

“Diseño de una máquina para ensamblar cajas de  
madera de la empresa Sincla”



DOCUMENTO 1: MEMORIA

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales  
(Mención Mecánica)

Trabajo Fin de Grado

Autor: XABIER FRANCES OIZ

Director/a: SARA MARCELINO SADABA

Pamplona, junio de 2017





## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>LABURPENA</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
1.1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO .....	11
1.2. ALCANCE DEL PROYECTO .....	11
1.3. ANTECEDENTES .....	12
<b>2. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO A FABRICAR</b> .....	<b>13</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CAJAS .....	13
2.1.1. Base.....	13
2.1.2. Laterales .....	14
2.1.3. Columnas de refuerzo .....	15
2.2. TIPOS DE CAJAS.....	15
2.3. ETAPAS DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE .....	17
2.3.1. Etapa 1: Elevación parcial de solapas de la base .....	17
2.3.2. Etapa 2: Unión de laterales a la base.....	18
2.3.3. Etapa 3: Fijación anclaje entre base y laterales .....	18
2.3.4. Etapa 4: Montaje laterales y columnas de refuerzo .....	18
2.3.5. Etapa 5: Unión de piezas restantes. Caja finalizada.....	19
<b>3. REQUISITOS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA</b> .....	<b>21</b>
<b>4. DISEÑO DE LA MÁQUINA ENSAMBLADORA DE CAJAS DE MADERA</b> .....	<b>23</b>
4.1. ESTRUCTURA.....	23
4.1.1. Perfiles estructurales y elementos de unión.....	24
4.1.2. Elementos adicionales .....	27
4.2. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS).....	28
4.2.1. Grupo de piezas de guiado (SS).....	29
4.2.1.1. Escuadra de fijación .....	30
4.2.1.2. Varilla de guiado (SS) .....	31
4.2.1.3. Pieza guía fija (SS).....	31
4.2.1.4. Pieza guía móvil (SS) .....	32
4.2.1.5. Escuadras fijación cilindro neumático.....	32
4.2.2. Grupo de piezas de apoyo (SS).....	33
4.2.2.1. Varilla de apoyo (SS) .....	34



4.2.2.2.	Pieza fijación cilindro de vacío .....	34
4.2.2.3.	Pieza guía de apoyo.....	34
4.2.2.4.	Escuadra de apoyo.....	35
4.2.3.	Accionamientos neumáticos (SS) .....	36
4.3.	SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE).....	37
4.3.1.	Grupo de piezas de guiado (SE) .....	38
4.3.1.1.	Varilla de guiado (SE).....	39
4.3.1.2.	Pieza guía fija (SE).....	39
4.3.1.3.	Pieza guía móvil (SE).....	40
4.3.2.	Grupo de piezas de apoyo (SE).....	41
4.3.2.1.	Varilla de apoyo (SE) .....	41
4.3.2.2.	Pieza fijación cilindro de empuje .....	42
4.3.3.	Grupo de piezas alojamiento columna de refuerzo .....	43
4.3.3.1.	Base alojamiento columna .....	43
4.3.3.2.	Pared alojamiento columna.....	44
4.3.3.3.	Perfil angular.....	45
4.3.3.4.	Fleje guía .....	45
4.3.3.5.	Fijación Alojamiento-Varillas.....	46
4.3.4.	Accionamientos neumáticos .....	46
4.4.	SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE.....	47
4.4.1.	Base de apoyo.....	48
4.4.2.	Grupo de piezas que intervienen con la caja .....	50
4.4.2.1.	Soporte en U .....	51
4.4.2.2.	Escuadra elevadora.....	51
4.4.2.3.	Guía .....	51
4.4.2.4.	Extensión pinza.....	52
4.4.2.5.	Gancho.....	53
<b>5.</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA .....</b>	<b>55</b>
5.1.	SECUENCIA DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE .....	55
5.1.1.	Secuencia 1: Preparación preensamblaje.....	56
5.1.2.	Secuencia 2: Colocación base de madera.....	57
5.1.3.	Secuencia 3: Elevación de solapas.....	58
5.1.4.	Secuencia 4: Colocación laterales largos .....	58
5.1.5.	Secuencia 5: Desplazamiento lateral largo.....	59
5.1.6.	Secuencia 6: Inserción lateral largo en columna de refuerzo .....	61
5.1.7.	Secuencia 7: Desactivación cilindros neumáticos .....	62



5.1.8. Secuencia 8: Ascensión plataforma base.....	62
5.2. AUTOMATIZACIÓN .....	63
<b>6. PRESUPUESTO.....</b>	<b>63</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS .....</b>	<b>65</b>
<b>8. NORMATIVA .....</b>	<b>67</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Variedad de productos Sincla Box (Fuente: www.sincla.com) .....	12
<b>Figura 2.1.</b> Caja pequeña 30x20 cm (Fuente: www.sincla.com) .....	13
<b>Figura 2.2.</b> Base caja de madera con 1 anclaje en lateral pequeño y 2 anclajes en lateral grande (Dimensiones según el modelo).....	14
<b>Figura 2.3.</b> Base caja de madera con 1 anclaje en cada lateral (Dimensiones según el modelo).....	14
<b>Figura 2.4.</b> Lateral caja de madera con una sola ranura en la parte inferior (Dimensiones según el modelo) .....	14
<b>Figura 2.5.</b> Lateral caja de madera con 2 ranuras en la parte inferior (Dimensiones según el modelo)	14
<b>Figura 2.6.</b> Columna de refuerzo caja de madera .....	15
<b>Figura 2.7.</b> Elevación parcial de solapas de la base .....	17
<b>Figura 2.8.</b> Unión de laterales a la base.....	18
<b>Figura 2.9.</b> Fijación anclaje entre base y el lateral.....	18
<b>Figura 2.10.</b> Montaje entre laterales y columna de refuerzo .....	19
<b>Figura 2.11.</b> Unión de todas las piezas restantes. Caja de madera ensamblada.....	19
<b>Figura 4.1.</b> Estructura de la máquina .....	24
<b>Figura 4.2.</b> Datos técnicos perfiles de aluminio. (Fuente: Catálogo Fasten Sistemas) .....	24
<b>Figura 4.3.</b> Taladros realizados en los perfiles de aluminio (Transversal rectangular y transversal corto) .....	25
<b>Figura 4.4.</b> Conjunto de Conector perpendicular.....	26
<b>Figura 4.5.</b> Ejemplo de unión entre dos perfiles mediante conector perpendicular .....	27
<b>Figura 4.6.</b> Subconjunto de guiado por succión (SS).....	28
<b>Figura 4.7.</b> Escuadra de fijación .....	31
<b>Figura 4.8.</b> Pieza guía fija (SS).....	31
<b>Figura 4.9.</b> Pieza guía móvil derecha (SS) .....	32
<b>Figura 4.10.</b> Escuadra posterior cilindro neumático .....	33
<b>Figura 4.11.</b> Escuadra anterior (ASCO/Joucomatic Numatics).....	33
<b>Figura 4.12.</b> Pieza fijación cilindro de succión.....	34
<b>Figura 4.13.</b> Pieza guía de apoyo.....	35
<b>Figura 4.14.</b> Escuadra de apoyo derecha.....	35
<b>Figura 4.15.</b> Subconjunto de guiado con empuje (SE).....	37
<b>Figura 4.16.</b> Pieza guía fija (SE).....	39
<b>Figura 4.17.</b> Pieza guía móvil derecha (SE) .....	40
<b>Figura 4.18.</b> Pieza fijación cilindro de empuje .....	42



<b>Figura 4.19.</b> Alojamiento columna de refuerzo izquierda .....	43
<b>Figura 4.20.</b> Base alojamiento columna .....	44
<b>Figura 4.21.</b> Pared alojamiento columna.....	44
<b>Figura 4.22.</b> Perfil angular.....	45
<b>Figura 4.23.</b> Feje guía .....	45
<b>Figura 4.24.</b> Fijación Alojamiento-Varillas.....	46
<b>Figura 4.25.</b> Subconjunto plataforma base (Caja de queso) .....	47
<b>Figura 4.26.</b> Subconjunto plataforma base (Cesta pequeña) .....	48
<b>Figura 4.27.</b> Base de apoyo caja de queso.....	49
<b>Figura 4.28.</b> Base de apoyo cesta pequeña .....	49
<b>Figura 4.29.</b> Soporte en U .....	51
<b>Figura 4.30.</b> Escuadra elevadora.....	51
<b>Figura 4.31.</b> Conjunto guía.....	52
<b>Figura 4.32.</b> Extensión pinza .....	52
<b>Figura 4.33.</b> Gancho.....	53
<b>Figura 5.1.</b> Colocación de la parte de la caja de madera en los alojamientos.....	56
<b>Figura 5.2.</b> Montaje Lateral corto con Columnas de refuerzo .....	56
<b>Figura 5.3.</b> Colocación base de la caja en base de apoyo.....	57
<b>Figura 5.4.</b> Sujeción base mediante pinzas neumáticas .....	57
<b>Figura 5.5.</b> Elevación de solapas base de la caja .....	58
<b>Figura 5.6.</b> Inserción laterales largos .....	59
<b>Figura 5.7.</b> Activación Cilindros neumáticos (C. compacto Ø32 x S15).....	59
<b>Figura 5.8.</b> Inserción lengüeta de la base en lateral largo .....	60
<b>Figura 5.9.</b> Extensión del vástago del cilindro de empuje (C. carrera corta Ø20 x S15) .....	60
<b>Figura 5.10.</b> Activación Cilindros neumáticos (C. compacto Ø32 x S35).....	61
<b>Figura 5.11.</b> Inserción lengüeta en lateral corto. Fijación laterales a columnas .....	61
<b>Figura 5.12.</b> Detalle tornillo extracción columna de alojamiento.....	62
<b>Figura 5.13.</b> Ascensión de la plataforma base y extracción de la caja .....	62
<b>Figura 7.1.</b> Engranaje de cremallera .....	66



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Cajas de madera de referencia para establecer el diseño de la máquina .....	16
<b>Tabla 4.1.</b> Perfiles de aluminio empleados en la estructura de la máquina .....	25
<b>Tabla 4.2.</b> Elementos de unión empleados en la estructura .....	26
<b>Tabla 4.3.</b> Elementos adicionales de la estructura .....	27
<b>Tabla 4.4.</b> Grupo de piezas de guiado (SS) .....	29
<b>Tabla 4.5.</b> Elementos normalizados (Grupo de piezas de guiado (SS)) .....	30
<b>Tabla 4.6.</b> Grupo de piezas de apoyo (SS) .....	33
<b>Tabla 4.7.</b> Elementos normalizados (Grupo de piezas de apoyo (SS)) .....	34
<b>Tabla 4.8.</b> Cilindros neumáticos subconjunto de guiado con succión (SS) .....	36
<b>Tabla 4.9.</b> Grupo de piezas de guiado (SE) .....	38
<b>Tabla 4.10.</b> Elementos normalizados (Grupo de piezas de guiado (SE)) .....	39
<b>Tabla 4.11.</b> Grupo de piezas de guiado (SE) .....	41
<b>Tabla 4.12.</b> Elementos normalizados (Grupo de piezas de apoyo (SE)) .....	41
<b>Tabla 4.13.</b> Cilindros neumáticos subconjunto de guiado con empuje (SE) .....	46
<b>Tabla 4.14.</b> Bases de apoyo (Subconjunto plataforma base) .....	49
<b>Tabla 4.15.</b> Grupo de piezas que intervienen con la caja (Subconjunto plataforma base) .....	50
<b>Tabla 4.16.</b> Elementos normalizados (Subconjunto plataforma base) .....	50
<b>Tabla 4.17.</b> Cilindros neumáticos subconjunto plataforma base .....	53
<b>Tabla 6.1.</b> Coste total de las 2 máquinas diseñadas .....	63



## RESUMEN

El presente proyecto se presenta como **Trabajo Fin de Grado** (12 ECTS) para optar al título de **Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales**. En él se describe el proceso de diseño de una máquina para ensamblar cajas de madera de la empresa Sincla, S.L.

Las cajas que fabrica la empresa están destinadas concretamente para el establecimiento y transporte de frutas y productos comestibles. El rasgo característico de estas cajas se basa en su forma de unión, ya que prescinde de grapas, clavos o adhesivos a diferencia de las cajas convencionales.

El proyecto comienza con la **descripción** de las **cajas de madera** y se analiza el diseño de cada una de las piezas que la componen para poder comprender el sistema que permite el anclaje de las diferentes piezas entre sí. El proceso de montaje se quiere realizar de manera automatizada, es por ello que se requiere el diseño de una máquina capaz de poder armar las cajas pudiendo ahorrar tiempo y esfuerzo al cliente.

A continuación, se definen los **requisitos de diseño** de la máquina en cuestión, ya que en ello se halla la dificultad real de la elaboración del proyecto.

En el **diseño** de la máquina intervienen tanto elementos exclusivos que tienen su **plano de fabricación**, como elementos comerciales o normalizados (tornillos, tuercas...). Éste está basado en un primer prototipo que fue llevado a cabo por la propia empresa en sus inicios. El diseño completo de la máquina se ha desarrollado con la herramienta CAD *SolidWorks 2016*.

Además, se añaden las posibilidades de mejora aplicables a la máquina en **futuros desarrollos**, cuando la empresa se pueda permitir mayores inversiones.

Se incluye también el **presupuesto**, que contempla los costes de oficina técnica, los costes de los elementos comerciales, los costes de los elementos a fabricar y los costes de montaje y mantenimiento.

Por último, se establecen las directrices generales para la elaboración de un expediente técnico de construcción, ya que se pretende comercializar con la máquina.



## LABURPENA

Proiektu hau **Gradu Amaierako Lan** (12 ECTS) bezala aurkezten da **Industria Teknologietako Ingenieritzan Graduatu** titulua eskuratu ahal izateko. Honetan, Sincla S.L. enpresak egindako egurrezko kaxen muntaketa egiten dituen makina baten diseinuaren deskribapena egiten da.

Fabrikatutako kaxa hauek, fruta nahiz barazki edota beste motatako elikagaien biltegitratze eta garraiorako erabiltzen dira. Kaxa hauen berezitsuna, konposatzen dituen pieza ezberdinen bateratzean datza, izan ere, ohiko kaxen ez bezala, grapa, iltze edo itsaskirik gabe piezen elkartzea lortzen da.

Hasteko, zurezko **kaxen deskribapena** eta konposatzen dituen pieza bakoitzaren diseinuaren azterketa egiten da, hauen batzea nola gertatzen den ulertu ahal izateko. Kaxen merkaturatzea ahalbidetzen duten bezeroen denbora eta ahalegina aurrezteko, kaxen muntaketa beregain egiten duen makina baten diseinuaren beharra sortzen da.

Jarrain, diseinua aurrera eramateko kontuan hartu **beharreko baldintzak** adierazten dira, izan ere, honetan datza proiektuaren zailtasun nagusia.

Makinaren **diseinuan** bi motatako elementuak agertzen dira: fabrikatu beharreko piezen planoak eta elementu komertzialak nahiz normalizatuak (Adibidez: torlojuak, azkoinak...). Diseinua, enpresaren hastapenetan egindako prototipo batean oinarrituta dago eta *CAD Solidworks 2016* izeneko softwarearen bidez garatu egin da.

Honetaz gain, **etorkizunean** enpresaren inbertsio ahalmena handitzen denean egin daitezkeen hobekuntza posibleak gehitzen dira.

Bestalde, makinaren diseinuaren **aurrekontua** aurkezten da, non bulego teknikoko kostuak, erabilitako elementuen kostuak eta muntaketa nahiz mantentze lanen kostuak kontuan hartzen dira.

Azkenik, makinarekin **komertzializatu** ahal izateko beharrezko den dokumentazioa adierazten da.



## ABSTRACT

This Project is presented as **End of Degree Work** (12 ECTS) to qualify for the title of **Graduate in Industrial Technologies Engineering**. It describes the design process of a machine which is able to assemble wood boxes made by *Sincla's S.L.* Company.

These boxes are used to transport and storage fruit and vegetables or other type of edible products. The singularity of *Sincla's* product is that in comparison with conventional boxes, it does not use staples, nails or adhesives to join the different parts of the box.

The project begins with the **description** of the wood boxes and the design of each piece is analyzed to understand the anchoring system in which based the joining of the box. The idea is to create a machine for assembling the boxes in an automated way to save time and effort to the customer.

Then, the **design requirements** are defined because the company set some points to take into account. This add the main difficulty to the achievement of the project.

The **design** of the machine consist in 2 types of elements: those ones that have its own **manufacturing drawings** and commercial or standardized elements (screws, springs...). It is based on a prototype made by *Sincla S.L* in their beginnings as a company. The whole design of the machine have carried out by using CAD *Solidworks 2016* software.

Moreover, the **future developments** are added, looking at future improvements of the machine when economic acquisition of the company will increase.

The project also includes the **budget**, where all the costs of the machine are summarized in 3 groups: costs per technical office, the costs of the materials used in the design and the costs of installation and maintenance.

Finally, the main guidelines are established to elaborate a Technical Construction File, in order to market with the machine.





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

La empresa *Sincla* está dedicada a la fabricación de **cajas de madera** de distintas dimensiones orientadas para el sector agroalimentario especialmente. La **peculiaridad** de estas cajas es que no disponen de ningún medio de unión entre sus piezas como pueden ser adhesivos, grapas o clavos entre otros. La cohesión de las distintas piezas se lleva a cabo mediante la flexión de la madera consiguiendo de esta forma encajar unas piezas con otras y logrando que se queden ancladas entre sí obteniendo una caja suficientemente resistente para satisfacer la función a la que van a estar enfocadas.

El montaje de las cajas se puede realizar manualmente, pero como existe un interés por la comercialización de este producto a gran escala, se ha considerado conveniente el desarrollo de una máquina capaz de ejecutar el proceso de montaje de forma automatizada.

El **objetivo** del presente proyecto es **diseñar una máquina** que permita realizar el ensamblaje de las diferentes partes por las que se compone cada una de las cajas de forma autónoma.

Además, el diseño tiene unos **requisitos** que cumplir, entre los que destacan:

- Debe ser **ajustable** para poder conformar diferentes tamaños y modelos de cajas de madera.
- La máquina tiene que ser lo más **sencilla** posible y que **no** requiera una **inversión elevada**.

Junto a la máquina será necesaria la participación de un operario para la previa colocación de las piezas de madera y posterior extracción de la caja ensamblada de la máquina.

El proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria
- Anexos
- Planos
- Pliego de condiciones
- Presupuesto

### 1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

En el proyecto se incluye el diseño al completo de la máquina, con todos los planos de las piezas y conjuntos y todas las especificaciones necesarias para su correspondiente fabricación y montaje.

En lo respectivo al **funcionamiento** de la máquina, se emplean actuadores neumáticos que permiten el movimiento de las diferentes partes de la máquina para poder ensamblar las cajas de madera. Se especifican los diferentes componentes neumáticos utilizados y las indicaciones necesarias para poder realizar el conexionado del cableado pero no se hace un análisis exhaustivo en este aspecto.

### 1.3. ANTECEDENTES

La empresa Sincla, S.L. surgió de un proyecto llamado *Sincla Box* en el año 2003 donde se realizaron las patentes del diseño de las máquinas que permiten configurar las cajas de madera. Este proyecto se lleva a cabo por dos personas, Jon Marco, encargado de la parte industrial y Julia Marco, encargada de todo lo relacionado con la gestión empresarial.

El proyecto se basa en la invención de una caja de madera adecuada para el **envasado de productos** hortofrutícolas y alimentarios y la correspondiente conservación de estos productos perecederos. Hasta el momento el cartón y el plástico han sido los predominantes en el sector de los envases pero se quiso revertir esta situación, ya que la madera está considerada como un material más apropiado para envasar los productos de carácter alimentario.

Las cajas que se utilizan normalmente vienen montadas de fábrica lo que supone una ocupación del espacio muchas veces innecesario para las fábricas y, además, se emplean **materiales oxidables** como clavos o grapas que pueden dañar el producto.

Es por ello que se diseñó una caja exclusivamente de madera, automontable y totalmente reciclable, evitando materiales metálicos o adhesivos como nexo de unión de manera que sea lo más respetuosa posible con el medio ambiente.

La idea es que el cliente reciba el producto **despiezado** facilitando de esta forma el transporte de un mayor número de unidades y ocupando menor espacio de almacén en la misma empresa, y que tenga a su disposición una **máquina semiautomática** que le permita armar las cajas de manera práctica y sencilla en función de la producción que se requiera.

Se realizó un primer diseño de la máquina ensambladora de cajas pero no se documentaron especificaciones sobre su diseño, fabricación y montaje. Es por ello que ha existido la necesidad de realizar un diseño perfeccionado, con mejores acabados y con un precio competente en el mercado ya que se pretende comercializar con dicha máquina.



Figura 1.1. Variedad de productos Sincla Box (Fuente: [www.sincla.com](http://www.sincla.com))

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO A FABRICAR

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CAJAS

Los envases *Sincla Box* se componen básicamente por una base, 4 laterales y 4 ángulos de refuerzo. Todas las piezas están especialmente diseñadas para obtener una fijación firme entre sí y obtener un conjunto capaz de proteger los productos hortofrutícolas durante la manipulación, transporte, apilado, etc.

El **tamaño** de cada una de ellas depende del tipo de caja que se vaya a emplear ya que existen diferentes tamaños de cajas para diversas aplicaciones.

La caja está íntegramente fabricada en **madera** mediante operaciones de contrachapado, empleando chopo para la base y los laterales, y pino para realizar las esquinas.



**Figura 2.1.** Caja pequeña 30x20 cm (Fuente: [www.sincla.com](http://www.sincla.com))

Como se ha comentado, no se utilizan ni clavos ni grapas ni adhesivos para unir las piezas por las que se compone. Además, al ser **desmontable**, permite su recuperación cambiando solamente la pieza dañada.

Las diferentes piezas que se pueden encontrar en el conjunto se analizan a continuación.

#### 2.1.1. Base

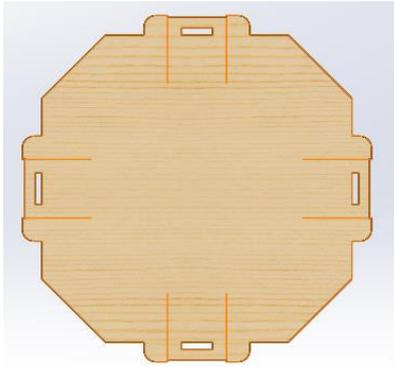
La base de la caja tiene forma de octógono donde en 4 de sus laterales se reserva un espacio para ubicar las esquinas y en los otros 4 lados restantes se fijan los laterales.

Para fijar los laterales a la base, en ésta pieza se han incluido unas extensiones en forma de lengüeta con una ranura, de manera que se puede flexionar parcialmente la lengüeta para permitir el anclaje con los laterales.

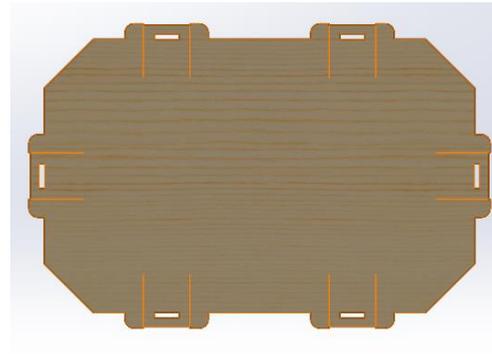
Para poder realizar las diferentes cajas que se ofertan existen **dos tipos** de bases:

- Bases con 1 anclaje en cada lateral.
- Bases con 1 anclaje en el lateral pequeño y 2 anclajes en el lateral grande.

En cuanto a la fabricación de estas piezas, se llevan a cabo mediante corte por chorro de agua en tableros con un espesor de **3 mm**.



**Figura 2.3.** Base caja de madera con 1 anclaje en cada lateral (Dimensiones según el modelo)



**Figura 2.2.** Base caja de madera con 1 anclaje en lateral pequeño y 2 anclajes en lateral grande (Dimensiones según el modelo)

### 2.1.2. Laterales

En los laterales se recortan 2 ranuras, una en el lado inferior como anclaje de fijación con la base y otras 2 ranuras en los lados verticales en forma de “T” para conseguir una sujeción adecuada con la esquina de la caja.

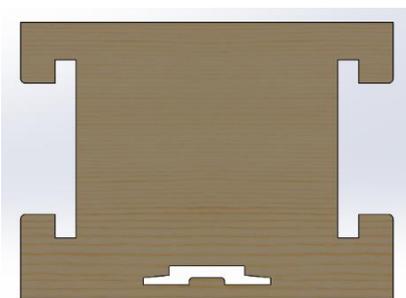
Los laterales se ensamblan con la base mediante un sistema de encaje automático de machihembrado, de manera que el anclaje que existe en la ranura del lado inferior encaja en la ranura de la lengüeta de la base.

Mientras que el diseño de la ranura de los lados verticales permite una sujeción consistente introduciéndose en el canal de la columna de refuerzo (esquina de la caja).

Al igual que en la base, dependiendo del tipo de caja que se vaya a configurar se encontrarán **dos tipos** de laterales:

- Laterales con 1 sola ranura en la parte inferior.
- Laterales con 2 ranuras en la parte inferior.

Estas piezas también se fabrican mediante corte por chorro de agua en tableros de **3mm** de espesor.



**Figura 2.4.** Lateral caja de madera con una sola ranura en la parte inferior (Dimensiones según el modelo)



**Figura 2.5.** Lateral caja de madera con 2 ranuras en la parte inferior (Dimensiones según el modelo)

### 2.1.3. Columnas de refuerzo

El conjunto se completa con 4 columnas dispuestas en los ángulos interiores de la caja. Además de cumplir con la función de fijación de las bases y laterales, la cara superior e inferior de la columna está adaptada para poder **apilar** adecuadamente una caja sobre otra.

En la columna se pueden observar una serie de ranuras y canales de manera que se ha conseguido un sistema especial de engatillado para poder fijar los laterales de la caja. Este elemento es la pieza clave que consigue reforzar notablemente la resistencia de la caja.

Para conseguir una correcta separación entre cajas y que el apilado sea estable, se han desarrollado tanto en la parte superior como en la inferior unas semicircunferencias, siendo la hembra en la parte inferior y el macho en la parte superior.

La altura de la esquina de la caja varía según la caja que se vaya a montar.

La fabricación de esta pieza resulta la más compleja y se lleva a cabo mediante una serie de cortes realizados en un listón rectangular empleando una sierra ingletadora.

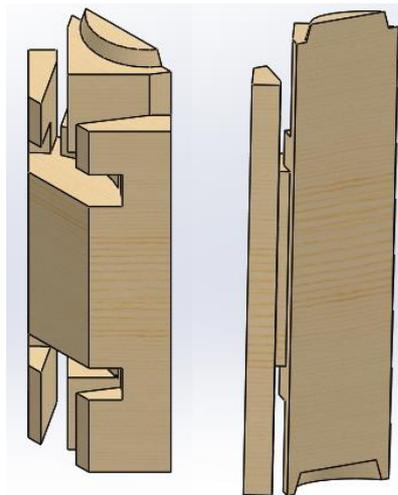


Figura 2.6. Columna de refuerzo caja de madera

Además, de las piezas mencionadas, se les puede añadir a las cajas piezas adicionales como tapas para cubrir los alimentos y separadores para dividir la caja en dos compartimentos diferentes entre otros.

## 2.2. TIPOS DE CAJAS

En cuanto a las cajas con las que comercializa la empresa *Sincla*, se pueden encontrar dirigidas para diversos ámbitos comerciales relacionados con la alimentación concretamente, ya sea para embalar frutas y verduras, repostería, quesos, jamones y botellas de vino, incluso con posibilidad de hacer una caja personalizada ajustándose a las necesidades que exija el cliente.

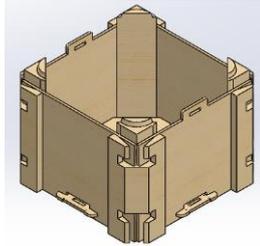
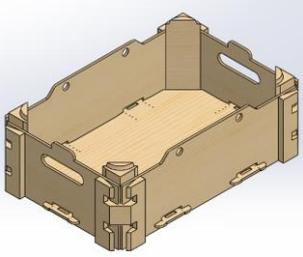
Entre los productos que se pueden seleccionar existen además diferentes modelos y tamaños disponibles, por lo que se pueden diferenciar **3 variaciones** de acuerdo a lo siguiente:

- Número de anclajes:
  - Cajas con 1 anclaje en cada lateral.
  - Cajas con 1 anclaje en el lateral pequeño y 2 en el grande.
  
- Tipo de anclajes:
  - Cajas con anclaje de elevación de solapa.
  - Cajas con anclaje a presión.
  
- Tipo de esquina:
  - Cajas con esquina de madera.
  - Cajas con esquina de plástico.

El tamaño de las cajas van desde los **50 x 50 x 40 mm** que es la más pequeña de plástico, hasta los **500 x 500 x 340 mm** que es la más grande de madera.

Para armar las diferentes variedades de cajas se pretende desarrollar una **máquina** capaz de realizar el proceso de montaje automáticamente. Este proyecto se enfoca en el diseño de una máquina para 2 tipos de cajas estándares sirviendo como referencia para la fabricación de otras, únicamente adaptándolas a las dimensiones que sean necesarias para el montaje de otro tipo de envase.

Las **2 cajas** que se van a tomar como **referencia** para definir el diseño de la máquina se muestran en la siguiente tabla:

PRODUCTO	DIMENSIONES GENERALES	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
Caja de queso	180 x 180 x 130 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 anclaje en cada lateral.</li> <li>- Anclaje de elevación de solapa.</li> <li>- Esquina de madera.</li> <li>- <u>Masa:</u> 233 g</li> </ul>	
Cesta pequeña	300 x 200 x 100 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 anclaje en el lateral pequeño y 2 en el grande.</li> <li>- Anclaje de elevación de solapa.</li> <li>- Esquina de madera.</li> <li>- <u>Masa:</u> 228 g</li> </ul>	

**Tabla 2.1.** Cajas de madera de referencia para establecer el diseño de la máquina

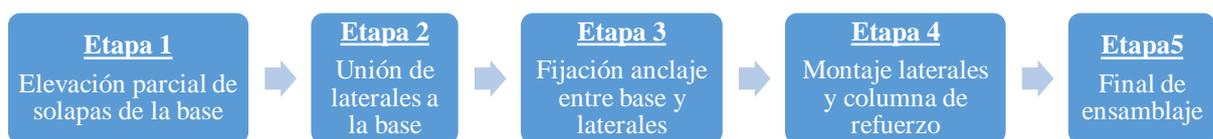
Se pueden consultar las **dimensiones** de ambas cajas de forma más detallada en el documento *Anexos B: Planos* del presente proyecto.

### 2.3. ETAPAS DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE

En el proyecto *Sincla Box* se desarrolló un producto único especialmente diseñado para poder configurar una serie de cajas de manera sencilla, como si se tratase de piezas de un “puzzle” que se unen unas con otras logrando un resultado resistente y duradero. Todas las piezas están diseñadas al detalle para conseguir una caja que este a la altura y poder competir con el resto de envases en el mercado.

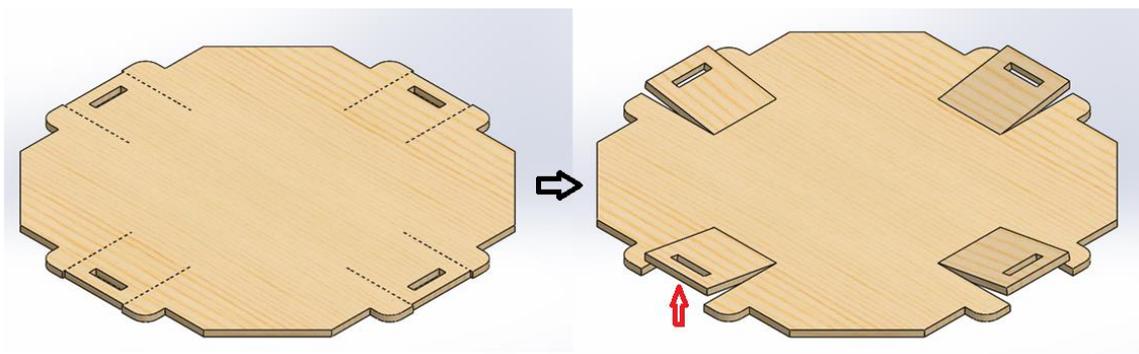
El montaje se lleva a cabo mediante un sistema de encaje automático de machihembrado, ranura, lengüeta y anclaje de fijación entre la base y los laterales. Y para fijar las columnas de refuerzo, se fijan a los laterales con un sistema de engatillado que se analizará a continuación en detalle.

Las etapas que hay que seguir para realizar el ensamblaje del conjunto adecuadamente se resume a través de este diagrama de flujo. Se toma como **referencia la caja de queso**.



#### 2.3.1. Etapa 1: Elevación parcial de solapas de la base

En primer lugar, se coge la base de la caja y se levantan parcialmente las lengüetas previamente mecanizadas. La madera seleccionada, como se ha comentado anteriormente, es chopo el cual es un material ligero, bastante resistente y lo suficientemente elástico como para poder flectar sin romperse.



**Figura 2.7.** Elevación parcial de solapas de la base

### 2.3.2. Etapa 2: Unión de laterales a la base

A continuación, se cogen las superficies laterales de las caras opuestas y se introduce la lengüeta de la base en la ranura inferior de cada uno de los laterales. La lengüeta hay que levantarla lo suficiente como para evitar la pestaña que sobresale en la ranura inferior de la pieza lateral. En el *Anexo A: Cálculos*, se realiza el cálculo del grado de elevación que debe aplicarse a la lengüeta.

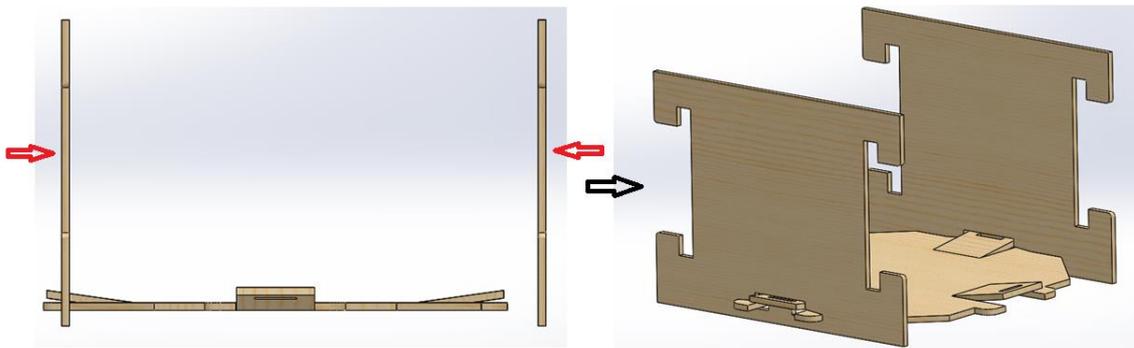


Figura 2.8. Unión de laterales a la base

### 2.3.3. Etapa 3: Fijación anclaje entre base y laterales

Seguidamente se suelta la solapa y se quedan ambas piezas ancladas, ya que la pestaña queda encajada en la ranura de la base.

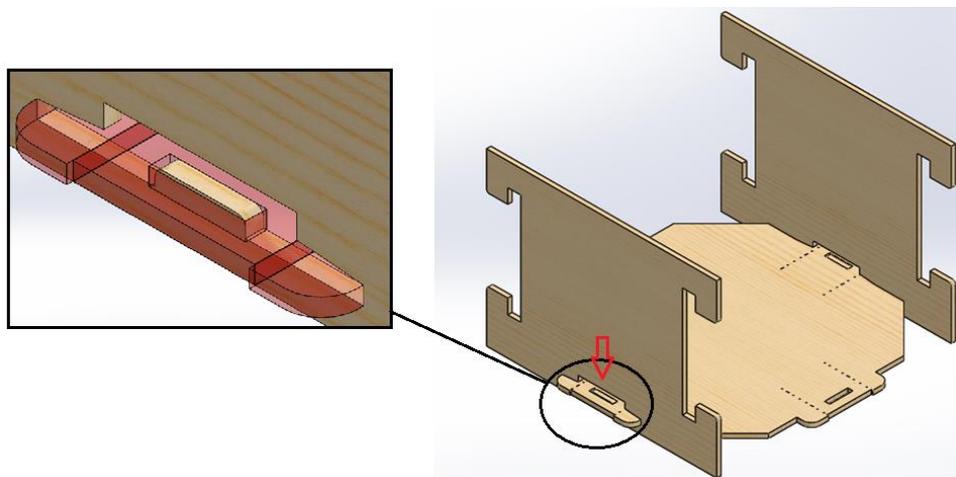


Figura 2.9. Fijación anclaje entre base y el lateral

### 2.3.4. Etapa 4: Montaje laterales y columnas de refuerzo

Antes de proseguir insertando los 2 laterales restantes, es necesario encajar previamente las columnas de refuerzo ya que en caso contrario no sería posible unir la esquina con los laterales.

La columna de refuerzo, como se ha comentado en apartados anteriores, tiene un canal por el que permite la inserción de la pieza adyacente. Pero se ha incorporado un gatillo que al quedar la pieza lateral

formando un ángulo de  $90^\circ$  respecto de la otra pieza que completa la esquina, impide que el lateral al quedarse encajado pueda retroceder y salirse de la ranura.

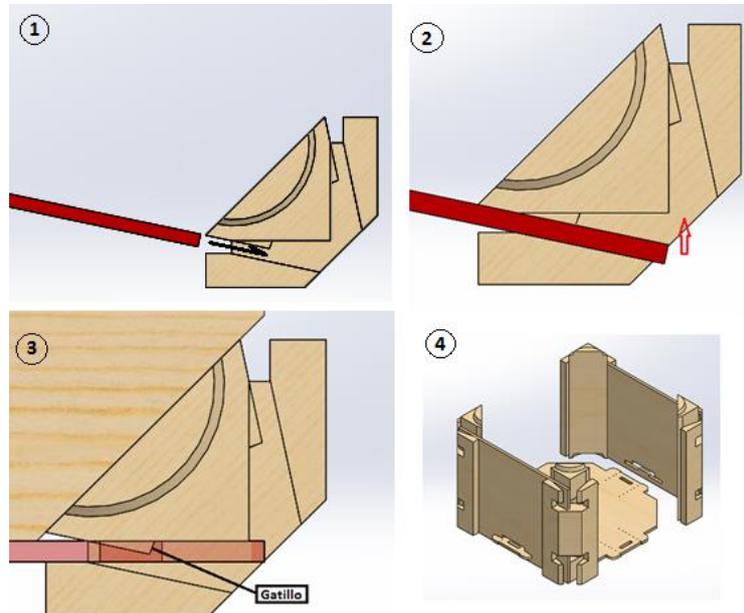


Figura 2.10. Montaje entre laterales y columna de refuerzo

### 2.3.5. Etapa 5: Unión de piezas restantes. Caja finalizada

Se acaba de montar la caja con los otros dos laterales que faltan y se ensamblan todas las partes siguiendo los mismos pasos que se han explicado.

