se van a comparar en base a los taladros, a la superficie, al tipo de pie y pata utilizado, y respecto al material utilizado.

Comenzando con los **taladros o troqueles** realizados se han encontrado dos tipos de geometría una cilíndrica y otra de sección cuadrada. En el caso de los troqueles de sección cuadrada (Fig.2) el principal fabricante encontrado es *Weldsale*. En la mesa los taladros forman una matriz rectangular y tienen una sección cuadrada de lado igual a  $1\frac{3}{4}$  (44mm).



*Fig. 2- Mesa de soldadura de Weldsale*

Las empresas de mayor relevancia que comercializan las mesas con taladros cilíndricos y sus correspondientes herramientas son *Siegmund* y *Demmeler*. Los modelos ofrecidos por estas marcas están formados por una placa única.



Sin embargo, en base a la **superficie**, otra opción encontrada en el mercado se centra en una mesa de soldadura de forma modular. La mesa está compuesta por railes individuales que facilitan la modificación de la mesa mediante el desplazamiento de las placas. Esta configuración se muestra en la posterior imagen y es del fabricante *BuildPro*.



Fig. 3- Mesa de soldadura modular (BuilPro).

Los taladros de las superficies pueden ser de diámetro 16mm, 22mm o 28mm. Además, el modelo más común es una cuadrícula con una separación de 100mm entre los ejes de los taladros, esta cuadrícula también puede ser con una separación de 50mm. Además, de esas dos opciones la cuadrícula puede ser diagonal o tener taladros roscados formando una cuadrícula diagonal. Estos diferentes tipos se muestran a continuación.

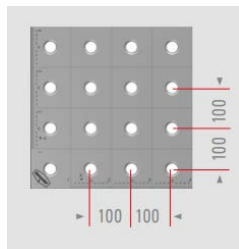


Fig. 7- Cuadrícula de 100mm

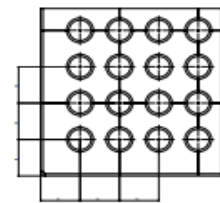


Fig. 7- Cuadrícula de 50mm

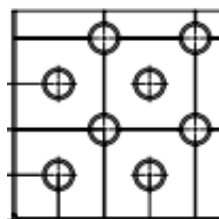
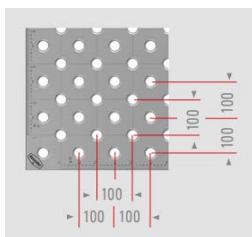


Fig. 5- Cuadrícula diagonal

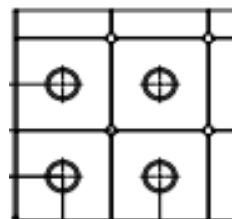


Fig. 5- Cuadrícula diagonal de taladros roscados

Estos soportes, como se puede observar en la figura anterior, presentan la opción de ser una placa únicamente o contar con unas placas laterales, con perforaciones también. De forma estándar todos los modelos de ambos fabricantes tienen marcadas líneas en su superficie de trabajo formando una cuadrícula, con separación entre ellas de 100mm. Adicionalmente, en los modelos ofrecido por el fabricante *Demmeler* también hay una escala de precisión en los ejes X e Y (Fig.9)



Fig. 9- Graduación

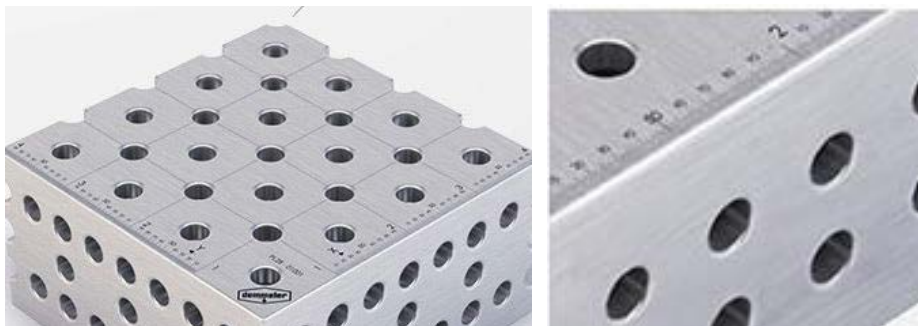


Fig. 8- Graduación con escala de precisión (modelo Demmeler)

Otro tipo de superficie de trabajo es la que presenta taladros y ranuras, estas últimas pueden ser de forma transversal, longitudinal o en cruz. En este caso los taladros formarán una cuadrícula con separación entre ejes de 100mm. Los diferentes tipos encontrados en las mesas de soldadura ranurada se muestran en la figura a continuación.

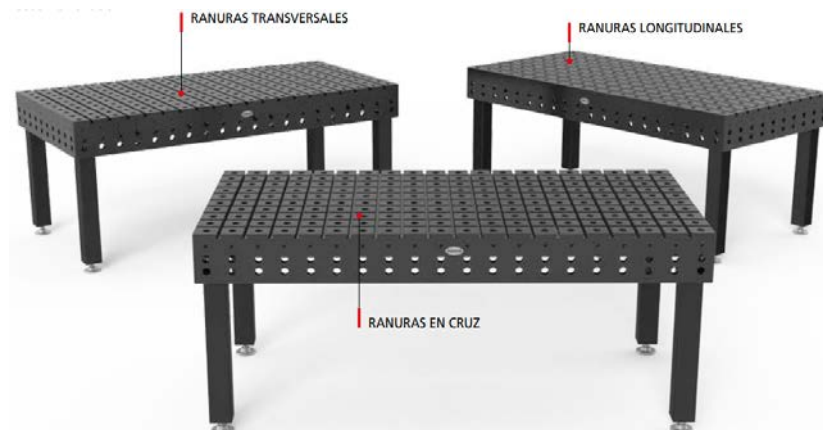


Fig. 10- Mesa de soldadura ranurada (Siegmund)



Fig. 11- Mesa ranurada en cruz (Siegmund)

En cuanto a los **pies** de estas mesas se pueden encontrar diferentes posibilidades, siendo la más habitual posicionar la mesa mediante patas fijas con pies articulados, estos permiten nivelar la mesa frente a pequeñas irregularidades del suelo. Esta nivelación es debido a que el husillo y disco que forman el pie están unidos entre sí por medio de una rotula. Otra posibilidad es soportar la mesa con patas con ruedas y frenos, o con patas de anclaje, estas permiten fijarla al suelo mediante tornillos. También se puede dar la posibilidad de tener patas telescópicas, patas regulables en altura, o un sistema hidráulico en forma de tijera para ajustar la altura. Las configuraciones ofrecidas por *Siegmund* se muestran en la Fig.12 y en la Fig.13 las presentadas por el fabricante *Demmeler*.

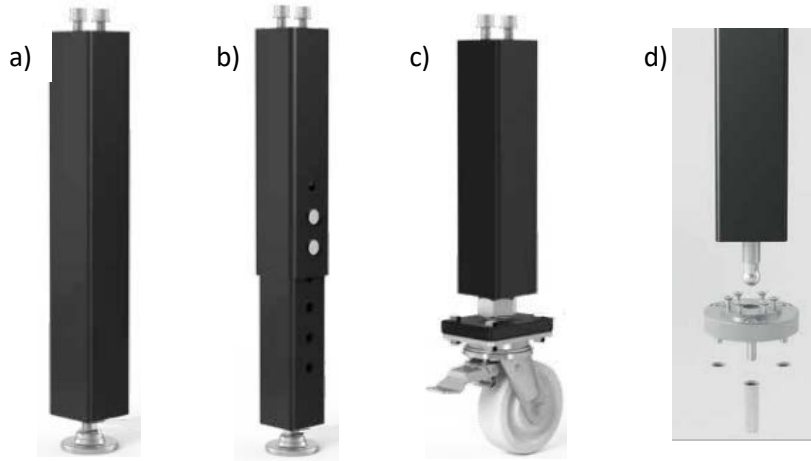


Fig. 13-Soportes Siegmund: a) Pie articulado, b) pata regulable de altura, c) rueda con freno, y d) pata de anclaje

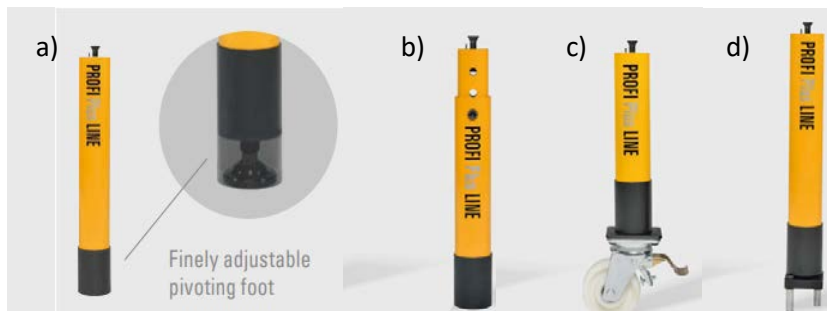


Fig. 14-Soportes Demmeler: a) Pie articulado, b) pata regulable de altura, c) rueda con freno, y d) pata de anclaje



Fig. 12-Sistema de elevación hidráulico

En cuanto al **material** utilizado para la superficie el fabricante *Weldsale* utiliza fundición, para mantener la planicidad durante un largo periodo de tiempo. En el caso del fabricante *Demmeler* sus mesas se presentan en dos posibles materiales a elegir, DEMONT760 M o DEMONT 860 M. Ambos son aceros aleados y endurecidos, el primero reduce el desgaste para una mayor vida útil, y el segundo presenta mejores características de trabajo cuando las



solicitaciones sean extremas. Sin embargo, el fabricante de mesas modulares *Buildpro* ofrece la opción de tener una superficie de acero al carbono medio o una superficie nitrurada. Finalmente, en los productos ofrecidos por *Siegmund* se puede encontrar una mesa para montajes ligeros de acero de calidad (St 52/3), de acero inoxidable para evitar la corrosión de las piezas de acero inoxidable, o en el caso de grandes cargas se utiliza un acero especial para herramientas sometido a un temple superficial y a una nitruración por plasma.

No se ha encontrado una mesa en el mercado una mesa troquelada de soldadura que posea un mecanismo de elevación mecánico, o unos taladros en una geometría diferente a la de cuadrícula o en diagonal.



# Capítulo 3: Normativa aplicada







Durante la realización de los planos de la mesa de soldadura, se han utilizado los siguientes documentos normativos (normas UNE), creados por los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización y Certificación.

- UNE-EN ISO 216: 1975. Papel de escritura y ciertos tipos de impresos. Formatos acabados. Series A y B.
- UNE-EN ISO 286-1:2011. Base de tolerancias. Desviaciones y ajustes.
- UNE 1-027-95. Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 1-039-94. Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1-135-89. Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- UNE-EN ISO 1302: 2002. Especificación geométrica de productos (GPS). Indicación de la calidad superficial en la documentación técnica de productos.
- UNE EN ISO 2553-2014. Soldeo y procesos afines. Representación simbólica en los planos. Uniones soldadas.
- UNE-EN ISO 3098-2: 2000. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 2: Alfabeto latino, números y signos.
- UNE-EN ISO 5455: 1979. Dibujos técnicos. Escalas.
- UNE-EN ISO 6410-1: 1993. Dibujos técnicos. Roscas y piezas roscadas. Parte 1: Convenios generales.
- UNE-EN ISO 6433: 1981. Dibujos técnicos. Referencia de los elementos.
- UNE-EN ISO 7200: 2004. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.



En el prototipo diseñado también va a ser necesario considerar si permite tener un puesto de trabajo con una buena ergonomía para ello se han tenido en cuenta las siguientes normativas e informaciones divulgativas del instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.

Ley de Riesgos Laborales (1995). Ley 31/1995, de 8 de noviembre. Boletín Oficial del Estado, 269, 1-011.

PUNTO DE COMPROBACIÓN 57: Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos o ligeramente más abajo

# Capítulo 4: Desarrollo y metodología del diseño

4.1 Método de diseño utilizado .....	21
4.2 Definición del problema .....	24
4.2.1 Elementos del problema .....	24
4.3 Recopilación de datos.....	25
4.3.1 Necesidades del cliente .....	25
4.3.2 Necesidades de uso .....	25
4.3.3 Necesidades técnicas y de fabricación .....	26
4.3.4 Necesidades legales.....	26
4.3.5 Necesidades económicas .....	27
4.4 Análisis de datos.....	28
4.5 Diseño conceptual .....	29
4.5.1 Idea inicial .....	29
Superficie .....	29
Sistema de elevación .....	32
4.5.2 Evolución de la idea .....	38
Superficie .....	38
Sistema de elevación .....	40
4.5.3 Conclusiones. Idea final .....	46
Superficie .....	46
Sistema de elevación .....	49





## 4.1 Método de diseño utilizado

El método de diseño elegido para desarrollar nuestro diseño va a ser el presentado por el diseñador Bruno Munari. Este método proyectual consiste en una serie de operaciones necesarias, dispuestas en un orden lógico dictado por la experiencia. En él se define la necesidad de diseñar una solución para un problema, siendo en esta ocasión el diseño de una mesa de soldadura.

La primera operación para llevar a cabo va a ser la definición del problema, este no se va a resolver por sí mismo, pero en cambio contiene todos los elementos necesarios para su resolución. Una vez definido el problema, se tiene que definir también el tipo de solución que se quiere encontrar, ya sea una solución provisional, definitiva o una solución puramente comercial. En este caso el tipo de solución deseado es una solución definitiva, duradera y con un precio razonable de fabricación en la empresa.

El siguiente paso es descomponer el problema en otros problemas más pequeños que forman parte de este, y se denominan subproblemas. Esta descomposición se hace para poder analizar el problema, y de esta forma identificar y resolver los subproblemas. Por lo que se va a resolver el problema mediante una previa resolución de los subproblemas, esto permite descubrir los pequeños problemas particulares que se ocultan tras los subproblemas. Al realizar esta tarea es necesario tener en mente que cada subproblema tiene una solución óptima, pero esta tendrá que conciliar y no estar en contradicción con las diferentes soluciones, para obtener la solución del problema general.

Sin embargo, antes de dar una solución será necesario documentarse y hacer una recopilación de datos para no diseñar algo que se encuentre ya diseñado. Esta tarea tendrá que realizarse para cada elemento del problema. Después de esta operación vendrá el análisis de todos los datos recogidos, pudiendo obtener de este análisis sugerencias sobre lo que no hay que hacer para una correcta proyección de dicho objeto. También se podrá obtener información sobre nuevos materiales, tecnología o costes del producto.

En este momento se posee suficiente material e información como para empezar a proyectar. De esta forma sustituyendo la idea intuitiva por la creatividad de un método, que se mantiene dentro de los límites del problema obtenidos del análisis de datos y de los distintos subproblemas. No obstante, la siguiente operación, consiste en la recogida de datos de las posibilidades de materiales y tecnologías a disposición del diseñador para el desarrollo del proyecto. Tras esta recopilación de datos se realiza una experimentación de los materiales y técnicas disponibles para la resolución del problema, obteniendo

un estudio del comportamiento conseguido con estos materiales y técnicas. Estas experimentaciones van a permitir extraer conclusiones de las muestras, pruebas e informaciones, que pueden llevar al desarrollo de una nueva forma de utilizar tanto el material como la tecnología.

En este punto del método de diseño todavía no se ha realizado ningún boceto que defina una solución, por lo que en este punto del diseño se puede comenzar a establecer relaciones entre los datos recogidos y subproblemas para construir modelos parciales. Estos modelos pueden ser una solución del problema y se realizan para demostrar posibilidades de los materiales o técnicas que se utilizarán en el proyecto. Una vez se tenga un modelo o modelos definidos es el momento de llevar a cabo la verificación de este, esto consiste en la presentación del modelo y recogida de las opiniones de posibles usuarios. Sobre la base de los juicios que posean un valor objetivo se realizará una revisión del modelo para considerar posibles modificaciones.

Por último, una vez se tiene definido el objeto se puede empezar a realizar los dibujos constructivos, estos dibujos definirán de forma normalizada las diferentes geometrías y dimensiones. Además, estas deben ser entendibles por cualquier operario y transmitirle toda la información útil para la preparación de un prototipo. Este prototipo se considerará como la solución al problema.

La figura mostrada a continuación presenta un esquema de los pasos llevados a cabo en el método proyectual presentado por Bruno Munari.

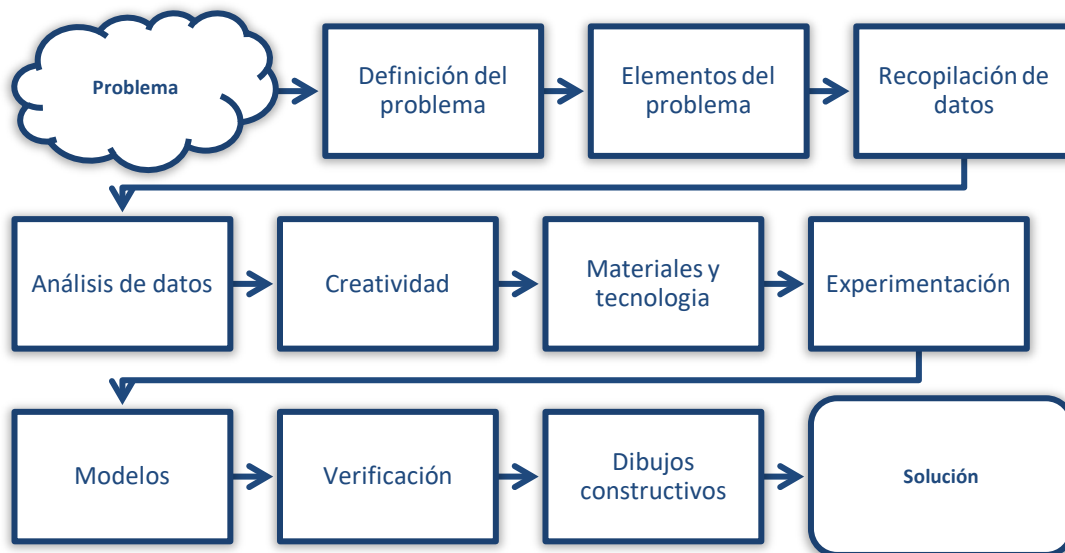


Fig. 15-Método de diseño de Bruno Munari

En este TFG la **propuesta del método de diseño** de Bruno Munari para el diseño del modelo de la mesa de soldadura va a ser el conjunto de acciones enumeradas a continuación, según su orden de realización.



Fig. 16- Propuesta del método de diseño de Bruno Munari



## 4.2 Definición del problema

El problema por resolver es el diseño de una mesa de soldadura que optimice el proceso de soldadura de la empresa. El aumento de eficiencia se espera obtener mediante taladros posicionados creando una geometría, que permita fijar las piezas con rapidez en múltiples posiciones. Además, esta mesa se va a diseñar para un entorno industrial en el cual las piezas producidas tienen un carácter único, por lo que se incluirá la posibilidad de regular la altura en la mesa, y así adaptarla a cada proyecto.

### 4.2.1 Elementos del problema

En este apartado se definirán las diferentes partes y subpartes que componen el problema como se ha explicado en el apartado anterior (4.1 metodología de diseño). En este caso los subproblemas son el sistema de elevación y la superficie de trabajo. A su vez el sistema de elevación se va a dividir en el mecanismo para su elevación, su unión con la superficie y el tipo de pie de soporte. De la misma forma, la superficie se va a dividir en la disposición geométrica de los taladros y en el sistema de soporte para la placa.

Luego se van a tener los siguientes subproblemas:

- Disposición geométrica de los taladros
- Soporte placa
- Sistema de elevación utilizado
- Unión con la superficie de trabajo
- Tipo de pie utilizado





## 4.3 Recopilación de datos

En este apartado se va a recoger la información y necesidades desde el punto de vista del cliente, de uso, de fabricación y técnico, de ergonomía y de seguridad, legal, y económico.

### 4.3.1 Necesidades del cliente

La empresa que ha realizado el encargo se encuentra en el parque tecnológico de Boecillo, y se dedica a realizar diferentes proyectos de carácter único en su taller. Estos proyectos se realizan para el sector industrial, principalmente el automovilístico. Esta empresa ha detectado que el tiempo dedicado a llevar a cabo una tarea es el doble al previsto inicialmente, por lo que buscan obtener una mayor eficiencia en el proceso de soldadura por arco eléctrico. Esto se espera conseguir mediante la rapidez en el intercambio de utillaje, colocación y sujeción de las piezas en su correcta posición. De esta manera, se minimizarán los tiempos muertos y se reducirán los errores e imperfecciones generadas por una incorrecta colocación de las piezas a soldar.

Para el proyecto el cliente quiere reutilizar dos placas de acero especial de herramientas de medidas 1000x600 (mm<sup>2</sup>). También precisa que la altura de la mesa pueda regularse de forma mecánica, para poder adaptarse a los diferentes proyectos y posibles cambios de posición en el taller.

### 4.3.2 Necesidades de uso

La mesa diseñada tiene que permitir al operario de soldadura montar las piezas en la posición correcta para realizar la soldadura de forma fácil y sencilla. También, tiene que ofrecer una forma eficiente y rápida de fijarlas en dicha posición. Para obtener esto será necesario que los taladros de la superficie te permitan formar los ángulos más comunes, 30°, 45° y 90°.

Debido al carácter único de cada proceso de soldadura, la mesa debe poder adaptarse a cada proceso permitiendo al trabajador soldar en una posición segura y ergonómica. También debe ser capaz de soportar un peso máximo de 2000Kg. Además, el modelo debe ser intuitivo a la hora de su utilización, ya que no siempre va a ser utilizado por el mismo operario. Todo esto debe ser considerado en el proceso de desarrollo del modelo.



### 4.3.3 Necesidades técnicas y de fabricación

En el diseño se va a buscar obtener el producto de la forma más sencilla posible y que todas las piezas que lo componen sean viables de fabricar. De igual forma, se va a evitar realizar procesos de fabricación innecesarios, y los que se realicen serán los que menos recursos consuman dentro de lo posible. Además, se va a buscar optimizar el material, minimizando el desperdicio de este.

Por otra parte, se va a intentar utilizar los perfiles metálicos, la tornillería y los materiales metálicos estándar en el mercado. Esto permite una mayor facilidad y rapidez de suministro, además de un ahorro en el costo de fabricación de la mesa. Este ahorro es debido, a que es más económico adquirir algo que se fabrica en grandes lotes, que un producto fabricado por unidad.

Con respecto a la superficie metálica de trabajo, esta tiene que tener las suficientes características mecánicas para no deformarse con la temperatura, peso o por cortes accidentales. Debido a que las placas que formaran parte de esta superficie de trabajo se reutilizan, se deberá considerar si es necesario someterlas a algún tratamiento térmico para conseguir unas características mecánicas suficientes.

### 4.3.4 Necesidades de ergonomía y seguridad

El diseño debe cumplir unos requisitos para asegurar la seguridad y ergonomía del puesto de trabajo. La definición de ergonomía acordada y recogida en las normas técnicas españolas, UNE EN-614-1:2006 e UNE-EN ISO 6385:2004., es:

La ergonomía (o estudio de los factores humanos) es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema.

El tipo de trabajo desempeñado por un soldador se puede considerar moderado con un brazo (manejo del electrodo), y se realiza de pie con una postura ligeramente inclinado sobre la pieza a soldar. Algunas recomendaciones para un puesto de trabajo de pie son adaptar la altura del puesto al tipo de esfuerzo que se realiza, además de cambiar la posición de los pies y repartir el peso de las cargas.



Con respecto a la altura de la mesa, al ser un puesto de trabajo que se realiza de pie se recomienda tener la mano algo por debajo de los codos. Sin embargo, en el caso de trabajos que requieren exactitud, tener la mano a la altura del codo puede ser la más idónea. Se debe evitar una altura más baja de la adecuada, ya que puede causar dolor en la parte baja de la espalda. Lo ideal es utilizar una mesa de trabajo con altura regulable que permita mantener una posición adecuada en cada operación.

Desde el punto de vista de la seguridad esta mesa servirá como puesto fijo de trabajo para el soldador evitando que este tenga que trabajar en diferentes puestos. Esto es importante debido a que de esta forma se evita uno de los riesgos más frecuentes dentro del proceso de soldadura. También es necesario que el sistema de elevación sea adecuado a las proporciones de la mesa y al peso de esta junto con las piezas a soldar. Así mismo, la placa utilizada como superficie de trabajo necesita tener un adecuado comportamiento frente a altas temperaturas y ser ignífuga, para evitar que prenda con las chispas de la soldadura por arco.

#### 4.3.5 Necesidades económicas

En el desarrollo del modelo es necesario considerar también la parte económica, ya que es un factor importante del diseño. Por lo que, la mesa debe tener un precio de fabricación razonable, debido a que se va a fabricar y utilizar dentro de la misma empresa. De esta manera se va a buscar minimizar todo lo posible los costes, manteniendo un nivel de calidad en el diseño adecuado.



## 4.4 Análisis de datos

En este punto del proceso de diseño se van a analizar los datos obtenidos del apartado anterior. De este análisis se obtiene una lista de objetivos a cumplir por el diseño, se enumeran a continuación:

- Eficiencia y rapidez en el proceso de soldadura
- Reutilizar dos placas de acero
- Taladros formando los ángulos de 30°, 45°, 60° y 90°
- Permitir soldar en una postura segura y ergonómica
- Capacidad de soportar 2000Kg
- Diseño de mesa y herramientas intuitivo de utilizar
- Su fabricación sea viable y se realice de la manera más optima, con el menor número de procesos de fabricación
- Utilizar materiales y elementos estándar siempre que sea posible
- Una mesa con cierto grado de adaptabilidad a cada proyecto
- Comportamiento adecuado frente a altas temperaturas
- Altura de la mesa regulable
- Precio de fabricación razonable, minimizando los costes para mantener un nivel de calidad adecuado

## 4.5 Diseño conceptual

### 4.5.1 Idea inicial

A continuación, se va a desarrollar el diseño inicial por separado de cada elemento del problema (subproblemas), enumerados previamente en el apartado 4.2.1 Elementos del problema.

#### *Superficie de trabajo*

El diseño del subproblema superficie se puede dividir a su vez en la disposición geométrica de los taladros y en el soporte de las placas superficie.

En la superficie de trabajo de dimensiones 2000x1600x20mm, se va a realizar un redondeo de radio 3mm en las aristas superiores y de los taladros. La idea de realizar estos redondeos surge de las mesas comerciales, y se realiza para evitar el deterioro de las herramientas, además del corte o lesión de los usuarios. Con la misma finalidad de evitar lesiones, se realiza un redondeo de 6mm en las aristas verticales del modelo.

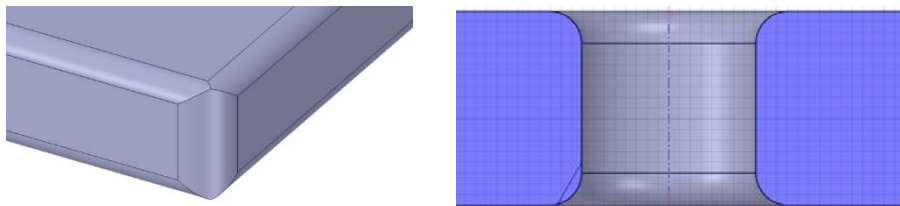


Fig. 17-Redondeos realizados.

#### Distribución geométrica de los taladros

El diseño de la distribución geométrica de los taladros surge de la idea de crear unas perforaciones en la placa situadas, de tal modo que permitan posicionar las piezas creando ángulos de 30°, 45°, 60° y 90° entre ellas.

Estas perforaciones van a ser de forma cilíndrica con las aristas redondeadas, se elige esta geometría en vez de la cuadrada, ya que se considera más sencillo de llevar a cabo su colocación y produce menos desgaste en las herramientas. Además de esto, también se considera más sencillo llevar a cabo su fabricación, y se eliminan las concentraciones de tensiones en las aristas de los taladros de sección cuadrada.

Estos taladros van a tener el mismo diámetro que el utilizado en las opciones encontradas en el mercado (apartado 2. Antecedentes y estado de la cuestión). Esta decisión se toma para poder utilizar elementos y accesorios comerciales, si así se desea.

El primer diseño de la superficie troquelada es la observada en la Fig.18, y en ella se han posicionado los taladros creando una matriz cuadrada con una separación de 100mm entre los ejes. Con estos taladros en cuadrícula se podrán fijar las piezas en ángulo recto y de 45°. En el diseño también se ha reservado una esquina, donde los taladros realizados permitan posicionar formando los ángulos de 30° y 60°, respecto de la vertical u horizontal respectivamente. En este diseño los taladros van a ser de diámetro 16mm, diámetro coincidente con el encontrado en algún modelo del mercado (apartado 2. Antecedentes y estado de la cuestión).

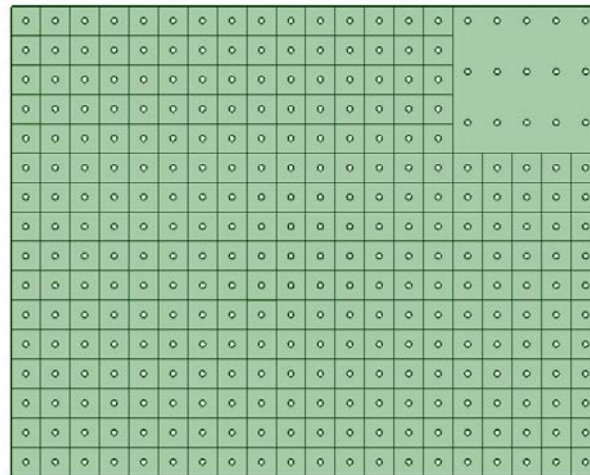


Fig. 18- Diseño 1 de la distribución geométrica de los taladros

Una segunda opción de diseño para la disposición geométrica de los taladros es la presentada en la Fig.19, y en este caso los taladros son de diámetro igual a 28mm. Los taladros se encuentran formando filas y columnas perpendiculares entre sí con una separación de 100mm. Además, en la zona derecha superior se encuentra un recuadro con dos líneas de taladros formando los ángulos 30° y 60°, respectivamente con la referencia horizontal y vertical.

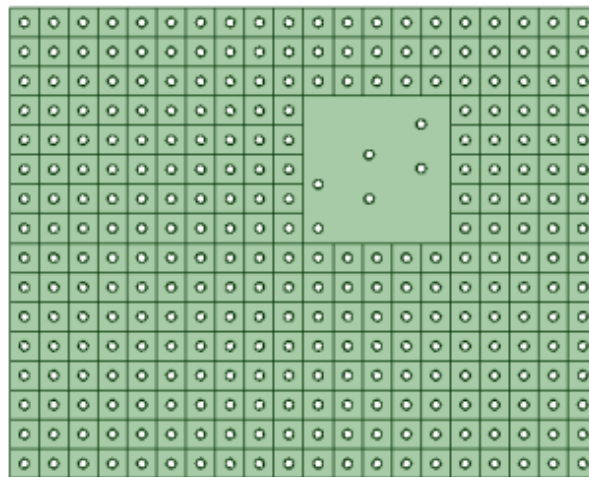


Fig. 19- Diseño 2 de la distribución geométrica de los taladros

La tercera opción de diseño de la superficie estudiado presenta a los taladros formando una cuadrícula, con una distancia entre los ejes de 100mm. En esta ocasión en la zona central de la chapa, se han realizado taladros en cuatro líneas, con tres taladros por línea. Estas líneas tienen como origen un taladro en el centro y van a formar  $30^\circ$  y  $60^\circ$ , con la horizontal y vertical respectivamente. Las piezas se pueden posicionar de igual manera formando  $45^\circ$  o  $90^\circ$  con la vertical u horizontal en la zona de la cuadrícula. Esto se presenta en las imágenes a continuación, en la primera se presenta la distribución de taladros y en la segunda se marcan los taladros que permiten formar cada ángulo.

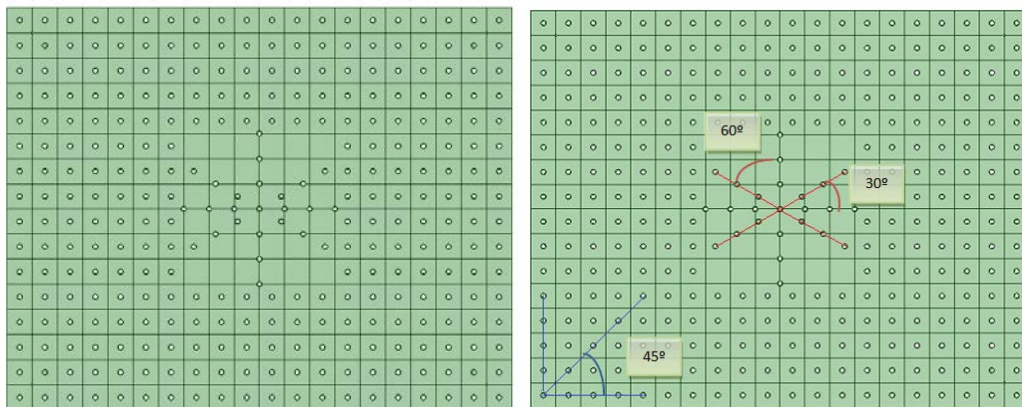


Fig. 20 - Diseño 3 de la distribución geométrica de los taladros

Todas las opciones de geometría presentadas previamente comparten, que todas tienen ranuras equidistantes y perpendiculares entre sí, con una



distancia entre ellas de 100mm. Esta cuadrícula está pensada para poder realizar una colocación o medición aproximada de las piezas a soldar.

Por otra parte, el segundo diseño de la distribución geométrica de los taladros se descarta debido a las pocas posibilidades que presenta de posicionar las piezas en ángulos de 30° o 60° en toda la mesa. Además, en futuros diseños los taladros van a ser de diámetro 16mm como en los diseño primero y tercero. Esto es debido a que se considera que con los taladros de 28mm se va a quitar mayor cantidad de material de la placa, y con el espesor de la placa ya definido esto repercute en la capacidad de soportar cargas.

### Soporte de la placa superficie

En el caso de los tres diseños de la distribución geométrica de taladros presentados previamente (Fig.18, Fig.19 y Fig.20) la placa se va a sujetar con perfiles de dimensiones 50x50x5. Estos perfiles están colocados de forma simétrica rigidizando la superficie de forma efectiva y sencilla, además su fabricación es rápida. Sin embargo, este soporte no permitiría el uso de algún taladro, entre ellos taladros centrales, lo cual es una importante desventaja. Por otra parte, en la imagen se pueden observar dos taladros (señalados en rojo), donde se posicionarán dos cáncamos en cada lateral. Los cáncamos se colocan para poder levantar la mesa con el puente grúa en caso necesario.

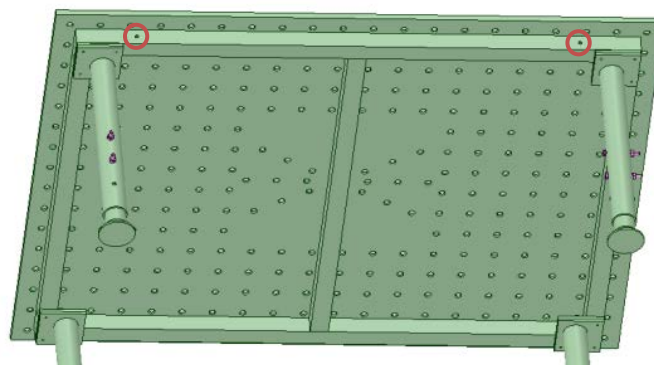


Fig. 21- Soporte de la placa superficie

### Sistema de elevación

En este apartado se busca resolver el sistema de elevación, subproblema de la mesa de soldadura. Se busca que la mesa tenga una altura regulable para poder adaptarse a los diferentes proyectos a soldar y permitir mantener una postura al operario lo más segura y ergonómica posible.



El diseño del sistema de elevación tiene como objetivos permitir una altura variable de la mesa aproximadamente desde 700mm hasta 1300mm, todo esto mediante un sistema mecánico.

### Sistema de elevación utilizado

El primer modelo creado consiste en unas patas de altura regulable, como las propuestas por algunos fabricantes. Este sistema tiene cuatro patas telescópicas, y su posición de altura se fija mediante el uso de un tonillo de eje y una tuerca (por pata). Este modelo se puede observar en la Fig.22.

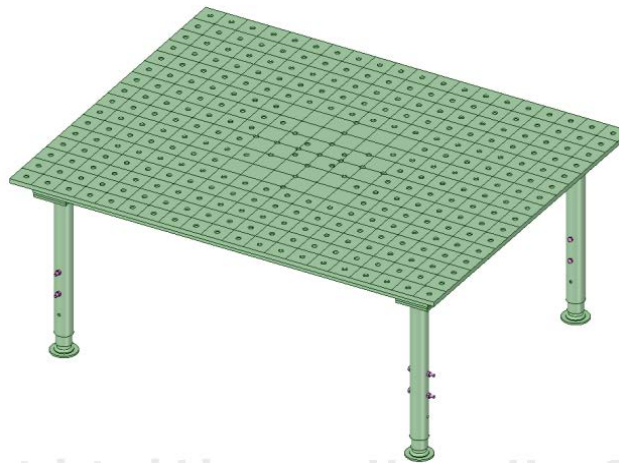


Fig. 22-Sistema de elevación 1.

Este sistema de elevación tiene como inconvenientes la necesidad de sujetar la mesa con el puente grúa para realizar las modificaciones de altura. Por lo que no es un cambio de altura rápido, y se debería considerar la resistencia a las cargas de cizalladura de los tornillos de eje utilizados en las patas.

Por lo tanto, la idea anterior se va a descartar y se va a buscar diseñar un sistema de elevación en forma de tijera (Fig.23). Este estará formado por dos tijeras colocadas a cada lateral de la mesa. Cada una de ellas está formada por dos barras cruzadas y apoyadas en una guía deslizante. Estas barras van a ser de perfil rectangular con dimensiones 80x60x5mm, y sus extremos están redondeados para evitar intersecciones con otros sólidos. La base del sistema está formada por perfiles rectangulares de dimensiones 70x70x5mm, y con unas dimensiones de anchura y base de 1800x1400mm.

Ambas barras que forman la tijera tienen un extremo con el desplazamiento impedido y el giro permitido, y el otro tiene una rueda que permitirá su giro y desplazamiento. A su vez, ambas barras se hayan unidas entre sí por su punto

medio, mediante un tornillo eje y una tuerca. También se van a colocar dos perfiles de 40x40x4 entre las dos barras interiores, para mantener la distancia entre ambas constantes. Las configuraciones descritas se pueden observar en la posterior imagen, Fig.23.

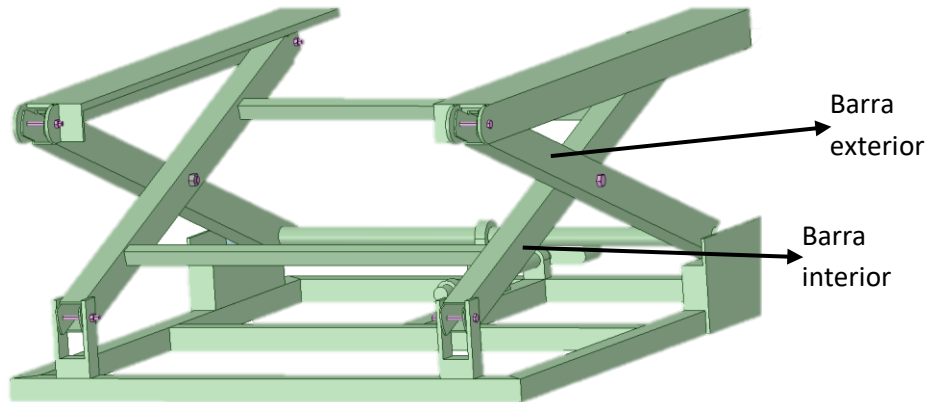


Fig. 23- Sistema de elevación 2.

En el caso de la barra interior, esta tiene su extremo inferior articulado e impedido el desplazamiento mediante un sólido unido a la base. Por otro lado, su rueda se desplazará por el perfil superior. Este es un perfil en L con una pequeña pletina soldada en su extremo superior. El propósito de soldar dicha pletina es evitar que la rueda descarrile se salga de su recorrido longitudinal a lo largo del perfil en L. Además, este perfil tiene en uno de sus extremos cortada la parte superior, el lateral redondeado, y una pieza en forma de L con un lado redondeado soldada. Las modificaciones en este extremo se llevan a cabo para unir y articular la barra exterior a este perfil. A su vez, el extremo inferior la rueda se desplazará por el riel unido a la base.

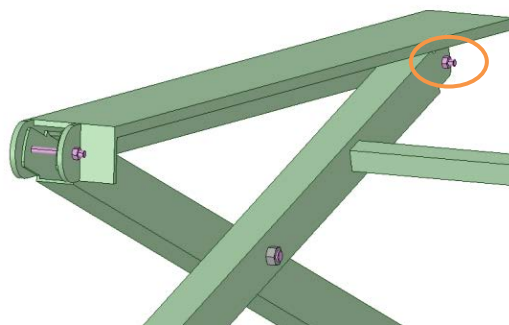


Fig. 24- Perfil superior.

En la barra interior la rueda se sujeta mediante un tornillo eje y tuerca resaltados en la Fig.23 con una elipse en naranja. Sin embargo, la rueda de la barra exterior está unida a la tijera mediante una barra con extremos roscados de diámetro 20mm, y tuercas. Esta barra en su parte central es de diámetro 40mm, y en su parte central está unida a una pieza. Esta pieza actúa como tuerca del husillo que se encuentra colocado en una barra de la base, y se mueve mediante la manivela en su extremo. Luego cuando la manivela gire, hará girar al husillo y se desplazará la pieza actuando como tuerca (marcada en la Fig.25 con una elipse en rojo). Esta pieza trasladará con ella a la barra, que, a su vez, desplazará las ruedas y cerrará y abrirá las tijeras, modificando la altura de la mesa.