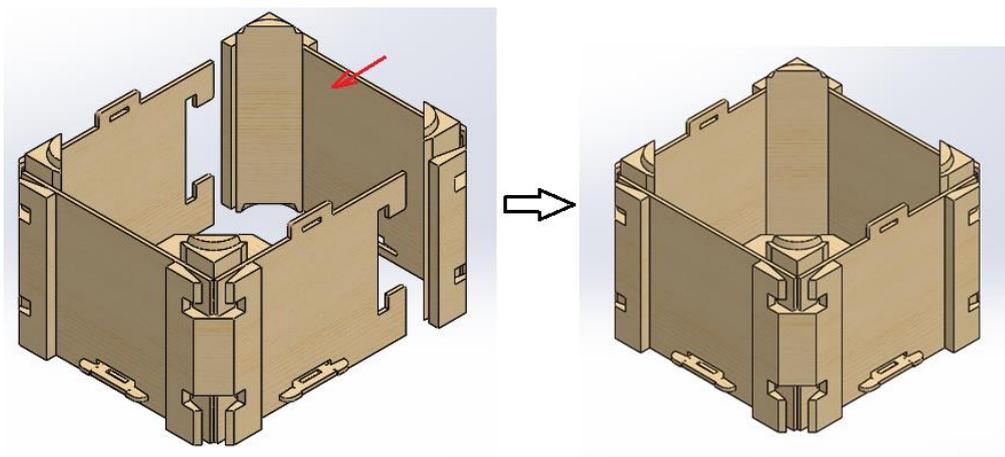


Figura 2.11. Unión de todas las piezas restantes. Caja de madera ensamblada.





### 3. REQUISITOS DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA

En este capítulo se van a especificar todos los requisitos que debe cumplir el diseño de la máquina para cumplir con las expectativas exigidas por la empresa.

Sincla S.L., se trata de una empresa pequeña que acaba de iniciarse hace poco y todavía necesita realizar un recorrido bastante largo para abrirse un hueco dentro del mercado. Además, la idea de realizar una máquina ensambladora de cajas automatizada va dirigida explícitamente para aquellas empresas destinadas a la distribución de productos alimentarios que necesiten cajas de madera como las que se ofertan, para que puedan montar las cajas en sus propios centros de producción. La máquina se podría prestar o incluso regalar al propio cliente dependiendo de si la demanda de cajas por parte de la empresa externa es considerable.

Es por ello que la máquina no debe tener un **presupuesto** demasiado elevado, ya que sino no resultaría rentable para la empresa. Se puede tomar como un servicio extraordinario que ofrece *Sincla* a sus clientes.

Por consiguiente, para que el precio de la máquina no se incremente demasiado, se realizará un diseño lo más sencillo posible que se centre en la funcionalidad que tiene que cumplir. Será conveniente la utilización de elementos **comerciales** o piezas **sencillas** que no necesiten un mecanizado muy complejo que pueda aumentar el precio de la máquina.

Otro punto a tener en cuenta es que la máquina sea **ajustable**, que permita la posibilidad de modificar las dimensiones de manera sencilla para poder ensamblar cajas de diferentes tamaños y modelos. Aunque este proyecto solamente va a centrarse en dos cajas diferentes, la máquina estará diseñada especialmente de forma que con pequeñas modificaciones se pueda adaptar y construir otra de acuerdo a otras características.

Por otro lado, otro aspecto importante a considerar se corresponde al montaje y desmontaje de la máquina. En caso de que se precisen labores de **mantenimiento** y se requiera arreglar o sustituir una pieza, debe facilitarse dicho proceso introduciendo como se ha comentado anteriormente piezas sencillas y la utilización del menor tipo de elementos normalizados que sea posible. De manera que el técnico de mantenimiento pueda analizar la máquina empleando el menor tipo de herramientas posible.

A modo de **resumen**, se indican a continuación los requisitos que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar la máquina ensambladora de cajas de madera:

- ✓ Ajustar el presupuesto dentro de lo posible y que los costes de las piezas diseñadas no superen los **2000 €**.
- ✓ Diseño sencillo, utilizando piezas simples y elementos comerciales si es posible.
- ✓ Máquina regulable a distintos tamaños y modelos de cajas.
- ✓ Facilitar el montaje y desmontaje empleando la menor variación de elementos normalizados posible.
- ✓ Que la máquina sea ligera de manejar pero que sea robusta.





## 4. DISEÑO DE LA MÁQUINA ENSAMBLADORA DE CAJAS DE MADERA

Atendiendo a los requisitos que ha establecido la empresa *Sincla* para la realización del diseño de la máquina y utilizando como referencia un prototipo construido antes de que Sincla, S.L. estuviese registrada como empresa, se ha llevado a cabo un posible diseño que cumple con las expectativas previstas.

El diseño ha sido desarrollado utilizando el software de diseño asistido por ordenador (CAD) *SolidWorks 2016*. La máquina se ha ido reconstruyendo mediante diferentes subconjuntos, comenzando por la estructura principal de la máquina hasta elementos más concretos como la base que soporta la caja de madera. Se han ido incorporando los diferentes subconjuntos y se ha obtenido el modelo final.

Se ha dividido la máquina en los siguientes **subconjuntos** de manera que sea más sencilla la comprensión del montaje y la descripción de las piezas utilizadas en su totalidad:

- Estructura
- Subconjunto de guiado con succión (SS)
- Subconjunto de guiado con empuje (SE)
- Subconjunto plataforma base

### 4.1. ESTRUCTURA

La estructura es el conjunto que se encarga de soportar el peso de todo el mecanismo de la máquina y sujeta todos los subconjuntos por los que se compone. Debe formar una estructura suficientemente **resistente** como para aguantar todas las partes que se encuentran ancladas a ella adecuadamente, pero a su vez, debe ser una máquina lo más **manejable** posible por lo que se ha procurado utilizar materiales resistentes al mismo tiempo que ligeros.

Las dimensiones generales correspondientes a la estructura son **760 x 620 x 1125 mm**.

La estructura está constituida en su totalidad por **elementos comerciales** seleccionados del catálogo perteneciente a la empresa *Fasten Sistemas, S.L.* Para realizar la descripción de los diferentes componentes de la estructura se va a dividir en **2 grupos**:

- Perfiles estructurales y elementos de unión.
- Elementos adicionales.

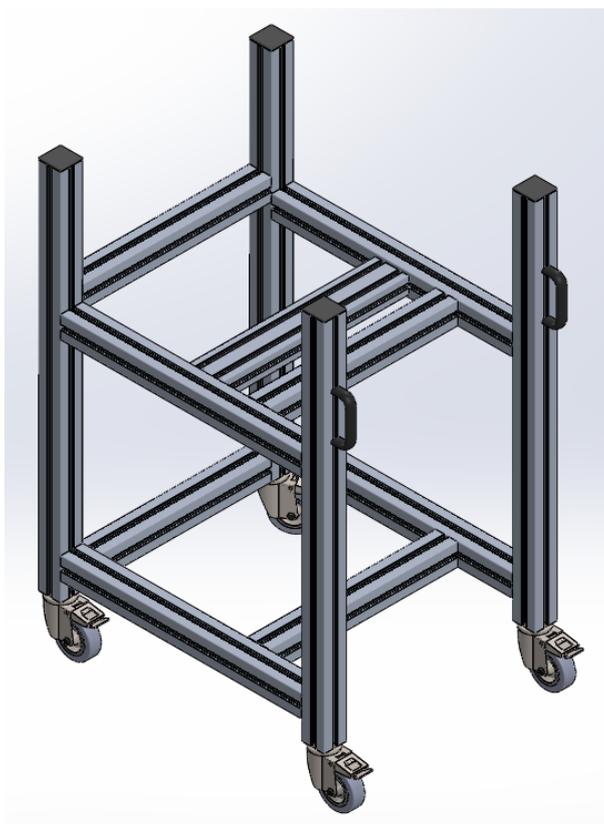


Figura 4.1. Estructura de la máquina

#### 4.1.1. Perfiles estructurales y elementos de unión

##### ➤ **Perfiles de aluminio**

Se han empleado 2 tipos de perfiles con diferentes longitudes para configurar el armazón de la estructura de la máquina. Los perfiles están fabricados de aleación de aluminio, concretamente, **Al Mg Si 0,5 F25 (6060)**. Estos perfiles están especialmente diseñados para este tipo de montajes, tienen una resistencia considerable (Límite elástico: 200 N/mm<sup>2</sup>), fáciles de mecanizar y son bastante ligeros (Densidad: 2,7 g/cm<sup>3</sup>). La estructura no va a soportar un peso muy elevado por lo que son los perfiles adecuados. Se pueden consultar los datos técnicos más detalladamente en la tabla adjunta en el catálogo indicado en el apartado anterior:

#### Datos técnicos Aluminio anodizado color natural

#### Technical data Aluminium natural anodized

Longitud estándar Standard length	6 m.	Límite elástico Tensile strength	200 N/mm <sup>2</sup>
Aleación Alloy	Al Mg Si 0,5 F25 (6060/6063)	Módulo de elasticidad transversal Elasticity module E	aprox. 27000 N/mm <sup>2</sup>
Densidad Density	2,7 gr/cm <sup>3</sup>	Dureza Brinell Hardness	75 HB
Espesor anodizado Anod. layer thickness	15 µm	Coefficiente de dilatación Coefficient of dilation	23,8 · 10 <sup>-6</sup> · K <sup>-1</sup>
Dureza anodizado Anod. layer hardness	250-350 HV	Punto de tensión Ductile yield	A5 > 10% - A10 > 8%

Figura 4.2. Datos técnicos perfiles de aluminio. (Fuente: Catálogo Fasten Sistemas)

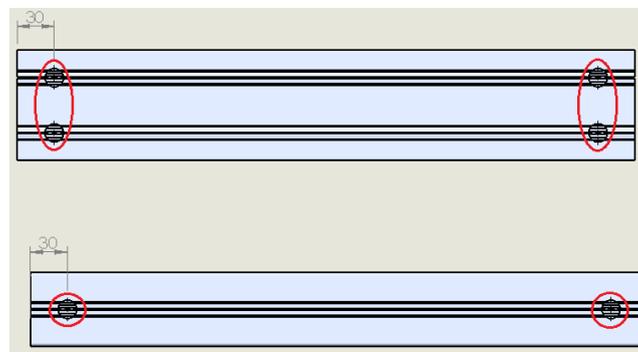
Los **perfiles utilizados** junto a sus características se resumen en esta tabla:

NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	LONGITUD/ MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Pilar	Perfil ligero 60 x 60 (Serie, canal 10 mm)	1000 mm/ 2,5 kg	4	
Perfil transversal corto	Perfil ligero 60 x 60 (Serie, canal 10 mm)	500 mm/ 1,25 kg	4	
Perfil transversal largo	Perfil ligero 60 x 60 (Serie, canal 10 mm)	640 mm/ 1,6 kg	4	
Perfil transversal rectangular	Perfil ligero 45 x 90 (Serie, canal 10 mm)	500 mm/ 1,5 kg	1	

**Tabla 4.1.** Perfiles de aluminio empleados en la estructura de la máquina

Los perfiles tienen un **canal** en cada cara de 10 mm que permiten introducir elementos de unión y fijación para poder unir unos perfiles con otros en la posición deseada. En la parte central también hay un canal de sección circular de diámetro 11,4 mm para poder incluir elementos de posicionamiento como pueden ser ruedas o soportes al suelo. Como se puede observar, los perfiles son huecos de forma que sean lo más ligeros posible.

Se ha mecanizado un **taladro** en ambos extremos de una de las caras de cada perfil de sección cuadrada y 2 agujeros en el perfil con sección rectangular para poder introducir los elementos de unión en la ranura del canal. El diámetro del taladro pasante es de  $\varnothing 15$  mm.



**Figura 4.3.** Taladros realizados en los perfiles de aluminio (Transversal rectangular y transversal corto)

En los planos se puede observar tanto las medidas para realizar el montaje de la estructura de forma correcta como los taladros a realizar en cada uno de los perfiles de aluminio de manera más detallada.

➤ **Elementos de unión**

Como elementos de unión se han empleado **2 tipos**: Conector perpendicular y Conector paralelo. Permiten la unión de perfiles en ángulo recto. La ventaja de estos elementos es que existe la posibilidad de inserción desde cualquier parte del perfil mediante giro, facilitando así el montaje.

Los conectores están constituidos por las siguientes piezas:

- Vástago
- Barrilete
- Tornillo
- Muelle

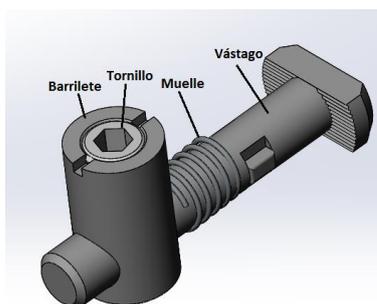


Figura 4.4. Conjunto de Conector perpendicular

Se utilizan tanto conectores perpendiculares como paralelos para poder ubicar el barrilete en la cara superior del perfil, de manera que resulte más cómodo el **montaje** de la estructura ya que se atornillará desde arriba.

Los dos conectores utilizados se muestran en la siguiente tabla:

NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMAGEN
Conector perpendicular	Canal 10 mm. La orientación del barrilete es perpendicular a la cabeza de martillo del vástago.	12	
Conector paralelo	Canal 10 mm. La orientación del barrilete es paralelo a la cabeza de martillo del vástago.	8	

Tabla 4.2. Elementos de unión empleados en la estructura

Para unir dos perfiles, se introduce la cabeza de martillo en el canal de 10 mm de uno de los perfiles y el extremo del barrilete se encaja en el taladro mecanizado en uno de los extremos del otro perfil como se ha comentado anteriormente. Al apretar el tornillo del conector la cabeza de martillo del vástago realizará presión contra las paredes del canal del perfil logrando que ambos perfiles queden fijos entre sí.

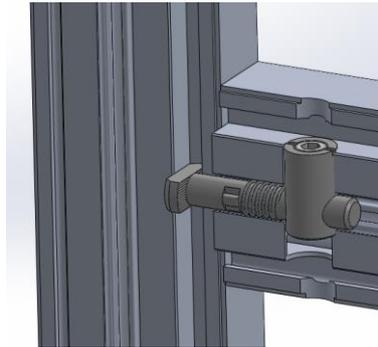


Figura 4.5. Ejemplo de unión entre dos perfiles mediante conector perpendicular

#### 4.1.2. Elementos adicionales

Para completar la estructura se han incluido una serie de elementos como:

- **Embellecedores.** Para cubrir los extremos de los perfiles que se han quedado al descubierto.
- **Ruedas.** Para poder desplazar la máquina de posición y que sea más manejable.
- **Tiradores.** Para proporcionar un punto de agarre para realizar el desplazamiento de la máquina.

Estos elementos al igual que la perfilería de aluminio, se han seleccionado del mismo catálogo y se indican en la tabla siguiente:

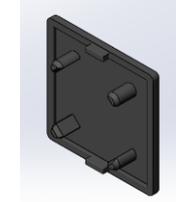
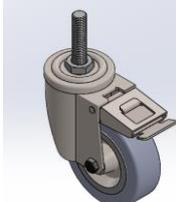
NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMAGEN
Tapeta	Tapeta de 60 x 60 mm. Para cubrir el extremo de los perfiles de aluminio. Se encaja ejerciendo presión.	4	
Rueda	Rueda giratoria de goma con freno. Ø=100 mm. Max. kg por rueda=85 kg. Se enrosca en el canal central de sección circular del perfil de aluminio. Es necesario mecanizar la rosca previamente.	4	
Tirador en U	El montaje se realiza roscando 2 tornillos por la cara opuesta del perfil.	2	
Tornillo cabeza hexagonal hueca	Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 55 - 28S. Se emplean para atornillar los tiradores al perfil.	4	

Tabla 4.3. Elementos adicionales de la estructura

#### 4.2. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)

Este subconjunto permite el desplazamiento automatizado de 2 de los laterales opuestos que componen la caja de madera. El accionamiento es electroneumático por lo que se emplean cilindros neumáticos para llevar a cabo el movimiento.

El guiado se produce a través de un conjunto de varillas por las que se desplazan las piezas guía. A ellas van acopladas otra pareja de varillas en las cuales se han fijado las piezas que sirven de apoyo para sujetar en posición vertical uno de los laterales de la caja. Esta parte de la caja se sostiene mediante un cilindro que crea vacío mediante succión.

Además, en estas varillas, a ambos lados de la pieza que sujeta el cilindro de vacío se han introducido dos piezas que se pueden deslizar en su correspondiente varilla, de manera que se puede regular la distancia dependiendo del tamaño de caja que se vaya a configurar. A éstas se han atornillado otras dos piezas que sirven de apoyo del lateral de la caja y le ayudan a estar lo más enderezada posible para que el montaje del lateral con la columna de refuerzo se realice de forma adecuada. El ajuste de posición se realiza mediante unos muelles y un anillo que se fija con apriete.

Los extremos de las varillas de guiado se atornillan a unas placas en forma de “L”, las cuales se fijan a los pilares de la estructura de la máquina de forma que el subconjunto queda anclado.

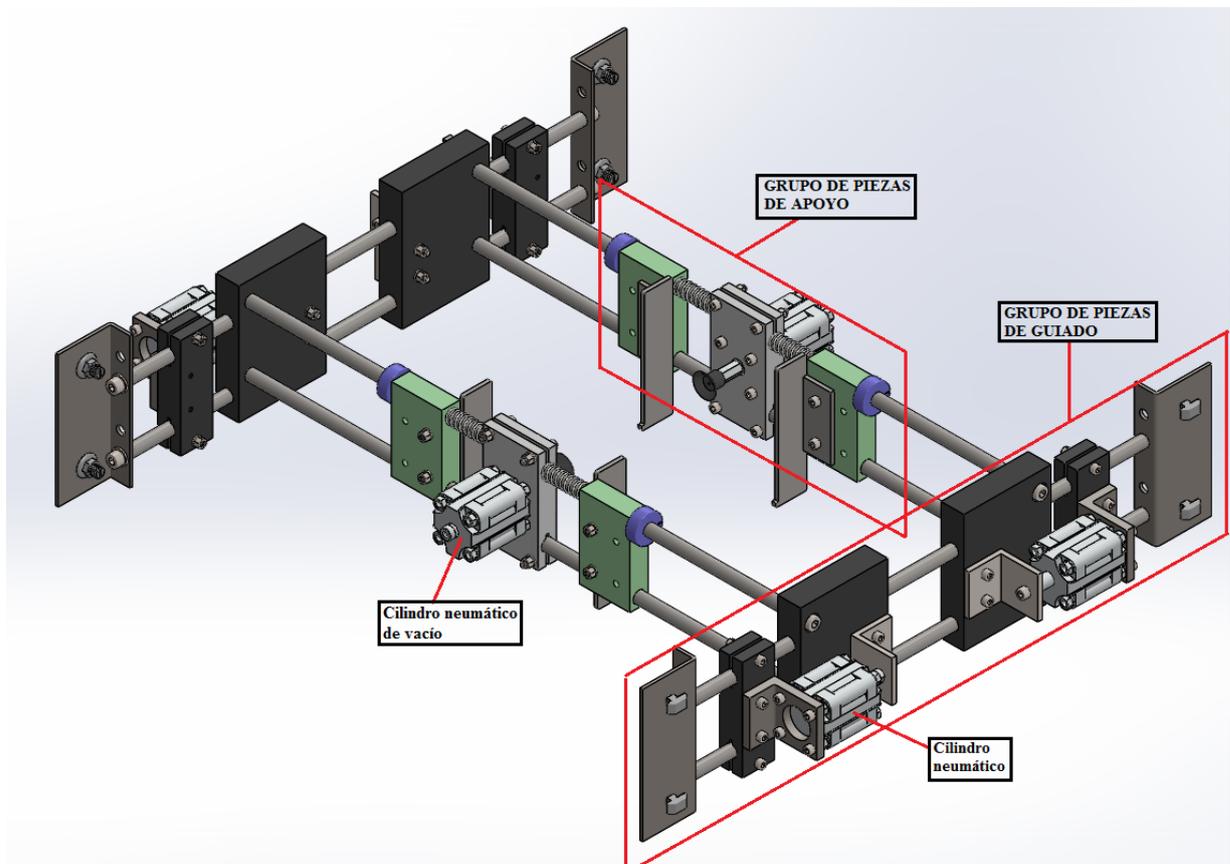


Figura 4.6. Subconjunto de guiado por succión (SS)

Para describir el subconjunto, las diferentes piezas que lo componen se van a desglosar en 3 grupos diferentes:

- Grupo de piezas de guiado
- Grupo de piezas de apoyo
- Accionamientos neumáticos

#### 4.2.1. Grupo de piezas de guiado (SS)

Antes de proceder a describir cada pieza del grupo correspondiente se muestra en la siguiente tabla de forma resumida las piezas que lo constituyen:

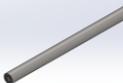
NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Escuadra de fijación	<i>Nº de plano: 12</i>	F-111	0,31 kg	4	
Varilla de guiado (SS)	Tubo cilíndrico Ø12 mm (Catálogo Vila-Inox) <i>Nº de plano: 13</i>	F-3504	0,43 kg	4	
Pieza guía fija (SS)	<i>Nº de plano: 15</i>	F-111	0,64 kg	4	
Pieza guía móvil derecha (SS)	<i>Nº de plano: 16</i>	Delrin (POM)	0,39 kg	2	
Pieza guía móvil izquierda (SS)	<i>Nº de plano: 16</i>	Delrin (POM)	0,39 kg	2	
Escuadra fijación anterior c.neumático	Escuadra alta-MS3, Cilindros Serie 449 (ASCO/Joucomatic Numatics)	Acero estirado	0,2 kg	4	
Escuadra fijación posterior c.neumático	<i>Nº de plano: 14</i>	F-111	0,14 kg	4	
Tornillo cabeza martillo M8x20	Elementos de fijación, canal 10 mm (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	-	8	
Tuerca valona M8	Elementos de fijación, canal 10 mm (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	-	8	

Tabla 4.4. Grupo de piezas de guiado (SS)



ELEMENTOS NORMALIZADOS	CANTIDAD
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S	16
Arandela común calidad A ISO 7089 - $\varnothing$ 8	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 20-20S	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 40-22S	8
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-22S	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10 - 10S	4
Arandela común calidad A ISO 7089 - $\varnothing$ 5	16
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	16

Tabla 4.5. Elementos normalizados (Grupo de piezas de guiado (SS))

#### 4.2.1.1. Escuadra de fijación

Esta pieza se sitúa en los extremos de las varillas que forman parte del grupo de piezas de guiado. Se sujeta a los pilares de la estructura quedando el subconjunto anclado.

La escuadra es una chapa de **acero F-111** (1.0038) con unas dimensiones de **79 x 145 mm** y espesor **3 mm**. Es la encargada de transmitir el peso de los elementos que componen el ensamblado de la caja a la estructura, la cual no tendrá que tener gran resistencia ya que los esfuerzos que va a soportar no supera los 15 kg, soportado por las 4 escuadras..

La chapa ha sido **plegada** con un ángulo de 90°, formando una “L”, en la cual la cara de mayor sección se sujeta al pilar y en la otra cara de sección menor se atornillan las varillas correspondientes al guiado.

Se mecanizan una serie de taladros para permitir el paso de tornillos de M8 para poder realizar las fijaciones con los elementos mencionados mediante tornillos. En la cara de mayor sección se realizan 2 taladros y en la cara de conexión con las varillas se realizan 4 orificios, 2 de ellos se utilizarán para fijar las varillas en este subconjunto y los otros dos agujeros se utilizarán para las varillas del otro subconjunto.

Para fijar la chapa de acero al perfil de aluminio se han escogido unos tornillos de cabeza martillo del catálogo *Fasten Sistemas* de M8 x prof. 20 mm los cuales van enroscados a una tuerca valona también de la misma marca comercial. Para las varillas se han empleado tornillos de cabeza hexagonal hueca normalizados de longitud 20 mm y una arandela para conseguir una fijación firme.

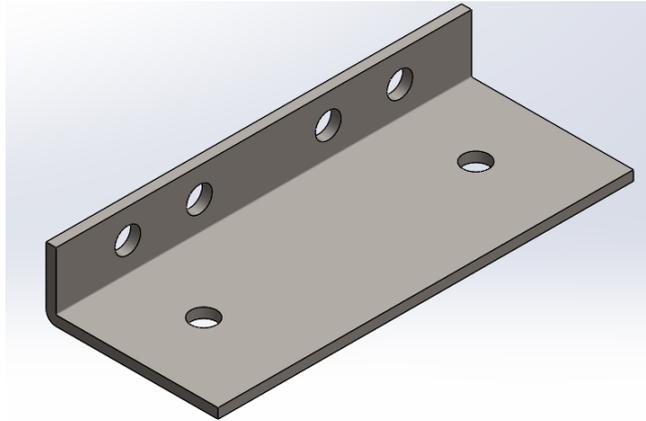


Figura 4.7. Escuadra de fijación

#### 4.2.1.2. Varilla de guiado (SS)

Se apoyan en ambos extremos de la escuadra de fijación quedando en posición horizontal sujetas mediante tornillos. En ella se introducen las piezas que se desplazan permitiendo el movimiento necesario para ensamblar las cajas de madera.

Las varillas de guiado son unas barras de **acero inoxidable F-3504** (AISI 304) de diámetro **Ø12 mm** y **500 mm** de longitud seleccionadas del catálogo de la empresa *Vila-Inox*. Se les ha realizado un taladro roscado en ambos extremos de M8 x prof. 20 mm para poder permitir el atornillado a la escuadra.

#### 4.2.1.3. Pieza guía fija (SS)

Esta pieza se introduce en las varillas de guiado y se ubica la más cercana a los extremos de las varillas. Sirve como punto de apoyo fijo para uno de los extremos de los cilindros neumáticos. Está fabricada en **acero F-111** (1.0038) y tiene unas dimensiones de **35 x 110 x 25 mm**.

Se puede deslizar a lo largo de la varilla para poder ajustar la medida que sea necesaria, pero tiene unas ranuras tanto en la parte superior como en la inferior para poder fijar la pieza en una posición concreta mediante apriete. Es por ello que se han realizado en ambas partes un taladro pasante para poder atornillar dicha pieza con tornillos de M5, roscando por el otro extremo con una arandela y una tuerca para fijarla. Además, se han realizado otros 2 agujeros roscados en la parte central de la pieza para introducir tornillos de cabeza hexagonal hueca de M5 para poder unir una de las escuadras a la que va sujeto el extremo trasero de los cilindros neumáticos. Los 2 orificios realizados para insertar la pieza en la varilla son de diámetro Ø13 mm.

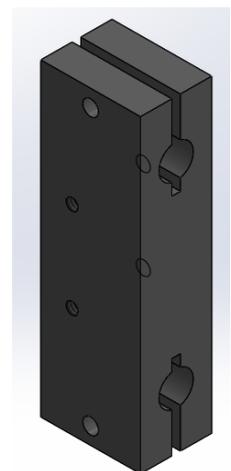


Figura 4.8. Pieza guía fija (SS)

#### 4.2.1.4. Pieza guía móvil (SS)

Al igual que la pieza anterior, su movimiento queda definido por las varillas al tener 2 orificios de diámetro  $\varnothing 13$  mm por los que se introduce la pieza. Esta pieza sirve de apoyo para el otro extremo del cilindro neumático que es precisamente el que le proporciona el movimiento a la pieza. También se atornilla a la misma la varilla del grupo de piezas de apoyo.

Esta pieza se fabrica de **Delrin (Poliacetal, POM)** por ser más ligero que el acero y más apropiado para permitir el deslizamiento por la varilla. Además, tiene buenas propiedades como alta resistencia al desgaste, alta durabilidad, fácil de maquinar entre otras que hace un material adecuado para realizar esta pieza. Las dimensiones son **95 x 130 x 25**.

Para fijar la escuadra a la que va sujeto el extremo frontal del cilindro neumático, se han realizado 2 taladros pasantes para que puedan introducirse tornillos de cabeza hexagonal hueca de M5. Para fijar las varillas del grupo de apoyo se ha realizado 2 orificios con diámetro interior de  $\varnothing 12$  mm y diámetro exterior  $\varnothing 16$  mm donde queda la cabeza del tornillo que fija la varilla a la pieza embutida. El tornillo queda fijado con una arandela ajustada al taladro.

Esta pieza tiene su simétrica para el otro extremo de las varillas.

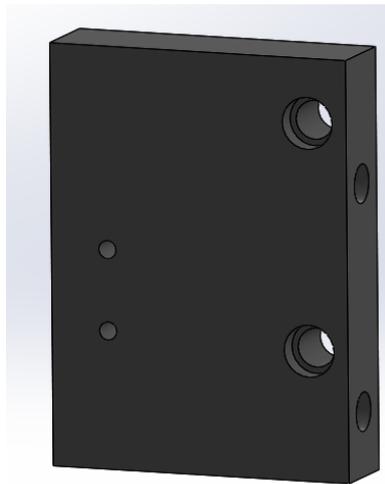


Figura 4.9. Pieza guía móvil derecha (SS)

#### 4.2.1.5. Escuadras fijación cilindro neumático

Se emplean **2 escuadras** para sujetar el cilindro neumático en la posición deseada. Una escuadra en la parte trasera, la cual se fija a la pieza guía fija y una escuadra en la parte frontal agarrada al vástago del cilindro, la cual se fija a la pieza guía móvil y sirve para transmitirle el movimiento.

La escuadra colocada en la parte trasera se ha seleccionado del catálogo *ASCO/Joucomatic Numatics* y es de **acero estirado**, mientras que la que agarra al vástago hay que fabricarla. Se emplea acero **F-111 (1.0038)** para la fabricación de esta segunda pieza y tiene unas dimensiones de **45 x 45 x 40 mm**.

En la escuadra de la parte frontal se realizan 2 taladros para poder atornillarla a la pieza guía móvil mediante tornillos de M5 y otro orificio en la cara que va atornillada al vástago con un tornillo de M6.

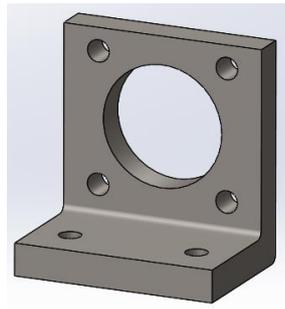


Figura 4.11. Escuadra anterior  
(ASCO/Joucomatic Numatics)

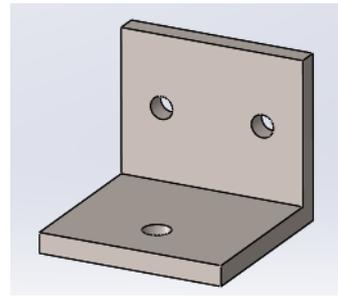


Figura 4.10. Escuadra posterior  
cilindro neumático

#### 4.2.2. Grupo de piezas de apoyo (SS)

Las piezas que componen el grupo de piezas de apoyo que se van a explicar a continuación se resumen en la tabla siguiente tabla:

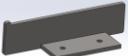
NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Varilla de apoyo (SS)	Tubo cilíndrico $\varnothing 12$ mm (Catálogo Vila-Inox) <i>Nº de plano: 13</i>	F-3504	0,55 kg	4	
Pieza fijación cilindro de vacío	<i>Nº de plano: 18</i>	Delrin (POM)	0,12 kg	2	
Pieza guía de apoyo	<i>Nº de plano: 19</i>	Delrin (POM)	0,01 kg	4	
Escuadra de apoyo derecha	<i>Nº de plano: 20</i>	F-111	0,19 kg	2	
Escuadra de apoyo izquierda	<i>Nº de plano: 20</i>	F-111	0,19 kg	2	
Anillo de ajuste	$D1 = \varnothing 12$ mm-Grupo-EH25069 (HALDER)	Acero 1.4044	-	4	
Muelle de compresión	$D_{interior} = \varnothing 13$ mm; $L = 45$ mm; $D_{alámbrre} = \varnothing 1,5$ mm (Muelles Castellano)	Acero aleado	-	4	
Ventosa	$\varnothing 25$ S- Cod.VCS25NIT+RAC4R1/8M (Bi-YAK, S.L.)	Nitrílico	-	2	

Tabla 4.6. Grupo de piezas de apoyo (SS)

ELEMENTOS NORMALIZADOS	CANTIDAD
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-22S	24
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø5	16
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	16

Tabla 4.7. Elementos normalizados (Grupo de piezas de apoyo (SS))

#### 4.2.2.1. Varilla de apoyo (SS)

Estas varillas van atornilladas en ambos extremos a las piezas guía móviles de forma que realizan el mismo desplazamiento que éstas. Las varillas sujetan las piezas que proporcionan el apoyo y la sujeción al lateral de la caja de madera.

Se fabrican de **acero inoxidable F-3504** (AISI 304) de diámetro  $\varnothing 12$  mm y **624,5 mm** de longitud seleccionadas del catálogo de la empresa *Vila-Inox*. Se les ha realizado un taladro roscado en ambos extremos de M8 x prof. 20 mm para poder atornillarla a las piezas mencionadas.

#### 4.2.2.2. Pieza fijación cilindro de vacío

Se sitúa en la parte central de la varilla de apoyo y tiene como objetivo sujetar el cilindro neumático de vacío. Está fabricado de plástico de **Delrin (Poliacetal, POM)** y tiene unas dimensiones de **60 x 110 x 20 mm**.

En los laterales se le han realizado 2 orificios de diámetro  $\varnothing 13$  mm para poder introducir la pieza en la varilla y se ha mecanizado una ranura en la parte superior e inferior para poder fijar la pieza en la posición deseada mediante apriete, atornillando 2 tornillos de M5 en ambas partes.

En el centro de la pieza se ha mecanizado un agujero de diámetro  $\varnothing 14$  mm para permitir el paso del vástago del cilindro y 4 taladros pasantes para sujetar el cilindro a la pieza de fijación mediante unos tornillos de M5.

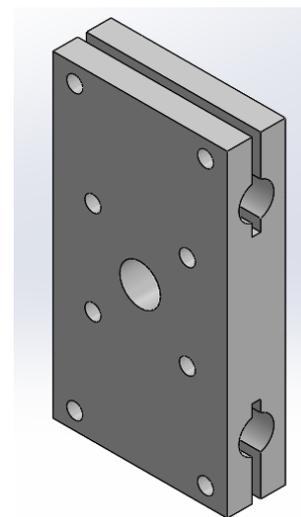


Figura 4.12. Pieza fijación cilindro de succión

#### 4.2.2.3. Pieza guía de apoyo

Se colocan 2 piezas en ambos lados de la pieza de fijación explicada en el punto anterior, las cuales pueden desplazarse libremente por el recorrido definido por la varilla. En esta pieza se va a fijar una escuadra que sirve de apoyo para el lateral de la caja de madera. Como es posible el movimiento a lo largo de la varilla, se colocará la pieza en la posición necesaria dependiendo de la caja que se esté configurando. El material empleado para su fabricación es **Delrin (Poliacetal, POM)** y tiene unas dimensiones de **55 x 90 x 20 mm**.

Se han mecanizado 4 taladros para poder fijar la pieza adyacente con tornillos de M5. Se han realizado 4 taladros para que la pieza sea funcional para ambos extremos, en vez de fabricar una pieza simétrica.

La fijación de la posición que se requiera en función de las dimensiones de la caja se lleva a cabo utilizando un muelle que se apoya en la pieza central de la varilla y un anillo de apriete pudiendo colocarse en la posición deseada.

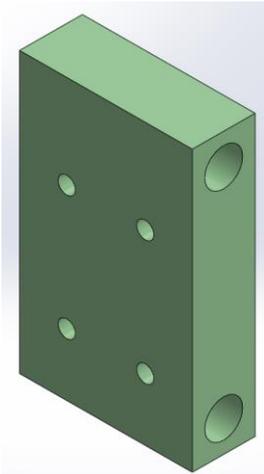


Figura 4.13. Pieza guía de apoyo

#### 4.2.2.4. Escuadra de apoyo

Se atornilla a la pieza guía de apoyo y proporciona un punto de apoyo al lateral de la caja de madera además de enderezarla en cierta medida y ayudarle a que encaje adecuadamente en la columna de refuerzo.

Se trata de una escuadra recortada de **acero F-111** (1.0038) en la que una de las caras se atornilla a la pieza explicada en el punto anterior y la otra cara es la que se encuentra en contacto de la superficie lateral de la caja. A esta cara se le ha realizado un rebaje de 3 mm para permitir el apoyo de la pieza lateral. Tiene unas dimensiones generales de **31 x 130 x 5 mm**.

Los taladros corresponden a un tornillo de cabeza hexagonal hueca de M5. Para sujetar la pieza se atornilla con 2 tornillos hexagonales de cabeza hueca a la pieza guía de apoyo, fijando los tornillos mediante una arandela y una tuerca por el lado opuesto.

Se han redondeado las esquinas para evitar posibles cortes al colocar o extraer la caja de madera.

Esta pieza tiene su simétrica para poderla colocar en la misma orientación a ambos lados.

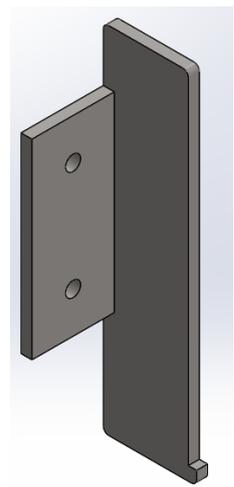
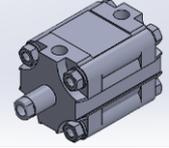
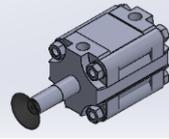


Figura 4.14.  
Escuadra de apoyo derecha

#### 4.2.3. Accionamientos neumáticos (SS)

Los cilindros neumáticos que se pueden observar en este subconjunto y que permiten el movimiento se muestran en la siguiente tabla:

NOMBRE	CÓDIGO	MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Cilindro compacto (Ø32 x S15)	G449A3SK0015A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	0,255 kg	4	
Cilindro compacto de vacío (Ø32 x S15)	X44951160030015 (ASCO/Joucomatic Numatics)	0,255 kg	2	

**Tabla 4.8.** Cilindros neumáticos subconjunto de guiado con succión (SS)

#### 4.3. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)

El siguiente subconjunto que se va a analizar se encarga de desplazar de forma autónoma los otros 2 laterales de la caja de madera. El movimiento se produce por un accionamiento electropneumático como ocurre en el subconjunto explicado en el anterior apartado.

El movimiento es guiado a lo largo de unas varillas por las que se desplazan unas piezas que hacen de guía. A estas piezas se han acoplado otra pareja de varillas en las cuales se han fijado las piezas que sirven de apoyo para sujetar en posición vertical uno de los laterales de la caja. Además, en estas varillas se ubica la pieza donde se aloja la columna de refuerzo de la caja. Los cilindros que se emplean en este subconjunto se encargan de empujar al lateral de la caja hacia adelante.

Los extremos de las varillas de guiado se atornillan al igual que en el caso anterior a unas escuadras de fijación que se atornillan a su vez en los pilares de la estructura. La pieza guía fija ubicada en los extremos también es idéntica a la del subconjunto anterior así como las escuadras de fijación de los cilindros neumáticos por lo que no se volverán a explicar.

Se desglosa el subconjunto en 4 grupos diferentes:

- Grupo de piezas de guiado
- Grupo de piezas de apoyo
- Grupo de piezas alojamiento de columna de refuerzo
- Accionamientos neumáticos

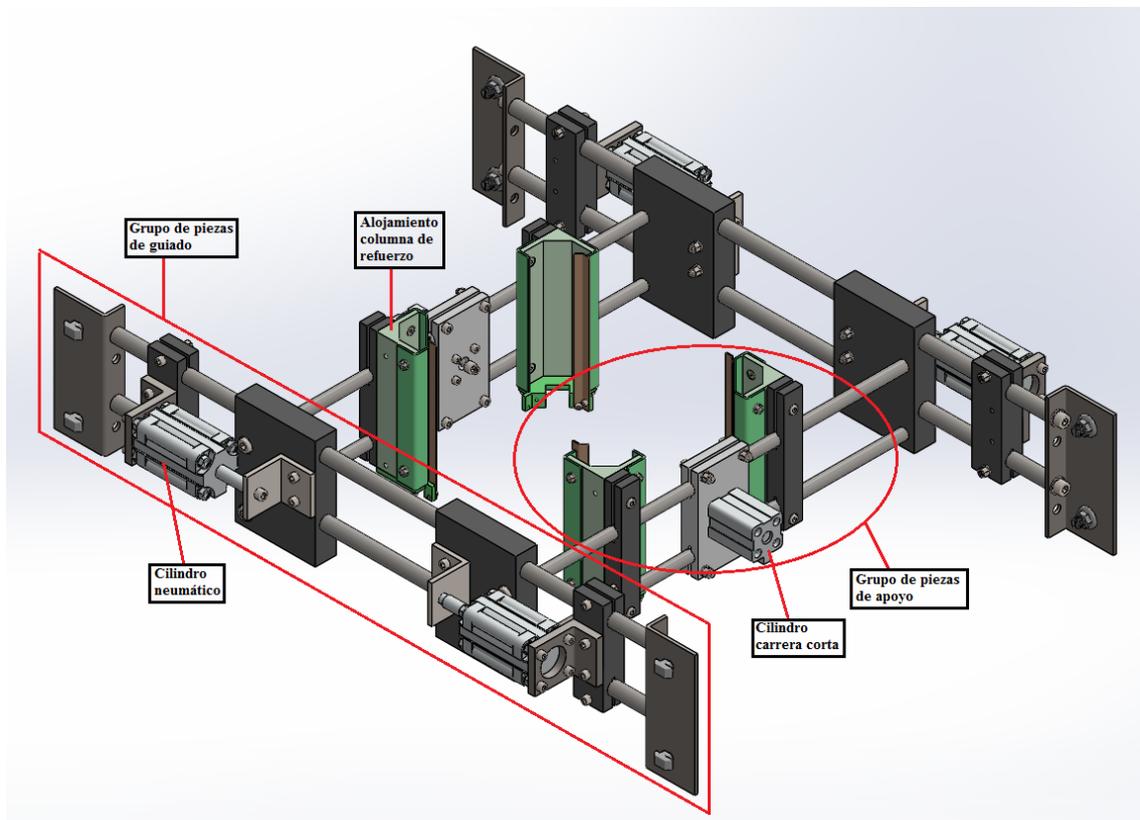


Figura 4.15. Subconjunto de guiado con empuje (SE)

#### 4.3.1. Grupo de piezas de guiado (SE)

Algunas de las piezas que componen este grupo se repiten como ya se ha comentado o tienen alguna pequeña variación que se explicará en los apartados que vienen a continuación. Se resume el contenido de las piezas empleadas en la tabla siguiente:

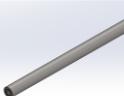
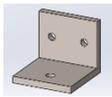
NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Escuadra de fijación	<i>Nº de plano: 12</i>	F-111	0,31 kg	4	
Varilla de guiado (SE)	Tubo cilíndrico Ø15 mm (Catálogo Vila-Inox) <i>Nº de plano: 13</i>	F-3504	0,88 kg	4	
Pieza guía fija (SE)	<i>Nº de plano: 15</i>	F-111	0,61 kg	4	
Pieza guía móvil derecha (SE)	<i>Nº de plano: 17</i>	Delrin (POM)	0,37 kg	2	
Pieza guía móvil izquierda (SE)	<i>Nº de plano: 17</i>	Delrin (POM)	0,37 kg	2	
Escuadra fijación anterior c.neumático	Escuadra alta-MS3, Cilindros Serie 449 (ASCO/Joucomatic Numatics)	Acero estirado	0,2 kg	4	
Escuadra fijación posterior c.neumático	<i>Nº de plano: 14</i>	F-111	0,14 kg	4	
Tornillo cabeza martillo M8x20	Elementos de fijación, canal 10 mm (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	-	8	
Tuerca valona M8	Elementos de fijación, canal 10 mm (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	-	8	

Tabla 4.9. Grupo de piezas de guiado (SE)

ELEMENTOS NORMALIZADOS	CANTIDAD
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S	16
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø8	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 20-20S	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 40-22S	8
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-22S	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10 - 10S	4
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø5	16
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	16

Tabla 4.10. Elementos normalizados (Grupo de piezas de guiado (SE))

#### 4.3.1.1. Varilla de guiado (SE)

Se apoyan en ambos extremos de las escuadras de fijación quedando en posición horizontal sujetas mediante tornillos. En ella se introducen las piezas que se desplazan permitiendo el movimiento necesario para ensamblar las cajas de madera.

Las varillas de guiado son unas barras de **acero inoxidable F-3504** (AISI 304) de diámetro **Ø15 mm** y **640 mm** de longitud seleccionadas del catálogo de la empresa *Vila-Inox*. Se les ha realizado un taladro roscado en ambos extremos de M8 x prof. 20 mm para poder permitir el atornillado a la escuadra. La elección de un diámetro algo mayor que el resto de varillas se debe a que van a soportar más carga que las demás, ya que en ellas se apoyan las varillas que sujetan el alojamiento de las columnas de refuerzo. Además, son las varillas de mayor longitud por lo que estarán sometidas a una flexión mayor.

#### 4.3.1.2. Pieza guía fija (SE)

Esta pieza se introduce en las varillas de guiado y se ubica la más cercana a los extremos de las varillas. Sirve como punto de apoyo fijo para uno de los extremos de los cilindros neumáticos. Está fabricada en **acero F-111** (1.0038) y tiene unas dimensiones de **35 x 110 x 25 mm**.

Se puede deslizar a lo largo de la varilla para poder ajustar la medida que sea necesaria, pero tiene unas ranuras tanto en la parte superior como en la inferior para poder fijar la pieza en una posición concreta mediante apriete. Es por ello que se han realizado en ambas partes un taladro pasante para poder atornillar mediante un tornillo de M5 dicha pieza y fijarla, roscando el tornillo con una tuerca y una arandela por el otro extremo. Además, se han realizado otros 2 agujeros roscados en la parte central de la pieza para introducir tornillos de cabeza hexagonal hueca de M5 para poder unir una de las escuadras a la que va sujeto el extremo trasero de los cilindros neumáticos. Los 2 orificios realizados para insertar la pieza en la varilla son de diámetro Ø16 mm.

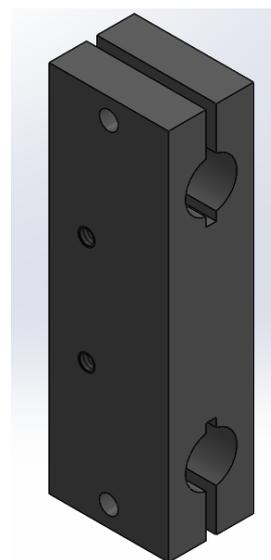


Figura 4.16. Pieza guía fija (SE)

#### 4.3.1.3. Pieza guía móvil (SE)

Esta pieza cumple la misma función que su semejante en el subconjunto anterior. Se introduce en las varillas de guiado a través de unos orificios que se han mecanizado de diámetro  $\varnothing 16$  mm y se desplazan a lo largo de las varillas por el movimiento que le transmite el vástago del cilindro neumático, el cual empuja una escuadra que se atornilla a la pieza que se está analizando. Además se atornilla a la misma las varillas que forman parte del grupo de piezas de apoyo.

La pieza se fabrica de plástico comercial **Delrin (Poliacetal, POM)** y las dimensiones son **95 x 130 x 25 mm**.

Los taladros que hay que realizar en esta pieza son los mismos que su pieza semejante solo que se encuentran desplazados, ya que las varillas de guiado correspondientes se atornillan en los orificios restantes de la escuadra de fijación.

Esta pieza tiene su simétrica la cual se ubica en el otro extremo de la varilla.

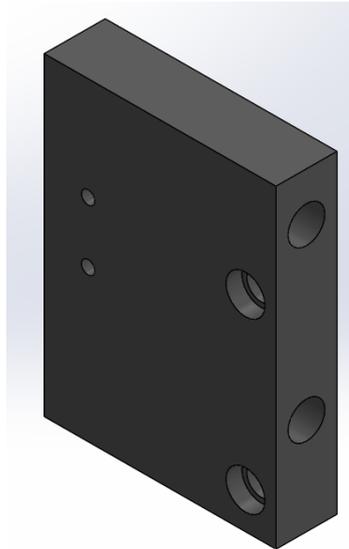


Figura 4.17. Pieza guía móvil derecha (SE)

#### 4.3.2. Grupo de piezas de apoyo (SE)

El grupo de piezas de apoyo de este subconjunto está reconstruido por las piezas y elementos normalizados que se indican en las tablas siguientes:

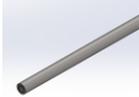
NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Varilla de apoyo (SE)	Tubo cilíndrico Ø12 mm (Catálogo <i>Vila-Inox</i> ) <i>Nº de plano: 13</i>	F-3504	0,42 kg	4	
Pieza de fijación cilindro de empuje	<i>Nº de plano: 18</i>	Delrin (POM)	0,12 kg	2	
Alojamiento columna de refuerzo	<i>Nº de plano: 8</i>	-	1,26 kg	4	

Tabla 4.11. Grupo de piezas de guiado (SE)

ELEMENTOS NORMALIZADOS	CANTIDAD
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30 - 20S	8
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 30 - 20S	8
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø5	8
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	8
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 25 - 25S	2
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 12-12S	12
Arandela común de calidad A ISO 7089-Ø4	16
Tuerca hexagonal tipo 1 ISO-4032-M4-D-S	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 25-25S	8
Tornillo cabeza avellanada hexagonal hueca ISO 10642 - M4 x 12 - 12S	16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 6-6S	8

Tabla 4.12. Elementos normalizados (Grupo de piezas de apoyo (SE))

##### 4.3.2.1. Varilla de apoyo (SE)

Estas varillas van atornilladas en ambos extremos a las piezas guía móviles de forma que realizan el mismo desplazamiento que éstas. Estas varillas sujetan los alojamientos de las columnas de refuerzo y la pieza que sujeta el cilindro neumático de empuje en la parte central.

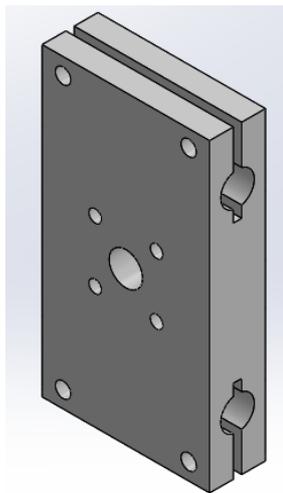
Se fabrican de **acero inoxidable F-3504** (AISI 304) de diámetro **Ø12 mm** y **484.50mm** de longitud seleccionadas del catálogo de la empresa *Vila-Inox*. Se les ha realizado un taladro roscado en ambos extremos de M8 x prof. 20 mm para poder atornillarla a las piezas guías móviles.

#### 4.3.2.2. Pieza fijación cilindro de empuje

Se sitúa en la parte central de la varilla de apoyo (SE) y tiene como objetivo sujetar el cilindro neumático de empuje. Está fabricado de plástico comercial **Delrin (Poliacetal, POM)** y tiene unas dimensiones de **60 x 110 x 20 mm**.

En los laterales se le han realizado 2 orificios de diámetro **Ø13 mm** para poder introducir la pieza en la varilla y se ha mecanizado una ranura en la parte superior e inferior para poder fijar la pieza en la posición deseada mediante apriete, atornillando 2 tornillos de M5 en ambas partes.

En el centro de la pieza se ha mecanizado un agujero de diámetro **Ø12 mm** para permitir el paso del vástago del cilindro y 4 taladros pasantes para sujetar el cilindro a la pieza de fijación mediante unos tornillos de M5.



**Figura 4.18.** *Pieza fijación cilindro de empuje*

#### 4.3.3. Grupo de piezas alojamiento columna de refuerzo

El alojamiento de la columna de refuerzo de las cajas de madera está especialmente diseñada con la forma característica de la misma para que se quede encajada de manera que se produce el montaje con los laterales correctamente. El alojamiento se introduce en las varillas de apoyo (SE) de manera que se desplazan al mismo tiempo que la varilla. Este elemento es ajustable a la posición que sea necesaria según las dimensiones de la caja que se vaya a efectuar.

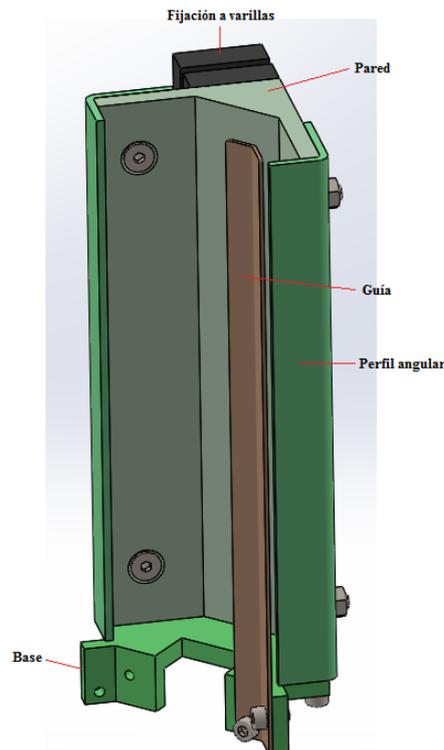


Figura 4.19. Alojamiento columna de refuerzo izquierda

##### 4.3.3.1. Base alojamiento columna

La base se encuentra atornillada en la parte inferior del alojamiento y sirve de apoyo para la columna de refuerzo. Tiene la forma de la esquina de la caja y unas extensiones formando un ángulo de 45° para poder añadir un fleje y proporcionar un punto de apoyo al lateral de la caja.

La pieza está fabricada en **acero F-111** (1.0038) con un espesor de **5 mm** ya que es conveniente que tenga cierta resistencia y que se quede bien fijada en la parte inferior. Sus dimensiones generales son 46 x 46 x 5 mm.

Se ha mecanizado una especie de ranura rectangular en la parte central de la base para que cuando la caja de madera esté finalizada un tornillo pueda pasar por debajo, eleve la caja hacia arriba y extraiga las columnas de su alojamiento.

Además, se han realizado 2 taladros de M3 para poder atornillar el fleje guía a la base y otros 3 taladros pasantes para introducir tornillos del mismo tamaño en la parte inferior y poder sujetar la base a la pared del alojamiento.

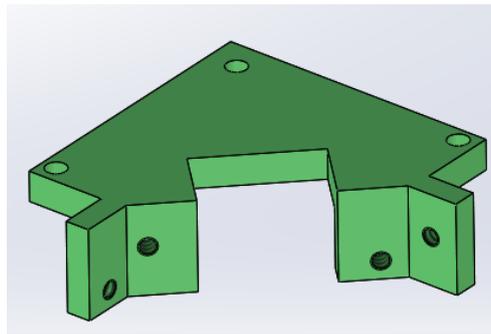


Figura 4.20. Base alojamiento columna

#### 4.3.3.2.Pared alojamiento columna

Las caras laterales de la columna de refuerzo se apoyan en esta pieza. Vista por la parte exterior tiene forma de escuadra y en su interior se ha mecanizado con la forma específica de la esquina para que se adapte ésta correctamente en el alojamiento. Tiene una altura de 140 mm, algo superior a la longitud de las columnas de las cajas que se han tomado como referencia. Esta pieza se podría adaptar dependiendo del tamaño o modelo de caja que se vaya a ensamblar.

Se fabrica empleando un acero de uso general **F-111** (1.0038) y tiene unas dimensiones generales de **46 x 46 x 110 mm**. Se mecanizan en la parte inferior 3 taladros de M3 para poder atornillar la base del alojamiento. Por la cara en la que se apoya la columna se realiza 4 taladros avellanados para poder sujetar 2 extensiones en ángulo mediante tornillos de cabeza avellanada hexagonal hueca de M4. Y por la cara exterior se hacen 2 taladros de M5 para poder fijar la pieza de fijación del alojamiento a la pared.

Se redondea la arista coincidente con la extensión angular para que esta pieza se acople mejor a la pared.

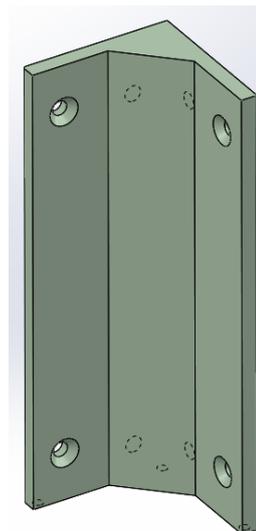


Figura 4.21. Pared alojamiento columna

#### 4.3.3.3. Perfil angular

Es una extensión de la pared del alojamiento con un ángulo de 90° hacia el interior para proporcionar un punto de apoyo a la columna de refuerzo y que se mantenga firme en el alojamiento.

Esta pieza es una chapa de **acero F-111** (1.0038) de dimensiones **140 x 34 x 2 mm** plegada con un ángulo de 90°.

Se ha mecanizado 2 taladros pasantes para pasar tornillos de M4 en la cara de mayor superficie, para atornillar la pieza por la cara exterior de la pared del alojamiento.

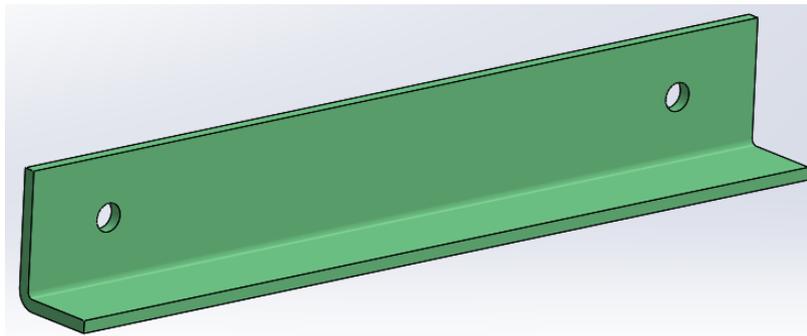


Figura 4.22. Perfil angular

#### 4.3.3.4. Fleje guía

La función del fleje es guiar a la pieza lateral de la caja hacia la ranura de la columna de refuerzo y que ambas piezas encajen correctamente entre sí. El perfil de la pieza forma un ángulo de 45°. Se atornilla por la parte inferior mediante 2 tornillos en las extensiones de la base. El fleje está fabricado de **acero F-111** (1.0038). Sus dimensiones generales son **16 x 160 x 1 mm**.

Se han realizado 2 taladros en posición diagonal para que el fleje pueda atornillarse a la base con tornillos de M3. Se considera que 2 tornillos en dicha posición serán suficiente para sujetar la pieza a la base.

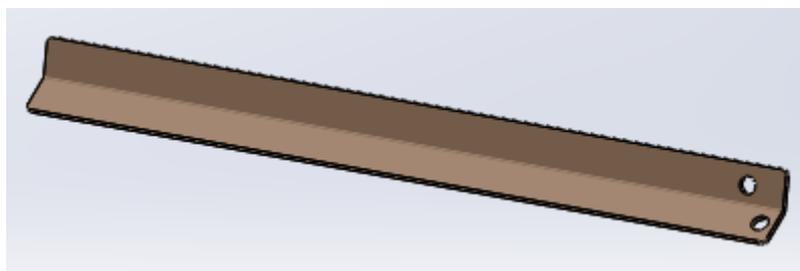


Figura 4.23. Fleje guía

#### 4.3.3.5. Fijación Alojamiento-Varillas

Esta pieza es el elemento que proporciona la fijación del alojamiento de la columna a las varillas, de manera que se puede regular la posición en la que se quiere ubicar el alojamiento en función de la caja de madera que se configure. Se fabrica en **acero F-111** (1.0038) y tiene unas dimensiones de **22 x 140 x 20 mm**.

Para poder deslizar la pieza y fijarla en la posición que se quiera, se han mecanizado 2 orificios de diámetro  $\varnothing 13$  mm en la parte lateral y unas ranuras que van desde la parte superior e inferior de la pieza hasta los orificios mencionados. Al atornillar la pieza por la parte exterior de la pared, se permite la fijación con las varillas mediante apriete. Es por ello que se han realizado 2 taladros pasantes en la parte superior e inferior de la cara frontal para introducir tornillos de M5. El taladro es refrentado para que quede la cabeza del tornillo embutida y proporcionar una mejor fijación de la pieza a la pared.

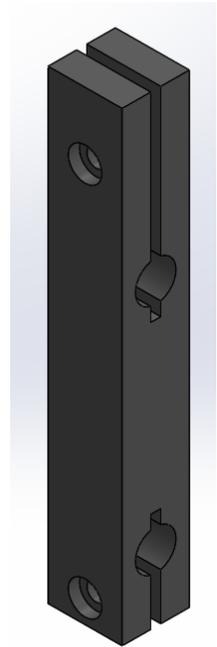


Figura 4.24. Fijación Alojamiento-Varillas

#### 4.3.4. Accionamientos neumáticos

Los cilindros neumáticos que se pueden observar en este subconjunto y que permiten el movimiento se muestran en la siguiente tabla:

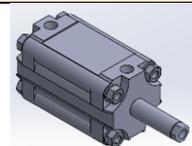
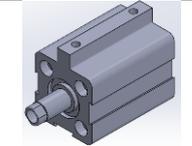
NOMBRE	CÓDIGO	MASA	CANTIDAD	IMAGEN
Cilindro compacto (Ø32 x S35)	G449A3SK0035A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	0,315 kg	4	
Cilindro carrera corta (Ø20 x S15)	G449ALSG0015A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	0,115 kg	2	

Tabla 4.13. Cilindros neumáticos subconjunto de guiado con empuje (SE)

#### 4.4. SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE

Este subconjunto tiene como función principal sujetar la base de la caja durante el ensamblado además de realizar las acciones pertinentes en la misma para que se lleve a cabo el montaje. Esta plataforma desciende con la base de la caja hasta la posición de montaje y asciende una vez que éstas se han formado para entregarlas al operario como si se tratase de un **ascensor** mediante accionamientos neumáticos.

El subconjunto está compuesto por una serie de piezas que sirven de sujeción o como guiado para permitir a la plataforma fijar la base de la caja mediante pinzas neumáticas y permitir la elevación de la lengüeta de la caja mediante cilindros neumáticos.

Este subconjunto se fija a un cilindro neumático que le permite descender y ascender según el momento del proceso de montaje en el que se encuentre como se ha comentado al principio y este cilindro a su vez, se fija en el perfil rectangular de la estructura que será la pieza encargada de soportar la carga de la plataforma.

Dependiendo de la caja que se vaya a configurar, este elemento será uno de los que haya que adaptar a las dimensiones correspondientes de las cajas. En este proyecto como ya se ha comentado, está centrado en 2 tipos de cajas por lo que se han realizado el diseño para ambas.

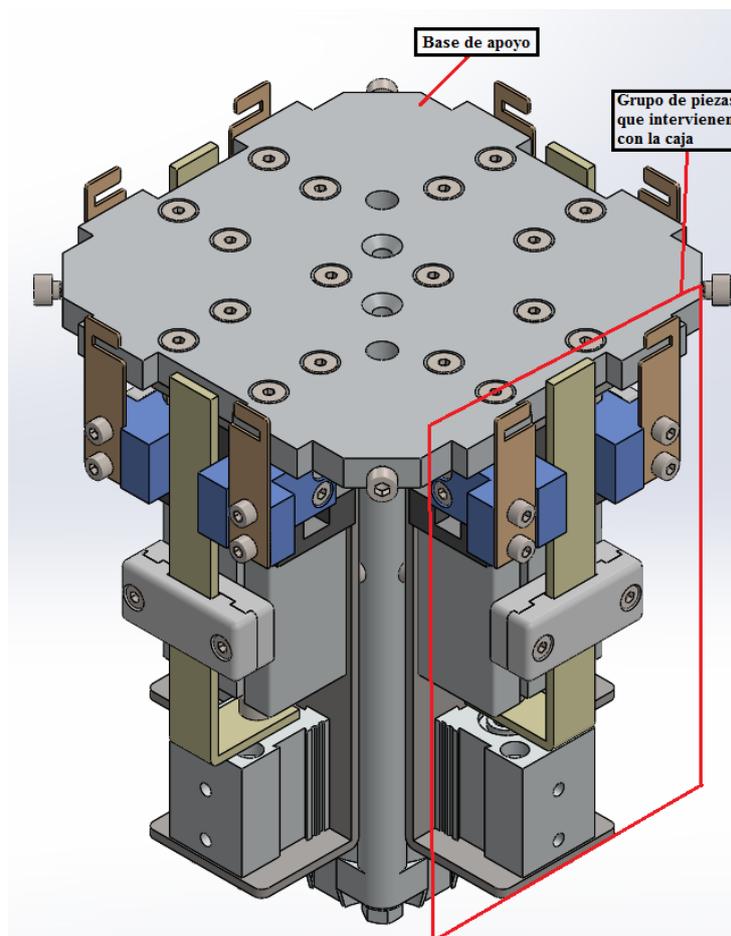


Figura 4.25. Subconjunto plataforma base (Caja de queso)

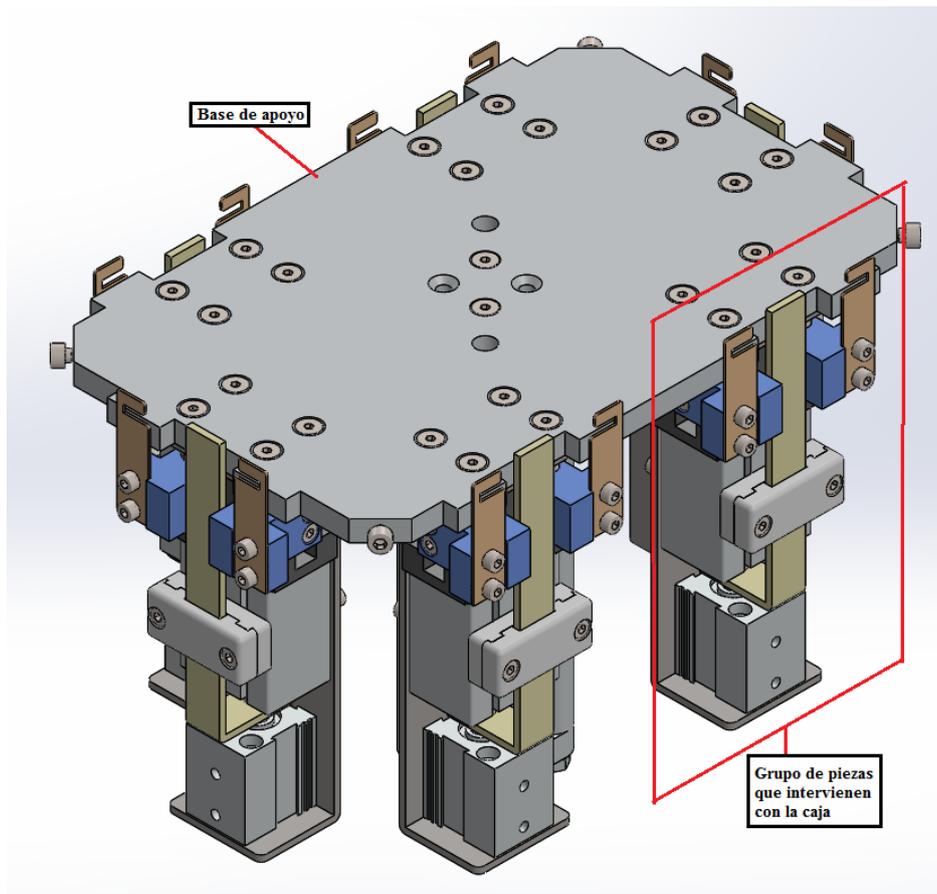


Figura 4.26. Subconjunto plataforma base (Cesta pequeña)

Los dos subconjuntos están compuestos por las mismas piezas, lo único que varía son las dimensiones de la base y el número de piezas, ya que para armar la cesta pequeña se emplea en el lateral grande 2 anclajes.

La descripción del subconjunto se desglosa en **2 grupos**:

- Base de apoyo
- Grupo de piezas que intervienen con la caja.

#### 4.4.1. Base de apoyo

Se han diseñado 2 bases diferentes para los 2 tipos de caja que se han escogido, con dimensiones generales de:

- Para la **Caja de queso**: 150 x 150 x 10 mm
- Para la **Cesta pequeña**: 175 x 275 x 10 mm

Las dos bases están fabricadas en aleación de aluminio, concretamente **AA-5083**, para que la pieza sea más ligera ya que es la más grande del subconjunto. Tienen una serie de taladros de distintas métricas en la superficie con diferentes finalidades:

- *Sujeción grupo de piezas que intervienen con la caja:* Para ello se emplean 4 tornillos para cada uno de los grupos que existan en el subconjunto alrededor de la periferia de la base. Se realiza un taladro avellanado para introducir tornillos de cabeza avellanada hexagonal hueca de M5.
- *Sujeción base de apoyo a vástago de cilindro neumático central:* Se realizan 4 taladros avellanados para tornillos de cabeza avellanada hexagonal de M5. Estos tornillos fijan la pieza al vástago del cilindro que asciende y desciende la plataforma base.
- *Ubicación del sensor:* Se hacen 2 perforaciones de M8 para poder colocar los sensores que detectan la posición de la base de la caja sobre la base del subconjunto.
- *Elevación de columna de refuerzo:* En cada cara achaflanada de la base se realiza 1 taladro de M5 para introducir un tornillo que sobresale respecto la base y que al ascender el subconjunto, éste permita sacar la columna de refuerzo del alojamiento.

También se han mecanizado una serie de ranuras para permitir la sujeción de la base de la caja y la elevación de la lengüeta. A las esquinas se les ha mecanizado un chaflán de 15 x 45°.

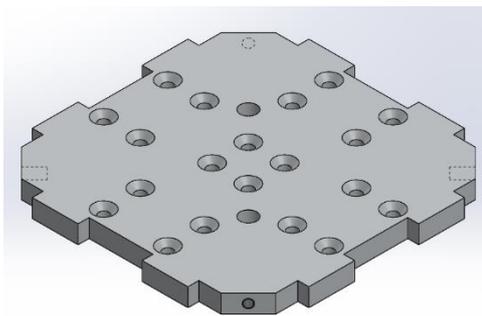


Figura 4.27. Base de apoyo caja de queso

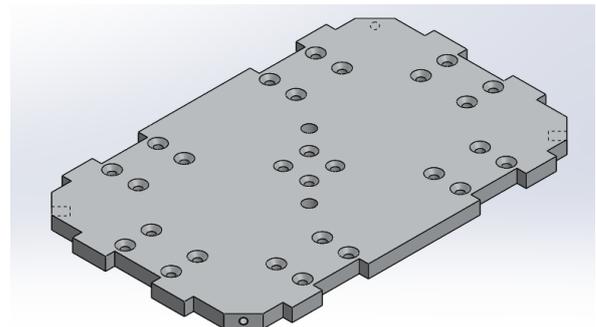


Figura 4.28. Base de apoyo cesta pequeña

En la siguiente tabla se resumen alguna de las características de cada base:

NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MASA
Base de apoyo caja de queso	<i>Nº de plano: 26</i>	Aleación de aluminio 5083	0,52 kg
Base de apoyo cesta pequeña	<i>Nº de plano: 27</i>	Aleación de aluminio 5083	1,16 kg

Tabla 4.14. Bases de apoyo (Subconjunto plataforma base)

#### 4.4.2. Grupo de piezas que intervienen con la caja

En cuanto al grupo de piezas que se fijan a la base a través del soporte en U y permiten la fijación y elevación de la solapa de la base de la caja de madera se resumen en la siguiente tabla (\*\*el N° de piezas varía para la caja de queso/cesta pequeña):

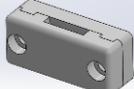
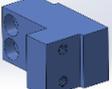
NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MASA	**CANTIDAD	IMAGEN
Soporte en U	<i>N° de plano: 28</i>	F-111	0,23 kg	4/6	
Escuadra elevadora	<i>N° de plano: 29</i>	F-111	0,057 kg	4/6	
Guía	<i>N° de plano: 30</i>	Delrin (POM)	0,013 kg	4/6	
Extensión pinza	<i>N° de plano: 31</i>	F-111	0,097 kg	8/12	
Gancho	<i>N° de plano: 32</i>	F-111	0,005 kg	8/12	

Tabla 4.15. Grupo de piezas que intervienen con la caja (Subconjunto plataforma base)

ELEMENTOS NORMALIZADOS	**CANTIDAD
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10-10S	4/6
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 16 - 16S	8/12
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 20-20S	8/12
Arandela común de calidad A ISO 7089-4	8/12
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	16/24
Arandela común calidad A ISO 7089 - 5	16/24
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 25-25S	8/12
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 10-10S	16/24
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 20-20S	16/24
Tuerca hexagonal delgada de calidad AB ISO-4035-M5-S	2/2
Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 20-20S	20/24
Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 25-25S	2/2
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 12-12S	4/4

Tabla 4.16. Elementos normalizados (Subconjunto plataforma base)

#### 4.4.2.1. Soporte en U

Esta pieza se encarga de sujetar tanto la pinza neumática que agarra la base de la caja como el cilindro neumático que levanta la lengüeta de la misma a la base de apoyo.

Es una chapa de dimensiones **45 x 228 x 3 mm** de **acero F-111** (1.0038) la cual ha sido plegada en ambos extremos formando un ángulo de 90°.

En una de las caras plegadas se han realizado 4 taladros pasantes para permitir el paso de los tornillos de cabeza avellanada de M5 que se introducen por la cara superior de la base y se fijan mediante una tuerca hexagonal y una arandela por la otra cara. En la parte central de la chapa se mecanizan 2 orificios para poder atornillar la pinza neumática a la chapa mediante 2 tornillos de M4. Y en la otra superficie plegada se hacen otros 2 taladros de M5 para poder fijar el cilindro neumático a la parte inferior del soporte.

Se redondean las 4 aristas de la chapa para evitar posibles cortes.

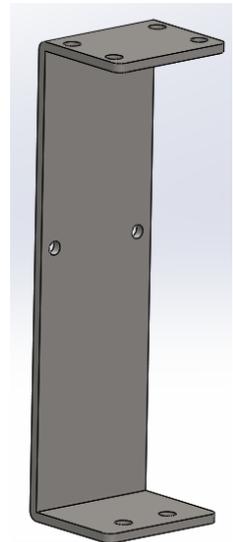


Figura 4.29. Soporte en U

#### 4.4.2.2. Escuadra elevadora

Es una extensión que se le añade al vástago del cilindro neumático para poder alcanzar la lengüeta de la base de la caja y levantarla hasta la posición que sea necesaria.

Se trata de una chapa de dimensiones de **16 x 160 x 3 mm** de **acero F-111** (1.0038) en la que se ha plegado uno de sus extremos formando un ángulo de 90°.

En este extremo se ha realizado un taladro para poder atornillar la pieza al vástago del cilindro con un tornillo de M6.

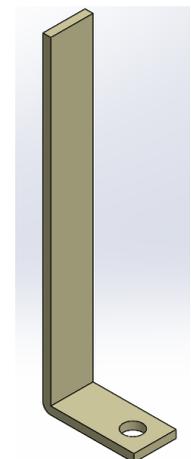


Figura 4.30. Escuadra elevadora

#### 4.4.2.3. Guía

Sirve como guía a la escuadra elevadora para que ésta suba en posición vertical con el ancho paralelo a uno de los laterales de la base. Se compone de 2 piezas para facilitar la fabricación de la pieza conjunta, que se unen mediante 2 tornillos que atraviesan las dos piezas y se atornilla a la pinza neumática.

El material empleado para su fabricación es **Delrin (Poliacetal, POM)** por ser más ligero que el acero y fácil de mecanizar.

##### a) Guía parte 1

Es la parte frontal de la pieza, en ella se ha mecanizado unas ranuras entrantes en las que encajaría su otra mitad. Además, se ha mecanizado una ranura central de 17 x 4 mm para que al juntar la otra

parte se forme el hueco por donde pasa la escuadra elevadora. Las dimensiones de referencia son **45 x 20 x 8,5 mm.**

b) Guía parte 2

Es la parte trasera de la pieza, la que se encuentra en contacto con la pinza neumática. Tiene unas ranuras salientes para poder encajar con su otra mitad. Las dimensiones de referencia son **45 x 20 x 8,5 mm.**

Se han realizado 2 taladros refrentados para poder introducir 2 tornillos de cabeza hueca hexagonal de M4 con las dos piezas unidas para crear un taladro en serie.

Se han redondeado las aristas de la pieza por estética.