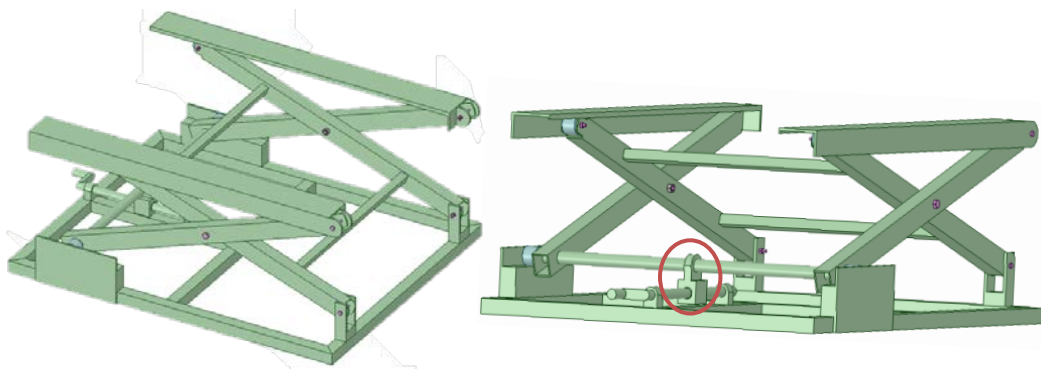


Fig. 25- Sistema de elevación 2.

El sistema de elevación 2 diseñado tendrá la desventaja, de que la fuerza a ejercer en la manivela por él operario va a ser muy elevada. A parte de esto, el husillo se verá sometido a flexión, ya que la carga transmitida mediante la tuerca no va a ser de compresión o tracción si no a cizalladura, y esto no es adecuado. También, tiene como contras el excesivo peso del riel para la rueda inferior, y la altura del sólido que articula la barra interior.

Para solucionar el problema de flexión en el husillo de rosca trapezoidal se va a duplicar, teniendo uno en cada tijera. De esta forma se sustituye la rueda inferior por la pieza que hace los usos de tuerca, y cierra y abre las tijeras. La base también se va a modificar quitando del diseño el perfil rectangular, que soportaba el husillo y sus soportes. Esta modificación del diseño se puede ver en la Fig.26.

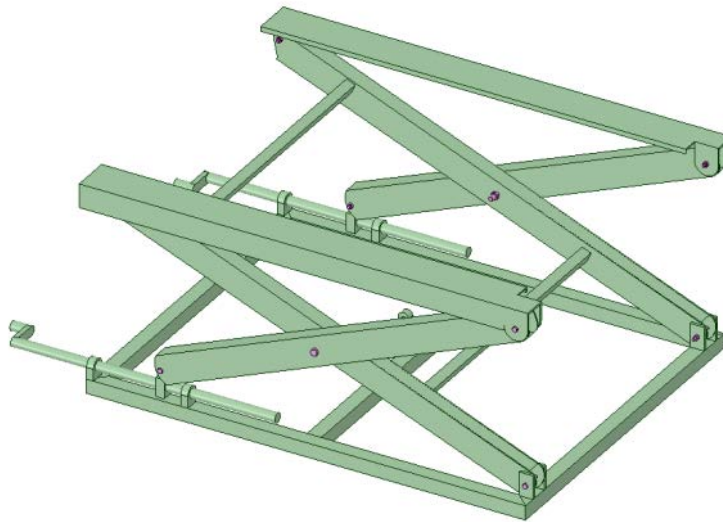


Fig. 26- Sistema de elevación 3

En este modelo se va a volver a encontrar la desventaja, de que la fuerza ejercida por el operario en la manivela es elevada. Además, se ha creado un nuevo contra ya que necesitaría rotar ambas manivelas a la vez, por lo que su uso no es ergonómico. También, sería necesario fijar el husillo en su posición una vez regulada la altura, para evitar que este deshaga el movimiento realizado. Además de esto, los tornillos ejes no van a tener un buen comportamiento frente a las cargas de cizalladura, luego en este caso su uso no está recomendado.

Teniendo en cuenta los contras del sistema de elevación 2 y del sistema de elevación 3, se va a descartar este último y se elige el modelo 2. Aunque es necesario tener en cuenta que este modelo necesitara modificaciones, y un sistema que abra y cierre las tijeras sin la necesidad de la aplicación de excesiva fuerza.

### Unión con la superficie de trabajo

El sistema de elevación 1 (Fig.22) tiene las patas unidas a la mesa mediante dos placas atornilladas entre ellas, además una de ellas se suelda al soporte de la placa superficial y la otra a la pata. Este sistema de unión permite corregir alguna pequeña diferencia de longitud de una pata a otra. Esto se consigue mediante el mecanizado de las placas necesarias para obtener la misma longitud y conseguir una planicidad en la superficie.

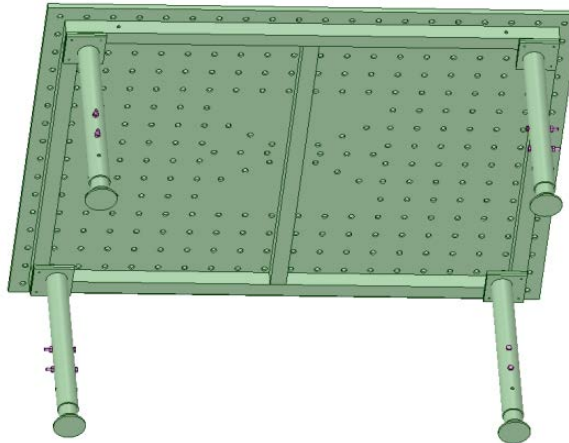


Fig. 27-Placas de unión pata-soporte placa

En el caso de los dos diseños de elevación en forma de tijera (Fig.25 y Fig.26) se unirán a la superficie de trabajo mediante la soldadura del perfil superior a los perfiles rectangulares. Esta soldadura se realiza con el perfil rectangular de la superficie de trabajo del lado de mayor longitud(2000mm), y no se presenta en imagen.

#### Tipo de pie utilizado

El tipo de pie elegido para el diseño ha sido un pie articulado, se ha tomado esta decisión debido a que permite corregir pequeñas irregularidades de la planicidad del suelo. Además de esto, al tener un husillo roscado también te permite corregir pequeñas diferencias de altura en las patas o debidas a irregularidades del suelo, permitiendo conseguir una superficie plana. En el diseño se van a colocar cuatro pies, y el husillo y el disco se seleccionarán de tamaño adecuados para soportar el peso de la mesa, y el peso máximo que soporta la mesa.

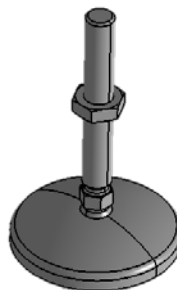


Fig. 28-Pie articulado.

## 4.5.2 Evolución de la idea

### *Superficie de trabajo*

Las medidas de la superficie, tanto como los redondeos descritos en el diseño inicial no se van a modificar en esta etapa del diseño.

### *Distribución geométrica de los taladros*

De los tres diseños de las superficies presentadas previamente, se ha seleccionado el diseño de la distribución geométrica de los taladros 3. Esto es debido, a que permite mayor versatilidad a la hora de fijar las piezas con ángulos de  $30^\circ$  y  $60^\circ$  tener dichos taladros en el centro de la superficie, que exclusivamente en un extremo de la mesa. Con la idea de obtener la mayor versatilidad posible, se ha considerado que la placa superficie debería ofrecer la posibilidad de formar los ángulos de  $30^\circ$  y  $60^\circ$ , además de  $45^\circ$  y  $90^\circ$ , en toda su superficie. En base a esto se ha creado un nuevo diseño de la distribución geométrica de los taladros (Fig.29), en el cual hay taladros que permiten formar los ángulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  y  $90^\circ$  en toda la superficie de la placa. Además, en este modelo también se realizan ranuras formando una cuadrícula, estas ranuras se encuentran separadas por una distancia de 100mm.

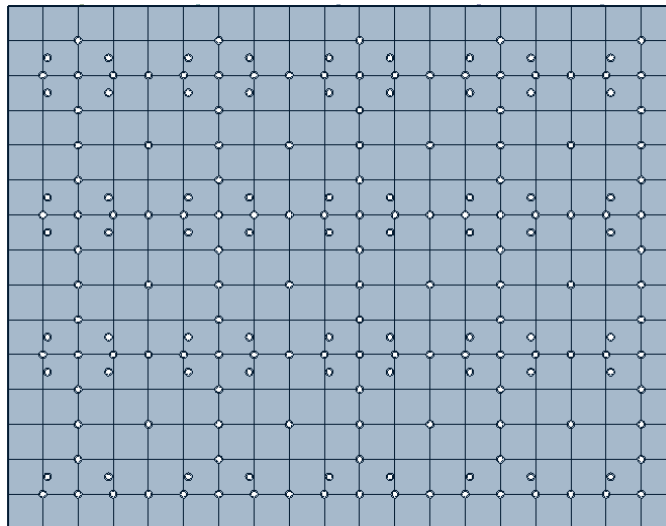


Fig. 29- Evolución de la superficie

En cuanto a la distribución geométrica de los taladros, primero se posicionan los taladros formando filas y columnas equidistantes y perpendiculares entre sí, con una separación de 200mm. La separación en este caso es de 200mm en vez de 100mm, ya que se van a situar taladros entre estas filas y columnas. Estos taladros se van a posicionar angularmente con centro en taladros de la cuadrícula de 200mm. Los taladros elegidos como centros van a tener una separación entre ejes de 400mm, y los taladros angulares se van a posicionar

con una distancia de 100mm a ellos. Alrededor de cada taladro centro se van a posicionar ocho taladros, cuatro de ellos formarán el ángulo de 90° y 45° y sus centros coincidirán con la cuadrícula formada por ranuras. Mientras los otros cuatro formaran el ángulo de 30° y 60° con la referencia horizontal y vertical respectivamente. Esta distribución de taladros y cuadrícula de ranuras se puede ver en la imagen a continuación.

### Soporte de la placa superficie

Para evitar el problema de bloquear el uso de algún taladro que se presentaba por el anterior sistema de soporte (Fig.21) se va a diseñar un nuevo modelo de soporte para la placa. En este nuevo modelo se muestra en la Fig.31 y consiste en la colocación de placas de altura 50mm y espesor 5mm formando una rejilla. Para un correcto posicionamiento entre ellas, se van a realizar escotes en el lugar de encaje entre dos placas (Fig.30).

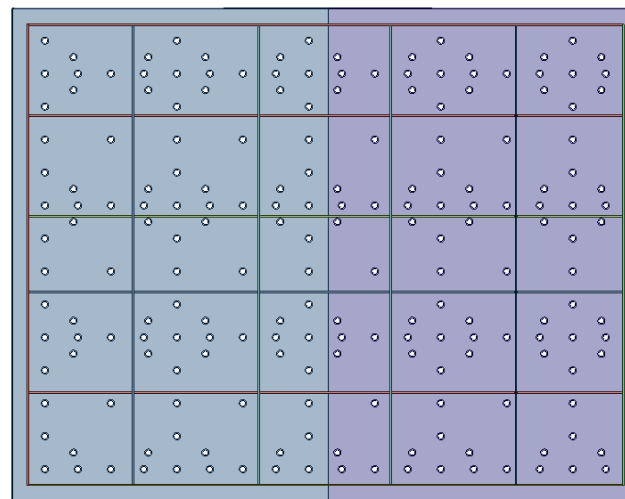
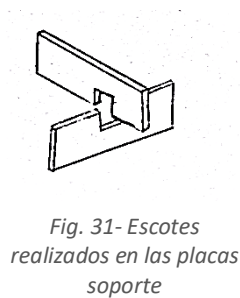


Fig. 31- Soporte placa en forma de rejilla

De igual modo que en el caso anterior los cáncamos para una posible elevación de la mesa mediante el puente grúa se van a situar en los laterales. Esto se puede observar en la imagen mostrada a continuación, donde se encuentran remarcados con una circunferencia en rojo.

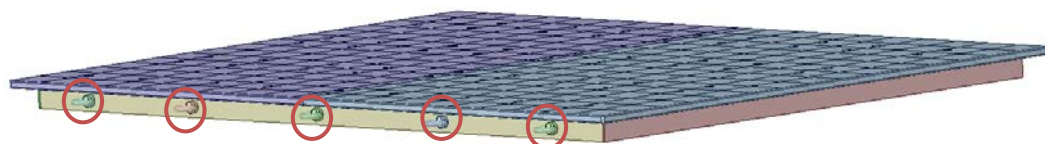


Fig. 32- Posición de los cáncamos.



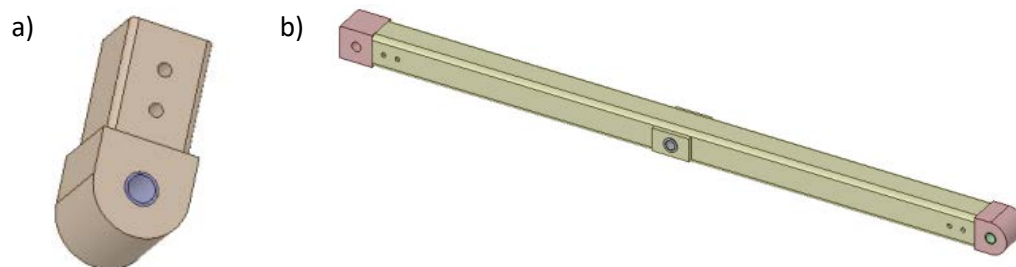
### *Sistema de elevación*

En esta parte del diseño se va a continuar desarrollando el sistema de elevación que se va a utilizar en la mesa de soldadura.

### *Sistema de elevación utilizado*

Tomando como referencia el modelo de elevación 2, descrito en la idea inicial, donde se tenía un sistema de elevación mecánica mediante un husillo y un sistema de tijeras. Se van a realizar las correspondientes modificaciones para adecuarse al diseño actual de la superficie y para solucionar las desventajas encontradas en el modelo de elevación 2.

La primera modificación se va a realizar en las barras de la tijera, en el diseño anterior eran perfiles rectangulares de medidas 80x60x5 con los extremos redondeados. En este caso se van a sustituir por perfiles cuadrados de medidas 70x70x5 y en los extremos se van a introducir piezas sólidas (Fig.33) con una sección igual que la sección interior de los perfiles. Estas piezas macizas se sitúan en los extremos para evitar la plastificación del material en dichas áreas, ya que se encuentran debilitadas por los agujeros para unir las a la rueda o articularlas al soporte. Estas piezas pueden tener un extremo en forma circular con un radio de 70mm o en forma cuadrada de 70x70mm, en el caso de unirse con la rueda inferior. El otro extremo es de forma cuadrada de 60x60 con un redondeo en las aristas igual al interior de los perfiles, 5mm, para tener un encaje óptimo. Además, estas piezas se unen a la barra de la tijera mediante dos tornillos de rosca M8 en dos de los laterales.



*Fig. 33- a) Pieza que encaja en el extremo de la barra, b) barra de la tijera.*

En la unión entre las dos barras que forman la tijera (su punto medio), se va a soldar una placa de espesor igual a 10mm. Esto se realiza para evitar posibles fallos por plastificación o fatiga, ya que al realizar un taladro en el perfil se produce una concentración de tensiones. En el diseño anterior las tijeras se



unían entre sí con un tornillo de eje y una tuerca. Sin embargo, en ese caso para contrarrestar y minimizar las tensiones de flexión en dicho punto se unen mediante una barra. Esta presenta tres tramos, dos en los extremos donde se unen las barras y de diámetro 20mm, mientras que el tramo central es de diámetro igual a 40mm. Estas placas de refuerzo se pueden observar en la siguiente imagen, en ella se puede apreciar también la barra que hace las funciones de eje.

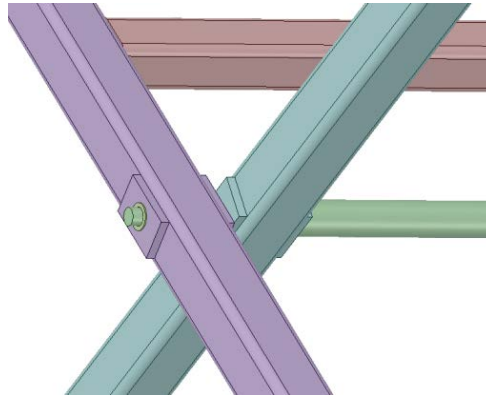


Fig. 34- Placas de refuerzo en la unión de las barras articuladas.

A parte de las placas de refuerzo, en el taladro de la barra se ha añadido un casquillo con cuello para disminuir el rozamiento entre los elementos metálicos.

En este punto del proceso de diseño, el perfil superior utilizado en el sistema de elevación 2 (Fig.25) se ha descartado y se van a contemplar diferentes opciones. El nuevo perfil superior tiene que ser un perfil de acero comercial, y las modificaciones a las que necesitara ser sometido para adecuarse al diseño tienen que ser mínimas. La primera opción estudiada (Fig.35) es la utilización de un perfil de acero conformado en U, a este perfil se le soldara una pieza de acero (circulo naranja) para la articulación de la barra exterior.

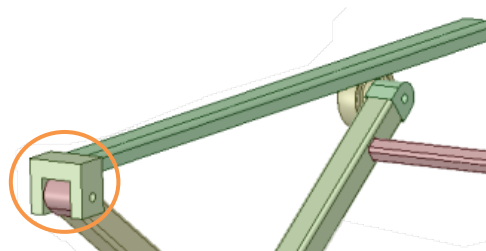


Fig. 35-Perfil superior conformado en U.

El punto débil de este perfil es la falta de una superficie inferior, porque a pesar de que la rueda apoya en la parte superior durante el uso habitual. En el caso de levantar la mesa con el puente grúa el sistema de soporte se desmontaría, ya que la rueda superior no tendría una superficie donde apoyarse. Debido a esto se descarta esta opción de perfil y se va a considerar el uso de otro perfil metálico. Los perfiles estructurales IPN o UPN no son opciones que se puedan valorar debido a que sus alas se encuentran inclinadas y esto produciría una complicación al actuar como riel con las ruedas. Teniendo en cuenta esto se van a estudiar perfiles con caras paralelas como puede ser un perfil estructural UPE con alas paralelas. De igual forma, se puede considerar un perfil en L con una placa soldada en su parte inferior. Aunque como se busca minimizar las modificaciones a realizar en el perfil se va a seleccionar el perfil UPE. La articulación de la barra exterior a este perfil se puede realizar de dos formas, la primera es mediante una placa soldada a este y con un taladro para articular la barra mediante un tornillo. En este caso también es necesario cortar parte del ala inferior del perfil, para evitar la intersección con la barra en el cierre de la tijera. La segunda opción se realiza mediante un corte de parte del alma y el ala inferior. En la parte del perfil no cortado se suelda una pieza en forma de U, para ejercer como punto de articulación de la barra exterior de la tijera. Ambas opciones se presentan a continuación.

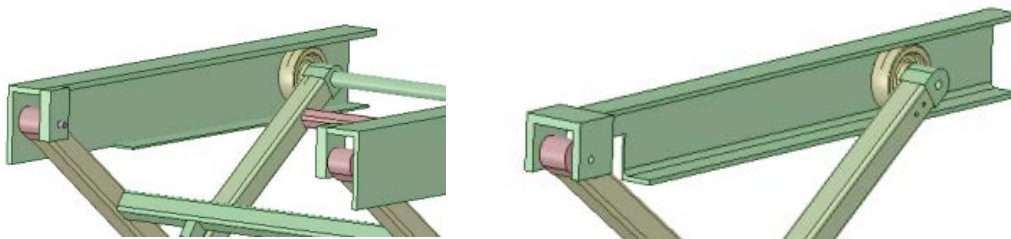


Fig. 36- Posibles fijaciones en el perfil UPE.

Entre las dos posibilidades presentadas en la Fig.36 se selecciona la primera opción, debido a que se considera que presentara una mejor resistencia a las cargas ejercidas por la tijera.

La base de la mesa se va a sustituir por dos perfiles metálicos, uno en cada lateral. El primer perfil elegido ha sido un HEB, estos dos perfiles se unen con un perfil rectangular de medidas 60x40x4 soldado en cada extremo a la parte interior de los perfiles HEB. En el perfil rectangular se sueldan dos piezas, que tendrán la función de articular las barras interiores de la tijera. Estas piezas y su configuración se pueden ver en la figura a continuación.

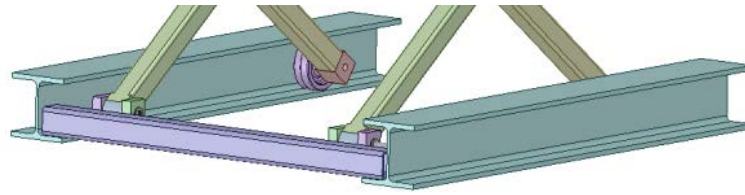


Fig. 37-Perfil HEB.

En la imagen a continuación se va a mostrar las configuraciones descritas de la bancada inferior y de la elección de perfil superior.

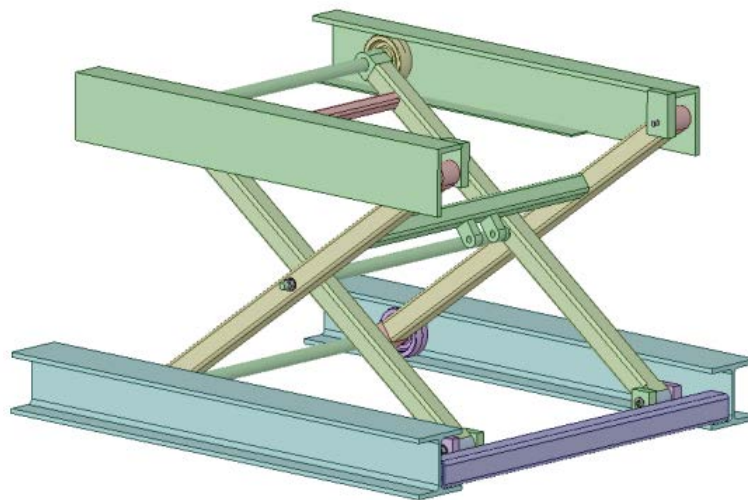


Fig. 38- Sistema de elevacion por tijeras.

Por otra parte, la rueda elegida en este modelo es una rueda de polipropileno con un diámetro igual a 150mm. Esta encaja con el perfil HEB 180 y dejara unos milímetros de separación con el ala contraria a la de contacto. Estas ruedas se fijan a las barras de la tijera con una barra de acero, y esta una también entre sí ambas tijeras. Esta barra es de diámetro 20mm y se encuentra soldada en las barras interiores. La unión de esta barra con una de las ruedas y de las barras de las tijeras se muestra en la imagen a continuación.

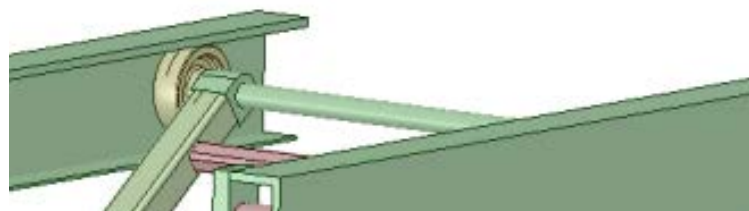


Fig. 39-Unión barra con la tijera y rueda

Otra modificación realizada es la forma de articular los extremos de las barras de la tijera a la bancada inferior o perfil superior. Inicialmente se sujetaban mediante tornillos eje y tuercas, pero ahora se van a fijar mediante un eje, de diámetro igual a 20mm. A este se le ha realizado un corte en los extremos, y mediante una placa unida al eje y al perfil metálico se va a impedir su giro y desplazamiento. Esta modificación se presenta a continuación en una imagen de detalle del perfil UPE superior.

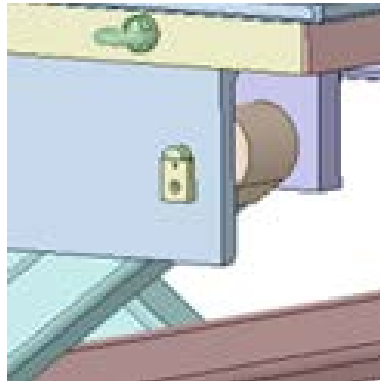


Fig. 40-Eje sujeción barra de la tijera.

Analizando el diseño de la Fig.41 se decide cambiar el perfil HEB, que forma parte de la bancada por el mismo perfil UPE de acero utilizado en la parte superior. Esto es debido a la reducción de peso, ya que las alas del perfil UPE son de menor tamaño, por lo que se reduce la cantidad de material (luego el peso) del perfil UPE respecto al perfil HEB. Además, se facilita el suministro de material, ya que se encuentra menor variedad de perfiles dentro del diseño. Por otra parte, en este perfil inferior se han soldado dos placas para marcar el empuje y final de la carrera horizontal a realizar por la rueda.

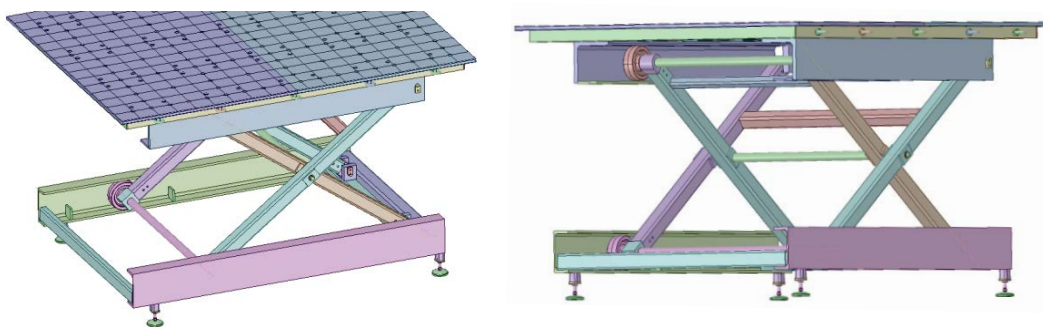


Fig. 41- Diseño con perfiles de acero UPE.

### Unión con la superficie de trabajo

La unión entre el soporte de las placas superficie y el sistema de elevación es la misma en todos los diseños contemplados para el sistema de tijeras, y sus distintos perfiles metálicos. Para unir el sistema de elevación a las placas del soporte se van a soldar los dos perfiles metálicos superiores a las placas laterales del soporte de las placas superficie. Además, esta unión soldada se realizará en la dirección longitudinal de la mesa (2000mm). La unión con las placas más exteriores tiene la finalidad de evitar que la mesa vuelque, en el caso de que se aplique un peso elevado localizado en uno de los extremos.

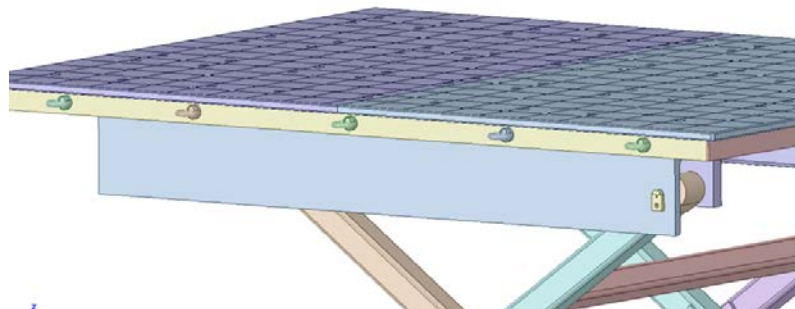


Fig. 42- Unión superficie con el sistema de elevación.

### Tipo de pie utilizado

El tipo de pie seleccionado para el apoyo de la mesa es el mencionado en el apartado 4.5.1, un pie pivotante. En este caso la unión del pie a la bancada de la mesa tiene dos opciones. La primera consiste en la fijación del pie articulado a una sección de perfil cuadrado, esto se realiza mediante un tapón de termoplástico con un inserto roscado de latón (Fig.43)

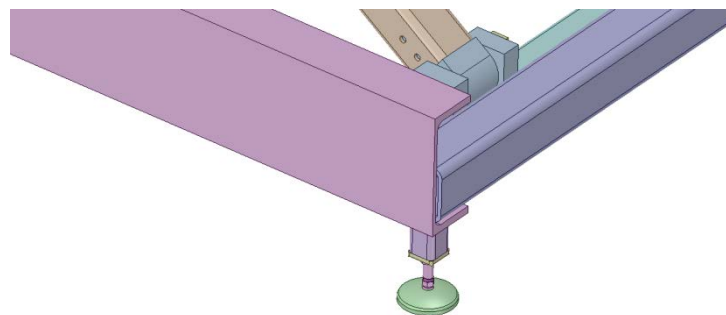


Fig. 43-Pie articulado y tapón roscado.

La segunda opción evaluada, está formada por una placa soldada al perfil metálico en el soporte de la mesa, en la cual hay un taladro donde mediante

dos tuercas se encuentra fijo el husillo del pie pivotante. Este diseño se puede observar en la siguiente imagen.

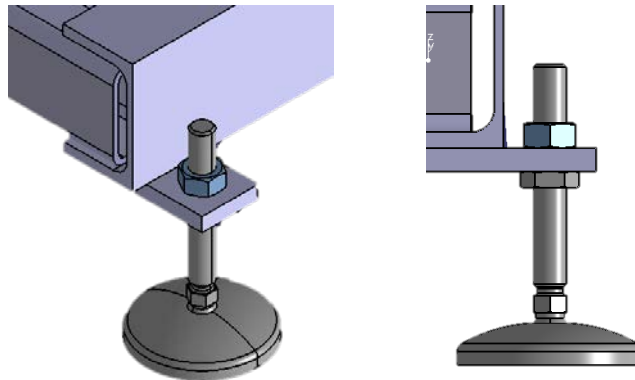


Fig. 44-Pie articulado y placa.

Valorando ambas posibilidades se decide elegir la segunda opción (Fig.44), ya que presenta la ventaja de ser más fácil regular la altura en la que se encuentran fijadas las tuercas del husillo. También se considera que presenta una mejor distribución de las cargas desde el perfil UPE a el pie articulado.

### 4.5.3 Conclusiones. Idea final

En esta etapa del proceso de diseño se va a definir y presentar diseños definitivos para todos los elementos que forman parte del problema, la mesa de soldadura específicamente

#### *Superficie de trabajo*

En el diseño de la superficie de trabajo se remplazarán los redondeos de radio 3mm por chaflanes con profundidad igual a 2mm y en un ángulo de 45°. Esta modificación se realiza para obtener una mayor facilidad de insertar las herramientas en los taladros. Además, estos chaflanes tendrán matadas las aristas para proteger las herramientas, evitando los filos. A pesar del cambio de los redondeos por chaflanes, las aristas verticales y superiores se mantendrán igual, redondeadas con radios de 6mm y 3mm respectivamente.

#### *Distribución geométrica de los taladros*

El modelo de la distribución geométrica de los taladros presentado previamente (Fig.29) va a ser modificado con la finalidad de obtener una mayor posibilidad de configuraciones de colocación de piezas. Esto se va a conseguir mediante la adición de taladros en la trayectoria de líneas que forman ángulos



de  $30^\circ$  y  $60^\circ$ . Esta modificación permitirá poder fijar piezas de mayor longitud en esos ángulos, como se podía hacer con el ángulo de  $45^\circ$ . Esto se puede observar en la siguiente Fig.45.

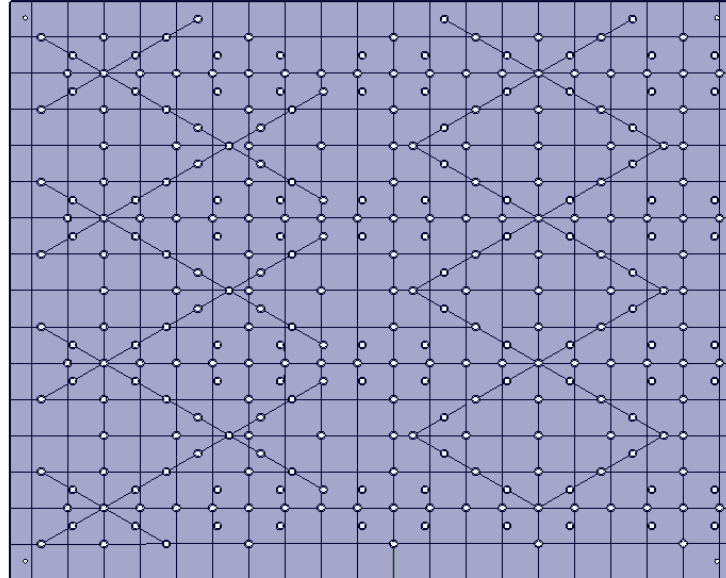


Fig. 46- Diseño de la geometría de taladros definitivo.

Además, el diseño se adecuará al uso de dos placas de medidas  $1000 \times 600$  (mm<sup>2</sup>) en vez de una placa única, como se especificó en el apartado 4.3.1 Necesidades de cliente. Para ello se puede ver en las imágenes (Fig.45 y Fig.46) que los taladros de la Fig.29 se han desplazado 60mm hacia la derecha. En el caso de la cuadrícula formada por las ranuras también se ha desplazado 60mm hacia la derecha. Esta modificación se ha realizado con la finalidad de que los taladros de la cuadrícula coincidan con las intersecciones de las ranuras verticales y horizontales de la cuadrícula. Además de las ranuras de la cuadrícula, se van a realizar líneas que pasaran a través de los centros de los taladros que coincidan en la dirección de la formación del Angulo  $30^\circ$  o  $60^\circ$ . En la siguiente imagen se puede observar las dos placas en diferentes colores, también se puede observar que la distribución de taladros se adapta a ambas placas sin coincidir ninguno en la línea de unión de las placas.

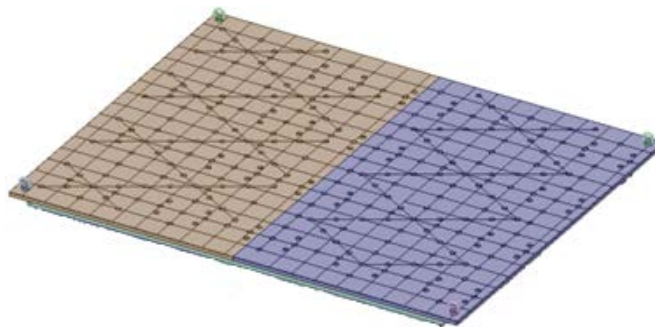


Fig. 45- Diseño de taladros para dos placas

### Soporte de la placa superficie

Tomando como referencia el diseño del soporte de la placa en forma de rejilla mostrado en la Fig.31, se ha considerado que tal vez estas placas sean de un espesor demasiado fino para aportar la rigidez necesaria a la placa. Luego para aportar la rigidez necesaria, se van a sustituir por placas de espesor 15mm y de la misma altura (50mm). En este caso al ser placas de mayor espesor se van a situar con una mayor separación entre ellas, por lo tanto, menor número de ellas. El sistema de encaje entre ellas será por escotes como se mostró en el modelo de rejilla con placas de espesor 5mm. La nueva rejilla se presenta en la Fig.47.

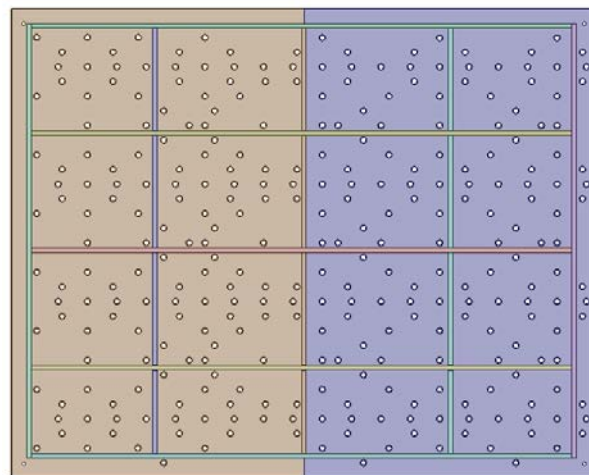


Fig. 47- Soporte definitivo de la placa superficie.

Los cáncamos no se van a situar en los laterales de las placas soporte, si no que se van a situar en los cuatro extremos de la superficie. Estos se muestran marcados por las circunferencias azules en la figura a continuación. La posición de los taladros roscados donde se van a fijar los cáncamos con tuercas no coincide con las placas que forman el soporte.

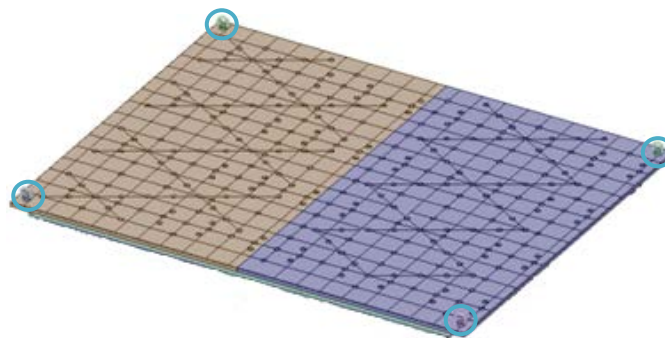


Fig. 48- Posición de los cáncamos.



### *Sistema de elevación*

En esta parte del diseño se va a continuar desarrollando el sistema de elevación que se va a utilizar en la mesa de soldadura.

### *Sistema de elevación utilizado*

Tomando como referencia el sistema de tijeras, descrito en el apartado anterior. En el modelo del sistema de tijeras (Fig.41) se van a realizar las correspondientes modificaciones para adecuarse al diseño actual de la superficie de trabajo y mejorarlo. En este diseño también se va a indagar más en el mecanismo que permita a las tijeras abrirse y cerrarse.

La primera modificación realizada es la sustitución de las barras de la tijera de perfil rectangular por barras macizas de ancho 60mm y espesor de 30mm. Esta modificación se realiza para evitar la necesidad de reforzar el taladro central de la barra. Al igual que evitar la necesidad de incorporar piezas macizas en los extremos de la tijera. A pesar de que estas barras al ser macizas su peso es mayor, en comparación con el peso de los dos sólidos en los extremos, los perfiles rectangulares y las placas centrales para reforzar, no hay una diferencia de peso significativa. Además, las dos tijeras formadas mantendrán su distancia entre sí constante mediante dos perfiles de sección, 60x40x4 soldados entre las barras interiores de las tijeras.

Una desventaja de las ruedas de poliamida es su tamaño, ya que su diámetro de 150mm obliga a elegir perfiles UPE 180 y es un perfil de tamaño mayor al deseado para el diseño. Por lo que se va a cambiar la rueda de poliamida por un rodamiento guía, lo que permite reducir el tamaño del perfil a utilizar. En este caso se va a retirar las barras que unían entre sí las tijeras y fijaba la rueda, ya que el rodamiento elegido tiene una muñequilla. Esta muñequilla se va a insertar en el talador de la barra, y se va a fijar a la barra mediante el uso de una tuerca roscada en el extremo de la muñequilla (Fig.49).

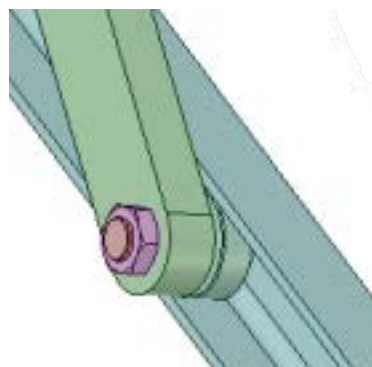


Fig. 49- Rodamiento con muñequilla.

En este modelo la unión entre las tijeras al igual que entre las barras articuladas de cada una, se realiza de igual modo que en el modelo anterior mediante una barra cilíndrica de acero. A esta barra se le ha realizado una ranura en cada extremo para encajar un anillo de sujeción, y así ayudar a evitar el movimiento transversal de la barra.

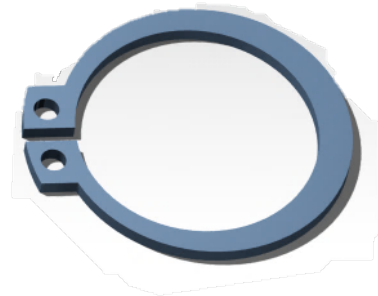


Fig. 50- Anillo de sujeción.

En el caso del eje utilizado para articular los extremos de las barras de la tijera se ha cambiado la placa que impedía el giro y desplazamiento del eje. La nueva placa (Fig.51) tiene mayor dimensión de ancho y dos taladros que le permiten unirse al perfil, en vez de al perfil y eje como en el diseño previo de la placa.

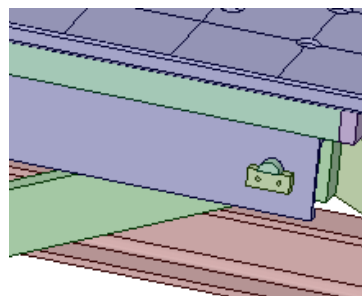


Fig. 51-Eje sujeción barra de la tijera

El mecanismo elegido para realizar el movimiento del sistema de tijeras es un elevador de husillo. Un elevador de husillo es la combinación de un husillo con una caja reductora sinfín-corona. Existen tres tipos de ejecución, la elegida en este caso tiene un husillo que no se desplaza con el accionamiento del sinfín, sino que sólo gira, siendo su correspondiente tuerca la que se desplaza a lo largo del mismo. El desplazamiento de esta tuerca transmitirá el desplazamiento a los rodamientos inferiores, abriendo y cerrando la tijera. Esta solución técnica es adecuada para aplicaciones de carga media/alta que requieren movimiento lineal preciso y seguro, tanto de elevación como de translación a velocidades medias/bajas. Tiene un alto rendimiento en todas sus partes, un montaje sencillo y rápido, y buena seguridad debido a su irreversibilidad. A continuación, se presenta una foto de un elevador de husillo

como el elegido para el diseño, esta ha sido obtenida de un catálogo del fabricante *Niasa*.



Fig. 52-Elevado de husillo (*Niasa*).

El movimiento en la caja reductora se realizará mediante el giro manual de un volante fijado en el eje exterior de la caja reductora. Del catálogo del fabricante *Niasa* se obtiene la siguiente expresión matemática para calcular el momento necesario que necesita la caja reductora para girar el husillo.

$$M_D (Nm) = \frac{F \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n_{DG} \cdot n_{DS} \cdot i} + M_i$$

Donde:

- F es la fuerza que hay que elevar, en este caso  $F=20000N$
- P es el paso del husillo, en este caso es  $P=6mm$
- $n_{DG}$  es la eficiencia dinámica de la caja reductora, su valor se obtiene de una tabla del fabricante y en este caso es  $n_{DG} = 0,85$
- $n_{DS}$  es la eficiencia dinámica del husillo, su valor se obtiene de una tabla del fabricante y en este caso es  $n_{DS} = 0,38$
- i es la reducción de la caja reductora, para este caso es  $i=6:1$

- $M_i$  es el momento inicial que se requiere para comenzar el movimiento del husillo, su valor se obtiene de una tabla del fabricante y es  $M_i=0,3Nm$

Sustituyendo estos valores en la expresión matemática anterior, se obtiene que en el caso donde la masa apoyada en la mesa es máxima (2000Kg) se necesita aplicar un momento igual a 5,23 Nm. En el caso de un volante de diámetro 180mm, la fuerza que necesita aplicar el operario en el mando de este es el momento entre el radio.

$$F = \frac{M_D}{r} = \frac{5,23Nm}{0,09m} = 58,11N$$

Luego la fuerza que debe ejercer el operario con la mano es de 58,11 N, este es un valor razonable para que ejerza el operario. Debido a que un estudio del departamento de biomecánica de IBERMUTUAMUR, proporciona un valor de 48Kg (480N) de fuerza ejercida con el puño por un varón.

Este elevador se va a fijar a la bancada de la mesa mediante una placa de acero que se sujetara a su vez a dos perfiles rectangulares de sección 60x40x4. Estos perfiles se encuentran soldados a los perfiles UPE inferiores en el extremo contrario a donde se encuentra fijada la barra interior de la tijera. Además, en el extremo del husillo se va a utilizar un cojinete de apoyo flotante. Este cojinete se fijará a una placa, que a su vez se fijará a un perfil rectangular de sección 60x40x4 y se encontrará soldado en la parte interior del perfil UPE.

La transmisión del movimiento de la tuerca a los extremos inferiores de las dos barras exteriores que forman la tijera, en un inicio se pretende desempeñar mediante un perfil hueco rectangular. Con una sección hueca rectangular suficientemente grande para realizar un taladro correspondiente al diámetro de la tuerca y fijarlo en ese punto, permitiendo el paso del husillo por su interior. Los extremos de este perfil se fijarán en las barras de la tijera exteriores. Los inconvenientes encontrados en este modelo es la falta de consideración al giro que van a realizar las barras y dependiendo el punto en el que se encuentren fijo también habrá un elevamiento del perfil rectangular.

Para resolver los problemas anteriores se van a plantear posibles soluciones, la primera solución estudiada consiste en utilizar una tuerca con un elemento pivotante en cada lateral. Estos elementos se fijarán a un perfil rectangular que se encontrara soldado en cada extremo a su barra de la tijera correspondiente. Para evitar la posible intersección del perfil con el husillo en el movimiento de

las tijeras, se secciona una parte de este y se le suelda otro tramo del mismo perfil rectangular en su parte superior, como se puede ver en la Fig.53.

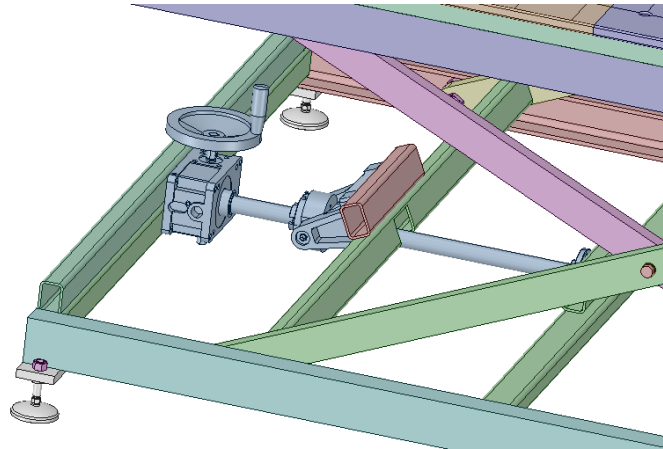


Fig. 53-Unión con el elevador de husillo.

Esta configuración tiene como ventaja, que permite adaptar el movimiento longitudinal de la tuerca del husillo con el movimiento giratorio y horizontal de los perfiles rectangulares y tijera. Pero al realizar la sección en el perfil rectangular se debilita su sección y su capacidad de soportar cargas.

La segunda configuración considerada, se presenta en la Fig.54 cómo se puede ver en la imagen en este diseño también se ha optado por una tuerca con dos piezas articulados en sus laterales. Sin embargo, estas piezas se unen con unas piezas de la geometría adecuada, para que se forme un espacio entre ambas que sujete la barra cilíndrica. De esta forma la barra soldada en cada tijera va a transmitir el movimiento longitudinal de la tuerca a lo largo del husillo.

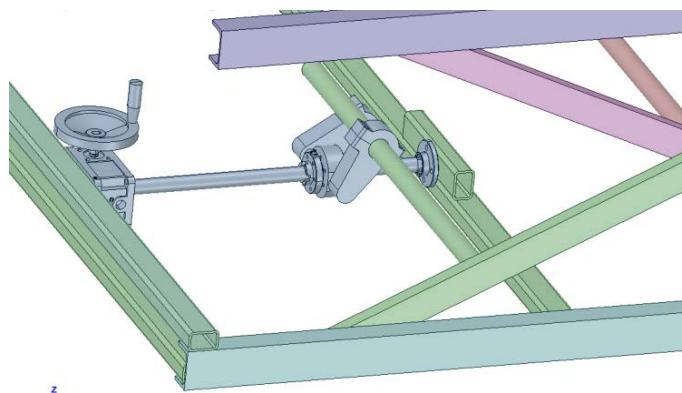
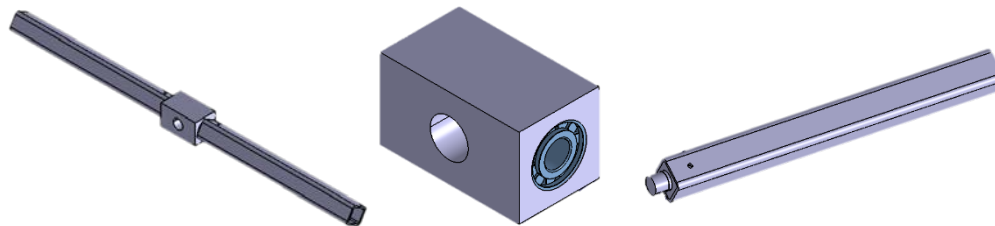


Fig. 54- Unión de las tijeras con el elevador de husillo.

Una posible dificultad presentada en servicio por el modelo anterior es la deformación por flexión en la barra cilíndrica. Esto es debido a que esa barra estructuralmente es equivalente a una barra empotrada en ambos extremos con una carga puntual aplicada en su centro, y si la sección no es lo suficientemente resistente, esta presentara una deformación inaceptable.

A partir de las tres ideas presentadas previamente, se va a desarrollar una unión de la tuerca y las tijeras que permita su avance y giro sin problemas. Esta unión consiste en una pieza rectangular con un taladro central donde se acoplará y fijará la tuerca del husillo, a la vez que el husillo la atraviesa por el taladro. En los laterales esta pieza presenta dos taladros cilíndricos, en los que se encajará un rodamiento en cada lateral. De esta forma se permite el giro de los dos perfiles cuadrados que se van a soldar uno en cada tijera, este cordón de soldadura se realiza entre el extremo del tubo y la barra de la tijera. El otro extremo tiene fijada en su interior una pieza sólida, con un parte con las mismas dimensiones que la parte interior del perfil. Esta pieza sólida en su extremo tiene un cilindro que se encajara en el interior del rodamiento. Estos perfiles se van a soldar cada uno en el extremo de la barra exterior de la tijera para que su desplazamiento sea exclusivamente horizontal.



*Fig. 55- Unión tuerca con tijeras*

Todo lo descrito a lo largo del proceso de diseño tiene como resultado la propuesta final del sistema de elevación, este ha sido realizado con el programa CATIA V5.

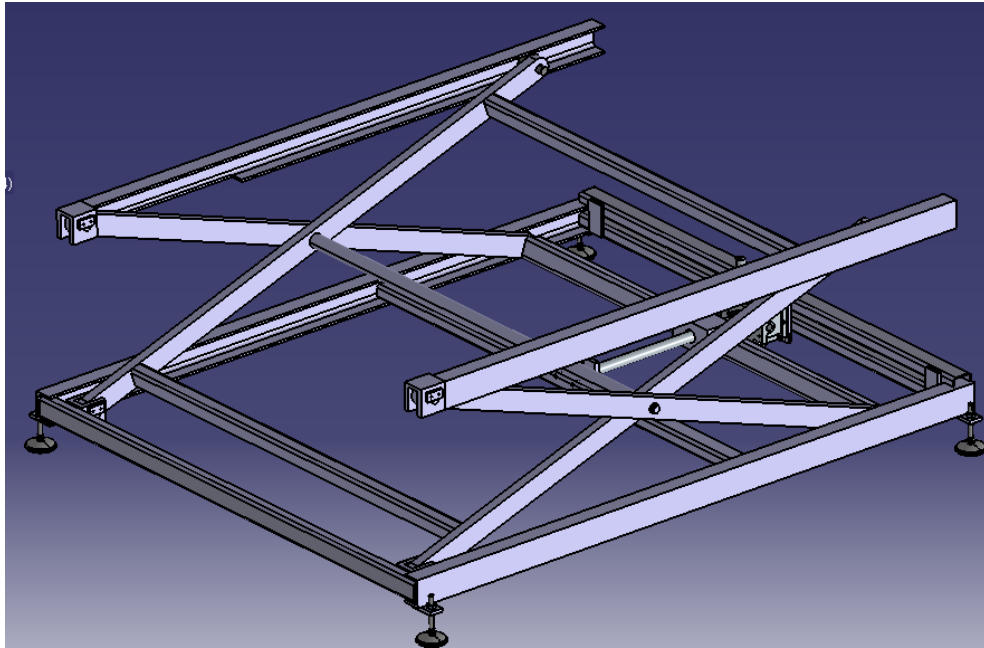


Fig. 56- Modelo final del sistema de elevación.

### Unión con la superficie de trabajo

La unión con la superficie de este sistema de elevación va a ser igual a la descrita en el apartado 4.5.2. Evolución de la idea. Porque a pesar de la modificación llevada a cabo en el soporte de la placa superficie la distancia entre las chapas laterales no se ha modificado, por lo que tampoco su unión mediante soldadura al sistema de elevación.

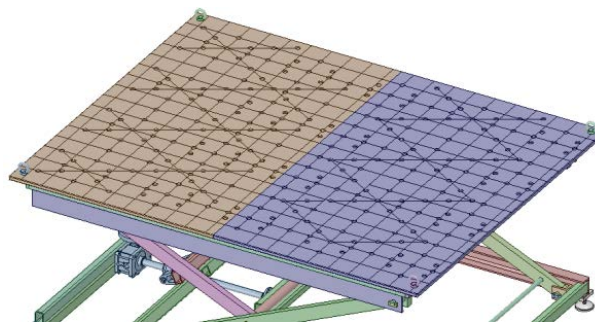
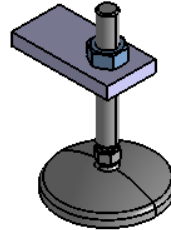


Fig. 57-Unión superficie de trabajo con el sistema de elevación.

### Tipo de pie utilizado

El pie utilizado y su forma de fijarlo a la bancada de la mesa no ha variado respecto al anterior apartado (4.5.2), por lo que se corresponde con la Fig.58. Este pie articulado está formado por un husillo de métrica 14 (M14) y un disco de diámetro 80mm, el husillo resiste una carga máxima de 11,1 kN y el disco

de 9KN. Luego como se colocan cuatro pies en el modelo la carga total soportada será de 5KN, ya que el peso soportado por la superficie de trabajo se reparte entre los pies y tiene un valor máximo de 2000Kg. Por lo que estos pies serán adecuados para el modelo.



*Fig. 58- Pie articulado*



Capítulo 5:  
Estudio de  
elementos finitos



A continuación, se va a realizar un estudio con el método de elementos finitos en dos modelos diferentes, para realizar este estudio se utiliza el programa Inventor Professional 2018. Estos estudios van a ser realizados con un carácter aproximado y simplificado, por lo que sus resultados serán aproximados y orientativos. El primero modelo va a ser una simplificación de la mesa de soldadura y el segundo es una simplificación del mecanismo de las tijeras ensayando las dos barras de la tijera. Estos modelos sirven para verificar el modelo final de la mesa de soldadura, y estudiar si es necesario realizar alguna modificación.

## 5.1 Modelo 1

En el primer ensayo a la mesa simplificada se la somete a la acción de las cargas producida por su propio peso y por una masa de dos toneladas. Esta masa se representa en el cálculo mediante la aplicación de una presión de valor de 6250 Pa a lo largo de toda la superficie. Esta presión se obtiene de dividir la fuerza producida por la masa por el área de la superficie, como se muestra a continuación:

Masa=2000Kg

Se considera un valor de la gravedad aproximado de  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$\text{Fuerza} = \text{Masa} \cdot \text{gravedad} = 2000\text{Kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 20000\text{N}$$

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Area}} = \frac{20000\text{N}}{2\text{m} \cdot 1,6\text{m}} = 6250\text{Pa}$$

El estudio mediante de esta mesa simplificada se va a realizar para una altura media. En este modelo los rodamientos de sus extremos han sido sustituidos por cilindros de acero luego las tensiones obtenidas en dicho elemento no se identificarán con las reales. A continuación, se presenta una imagen de la mesa simplificada, Fig.59.

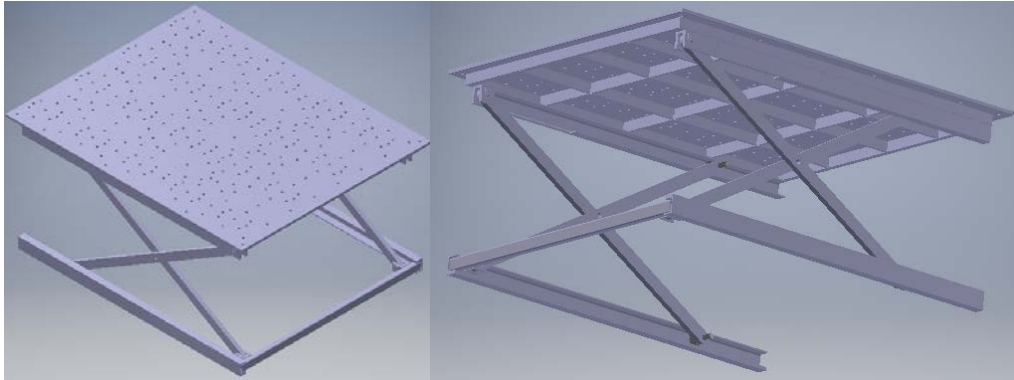


Fig. 59- Mesa de soldadura simplificada

A este modelo se le va a aplicar una presión en su superficie correspondiente con el peso máximo soportado por la mesa y la fuerza ejercida por su propio peso por acción de la gravedad. Este modelo también tiene fijados sus perfiles inferiores simulando su posición fija en el suelo, esto se observa en la Fig.60

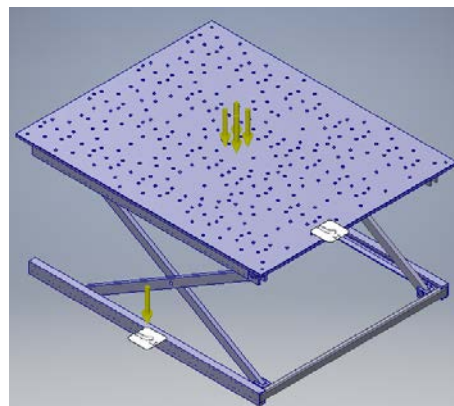


Fig. 60- Ensayo en la mesa simplificada

Para realizar el cálculo el programa realiza un mallado de los diferentes sólidos, este mallado se presenta a continuación en una imagen. También se presenta una imagen de detalle para intentar una mayor claridad en el tamaño del mallado de la zona superficie (Fig.62)

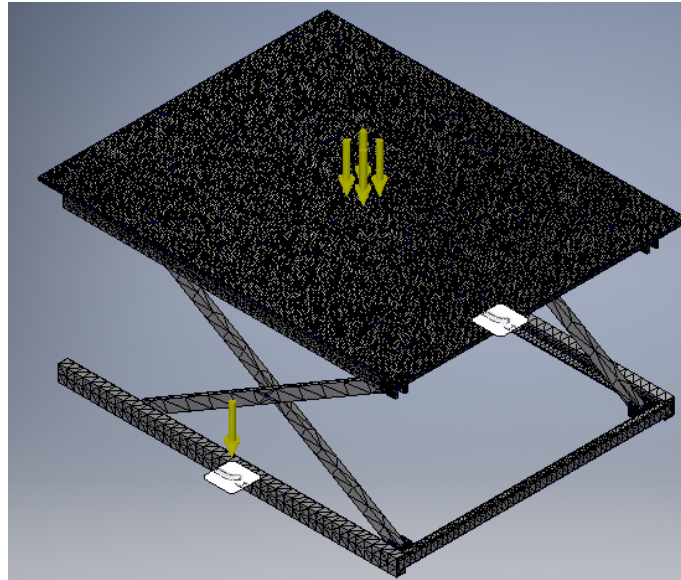


Fig. 61- Mallado del modelo mesa simplificada

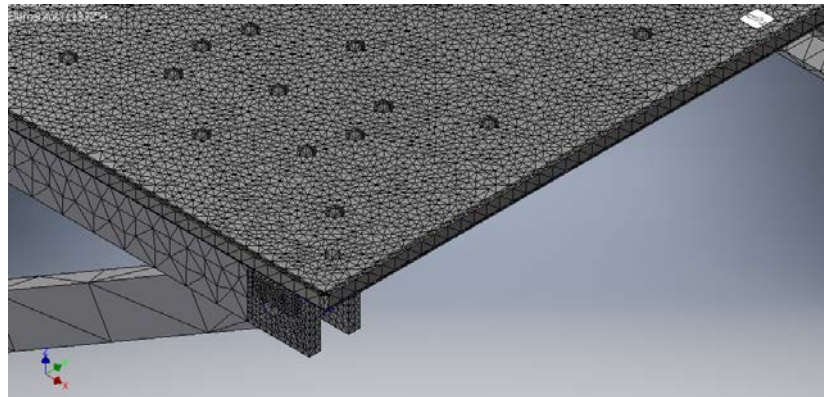


Fig. 62- Imagen ampliada del mallado en la superficie

Una vez se ha realizado el cálculo se obtiene la siguiente imagen donde se representan la deformación y tensiones del modelo. También se muestran las flechas que representan la tensión aplicada en la superficie y una flecha inferior que representa el sentido en el que actúa la fuerza de gravedad. Como aclaración, estas deformaciones se encuentran ampliadas, no son las deformaciones reales.

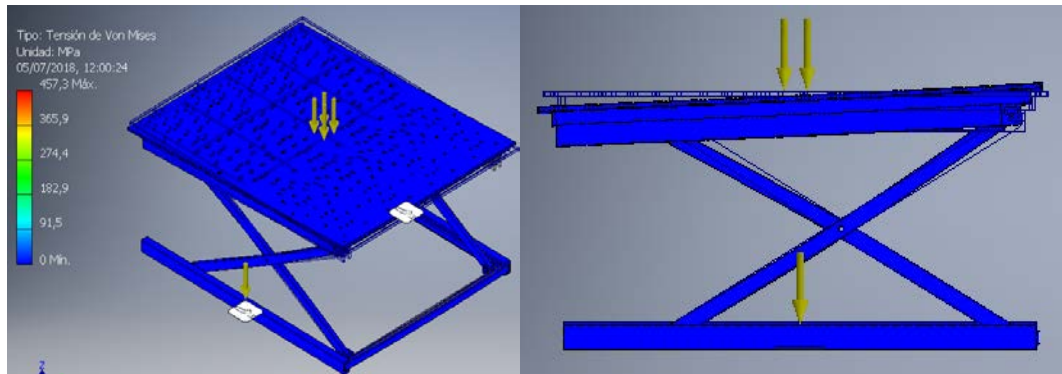


Fig. 63- Deformación y tensiones mesa simplificada.

En el análisis de desplazamientos se puede observar que los mayores valores de desplazamiento se obtienen en la superficie y en las partes superiores. Teniendo como valor máximo un desplazamiento de 4mm.

En el caso del coeficiente de seguridad (Fig.65) todos los valores obtenidos son superiores a 1, luego no se producirá plastificación en los materiales. Con excepción del coeficiente de seguridad del cilindro que simula el rodamiento el cual tienen un coeficiente de seguridad de 0,55, aunque este valor no se va a tener en cuenta ya que este elemento no se corresponde con la realidad. Además, se puede observar que las partes centrales de las barras que forman la tijera es donde se encuentran los menores coeficientes de seguridad, luego este será el lugar más propenso a fallar.

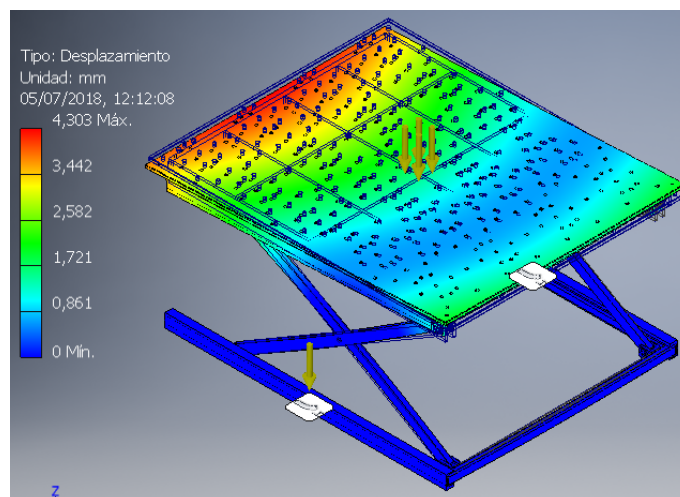


Fig. 64- Desplazamientos modelo mesa simplificada

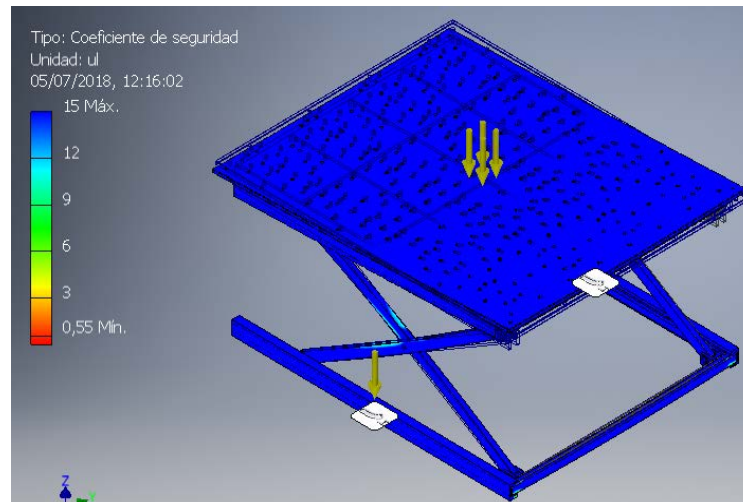


Fig. 65- Coeficiente de seguridad mesa simplificada

## 5.2 Modelo 2

En cuanto al segundo modelo estudiado, este es una simplificación del sistema de tijeras, y está compuesto por dos barras que forman la tijera articuladas en sus puntos inferiores, y entre sí en su punto medio. La articulación de los extremos inferiores se realiza de forma hipotética mediante el uso de dos piezas en forma de U y un eje que atraviesa y articula las barras. El modelo se presenta en la imagen posterior, Fig.66 Este modelo se realiza con el objetivo de estudiar si se supera el límite elástico de las barras, dando lugar a la plastificación de estas.

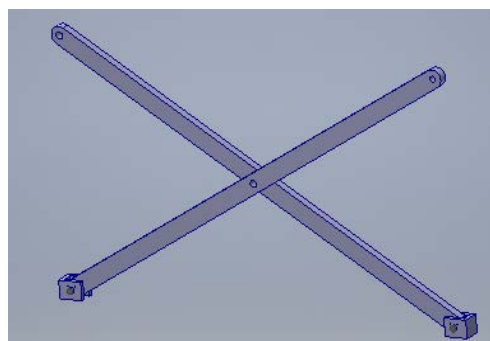


Fig. 66- Modelo 2 del estudio de elementos finitos

A continuación, se muestra una imagen de la simulación del modelo en el programa, con sus articulaciones y cargas aplicadas. En cada uno de los extremos libres se aplica una fuerza vertical de valor 5000N, esta fuerza equivale a la fuerza realizada por el peso en la superficie y repartida en cada

extremo. Este modelo también se encuentra sometido a la carga ejercida por su peso por acción de la gravedad. El sentido de aplicación de la gravedad se representa por la flecha amarilla situada en el centro de las barras articuladas. Además de esto se representa la articulación entre ambas barras y se fijan los sólidos en forma de U.

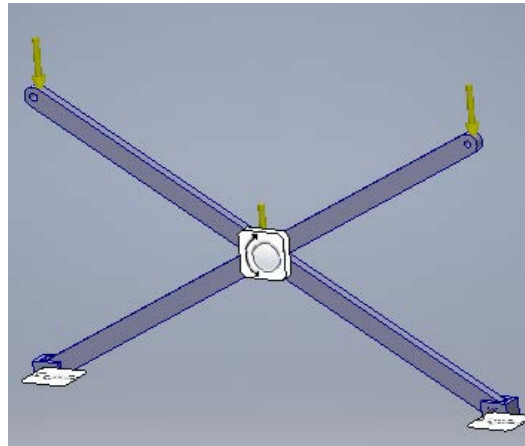


Fig. 67- Modelo 2 con fuerzas y condiciones de contorno

Para realizar el cálculo el programa realiza un mallado de los diferentes sólidos, este mallado se presenta en la imagen a continuación.

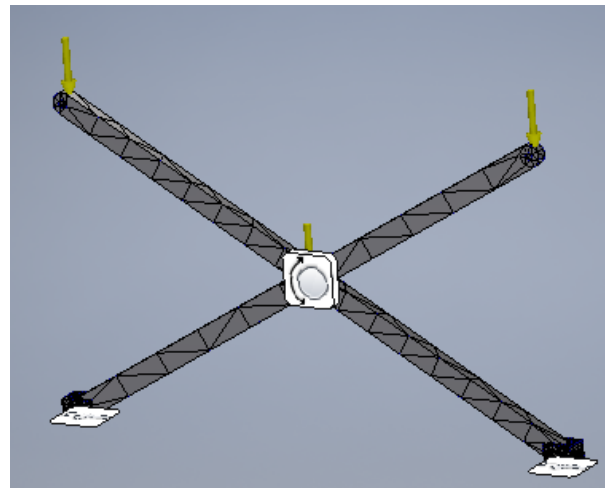


Fig. 68- Modelo 2 mallado de elementos finitos

Una vez se ha realizado el cálculo se obtienen la siguiente imagen de deformación y tensiones en las barras. Como aclaración, estas deformaciones representadas se encuentran ampliadas, no son las deformaciones reales. En



la imagen siguiente se puede observar que en la parte superior de la articulación entre las barras se localizan las mayores tensiones. Especialmente en la cara de ancho 30mm con un valor máximo de 176,3 MPa.

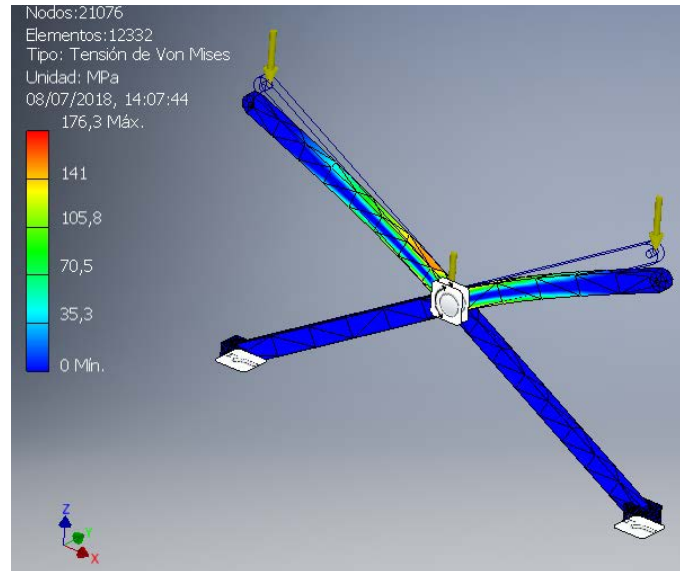


Fig. 69-Deformación y tensiones modelo 2

En el análisis de desplazamientos de la Fig.70 se puede observar que los mayores valores de desplazamiento se obtienen en los extremos superiores. Teniendo como valor máximo un desplazamiento 10 mm, hay que tener en cuenta que el estudio de este modelo tiene como objetivo comprobar si las barras sufren plastificación. Por lo que estas deformaciones calculadas no se corresponden con las experimentadas en la realidad ya que los extremos superiores de las barras no se encuentran libres.

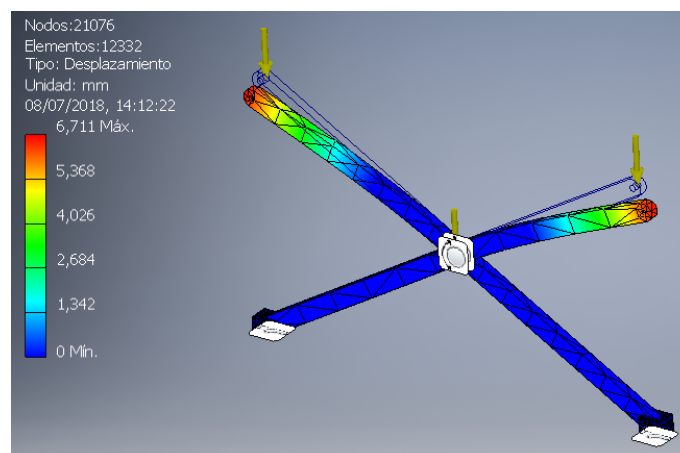


Fig. 70- Deformaciones en el modelo 2

En el caso del coeficiente de seguridad (Fig.72) todos los valores obtenidos son superiores a 1, por lo que no se producirá plastificación en los materiales. Además de puede observar que en las partes centrales de las barras articuladas se encuentran los menores coeficientes de seguridad, con un valor mínimo de 1,99 (Fig.71). La concentración de menores valor de seguridad en esas zonas es lógica, ya que son las zonas donde se encunetan las mayores tensiones.

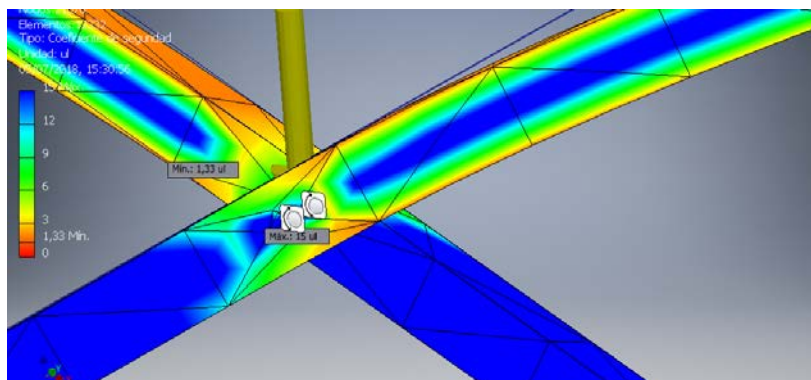


Fig. 71- Mínimo valor de coeficiente de seguridad

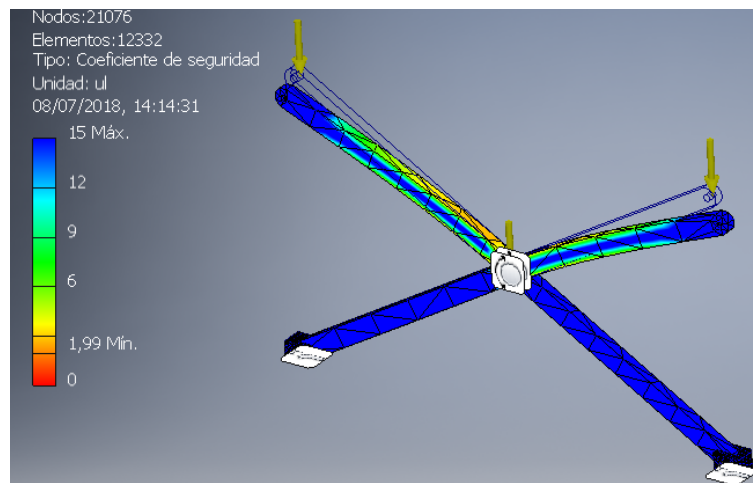


Fig. 72- Coeficiente de seguridad en el modelo 2

Luego en base a los resultados de la anterior figura se puede decir que para el peso máximo de 2000Kg las barras articuladas no sufrirán plastificación. Luego es un diseño lo suficientemente correcto para no producir un fallo en el momento de entrada de cargas.

Capítulo 6:  
Modelo de la mesa  
de soldadura



A continuación, se va a presentar el prototipo obtenido de la selección y evaluación de los diferentes modelos presentados en el apartado 4.5 Diseño conceptual. Además, un modelo simplificado de la idea final se ha visto sometido a un estudio de elementos finitos para comprobar de forma aproximada si se producía plastificación. Este apartado sigue con el desarrollo del proceso de diseño de Bruno Munari.

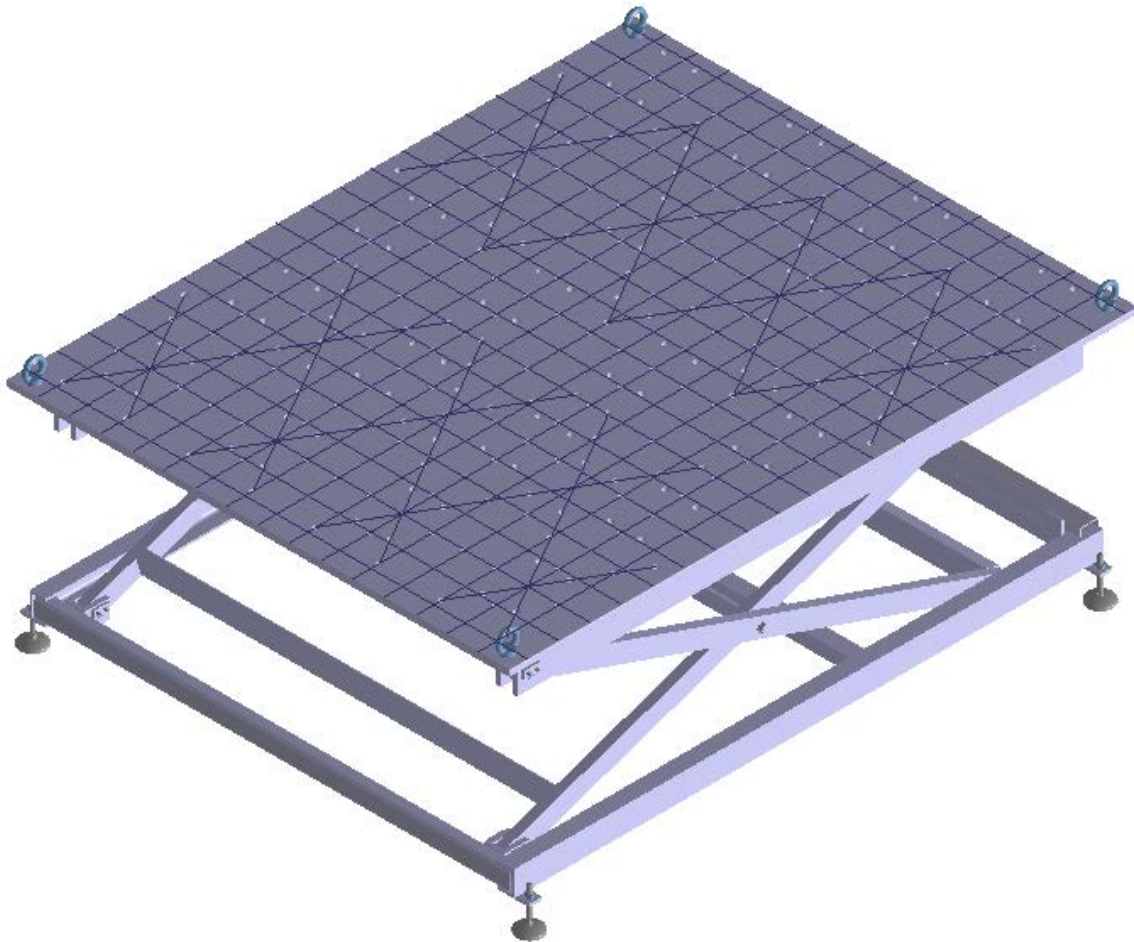


Fig. 73- Modelo de la mesa de soldadura

## 6.1 Definición de elementos

El modelo presentado en la Fig.73 está compuesto por distintas piezas, por lo que se va a realizar una descripción detallada de los diferentes componentes y subconjuntos que lo forman. Esto se realiza con el objetivo de intentar presentar el modelo de la forma más clara y sencilla posible. El primer subconjunto que se presenta es la bancada y los elementos que la componen, estos se encuentran enumerados a continuación, junto con una imagen de cada uno.

- Dos perfiles UPE 80, cada uno se encuentra posicionado en un lateral de la bancada.

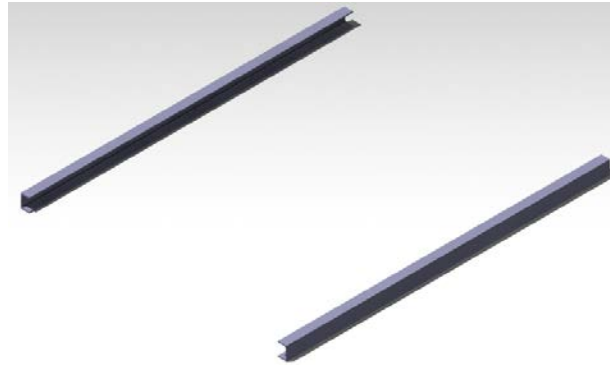


Fig. 74- Perfiles UPE 80 inferiores

- Cuatro perfiles de dimensiones 60x40x4, los cuatro tienen la misma longitud. Sin embargo, dos de ellos presentan dos taladros en su sección para la unión con el elevador de husillo. Además, a mayores uno de ellos tiene mecanizados los extremos para permitir su fijación en los perfiles UPE en la posición correcta, respecto a la altura. Luego hay tres perfiles diferentes, y dos de los perfiles son iguales.

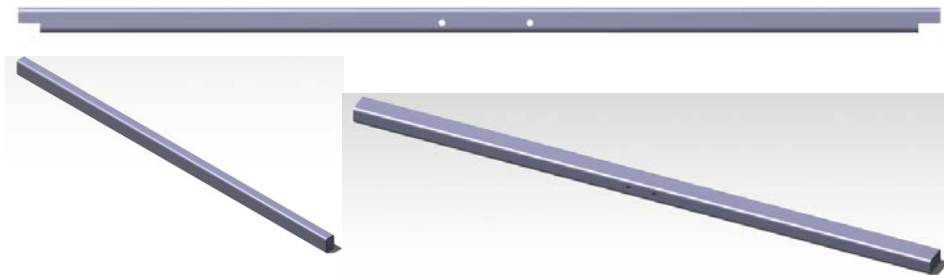


Fig. 75- Perfil rectangular 60x40x4

- Dos placas de espesor 10mm, cuya función es la de unir y aumentar la resistencia de los dos perfiles frente a la carga realizada por el elevador de husillo en su punto inicial. Estas placas se soldarán mediante una soldadura de solape a ambos perfiles. En la Fig.76 se muestra la placa de refuerzo.



Fig. 76- Placa refuerzo

- Dos placas de espesor 8mm, cuya función es que el perfil rectangular con dos taladros tenga una altura mayor en su posición en la parte interior del ala inferior de los perfiles UPE 80. Mediante esta variación de la posición del perfil se permite su unión con el final del elevador de husillo en su sección central, donde se encuentran realizados los taladros.

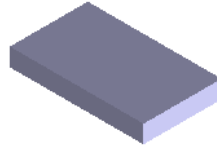


Fig. 77- Placa  
elevación perfil  
60x40x4

- Cuatro placas de espesor 10mm para fijar los pies que soportaran la mesa, estas son idénticas y tienen un taladro pasante.

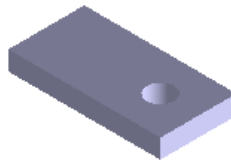


Fig. 78-Placa soporte pie articulado

- Cuatro pies articulados compuestos por el husillo roscado, el disco de plástico y dos tuercas hexagonales de métrica 14 (M14).



Fig. 79- Pie  
articulado

- Dos soportes para las barras interiores de ambas tijeras. Este soporte se compone de una pieza en forma de U, un eje con los extremos seccionados y dos placas de espesor 8mm. Estas placas tienen realizados dos taladros con un avellanado, para poderla fijar a la pieza en forma de U. Esta fijación se realiza mediante el uso de dos tornillos por placa, de tal modo que se impida el giro y desplazamiento del eje.

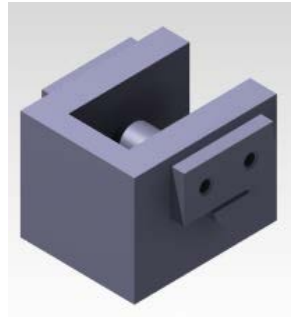


Fig. 80- Soporte barra de la tijera interior

Tomando como punto de partida los dos perfiles UPE se va a posicionar un perfil rectangular sin taladros o cortes, en cada extremo de los perfiles UPE y de forma perpendicular a estos. El perfil rectangular con taladros y extremos mecanizados se va a situar en el ala superior de los perfiles en el extremo, junto con uno de los perfiles rectangulares sin taladros situado en la parte interior de los perfiles. Además, ambos perfiles se van a unir mediante las dos placas de refuerzo situadas en su lateral interno. El cuarto perfil rectangular se situá en la parte central de los perfiles coincidiendo con el final del husillo, y se encuentra fijado en su cara horizontal con las placas que modifican su posición. En el perfil rectangular sin taladros situado solo en un extremo se fijarán las piezas que soportarán las barras de la tijera interiores. Así mismo, el perfil rectangular se encuentra fijado por su cara de longitud 40mm al ala inferior, por la parte interior del perfil UPE. Los pies articulados junto con su placa se van a fijar en los cuatro extremos en la parte externa del ala inferior de los perfiles y a una distancia de 20mm del vértice de los UPE en cada caso. La fijación se realizará mediante una soldadura de solape entre las y los perfiles UPE. En la Fig.81 se puede observar la bancada con sus elementos en su posición de trabajo.