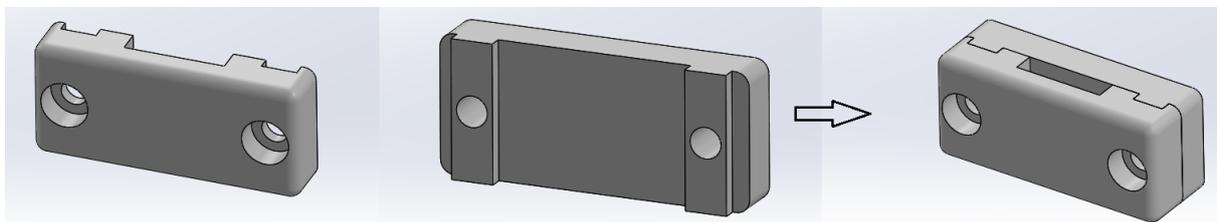


Figura 4.31. Conjunto guía

#### 4.4.2.4. Extensión pinza

Se ubica en la parte exterior de cada una de las pinzas que efectúa el movimiento de cierre y apertura en forma de extensión de la misma, para que los ganchos que sujetan la base de madera a la base de apoyo estén a la altura correcta.

Esta pieza se fabrica en acero F-111 (1.0038) ya que tiene que tener cierta rigidez y tiene que quedar bien fijada a las pinzas. Sus dimensiones generales son **26 x 36,5 x 20 mm.**

Se mecanizan unos rebajes para que el gancho quede encajado en la pieza y a su vez, la pieza quede encajada en la pinza. Es importante que la extensión de la pinza quede bien fijada.

Además, se realizan 2 taladros refrentados pasantes en el lateral de la parte trasera para tornillos de M4 de manera que la cabeza quede embutida para que la fijación a la pinza sea mayor. Y otros dos taladros de M4 en la parte frontal para atornillar el gancho.

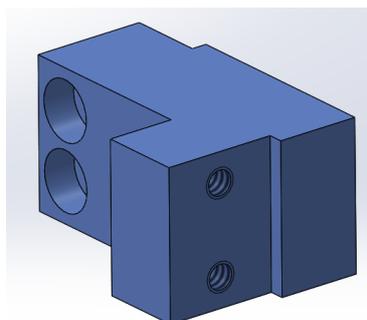


Figura 4.32. Extensión pinza

#### 4.4.2.5. Gancho

Es un fleje adaptado de manera que pueda enganchar las pestañas de las lengüetas de la base de madera y ésta quede sujeta. La pieza se atornilla mediante dos tornillos a la extensión de la pinza para que el gancho se mueva solidario a ella. Los ganchos se juntarán cuando las pinzas se cierran para agarrar la base y se separarán para liberarla.

El material empleado es acero de uso general F-111 (1.0038) y tiene unas dimensiones generales de **50,20 x 15 x 1 mm**.

Se realizan 2 taladros en la parte baja de la pieza para poder atornillarla con tornillos de cabeza hexagonal hueca de M4.

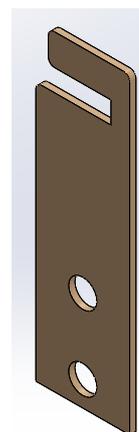


Figura 4.33. Gancho

#### 4.4.3. Accionamientos neumáticos

Los cilindros neumáticos que se pueden observar en este subconjunto y que permiten el movimiento se muestran en la siguiente tabla:

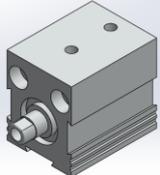
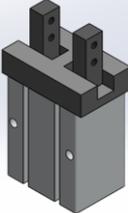
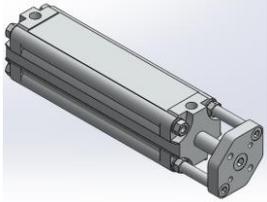
NOMBRE	CÓDIGO	MASA	**CANTIDAD	IMAGEN
Cilindro carrera corta (Ø16 x S5)	G441AKSG0005A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	0,093 kg	4/6	
Pinza paralela reducida neumática (Ø20 x S11)	PPM-20 (Pinzas y bridas neumáticas, LantecLT)	0,231 kg	4/6	
Cilindro compacto con antirrotación del vástago (Ø32 x S125)	G449A34K0125A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	0,7425 kg	1	

Tabla 4.17. Cilindros neumáticos subconjunto plataforma base





## 5. FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA

En esta sección se va a analizar la parte correspondiente al mecanismo de funcionamiento de la máquina. Todos sus movimientos vienen derivados por **impulsos electroneumáticos** que permiten el desplazamiento de las diferentes partes de la máquina a través de **actuadores neumáticos**.

Por tanto, la producción, transmisión de movimiento y esfuerzos se dan mediante aire comprimido y el control de todo el mecanismo por medios eléctricos y electrónicos.

Este capítulo se va a dividir en **dos subapartados**:

- 1) Explicación del funcionamiento de la máquina para que el ensamblaje de la caja se realice adecuadamente. Se explicará la secuencia de movimientos que sigue la máquina.
- 2) Descripción de la automatización de la máquina. Se definirá el conexionado y accionamientos electroneumáticos empleados, pero no se hace un análisis respecto los elementos seleccionados.

### 5.1. SECUENCIA DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE

Una vez visto las etapas que han de seguirse para poder configurar la caja de madera (*apartado 2.2 del presente documento*), se va a proceder a explicar la secuencia de movimientos que debe realizar la máquina para que se lleve a cabo el ensamblaje.

Para ello, se debe tener presente las diferentes partes que componen la máquina:

- *SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE.*

En esta parte se posiciona la base de la caja de madera. Se han incluido unos sensores que detectan cuando la pieza se encuentra apoyada, accionando los actuadores neumáticos que forman parte de la plataforma.

Este subconjunto se comporta como si fuese un ascensor, descendiendo al inicio del proceso y ascendiendo para entregar la caja montada al operario.

- *SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN.*

Se encarga de sujetar uno de los laterales de la caja. En caso de que la caja que se vaya a configurar corresponda a una de las que tienen laterales con 2 anclajes, este es el subconjunto donde habría que colocarla. La sujeción se realiza utilizando los cilindros de vacío.

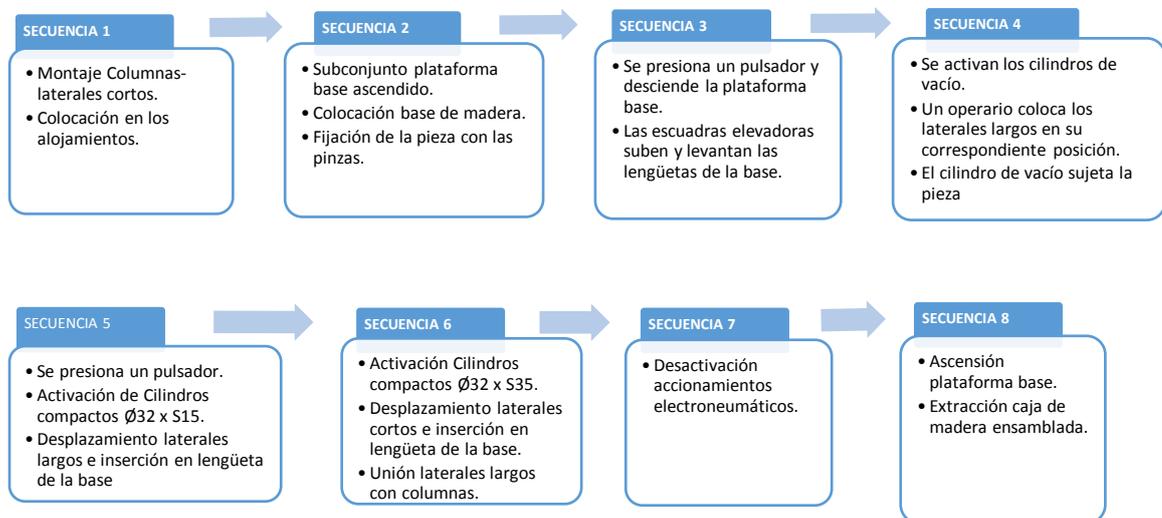
Desplaza la pieza hacia adelante empleando actuadores neumáticos para permitir el montaje con el resto de piezas.

- *SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE.*

En este subconjunto, además de apoyar la otra pareja de laterales, se ubican las columnas de refuerzo de la caja en sus correspondientes alojamientos.

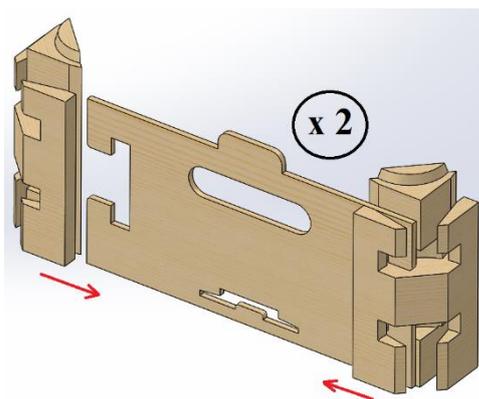
Permite el desplazamiento frontal para finalizar el proceso de ensamblaje de la caja junto con las otras piezas.

A continuación, se van a ir analizando paso a paso las diferentes secuencias que se dan en el proceso de ensamblaje. Se coge como referencia la cesta pequeña.

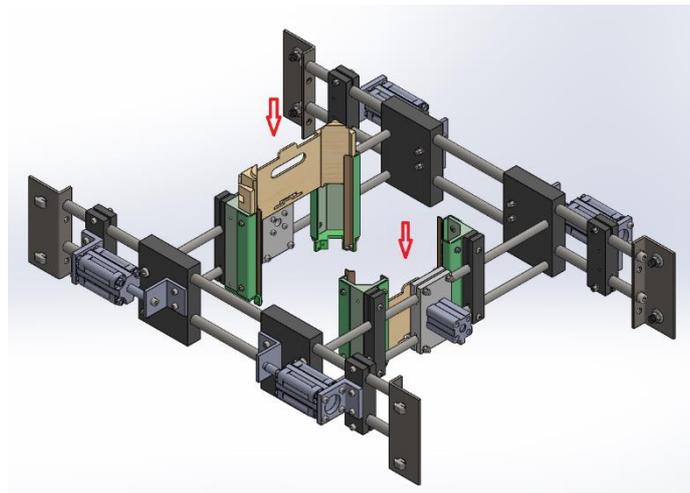


### 5.1.1. Secuencia 1: Preparación preensamblaje

En primer lugar, un **operario** debe unir ambos laterales de un solo anclaje (lateral corto) a las columnas de refuerzo. Esta es la única operación que tiene que hacer el operario respecto el montaje de la caja. A continuación, se sitúan ambas partes una frente la otra, colocando las columnas de refuerzo cada una en su correspondiente alojamiento en el subconjunto de guiado con empuje (SE).



**Figura 5.2.** Montaje Lateral corto con Columnas de refuerzo



**Figura 5.1.** Colocación de la parte de la caja de madera en los alojamientos

### 5.1.2. Secuencia 2: Colocación base de madera

La **plataforma** base de la máquina comienza **ascendida**, con el vástago del cilindro que se apoya en el perfil rectangular de la estructura totalmente extendido.

En este momento, el operario coloca la base de la caja en la base de apoyo. En esta pieza, en uno de los orificios que se han realizado se ubica un **sensor** de posición el cual detecta cuando la pieza se encuentra apoyada y manda una señal para que las pinzas neumáticas se cierren. De esta forma la base de la caja se queda fija respecto la base de apoyo de la plataforma.

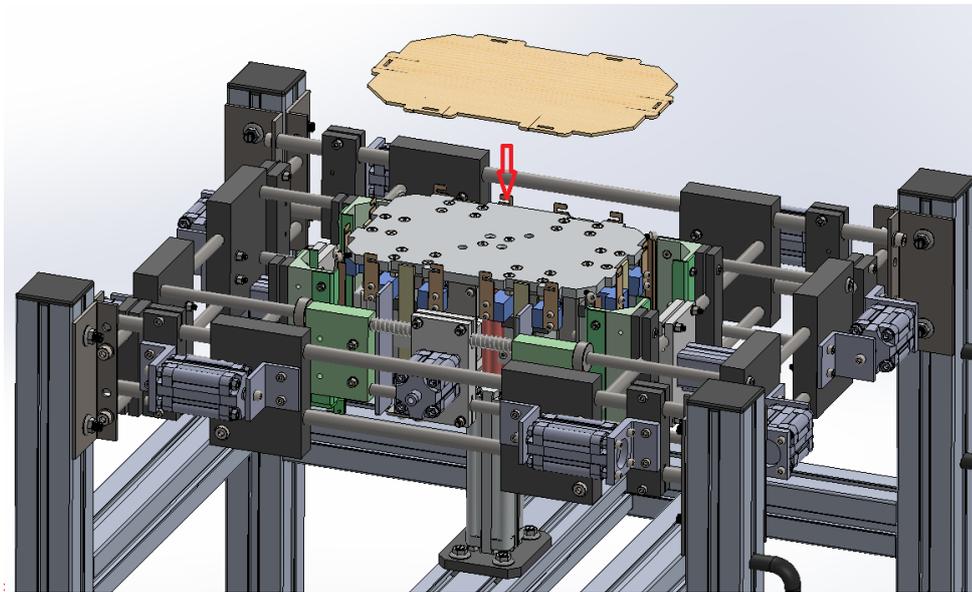


Figura 5.3. Colocación base de la caja en base de apoyo

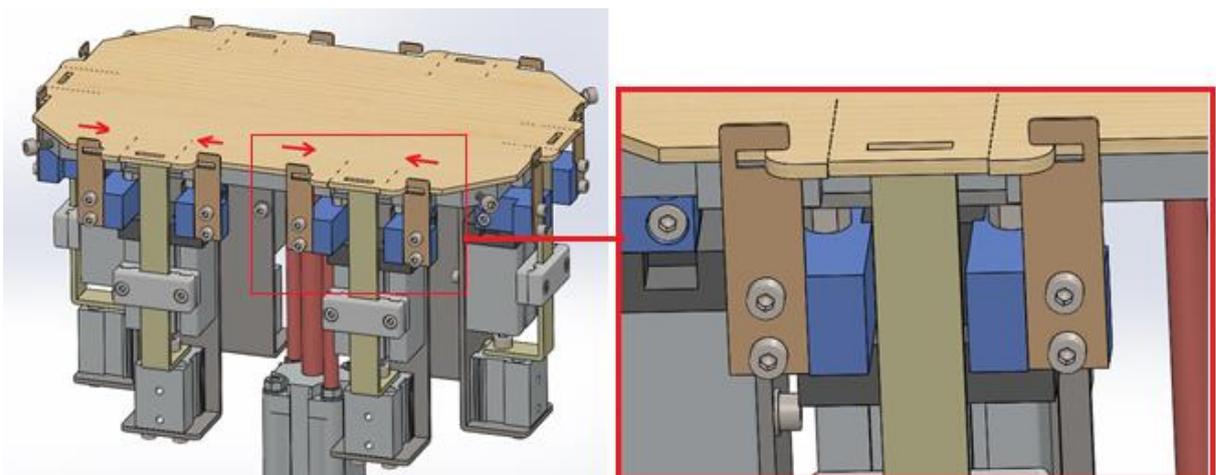


Figura 5.4. Sujeción base mediante pinzas neumáticas

### 5.1.3. Secuencia 3: Elevación de solapas

Una vez que la base de la caja está fija a la base de apoyo, el operario debe presionar un **pulsador** que permite que la plataforma base descienda y se coloque en posición de montaje. El pulsador se ubica en uno de los perfiles laterales de la estructura de la máquina.

Cuando el vástago del cilindro neumático central se contrae del todo, se ponen en funcionamiento los cilindros del exterior. Al vástago de estos van sujetas unas escuadras que suben hacia arriba la misma distancia que recorre la carrera del vástago, permitiendo elevar un cierto ángulo la **solapa** de la base de la caja. Se ha fijado a la pinza neumática una pieza que hace de guía a la escuadra, para que ésta suba lo más recta posible.

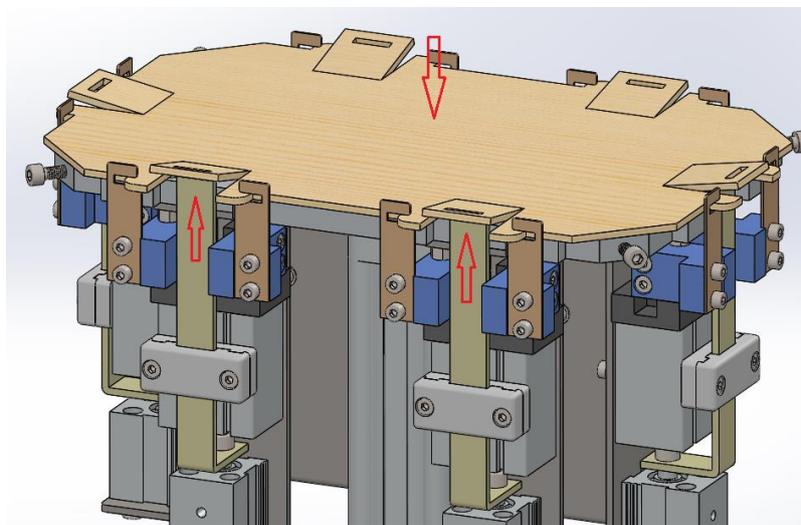


Figura 5.5. Elevación de solapas base de la caja

### 5.1.4. Secuencia 4: Colocación laterales largos

En este instante se activan los dos cilindros de vacío que comienzan a succionar aire a través del orificio que tienen en el vástago.

Un **operario** se encarga de colocar los dos laterales de la caja restantes en su posición, quedando sujetos verticalmente gracias a las escuadras de apoyo atornilladas a las piezas guía de apoyo y a los cilindros de vacío que sujetan la pieza en la parte central.

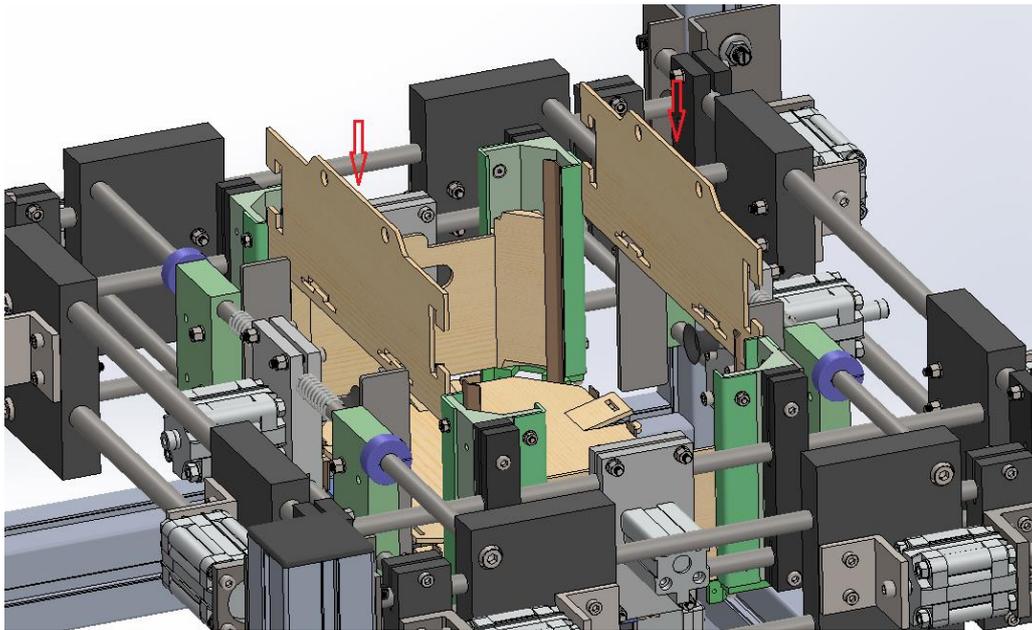


Figura 5.6. Inserción laterales largos

#### 5.1.5. Secuencia 5: Desplazamiento lateral largo

En el momento que todas las piezas están colocadas en su correspondiente posición en la máquina, el operario presiona otro **pulsador** ubicado a la par del primero y se **activan los cilindros** de recorrido más corto ubicados en los laterales de la máquina. De esta forma, al extenderse el vástago de estos cilindros (C. compacto  $\varnothing 32 \times S15$ ) el grupo de piezas de apoyo que contiene el cilindro de vacío se desplaza hacia adelante 15 mm, permitiendo que la ranura de la parte inferior de la pieza lateral larga de la caja se introduzca dentro de la lengüeta de la base de la caja.

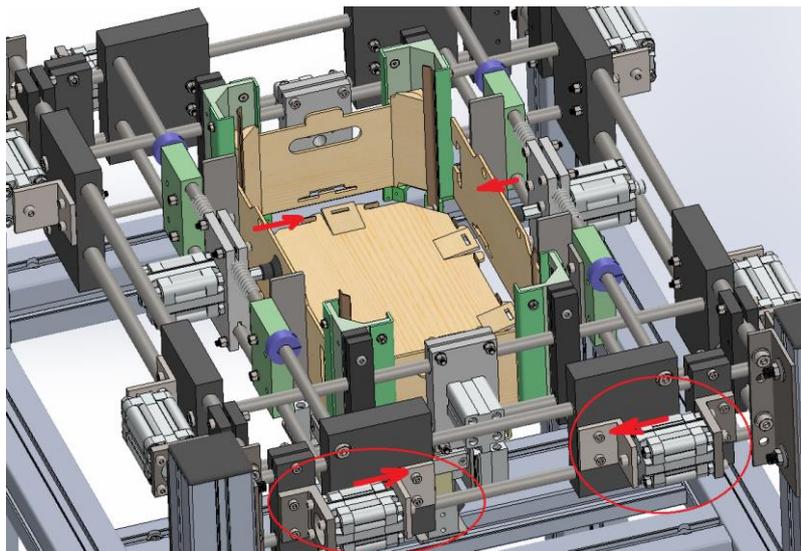
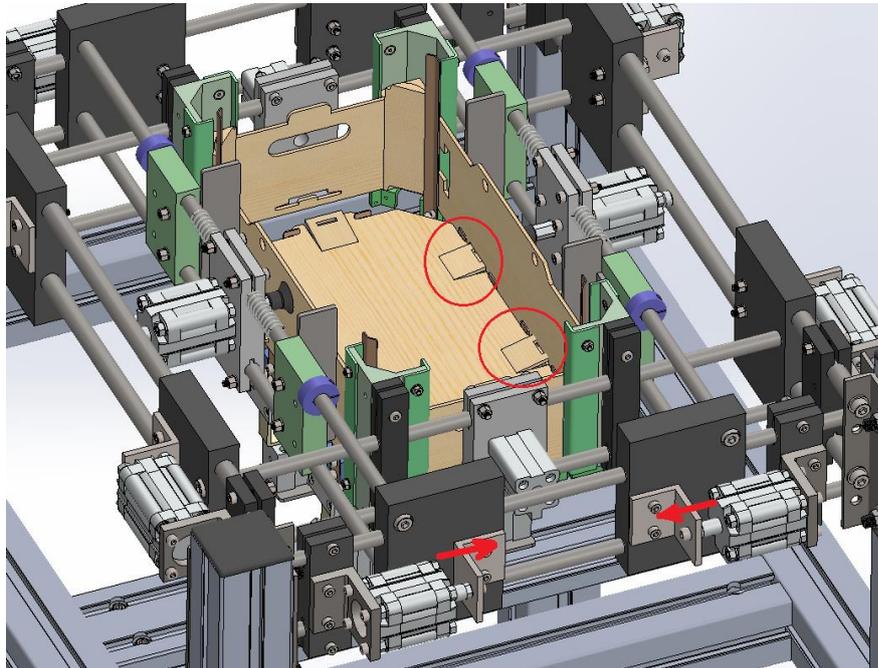
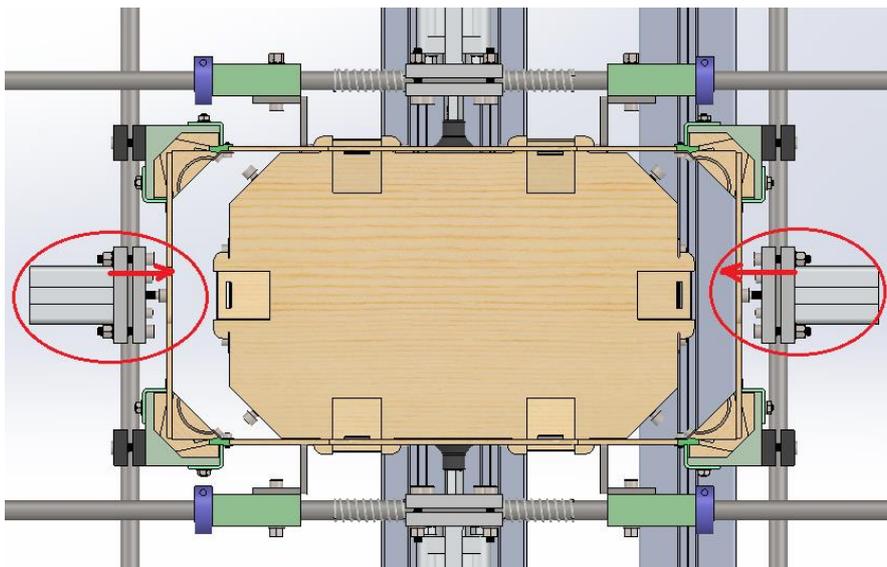


Figura 5.7. Activación Cilindros neumáticos (C. compacto  $\varnothing 32 \times S15$ )



*Figura 5.8. Inserción lengüeta de la base en lateral largo*

El cilindro neumático situado en la parte central de los laterales cortos (C. carrera corta  $\text{Ø}20 \times \text{S15}$ ) también se pone en funcionamiento, el cual tiene en la punta del vástago un bulón que al extenderse presiona la pieza, flectándola un poco y permitiendo que la entrada con la columna de refuerzo sea más suave.



*Figura 5.9. Extensión del vástago del cilindro de empuje (C. carrera corta  $\text{Ø}20 \times \text{S15}$ )*

### 5.1.6. Secuencia 6: Inserción lateral largo en columna de refuerzo

A continuación, se **activan los cilindros** de recorrido largo (C. compacto Ø32 x S35) ubicados en los laterales de la máquina perpendicular a los anteriores. Al extenderse el vástago de estos, el grupo de piezas de apoyo que contiene el cilindro con el bulón y los alojamientos de las columnas de refuerzo se desplazan hacia adelante 35 mm, aproximando la pieza lateral corta de la caja hacia la base de la caja, de manera que la lengüeta se introduce en la ranura de la parte inferior.

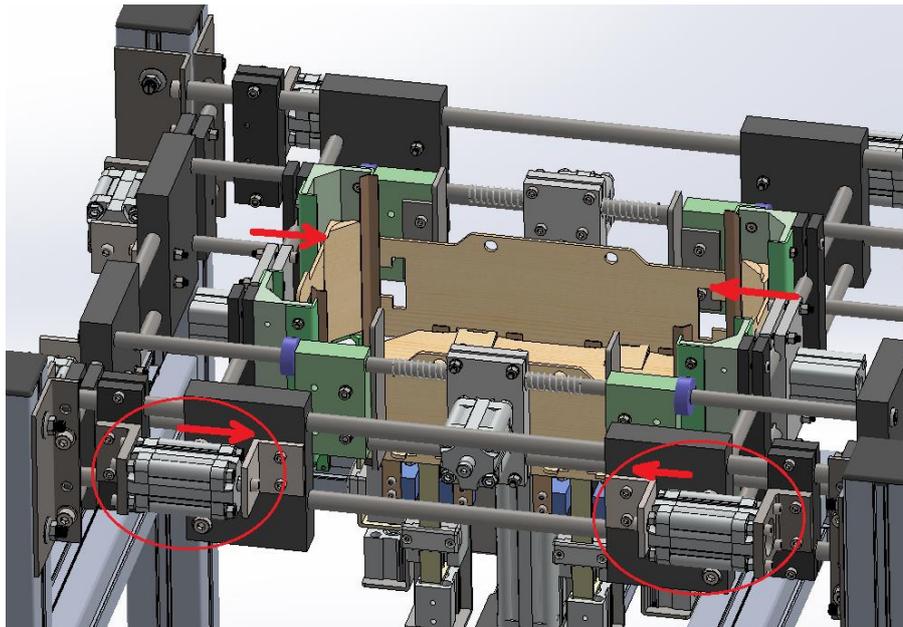


Figura 5.10. Activación Cilindros neumáticos (C. compacto Ø32 x S35)

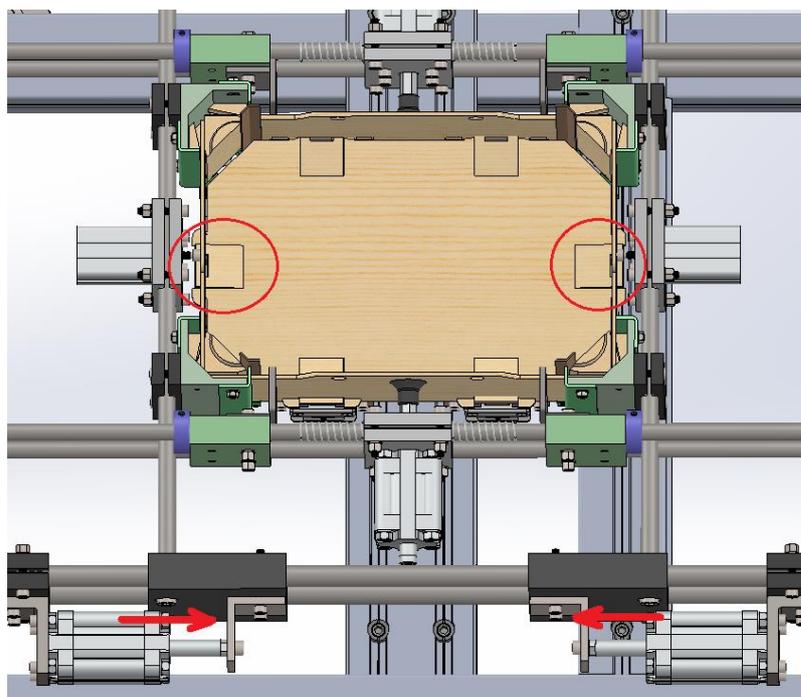


Figura 5.11. Inserción lengüeta en lateral corto. Fijación laterales a columnas

Como los alojamientos de las columnas se aproximan y los cantos de las piezas laterales largas están posicionadas encarando las ranuras de las columnas de refuerzo, encajan las piezas entre sí sirviendo el fleje de guía para la pieza lateral.

Al final de esta secuencia de movimientos se obtiene el **ensamblaje final** de la caja de madera.

#### 5.1.7. Secuencia 7: Desactivación cilindros neumáticos

Como la caja ya está configurada, se manda una señal para **desactivar las bobinas** que controlan la activación del cilindro de vacío y los cilindros ubicados en los laterales en el exterior. Además, se producen otra serie de acciones:

- ✓ Apertura de pinzas neumáticas
- ✓ Cilindro que levanta las solapas de la base de la caja mediante una escuadra descende, bajando las lengüetas.
- ✓ Se recogen los bulones atornillados al vástago de los cilindros de carrera corta Ø20 x S15.
- ✓ Se desactiva el vacío.

#### 5.1.8. Secuencia 8: Ascensión plataforma base

Después de producirse las desactivaciones mencionadas, se **activa el cilindro** central que soporta la plataforma base y **asciende** hacia arriba al extenderse el vástago. En los cuatro chaflanes de la base de apoyo de la plataforma se han introducidos 4 tornillos que sobresalen unos milímetros respecto la superficie de la base. Al ascender la plataforma, estos tornillos facilitan la extracción de las columnas de refuerzo de sus correspondientes alojamientos.

Se eleva, por tanto, la caja de madera hacia arriba, colocándola en posición de extracción.

Finalmente, el operario retira la caja de madera montada y se vuelve a repetir el proceso de montaje el número de veces que sean necesarias.

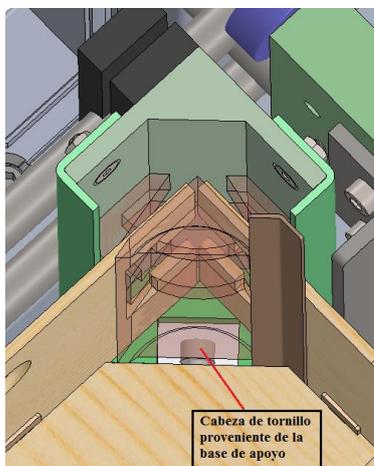


Figura 5.12. Detalle tornillo extracción columna de alojamiento

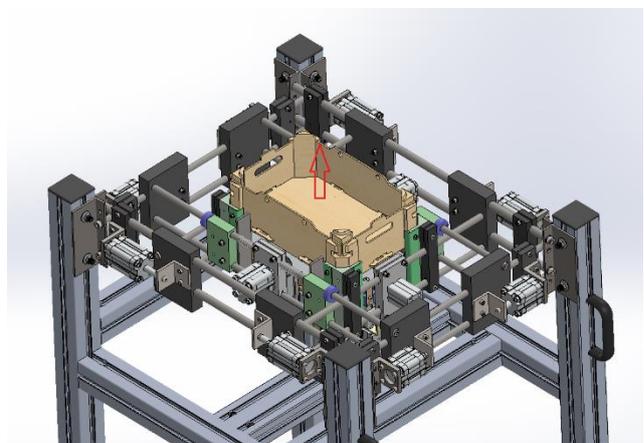


Figura 5.13. Ascensión de la plataforma base y extracción de la caja

## 5.2. AUTOMATIZACIÓN

Una empresa externa especializada en automatismos será la encargada de la automatización y puesta en marcha de la máquina.

Con las indicaciones de funcionamiento que se proporcionan en este proyecto, la empresa externa diseñará la programación de la máquina, atendiendo a todas las secuencias que se han indicado en el apartado anterior.

El diseño del cableado a emplear, los dispositivos electrónicos para el control automático y todos los componentes neumáticos que sean necesarios para acometer con el adecuado funcionamiento de la máquina serán responsabilidad de la empresa especializada.

En el *Anexo B* se muestra un plano con el esquema neumático y su GRAFCET correspondientes al primer prototipo que fue diseñado por Sincla, S.L en sus inicios. En él se muestra el diagrama del modelo del proceso a automatizar, donde se contemplan las entradas, acciones a realizar y los procesos intermedios que provocan dichas acciones de forma secuencial. Se le proporcionará a la empresa externa para la realización de la programación.

## 6. PRESUPUESTO

A continuación, se muestra en la tabla el resumen de los costes de las dos máquinas diseñadas para ensamblar las dos cajas de madera propuestas. El desglose de todos los costes se encuentran detallados en el documento *Presupuesto* del presente proyecto.

Los costes totales de las 2 máquinas por separado se derivan de la suma entre los costes debidos al **diseño del proyectista**, los **costes materiales** y los costes por **montaje y pruebas** efectuadas:

	MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO	MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA
	COSTE (€)	COSTE (€)
DISEÑO DEL PROYECTISTA	7960	7960
COSTE MATERIALES	7377,17	8037,44
MONTAJE Y PRUEBAS	823	853
TOTAL	16159,53	16850,05

Tabla 6.1. Coste total de las 2 máquinas diseñadas

Los costes materiales correspondientes a los elementos no comerciales no superan apenas los 1000€ en ambas máquinas por lo que se cumple con uno de los requisitos establecidos.

Por otro lado, el presupuesto de la máquina se eleva debido a los costes de la parte de automatización que no se ha analizado en detalle en este proyecto. Es un punto a valorar en desarrollos futuros.





## 7. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

Una vez concluido con el desarrollo del proyecto, se ha obtenido un diseño final que se ajusta a los requisitos propuestos por el cliente, definidos en el *capítulo 3*, con lo que se han cumplido los objetivos del presente proyecto.

Se ha desarrollado una máquina semiautomática de dimensiones **760 x 620 x 1125 mm**, con una masa de unos **66 kg** (Documento *Anexo A*) y un rendimiento de unas 3-4 cajas por minuto.

Por un lado, se han diseñado los diferentes componentes que forman la máquina ensambladora de cajas procurando utilizar elementos comerciales en la medida de lo posible o piezas con diseño propio pero de acuerdo a los requerimientos que se exigen. Las piezas han ido evolucionando y variando su forma de manera que se ha simplificado su fabricación en gran medida.

En cuanto a los materiales empleados en la fabricación de las piezas, esta máquina no va a tener muchas exigencias en cuanto a esfuerzos se refiere, ya que la masa que va a soportar tanto la estructura como los elementos que conforman el montaje de la caja no es muy elevada, por lo que no se han precisado materiales de alta dureza y resistencia. Se ha optado por materiales plásticos en un gran número de ellas y aceros al carbono de uso general en las que necesitan soportar mayores esfuerzos. Para la estructura se han escogido perfiles comerciales de aluminio. Por tanto, se ha intentado ajustar el presupuesto de la máquina al máximo posible empleando materiales relativamente baratos o comerciales.

Otro aspecto que se ha tenido muy en cuenta en el desarrollo del diseño es que la máquina pueda regular sus dimensiones fácilmente. Simplemente es necesario aflojar unos tornillos para poder desplazar las piezas entre sí consiguiendo de esta forma la posibilidad de poder configurar cajas de diferentes tamaños.

Además, respecto los elementos normalizados utilizados en la máquina, prácticamente todos los tornillos que se han empleado son de cabeza hexagonal hueca y se han utilizado tamaños que varían entre métrica 3-4 mm y 5-6 mm dependiendo de si es necesario mayor resistencia o no. Por lo que un técnico puede realizar las labores de mantenimiento sin tener que utilizar gran variedad de herramientas.

La selección de actuadores neumáticos y varillas como accionamientos de la máquina y elementos de desplazamiento se justifican por ser más económicos que otros dispositivos. Se puede elaborar un diseño totalmente diferente y que cumpla con las prestaciones de ensamblaje de cajas adecuadamente pero es indispensable que el presupuesto no se exceda demasiado.

De cara al **futuro**, cuando el negocio consiga aumentar el número de ventas y consumos, se podrán introducir variaciones a la máquina ya que se podrá hacer una mayor inversión en ésta. Además conviene que el rendimiento de la máquina aumente ya que la idea de Sincla S.L. a largo plazo es a nivel industrial, con una producción de cajas elevada. Entre otras modificaciones que se pueden llevar a cabo, se proponen las siguientes mejoras:

- 1) Para **mejorar el control** de la máquina y que los **movimientos** sean más **precisos y simétricos** entre los desplazamientos laterales que se producen para configurar la caja, se pueden realizar dos sustituciones:

- a. Cambiar las varillas por **engranajes de cremallera**.



**Figura 7.1.** *Engranaje de cremallera*

*Fuente: Transmisión engranajes-Cremalleras (BEA TRANSMISION)*

- b. Cambiar los actuadores neumáticos por **motores eléctricos paso a paso**.
- 2) Conviene que el proceso de montaje sea totalmente automatizado de manera que la intervención del operario sea la menor posible. Por lo que se puede diseñar un **alimentador de piezas de entrada**. Incluso también introducir un alimentador de piezas de salida mediante una cinta transportadora pequeña y que se vayan apilando las cajas de madera en un depósito conforme finaliza su ensamblado.