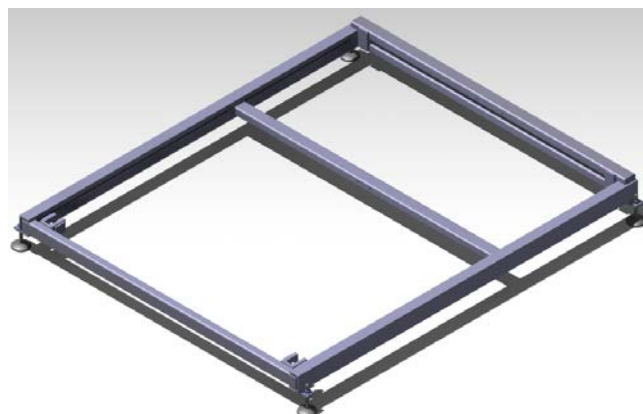


Fig. 81- Bancada



En la Fig.82 se muestra la posición del elevador de husillo dentro de la bancada, este está situado en el plano de simetría entre los dos perfiles UPE. El elevador tiene fijo su inicio a los dos perfiles rectangulares del extremo y en su final está fijado al perfil rectangular situado en la parte central de la bancada.

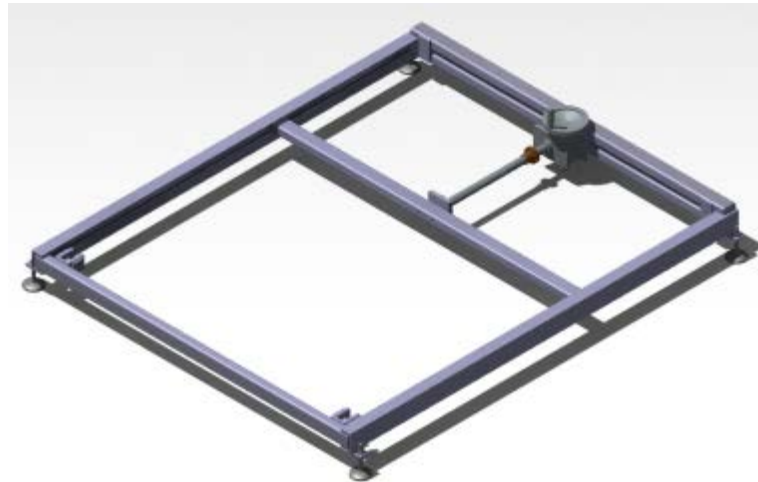


Fig. 82- Bancada y elevador de husillo

Por su parte la tijera se compone de cuatro barras cruzadas, un eje central, dos perfiles 60x40x4 y cuatro rodamientos utilizados para realizar el desplazamiento de los extremos por el interior de los perfiles UPE. Son rodamientos guía con muñequilla, de rodillos cilíndricos y se mantienen fijos a la barra de la tijera mediante una tuerca hexagonal de forma baja de métrica 24 (M24). A su vez, la barra de la tijera tiene dos casquillos con valona en su taladro central. En este taladro central se encuentra el eje central, que actúa como pasador entre las barras y sincroniza ambas tijeras. En el taladro del extremo articulado de la barra se posiciona un casquillo cilíndrico sin valona. Los perfiles de dimensiones 60x40x4 tendrán ambos extremos soldados a las barras interiores de la tijera, para mantener su distancia constante y evitar la deformación de las tijeras en las direcciones laterales. La soldadura de estos perfiles a las tijeras será una soldadura de tipo T. En la Fig.83 se muestran ambas tijeras con su eje central.

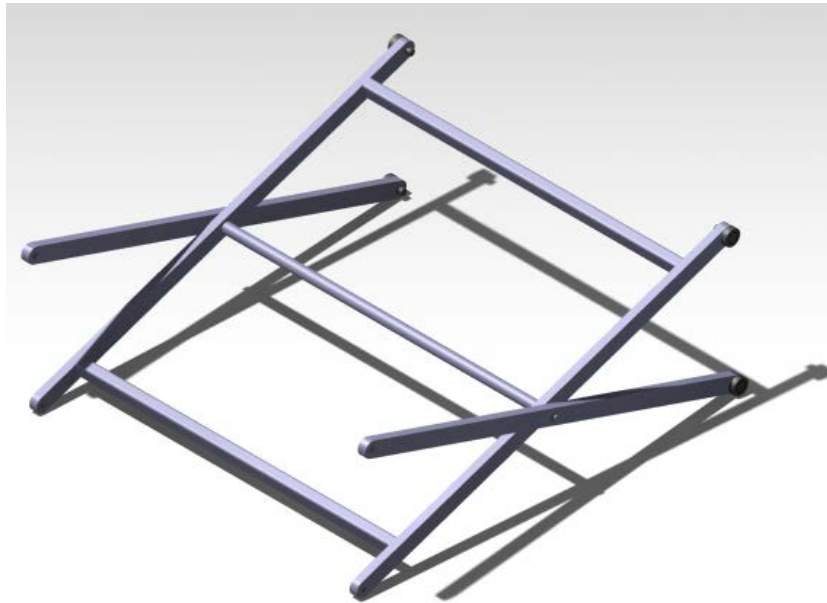


Fig. 83- Sistema de tijeras

En la ilustración (Fig.84) presentada a continuación se muestra la bancada y el sistema de tijeras, este último se une a la bancada en los sólidos soporte. Esta unión se realiza mediante la colocación de los extremos inferiores de las barras interiores articulados con el eje de esta pieza.



Fig. 84- Bancada mas sistema de tijeras

Por otro lado, el movimiento generado por el elevador de husillo en el plano horizontal se transmite al sistema de tijeras mediante el conjunto de elementos detallados a continuación.

- En la parte central se posiciona una pieza rectangular, esta tiene un taladro cilíndrico en su parte central para encajar y fijar la tuerca del elevador de husillo. Esta fijación se realiza mediante tornillos M6 roscado en los taladros dispuestos angularmente con centro en el taladro central. Mientras en sus laterales se han realizado dos taladros para realizar el encaje de los rodamientos, con el apriete recomendado por el comercial. Estos rodamientos son de rodillos cilíndricos, con jaula y fijos, su carga radial dinámica máxima es de 67000N.

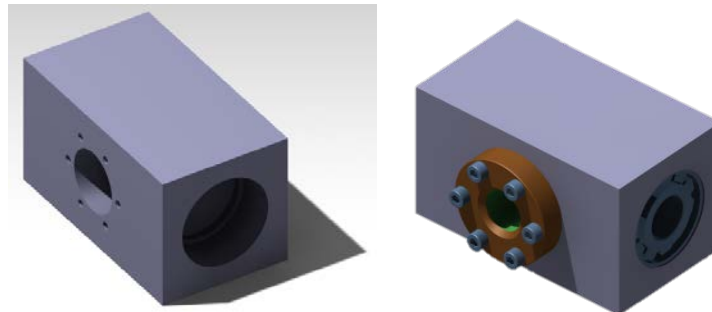


Fig. 85- a) Pieza central, b) Pieza central, tuerca, rodamientos y tornillos

- Dos piezas con una parte cilíndrica que actúa como eje en los rodamientos encajados en ambos laterales de la pieza central, y una parte rectangular. La parte rectangular tiene las mismas dimensiones que la parte interior del perfil 60x60x5, y se fija a este perfil en su parte interior. Esta fijación se lleva a cabo, mediante el uso de dos tornillos de métrica M8 roscados en los dos taladros realizados en sus laterales.

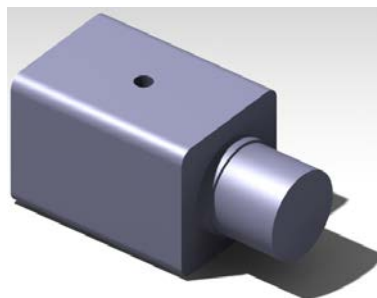


Fig. 86- Pieza encaje rodamientos

- Dos perfiles cuadrados de lado 60mm y espesor de 5mm. Estos perfiles tienen dos taladros para permitir el paso de los tornillos que fijan en su

interior la pieza explicada previamente. En el extremo opuesto se encontrará soldado a la barra exterior de ambas tijeras.

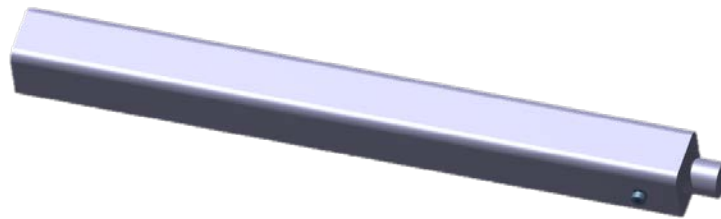


Fig. 87- Perfil 60x60x5 y pieza eje de los rodamientos

El conjunto de los sólidos anteriores en su posición de trabajo junto la bancada, el elevador de husillo y el sistema de tijeras se puede observar en la Fig.88.

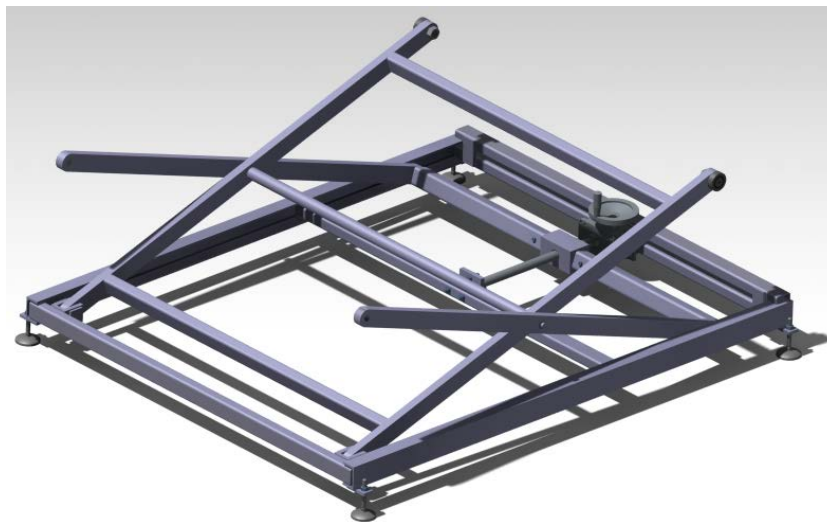


Fig. 88- Bancada, elevador de husillo, sistema de tijeras y elementos de transmisión

Para completar de presentar los sólidos que forman el sistema de elevación, se va a describir los perfiles superiores que guían los rodamientos superiores de las tijeras y articulan las barras exteriores. Este perfil superior está compuesto por dos perfiles UPE 80, y los elementos que articulan el extremo superior de las barras exteriores. Los perfiles UPE 80 son el mismo perfil UPE comercial que los que se encuentran en la bancada, solo que en esta ocasión se ha mecanizado el ala inferior del extremo izquierdo. Este corte se realiza para evitar posibles intersecciones entre el perfil y la tijera a lo largo de su movimiento. En el extremo izquierdo se suelda la pieza en forma de U, mediante una soldadura a tope. Esta pieza tiene un taladro, que permite introducir concéntricamente un eje con los extremos mecanizados para articular la barra. El eje tiene los extremos mecanizados para poder posicionar una placa en cada

extremo, que impida su movimiento y giro. Además, esta placa se encuentra fijada a la pieza en forma de U mediante dos tornillos M6.

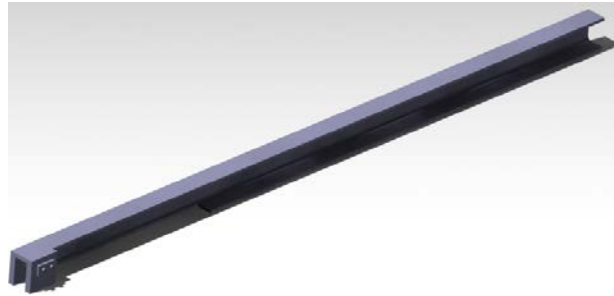


Fig. 89- Perfil UPE superior y pieza para sujetar la barra de la tijera

En la Fig.90 se presenta el sistema de elevación al completo, encontrándose los elementos descritos previamente en su posición de trabajo.

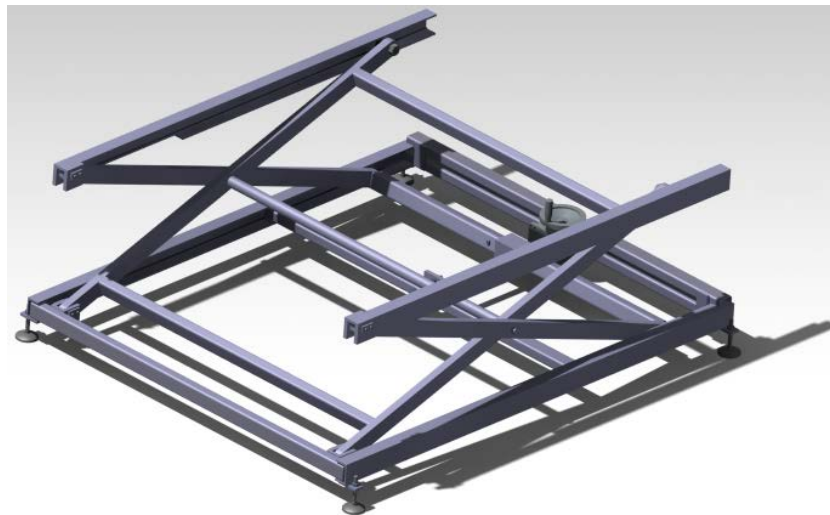


Fig. 90-Sistema de elevación

Por otra parte, los sólidos que forman lo que se va a entender como superficie de trabajo de la mesa van a ser las dos placas que forman la superficie taladrada, cuatro cáncamos y un sistema que soporta estas dos placas. Este sistema de soporte a su vez está formado por placas de espesor 15mm. El soporte está formado por diez placas formando una rejilla con una mitad perpendicular a la otra. Las placas que forman este soporte tienen realizados unos escotes rectangulares en las intersecciones de las placas verticales y horizontales, para poder encajarlas entre sí en su posición asignada. Además, estos escotes tienen un 1mm de holgura en cada lateral en caso de producirse alguna inexactitud durante el proceso de fabricación.

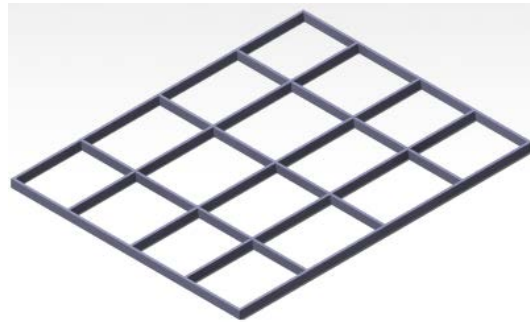


Fig. 91- Soporte de la placa superficie



Fig. 92- Placa con escotes

Las placas superficie presentarán una distribución geométrica de los taladros que permitirá el posicionamiento de las piezas durante el proceso de soldadura en posiciones de ángulo recto,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  y  $60^\circ$ . Esta geometría tiene como inicio una cuadrícula de taladros con una separación entre ejes de 200mm. Después tomando como centro taladros de la anterior cuadrícula, con una separación entre los seleccionados de 400mm, se sitúan ocho taladros angularmente con sus centros en una circunferencia de 200mm de diámetro. De estos ocho taladros cuatro forman ángulos de  $90^\circ$  o  $45^\circ$ . Mientras que los otros forman  $30^\circ$  o  $60^\circ$  respecto a la horizontal y vertical, respectivamente. Para aumentar las posibilidades y distancias que permiten formar ángulos de  $30^\circ$  o  $60^\circ$ , se sitúan más taladros formando una línea que pasa por sus centros, por el centro del taladro central de la formación angular, y por los dos taladros de la formación angular que forman el mismo ángulo. Estas líneas de taladros tienen una distancia entre ejes de 100mm, y se marcan con una ranura que pasa por sus centros, ayudando a su localización. Para ayudar también a posicionar las piezas y realizar medidas aproximadas, se crea una cuadrícula de ranuras equidistantes y perpendiculares entre sí, con una separación de 100mm. Los cáncamos a su vez se encuentran situados en cuatro taladros roscados en cada extremo de la placa superficie. Esta distribución geométrica de taladros y la posición de los cáncamos se pueden ver en las imágenes siguientes.



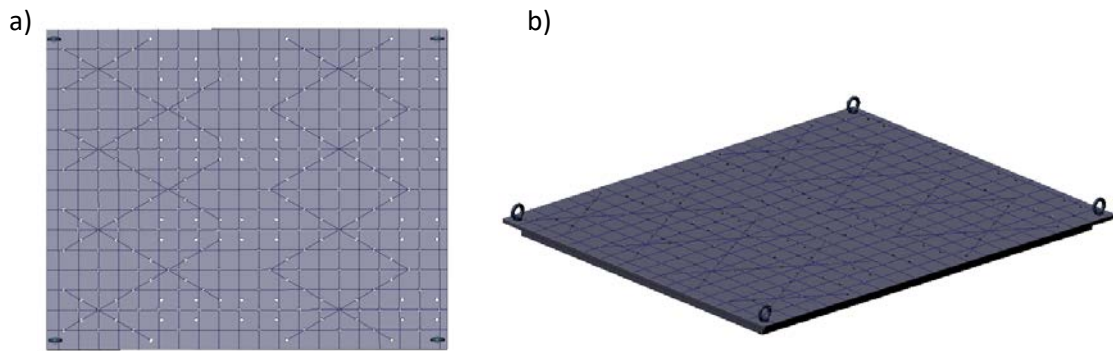


Fig. 93- a) Placa superficie, b) superficie de trabajo

Finalmente, la unión entre el sistema de elevación y la superficie de trabajo se realiza mediante una unión soldada, entre las placas laterales del soporte y los perfiles superiores. En la Fig.94 se muestra la unión entre el soporte de la superficie y los perfiles superiores.

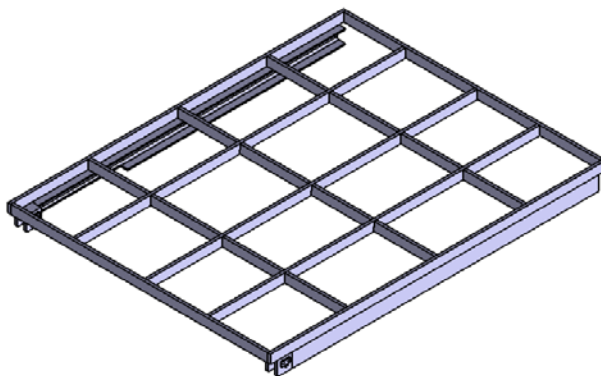


Fig. 94- Unión entre el sistema de elevación y la superficie

A continuación, en la Fig.95 se muestra el modelo definitivo de la mesa de soldadura y en la Fig. 94 la mesa en la posición superior, inferior y en un punto medio.

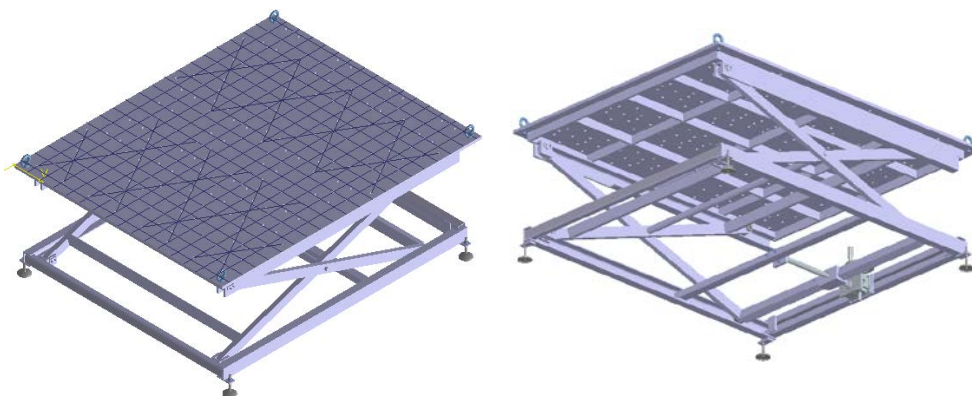


Fig. 95- Modelo definitivo de la mesa de soldadura

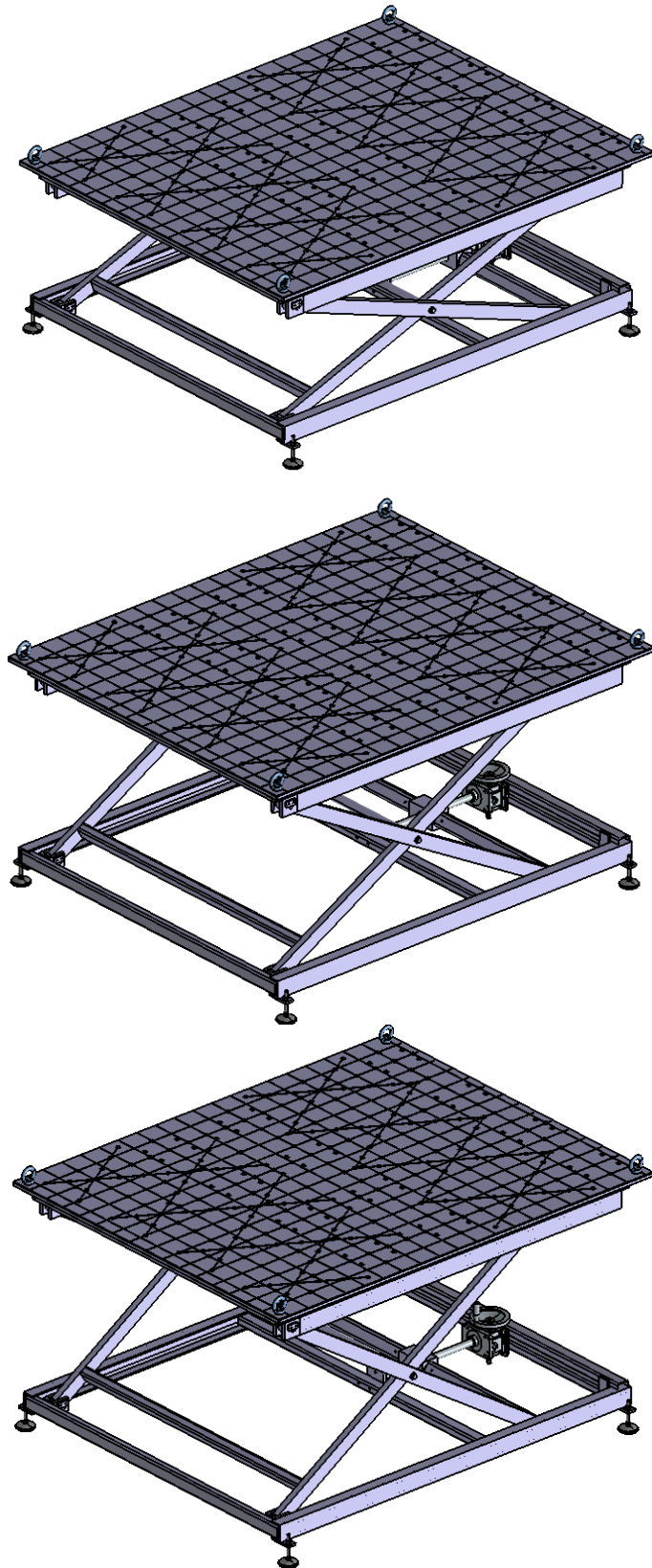


Fig. 96- Mesa en diferentes alturas





## 6.2 Selección de materiales

En primer lugar, se va a especificar el material y tratamientos de las dos placas utilizadas para formar la superficie de trabajo con la distribución geométrica de taladros. Estas son dos placas que se van a reutilizar y son de acero aleado, para mejorar el comportamiento de estas placas a este acero se le va a realizar un tratamiento de nitruración. La nitruración es un tratamiento termoquímico realizado a temperaturas comprendidas entre 500° y 525 °C, en el cual se aumenta la dureza superficial de la pieza. Este aumento de dureza es consecuencia de la absorción y difusión de nitrógeno, este se difunde en el hierro con facilidad por su volumen atómico pequeño y es capaz de formar una solución sólida de inserción. Se ha elegido este tratamiento térmico debido a que confiere a la pieza una mayor resistencia al desgaste y a esfuerzos de choques a pesar de la disminución de la tenacidad. Debido a esta disminución de tenacidad será necesario someter a la pieza previamente a un temple y revenido, para conseguir un núcleo con mayor ductilidad y evitar el peligro de la aparición de posibles deformaciones o grietas durante la nitruración. Este tratamiento térmico se puede realizar por diferentes procesos, pero en este caso se ha elegido la nitruración por plasma. Esto se debe a que permite un mejor control de la microestructura de la capa nitrurada, reduce el tiempo del tratamiento y la energía consumida. En la nitruración por plasma el aumento de temperatura de la pieza y el bombardeo iónico de nitrógeno a presión reducida permite la incorporación del nitrógeno en la superficie y su difusión hacia el interior de la pieza.

El primer paso de este tratamiento termoquímico es introducir la pieza en un horno de pared fría, en el cual primero se hace el vacío, y después se introduce una mezcla controlada de gases. Con la mezcla de gases introducida se crea una diferencia de potencial entre la pieza y la pared del horno, estos actuarán como cátodo y ánodo respectivamente. Esta diferencia de potencial ioniza el gas formando una descarga luminosa alrededor de la pieza. A su vez, el aumento de temperatura de la pieza proviene de la energía cinética liberada por los iones al bombardear la pieza. Una vez se alcanzan temperaturas superiores a 350 °C, el ion de nitrógeno se incorpora a la superficie del acero y adquiere suficiente movilidad para comenzar su difusión hacia el interior del material. En el interior del acero este nitrógeno se va a combinar con el hierro y con elementos aleantes como el aluminio, cromo, molibdeno o vanadio formando los nitruros. Como resultado de la precipitación de estos nitruros como partículas submicroscópicas dispersas se consigue una elevada dureza. Este tratamiento térmico también ofrece las ventajas de mejorar el comportamiento del acero frente a la corrosión, frente a las altas temperaturas y frente a la fatiga, y no es necesario realizar un tratamiento térmico posterior.



El perfil UPE 80 es un perfil estructural con una sección en forma de U y alas paralelas, de acuerdo con la norma de producto **UNE 36523:2008. Productos de acero. Perfil U de caras paralelas**. Al ser un perfil de alas paralelas las caras exteriores e interiores son perpendiculares al alma, y las uniones entre las caras internas del alma y las alas son redondeadas. Las piezas del prototipo de este tipo de perfil van a ser de acero S355.

Los perfiles estructurales son de acero S355, tanto los perfiles de dimensiones 60x40x4 como los de dimensiones 60x60x5, y es el mismo tipo de acero que el utilizado en los perfiles UPE. En el caso de todas las piezas cuyo producto inicial sea una placa, un tocho o una barra, el material que se va a utilizar es el acero S355. Se selecciona este material debido a que es un acero estándar en el mercado, además esto permite tener materiales similares en la soldadura. Dos materiales se consideran similares, cuando las propiedades físicas, químicas, la evolución respecto a un mismo ciclo térmico, la temperatura de fusión, el coeficiente de dilatación-contracción, conductividades térmica y eléctrica, y la variación del límite elástico con la temperatura son semejantes. El material de aportación en la soldadura también será similar al material base, para tener una soldadura similar homogénea.

Los casquillos con valona utilizados en el taladro central de las barras articuladas donde se van a unir es un casquillo de diámetro interior de 20mm, exterior de 23mm, y una longitud total de 16 mm con un cuello de 2mm de espesor. En esta ocasión es del fabricante *Norelem*, y se encuentra como cojinete de deslizamiento 23761 y es de bronce sinterizado. El casquillo utilizado en el extremo fijo se selecciona del mismo fabricante, y se puede encontrar como cojinete de deslizamiento cilíndrico 23730. Este tiene una longitud de 30mm, un diámetro externo de 24mm e interno de 20mm. Este cojinete es de acero galvanizado, y se puede usar con y sin lubricación.

Los rodamientos utilizados como rueda son un rodamiento guía con muñequilla, son del fabricante *Schaeffler* y el modelo es el KR5205-2RS. Estos rodamientos tienen anillos exteriores con superficie envolvente abombada, bulones macizos, dos hileras de bolas con jaulas de plástico y tiene obturado el labio en ambos lados. Su diámetro exterior es de 62mm, la muñequilla de diámetro 24mm y su parte roscada es de métrica M24x1,5, además su capacidad de carga dinámica efectiva radial es de 18800 N. Este rodamiento se fija a la barra de la tijera mediante el uso de una tuerca hexagonal de forma baja DIN 439 M24. En el caso de los dos rodamientos utilizados para unir el sistema de tijeras con la tuerca del elevador de husillo, son rodamientos de rodillos cilíndricos del modelo NUP2305-E-XL-TVP2. Estos rodamientos son del mismo fabricante que los otros rodamientos anteriores, y son rodamientos fijos,



desmontables y con jaula. Al ser rodamientos despiezables son más fáciles de montar y desmontar, y ambos anillos pueden tener un ajuste forzado. Del mismo modo al ser con jaula son muy rígidos y soportan elevadas cargas radiales. Además, al ser fijos también absorben fuerzas axiales. El diámetro exterior es de 52mm, el interior de 25mm, la anchura es 15mm y la capacidad de carga dinámica radial es de 34500 N. En el caso de ambos modelos de rodamientos las medidas del agujero y eje para su montaje se obtienen de las recomendaciones del fabricante.

Los pies articulados utilizados son del fabricante *Norelem*, el disco del pie articulado es de plástico, con diámetro de 80mm y el modelo 27800-1080. El husillo roscado del pie articulado es de acero con métrica 14, longitud igual a 100mm y el modelo es 27810-141001. La fijación de este pie a la placa se realiza mediante dos tuercas hexagonales DIN 934 y métrica 14 (M14).

El elevador de husillo utilizado es del fabricante *Niasa*, la ejecución elegida tiene un husillo que no se desplaza con el accionamiento del sinfín, sino que solo gira, siendo la tuerca la que se desplaza a lo largo del mismo. La carga axial admisible por el husillo elegido es de 25 KN y su modelo es el M3-R. el husillo es de rosca trapezoidal y tiene una carrera de 400mm En el caso de la tuerca del husillo trapezoidal, se elige una tuerca de bronce, de seguridad y con una brida EFM. En el final del husillo se va a utilizar un cojinete de apoyo flotante del mismo fabricante, y el modelo para nuestro elevador es el BPR-3. La sujeción del elevador de husillo, tanto en su parte inicial como en el apoyo flotante, se va a realizar mediante los siguientes elementos normalizados: tornillos DIN 912 M10x45, tornillos DIN 912 M10x100, arandelas DIN 6902 M10 y tuercas hexagonales DIN 934 M10. Sin embargo, la unión de la tuerca a la pieza central rectangular, que sirve como unión entre la tuerca y las tijeras, se realiza mediante tornillos DIN 912 M6x25. Además, el movimiento de la caja de transmisión se realiza mediante un volante obtenido del mismo fabricante con diámetro igual a 180mm.

Otros elementos normalizados encontrados en el modelo son los tornillos DIN 912 M6x16 y las arandelas DIN 125 M6 utilizados en la fijación de la placa para evitar el giro y traslación de los ejes que articulan los extremos de las barras articuladas. Así mismo en el caso de la fijación entre el perfil 60x60x5 y la pieza maciza de su interior se utilizan tornillos DIN 912 M8x16.

A modo de resumen a continuación, se van a enumerar en una tabla todos los elementos comerciales utilizados en el modelo, con una foto y su material.

Tabla 1- Componentes comerciales

Componente	Material	Imagen
Tornillo DIN 912 M10x100	Acero	
Tornillo DIN 912 M10x45	Acero	
Tornillo DIN 912 M8x16	Acero	
Tornillo DIN 912 M6x25	Acero	
Tornillo DIN 912 M6x16	Acero	
Tuerca DIN 439 M24	Acero	
Tuerca DIN 934 M14	Acero	
Tuerca DIN 934 M10	Acero	
Arandela DIN 125 M6	Acero	
Arandela DIN 6902 M10	acero	
Tuerca EFM	Bronce	
Volante del elevador de husillo	Acero	
Apoyo flotante	Acero	
Rodamiento KR5205-2RS	Acero	
Rodamiento NUP2305	Acero	
Casquillo con cuello 23761	Bronce	
Casquillo 23730	Acero galvanizado	
Perfil UPE 80	Acero S355	
Perfil rectangular 60x40x4	Acero S355	
Perfil cuadrado 60x5	Acero S355	

Capítulo 7:  
Proceso de  
fabricación y  
montaje



Este apartado se va a iniciar con una breve presentación de las máquinas y equipos a utilizar en el taller para la fabricación de la mesa de soldadura.

- El equipo de soldadura es un equipo de soldadura MIG del fabricante *Oerlikon* y modelo *Citopuls MXW 420*.
- Fresadora puente C.N. del fabricante *DYE* y modelo *FPT-2-N-C*. Esta máquina-herramienta se utiliza para dar formas complejas a piezas de metal u otros materiales. Tiene un control *SIEMENS SINUMERIK 840 D*.



Fig. 97- Fresadora puente DYE

- Torno compacto *Index G200* (Fig.97) equipado con una unidad de control *Index C200-4*, y tiene dos husillos. Su velocidad de rotación máxima en el husillo es de 6300rpm, además el recorrido del eje X es de 120mm y el del eje Z de 400mm.



Fig. 98-Torno compacto Index G200

- Sierra de cinta *FAT 250/M* (Fig.98) tiene una velocidad de corte de 35-70 m/min, una potencia de motor de 0,5 Kw y permite cortar en ángulo recto y de 45°. La capacidad de corte para el ángulo recto (90°) es un diámetro de 220mm, un perfil cuadrado de 200mm y un perfil rectangular de 200x150mm. en el caso del ángulo de 45° la capacidad

de corte es un diámetro de 155mm, un perfil cuadrado de 140mm y un perfil rectangular de 140x140mm.



Fig. 99- Sierra de cinta FAT 250/M

- Taladro de columna MODIG UBM 30.



Fig. 100- Taladro de columna

## 7.1 Proceso de fabricación

En este apartado de la memoria se va a describir el proceso de fabricación necesario para llevar a cabo la manufactura de la mesa de soldadura. Se entiende como proceso de fabricación el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar el material bruto de partida hasta la obtención de un producto acabado de acuerdo con unas especificaciones de geometría, tamaño y acabado superficial. Estos pueden agruparse en seis tipos:



- Moldeo
- Conformado por deformación
- Mecanizado
- Unión
- Acabado
- Nanofabricación

La primera operación que se va a llevar a cabo va a ser cortar el perfil rectangular de longitud base, con dimensiones 60x40x4, con las medidas adecuadas para obtener las secciones de este perfil. Se necesita cortar cuatro secciones de longitud 1510mm y dos secciones de longitud de 1302mm. En la sierra también se van a cortar dos secciones de longitud 611mm del perfil madre de 60x60x5.

Continuando con el uso de la sierra de cinta se van a cortar las longitudes de las secciones UPE 80 del material bruto, se van a necesitar dos secciones de longitud 1874mm y dos de longitud 1720mm. Así mismo, se va a cortar de un tocho de diámetro 20mm dos piezas de longitud 84mm, otras dos de longitud 86mm y finalmente dos secciones de longitud 78mm. Concluyendo con las operaciones realizadas con la sierra, se va a cortar una sección de longitud 1298mm de un bruto de diámetro 40mm.

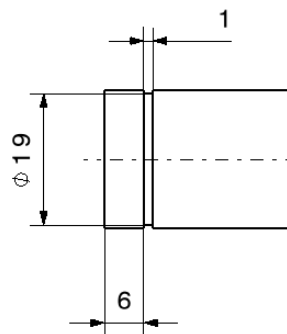


Fig. 101- Ranura en la sección de diámetro 20mm

A las dos secciones de barra de diámetro 20mm y longitud 78mm, cortadas previamente, se las va a realizar una ranura de 1mm de ancho y 0,5mm de profundidad. Esta ranura se realiza a 6mm de uno de sus extremos, y se realiza para posicionar un anillo de fijación.

Posteriormente estas dos secciones se soldarán a la barra de diámetro 40mm cortada previamente. Esta unión soldada se realizará entre los extremos opuestos a la ranura de las barras de diámetro 20mm y los extremos de la barra de 40mm. Estas barras se soldarán de tal modo que las tres barras cilíndricas sean coaxiales. Después de su soldadura la pieza obtenida no necesitará ninguna operación de fabricación a mayores, teniendo fabricado el eje central del sistema de tijeras.

La siguiente operación se va a realizar en la fresadora y se van a mecanizar placas de una placa madre de espesor 8mm. De ella se van a mecanizar ocho placas de medidas 50x25x8mm y dos placas de medidas 60x35x8mm. De una placa madre de espesor 10mm se van a mecanizar dos placas de medidas 90x50x10mm (placas de refuerzo y unión en dos perfiles 60x40x4), cuatro placas de medidas 80x40x10mm (placas de soporte para los pies) y la placa que se fija al inicio del elevador de husillo de dimensiones 180x120x10mm. Finalmente de una placa madre de espesor 15mm se va a mecanizar una placa de dimensiones 100x100x15mm, esta placa se fija al final del elevador de husillo. Estas placas se obtienen directamente con el espesor necesario ya que no se va a mecanizar ninguna de sus caras

En el caso de las placas de superficie 80x40x10mm se les va a realizar un taladro pasante para poder posicionar el husillo del pie articulado, estos se realizan en el taladro de columna. Esta placa taladrada se muestra en la Fig.101

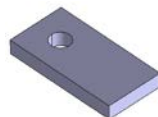


Fig. 102- Placa pie articulado

A las placas de superficie 50x25x8mm se les van a realizar dos taladros en el taladro de columna y posteriormente se realizará un avellanado en cada orificio. Esta placa taladrada se muestra en la Fig.102

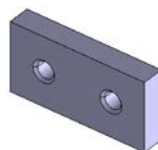


Fig. 103- Placa tope eje(50x25x8mm)

A la placa que fija el inicio del elevador (dimensiones 180x120x10mm) se le van a realizar cuatro taladros lisos pasantes en sus esquinas, además las esquinas se redondearán. Estas operaciones se realizan en la fresadora. De igual manera en la placa final de elevador (dimensiones 100x100x15) se van a hacer cuatro taladros y se redondearán sus esquinas. Finalmente, para concluir con las operaciones llevadas a cabo en las placas con y sin taladros se van a mecanizar las aristas vivas de todas ellas. A continuación, se muestran imágenes de las placas taladradas.

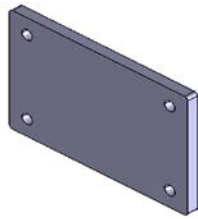


Fig. 105- Placa inicio  
elevador de  
husillo(180x120x10mm)

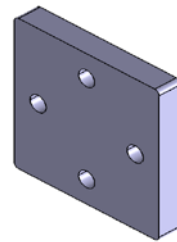


Fig. 105- Placa final  
husillo(100x100x15mm)

Siguiendo con el uso de la fresadora puente se van a mecanizar los extremos de las dos secciones de barra diámetro 20mm y longitud 84mm y las dos de longitud 86mm. En las cuatro secciones se les va a mecanizar en ambos extremos la mitad del cilindro con profundidad de 10mm. Este extremo mecanizado se presenta en la siguiente imagen.

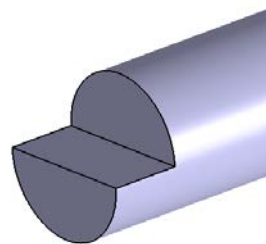


Fig. 106- Fresado extremo  
secciones diámetro 20mm

Una vez se han mecanizado los extremos de las secciones de diámetro 20mm, se introduce una de las secciones del perfil rectangular 60x40x4 de longitud 1510mm. En este perfil se va a realizar un corte en ambos extremos de medidas 60x36 y profundidad igual a 15mm, se puede ver en la imagen a continuación.

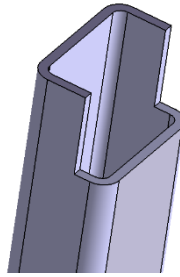


Fig. 107- Corte perfil  
60x40x4

Además, a esta sección de perfil 60x40x4 se le van a realizar dos taladros pasantes en el taladro de columna, estos taladros son para permitir el paso de los tornillos que se utilizan para fijar el elevador. Estos taladros se realizan en las caras de altura 40mm, sus posiciones exactas se encuentran definidas en los planos. De igual modo en una de las secciones de igual longitud y perfil que la anterior se le van a realizar dos taladros pasantes con el taladro en sus caras de altura 40mm. Para finalizar con las operaciones realizadas a los perfiles rectangulares, se va a realizar un taladro pasante en ambos perfiles de dimensiones 60x60x5.

Para la fabricación de la superficie de la mesa se va a comenzar introduciendo las dos placas de medidas 1000x1600mm y espesor 20mm en la fresadora puente, en ella se realizarán los taladros pasantes con un chaflán en sus aristas según la distribución geométrica. Además, también se realizarán cuatro taladros roscados pasantes en las esquinas, para la fijación de los cáncamos. Después se le realizará un redondeo de 3mm en las aristas y de 6mm en los vértices, para evitar lesiones. Finalmente se realizarán unas ranuras de profundidad de 1mm, estas ranuras se representan en la Fig.107 como líneas en gris.