## 8. NORMATIVA

- Normativa aplicada en el desarrollo del proyecto desde el punto de vista de oficina técnica:
  - [1] *Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.* Norma **UNE 1039:1994.**
  - [2] *Tolerancias generales. Parte 1: Tolerancias para dimensiones lineales y angulares sin indicación individual de tolerancia.* Norma **UNE-EN 22768-1:1994.**
  - [3] *Especificación geométrica de productos (GPS). Sistema de codificación ISO para las tolerancias en dimensiones lineales. Parte 1: Base de tolerancias, desviaciones y ajustes.* Norma **UNE-EN ISO 286-1:2011.**
  - [4] *Especificación geométrica de productos (GPS). Indicaciones de la calidad superficial en la documentación técnica de productos.* Norma **UNE-EN ISO 1302:2002.**
  - [5] Normas **ISO** en elementos normalizados utilizados en la realización del proyecto.
- Legislación empleada que hace referencia a la comercialización de las máquinas:
  - [6] Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas. *DOUE*, 9 de junio de 2006, núm. 157, páginas 24-86 (63 págs.)
  - [7] Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, *por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.* *BOE*, 11 de octubre de 2008, núm. 246, páginas 40995-41030 (36 págs.)

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Trabajos Fin de Grado
  - [1] Julia Marco Esteban (2004). *Plan de empresa SINCLA Box.* Resumen Proyecto fin de grado. Universidad Pública de Navarra. Departamento de Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Catálogos comerciales
  - [2] *Componentes para mobiliario y equipamientos industriales.* FASTEN SISTEMAS.
  - [3] *Componentes neumáticos de automatización.* ASCO/JOUCOMATIC.
  - [4] *Pinzas y bridas neumáticas.* LantecLT.
  - [5] *Tecnología de vacío.* AR.



#### Sitios web de proveedores y empresas

- Materiales metálicos: *ThyssenKrupp Aceros y Servicios, S.A.*

Disponible en: [www.thyssenkrupp.cl](http://www.thyssenkrupp.cl)

- Materiales plásticos: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*

Disponible en: [www.plasticos-mecanizables.com](http://www.plasticos-mecanizables.com)

- Varillas de acero inoxidable: *Vila-Inox.*

Disponible en: [www.ferreteria.vilainox.com](http://www.ferreteria.vilainox.com)

- Elementos normalizados: *Hispanox, S.A.*

Disponible en: [www.hispanox.com](http://www.hispanox.com)

#### Otros sitios web

- [1] Estudio y clasificación de los aceros, 2017. [En línea].  
Disponible en: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>. [Accedido: 10/06/2017]
- [2] Electroneumática (cap.6), 2011. [En línea].  
Disponible en: <https://renatosarce.files.wordpress.com/2011/11/cap6-electroneumatica.pdf>
- [3] Mecanizado de agujeros, 2010. [En línea].  
Disponible en: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/3/39/MecanizadoAgujeros.pdf>
- [4] Plegado de chapa, 2007. [En línea].  
Disponible en: <http://www.mecos.es/files/articulos/20070115-TEORIA-DEL-PLGADO.pdf>
- [5] Características y datos de materiales. [En línea]. Disponible en : [www.matweb.com](http://www.matweb.com)
- [6] Asociación española de Normalización y Certificación (AENOR). [En línea].  
Disponible en: [www.aenor.es](http://www.aenor.es)

En Pamplona, 20 de junio de 2017.

Fdo: Xabier Frances Oiz, estudiante de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

“Diseño de una máquina para ensamblar cajas de  
madera de la empresa Sincla”



DOCUMENTO 2: ANEXOS

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales  
(Mención Mecánica)

Trabajo Fin de Grado

Autor: XABIER FRANCES OIZ

Director/a: SARA MARCELINO SADABA

Pamplona, junio de 2017



## ÍNDICE

- **ANEXO A:** *CÁLCULOS*
- **ANEXO B:** *PLANOS*
- **ANEXO C:** *TABLAS DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS*
- **ANEXO D:** *CATÁLOGO DE ELEMENTOS COMERCIALES*



# ANEXO A

## *CÁLCULOS*

- Masa de la máquina
- Ángulo de elevación de solapa: Cálculo de las dimensiones de Escuadra de elevación.



- MASA DE LA MÁQUINA

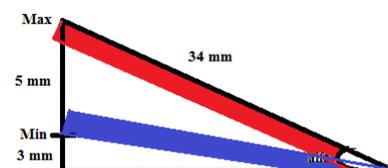
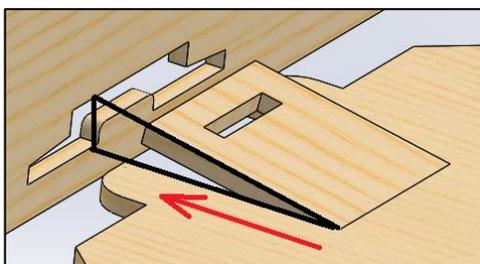
Con los valores de la masa de cada pieza calculados mediante el programa de CAD *SolidWorks 2016* y empleando una hoja de cálculo Excel se resume en la siguiente tabla la masa de cada subconjunto masa total para ambas máquinas:

	Máquina para cajas de queso	Máquina para cesta pequeña
	Masa (kg)	Masa (kg)
<i>Estructura</i>	26	26
<i>Subconjunto de guiado con succión (SS)</i>	15	15
<i>Subconjunto de guiado con empuje (SE)</i>	19,5	19,5
<i>Subconjunto plataforma base</i>	4	5,7
<b>TOTAL</b>	<b>64,5</b>	<b>66,2</b>

- ÁNGULO DE ELEVACIÓN DE SOLAPA: CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE ESCUADRA DE ELEVACIÓN.

El ensamblado de la base con los laterales se lleva a cabo mediante un mecanismo de machihembrado. Hay que levantar una lengüeta en la base de la caja y a continuación se introduce por la ranura inferior que tiene la pieza lateral de la caja. Una vez introducida la lengüeta en la ranura se baja la pestaña y se quedan ambas piezas fijas entre sí.

La lengüeta es elevada por la escuadra elevadora de la máquina diseñada. Dicha lengüeta se debe elevar un cierto ángulo para poder introducirse correctamente por la ranura sin que choque contra la parte superior de la pieza lateral. Por tanto, se realizan una serie de cálculos para saber que ángulo debe formar la lengüeta con respecto la base y de esta forma se puede saber que dimensiones debe tener la escuadra elevadora para que el funcionamiento sea correcto.



En la imagen adjunta se puede observar la posición mínima y máxima de la lengüeta para poder introducirse correctamente a través de la ranura esquivando la pestaña de 3 mm de la ranura. La lengüeta tiene una longitud de 34 mm, por lo que se pueden realizar los cálculos pertinentes:

- Ángulo mínimo de inclinación:  $\alpha = \sin^{-1} \frac{3}{34} = 5,062^\circ \approx 5,1^\circ$



- Ángulo máximo de inclinación:  $\alpha = \sin^{-1} \frac{8}{34} = 13,608^\circ \approx 13,6^\circ$

La cara interior de la escuadra elevadora está a 17,6 mm del pliegue de la lengüeta, luego tendrá que elevarse una altura con respecto a la cara inferior de la base de:

- Altura mínima:  $h_{min} = 17,6 * \tan 5,1 = 1,57 \text{ mm} \approx 1,6 \text{ mm}$
- Altura máxima:  $h_{max} = 17,6 * \tan 13,6 = 4,25 \text{ mm}$

Por lo que el rango de tolerancia es aproximadamente 2,65 mm. Este rango de valores es para el caso de la caja de queso en el caso del diseño. Cuando se realice el montaje de la máquina habrá que tener en cuenta estos cálculos para ajustar la máquina correctamente.

El ángulo máximo y mínimo serán constantes para todos los casos, la altura será en función de la distancia entre la cara interior de la escuadra elevadora y la posición del pliegue de la lengüeta (L).

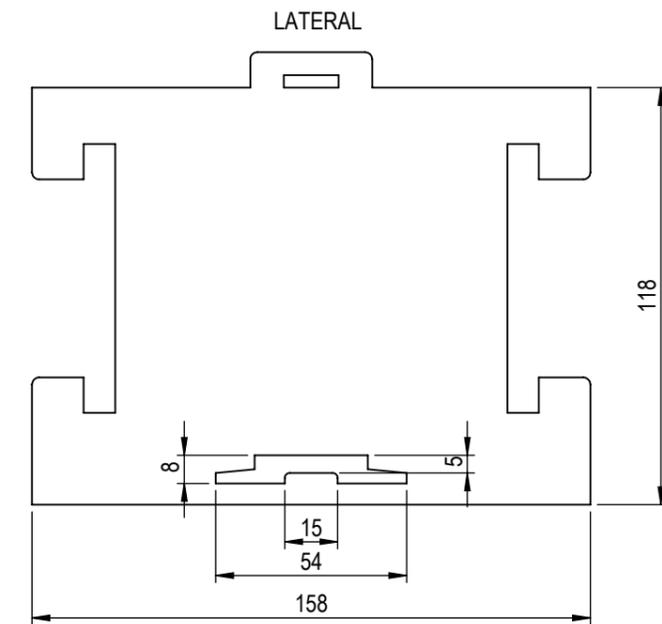
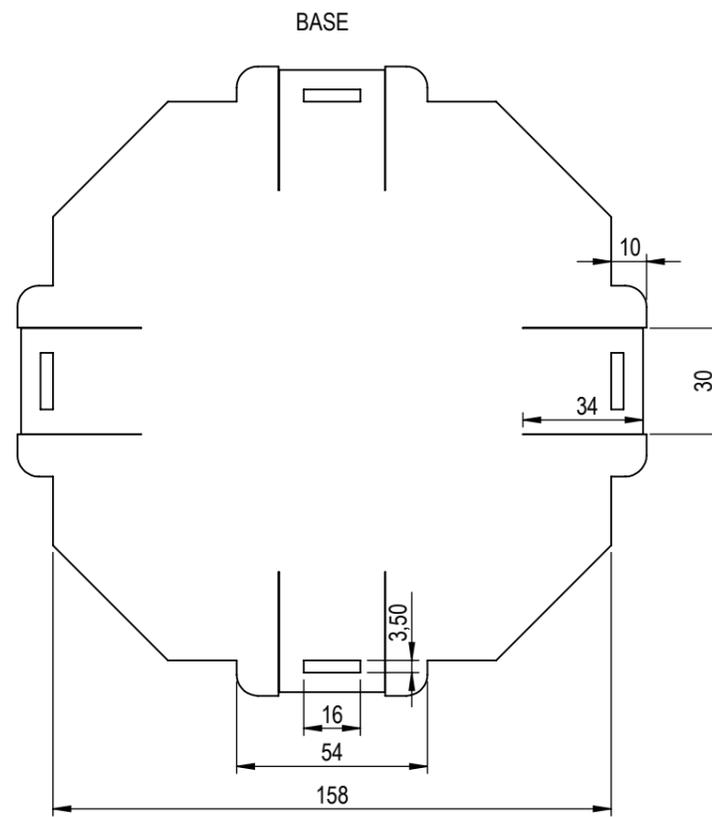
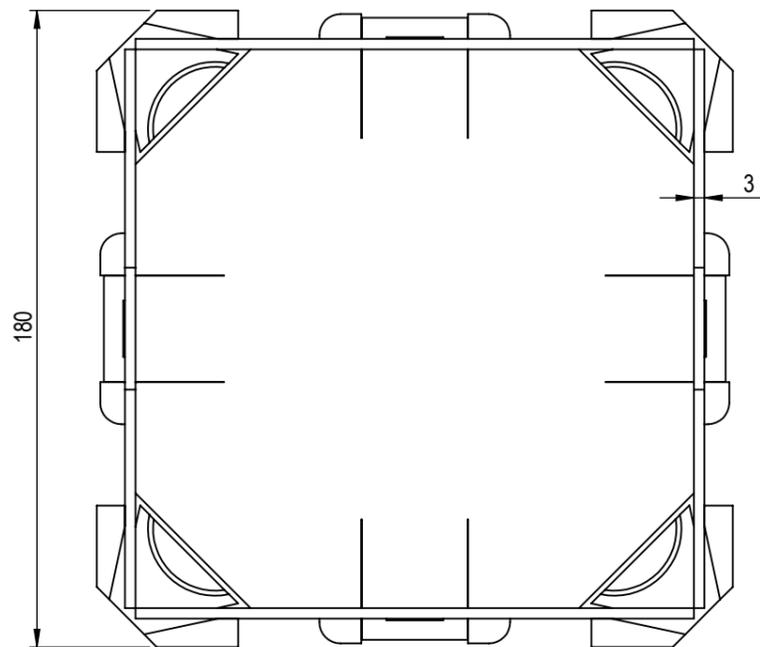
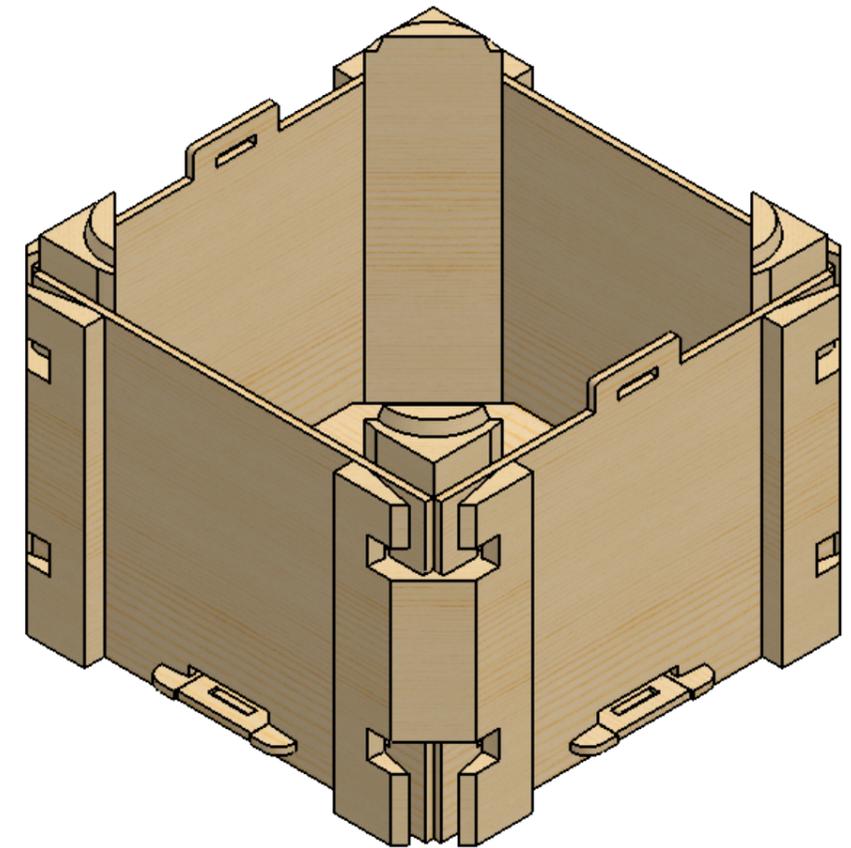
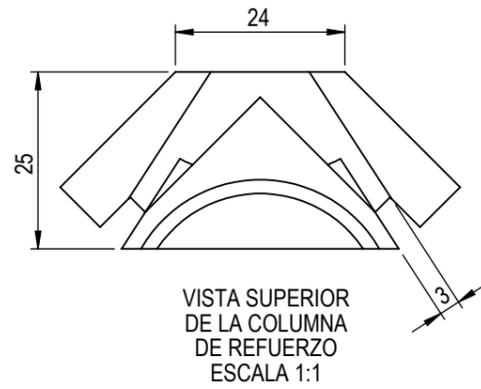
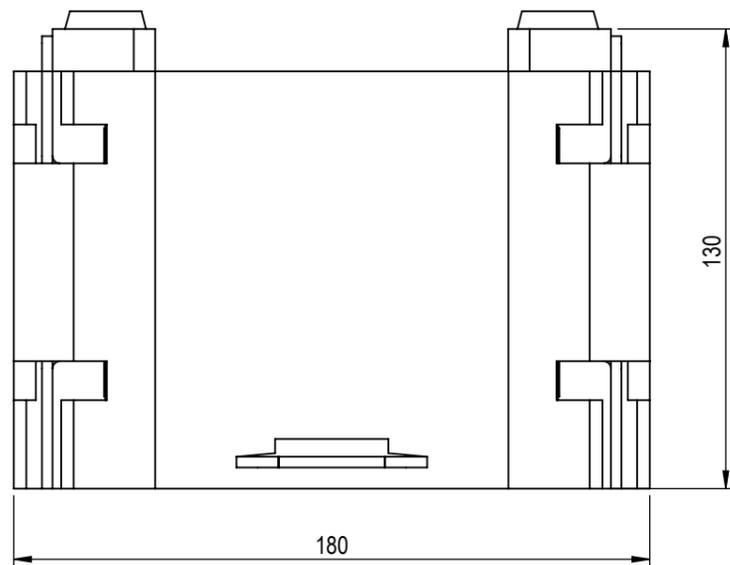
$$\text{Altura máxima: } h_{max}(L) = L * \tan 13,6^\circ$$

$$\text{Altura mínima: } h_{min}(L) = L * \tan 5,1^\circ$$

# ANEXO B

## *PLANOS*

- Planos dimensiones generales cajas de madera de referencia
  - Caja de queso
  - Cesta pequeña
- Planos neumáticos (GRAFCET)



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

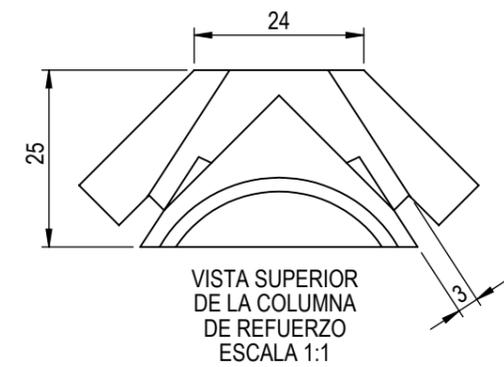
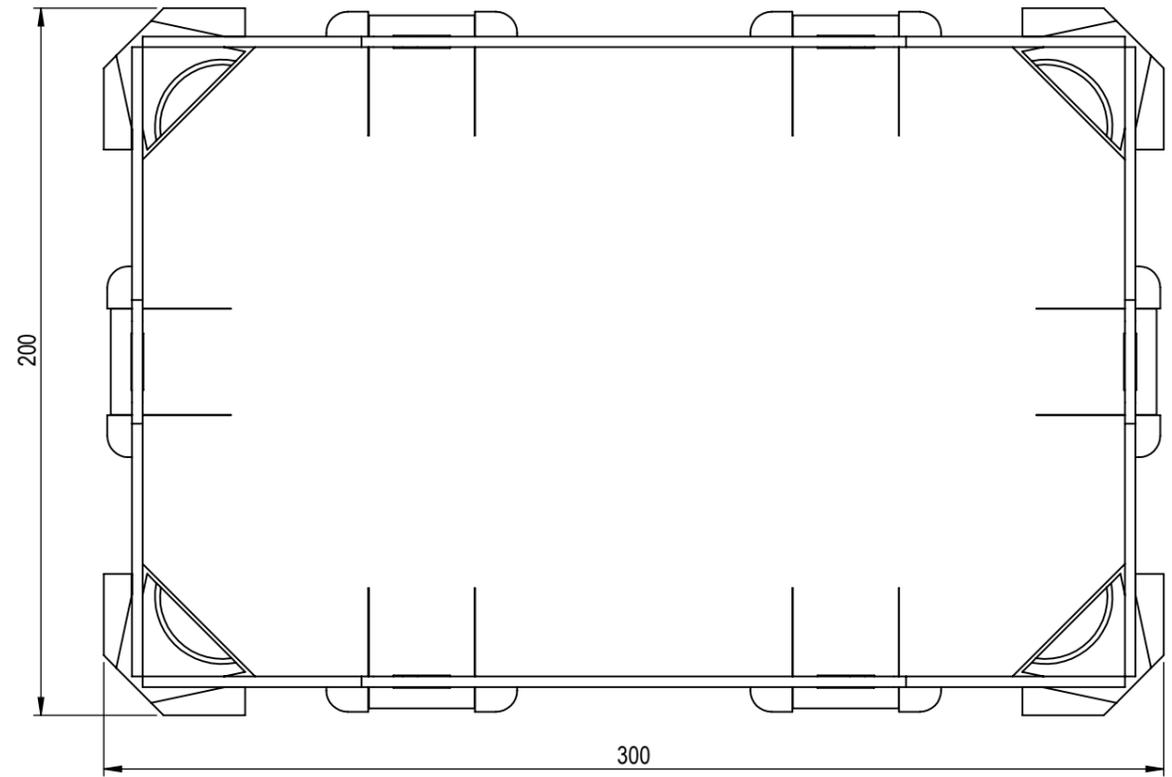
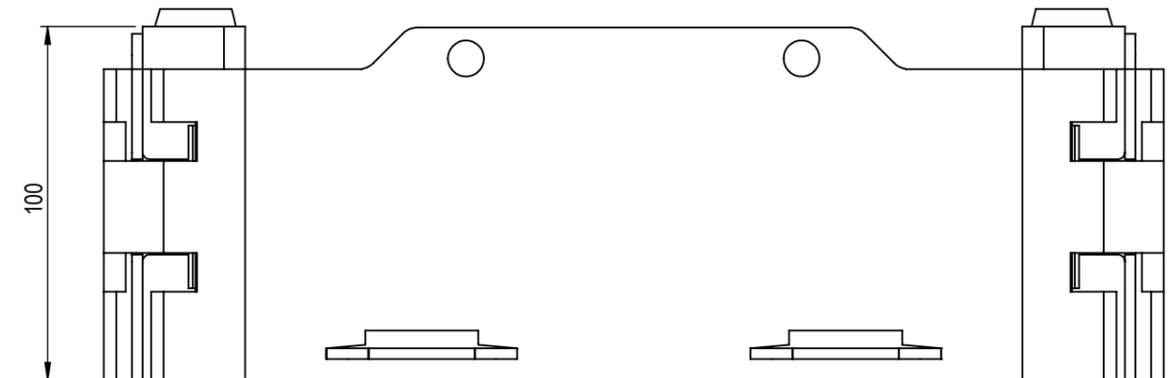
**CAJA DE QUESO**

MATERIAL:  
**CHOPO-PINO**

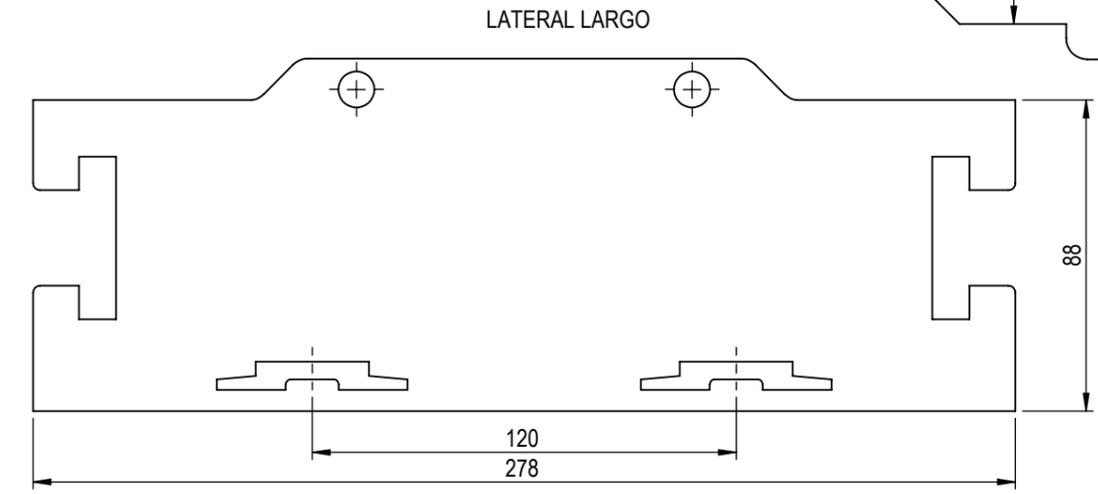
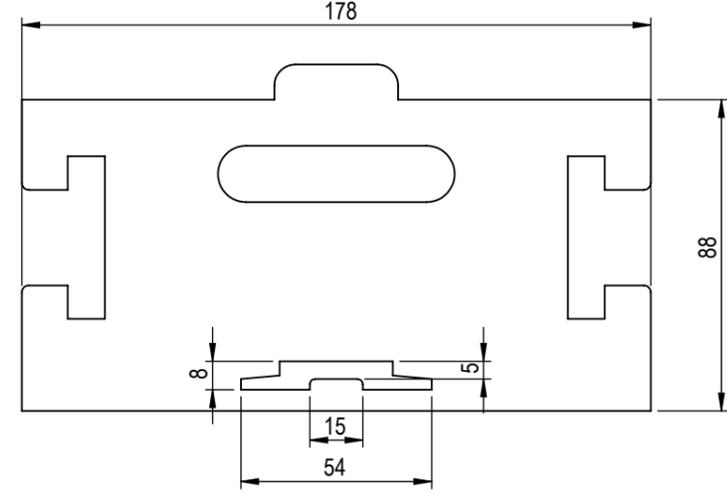
Nº PLANO:  
-

ESCALA:  
**1:2**

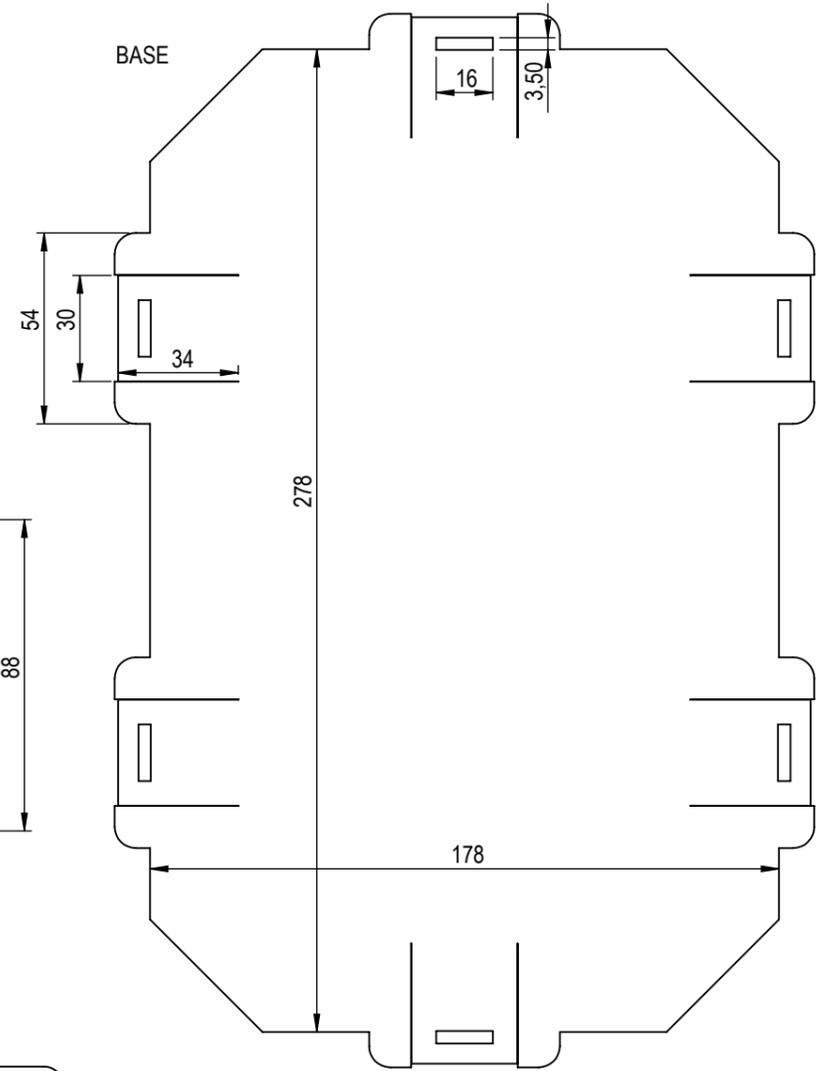
FECHA:  
**06/2017**



VISTA SUPERIOR DE LA COLUMNA DE REFUERZO ESCALA 1:1  
LATERAL CORTO



LATERAL LARGO



BASE



**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:  
**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

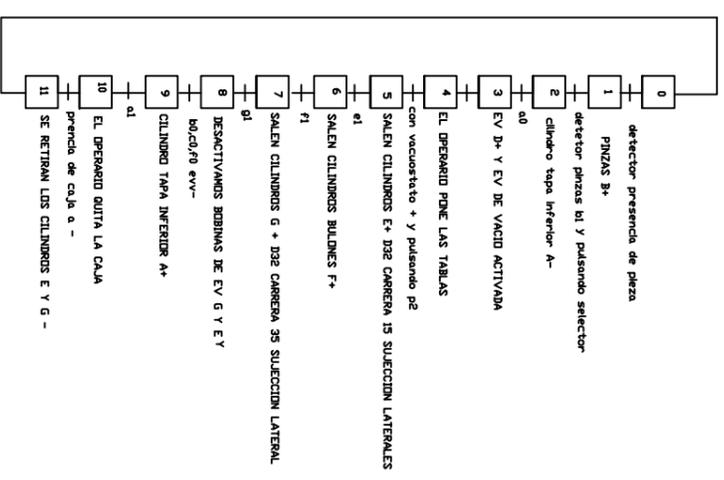
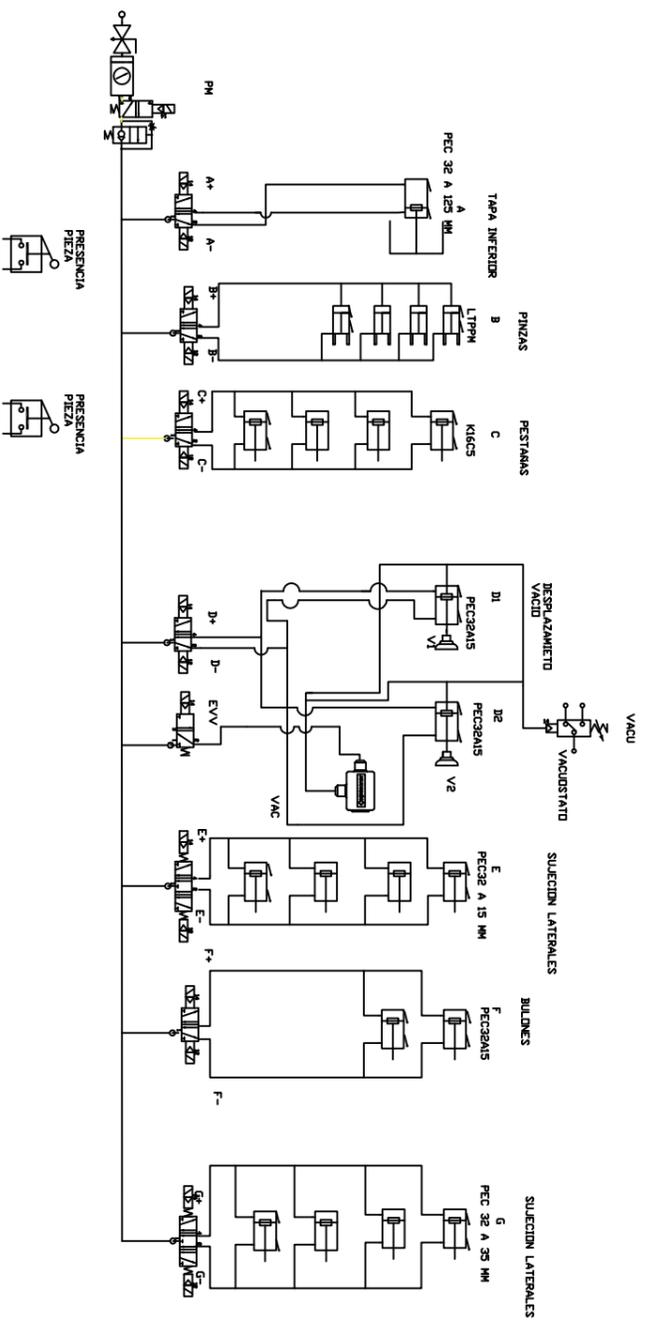
PLANO:  
**CESTA PEQUEÑA**

MATERIAL:  
**CHOPO/PINO**

Nº PLANO:  
**-**

ESCALA:  
**1:2**

FECHA:  
**06/2017**



NOTA: PULSANDO PARO DE EMERGENCIA VUELVE TODO A ORIGEN.



Propiedad de BI-YAK S.L.  
Se Prohíbe la Copia o el uso  
NO Autorizado de esta copia

Escala	Proyecto	Dibujó	Comprobó	CLIENTE:	PESO:	MATERIAL:
...	...	...	...	SINCLA	...	...
Fecha	24-11-2016	...	...	O.F.:	PLANO N°	MODIFICACIONES
Firma	...	...	...	...	0	

# ANEXO C

## *Tablas de características técnicas de los materiales empleados*

- ACEROS AL CARBONO (F-111).....1
- ALEACIÓN DE ALUMINIO (AA-5083).....1
- ACEROS INOXIDABLES (F-3504).....2
- DELRIN (POM).....3



- ACEROS AL CARBONO (F-111/S235JR)

Norma	Calidades	Límite elástico mínimo R <sub>eH</sub>						Resistencia a la tracción R <sub>m</sub>		Alargamiento mínimo A L <sub>0</sub> = 5,65*√S <sub>0</sub> %				Ensayo de flexión por choque	
		MPa						MPa						Temperatura	Energía mín. absorbida
		Espesor nominal (mm)						Espesor nominal (mm)		Espesor nominal (mm)				°C	J
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤100	>100 ≤125	>3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100	>100 ≤125		
EN 10025-2: 2004	S235JR S235J0 S235J2*	235	225	215			195	360-510	350-500	26	25	24	22	+20 0 -20	27 27 27
	S275JR S275J0 S275J2*	275	265	255	245	235	225	410-560	400-540	23	22	21	19	+20 0 -20	27 27 27
	S355JR S355J0	355	345	335	325	315	295	470-630	450-600	22	21	20	18	+20 0	27 27
	S355J2 S355K2													-20 -20	27 40
	S450J0	450	430	410	390	380	380	550-720	530-700	17				0	27
E295* E335* E360*	295 335 360	285 325 355	275 315 345	265 305 335	255 295 325	245 275 305	470-610 570-710 670-830	450-610 550-710 650-830	20 16 11	19 15 10	18 14 9	16 12 8			

- ALEACIÓN DE ALUMINIO (AA-5083)

ALEACIÓN	1050 H18-H14	2007 T4*	2011 T3-T8	2014 T4	2017 T4	2024 T4	2030 T4*	2618 T6	5083 F	5086 F-H14	5754 F-H14	6012 T6*	6061 T6	6060/63 T5	6082 T6	6026* T6-T8- T9	7020 T6	7049 A T6	7075 T6
Fragmentación de la viruta	M	MB	MB	B	B	B	MB	R	R	R	R	MB	R	R	R	B	B	B	B
Brillo de la superficie	(H18)MB	B	B	R	B	B	R	B	MB	B	MB	B	MB	MB	MB	B	B	R	B
<b>Soldabilidad</b>																			
A la llama	MB	E	E	E	B	B	E	-	MB	MB	MB	B	MB	B	MB	B	B	MB	B
Al arco bajo gas argón	MB	E	R	E	E	B	E	E	MB	MB	MB	B	B	B	B	B	B	MB	E
Por resistencia eléctrica	MB	B	R	MB	MB	MB	B	B	MB	MB	MB	MB	B	MB	MB	B	B	MB	B
Por braseado	MB	E	E	B	E	B	E	R	E	E	R	B	B	MB	B	R	B	MB	R
<b>Resistencia a la corrosión</b>																			
En ambiente rural	MB	R	R	R	R	R	R	R	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	B	R	R
En ambiente industrial	B	R	R	R	E	E	R	R	MB	MB	MB	B	MB	MB	MB	B	B	R	R
En ambiente marino	B	E	E	R	E	E	E	E	MB	MB	MB	B	B	B	B	R	R	E	E
En agua de mar	B	E	E	E	E	E	E	E	MB	MB	B	R	R	B	R	R	R	E	E
<b>Anodizado</b>																			
Decorativo	B	E	E	E	R	E	E	R	R	R	B	B	R	MB	R	B	R	R	R
Industrial de protección	MB	B	B	R	R	R	R	R	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	B	B	B
Anodizado duro	MB	R	R	R	B	R	R	R	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
<b>Características mecánicas a la tracción</b>																			
Carga de rotura (Rm)	100-160	445-460	290-420	190-485	380-390	435-460	445-460	440	300	240-320	180-290	275-315	280-310	220	340	310-360	380	590	480-530
Límite elástico (Rp)	105-140	295-360	290-315	275-425	235-265	310-330	295-360	390	145	95	80	200-245	270	185	310	260-330	335	500	390-450
Alargamiento (A 5,65%)	6-42	10-14	10-15	12-20	7-10	12-20	11-14	8,5	23	15-18	15	4-8	14	13	11	4	13	7	2-8
Dureza Brinell (HB)	20-24	110	95-120	110-140	105	120	115	135	70-80	65-95	-	-	95	75	95	95	120	-	130
Resistencia a la cizalladura (N/mm²)	60-85	260	220-235	260	275	285	270	270	175	165-200	140-190	-	190	140	170-210	-	230	-	350
Límite de fatiga (N/mm²)	70-100	280	250	280	260	280	260	140	250	-	220	-	190	160	-	-	170	-	300

MB: Muy Bueno B: Bueno R: Regular E: Malo, evitar.

- ACEROS INOXIDABLES (F-3504)

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300 -							
		Acero al Cromo Níquel							
DESIGNACIÓN	TIPO ASTM (AISI)	301	302	303	304	304 L	321		
	COMPOSICIÓN QUÍMICA		C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 16,00-18,00 Ni% 6,00-8,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,00-19,00 Ni% 8,00-10,00	C% 0,15 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,00-19,00 Ni% 8,00-10,00 S% 0,15 Máx.	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,00-20,00 Ni% 8,00-10,50	C% 0,030 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 18,00-20,00 Ni% 8,00-12,00	C% 0,08 Máx. Mn% 2,00 Máx. Si% 1,00 Máx. Cr% 17,00-19,00 Ni% 9,00-12,00 Ti% ≤6Cr%0,07	
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO (g/cm <sup>3</sup> )	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9		
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000	193.000		
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO		
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500	500	500	500	500		
	CONDUCTIBILIDAD TÉRMICA (W/m K)	a 100 C a 150 C	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21	16 21,5	
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN TÉRMICO MEDIO (x 10 <sup>-6</sup> C <sup>-1</sup> )	0100 C 0300 C 0500 C 0700 C	16,02 17,10 18,18 18,72	17,28 17,82 18,36 18,72	17,3 17,8 18,4 18,7	17,30 17,80 18,40 18,80	17,30 17,80 18,40 18,80	16,74 17,10 18,54 19,25	
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)		1308-1420	1308-1420	1308-1420	1308-1454	1308-1454	1308-1427	
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	PERMEABILIDAD TÉRMICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO 1,02	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008	AMAGNÉTICO 1,008		
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (μΩm)		0,72	0,72	0,72	0,72	0,72		
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20º	DUREZA BRINELL	RECOCIDO HB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HB	135185 210330	135185 180330	130180 180330	130180 180330	125145 -	130185 -	
	DUREZA ROCKWELL	RECOCIDO HRB CON DEFORMACIÓN EN FRÍO HRC	7502 2541	7090 1035	7090 -	7088 1035	7085 -	7088 -	
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm(N/mm <sup>2</sup> )	RECOCIDO	590750 8701200	560720 6801180	530700 -	500700 7001180	500580 -	520700 -	
	ELASTICIDAD CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (0,2)(N/mm <sup>2</sup> )	RECOCIDO	215340 500000	205340 340900	205340 350900	195340 340900	175300 -	205340 -	
	ALARGAMIENTO 50mm. A(%)	RECOCIDO Rp(1) (N/mm <sup>2</sup> ) MÍNIMO	225	245	255	235	215	245	
	ESTRICCION	RECOCIDO Z (%)	7560	7555	Min. 50	7560	7560	6550	
	RESILIENCIA	KCVL (J/cm <sup>2</sup> ) KVU (J/cm <sup>2</sup> )	130 140	160 180	Min. 100 -	160 180	160 180	120 130	
	PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD DIFERENTES TEMPERATURAS	Rp(0,2) (N/mm <sup>2</sup> )	a 300 C a 400 C a 500 C	- - -	- - -	125 97 95	115 98 88	150 135 120
			Rp(1) (N/mm <sup>2</sup> )	a 300 C a 400 C a 500 C	- - -	- - -	147 127 107	137 117 108	186 161 152
			LÍMITE DE FLUENCIA	a 500 C a 600 C a 700 C σ1 / 100.000/1 (N/mm <sup>2</sup> ) a 800 C	- - - -	- - - -	- - - -	68 42 14,5 4,9	58,5 36 10,5 3,9
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (0C) (J)		ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 9531120	
	TEMPLE		NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	NO COGE TEMPLE	
	INTERVALO DE FORJA	TEMPER. INICIAL TEMPER. FINAL	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1200 925	1175 925	
	TEMPERATURA FORMACIÓN CASCARILLA	SERVICIO CONTINUO SERVICIO INTERMITENTE	900 810	900 810	- 815	925 840	925 840	900 810	
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA	NO ACONSEJABLE	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. 81112		45%	45%	55%	45%	45%	36%	
	EMBUCCIÓN		BUENA	BUENA	REGULAR	MUY BUENA	MUY BUENA	BUENA	



- DELRIN (POM)

<b>Características mecánicas</b>	<b>Método/Prueba (DIN /ASTM)</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Densidad	53479	1,41	g/cm <sup>3</sup>
Elongación en punto de fluencia	53455	65	MPa
Resistencia al desgarre	53455		MPa
Resistencia a la rotura por alargamiento	53455	40	%
Módulo de elasticidad a la tracción	53457	3100	MPa
Módulo de elasticidad a la flexión	53457		MPa
Dureza Brinell (por penetración de bola)	53456	155	MPa
Resistencia al impacto	53453	o.Br.	KJ/m <sup>2</sup>
Resistencia a la fluencia tras 1000 h. de carga estática		40	MPa
Resistencia al alargamiento, por 1%, tras 1000 hrs		13	MPa
Coefficiente de fricción contra acero endurecido y afilado p=0,05 N/mm <sup>2</sup> , v=0,6 m/s		0,32	-
Desgaste por fricción, en las mismas condiciones		8,9	m/km

# ANEXO D

## *CATÁLOGOS DE ELEMENTOS COMERCIALES*

- **FASTEN SISTEMAS**
  - Elementos de fijación (Tornillo cabeza martillo+tuerca, canal 10 mm)
  - Elementos de unión (Conector perpendicular/paralelo, canal 10mm)
  - Elementos de montaje (Tapetas)
  - Elementos de posicionamiento (Ruedas giratorias de goma con freno)
  - Accesorios para puertas (Tirador en U)
  - Perfiles de aluminio ( Cálculos de la flexión del perfil y perfiles)
  
- **HISPANOX**
  - ISO 4762 (DIN 912)
  - ISO 7089 (DIN 125-A)
  - ISO 4032 (DIN 934)



Orcoyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

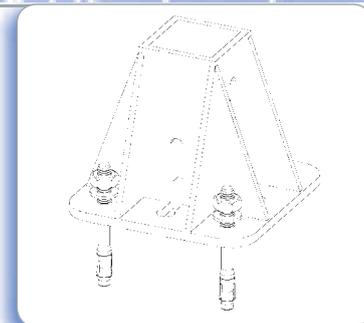
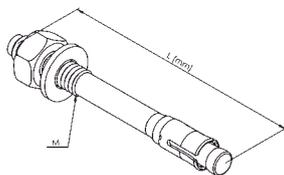
Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

BI-YAK S.L.  
AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

### Taco de expansión Acero zincado

### Through bolt anchor Zinc plated steel



5290



M10x90 mm



0,059

#### Aplicación

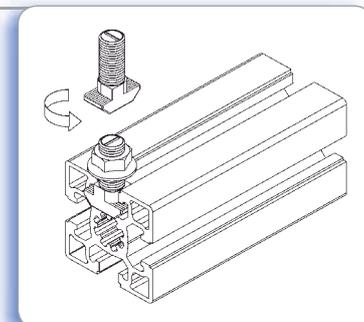
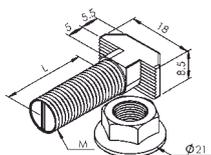
Para la fijación de forma segura de soportes y placas al suelo.

#### Application

To firmly join and secure positioning elements to the floor.

### Tornillo cabeza martillo + tuerca, canal 10 mm Acero 8.8 zincado

### Hammer head bolt + hex flange nut, 10 mm slot Zinc plated steel 8.8



525020



M8x20



0,019

525025

M8x25

0,020

525030

M8x30

0,022

525035

M8x35

0,024

525040

M8x40

0,026

525050

M8x50

0,029

#### Aplicación

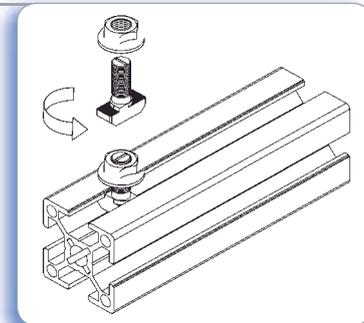
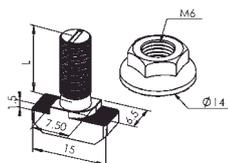
Para la fijación de accesorios a los perfiles de canal 10 mm. Gracias al dentado de la tuerca y a su mayor diámetro (21 mm), la fijación es máxima.

#### Application

For fixing accessories on profiles with 10 mm slot. Due to the bottom serrations and the larger diameter of the nut (21 mm), fixing is optimum.

### Tornillo cabeza martillo + tuerca, canal 8 mm Acero 8.8 zincado

### Hammer head bolt + hex flange nut, 8 mm slot Zinc plated steel 8.8



525116



M6x16 mm



0,010

#### Aplicación

Para la fijación de accesorios a los perfiles de boca 8 mm. Gracias al dentado de la tuerca, la fijación es máxima.

#### Application

For fixing accessories on profiles with 8 mm slot. Due to the bottom serrations of the nut, fixing is optimum.



Orcoyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

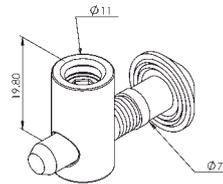
Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

BI-YAK S.L.  
AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

## Conector cabeza redonda, canal 8 mm Acero zincado Round head joint, 8 mm slot Zinc plated steel



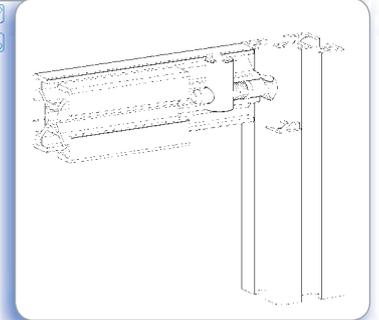
535230

∅ Taladro / Drill

11mm



0,025

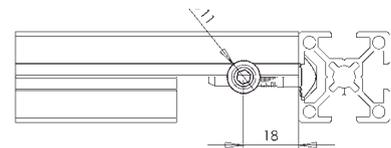


### Aplicación

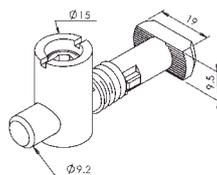
Para la unión de perfiles en ángulo recto. Permite la orientación del casquillo en cualquier posición. Debe ser introducido desde el extremo del perfil.

### Application

For right-angled and dynamic connection of profiles. Clamping cylinder can be oriented at any position. It must be inserted from the from of the profile slot.



## Conector perpendicular, canal 10 mm Acero zincado Perpendicular joint, 10 mm slot Zinc plated steel



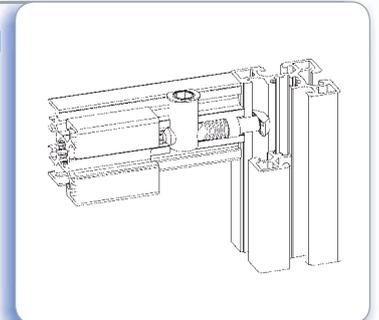
5350



35/40/45/60/80/90



0,045



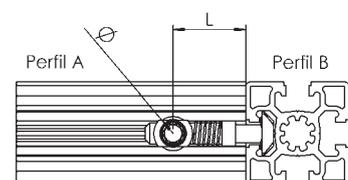
### Aplicación

Permite la unión de perfiles en ángulo recto. La orientación del casquillo es perpendicular a la cabeza de martillo del vástago. Posibilidad de inserción desde cualquier parte del perfil mediante giro.

### Application

For right-angled and dynamic connection of profiles. Clamping cylinder is oriented perpendicular to the T-head rod. Profiles can be connected sideways at any point of the profile slot.

A	B	L	∅ Taladro / Drill
35	35	37 mm	15 mm
40	40	33 mm	15 mm
45	45	33 mm	15 mm





Orcoyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

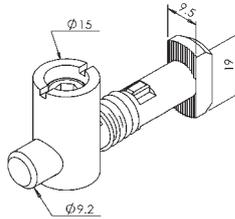
Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

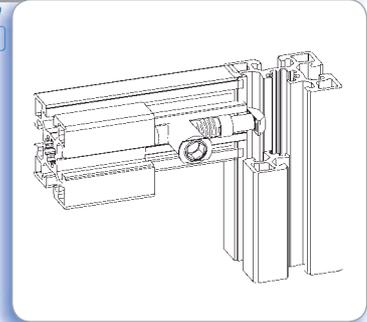
www.bi-yak.es

## ELEMENTOS DE UNIÓN

### Conector paralelo, canal 10 mm Acero zincado Parallel joint, 10 mm slot Zinc plated steel



10 mm



#### Aplicación

Permite la unión de perfiles en ángulo recto. La orientación del casquillo es paralelo a la cabeza de martillo del vástago. Posibilidad de inserción desde cualquier parte del perfil mediante giro.

#### Application

For right-angled and dynamic connection of profiles. Clamping cylinder is oriented parallel to the T-head rod. Profiles can be connected sideways at any point of the profile slot.



5351



35/40/45/60/80/90



0,051



35



35



37 mm

∅ Taladro / Drill

15 mm

40

40

33 mm

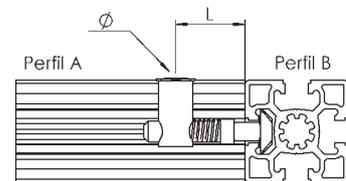
15 mm

45

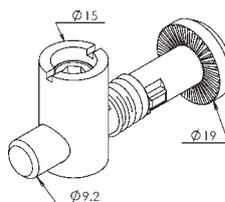
45

33 mm

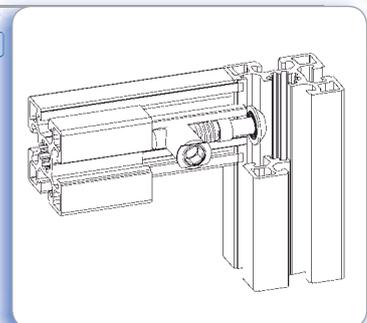
15 mm



### Conector cabeza redonda, canal 10 mm Acero zincado Round head joint, 10 mm slot Zinc plated steel



10 mm



#### Aplicación

Para la unión de perfiles en ángulo recto. Permite la orientación del casquillo en cualquier posición. Debe ser introducido desde el extremo del perfil.

#### Application

For right-angled and dynamic connection of profiles. Clamping cylinder can be oriented at any position. It must be inserted from the front of the profile slot.



5352



35/40/45/60/80/90



0,051



35



35



37 mm

∅ Taladro / Drill

15 mm

40

40

33 mm

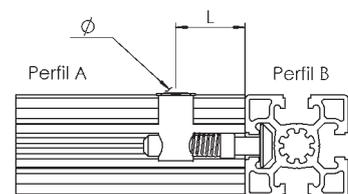
15 mm

45

45

33 mm

15 mm





**Orcoyen 31160**  
 Tlfno.: 948-355100  
 Fax: 948-355101  
 E-mail: navarra@bi-yak.es

**Vitoria 01013**  
 Tlfno.: 945-257533  
 Fax: 945-288562  
 E-mail: vitoria@bi-yak.es

**Logroño 26006**  
 Tlfno.: 941-236559  
 Fax: 941-244789  
 E-mail: rioja@bi-yak.es

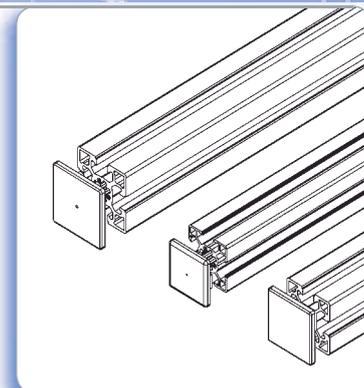
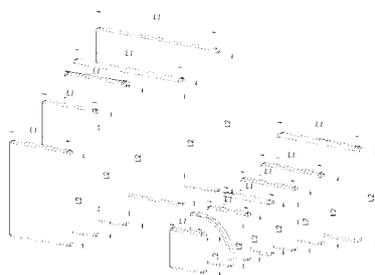
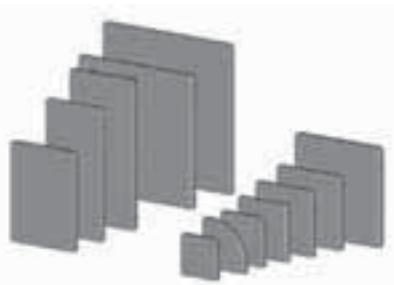
**Burgos 09001**  
 Tlfno.: 947-268553  
 Fax: 947-268627  
 E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

BI-YAK S.L.  
 AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

**Tapetas** Poliamida, color negro

**End covers** Fibreglass reinforced nylon, black



Barcode	Dimensions	Weight (Kg)
5509	25x25	0,003
5508	30x30	0,003
55010	MC-30	0,003
5504	35x35	0,004
5507	40x40	0,006
5501	45x45	0,008
5506	45x60	0,009
55011	40x80	0,011
5502	45x90	0,012
5505	60x60	0,010
55012	80x80	0,035
5503	90x90	0,044
55014	MC-45	0,05

**Aplicación**

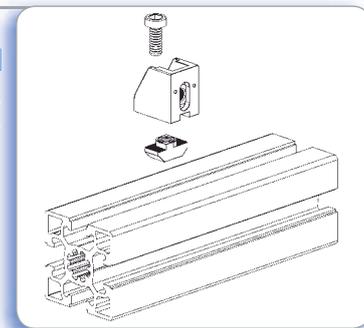
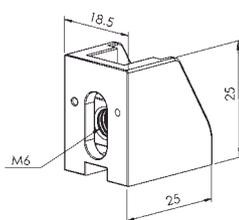
Para cubrir el extremo de los perfiles de aluminio.

**Application**

To cover the end of aluminium profiles.

**Bloque de fijación de paneles Universal** Poliamida, color negro

**Panel fixing block** Fibreglass reinforced nylon, black



**Aplicación**

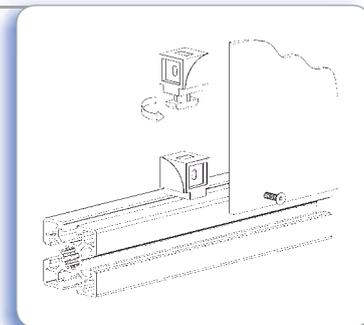
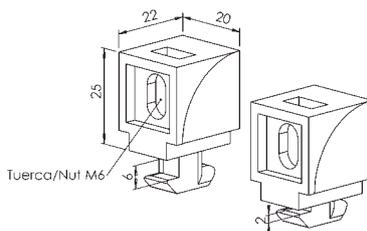
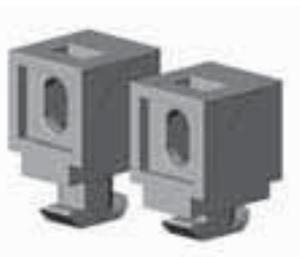
Para fijar paneles a los perfiles de aluminio. De uso en perfiles de boca 8 mm y 10 mm.

**Application**

For attaching panels to profiles with 8 mm and 10 mm slot.

**Bloque de fijación de paneles** Poliamida, color negro

**Panel fixing block** Fibreglass reinforced nylon, black



**Aplicación**

Para fijar paneles a los perfiles de aluminio; permite dos posiciones de fijación. De uso en perfiles de boca 10 mm.

**Application**

For attaching panels to profiles with 10 mm slot. The block allows two fixing positions.

Barcode	Dimensions	Weight (Kg)
5513	canal 10 mm	0,010
551335	35	0,010



**Orcoyen 31160**  
 Tlfno.: 948-355100  
 Fax: 948-355101  
 E-mail: navarra@bi-yak.es

**Vitoria 01013**  
 Tlfno.: 945-257533  
 Fax: 945-288562  
 E-mail: vitoria@bi-yak.es

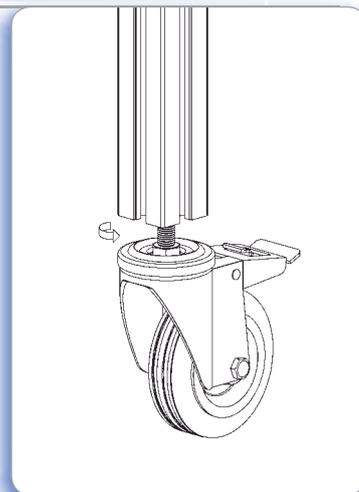
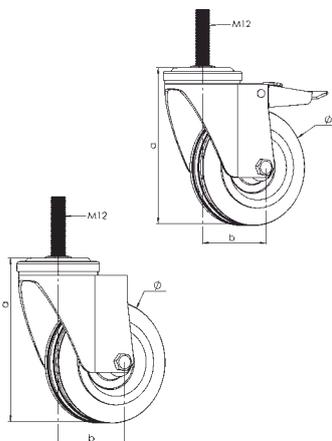
**Logroño 26006**  
 Tlfno.: 941-236559  
 Fax: 941-244789  
 E-mail: rioja@bi-yak.es

**Burgos 09001**  
 Tlfno.: 947-268553  
 Fax: 947-268627  
 E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

BI-YAK S.L.  
 AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

## Ruedas giratorias de goma Acero Rubber swivel wheels Steel



### Aplicación

De montaje en estructuras que requieran desplazamiento.

### Application

To use in structures that need to be displaced.

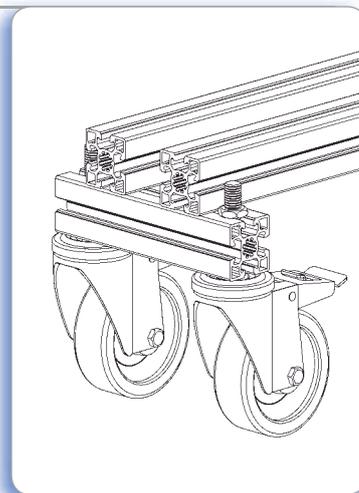
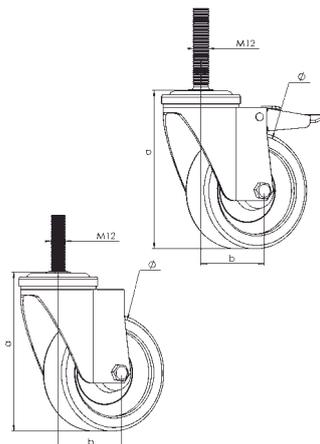
#### SIN FRENO - WITHOUT BRAKE

Barcode	Ø	a	b	MAX. Kg	kg
542050127	50	73	22	50	0,24
542060127	60	83	23	60	0,28
542080127	80	104	24	65	0,37
5420100127	100	125	37	85	0,71
5420125127	125	160	49	110	0,91

#### CON FRENO - WITH BRAKE

Barcode	Ø	a	b	MAX. Kg	kg
542150127	50	73	22	50	0,29
542160127	60	83	23	60	0,34
542180127	80	104	24	65	0,43
5421100127	100	125	37	85	0,80
5421125127	125	160	49	110	1

## Ruedas giratorias de nylon Acero Nylon swivel wheels Steel



### Aplicación

De montaje en estructuras que requieran desplazamiento.

### Application

To use in structures that need to be displaced.

#### SIN FRENO - WITHOUT BRAKE

Barcode	Ø	a	b	MAX. Kg	kg
5423080127	80	104	24	120	0,4
54230100127	100	125	37	120	0,6
54230125127	125	160	49	120	0,8

#### CON FRENO - WITH BRAKE

Barcode	Ø	a	b	MAX. Kg	kg
5423180127	80	104	24	120	0,5
54231100127	100	125	37	120	0,7
54231125127	125	160	49	120	0,9

ELEMENTOS DE POSICIONAMIENTO POSITIONING ELEMENTS



Orcoyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

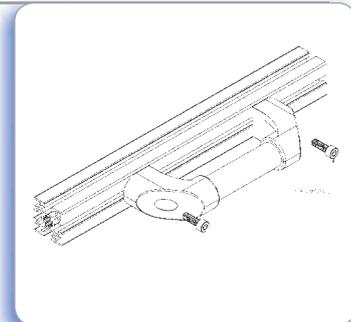
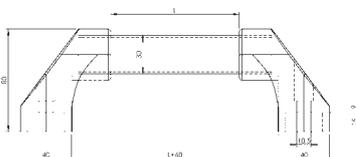
Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

BI-YAK S.L.  
AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

**Asa tubular** Poliamida reforzada, aluminio anodizado

**Tubular handle** Fibreglass reinforced nylon, anodized aluminium



**SUJECCIÓN ASA TUBULAR/ HOLDER**



5625



0,09

**TUBO Ø 30X2 / TUBE Ø 30X2**



5093



0,47

**Aplicación**

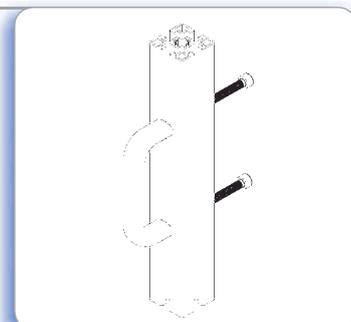
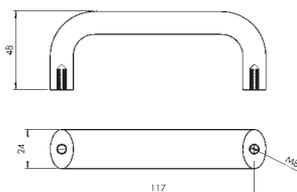
Para construir asas de cualquier longitud.

**Application**

To build up handles of different sizes.

**Tirador en U** Poliamida, color negro

**U handle** Fibreglass reinforced nylon, black



5626



0,06

**Aplicación**

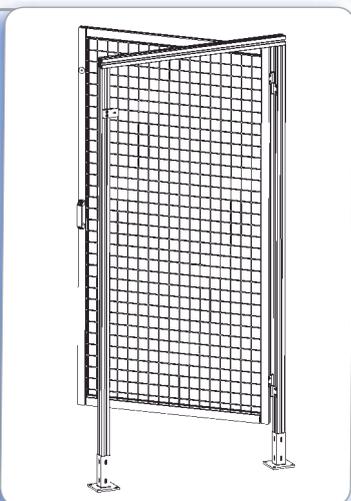
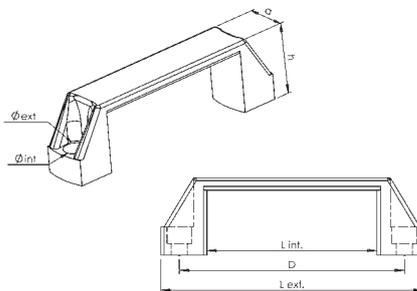
Para todo tipo de puertas y paneles. Debe ser montado roscando un tornillo por detrás.

**Application**

For all types of doors and panels. Handle must be rear-mounted.

**Tiradores** Poliamida reforzada

**Handle** Fibreglass reinforced nylon



	L ext	D	a	h	Ø Int.	Ø Ext.	kg
5620	107	93	21	37	6,5	11	0,03
5621	136	117	25	42	8,5	14	0,05
5622	152	133	25	47	8,5	14	0,05
5623	195	175	28	51	8,5	14	0,08

**Aplicación**

Para todo tipo de puertas y paneles.

**Application**

For any type of door or panel.



BI-YAK, S.L.  
AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

Orcóyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

## Cálculo de la flexión del perfil Determination of profile deflection

### Descripción

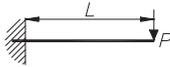
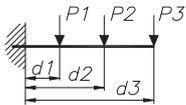
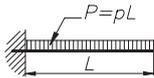
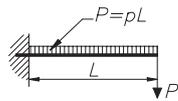
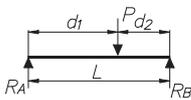
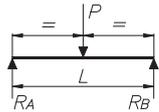
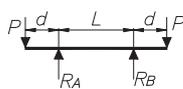
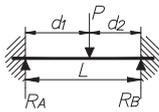
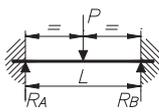
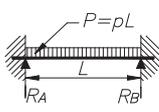
$f$  = flexión (m)  
 $P$  = Carga (N)  
 $L$  = Longitud perfil (m)  
 $E$  = Módulo de elasticidad  
 $E_{AL} = 7 \cdot 10^8$  N/dm<sup>2</sup>  
 $I$  = Momento inercia (cm<sup>4</sup>)

### Description

$f$  = deflection (m)  
 $P$  = Load (N)  
 $L$  = Free profile length (m)  
 $E$  = Modulus of elasticity  
 $E_{AL} = 7 \cdot 10^8$  N/dm<sup>2</sup>  
 $I$  = Momet of inertia (cm<sup>4</sup>)

### Carga Load

### Fórmula Formula

	$f_{\max} = \frac{PL^3}{3EI}$
	$f_{\max} = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$
	$f_{\max} = \frac{PL^3}{8EI}$
	$f_{\max} = \frac{PL^3}{8EI} + \frac{PL^4}{3EI}$
	$f_{\max} = \frac{P(d_1 d_2)^2}{3LEI}$
	$f_{\max} = \frac{PL^3}{48EI}$
	$f_{\max} = \frac{PdL^2}{8EI}$
	$f_{\max} = \frac{P(d_1 d_2)^3}{3EI(d_2 + 3d_1)^2}$
	$f_{\max} = \frac{PL^3}{192EI}$
	$f_{\max} = \frac{PL^3}{384EI}$



BI-YAK S.L.  
AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

Orcoyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

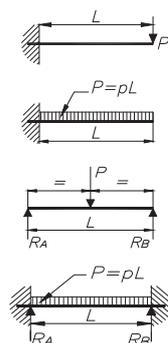
## Cálculo de la flexión del perfil Determination of profile deflection

### Cómo calcular la flexión:

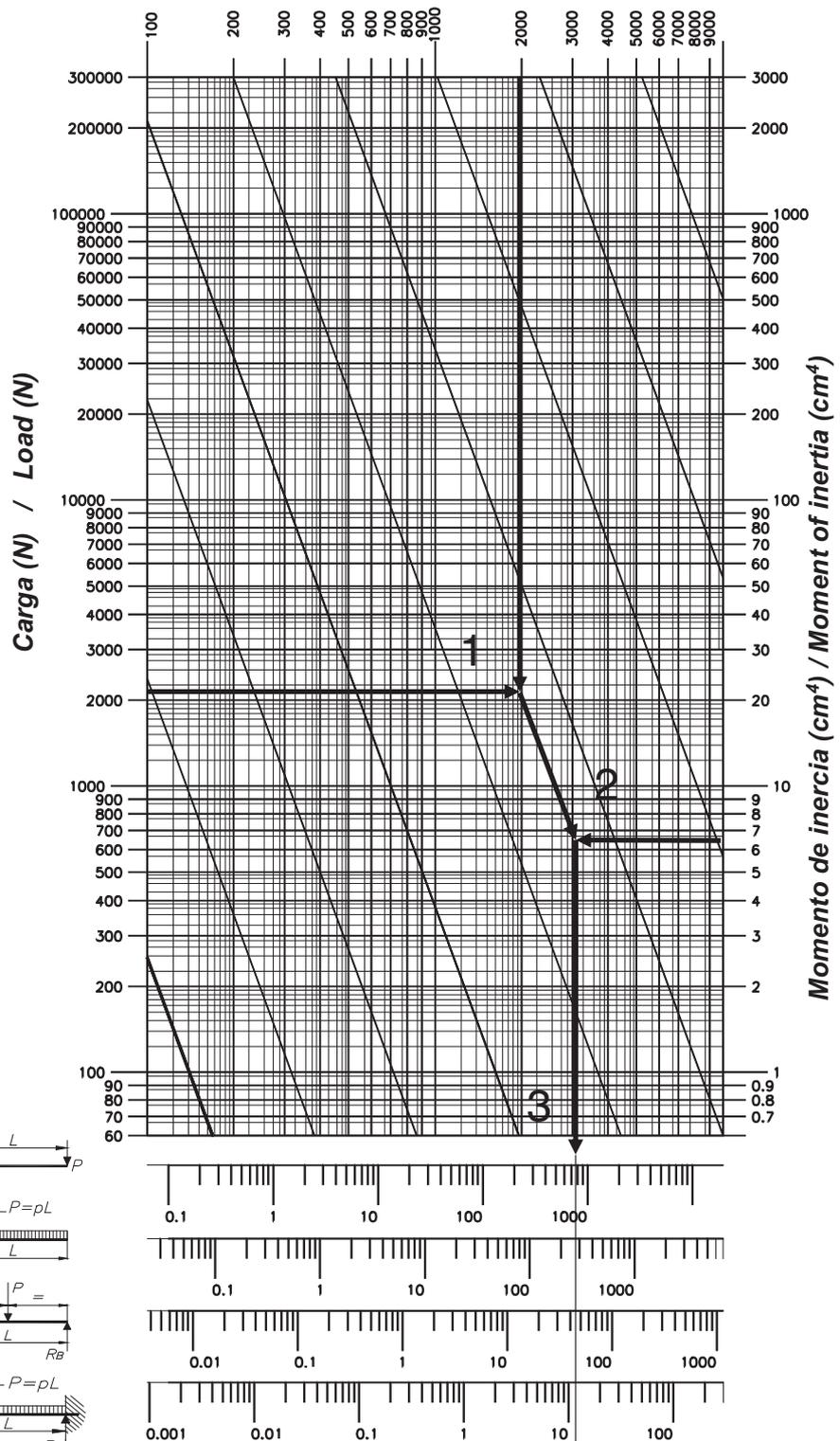
1. Determinación del punto de intersección entre la carga y la longitud del perfil.
2. Cruce entre la coordenada del momento de inercia del perfil seleccionado con el desplazamiento en diagonal del punto 1.
3. Determinación de la flexión realizando una línea vertical desde el punto dos hasta la distribución de cargas seleccionada.

### Calculating deflection:

1. Determination of intersection point between load and profile length
2. Crossing between the diagonal of point 1 with the moment of inertia of selected profile coordinate
3. Determination of profile deflection extending a vertical line from point 2 to the selected load distribution formula



### Longitud perfil (mm) / Profile length (mm)





BI-YAK S.L.  
AUTOMATISMOS INDUSTRIALES

Orcoyen 31160  
Tlfno.: 948-355100  
Fax: 948-355101  
E-mail: navarra@bi-yak.es

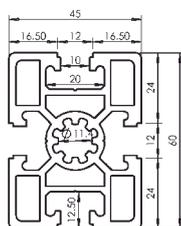
Vitoria 01013  
Tlfno.: 945-257533  
Fax: 945-288562  
E-mail: vitoria@bi-yak.es

Logroño 26006  
Tlfno.: 941-236559  
Fax: 941-244789  
E-mail: rioja@bi-yak.es

Burgos 09001  
Tlfno.: 947-268553  
Fax: 947-268627  
E-mail: burgos@bi-yak.es

www.bi-yak.es

### Perfil básico 45x60 Basic profile 45x60



5005



2,7

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

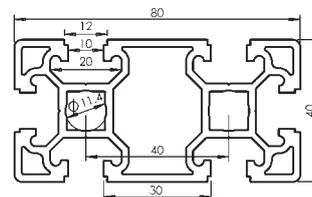
20,5

34

9,1

11,3

### Perfil básico 40x80 Basic profile 40x80



5012



2,6

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

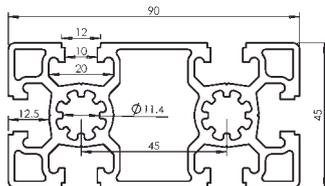
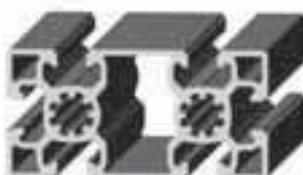
16,9

64,6

8,4

16,1

### Perfil ligero 45x90 Light profile 45x90



5003



3,33

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

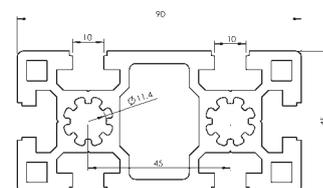
25,7

104,1

11,4

23,1

### Perfil pesado 45x90 Strong profile 45x90



5032



4,3

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

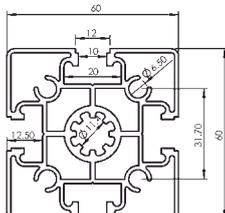
35,1

132

15,6

29,3

### Perfil ligero 60x60 Light profile 60x60



5006



2,5

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

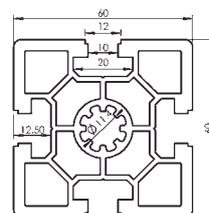
29

29

9,6

9,6

### Perfil pesado 60x60 Strong profile 60x60



5013



3,6

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

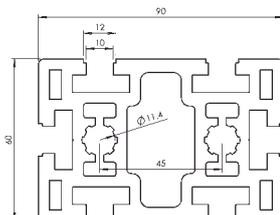
49,6

49,6

16,5

16,5

### Perfil básico 60x90 Basic profile 60x90



5044



6,7

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

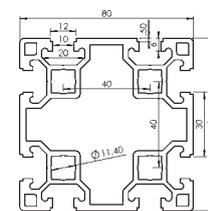
89,6

204,5

29,8

45,4

### Perfil básico 80x80 Basic profile 80x80



5014



4,5

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

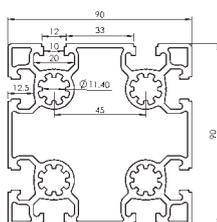
124

124

31

31

### Perfil ligero 90x90 Light profile 90x90



5004



5,1

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

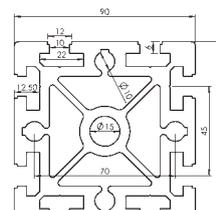
175,1

175,1

38,9

38,9

### Perfil pesado 90x90 Strong profile 90x90



5015



10,0

$I_x$  cm<sup>4</sup>

$I_y$  cm<sup>4</sup>

$W_x$  cm<sup>3</sup>

$W_y$  cm<sup>3</sup>

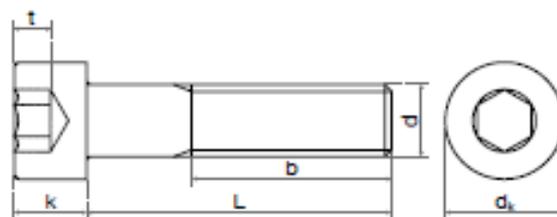
303,1

303,1

67,3

67,3

## TORNILLO CILÍNDRICO CON HEXÁGONO INTERIOR HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREWS



Inox A2 ■  
 Inox A4 ■  
 Acero 8.8 ■  
 Acero 10.9 ■  
 Acero 12.9 ■

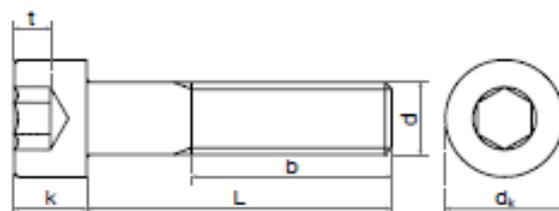
d	M1,8	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6
L							
3	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
4	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
5	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
6	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
8	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
10	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
12	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
14	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
16	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
18	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
20		<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
22		<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
25			<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
30			<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
35				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
40				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
45				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
50				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
55				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
60				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
65				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
70				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
75				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
80				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
85				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
90				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
95				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
100				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
110				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
120				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
130				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
140				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
150				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
160				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
170				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
180				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
190				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
200				<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightgray;">■</span> <span style="color: gray;">■</span>
b*	15	16	17	18	20	22	24
t <sub>mín.</sub>	0,7	1	1,1	1,3	2	2,5	3
s	1,5	1,5	2	2,5	3	4	5
K <sub>máx.</sub>	1,6	2	2,5	3	4	5	6
d <sub>h</sub>	3	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10

\*Longitud constante de la rosca (siempre que L sea superior a b)