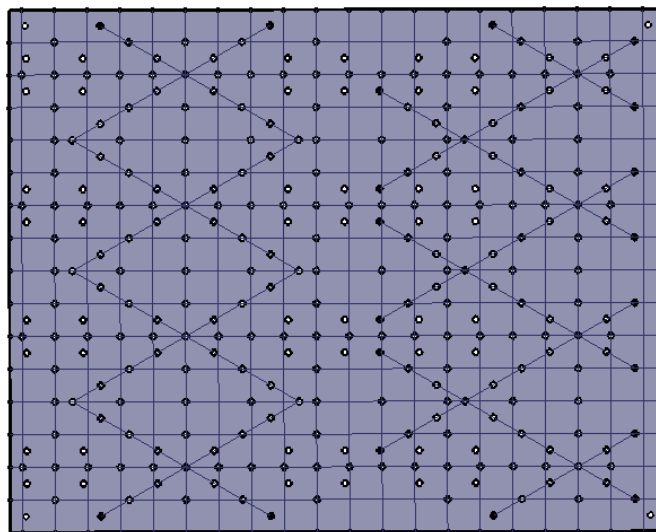


Fig. 108- Ranuras superficie

Para terminar con los sólidos que formaran la superficie de la mesa, se fijará una placa madre de espesor 15mm y se obtendrán las placas que forman el soporte de la placa superficie. Estas placas serán de cuatro tamaños, dos corresponderán con las placas horizontales, dentro de las cuales habrá dos placas rectangulares y tres con escotes que permiten el montaje total de las placas. Los otros dos tamaños de placas serán verticales y al igual que las horizontales dos serán rectangulares y tres tendrán escotes.

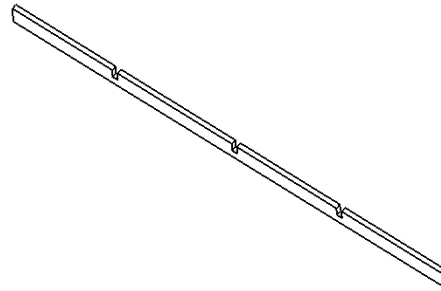


Fig. 109- Placa con escotes

Continuando con el proceso de fabricación se van a fabricar dos piezas iguales, estas piezas se obtienen de un tocho rectangular de dimensiones 72x50x50. La primera operación que se va a realizar es un refrentado de 2mm para crear una cara completamente perpendicular, después se realiza de un cilindrado de diámetro 34mm y longitud 30mm, y seguidamente otro cilindrado, pero esta vez de diámetro 32mm y longitud 25mm. En el taladro de columna se van a realizar dos taladros roscados y ciegos situados en caras opuestas. Para finalizar su fabricación se va a realizar un redondeo de radio 5mm a las aristas transversales de la parte rectangular, además de matar las aristas vivas. A esta pieza se la va a denominar eje del perfil cuadrado, ya que su función es actuar como eje del perfil cuadrado en el rodamiento NUP 2305, permitiendo el giro del perfil. Esta pieza se puede observar a continuación.

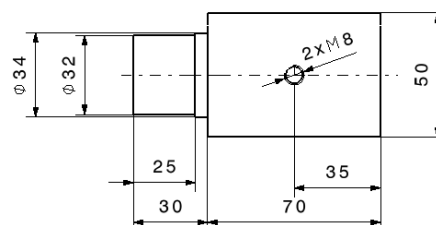


Fig. 110- Pieza eje perfil cuadrado

En el torno se va a introducir un tocho de acero rectangular de dimensiones 150x90x90, a este se le va a realizar un taladro pasante de diámetro 38mm con centro en el punto central de la cara con medidas 150x90. Aprovechando el tener la pieza fijada en esa posición se va a realizar 6 taladros roscados M6 angularmente a ese taladro, y con sus centros en una circunferencia de diámetro 50mm. Cambiando la fijación de la pieza en el torno se va a realizar un cilindrado en el lateral de diámetro 50mm y profundidad 35mm. Seguido de otro cilindrado de diámetro 55mm y profundidad 5mm, también se realiza un chaflán en la entrada de profundidad 3mm y ángulo de 15°. Para finalizar la fabricación de esta pieza (Fig.110) se le realizará un desbastado y acabado superficial en la fresadora de todas las caras, eliminando un espesor 5mm en todas las caras, además se matarán las aristas vivas.

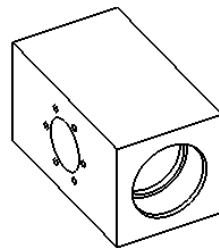


Fig. 111- Pieza unión central

En esta ocasión se partirá de un tocho rectangular de dimensiones 80x70x60 y se introducirá en la fresa. Al tocho se le va a desbastar la zona central para obtener una pieza en forma de U como se puede observar en la Fig.111. Además, a esta pieza en su parte lateral se le realizará un taladro liso de diámetro 20mm pasante, y cuatro taladros roscados dos en cada lado de métrica 6 y longitud de 6mm. Para terminar con la fabricación de esta pieza en la fresa se hará una pasada de acabado en las caras laterales y se mecanizarán las aristas vivas. Se realizarán dos piezas por lo que estas operaciones deberán repetirse en un tocho de acero con las mismas dimensiones y serán las piezas soporte inferiores. En la posterior imagen se representa el corte de la pieza, el eje del taladro marca el cambio de altura en la línea de corte.

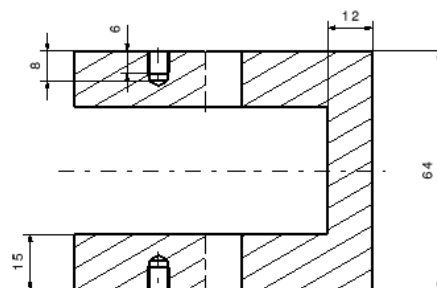


Fig. 112- Pieza soporte inferior

Las operaciones de fabricación realizadas al tocho rectangular anterior se van a repetir de nuevo, pero en esta ocasión para dos tochos de dimensiones 80x80x70mm. Los taladros roscados y el taladro pasante liso tendrán las mismas dimensiones. A continuación, se muestra un corte acotado de la pieza para mayor entendimiento de lo descrito, esta pieza es la pieza soporte superior.

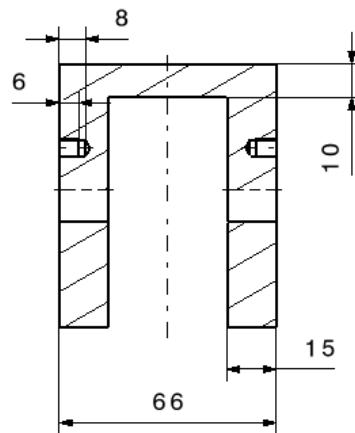


Fig. 113- Pieza soporte superior

Tomando los perfiles UPE 80 de longitud 1720mm se les va a mecanizar el ala inferior en una sección rectangular de dimensiones 500x40mm, este corte evita posibles intersecciones con la tijera durante su vida útil. Estos dos perfiles se deben fabricar como simétricos entre sí y en su extremo seccionado se realizará una soldadura a tope entre el perfil y la pieza soporte superior (Fig.113). A continuación, se muestra el perfil superior, resultado de la unión de la sección UPE 80 con la pieza soporte superior, en ella también se puede observar la sección realizada al perfil.

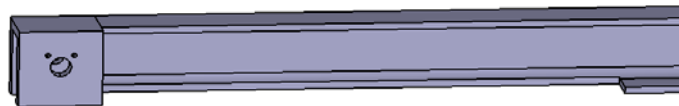


Fig. 114- Unión entre la pieza soporte superior y el perfil UPE 80 superior

Con las siguientes operaciones finalizan las operaciones de mecanización de las piezas por separado y comienza la operación de montaje de la mesa de soldadura, estas operaciones de fabricación van a corresponder con la fabricación de las cuatro barras de la tijera. La primera consiste en mecanizar la geometría de la barra en la placa madre de espesor. Los extremos de esta barra se van a mecanizar de tal forma, que su extremo termine en la mitad de una circunferencia de 60mm de diámetro, esto se puede observar en la Fig.114 En el centro de cada circunferencia de los extremos se va a realizar un taladro pasante, en un extremo será de diámetro 23mm y el otro de diámetro 24mm. En la mitad de longitud y ancho de la barra se realizará un taladro pasante de diámetro 24mm. Para completar las operaciones de fabricación se realizará un desbastado y una pasada de acabado en las caras de ancho igual a 60mm hasta dejar la pieza con un espesor de 30mm.

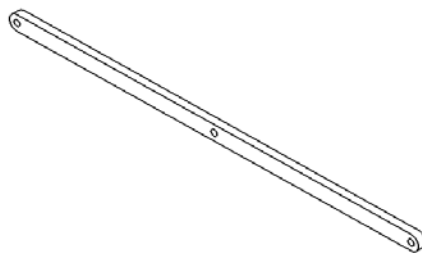


Fig. 115- Barra de la tijera

## 7.2 Orden de montaje

A continuación, se enumeran en una tabla los elementos obtenidos mediante los procesos de fabricación con sus características y la denominación asignada.

Tabla 2- Sólidos obtenidos del proceso de fabricación

Denominación	Descripción	Cantidad
Perfil 1	Sección del perfil 60x40x4 y longitud 1510mm	2
Perfil 2	Sección del perfil 60x40x4, longitud 1510mm y dos taladros pasantes en una de sus caras	1
Perfil 3	Sección del perfil 60x40x4, longitud 1510mm, extremos con cortes y dos taladros pasantes en una de sus caras.	1
Perfil 4	Sección del perfil 60x40x4 con 1302mm de longitud.	2
Perfil 5	Sección del perfil 60x60x5 con 611mm de longitud	2
Placa refuerzo	Placa con medidas 50x90x10mm	2
Placa pie articulado	Placa de medidas 80x40x10 y con un taladro liso y pasante	4
Placa tope eje	Placa de medidas 50x25x8mm	16
Placa posición perfil 2	Placa de medidas 60x35x8mm	2





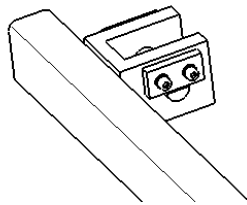
Placa inicio elevador	Placa con medidas 180x120x10mm, cuatro taladros en sus extremos y las esquinas redondeadas	1
Placa final elevador	Placa de medidas 100x100x15mm y con cuatro taladros lisos y pasantes	1
Perfil UPE 80 inferior	Sección de perfil UPE80 con longitud 1874mm	2
Perfil superior	Sección de longitud 1720mm del perfil UPE 80 soldada a la pieza soporte superior en forma de U	1
Perfil superior simétrico	Pieza simétrica a la anterior	1
Barra tijera	Barra con extremos redondeados de radio 30mm, tres taladros pasantes y espesor de 30mm	4
Pieza soporte inferior	Pieza obtenida de un tocho rectangular con medidas exteriores de 80x70x60 y forma de U	2
Pieza soporte superior	Pieza obtenida de un tocho rectangular con medidas exteriores de 80x80x70 y forma de U	2
Eje superior	Sección de barra diámetro 20mm, longitud de 84mm y extremos seccionados	2
Eje inferior	Sección de barra diámetro 20mm, longitud de 86mm y extremos seccionados	2
Eje central	Pieza con dos secciones de 20mm de diámetro y una ranura soldadas a una sección de diámetro 40mm	1
Pieza unión central	Pieza rectangular con un taladro pasante en su parte central, con 6 taladros ciegos y roscados, y dos taladros en sus laterales	1
Eje perfil cuadrado	Pieza con parte cilíndrica de dos diámetros y parte rectangular con dos taladros ciegos que se introduce en el perfil 5	2
Placa superficie	Conjunto formado por dos placas con las mismas dimensiones y a las cuales se les han realizado una geometría de taladros	1
Placa horizontal soporte lateral	Placa de posición horizontal, sin escotes y espesor 15mm que formara parte del soporte de la superficie	2
Placa horizontal soporte parte interior	Placa de posición horizontal, con escotes y espesor 15mm que formara parte de las placas interiores del soporte de la superficie	3
Placa vertical soporte lateral	Placa de posición vertical, sin escotes y espesor 15mm que formara parte del soporte de la superficie	2
Placa vertical soporte parte interior	Placa de posición vertical, con escotes y espesor 15mm que formara parte de las placas interiores del soporte de la superficie	3

El primer subconjunto del cual se va a realizar el montaje es la bancada inferior, esta está compuesta por los siguientes elementos:

- Dos perfiles 1
- Perfil 2
- Perfil 3
- Las dos placas refuerzo
- Las dos placas de posición del perfil 2

- Las cuatro placas pie articulado
- La placa final de elevador
- La placa inicio de elevador
- Las dos piezas soporte inferior

Se va a empezar soldando con un cordón de solape las dos placas de refuerzo a 50mm de los extremos del perfil 3 y de un perfil 1, los extremos de los perfiles deben quedar en el mismo plano, su posición y cotas exactas se mostrarán en los planos. A ambos perfiles UPE 80 inferiores se les va a soldar en la parte interior del ala inferior las dos placas posición del perfil 2, se realizará una soldadura de solape. Por otra parte, al otro perfil 1 se le sueldan las piezas soporte inferior con la orientación mostrada en la Fig.115.



*Fig. 116- Posición pieza soporte inferior*

En los perfiles UPE 80 en la cara exterior del ala inferior se le van a soldar a cada uno dos placas pie articulado, teniendo así las placas para los pies articulados fijadas a la bancada. Ahora en las placas de posición se va a soldar en cada una un extremo del perfil 2, teniendo de esta forma fija la distancia entre los dos perfiles UPE 80 inferiores y será una soldadura en forma de T. A los perfiles UPE se les va a soldar en unos de sus extremos en la cara exterior del ala superior el perfil 3 y en la parte interior se suelda el perfil 1, recordar que estos perfiles rectangulares estaban unidos entre sí con la placa refuerzo. Finalmente se va a soldar el perfil 1 con las piezas soporte inferior en el extremo contrario de los perfiles UPE, con cada extremo soldado a solape en cada perfil. Insertando los pies articulados en las placas del pie articulado soldadas y fijándolos con las tuercas se obtiene el siguiente subconjunto del prototipo (Fig.116).

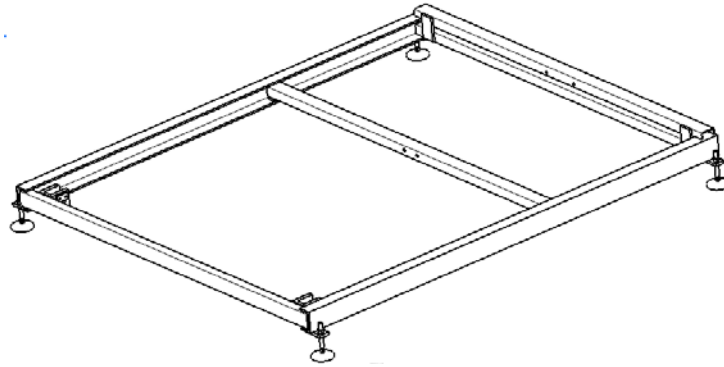


Fig. 117- Bancada

Para comenzar con el montaje de las tijeras se van a insertar dos cojinetes con cuello en el taladro central de cada una de las cuatro barras de la tijera. De tal modo, que en los cuellos de ambos casquillos queden en los laterales, esto se puede ver en la Fig.117. En el taladro de diámetro 23mm se insertará un casquillo antifricción cilíndrico, y en el taladro del extremo con diámetro 24mm se introducirá un rodamiento KR5205-2rs fijándolo con una tuerca DIN 439 M24. Una vez se encuentran las barras de la tijera montadas con sus casquillos y rodamientos correspondientes, se van a colocar las cuatro en su posición determinada, fijadas mediante el eje central y sus anillos de fijación. Para asegurar la distancia entre las dos tijeras constante se sueldan los extremos de los dos perfiles 4 a las barras interiores, el resultado se puede observar en la Fig.118.

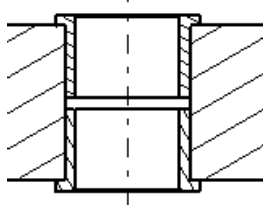
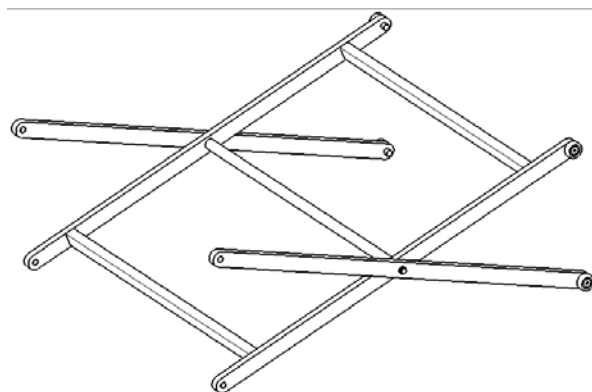
Fig. 119- Taladro central  
barra de la tijera

Fig. 119- Sistema de tijeras

Este sistema de tijeras se situará en la bancada con los rodamientos inferiores dentro de los perfiles UPE 80. El extremo inferior con un casquillo cilíndrico se articula en la pieza soporte inferior mediante el eje inferior. Una vez se haya insertado el eje en la pieza soporte se posicionará una placa tope eje en cada

lateral con ayuda de cuatro tornillos DIN 912 M6x16 y cuatro arandelas DIN125 M6. Esta operación se realizará en ambos extremos inferiores de las tijeras obteniendo el resultado mostrado en la Fig.119.

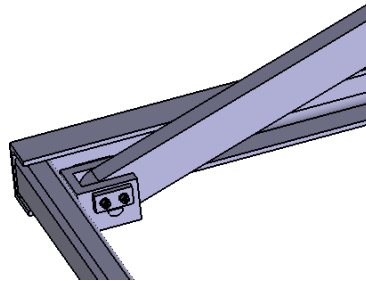


Fig. 120- Soporte extremos inferiores  
tijera

Por otro lado, en el taladro pasante de la pieza unión central se introducirá la tuerca del elevador de husillo, uniéndolas mediante el uso de seis tornillos DIN 912 M6x25. Estos tornillos se roscarán en los taladros roscados dispuestos en forma angular en ambas piezas. Mientras que en los cilindrados laterales en la pieza unión central se van a montar los rodamientos en cada agujero de su lateral, estos quedarán apoyados en la cara producida por el cambio de diámetro de la pieza. En cada rodamiento se va a encajar la pieza eje perfil cuadrado, previamente fijada con dos tornillos DIN 912 M8x25 al perfil 60x60x5, de tal forma que se permita el giro del perfil respecto de la pieza unión central. Para concluir con el montaje entre estos sólidos se posiciona el apoyo flotante al final del husillo, obteniendo una configuración similar a la presentada en la siguiente imagen.

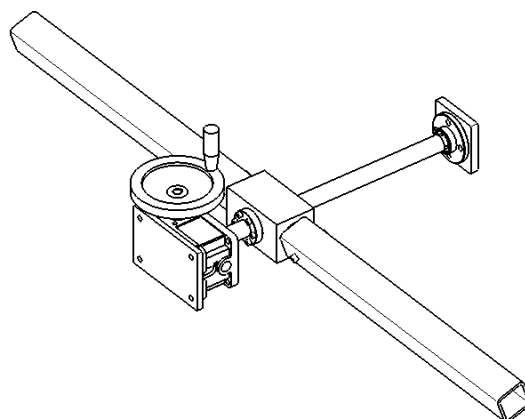


Fig. 121- Elevador de husillo y elementos unión con las  
tijeras

El elevador de husillo y las demás piezas presentadas en la imagen anterior se colocarán en el interior de bancada de tal forma que la altura y posición de los perfiles 5 sea la correcta para realizar su unión soldada de los extremos de ambos perfiles a las barras interiores de ambas tijeras. Una vez se encuentre en esa posición se unirá el inicio del elevador y el final a sus respectivas placas y perfiles. Esta unión se realiza mediante tornillos D912 M10, arandelas M10 y tuercas hexagonales DIN 934 M10. En esta posición se realizarán sendos cordones de soldadura en T entre las placas y los perfiles, el resultado se muestra a continuación.

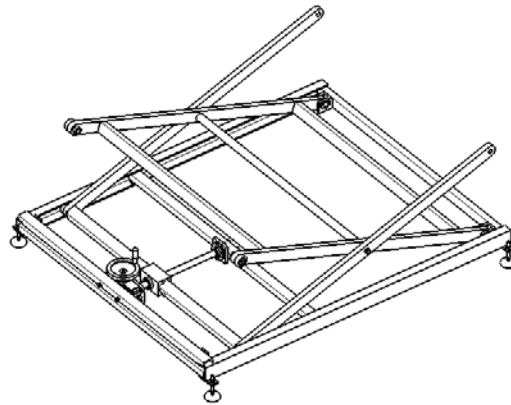


Fig. 122- Avance del montaje

Para finalizar con el montaje del sistema de elevación se va a colocar el perfil superior de tal modo, que el rodamiento superior quede en su interior y se pueda unir el extremo contrario a la pieza soporte superior. Esta unión se realizará de igual manera que la del extremo inferior mediante el paso del eje superior. A este eje le restringirán el giro y la traslación, mediante la colocación de las placas tope eje con sus tornillos y arandelas al perfil superior. El montaje de la otra tijera con el perfil superior se realizará siguiendo los mismos pasos. En este momento el sistema de elevación (Fig.122) se halla montado solo será necesario el montaje de la superficie para obtener la mesa de soldadura.

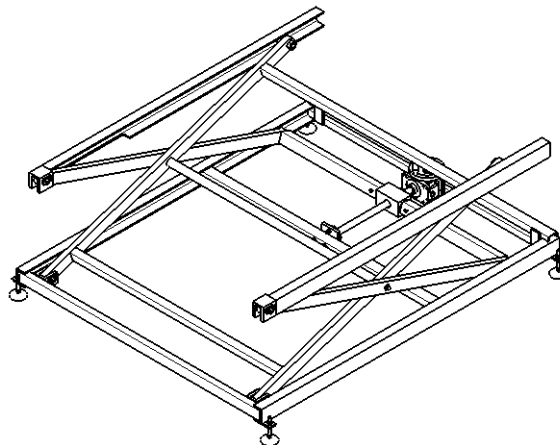


Fig. 123- Sistema de elevación montado

El montaje de la superficie empieza con el montaje de la rejilla formada por las placas de espesor 15mm de tal forma, que los escotes realizados en ellas permitan su acoplamiento. Una vez se tenga la rejilla montada, se realizará una soldadura en ángulo entre los extremos de las placas interiores y la cara de las placas laterales con las que se encuentran en contacto. Además, esta rejilla se soldará a las placas superficie mediante una soldadura en ángulo e intermitente, dando un resultado como el de la Fig.123. Para finalizar el montaje del subconjunto superficie será necesario roscar los cuatro cáncamos en los taladros roscados de los extremos

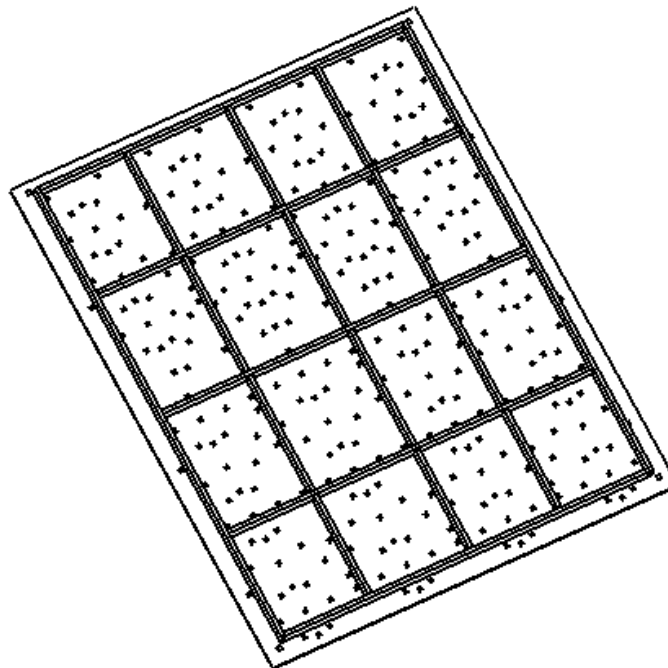
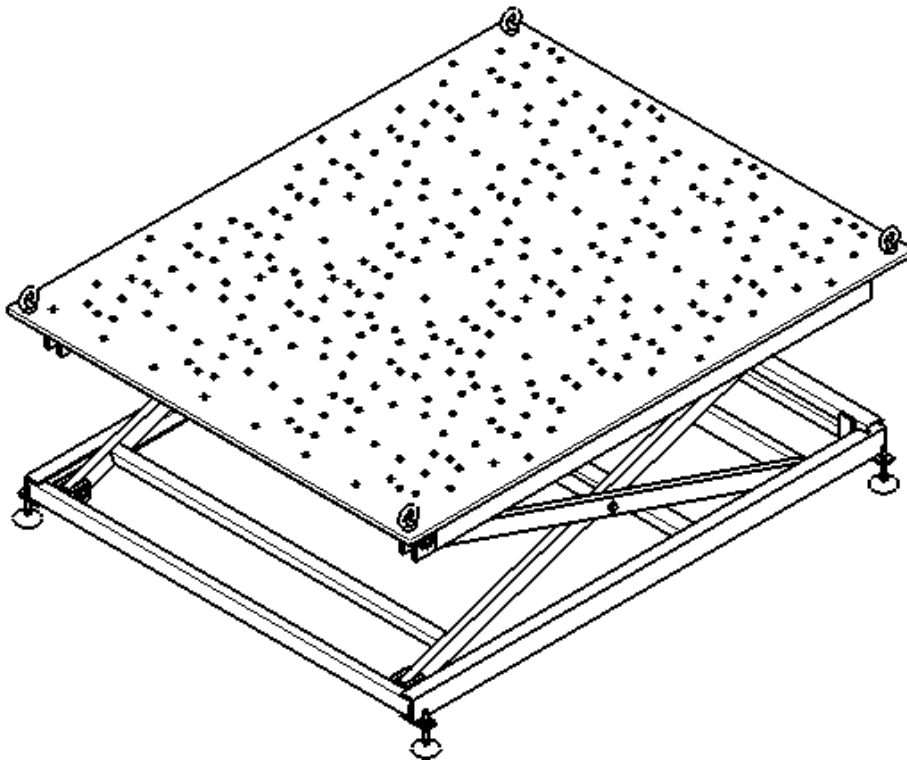


Fig. 124- Superficie

Para completar con el montaje de la mesa de soldadura (Fig.124) se realizará una soldadura a tope entre las placas horizontales laterales del soporte de la superficie y el alma de los perfiles superiores. En el sistema montado la cara del alma exterior coincide con la posición de la cara exterior de la placa lateral del soporte, en ambos perfiles.



*Fig. 125- Mesa de soldadura montada*





# Capítulo 8: Presupuesto





En este apartado se va a realizar un coste de fabricación aproximado de la mesa de soldadura, obteniendo una estimación de la cantidad monetaria necesaria para llevar a cabo su fabricación. El coste de fabricación va a ser el resultado de sumar el coste de mano de obra, el coste de la materia prima y el gasto generado por la maquinaria necesaria para llevar a cabo la realización del diseño.

$$CT = CMP + CMO + CM$$

Donde:

CT: coste total de fabricación

CMP: coste de la materia prima

CMO: coste de la mano de obra

CM: coste del uso de la maquinaria

Viendo que el presupuesto se puede dividir en tres áreas diferenciadas, se van a realizar los cálculos de cada área por separado y finalmente se hará un presupuesto total.

## 8.1 Materia prima

Dentro de este campo se va a poder distinguir dos tipos de gastos de la materia prima:

- Los gastos de la materia prima que más adelante necesitara pasar por un proceso de fabricación antes de convertirse en el sólido exacto del diseño.
- Los gastos de los componentes comerciales, como puede ser un tornillo o una tuerca.

Atendiendo a esta clasificación se van a realizar los cálculos de los componentes comerciales y de la materia prima por separado.

### 8.1.1 Componentes comerciales

En la tabla siguiente se agrupan todos los componentes comerciales que se encuentran en el prototipo de la mesa de soldadura, junto con su precio unitario, las unidades de cada elemento y el precio total por elemento. Al final de la tabla se encuentra el coste total de todos los componentes comerciales.

Tabla 3- Tabla componentes comerciales

Componente	Unidades	Precio/unidad	Marca	Precio total (€)
Elevador de husillo M3-R y sus accesorios	1	600 €/u	Niasa	600 €
Rodamiento KR5205-2RS	4	130,2 €/u	Schaeffler	520,8 €
Rodamiento NUP-2305	2	520,16 €/u	Schaeffler	1040,32 €
Arandela DIN EN ISO 7089 M6	16	0,15 €/u	Norelem	2,4 €
Arandela DIN 7089 M10	8	0,20 €/u	Norelem	1,6 €
Tuerca cabeza hexagonal DIN 439 M24	4	2,74 €/u	Norelem	10,96 €
Tuerca cabeza hexagonal DIN 934 M14	4	0,67 €/u	Norelem	2,68 €
Tuerca cabeza hexagonal DIN 934 M10	8	0,31 €/u	Norelem	2,48 €
Tornillo DIN 912 M6x16	16	0,15 €/u	Norelem	0,6 €
Tornillo DIN 912 M8x16	4	0,15 €/u	Norelem	0,6 €
Tornillo DIN 912 M10x45	4	0,49 €/u	Norelem	1,96 €
Tornillo DIN 912 M10x100	4	0,78 €/u	Norelem	3,12 €
Anillo de retención DIN 471 D20	2	0,29 €/u	Norelem	0,58 €
Cojinetes de deslizamiento de bronce sinterizado D20	8	5,14 €/u	Norelem	41,12 €
Cojinetes de deslizamiento cilíndrico	4	1,38 €/u	Norelem	5,52 €
Husillo roscado para pies articulados M14x100 (acero)	4	3,45 €/u	Norelem	13,8 €
Disco para pie articulado de plástico D80	4	2,14 €/u	Norelem	8,56 €
Tornillo con ojo DIN 580 M20	4	4,19 €/u	Norelem	16,76 €
				2273,86 €

### 8.1.2 Materia prima con proceso de fabricación

En esta área del presupuesto se va a considerar el precio total de la pieza, ya que en el caso de perfiles o placas no se puede adquirir el producto con las dimensiones exactas. Sino que se tiene que comprar con unas dimensiones concretas, y posteriormente mecanizar para conseguir las dimensiones determinadas. En esta sección no se va a considerar el precio de las placas utilizadas como superficie de trabajo, ya que como se especificó al principio estas serán reutilizadas, esto es un requisito del cliente.

Para realizar esta aproximación se van a clasificar todos los elementos en base al perfil o espesor de placa al que correspondan. En primer lugar, se van a clasificar las piezas cuya sección es perfil rectangular de medidas 60x40x4, estas junto con sus longitudes se muestran a continuación. En la tabla, en el caso de llevar un numero delante seguido de una x identifica el número de unidades iguales que hay, y que son más de una.

Tabla 4- Perfil rectangular 60x40x4

Perfil rectangular 60x40x4
<ul style="list-style-type: none"><li>• 4 x Sección 1: L=1510mm</li><li>• 2 x Sección 2: L=1302mm</li></ul>

La longitud base del proveedor para este perfil son 6 metros. En este caso se cuenta en total con una longitud de 8644mm, por lo que se va a necesitar adquirir 2 barras. El precio de cada barra de acero S355 del comerciante *Incafe* es de 46,1€, luego el precio total será de **92,2 €**. De cada barra se obtendrán dos secciones 1 y una sección 2, para poder obtener todas las secciones de estas barras.

En el caso del perfil cuadrado de dimensiones 60x60x5, se encuentran dos secciones de igual longitud, 611mm. La longitud base del proveedor para este perfil será también de 6 metros, y su precio es **56,85€**. Se obtiene del fabricante *Incafe*, y se necesita solo una unidad.

Ahora se va a calcular la longitud necesaria del perfil metálico UPE 80, para ello se enumeran las secciones que se encuentran del mismo.

Tabla 5- Perfil UPE 80

UPE 80
<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 x Sección 1: L=1720mm</li><li>• 2 x Sección 2: L=1874mm</li></ul>

En este caso se va a necesitar una longitud total de 7188mm, por lo que se compraran dos barras del perfil de longitud base de 6000mm, con un precio por unidad de 49,68€/u, dando un precio total de **99,36€**. De uno de los perfiles con longitud base se mecanizarán las dos secciones 1 y una de las secciones 2. Esto es debido, a que de esta forma se puede guardar mayor longitud de la otra barra de longitud base y reutilizarla en un proyecto futuro.

En el caso de placa de espesor 15mm se van a necesitar las áreas recogidas en la siguiente tabla.

Tabla 6- Placa espesor 15mm

Placa e=15mm
<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 x Área 1: A=72000mm<sup>2</sup></li><li>• 2 x Área 2: A=94000mm<sup>2</sup></li><li>• 2 x Área 3: A=92500mm<sup>2</sup></li><li>• Área 4: A=92500mm<sup>2</sup></li><li>• Área 5: A=10000mm<sup>2</sup></li></ul>

En total se va a necesitar un área de 835500mm<sup>2</sup> por lo que se va a comprar una placa de dimensiones 2000x1000x15mm. El precio de esta placa es **84,1€**.

En el caso de la placa de espesor de 10mm se han encontrado las siguientes áreas:

Tabla 7- Placa espesor 10mm

Placa e=10mm
<ul style="list-style-type: none"><li>• 4 x Área 1: <math>A=3200\text{mm}^2</math></li><li>• Área 2: <math>A=21600\text{mm}^2</math></li><li>• Área 3: <math>A=34500\text{mm}^2</math></li><li>• Área 4: <math>A=4500\text{mm}^2</math></li></ul>

En total se va a necesitar un área de  $73400\text{mm}^2$ , por lo que se va a comprar una placa laminada en caliente de dimensiones  $2000 \times 1000 \times 10\text{mm}$  y con un precio de **75,8€**.

En el caso de piezas que procedan de una placa madre de espesor 8mm se encuentran las siguientes áreas.

Tabla 8-- Placa espesor 8mm

Placa e=8mm
<ul style="list-style-type: none"><li>• 8 x Área 1: <math>A=1250\text{mm}^2</math></li><li>• 2 x Área 2: <math>A=2100\text{mm}^2</math></li></ul>

En total se va a necesitar un área de  $14200\text{mm}^2$ , por lo que se va a comprar una placa laminada en caliente de dimensiones  $2000 \times 1000 \times 8\text{mm}$  y con un precio de **72,6€**.

También va a ser necesario barra cilíndrica de diámetro 20mm y 40mm, en el caso de 40mm solo hay un sólido y su longitud es de 1298mm. Por lo que, se va a comprar un macizo redondo de longitud 6000mm por 63,36€ al fabricante *Incafe*. Sin embargo, en el caso de la barra de diámetro 20mm se encuentran más de una sección, por lo que se van a recoger en una tabla para mayor claridad.

Tabla 9- Barra diámetro 20mm

Barra D20mm
<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 x Sección 1: L=78mm</li><li>• 2 x Sección 2: L=84mm</li><li>• 2 x Sección 3: L=86mm</li></ul>

La longitud total necesaria de macizo redondo de diámetro 20mm es de 496mm, por lo que se necesitara comprar una barra de longitud 6000mm, y tiene un precio de **18,66€**.

El coste total de estas materias primas es la suma de los costes de cada tipo de sección y placa, y aproximadamente son **499,57€**. Sumando a este coste el precio aproximado de los elementos comerciales se halla el precio estimado de la materia prima, siendo este de **2773,43€**.

## 8.2 Uso de la maquinaria

En relación con el coste total del uso de maquinaria se va a realizar una tabla con el coste por hora de cada máquina herramienta utilizada. En estos precios se encuentra incluido la preparación necesaria en cada una de las máquinas para realizar el mecanizado, además del precio de producir el programa CNC.

Tabla 10- Coste de la máquina herramienta por hora

Máquina herramienta	Tarifa (€/h)
Fresadora	45,00
Torno	30,00
Taladro de columna	25,00
Sierra de cinta	22,00

En la siguiente tabla se van a agrupar todas las piezas fabricadas, con una aproximación del tiempo consumido en cada máquina herramienta y la aproximación del coste total de cada pieza.





Tabla 11- Coste de fabricación aproximado por pieza

Denominación	N.º	Fresadora (h/u)	Torno (h/u)	Taladro columna (h/u)	Sierra de cinta (h/u)	Total (€)
Perfil 1	2	0	0	0	0,2(12min)	17,6
Perfil 2	1	0	0	0,25(15min)	0,2(12min)	18,8
Perfil 3	1	0,25(15min)	0	0,25(15min)	0,2(12min)	30,05
Perfil 4	2	0	0	0	0,2(12min)	17,6
Perfil 5	2	0	0	0,25(15min)	0,2(12min)	37,6
Placa refuerzo	2	0,3(18min)	0	0,4(24min)	0	47
Placa pie articulado	4	0,3(18min)	0	0,3(18min)	0	84
Placa tope eje	16	0,25(15min)	0	0,5(30min)	0	380
Placa posición perfil 2	2	0,25(15 min)	0	0	0	22,5
Placa inicio elevador	1	0,5(30min)	0	0,8(48min)	0	42,5
Placa final elevador	1	0,4(24min)	0	0,7(42min)	0	35,5
Perfil UPE80 inferior	2	0	0	0	0,25(15min)	11
Perfil superior	1	0,5(30min)	0	0	0,25(15min)	28
Perfil superior simétrico	1	0,5(30min)	0	0	0,25(15min)	28
Barra de la tijera	4	1	0	0	0	18
Pieza soporte inferior	2	0,8(48min)	0	0	0	72
Eje superior	2	0,25(15min)	0	0	0,15(9min)	29,1
Eje inferior	2	0,25(15min)	0	0	0,15(9min)	29,1
Pieza unión central	1	0,25(15min)	1,4(84min)	0	0	53,25
Eje perfil cuadrado	2	0	1	0,4(24min)	0	80
Placa superficie	1	7	0	0	0	315
Placa horizontal soporte lateral	2	0,5(30min)	0	0	0	45
Placa horizontal soporte parte interior	3	0,7(42min)	0	0	0	94,5
Placa vertical soporte lateral	2	0,4(24min)	0	0	0	36
Placa vertical soporte parte interior	3	0,7(42min)	0	0	0	94,5
						1636,35

Luego una estimación del coste total de llevar a cabo todos los procesos de fabricación de las diferentes piezas es de **1636,35€**.

### 8.3 Mano de obra

En la posterior tabla se recoge una estimación del sueldo por hora pagado por la empresa al trabajador de cada puesto de trabajo.

Tabla 12- Sueldo por puesto de trabajo

Puesto de trabajo	Tarifa (€/h)
Fresador	14,50
Tornero	14,00
Operador de taller	11,50
Soldador	16,00
Mecánico ajustador	15,00

Con estos sueldos estimados, y con las aproximaciones de tiempo dedicado de cada máquina herramienta por pieza mecanizada, se va a hacer una tabla. En esta tabla se presenta la aproximación de la cantidad total de horas, dedicadas por cada trabajador en la fabricación de la mesa de soldadura. Como aclaración, en este caso el operador de taller será el encargado de manejar la sierra y el taladro de columna.

Tabla 13- Coste aproximado de cada puesto de trabajo

Puesto de trabajo	Horas aproximadas	Coste (€)
Fresador	27,8	403,1
Tornero	3,4	47,6
Operador de taller	3,2	36,8
Soldador	10	160
Mecánico ajustador	12	180
		827,5

Luego el coste aproximado de la mano de obra es de **827,5€**.



## 8.4 Coste total

A continuación, se van a recoger en una tabla los costes aproximados de la materia prima, el uso de máquinas herramientas y la mano de obra. Su suma dará una idea del coste aproximado de fabricar esta mesa de soldadura.

Tabla 14- Coste total

Materia prima	2773,43 €
Uso de la maquinaria	1636,35 €
Mano de obra	827,5 €
	<b>5237,28 €</b>

Así pues, el precio estimado de fabricar la mesa de soldadura es de **5237,28€**. Este precio hace referencia solo al precio de producirlo, no a un precio de mercado, ya que es una fabricación para la propia empresa.



# Capítulo 9: Conclusiones





Realizando un análisis del resultado obtenido de este proceso de diseño, el modelo de la mesa de soldadura, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Se ha diseñado una geometría de taladros que permite la fijación de la pieza en diferentes formando los ángulos de 30°, 45°, 60° y 90°, de manera rápida, sencilla y exacta.
- Otro aspecto realizado que ayuda a optimizar el proceso es la realización de ranuras, unas están formando una cuadrícula de 100x100mm y las otras diferencian los taladros que forman los ángulos de 30° o 60°. Estas permiten una rápida y aproximada medida de los diferentes elementos, además de las posiciones donde se deben fijar los sólidos para formar los diferentes ángulos.
- Se ha diseñado un sistema de elevación formado por un sistema de tijeras y un elevador de husillo, que permite variar la altura de la mesa en un rango desde 700mm a 1300mm. Esta variación aporta la flexibilidad y adaptabilidad buscada, para los diferentes proyectos llevados a cabo en la empresa
- Mediante un estudio de elementos finitos de dos simplificaciones de mesa de soldadura, se ha verificado el modelo de la mesa de soldadura.

Analizando las conclusiones expresadas previamente se puede afirmar que se ha resuelto el problema presentado por la empresa mediante la creación de un modelo virtual en CATIA V5.

En líneas de investigación futuras se podría realizar un estudio por elementos finitos del modelo de manera más pormenorizada. Otra futura investigación podría centrarse en un sistema que utilice los taladros de la superficie para realizar una aspiración de los gases de soldadura. Al igual que se podría investigar una posible adición de un módulo para las herramientas y utillaje utilizado para la fijación de las piezas, o incluirlo dentro de la mesa ya diseñada.





# Capítulo 10: Bibliografía





La realización de la bibliografía se ha realizado según la norma APA.

Catálogo del fabricante *BuildPro*. Recuperado el 20 de junio de 2018, de:

[http://stronghandtools.com/stronghandtools/wp-content/uploads/2018/06/buildpro\\_cat.pdf](http://stronghandtools.com/stronghandtools/wp-content/uploads/2018/06/buildpro_cat.pdf)

Catálogo del fabricante *Demmeler*. *3D vending table*. Recuperado el 20 de junio de 2018, de:

[https://www.demmeler.com/fileadmin/user\\_upload/Download/EN/DEMELER\\_3D\\_Welding\\_Tables.pdf](https://www.demmeler.com/fileadmin/user_upload/Download/EN/DEMELER_3D_Welding_Tables.pdf)

Catálogo del fabricante *Weldsale*. Recuperado el 20 de junio de 2018, de:

[https://www.weldsale.com/wp-content/uploads/2018/01/Weldsale\\_Catalog\\_2018\\_interim\\_vv2.pdf](https://www.weldsale.com/wp-content/uploads/2018/01/Weldsale_Catalog_2018_interim_vv2.pdf)

Catálogo del fabricante *Siegmund*. Recuperado el 20 de junio de 2018, de:

[http://stronghandtools.com/stronghandtools/wp-content/uploads/2018/05/siegmund\\_cat.pdf](http://stronghandtools.com/stronghandtools/wp-content/uploads/2018/05/siegmund_cat.pdf)

Coca, P., & Rosique, J. (1992). "Temple superficial. Tratamientos termoquímicos". *Ciencia de materiales*, pp. 397-409. Pirámide, Madrid Google Scholar.