Medidas indicadas en mm

# DIN 912

## TORNILLO CILÍNDRICO CON HEXÁGONO INTERIOR HEXAGON SOCKET HEAD CAP SCREWS



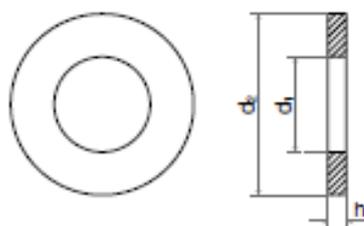
- Inox A2 ■
- Inox A4 ■
- Acero 8.8 ■
- Acero 10.9 ■
- Acero 12.9 ■

d	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
L	10								
	12								
	14								
	16								
	18								
	20								
	22								
	25								
	30								
	35								
	40								
	45								
	50								
	55								
	60								
	65								
	70								
	75								
	80								
	85								
	90								
	100								
	110								
	120								
	130								
	140								
	150								
	160								
	170								
	180								
	190								
	200								
	210								
	220								
	230								
	240								
	250								
	260								
	270								
	280								
	300								
d*	28	32	36	40	44	48	52	56	60
t <sub>max.</sub>	4	5	6	7	8	9	10	11	12
s	6	8	10	12	14	14	17	17	19
k <sub>max.</sub>	8	10	12	14	16	18	20	22	24
d <sub>h</sub>	13	16	18	21	24	27	30	33	36

\*Longitud constante de la rosca (siempre que L sea superior a b)

Medidas indicadas en mm

## ARANDELA PLANA, FORMA A PLAIN WASHERS, TYPE A



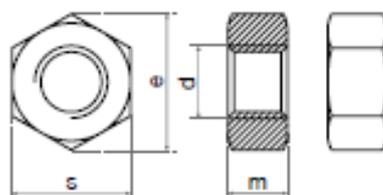
Inox A2 ■  
 Inox A4 ■  
 Acero ■

Para M		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h
1,6	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	1,7	4	0,3
2	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	2,2	5	0,3
2,5	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	2,7	6,5	0,5
3	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	3,2	7	0,5
3,5	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	3,7	8	0,5
4	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	4,3	9	0,8
5	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	5,3	10	1
6	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	6,4	12	1,6
7	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	7,4	14	1,8
8	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	8,4	16	1,6
10	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	10,5	20	2
12	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	13	24	2,5
14	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	15	28	2,5
16	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	17	30	3
18	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	19	34	3
20	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	21	37	3
22	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	23	39	3
24	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	25	44	4
27	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	28	50	4
30	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	31	56	4
33	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	34	60	5
36	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	37	66	5
39	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	40	72	6
42	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	43	78	7
45	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	46	85	7
48	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	50	92	8
52	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	54	98	8
56	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	58	105	9
60	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	62	110	9
64	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	66	115	9
72	<span style="color: green;">■</span> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: lightblue;">■</span>	74	125	10

Medidas indicadas en mm

# DIN 934

## TUERCA HEXAGONAL HEXAGON NUTS



Inox	A2	■
Inox	A4	■
Acero	C-8	■
Acero	C-8	■
Acero	C-10	■
Acero	C-12	■
Latón		■

d		s	e	m
M1,6	■ ■ ■ ■ ■	3,2	3,48	1,3
M2	■ ■ ■ ■ ■	4	4,38	1,6
M2,5	■ ■ ■ ■ ■	5	5,45	2
M3	■ ■ ■ ■ ■	5,5	6,01	2,4
M3,5	■ ■ ■ ■ ■	6	6,68	2,8
M4	■ ■ ■ ■ ■	7	7,66	3,2
M5	■ ■ ■ ■ ■	8	8,79	4
M6	■ ■ ■ ■ ■	10	11,05	5
M7	■ ■ ■ ■ ■	11	12,12	5,5
M8	■ ■ ■ ■ ■	13	14,38	6,5
M10	■ ■ ■ ■ ■	17	18,9	8
M12	■ ■ ■ ■ ■	19	21,1	10
M14	■ ■ ■ ■ ■	22	24,49	11
M16	■ ■ ■ ■ ■	24	26,75	13
M18	■ ■ ■ ■ ■	27	29,66	15
M20	■ ■ ■ ■ ■	30	32,95	16
M22	■ ■ ■ ■ ■	32	35,03	18
M24	■ ■ ■ ■ ■	36	39,55	19
M27	■ ■ ■ ■ ■	41	45,2	22
M30	■ ■ ■ ■ ■	46	50,85	24
M33	■ ■ ■ ■ ■	50	55,37	26
M36	■ ■ ■ ■ ■	55	60,79	29
M39	■ ■ ■ ■ ■	60	66,44	31
M42	■ ■ ■ ■ ■	65	72,09	34
M45	■ ■ ■ ■ ■	70	76,95	36
M48	■ ■ ■ ■ ■	75	82,6	38
M52	■ ■ ■ ■ ■	80	88,25	42
M56	■ ■ ■ ■ ■	85	93,66	45
M60	■ ■ ■ ■ ■	90	99,21	48
M64	■ ■ ■ ■ ■	95	104,86	51
M68	■ ■ ■ ■ ■	100	110,51	54
M72	■ ■ ■ ■ ■	105	116,16	58

Medidas indicadas en mm

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

“Diseño de una máquina para ensamblar cajas de  
madera de la empresa Sincla”



DOCUMENTO 3: PLANOS

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales  
(Mención Mecánica)

Trabajo Fin de Grado

Autor: XABIER FRANCES OIZ

Director/a: SARA MARCELINO SADABA

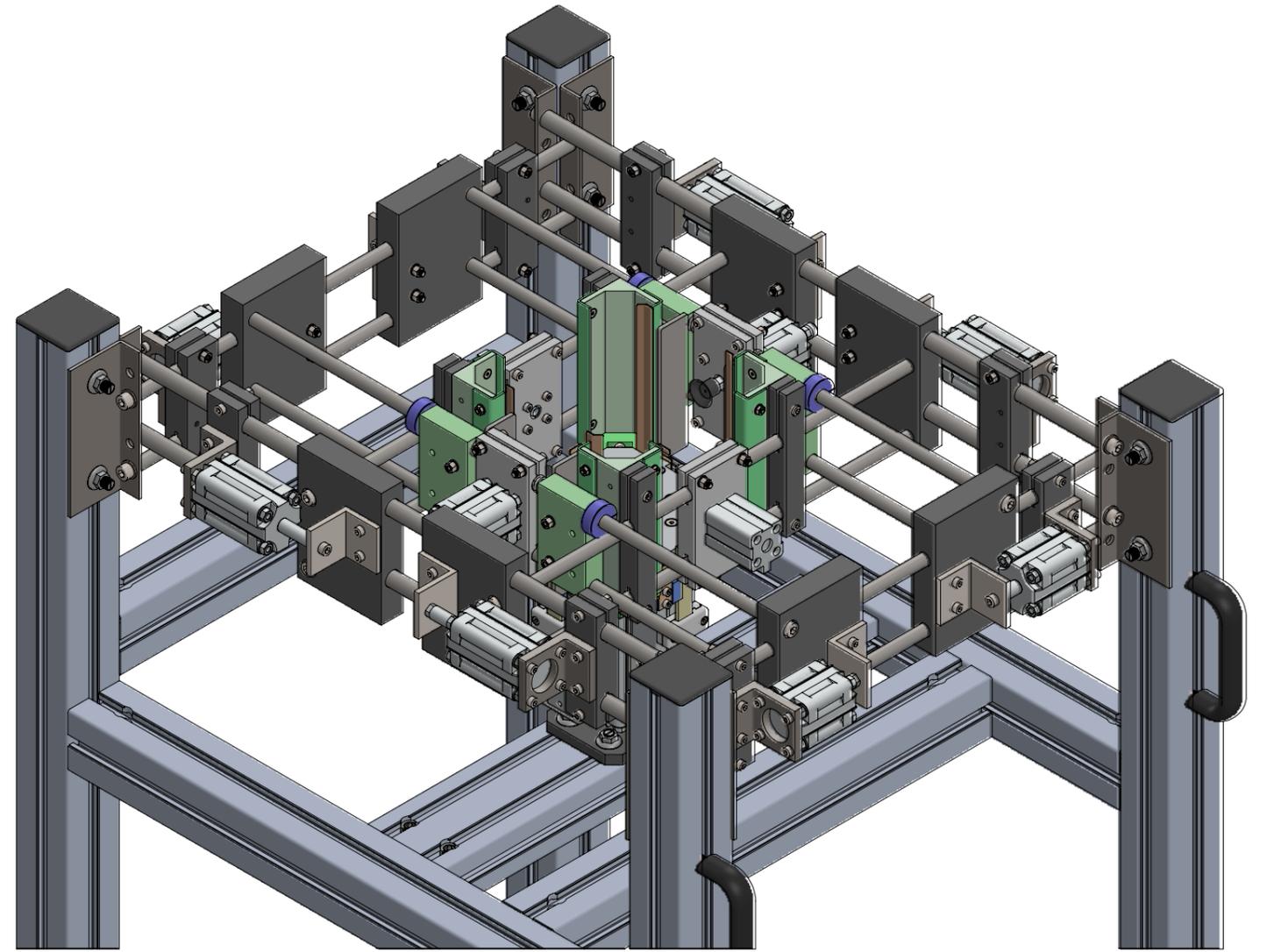
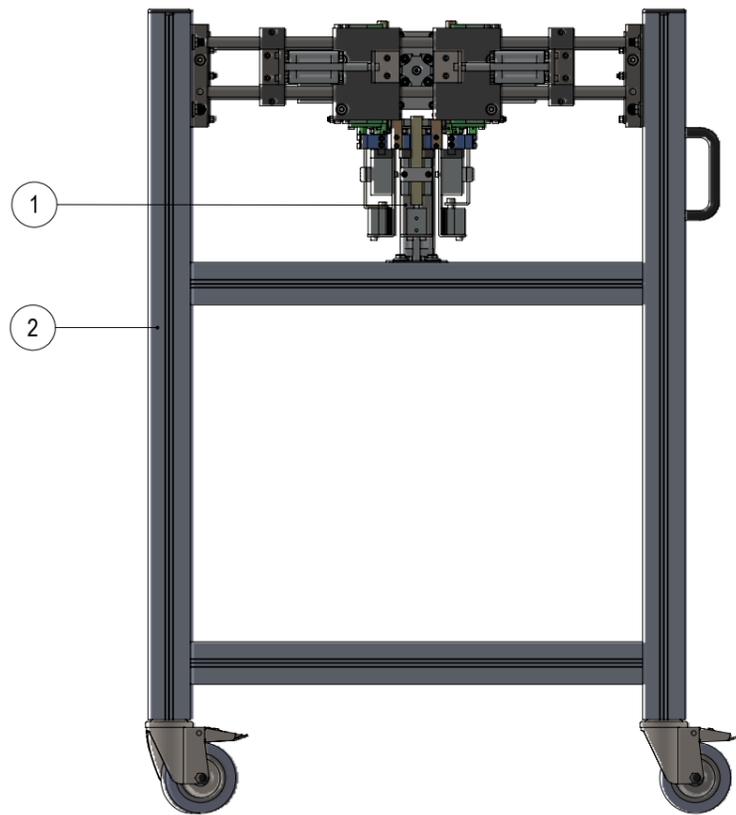
Pamplona, junio de 2017



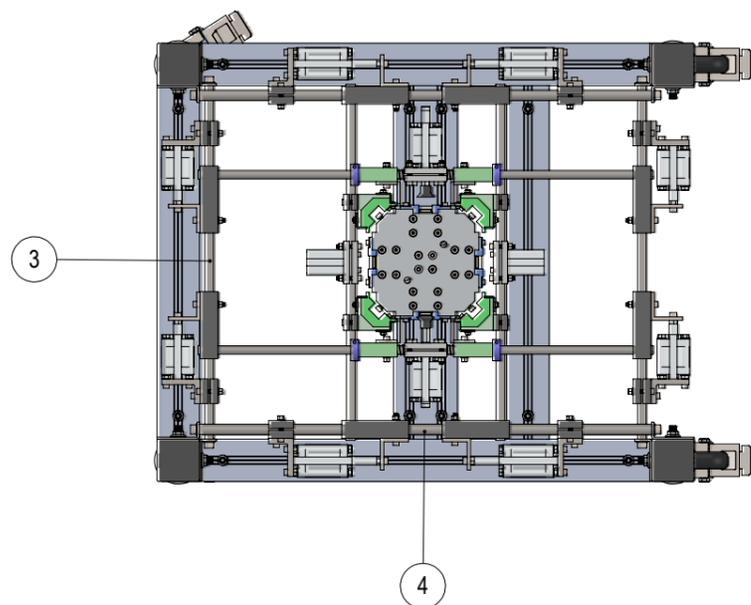


## ÍNDICE DE PLANOS

1. MÁQUINA ENSAMBLADORA DE CAJAS DE QUESO
2. MÁQUINA ENSAMBLADORA CESTAS PEQUEÑAS
3. SUBCONJUNTO ESTRUCTURA
4. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)
5. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)
6. SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE (CAJA DE QUESO)
7. SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE (CESTA PEQUEÑA)
8. ALOJAMIENTO COLUMNA DE REFUERZO
9. MONTAJE ESTRUCTURA
10. MECANIZADOS Y DETALLES DE UNIÓN PERFILERÍA
11. MONTAJE SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE-ESTRUCTURA
12. ESCUADRA DE FIJACIÓN
13. VARILLAS DE GUIADO/APOYO
14. ESCUADRA DE FIJACIÓN ANTERIOR CILINDRO NEUMÁTICO
15. PIEZAS GUÍA FIJAS (SS/SE)
16. PIEZAS GUÍA MÓVILES (SS)
17. PIEZAS GUÍA MÓVILES (SE)
18. PIEZA DE FIJACIÓN CILINDRO DE VACÍO/EMPUJE
19. PIEZA GUÍA DE APOYO
20. ESCUADRA DE APOYO DERECHA/IZQUIERDA
21. BASE ALOJAMIENTO COLUMNA
22. PARED ALOJAMIENTO COLUMNA
23. PERFIL ANGULAR
24. FLEJE GUÍA
25. FIJACIÓN ALOJAMIENTO-VARILLAS
26. BASE DE APOYO (CAJA DE QUESO)
27. BASE DE APOYO (CESTA PEQUEÑA)
28. SOPORTE EN U
29. ESCUADRA ELEVADORA
30. GUÍA (GUÍA PARTE 1/GUÍA PARTE 2)
31. EXTENSIÓN PINZA
32. GANCHO
33. PLACA BASE FIJACIÓN



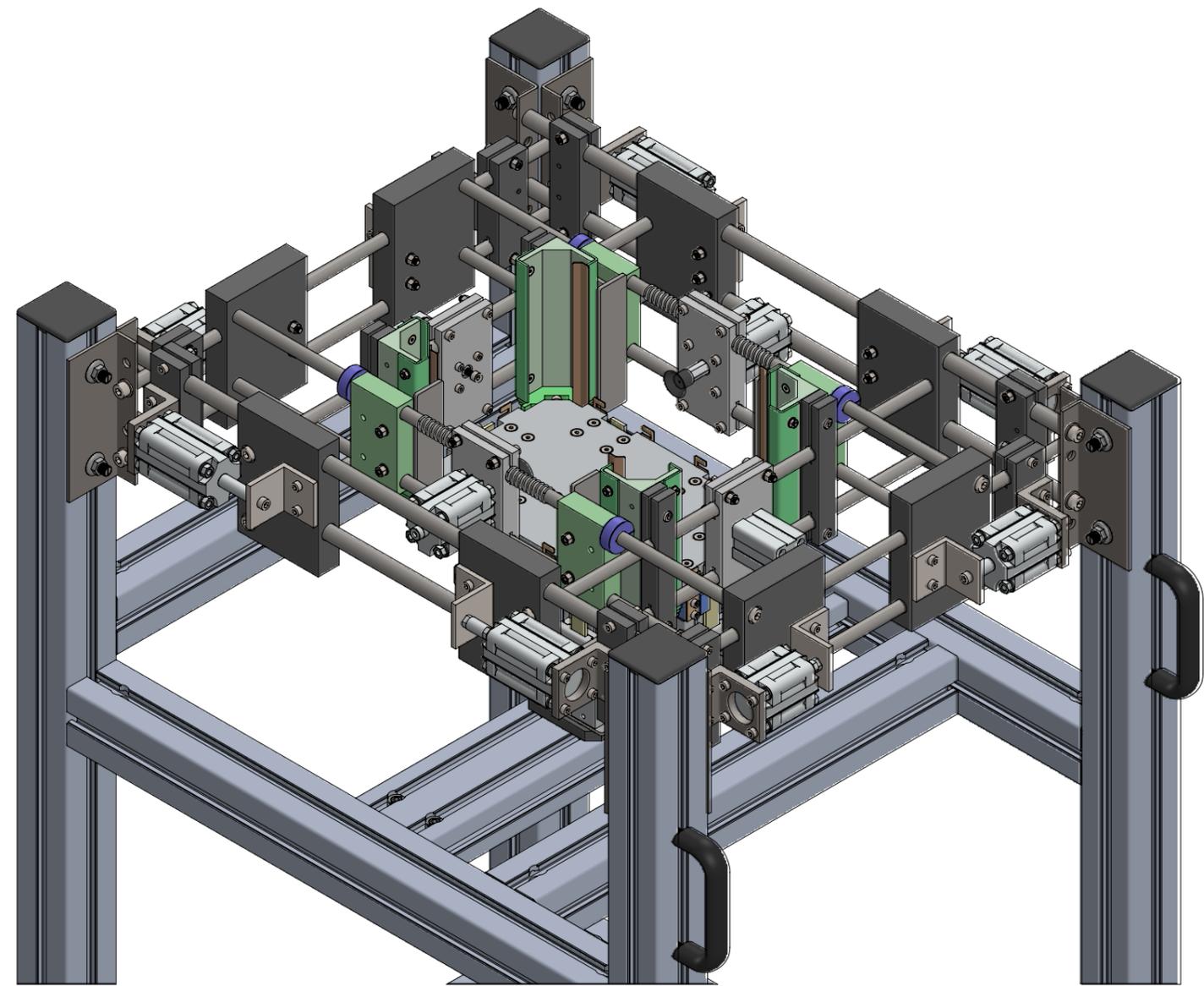
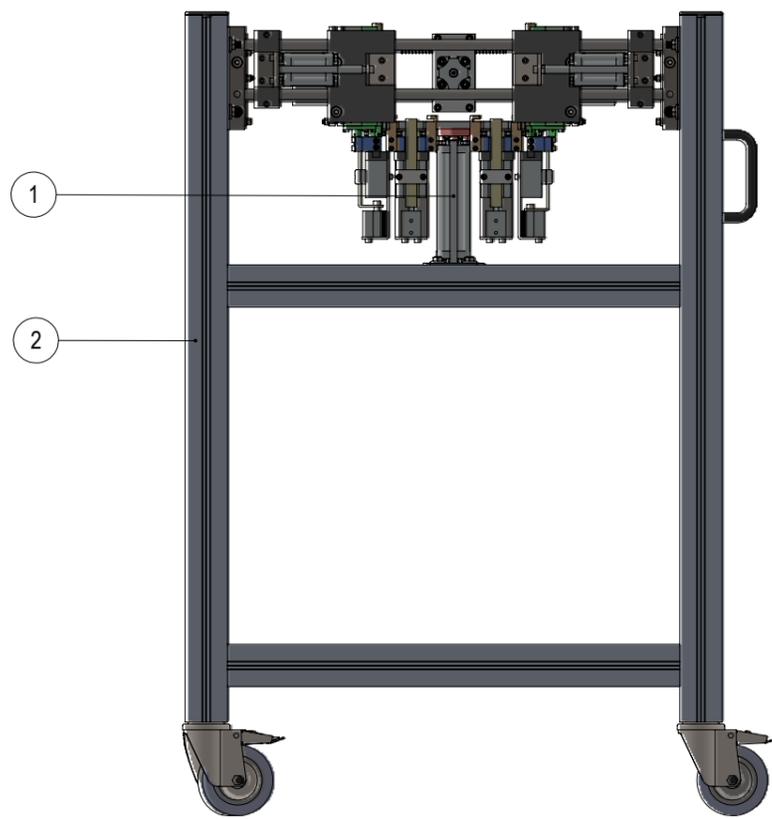
ESCALA 1:5



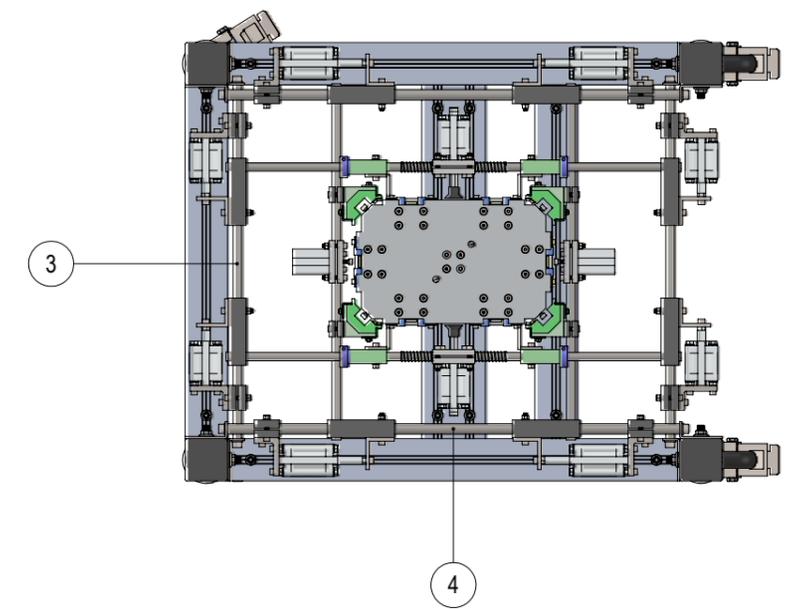
Nº DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	Nº DE PLANO
1	SEBCONJUNTO PLATAFORMA BASE CAJA DE QUESO	6
2	ESTRUCTURA	3
3	SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)	4
4	SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)	5

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL</b>
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>	
PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>		FIRMA:
PLANO: <b>MÁQUINA ENSAMBLADORA DE CAJAS DE QUESO</b>	MATERIAL: -	Nº PLANO: <b>1</b> ESCALA: <b>1:10</b> FECHA: <b>06/2017</b>



ESCALA 1:5



Nº DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	Nº DE PLANO
1	SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE CESTA PEQUEÑA	7
2	ESTRUCTURA	3
3	SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)	4
4	SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)	5


 Universidad Pública  
 de Navarra  
 Nafarroako  
 Unibertsitate Publikoa

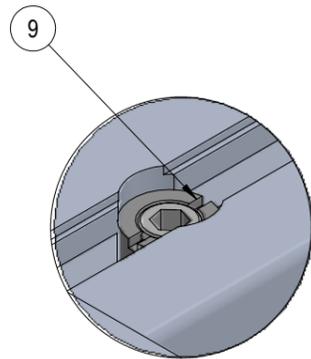
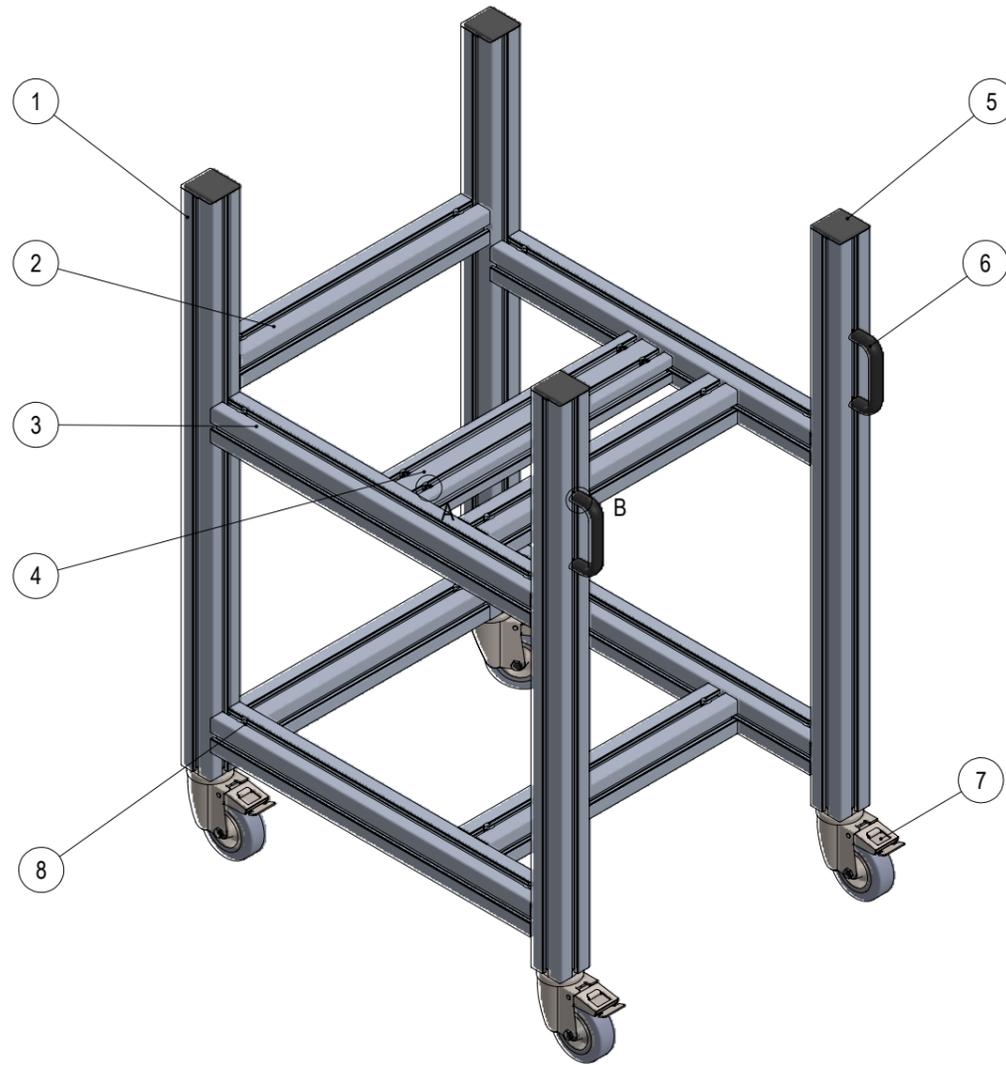
**E.T.S.I.I.T.**  
 INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
 INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
 PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

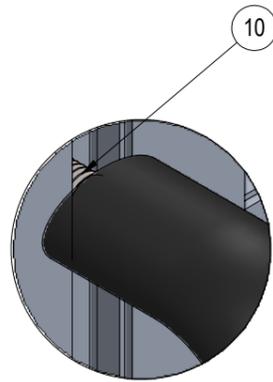
PROYECTO:  
**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
 CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**  
 FIRMA:

PLANO: <b>MÁQUINA ENSAMBLADORA DE CESTA PEQUEÑA</b>	MATERIAL: -	Nº PLANO: <b>2</b>	ESCALA: <b>1:10</b>	FECHA: <b>06/2017</b>
--	----------------	-----------------------	------------------------	--------------------------



DETALLE A  
ESCALA 1:1



DETALLE B  
ESCALA 1:1

**\*NOTA:** MONTAJE ESTRUCTURA EN *PLANO 9*

**TABLA DE COMPONENTES**

Nº DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO	LONGITUD	MATERIAL	CANTIDAD
1	Pilar	Perfil ligero 60 x 60, canal 10 mm- <i>Cod.5006</i> (FASTEN Sistemas)	10	1000	AA-6060	4
2	Perfil transversal corto	Perfil ligero 60 x 60, canal 10 mm- <i>Cod.5006</i> (FASTEN Sistemas)	10	500	AA-6060	4
3	Perfil transversal largo	Perfil ligero 60 x 60, canal 10 mm- <i>Cod.5006</i> (FASTEN Sistemas)	10	640	AA-6060	4
4	Perfil transversal rectangular	Perfil ligero 45x90, canal 10 mm- <i>Cod.5003</i> (FASTEN Sistemas)	10	500	AA-6060	1
5	Tapeta	Tapetas 60x60-Elementos de montaje- <i>Cod.5505</i> (FASTEN Sistemas)	-	-	Poliamida (PA)	4
6	Tirador en U	Accesorios para puertas- <i>Cod.5626</i> (FASTEN Sistemas)	-	-	Poliamida (PA)	2
7	Rueda giratoria de goma con freno	Rueda: $\phi=100$ -Elementos de posicionamiento- <i>Cod.5421100127</i> (FASTEN Sistemas)	-	-	Goma/Acero	4
8	Conector perpendicular	Canal 10 mm-Elementos de unión- <i>Cod.5350</i> (FASTEN Sistemas)	-	-	Acero zincado	12
9	Conector paralelo	Canal 10 mm-Elementos de unión- <i>Cod. 5351</i> (FASTEN Sistemas)	-	-	Acero zincado	8
10	ISO 4762 M8 x 55 - 28S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	-	-	Acero 8.8	4



Universidad Pública  
de Navarra  
*Nafarroako*  
*Unibertsitate Publikoa*

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**SUBCONJUNTO ESTRUCTURA**

MATERIAL:

-

Nº PLANO:

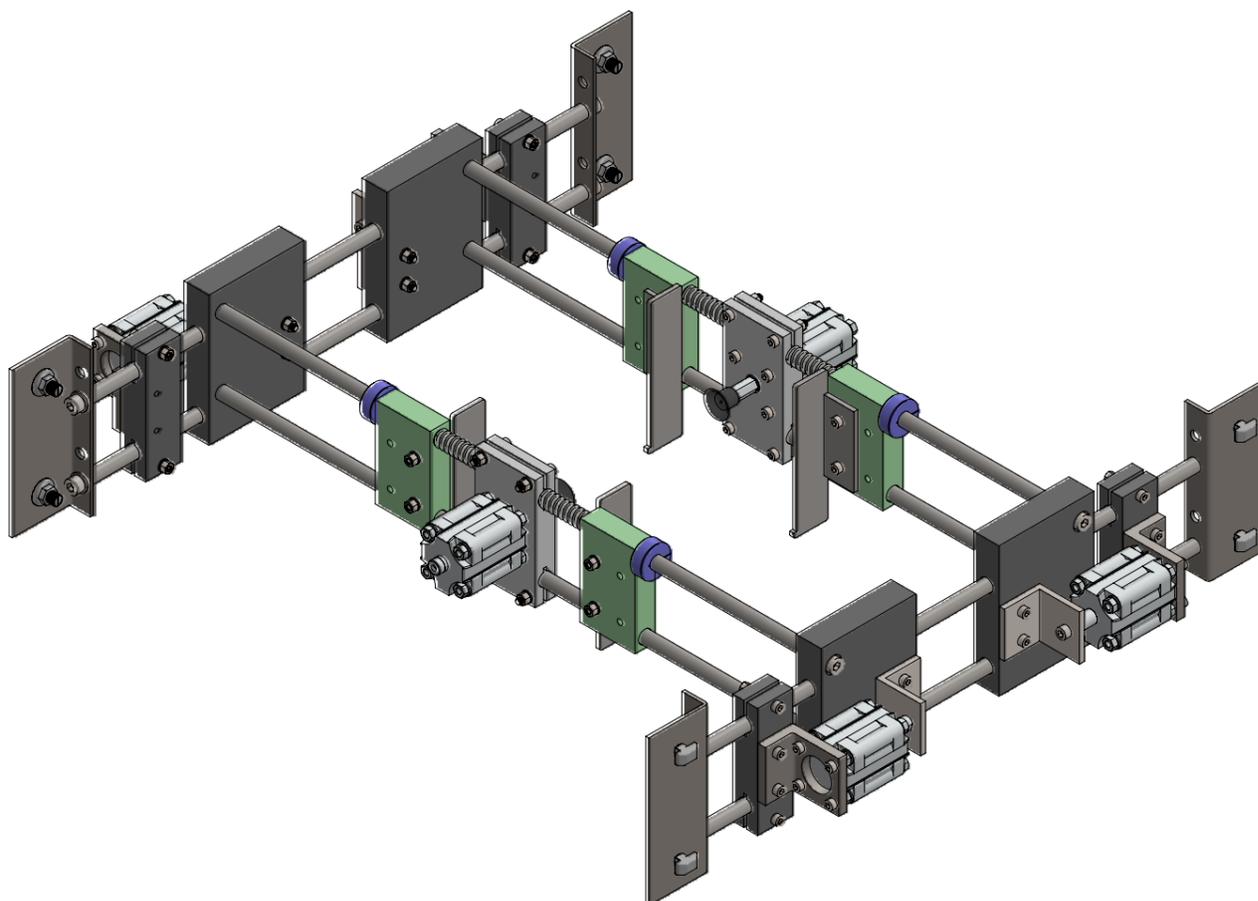
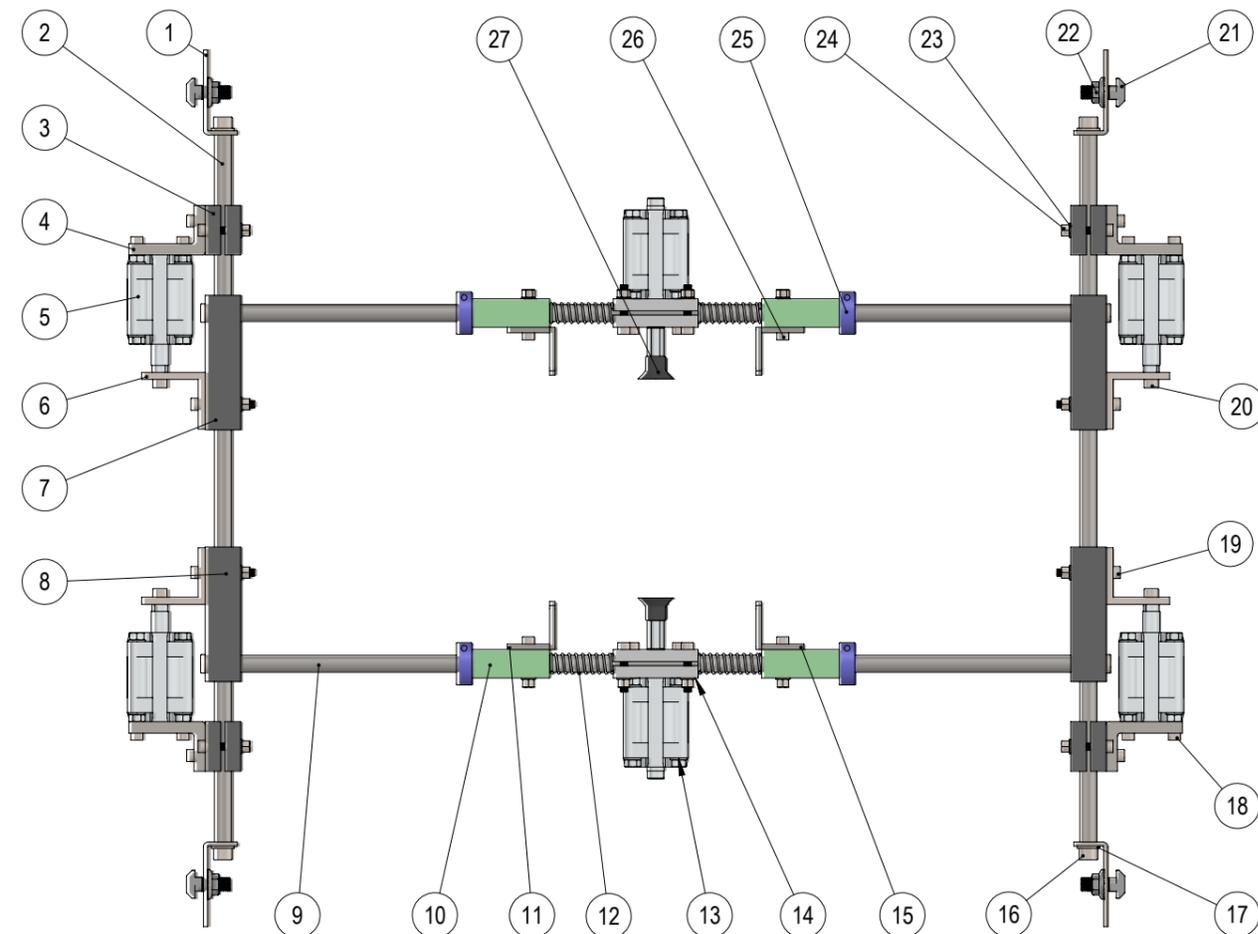
**3**

ESCALA:

**1:10**

FECHA:

**06/2017**



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Escuadra de fijación	Plano N°12	F-111	4
2	Varilla de guiado (SS)	Tubo cilíndrico $\phi$ 12 mm (Catálogo Vila-Inox)-Plano N°13	F-3504	4
3	Pieza guía fija (SS)	Plano N°15	F-111	4
4	Escuadra fijación anterior cilindro neumático	Escuadra alta-MS3, Cilindros Serie 449 (ASCO/Joucomatic Numatics)	Acero estirado	4
5	Cilindro compacto ( $\phi$ 32 x S15)	G449A3SK0015A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	4
6	Escuadra fijación posterior cilindro neumático	Plano N°14	F-111	4
7	Pieza guía móvil izquierda (SS)	Plano N°16	Delrin (POM)	2
8	Pieza guía móvil derecha (SS)	Plano N°16	Delrin (POM)	2
9	Varilla de apoyo (SS)	Tubo cilíndrico $\phi$ 12 mm (Catálogo Vila-Inox)-Plano N°13	F-3504	4
10	Pieza guía de apoyo	Plano N°19	Delrin (POM)	4
11	Escuadra de apoyo izquierda	Plano N°20	F-111	2
12	Muelle de compresión	D.interior= $\phi$ 13 mm; L=45 mm; D.alámbr= $\phi$ 1,5 mm (Muelles Castellano)	Acero aleado	4
13	Cilindro compacto de vacío ( $\phi$ 32 x S15)	X44951160030015 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	2
14	Pieza fijación cilindro de vacío	Plano N°18	Delrin (POM)	2
15	Escuadra de apoyo derecha	Plano N°20	F-111	2
16	ISO 4762 M8 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	16
17	ISO 7089 - $\phi$ 8	Arandela común de calidad A	Acero 8.8	16
18	ISO 4762 M5 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	16
19	ISO 4762 M5 x 40 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	8
20	ISO 4762 M6 x 10 - 10S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	4
21	Tornillo cabeza martillo M8x20	Elementos de fijación, canal 10 mm-Cod.525020 (FASTEN Sistemas)	Acero 8.8 zincado	8
22	Tuerca valona M8	Elementos de fijación, canal 10 mm-Cod.525020 (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	8
23	ISO 7089 - $\phi$ 5	Arandela común de calidad A	Acero	32
24	ISO - 4034 - M5 - S	Tuerca hexagonal de calidad C	Acero	32
25	Anillo de ajuste	D1= $\phi$ 12 mm-Grupo-EH25069 (HALDER)	Acero 1.4044	4
26	ISO 4762 M5 x 30 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	40
27	Ventosa	$\phi$ 25S-Cod. VCS25NIT+RAC4R1/8M (Bi-YAK,S.L.)	Nitrílico	2