De máquinas y herramientas. *¿Qué debe tener una mesa para soldadura y qué elementos de sujeción se utilizan para soldar?* Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de: <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/mesas-elementos-sujecion-soldadura>

Facultad regional del rosario. Universidad tecnológica nacional. *Nitruración*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de:

[https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/mecanica/5\\_anio/metatografia/13.\\_Nitruracion\\_v2.pdf](https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/mecanica/5_anio/metatografia/13._Nitruracion_v2.pdf)

Félez, J., & Martínez, M. M. (2008). *Ingeniería gráfica y diseño*. Síntesis.

Giachino, J. W., & Weeks, W. (1997). "Una técnica fundamental". *Técnica y práctica de la soldadura*, pp. 1-9. Reverté.

González, X. (2013). *Módulo de Cinemática DMU de CATIA V5*. Marcombo.

Hernández, G. (2008). *Manual del soldador*. Asociación Española de Soldadura y Tecnologías de Unión, CESOL, 10.



Incafe. *Productos*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de:  
<https://www.incafe2000.com/Esp>

Ingemecánica. *Prontuario de Perfiles Metálicos*. Recuperado el 10 de junio de 2018, de: <http://ingemecanica.com/tutoriales/prontuariodeperfiles.html>

Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Recuperado el 7 de junio de 2018, de:  
<http://www.insht.es/portal/site/Insht/>

Ionitech. *Ventajas de la nitruración por plasma*. Recuperado el 15 de junio de 2018, de:  
<http://www.ionitech.com/es/plasma-nitriding-es/process-and-advantages-es.html>

Jeffus, L. (2009). "Introducción a la soldadura". *Soldadura: principios y aplicaciones (Vol. 3)*, pp. 4-21. Editorial Paraninfo.

Tecnopower. *Elevadores de husillo*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de:  
<http://www.tecnopower.es/producto/elevadores-de-husillo-visit%C3%B3n-global>

Munari, B., & Rodríguez, C. A. (1983). "Qué es un problema". *¿Cómo nacen los objetos?*, pp.37-64. Editorial Gustavo Gilí.

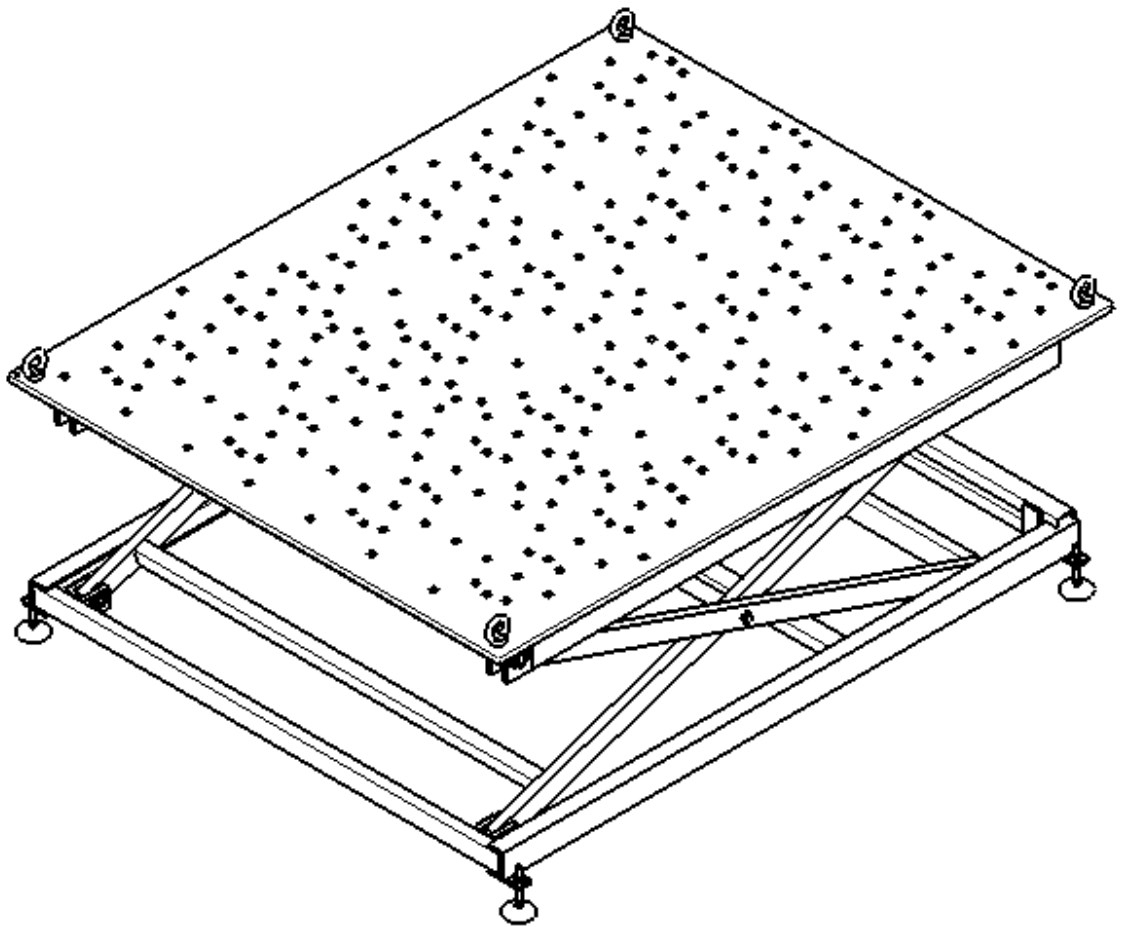
Niasa. *Elevadores de husillo*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de:  
<https://www.niasa.es/es/productos/elevadores-husillo>

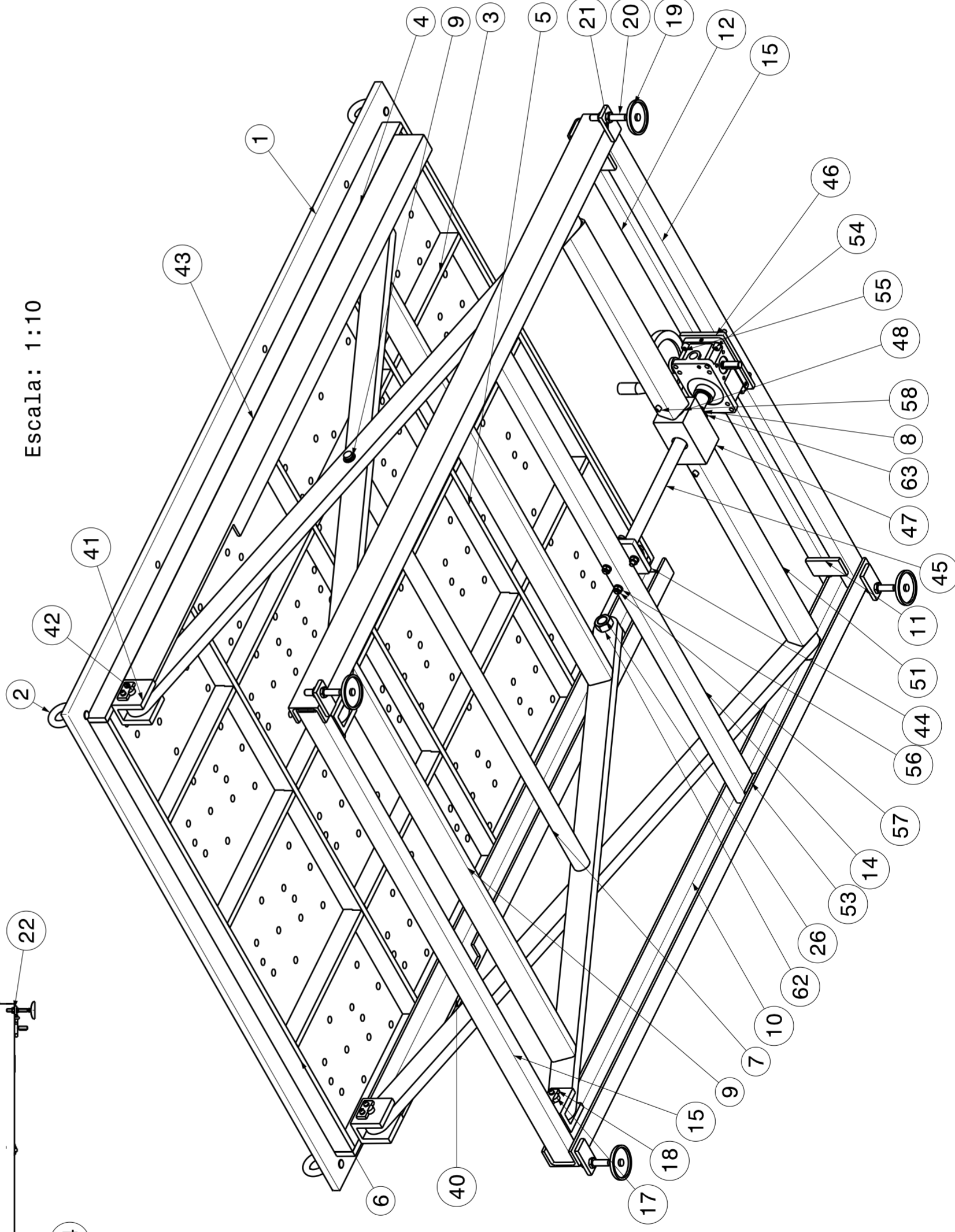
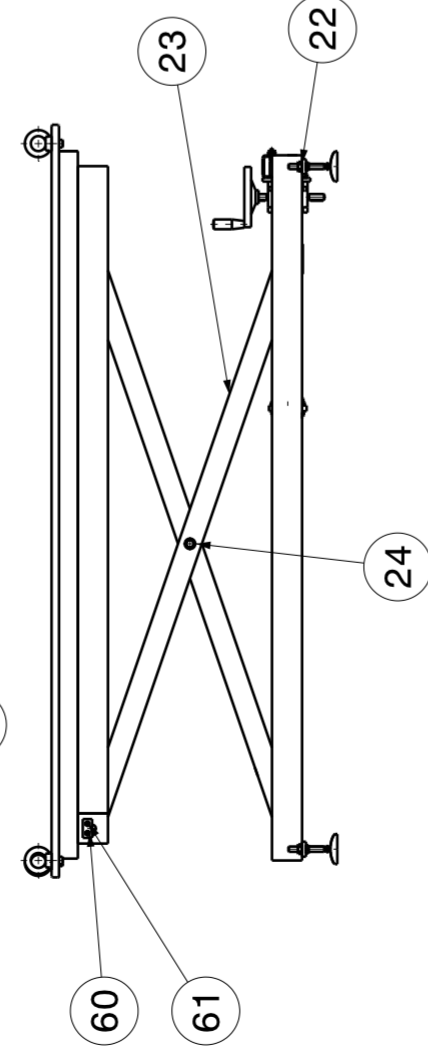
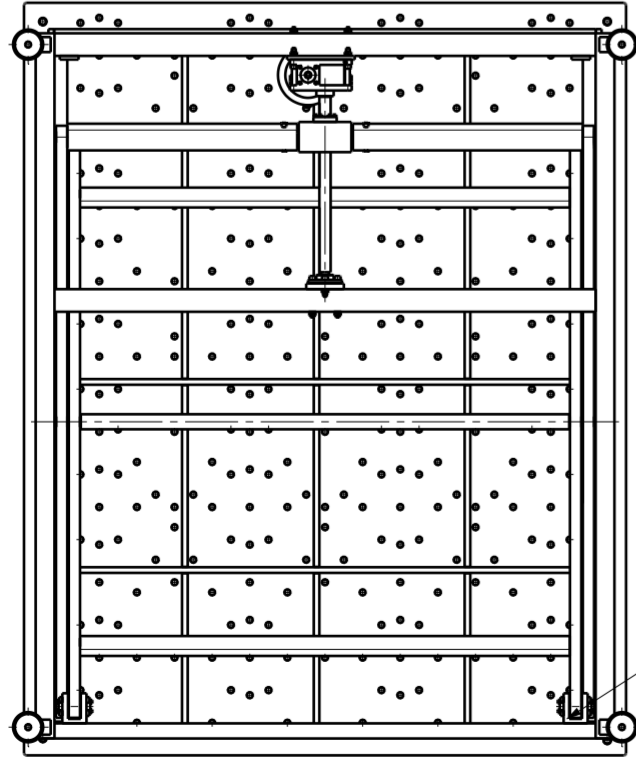
Norelem. *Productos*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de:  
<https://www.norelem.com/us/es/Productos/Vista-general-de-producto.html>

Schaeffler. *Rodamientos*. Recuperado el 5 de junio de 2018, de:  
[https://medias.schaeffler.com/medias/es/hp.ec/1\\_R\\*O\\*C](https://medias.schaeffler.com/medias/es/hp.ec/1_R*O*C)

02

# Planos





Escala: 1:10

6	TORNILLO DIN 912 M6x25	63	ACERO
4	TUERCA HEXAGONAL DE FORMA BAJA DIN 430 M24	62	ACERO
16	TORNILLO DIN 912 M6x16	61	ACERO
16	ARANDELA DIN 125 M6	60	ACERO
2	ANILLO DE SUJECIÓN DIN 471	59	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M8x25	58	ACERO
8	TUERCA HEXAGONAL DIN 934 M10	57	ACERO
8	ARANDELA DIN 6902 M10	56	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M10x100	55	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M10x45	54	ACERO
2	PLACA POSICIÓN TUBO 60.40.4	53	ACERO
2	EJE TUBO	52	ACERO
2	TUBO 60.5	51	ACERO
2	RODAMIENTO NUP2305	48	ACERO
1	PIEZA UNIÓN CENTRAL	47	ACERO
1	PLACA INICIO ELEVADOR DE HUSILLO	46	ACERO
1	ELEVADOR DE HUSILLO	45	ACERO
1	PLACA FINAL ELEVADOR DE HUSILLO	44	ACERO
1	UPE 80 SUPERIOR SIMÉTRICA	43	ACERO
2	EJE SOPORTE SUPERIOR	42	ACERO
2	PIEZA SOPORTE SUPERIOR	41	ACERO
1	UPE 80 SUPERIOR	40	ACERO
4	RODAMIENTO KRS205-2RS	26	ACERO
4	CASQUILLO CILÍNDRICO ANTIFRICCIÓN, 23730	25	ACERO
8	CASQUILLO CON CUELLO ANTIFRICCIÓN, 23761	24	ACERO
4	BARRA ARTICULADA	23	ACERO
4	TUERCA HEXAGONAL DIN 934 M14	22	ACERO
4	PLACA SOPORTE PIE	21	ACERO
4	HUSILLO ROSCADO M14 PIE ARTICULADO	20	ACERO
4	DISCO D80 PIE ARTICULADO	19	ACERO
8	PLACA TOPE EJE	18	ACERO
2	EJE SOPORTE INFERIOR	17	ACERO
2	PIEZA SOPORTE INFERIOR	16	ACERO
2	TUBO 60.40.4	15	ACERO
1	TUBO 60.40.4	14	ACERO
1	TUBO 60.40.4	12	ACERO
2	PLACA REFUERZO TUBO 60.40.4	11	ACERO
2	UPE 80 INFERIOR	10	ACERO
2	TUBO 60.40.4 SEPARACIÓN ENTRE TIJERAS	9	ACERO
1	TUERCA EFM TR30X6	8	BRONCE
1	EJE CENTRAL	7	ACERO
2	PLACA VERTICAL SOPORTE LATERAL	6	ACERO
3	PLACA VERTICAL SOPORTE PARTE INTERIOR	5	ACERO
2	PLACA HORIZONTAL SOPORTE LATERAL	4	ACERO
3	PLACA HORIZONTAL SOPORTE PARTE INTERIOR	3	ACERO
4	CÁNCAMOS DIN 588	2	ACERO
1	PLACA SUPERFICIE	1	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL



FECHA

20/6/2018

FIRMA

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



COMPROBADO

20/6/2018

ESCALA

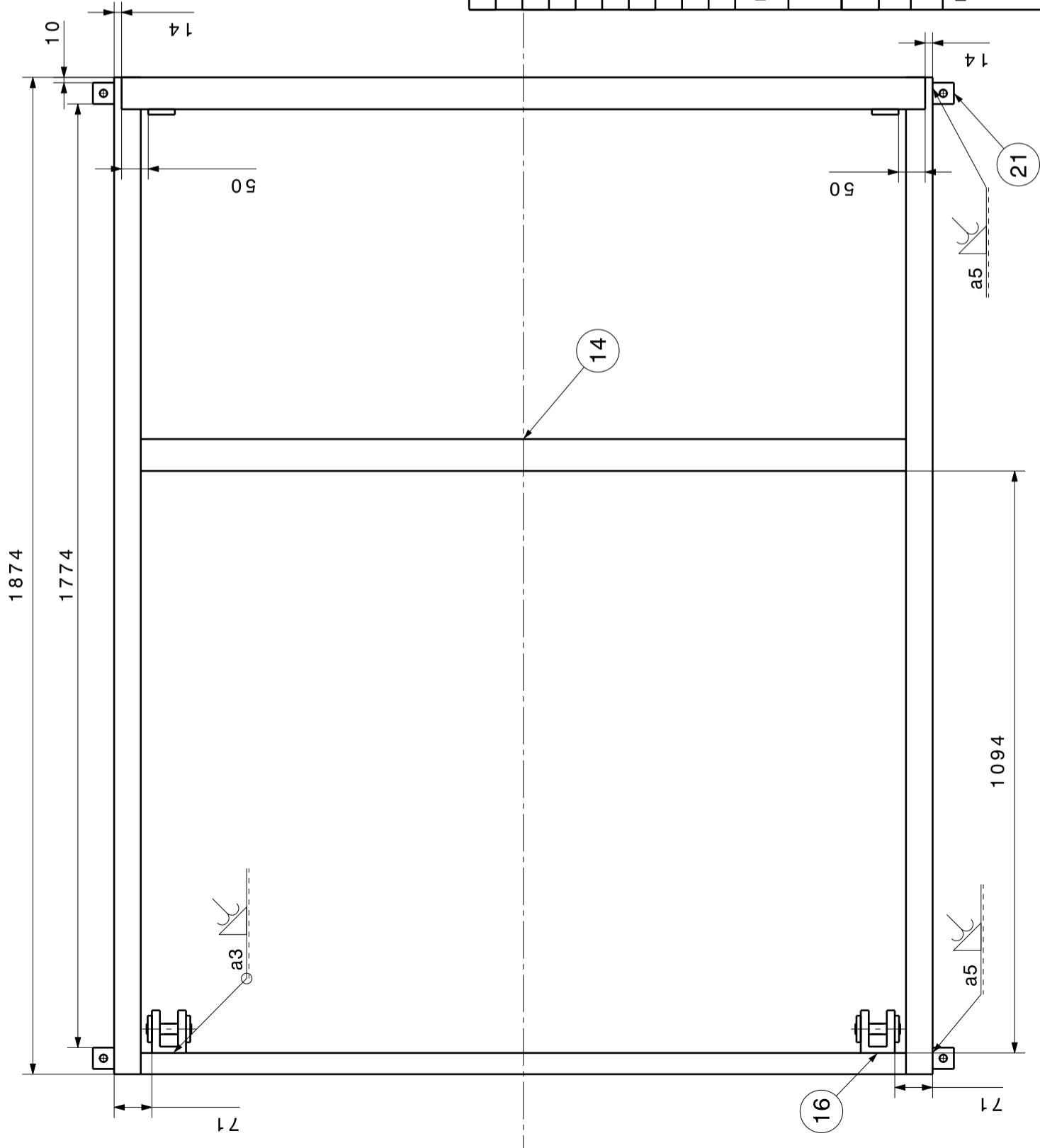
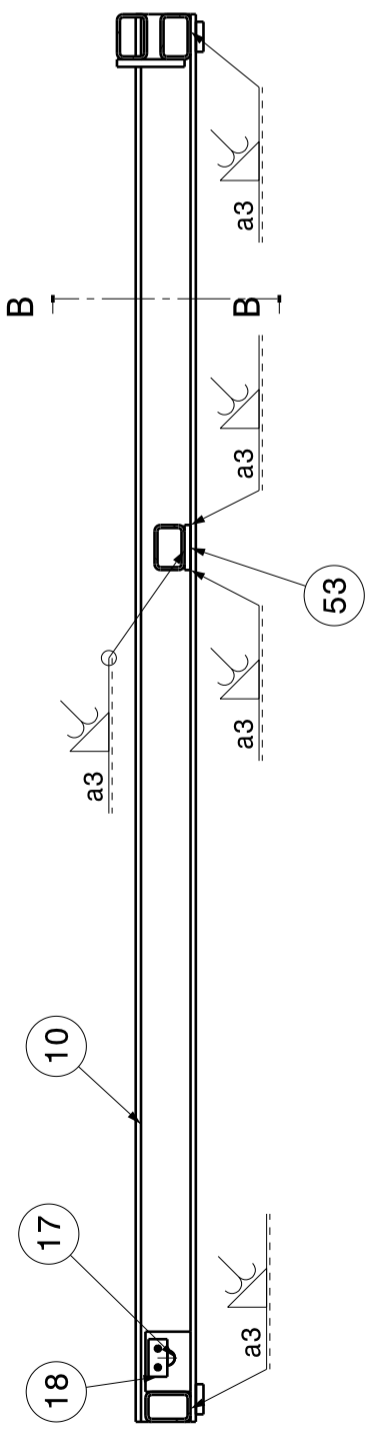
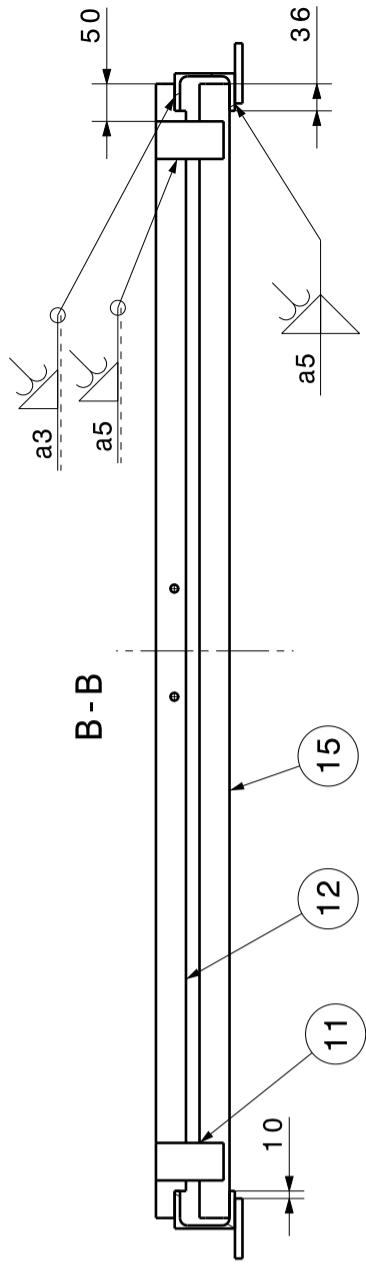
1:20

MESA DE SOLDADURA

PROTOTIPO

Nº DE PLANO: 1

Nº DE HOJA: 1



2	PLACA POSICIÓN PERFIL 2	53	ACERO
4	PLACA PIE ARTICULADO	21	ACERO
8	PLACA TOPE EJE	18	ACERO
2	EJE INFERIOR	17	ACERO
2	PIEZA SOPORTE INFERIOR	16	ACERO
2	PERFIL 1	15	ACERO
1	PERFIL 2	14	ACERO
1	PERFIL 3	12	ACERO
2	PLACA DE REFUERZO	11	ACERO
2	PERFIL UPE 80 INFERIOR	10	ACERO
Nº PIEZAS		MARCA	MATERIAL
DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES			



TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

FIRMA

FECHA

20/6/2018

20/6/2018

DIBUJADO

COMPROBADO

ESCALA

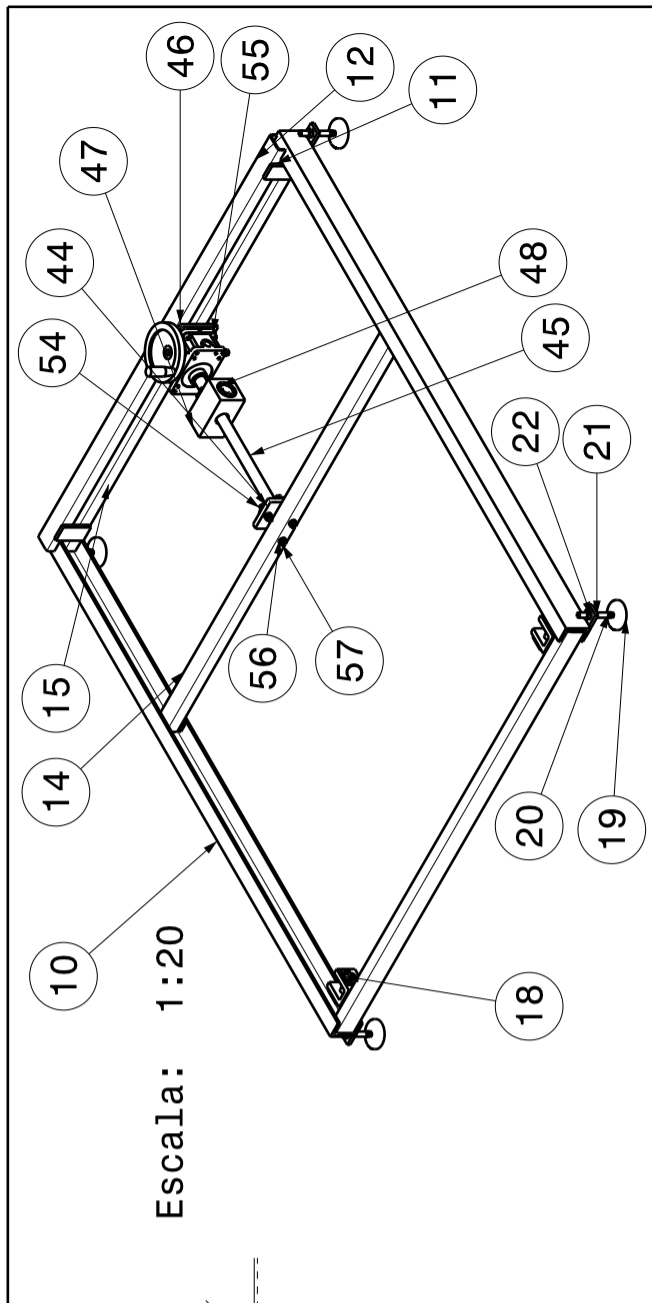
1:10

BANCADA INFERIOR

MESA DE SOLDADURA

Nº DE PLANO: 2

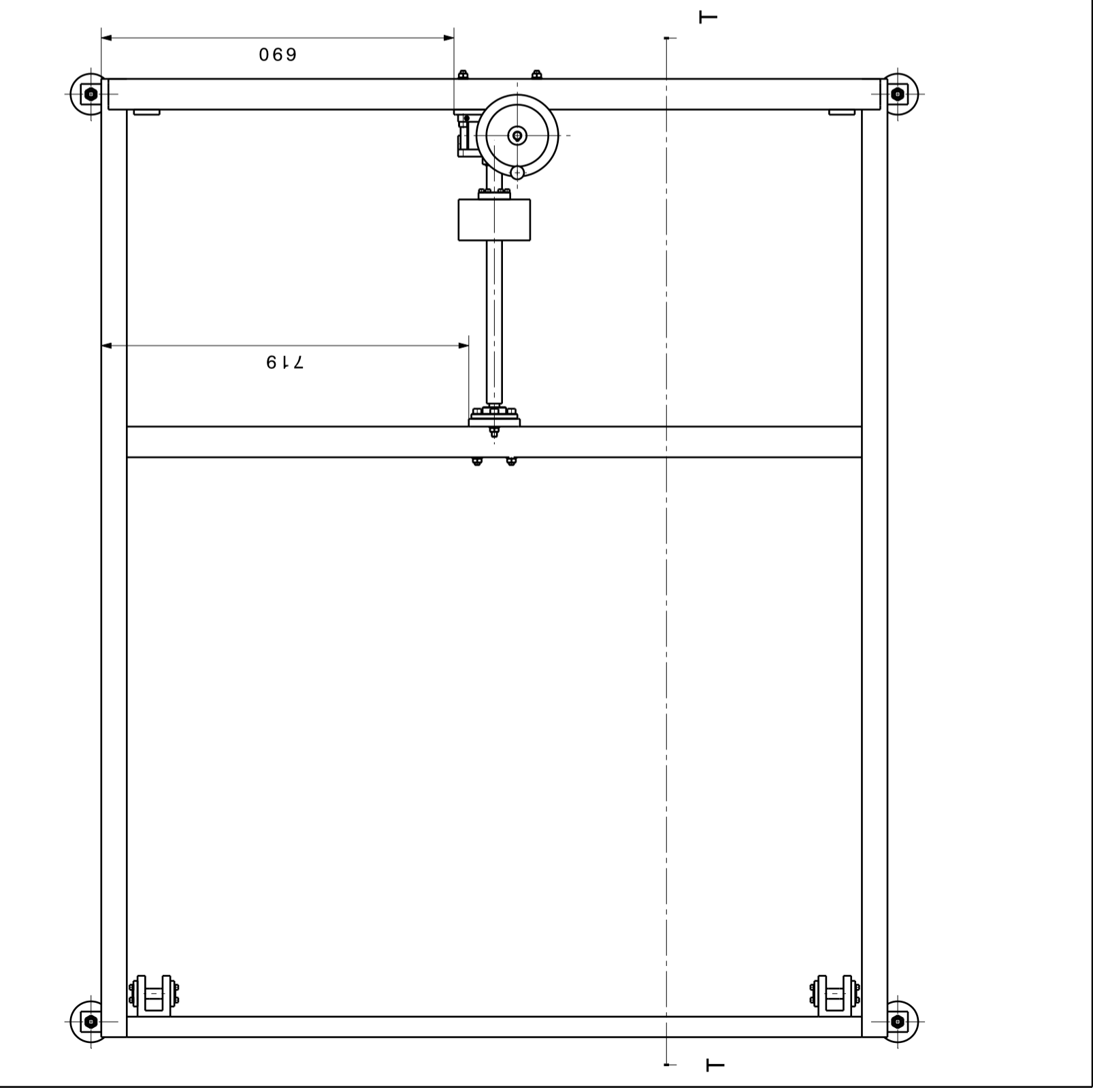
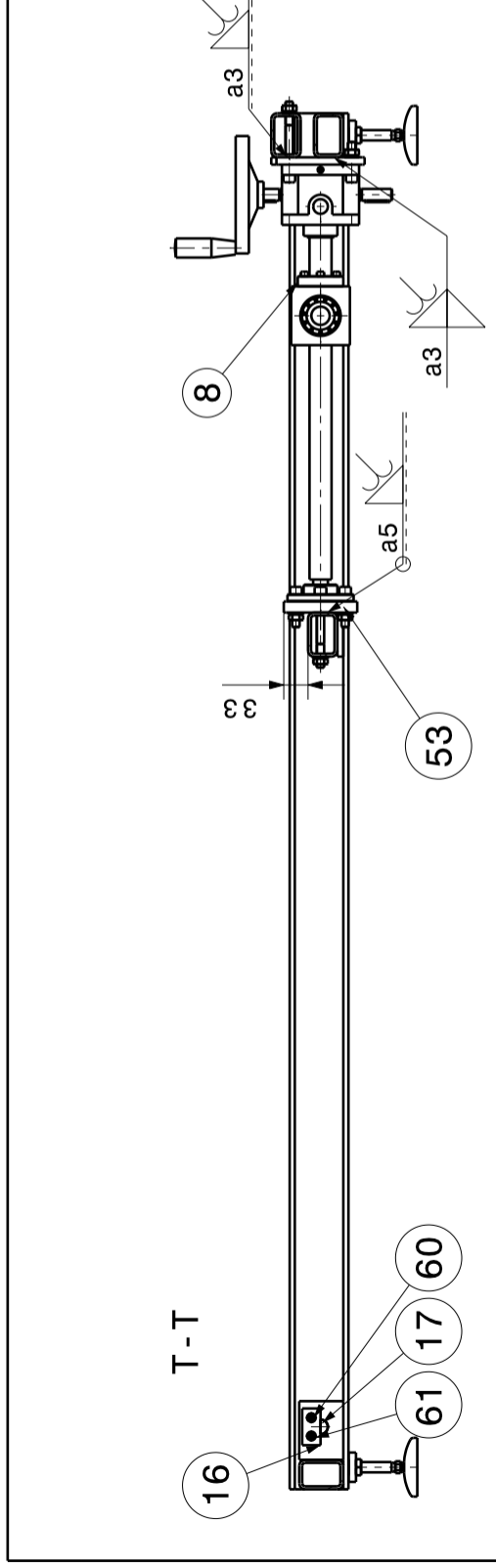
Nº DE HOJA: 1



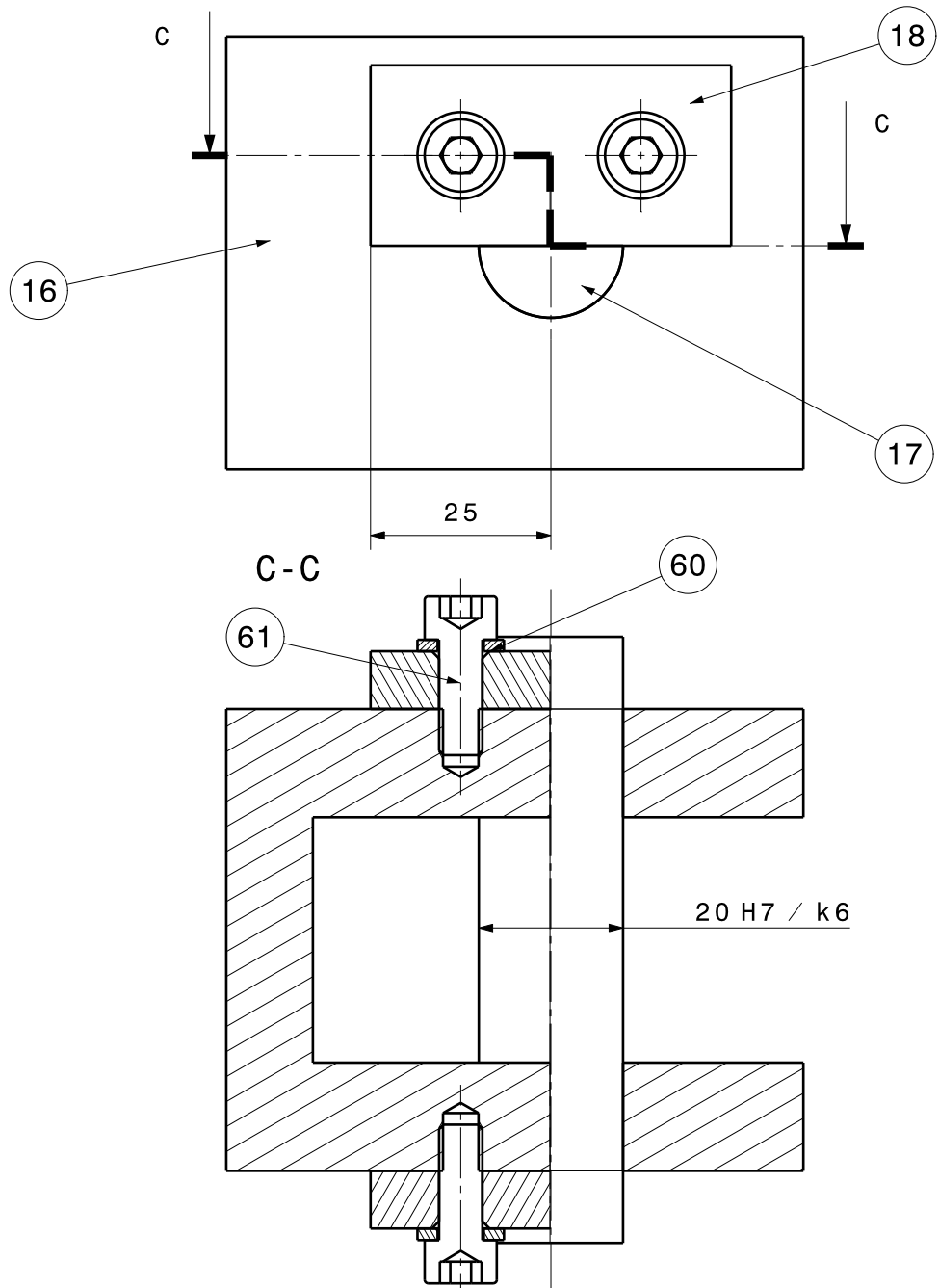
16	TORNILLO DIN 912 M6X16	61	ACERO
16	ARANDELA DIN 125 M6	60	ACERO
8	TUERCA DIN 934 M10	57	ACERO
8	ARANDELA DIN 6902 M10	56	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M10X100	55	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M10X45	54	ACERO
2	PLACA MODIFICACION DE ALTURA DEL TUBO 60.40.4	53	ACERO
2	RODAMIENTO NUP2305	48	ACERO
1	PIEZA UNIÓN ELEVADOR DE HUSILLO TIJERAS	47	ACERO
1	PLACA INICIAL ELEVADOR HUSILLO	46	ACERO
1	ELEVADOR DE HUSILLO	45	ACERO
1	PLACA FINAL DEL ELEVADOR DE HUSILLO	44	ACERO
4	TUERCA DIN 934 M14	22	ACERO
4	PLACA PIE ARTICULADO	21	ACERO
4	HUSILLO ROSCADO PIE ARTICULADO	20	ACERO
4	DISCO PIE ARTICULADO	19	ACERO
8	PLACA TOPE EJE	18	ACERO
2	EJE SECCIONADO INFERIOR	17	ACERO
2	SÓLIDO SOPORTE INFERIOR EN FORMA DE U	16	ACERO
2	TUBO 60.40.4	15	ACERO
1	TUBO 60.40.4	14	ACERO
1	TUBO 60.40.4	12	ACERO
2	PLACA DE REFUERZO DE LOS TUBOS	11	ACERO
2	PERFIL UPE 80 INFERIOR	10	ACERO
1	TUERCA EFM	8	BRONCE
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
	DIBUJADO	20/6/2018		
COMPROBADO	20/6/2018			

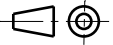

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	BANCADA Y ELEVADOR DE HUSILLO
1:10		Nº DE PLANO: 3 Nº DE HOJA: 1

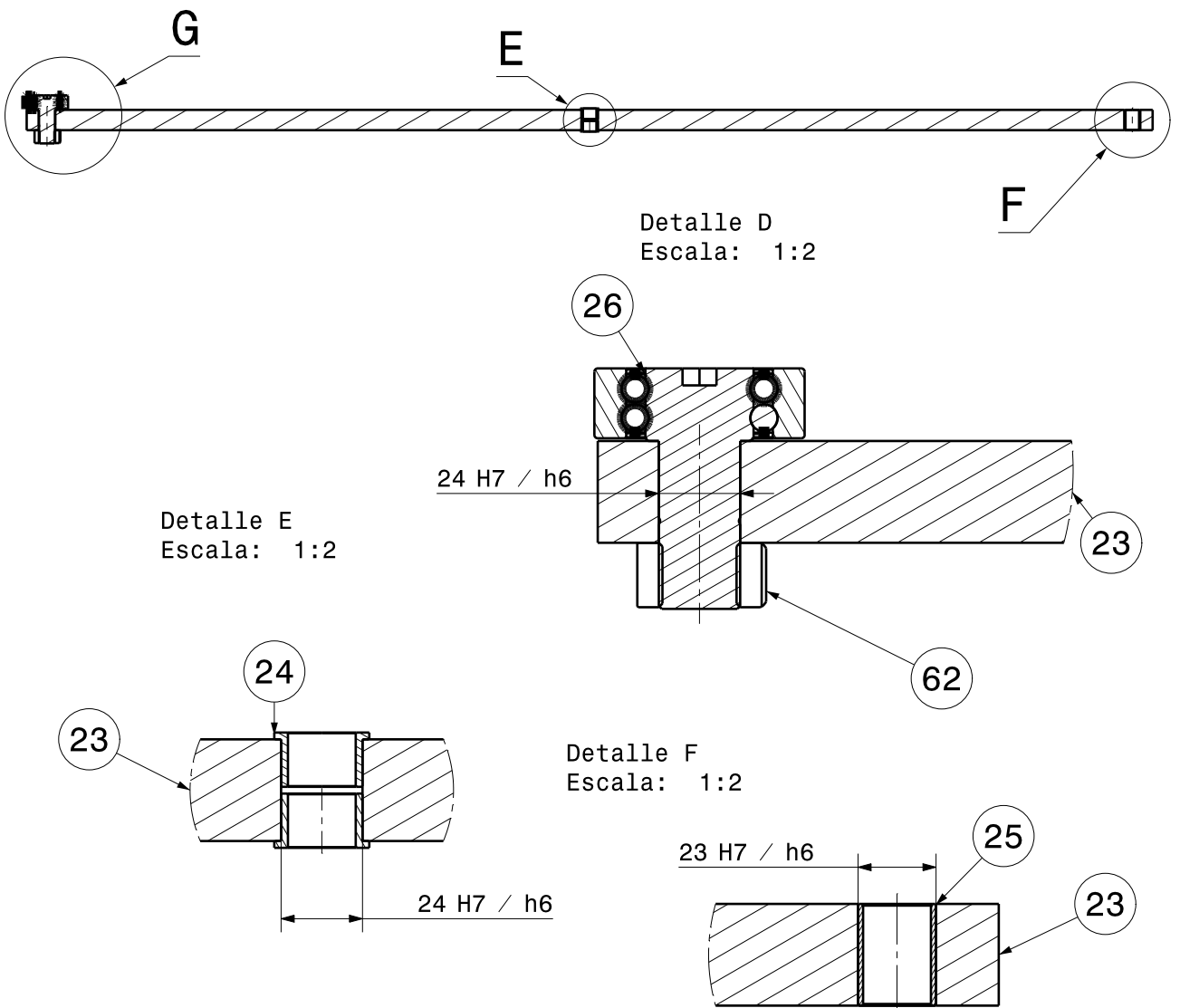






16	TORNILLO DIN 912 M6X16	61	ACERO
4	ARANDELA DIN 12 M6	60	ACERO
8	PLACA TOPE DEL EJE	18	ACERO
2	EJE INTERIOR	17	ACERO
2	PIEZA SOPORTE INFERIOR	16	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

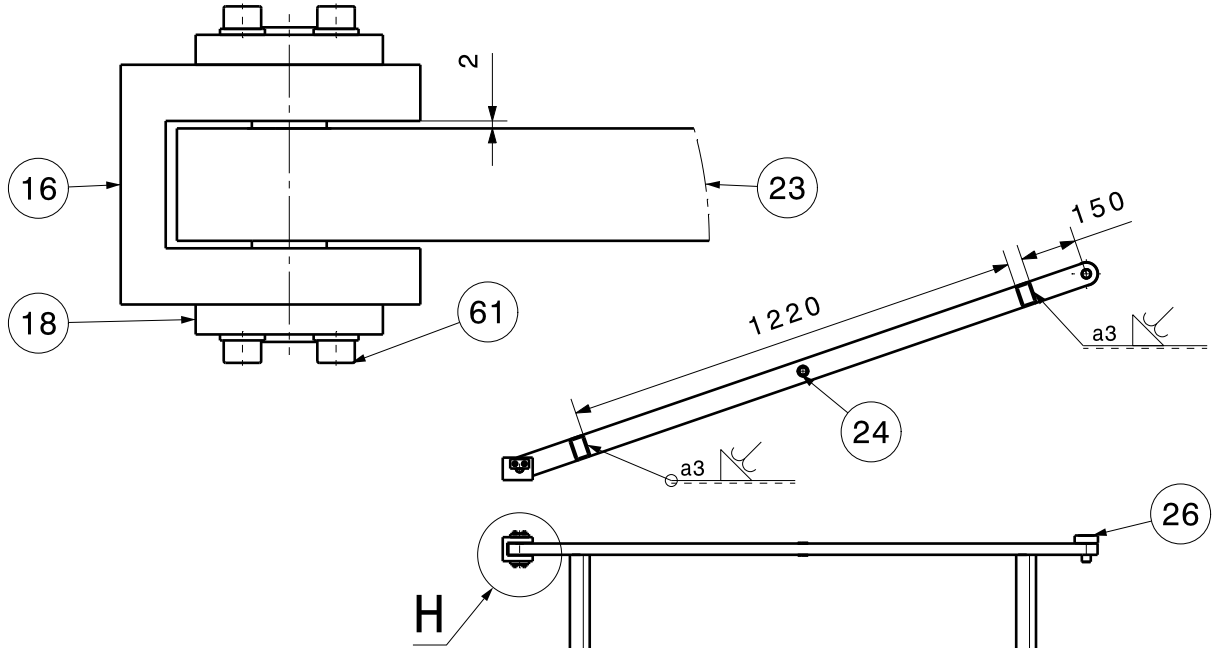
	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA 	
	DIBUJADO			20/6/2018
	REVISADO			20/6/2018
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>		<b>SUBCONJUNTO SOPORTE INFERIOR DE LA BARRA INTERIOR</b>	
1:1			Nº DE PLANO: 4	
			Nº DE HOJA: 1	



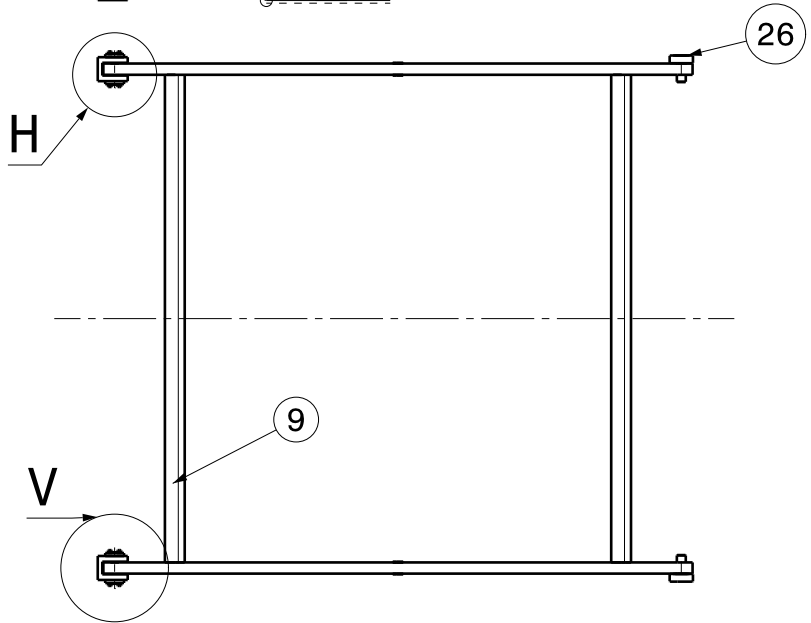
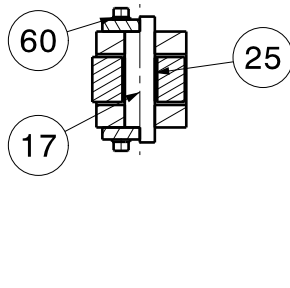
4	TUERCA HEXAGONAL DE FORMA BAJA DIN 439 M24	62	ACERO
4	RODAMIENTO KR5205-2RS	26	ACERO
2	CASQUILLO CILÍNDRICO ANTIFRICCIÓN, 23730	25	ACERO
8	CASQUILLO CON CUELLO ANTIFRICCIÓN, 23761	24	COBRE
4	BARRA TIJERA	23	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
	DIBUJADO			20/6/2018
	REVISADO			20/6/2018
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>		<b>SUBCONJUNTO BARRA DE LA TIJERA</b>	
1:10			Nº DE PLANO: 5	
			Nº DE HOJA: 1	

Detalle H  
Escala: 1:2

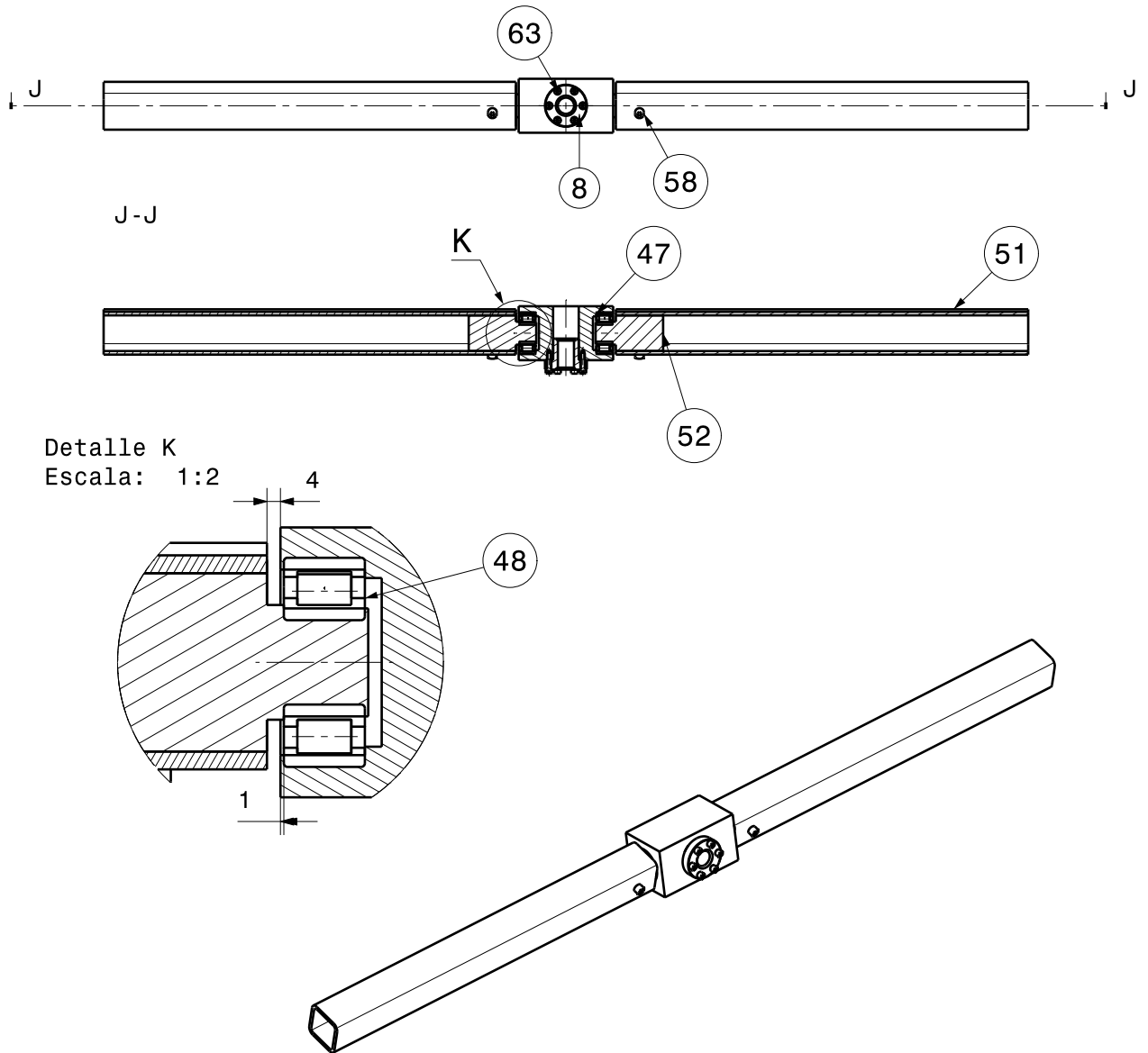


Detalle V  
Escala: 1:5



16	TORNILLO DIN 912 M6X16	61	ACERO
16	ARANDELA DIN 125 M6	60	ACERO
4	RODAMIENTO KR5205-2RS	26	ACERO
4	CASQUILLO CILÍNDRICO ANTRIFICCIÓN, 23730	25	ACERO
8	CASQUILLO CON CUELLO ANTRIFICCIÓN, 23761	24	COBRE
4	BARRA TIJERA	23	ACERO
8	PLACA TOPE DEL EJE	18	ACERO
2	EJE INFERIOR	17	ACERO
2	PIEZA SOPORTE INFERIOR	16	ACERO
2	PERFIL 4	9	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

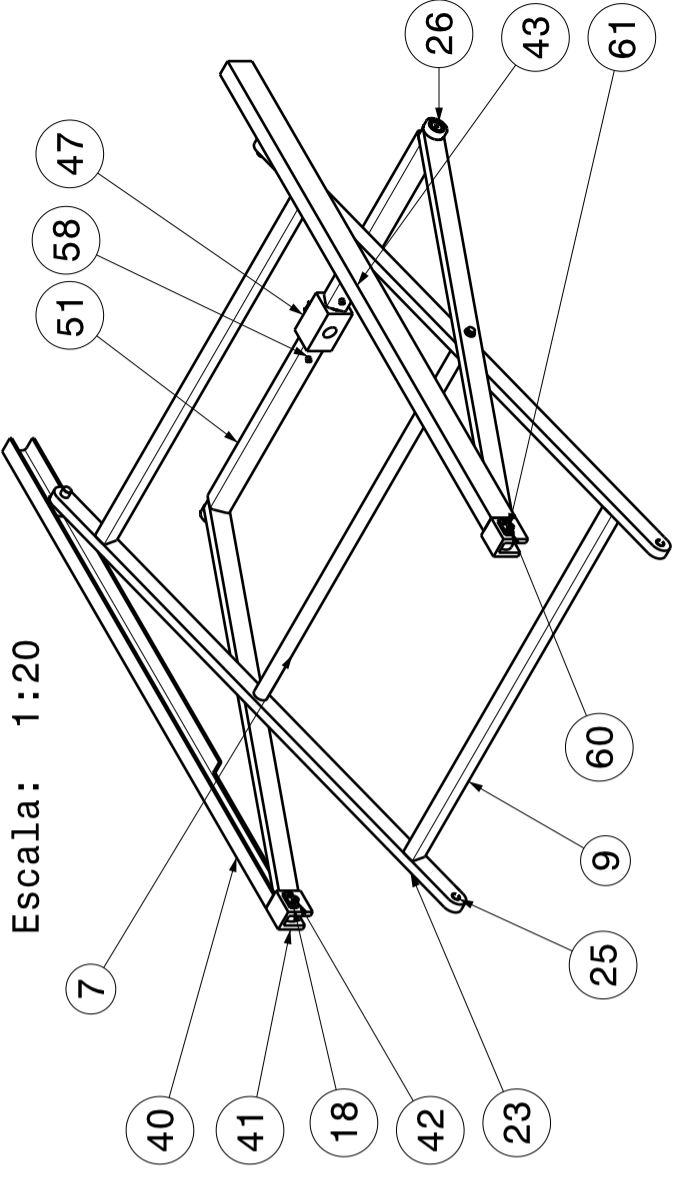
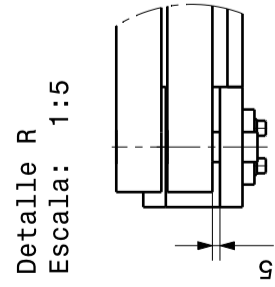
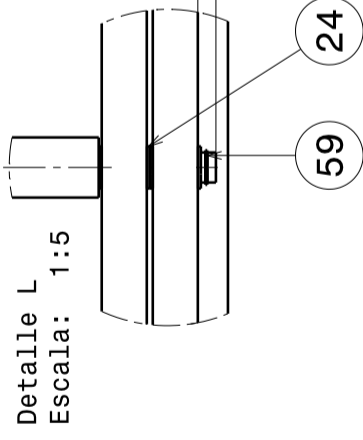
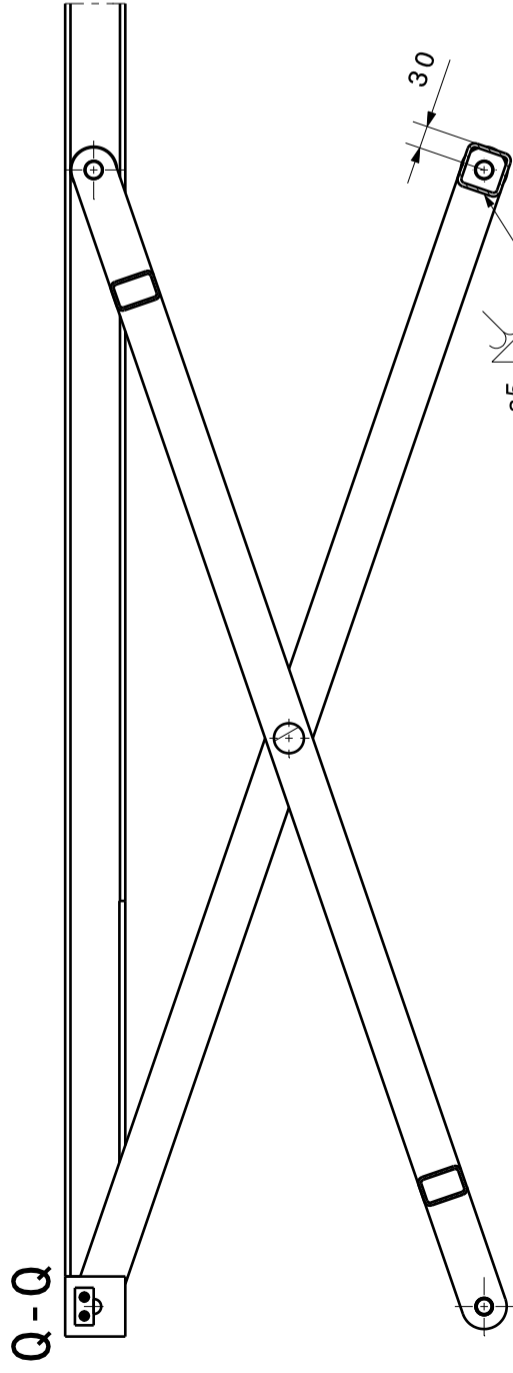
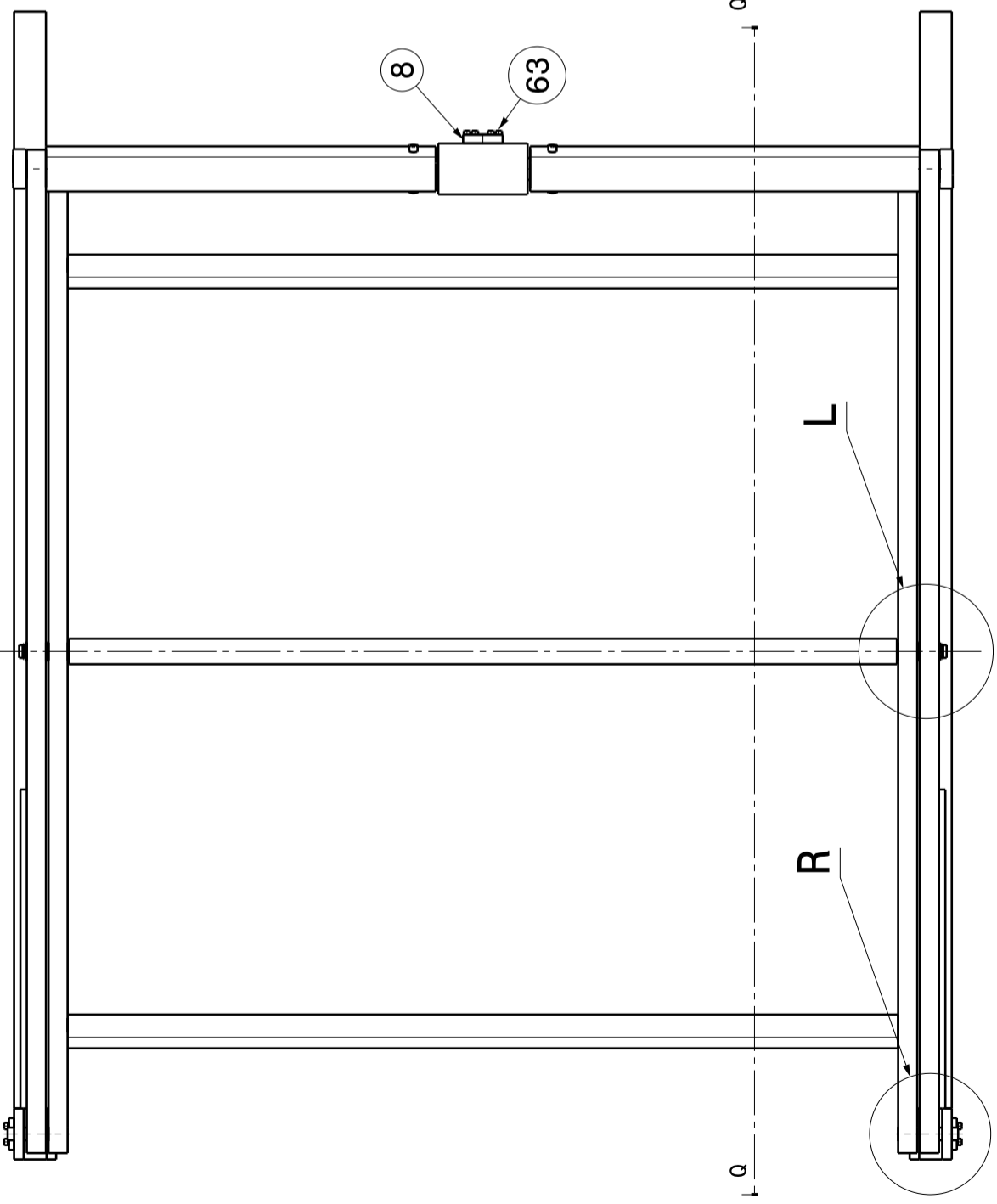
	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
	DIBUJADO			20/6/2018
	REVISADO			20/6/2018
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>		<b>SUBCONJUNTO BARRAS INTERIORES DE LA TIJERA</b>	
1:20			Nº DE PLANO: 6	
			Nº DE HOJA: 1	



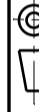
Detalle K  
Escala: 1:2

6	TORNILLO DIN 912 M6X25	63	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M8X25	58	ACERO
2	EJE PERFIL CUADRADO	52	ACERO
2	PERFIL 5	51	ACERO
2	RODAMIENTO NUP2305	48	ACERO
1	PIEZA CENTRAL UNIÓN TIJERAS Y ELEVADOR DE HUSILLO	47	ACERO
1	TUERCA EFM	8	BRONCE
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
	DIBUJADO	20/6/2018	
	REVISADO	20/6/2018	
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>		SUBCONJUNTO UNIÓN TIJERAS Y ELEVADOR
1:10			Nº DE PLANO: 7
			Nº DE HOJA: 1



6	TORNILLO DIN 912 M6X25	63	ACERO
16	TORNILLO DIN 912 M6X16	61	ACERO
16	ARANDELA DIN 125 M6	60	ACERO
2	ANILLO DE FIJACIÓN DIN 421	59	ACERO
4	TORNILLO DIN 912 M8X25	58	ACERO
2	PERFIL 5	51	ACERO
1	PIEZA UNIÓN CENTRAL	47	ACERO
1	PERFIL UPE 80 SUPERIOR SIMÉTRICO	43	ACERO
2	EJE SOPORTE SUPERIOR	42	ACERO
2	PIEZA SOPORTE SUPERIOR	41	ACERO
1	PERFIL UPE 80 SUPERIOR	40	ACERO
4	RODAMIENTO KRS5205-2RS	26	ACERO
4	CASQUILLO CILÍNDRICO ANTIFRICCIÓN, 23730	25	ACERO
8	CASQUILLO CON CUELLO ANTIFRICCIÓN, 23761	24	ACERO
4	BARRA TIJERA	23	ACERO
8	PLACA TOPE EJE	18	ACERO
2	PERFIL 4	9	ACERO
1	TUERCA HUSILLO EFM	8	ACERO
1	EJE CENTRAL	7	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL



FECHA

FIRMA

DIBUJADO  
20/6/2018

COMPROBADO  
20/6/2018

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



ESCALA

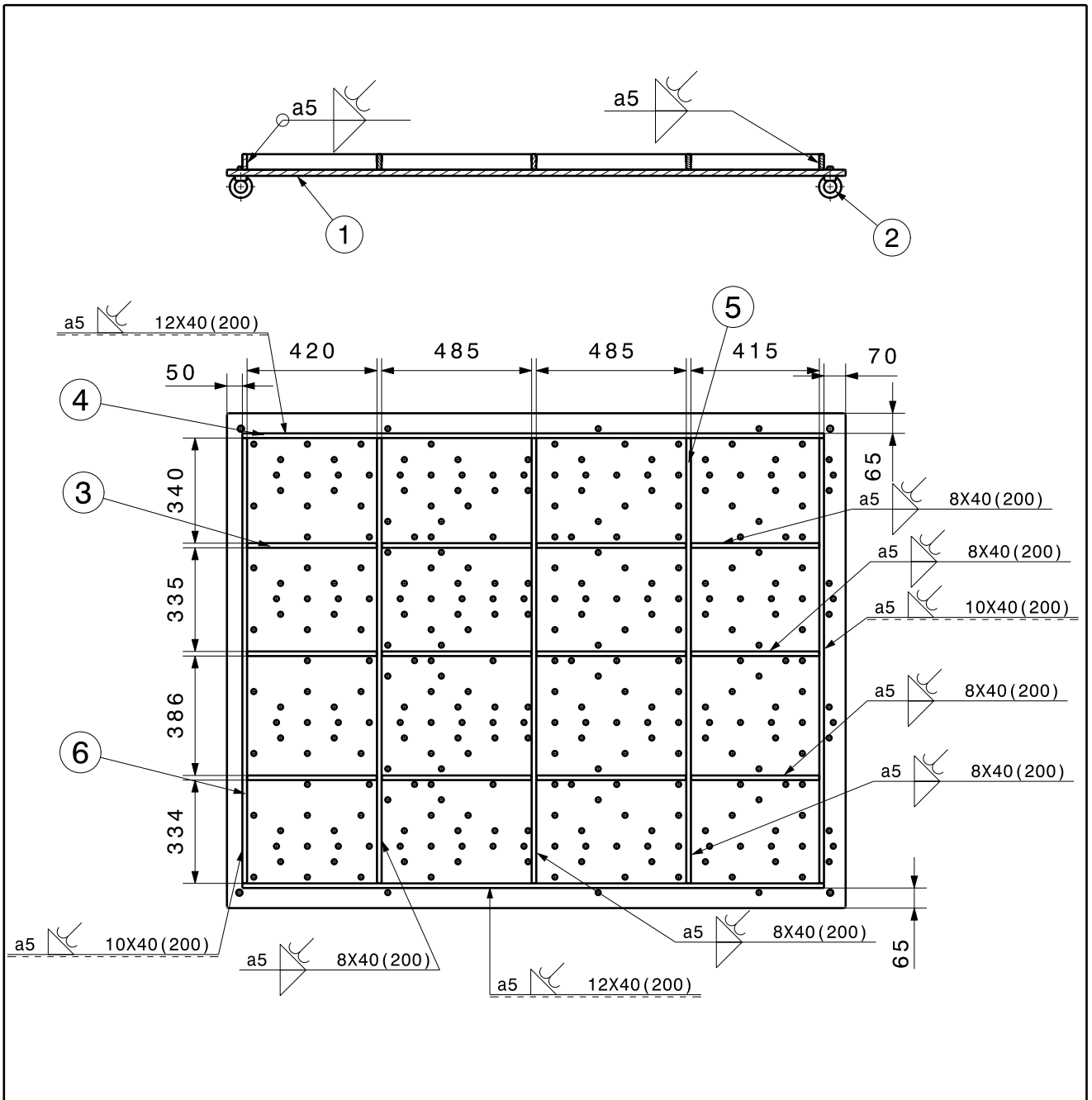
1:10

MESA DE SOLDADURA

SUBCONJUNTO TIJERAS

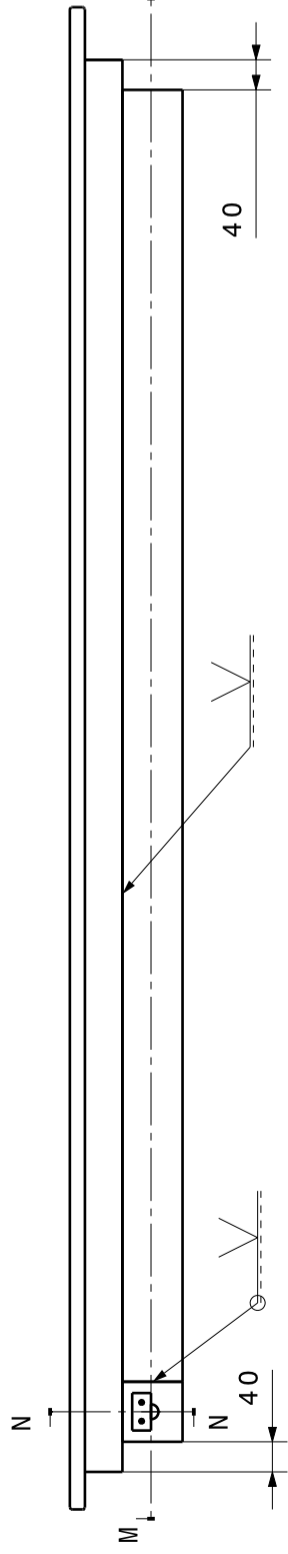
Nº DE PLANO: 8

Nº DE HOJA: 1

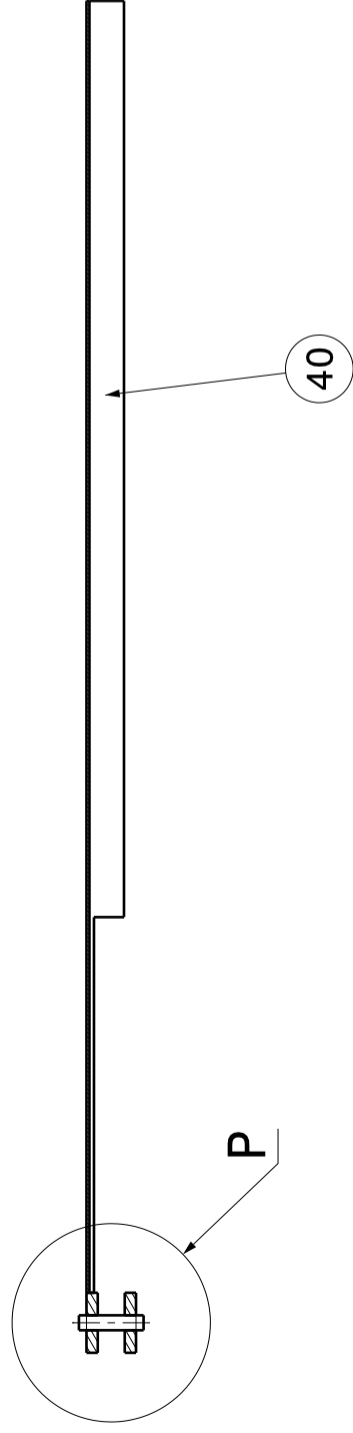


2	PLACA VERTICAL SOPORTE LATERAL	6	ACERO
3	PLACA VERTICAL SOPORTE PARTE INTERIOR	5	ACERO
2	PLACA HORIZONTAL SOPORTE LATERAL	4	ACERO
3	PLACA HORIZONTAL SOPORTE PARTE INTERIOR	3	ACERO
4	CÁNCAMO DIN 580 M20	2	ACERO
1	PLACA SUPERFICIE	1	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
	DIBUJADO			20/6/2018
	REVISADO			20/6/2018
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>		<b>SUBCONJUNTO</b> <b>SUPERFICIE DE TRABAJO</b>	
1:20			Nº DE PLANO: 9	
			Nº DE HOJA: 1	



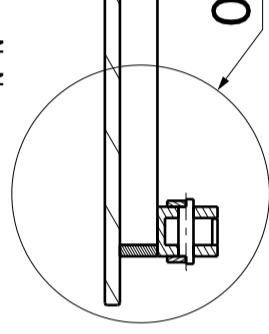
M-M



40

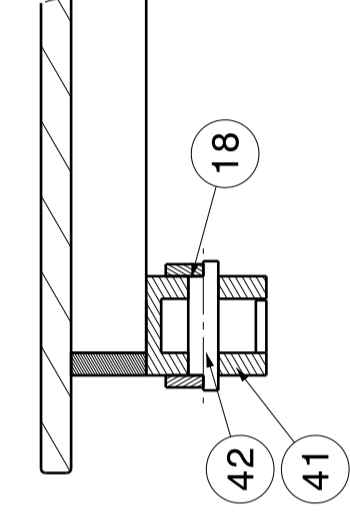
P

N-N



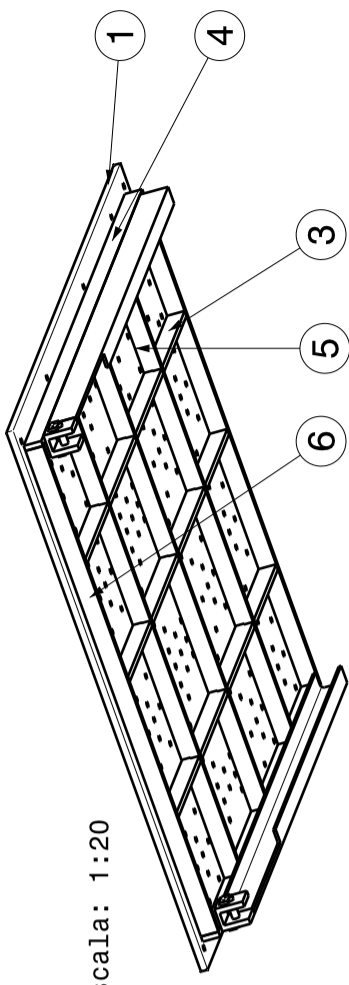
Detalle P  
Escala: 1:5

Detalle 0  
Escala: 1:5



42  
41

18



Escala: 1:20

1	PERFIL UPE 80 SUPERIOR SIMÉTRICO	43	ACERO
2	EJE SOPORTE SUPERIOR	42	ACERO
2	SÓLIDO SOPORTE SUPERIOR	41	ACERO
1	PERFIL UPE 80 SUPERIOR	40	ACERO
8	PLACA TOPE EJE	18	ACERO
2	PLACA VERTICAL SOPORTE LATERAL	6	ACERO
3	PLACA VERTICAL SOPORTE PARTE INTERIOR	5	ACERO
2	PLACA HORIZONTAL SOPORTE LATERAL	4	ACERO
3	PLACA HORIZONTAL SOPORTE PARTE INTERIOR	3	ACERO
1	PLACA SUPERFICIE	1	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL



FECHA

20/6/2018

COMPROBADO

20/6/2018

FIRMA

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



ESCALA

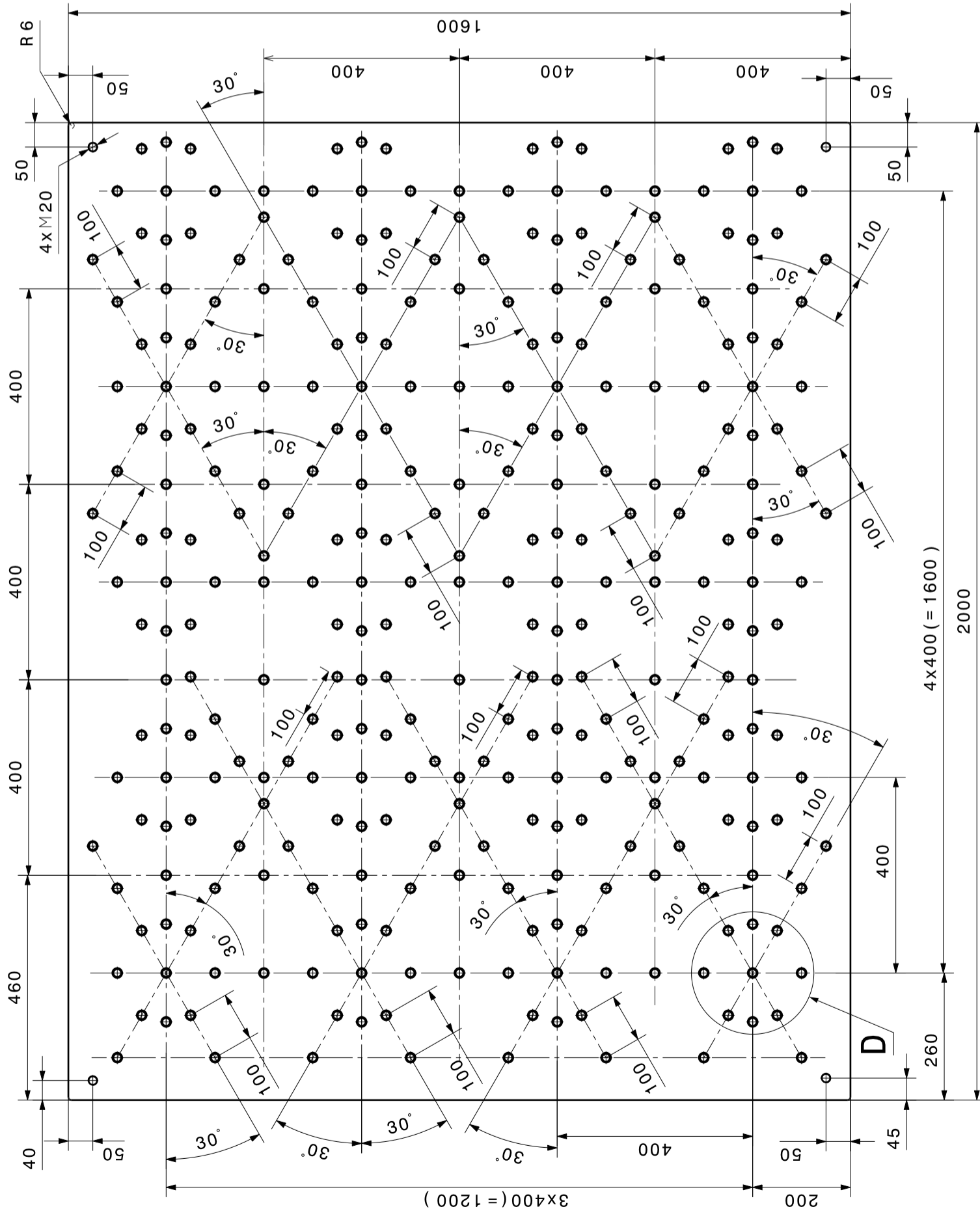
1:10

MESA DE SOLDADURA

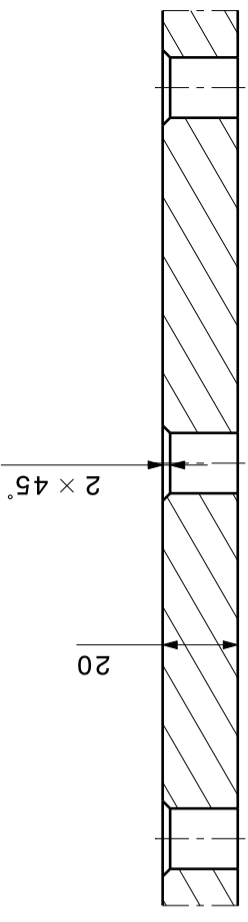
UNIÓN DE LOS PERFILES  
UPE CON LA SUPERFICIE

Nº DE PLANO: 10

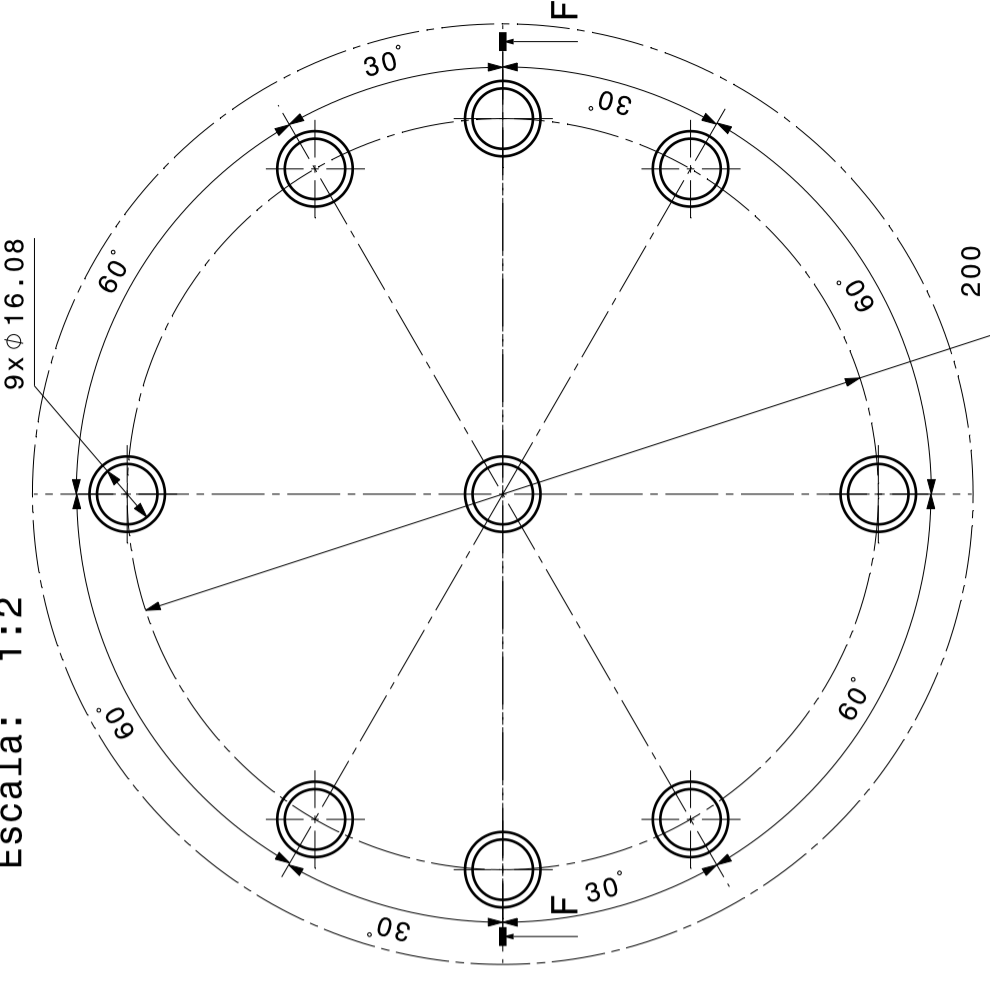
Nº DE HOJA: 1



1



Detalle D  
Escala: 1:2

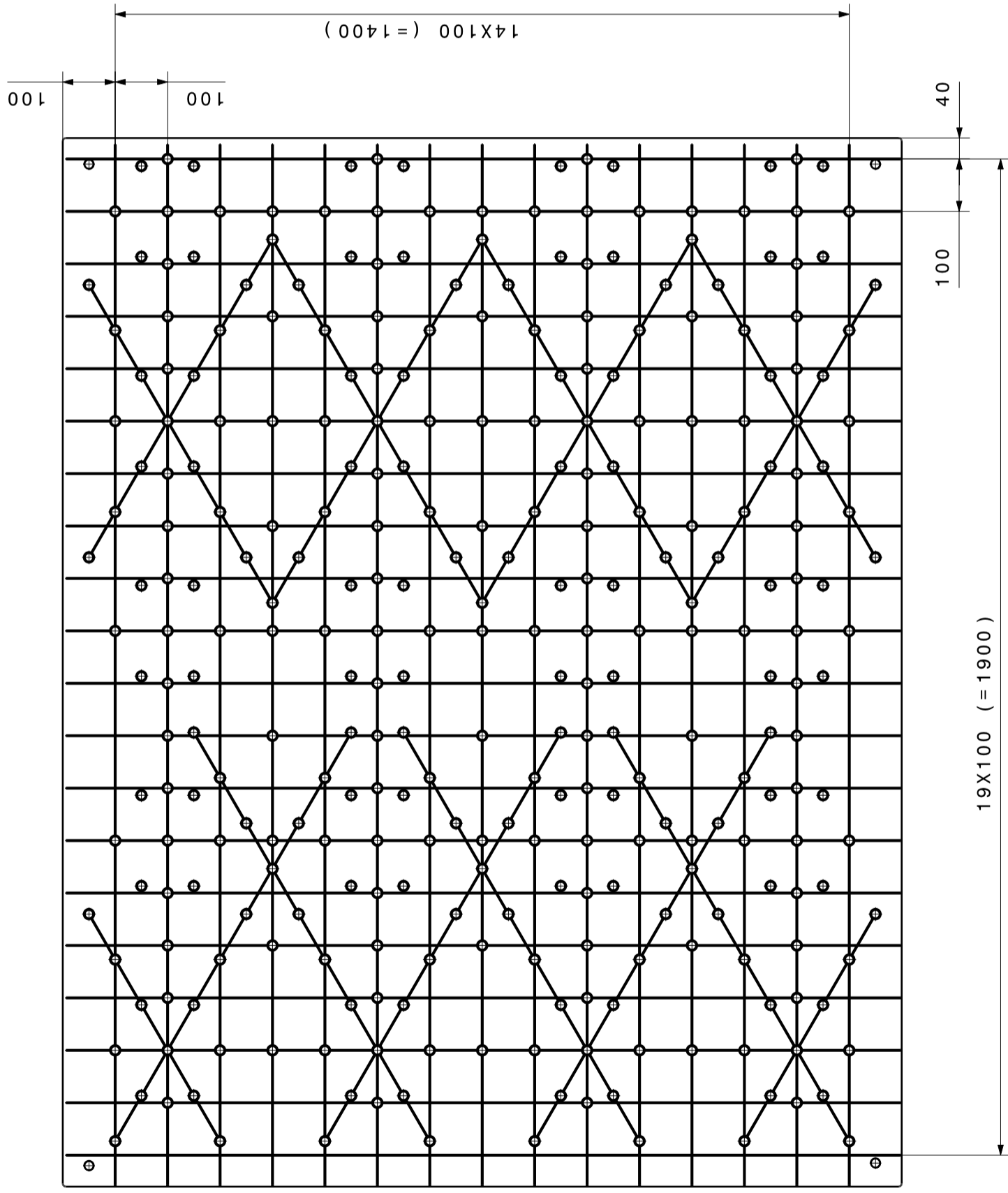


NOTA: 306 x Ø16,08

1		PLACA SUPERFICIE		ACERO	
Nº PIEZAS		DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES		MATERIAL	
1				MARCA	
FECHA		FIRMA		MATERIAL	
DIBUJADO		20/6/2018		MARCA	
COMPROBADO		20/6/2018		MATERIAL	
ESCALA		1:10		MATERIAL	
TRABAJO FIN DE GRADO		GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		PLACA SUPERFICIE	
DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA DE LOS TALADROS		MESA DE SOLDADURA		DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA DE LOS TALADROS	
Nº DE PLANO: 11		Nº DE HOJA: 1		Nº DE PLANO: 11	
Nº DE HOJA: 1		Nº DE HOJA: 1		Nº DE HOJA: 1	

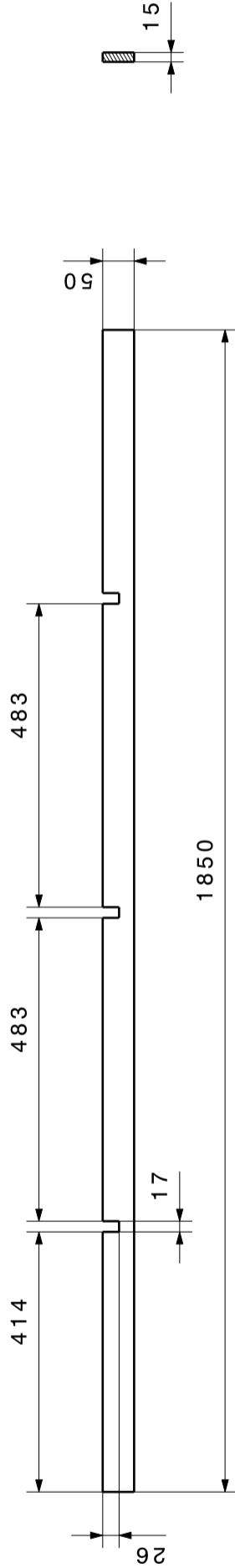


1

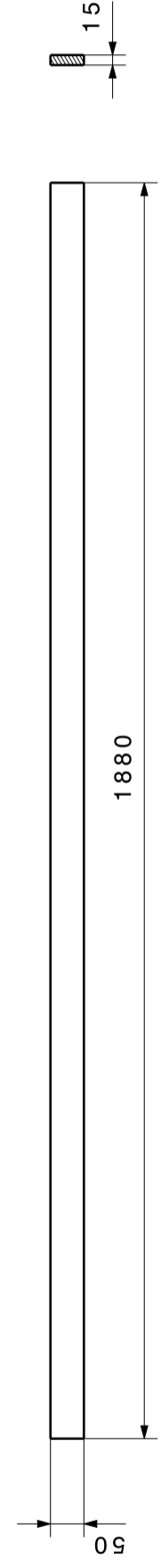


1	PLACA SUPERFICIE	1	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL
	FIRMA	TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
DIBUJADO	FECHA	DISTRIBUCIÓN GEOMÉTRICA DE LAS RANURAS	
COMPROBADO	20/6/2018	Nº DE PLANO: 11	
	20/6/2018	Nº DE HOJA: 2	
ESCALA	MESA DE SOLDADURA		
1:10			

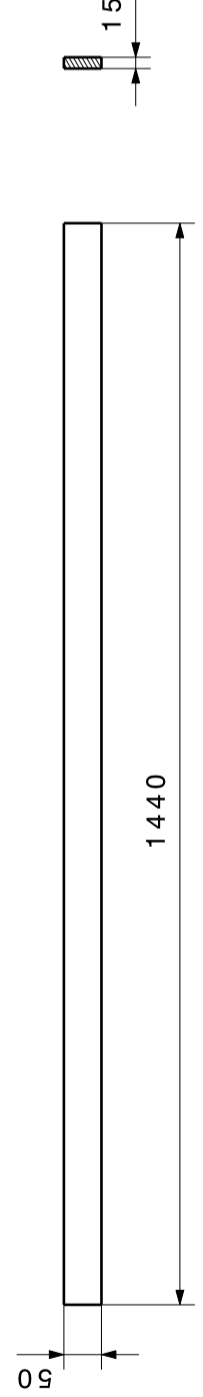
3



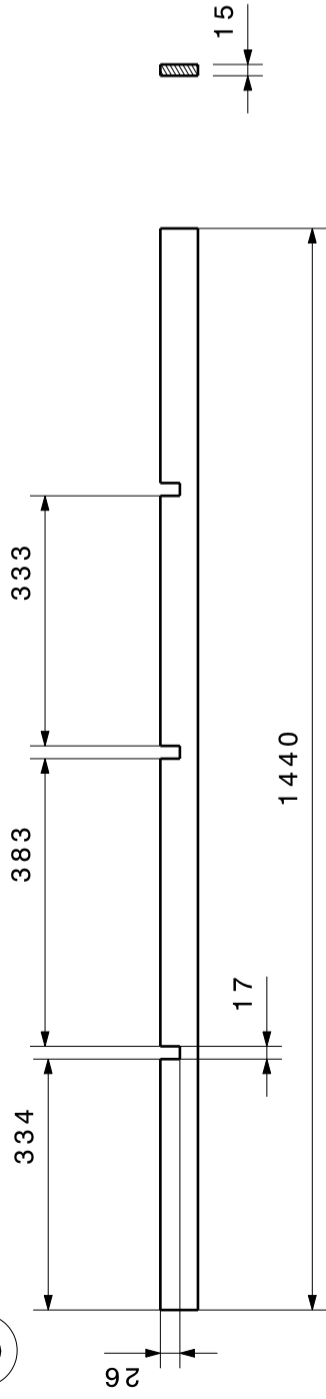
4



6



5

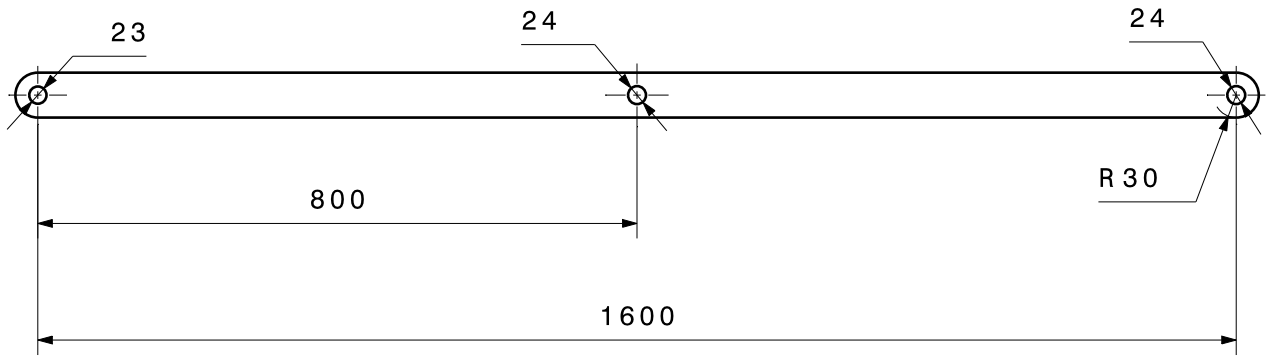


2	PLACA VERTICAL SOPORTE LATERAL	6	ACERO
3	PLACA VERTICAL SOPORTE DE LA PARTE INTERIOR	5	ACERO
2	PLACA HORIZONTAL SOPORTE LATERAL	4	ACERO
3	PLACA HORIZONTAL SOPORTE DE LA PARTE INTERIOR	3	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

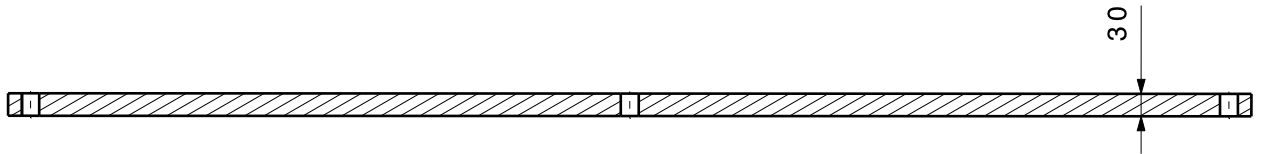
	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
	DIBUJADO	20/6/2018	
COMPROBADO	20/6/2018		

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PLACAS SOPORTE DE LA PLACA SUPERFICIE
1:10		

23



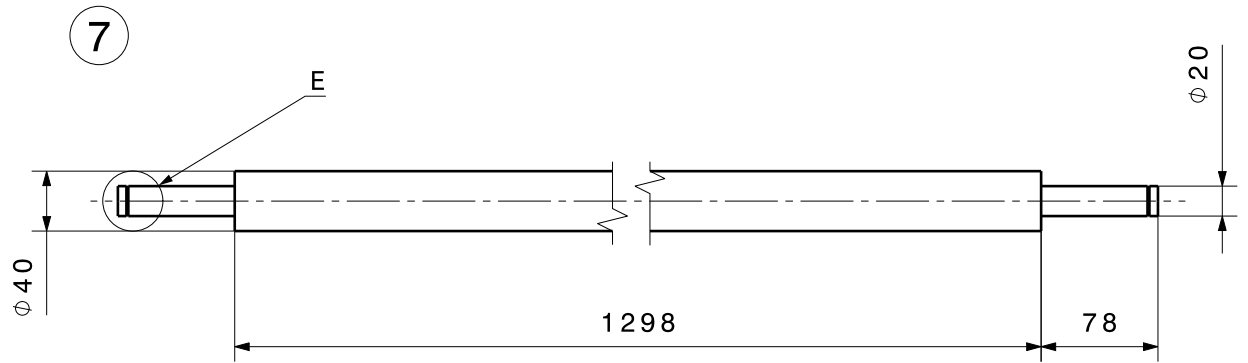
C-C



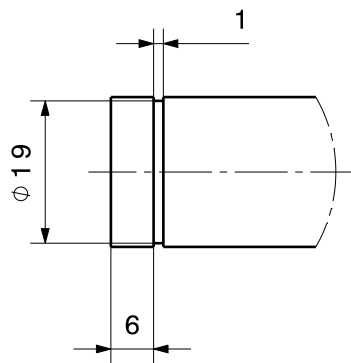
4	BARRA TIJERA	23	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA  1:10	MESA DE SOLDADURA	BARRA TIJERA
		Nº DE PLANO: 13
		Nº DE HOJA: 1



Detalle E  
Escala: 1:1

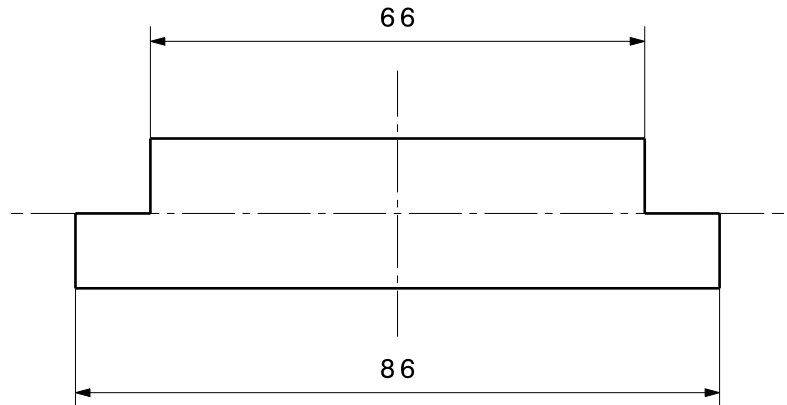
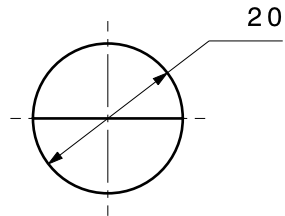


1	EJE CENTRAL	7	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

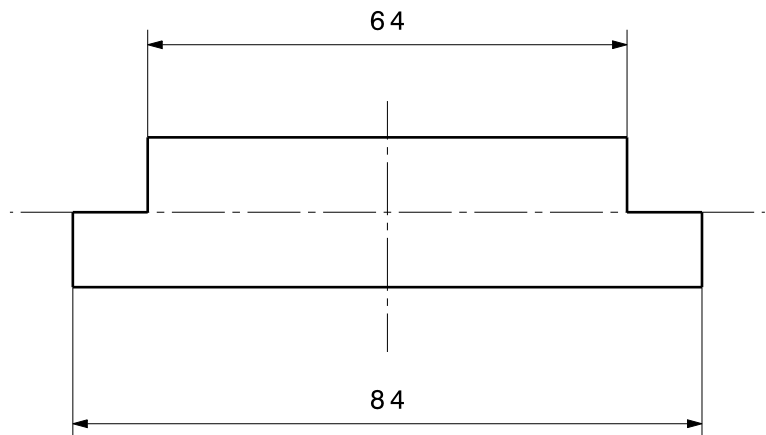
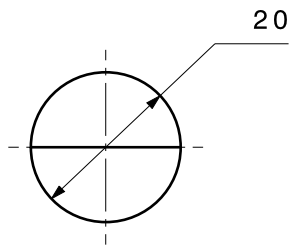
	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	<b>EJE CENTRAL DEL SISTEMA DE TIJERAS</b>
1:5		Nº DE PLANO: 14
		Nº DE HOJA: 1

42



17

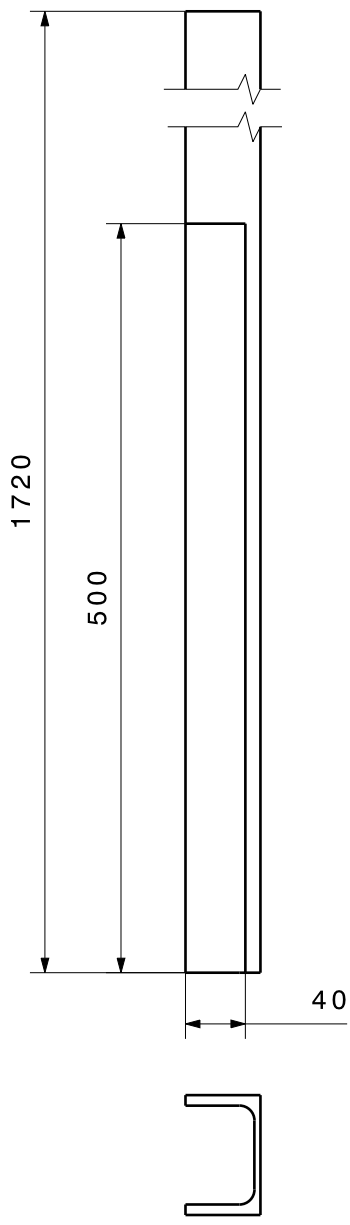


2	EJE SUPERIOR	42	ACERO
2	EJE INFERIOR	17	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

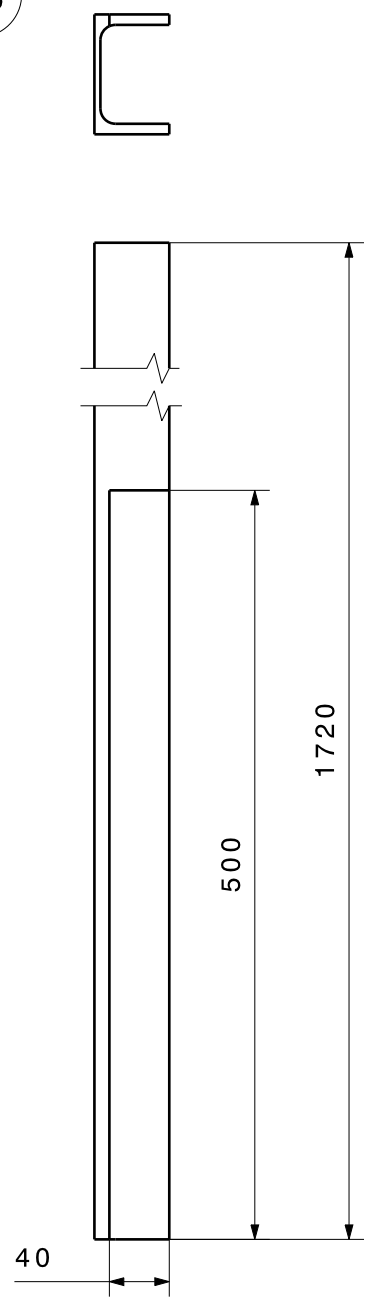
	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	<b>EJES SUJECIÓN</b> <b>BARRAS TIJERAS</b>
1:1		Nº DE PLANO: 15
		Nº DE HOJA: 1

40



43

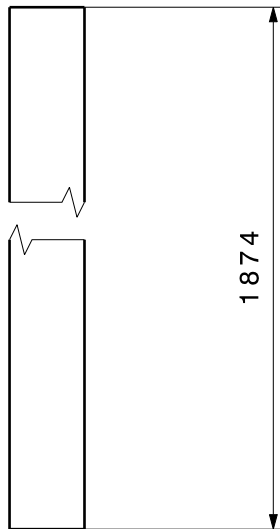
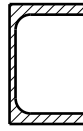


1	UPE 80 SUPERIOR SIMÉTRICA	43	ACERO
1	UPE 80 SUPERIOR	40	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PERFIL UPE 80 SUPERIORES
1:5		Nº DE PLANO: 16
		Nº DE HOJA: 1

40

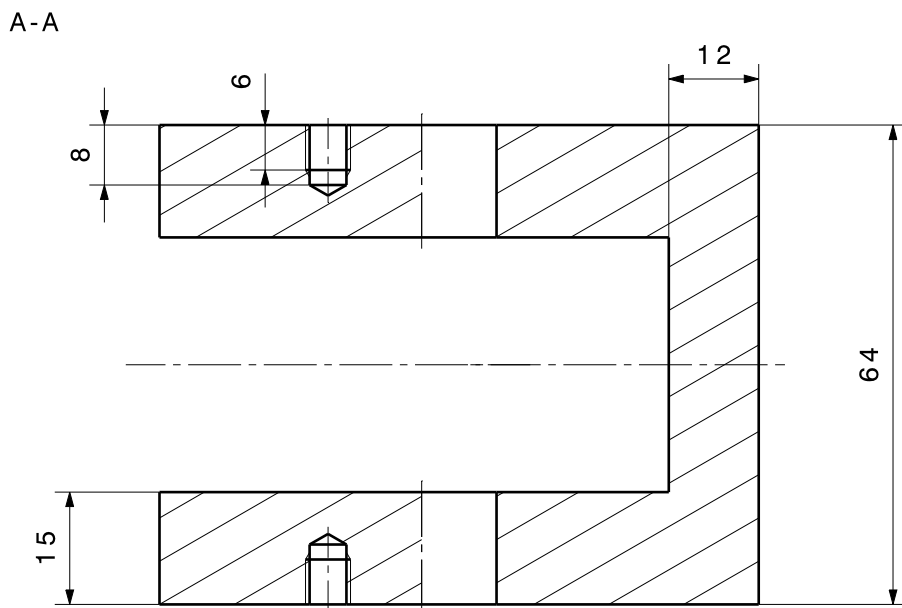
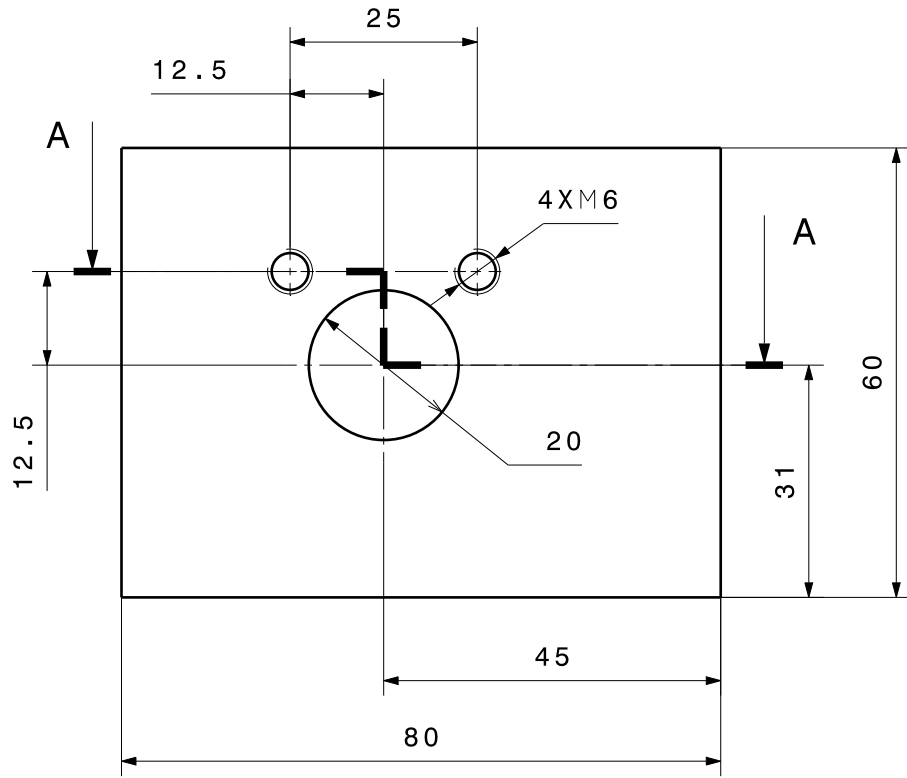


2	PERFIL UPE 80 INFERIOR	10	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
DIBUJADO	20/6/2018		
REVISADO	20/6/2018		

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PERFIL UPE 80 INFERIORES
1:5		Nº DE PLANO: 17
		Nº DE HOJA: 1

16



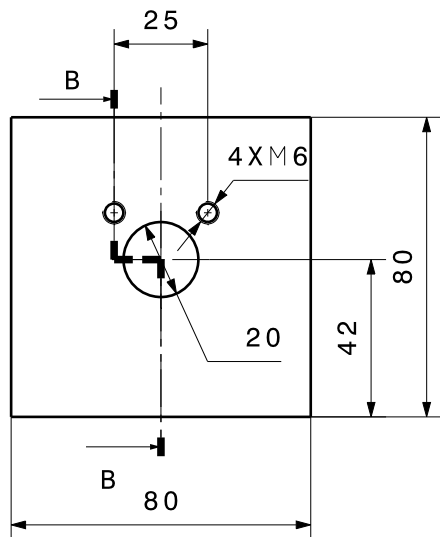
2	PIEZA SOPORTE INFERIOR	16	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

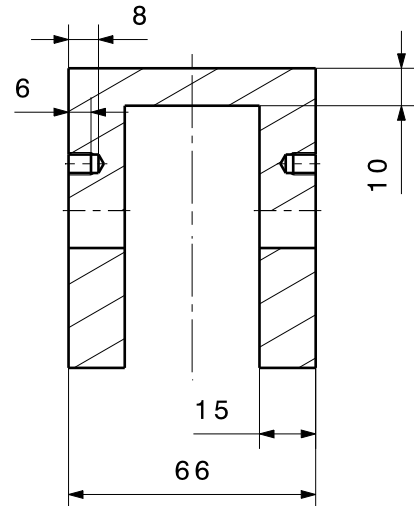
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PIEZA SOPORTE INFERIOR
1:1		Nº DE PLANO: 18
		Nº DE HOJA: 1



41



B-B



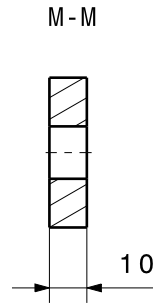
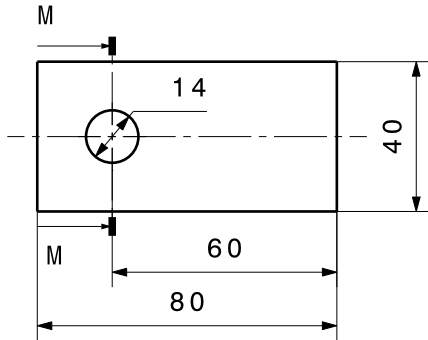
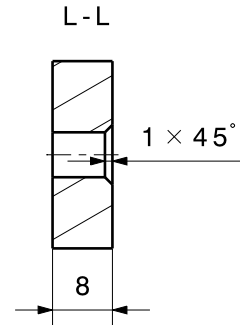
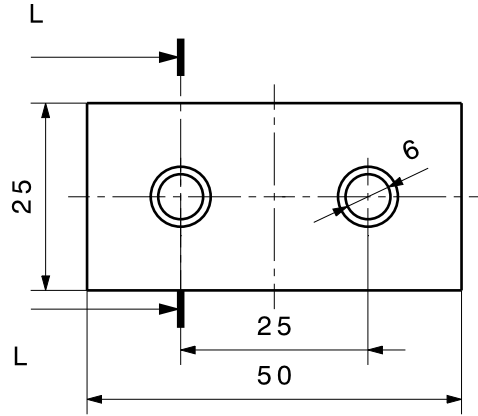
2	PIEZA SOPORTE SUPERIOR	41	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

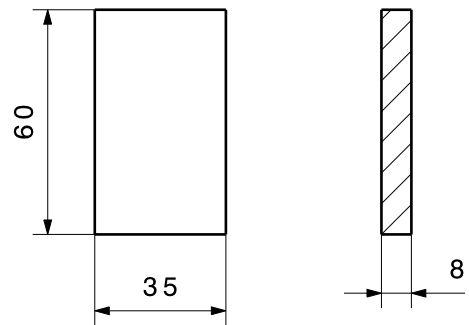
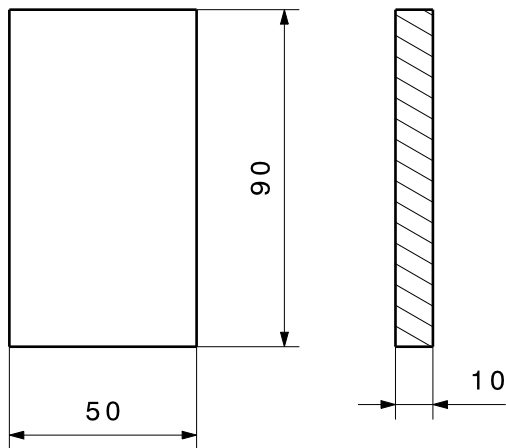
ESCALA	1:2	MESA DE SOLDADURA	PIEZA SOPORTE SUPERIOR
			Nº DE PLANO: 19
			Nº DE HOJA: 1

18

Escala: 1:1



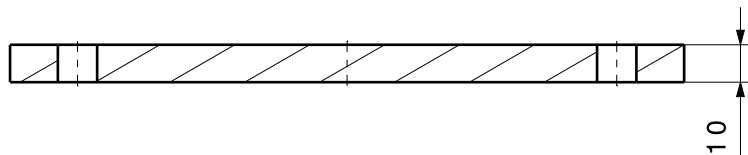
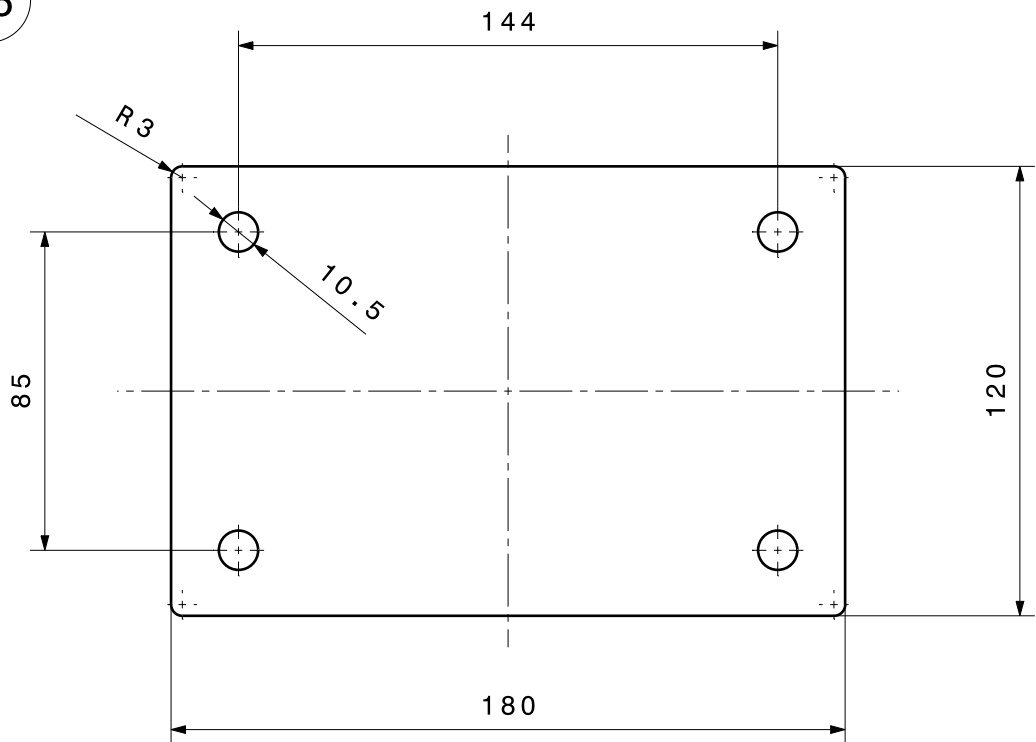
53



2	PLACA POSICIÓN PERFIL 2	53	ACERO
8	PLACA TOPE EJE	21	ACERO
4	PLACA PIE ARTICULADO	18	ACERO
2	PLACA REFUERZO	11	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018
ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>		<b>PLACAS</b>		
1:2					
					Nº DE PLANO: 20
	Nº DE HOJA: 1				

46

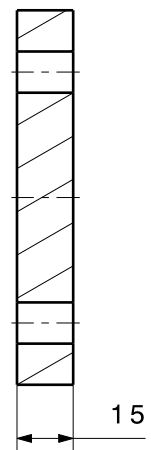
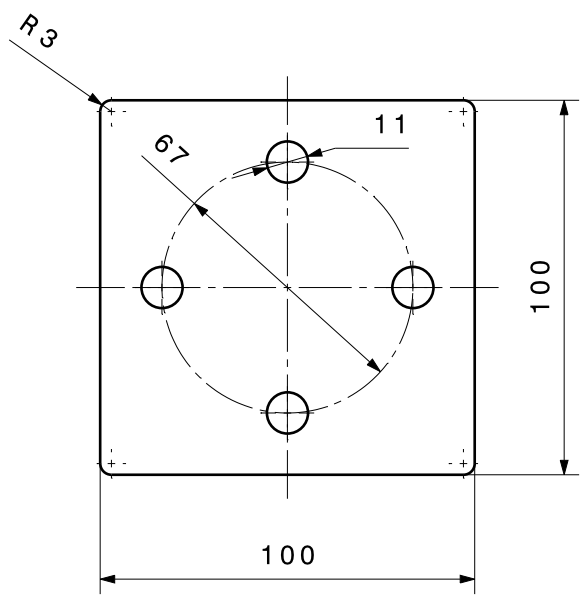


1	PLACA INICIO DEL ELEVADOR DE HUSILLO	46	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PLACA INICIO ELEVADOR DE HUSILLO
1:2		Nº DE PLANO: 21
		Nº DE HOJA: 1

44

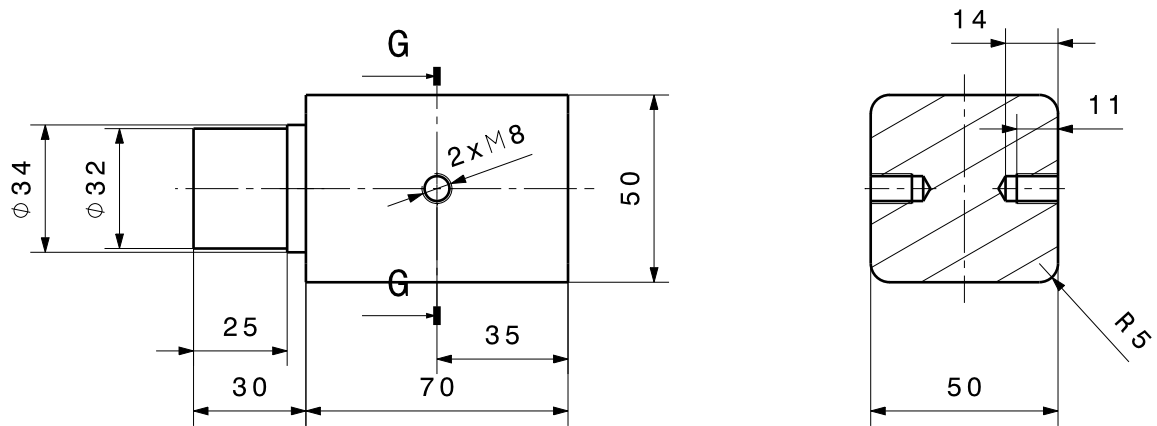


1	PLACA FINAL DEL ELEVADOR DE HUSILLO	44	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA  <b>1:2</b>	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PLACA FINAL DEL HUSILLO
		Nº DE PLANO: 22
		Nº DE HOJA: 1

52

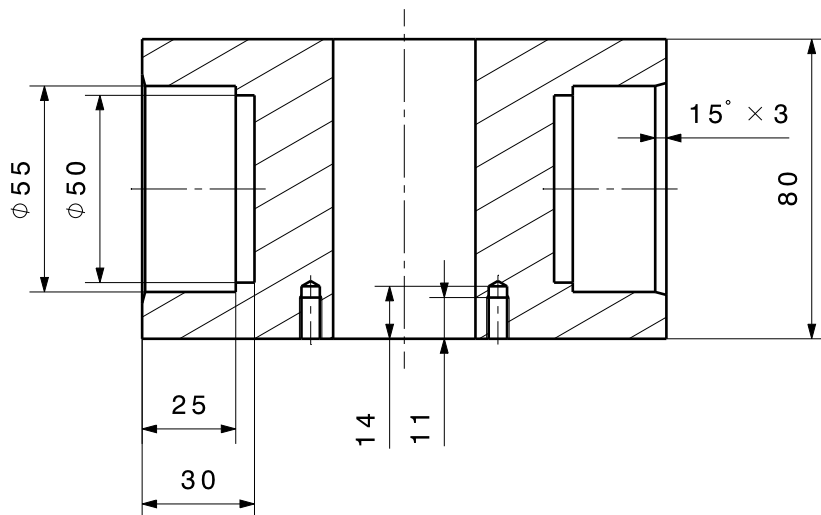
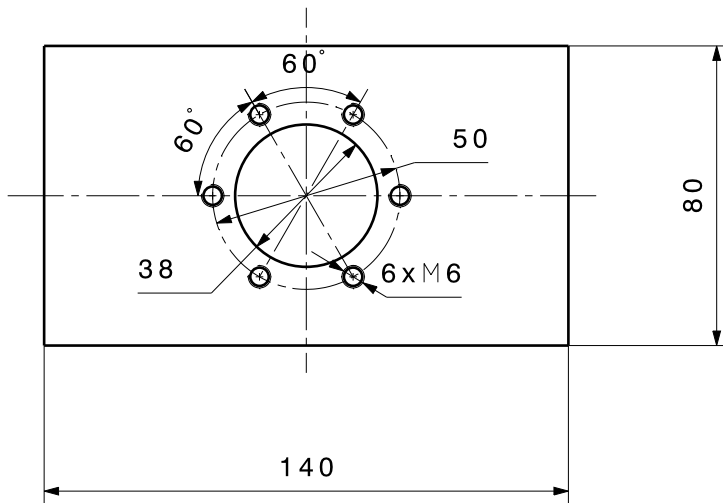


2	EJE PERFIL CUADRADO	52	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	EJE PERFIL CUADRADO
1:2		Nº DE PLANO: 23
		Nº DE HOJA: 1

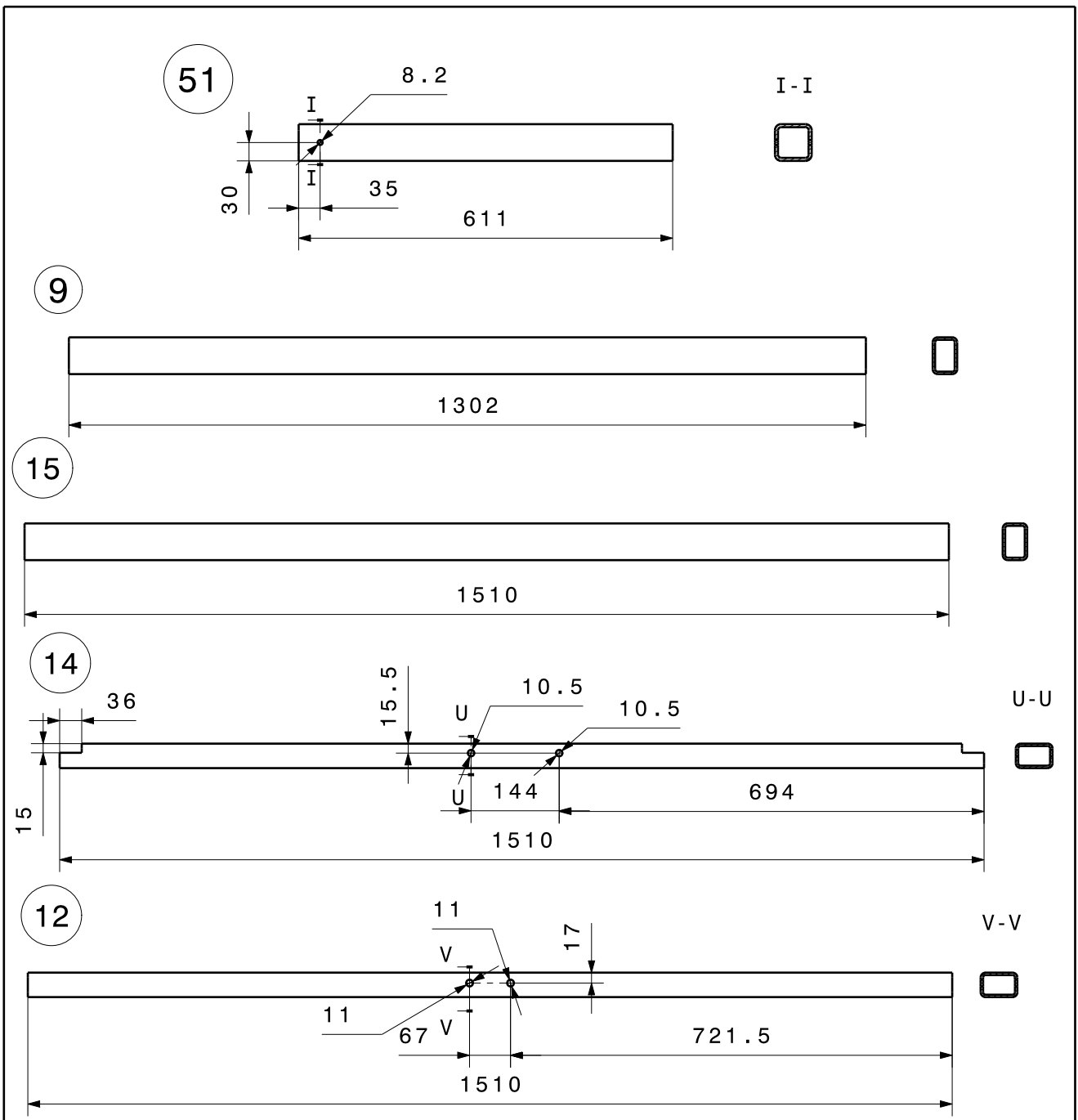
47



1	PIEZA UNIÓN CENTRAL	47	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PIEZA UNIÓN CENTRAL
1:2		Nº DE PLANO: 24
		Nº DE HOJA: 1



2	PERFIL 5	51	ACERO
2	PERFIL 1	15	ACERO
1	PERFIL 2	14	ACERO
1	PERFIL 3	12	ACERO
2	PERFIL 4	9	ACERO
Nº PIEZAS	DENOMINACIÓN Y OBSERVACIONES	MARCA	MATERIAL

	FECHA	FIRMA	<b>TRABAJO FIN DE GRADO</b> GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA		
	DIBUJADO				20/6/2018
	REVISADO				20/6/2018

ESCALA	<b>MESA DE SOLDADURA</b>	PERFILES
1:10		Nº DE PLANO: 25
		Nº DE HOJA: 1