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)**

MATERIAL:

-

Nº PLANO:

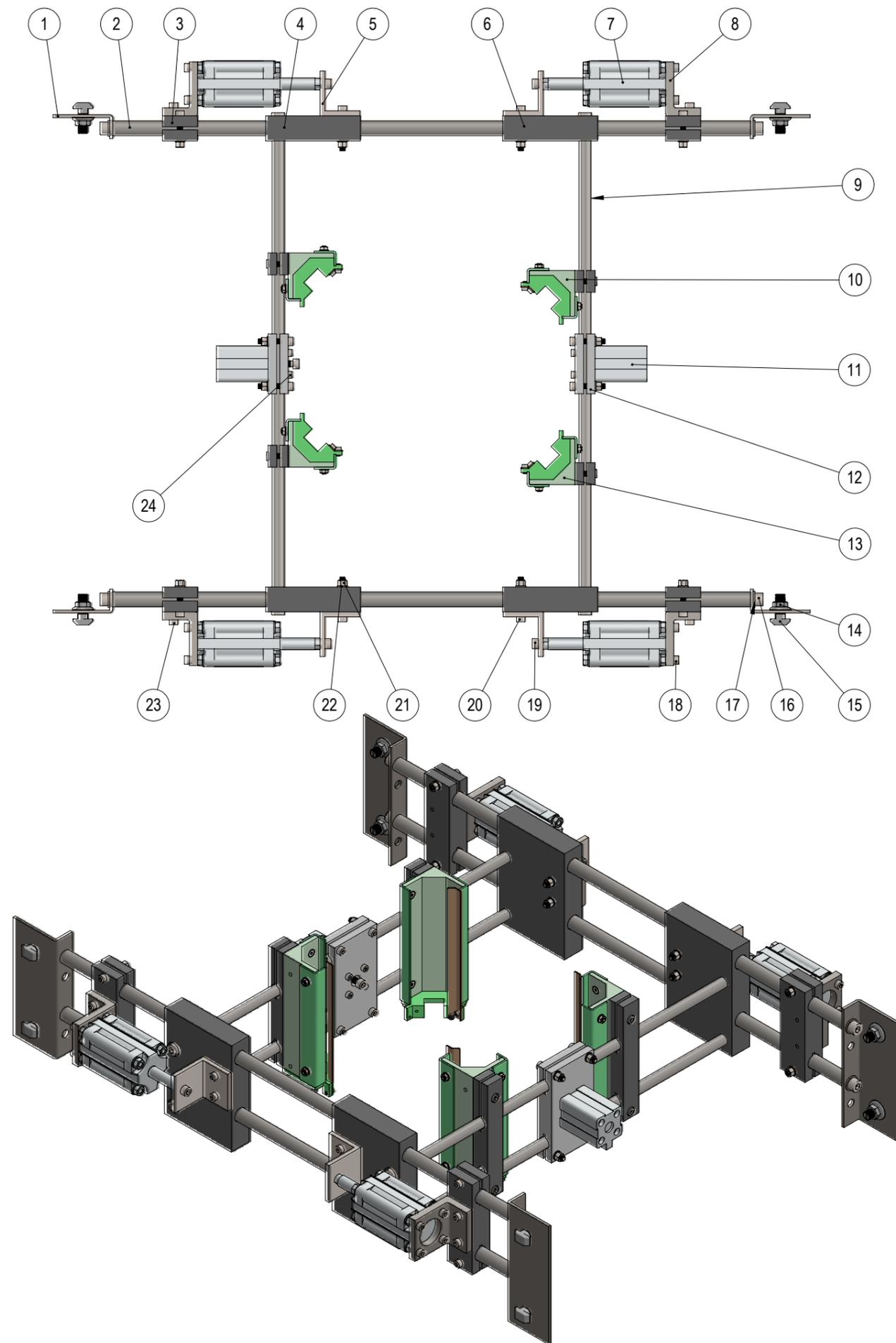
**4**

ESCALA:

**1:5**

FECHA:

**06/2017**



Nº DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Escuadra de fijación	Plano Nº12	F-111	4
2	Varilla de guiado (SE)	Tubo cilíndrico $\phi$ 15 mm (Catálogo Vila-Inox)-Plano Nº13	F-3504	4
3	Pieza guía fija (SE)	Plano Nº15	F-111	4
4	Pieza guía móvil derecha (SE)	Plano Nº17	Delrin (POM)	2
5	Escuadra fijación posterior cilindro neumático	Plano Nº14	F-111	4
6	Pieza guía móvil izquierda (SE)	Plano Nº17	Delrin (POM)	2
7	Cilindro compacto ( $\phi$ 32 x S35)	G449A3SK0035A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	4
8	Escuadra fijación anterior cilindro neumático	Escuadra alta-MS3, Cilindros Serie 449 (ASCO/Joucomatic Numatics)	Acero estirado	4
9	Varilla de apoyo (SE)	Tubo cilíndrico $\phi$ 12 mm (Catálogo Vila-Inox)-Plano Nº13	F-3504	4
10	Alojamiento columna de refuerzo derecha	Plano Nº8	-	2
11	Cilindro carrera corta ( $\phi$ 20 x S15)	G449ALSG0015A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	2
12	Pieza fijación cilindro de empuje	Plano Nº18	Delrin (POM)	2
13	Alojamiento columna de refuerzo izquierda	Plano Nº8	-	2
14	Tuerca valona M8	Elementos de fijación, canal 10 mm-Cod.525020 (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	8
15	Tornillo cabeza martillo M8x20	Elementos de fijación, canal 10 mm-Cod.525020 (FASTEN Sistemas)	Acero 8.8 zincado	8
16	ISO 4762 M8 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	16
17	ISO 7089 - $\phi$ 8	Arandela común de calidad A	Acero	16
18	ISO 4762 M5 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	16
19	ISO 4762 M6 x 10 - 10S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	4
20	ISO 4762 M5 x 40 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	8
21	ISO - 4034 - M5 - S	Tuerca hexagonal de calidad C	Acero	24
22	ISO 7089 - $\phi$ 5	Arandela común de calidad A	Acero	24
23	ISO 4762 M5 x 30 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	24
24	ISO 4762 M4 x 30 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	8



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)**

MATERIAL:

-

Nº PLANO:

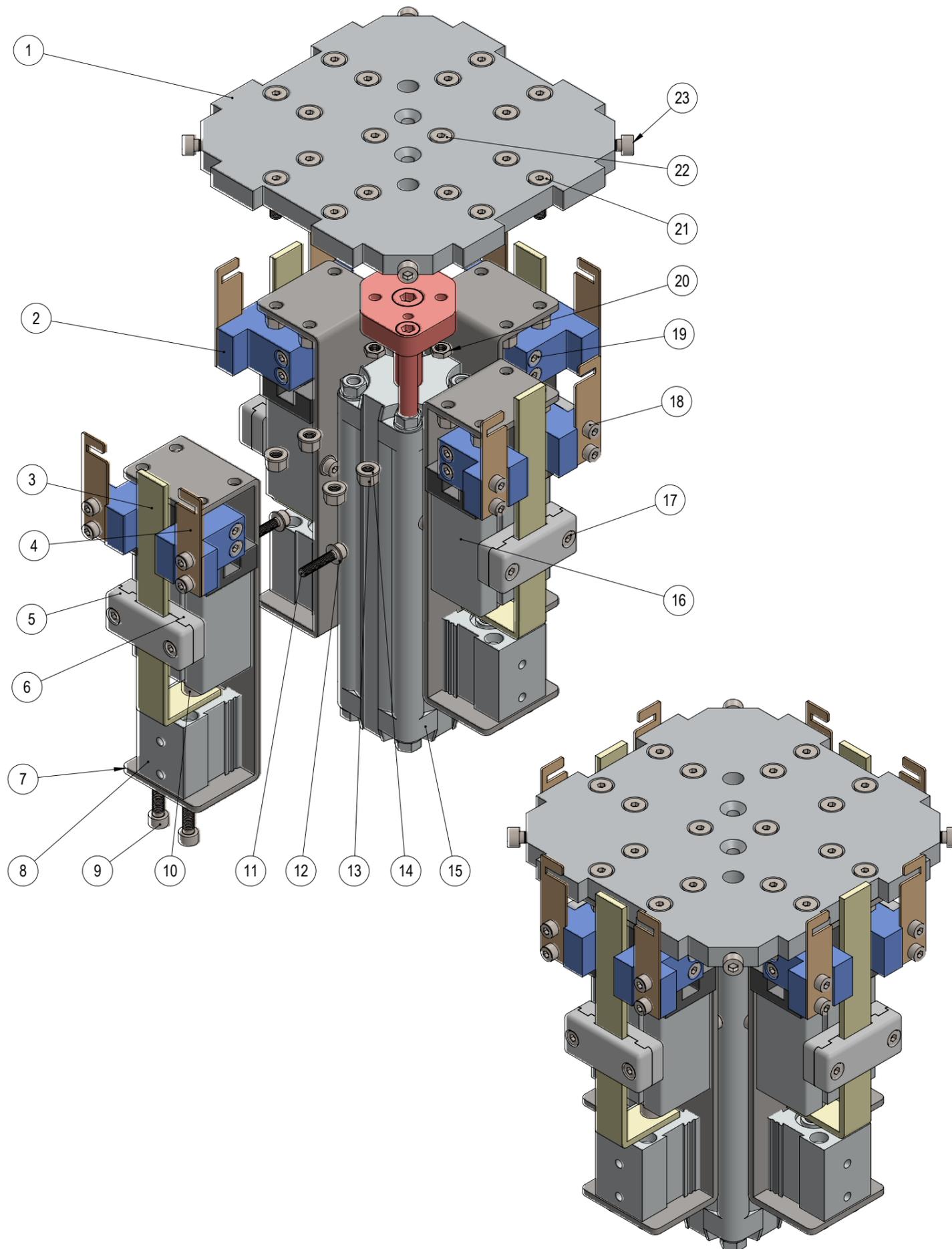
**5**

ESCALA:

**1:5**

FECHA:

**06/2017**



Nº DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Base de apoyo (Caja de queso)	Plano N°26	AA-5083	1
2	Extensión pinza	Plano N°31	F-111	8
3	Escuadra elevadora	Plano N°29	F-111	4
4	Gancho	Plano N°32	F-111	8
5	Guía parte 1	Plano N°30	Delrin (POM)	4
6	Guía parte 2	Plano N°30	Delrin (POM)	4
7	Soporte en U	Plano N°28	F-111	4
8	Cilindro carrera corta (Ø16 x S5)	G441AKSG0005A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	4
9	ISO 4762 M5 x 16 - 16S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	8
10	ISO 4762 M6 x 10 - 10S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	4
11	ISO 4762 M4 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	8
12	ISO 7089 - Ø 4	Arandela común de calidad A	Acero	8
13	ISO - 4034 - M5 - S	Tuerca hexagonal de calidad C	Acero	16
14	ISO 7089 - Ø 5	Arandela común de calidad A	Acero	16
15	Cilindro compacto con antirrotación del vástago (Ø 32 x S125)	G449A34K0125A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	1
16	Pinza paralela reducida neumática (Ø20 x S11)	PPM-20 (Pinzas y bridas neumáticas, LantecLT)	-	4
17	ISO 4762 M4 x 25 - 25S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	8
18	ISO 4762 M4 x 10 - 10S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	16
19	ISO 4762 M4 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	16
20	ISO - 4035 - M5 - S	Tuerca hexagonal delgada de calidad AB	Acero	2
21	ISO 10642 - M5 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca	Acero 8.8	16
22	ISO 10642 - M5 x 25 - 25S	Tornillo cabeza avellanada hexagonal hueca	Acero 8.8	2
23	ISO 4762 M5 x 12 - 12S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	4



**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)

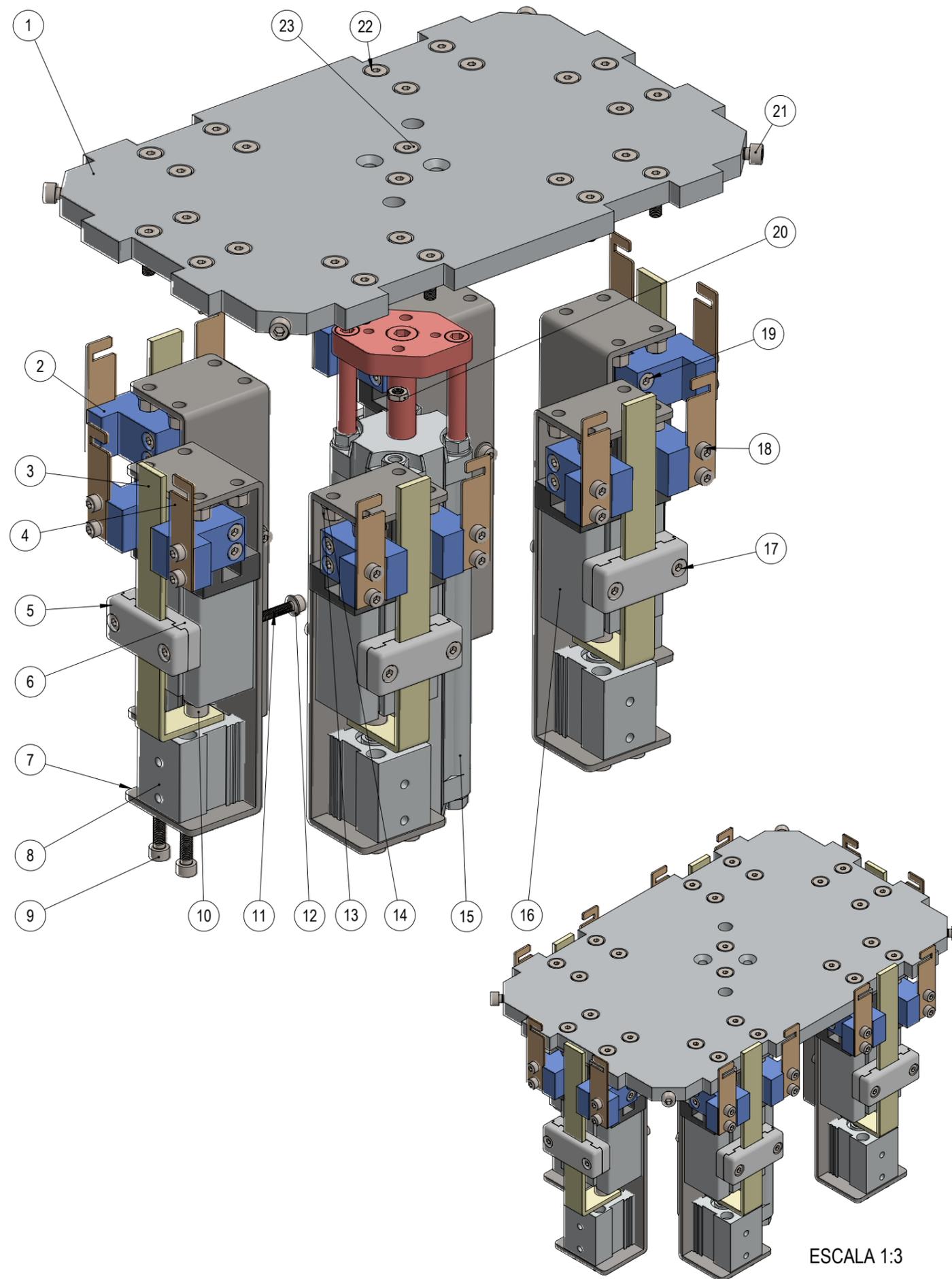
DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:  
**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO: SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE (CAJA DE QUESO)	MATERIAL: -	Nº PLANO: <b>6</b>	ESCALA: <b>1:2</b>	FECHA: <b>06/2017</b>
---	----------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------



Nº DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Base de apoyo (Cesta pequeña)	Plano N°27	AA-5083	1
2	Extensión pinza	Plano N°31	F-111	12
3	Escuadra elevadora	Plano N°29	F-111	6
4	Gancho	Plano N°32	F-111	12
5	Guía parte 1	Plano N°30	Delrin (POM)	6
6	Guía parte 2	Plano N°30	Delrin (POM)	6
7	Soporte en U	Plano N°28	F-111	6
8	Cilindro carrera corta (Ø16 x S5)	G441AKSG0005A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	6
9	ISO 4762 M5 x 16 - 16S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	12
10	ISO 4762 M6 x 10 - 10S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	6
11	ISO 4762 M4 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	12
12	ISO 7089 - Ø 4	Arandela común de calidad A	Acero	12
13	ISO - 4034 - M5 - S	Tuerca hexagonal de calidad C	Acero	24
14	ISO 7089 - Ø 5	Arandela común de calidad A	Acero	24
15	Cilindro compacto con antirrotación del vástago (Ø32 x S125)	G449A34K0125A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	1
16	Pinza paralela reducida neumática (Ø20 x S11)	PPM-20 (Pinzas y bridas neumáticas, LantecLT)	-	6
17	ISO 4762 M4 x 25 - 25S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	12
18	ISO 4762 M4 x 10 - 10S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	24
19	ISO 4762 M4 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	24
20	ISO - 4035 - M5 - S	Tuerca hexagonal delgada de calidad AB	Acero 8.8	2
21	ISO 4762 M5 x 12 - 12S	Tornillo cabeza hexagonal hueca	Acero 8.8	4
22	ISO 10642 - M5 x 20 - 20S	Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca	Acero 8.8	24
23	ISO 10642 - M5 x 25 - 25S	Tornillo cabeza avellanada hexagonal hueca	Acero 8.8	2



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE (CESTA PEQUEÑA)**

MATERIAL:

-

Nº PLANO:

**7**

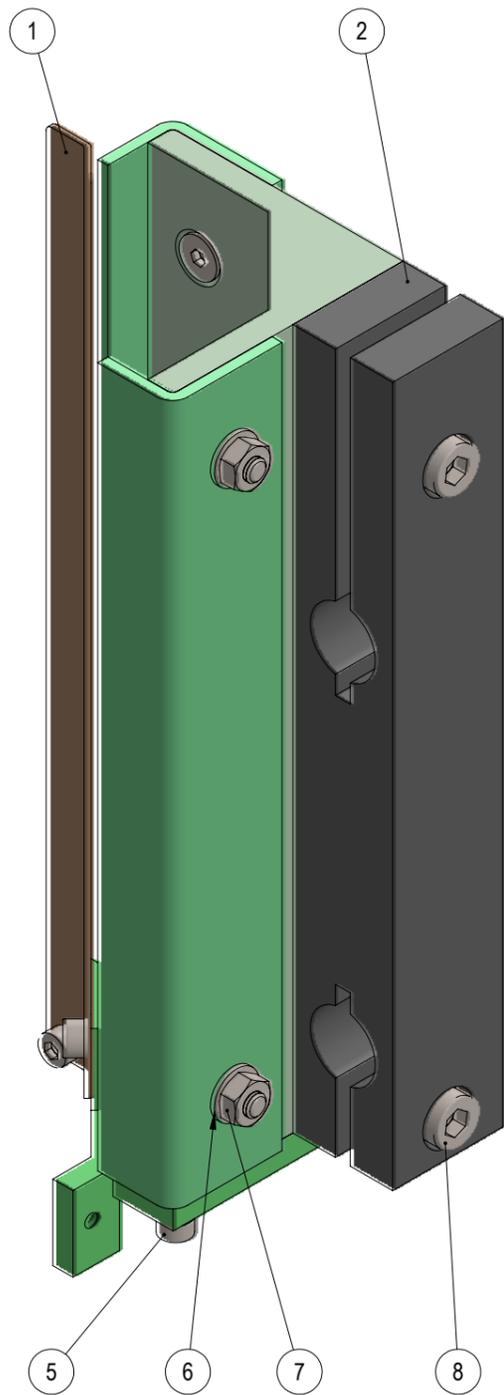
ESCALA:

**1:2**

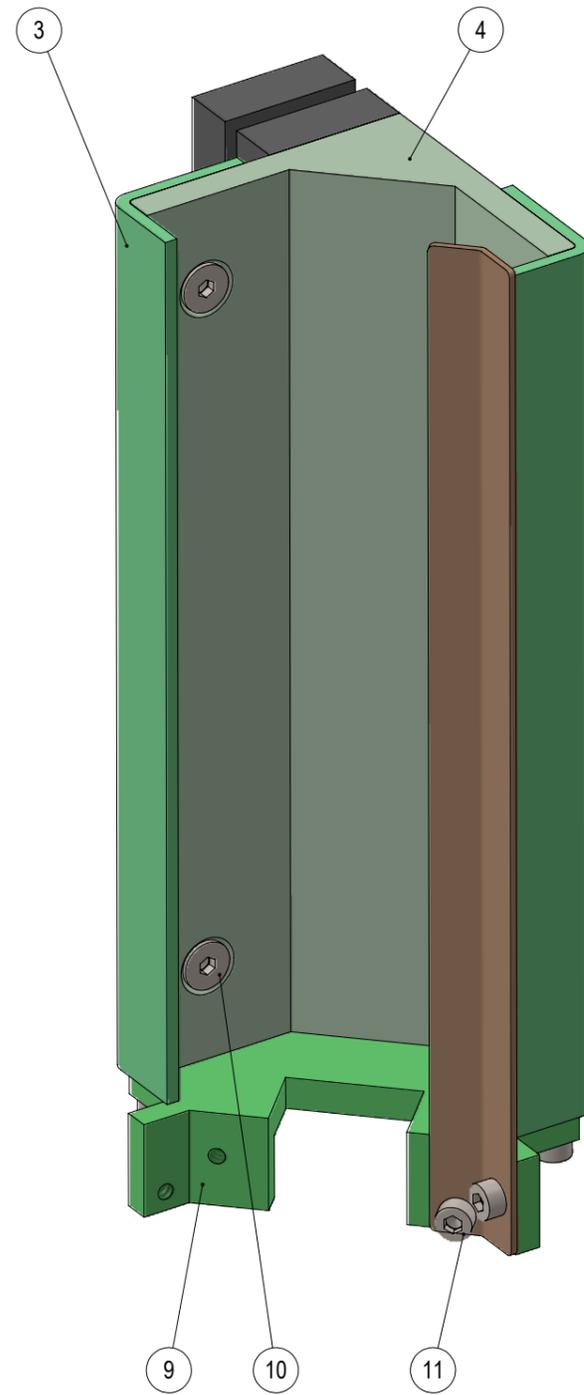
FECHA:

**06/2017**

ESCALA 1:3



ALOJAMIENTO COLUMNA DE  
REFUERZO DERECHA



ALOJAMIENTO COLUMNA DE  
REFUERZO IZQUIERDA

N.º DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	Nº DE PLANO	MATERIAL	CANTIDAD
1	Fleje guía	24	F-111	1
2	Fijación Alojamiento-Varillas	25	F-111	1
3	Perfil angular	23	F-111	2
4	Pared alojamiento columna	22	F-111	1
5	Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 12 - 12S	-	Acero 8.8	3
6	Arandela común de calidad A ISO 7089 - $\phi$ 4	-	Acero	4
7	Tuerca hexagonal tipo 1 ISO - 4032 - M4 - D - S	-	Acero C-8	4
8	Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 25 - 25S	-	Acero 8.8	2
9	Base alojamiento columna	21	F-111	1
10	Tornillo cabeza avellanada hexagonal hueca ISO 10642 - M4 x 12 - 12S	-	Acero 8.8	4
11	Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 6 - 6S	-	Acero 8.8	2



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**ALOJAMIENTO COLUMNA DE REFUERZO**

MATERIAL:

-

Nº PLANO:

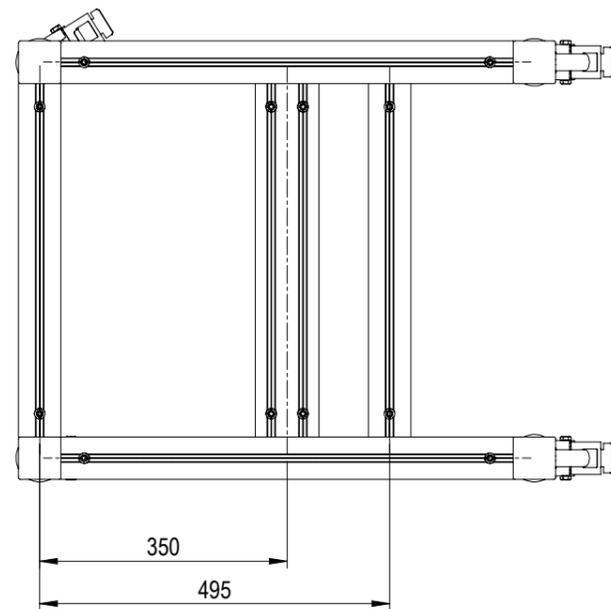
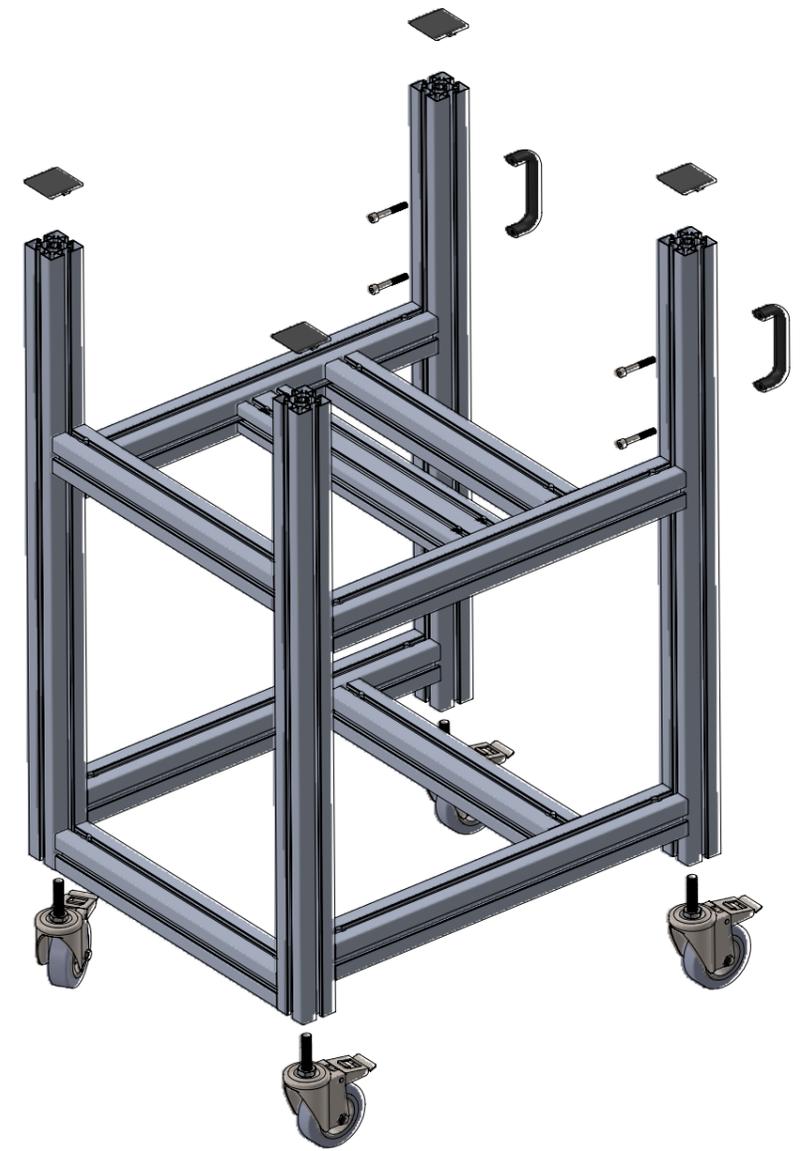
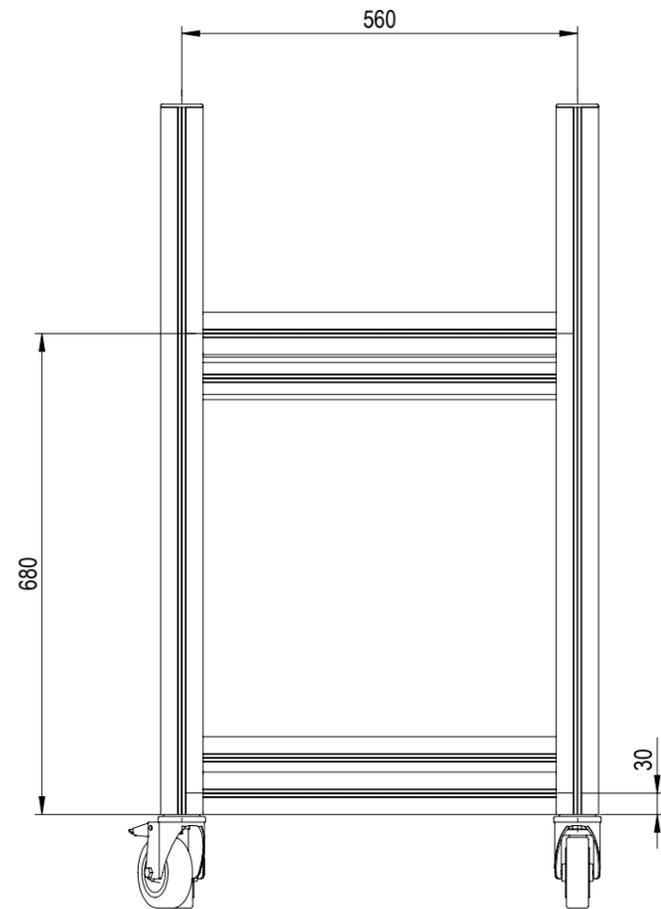
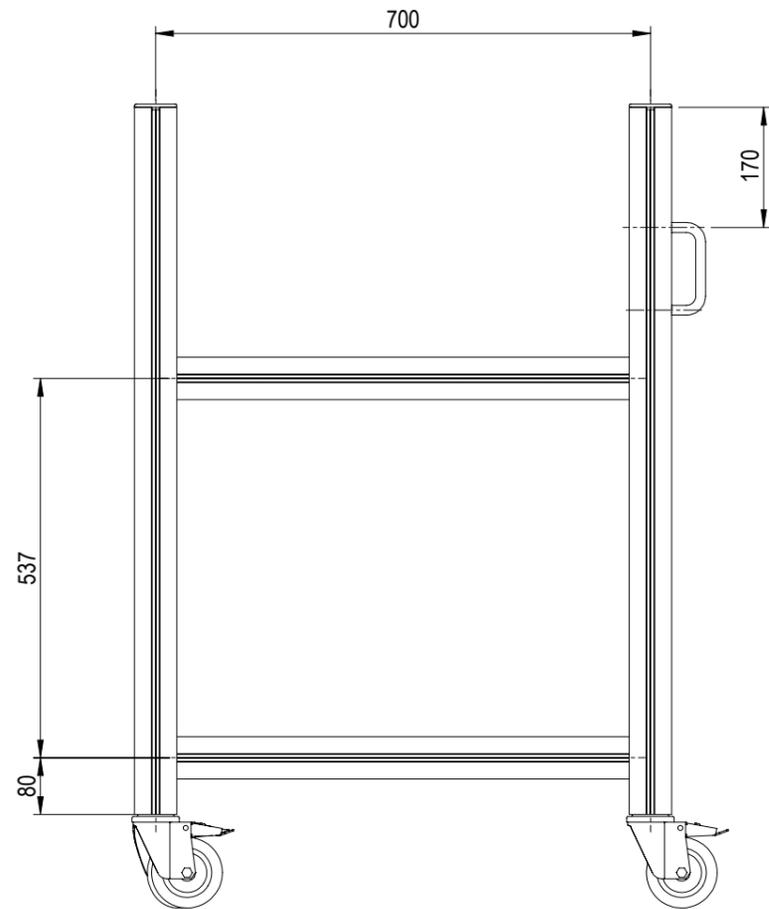
**8**

ESCALA:

**1:1**

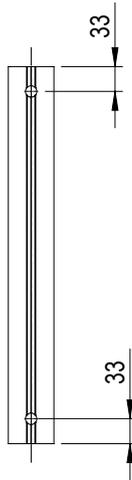
FECHA:

**06/2017**

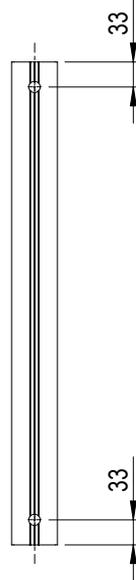


 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL</b>		
	INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)		PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>		
PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>			FIRMA:		
PLANO: <b>MONTAJE ESTRUCTURA</b>	MATERIAL: -	Nº PLANO: <b>9</b>	ESCALA: <b>1:10</b>	FECHA: <b>06/2017</b>	

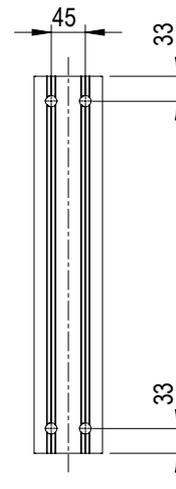
A: Transversal corto



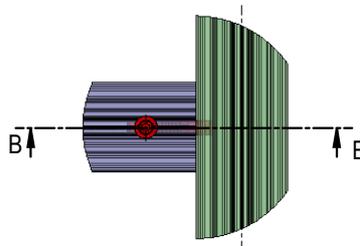
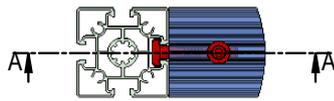
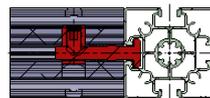
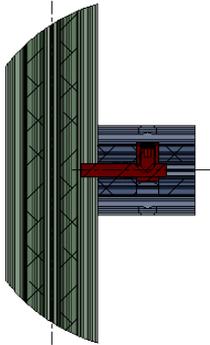
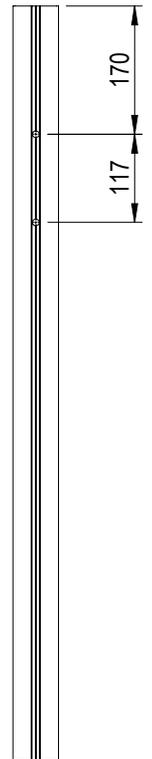
B: Transversal largo



C: Perfil rectangular



D: Pilar



Unión perfilaría conector perpendicular

ESCALA 1:5

Unión perfilaría conector paralelo

ESCALA 1:5

(\*Taladros para Tirador en U)

TALADROS

NOMBRE PIEZA	TAMAÑO
A	2 X Ø 15 PASANTE
B	
C	4 X Ø 15 PASANTE
D	2 X Ø 9 PASANTE



Universidad Pública  
de Navarra  
SECCIÓN A-A  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

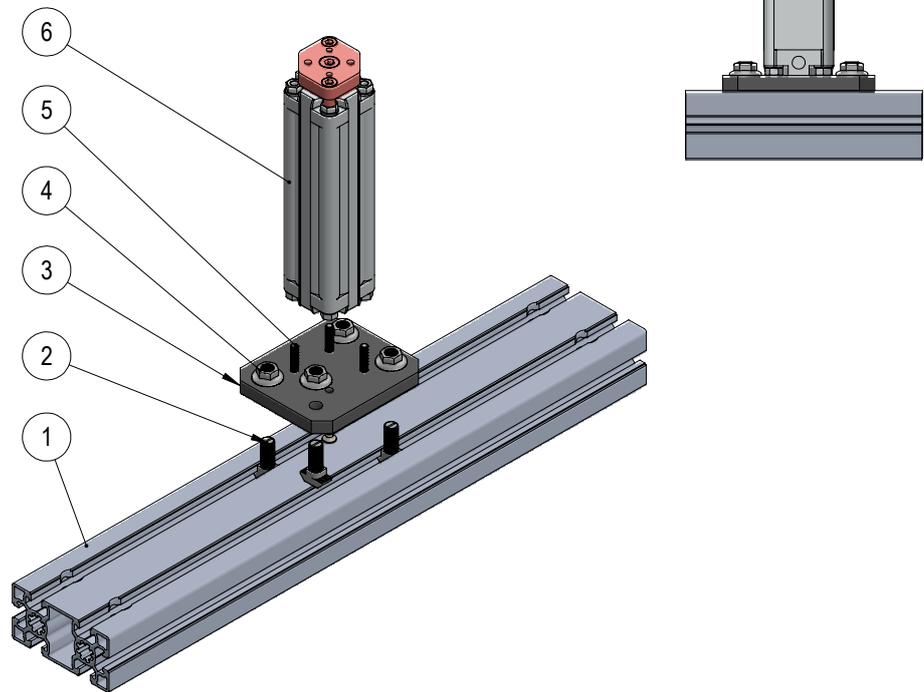
PLANO:  
**MECANIZADOS Y DETALLES DE UNIÓN PERFILERÍA**

MATERIAL:  
-

Nº PLANO:  
**10**

ESCALA:  
**1:10**

FECHA:  
**06/2017**



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD
1	Perfil transversal plano rectangular	Perfil ligero 45x90, canal 10 mm-Cod.5003 (FASTEN Sistemas)	AA-6060	1
2	Tornillo cabeza martillo M8x20	Elementos de fijación, canal 10 mm-Cod.525020 (FASTEN Sistemas)	Acero 8.8 zincado	4
3	Placa base de fijación	Plano N°33	F-111	1
4	Tuerca valona M8	Elementos de fijación, canal 10 mm-Cod.525020 (FASTEN Sistemas)	Acero zincado	4
5	ISO 10642 - M5 x 30 - 30S	Cabeza avellanada hexagonal	Acero 8.8	4
6	Cilindro compacto con antirrotación del vástago (Ø32 x S125)	G449A34K0125A00 (ASCO/Joucomatic Numatics)	-	1



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO: **MONTAJE SUBCONJUNTO  
PLATAFORMA BASE-ESTRUCTURA**

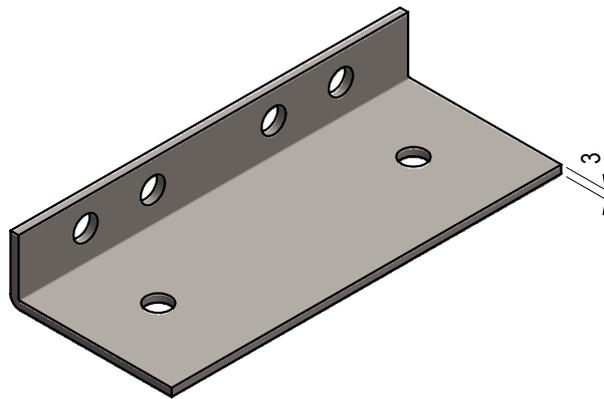
MATERIAL:  
-

Nº PLANO:  
**11**

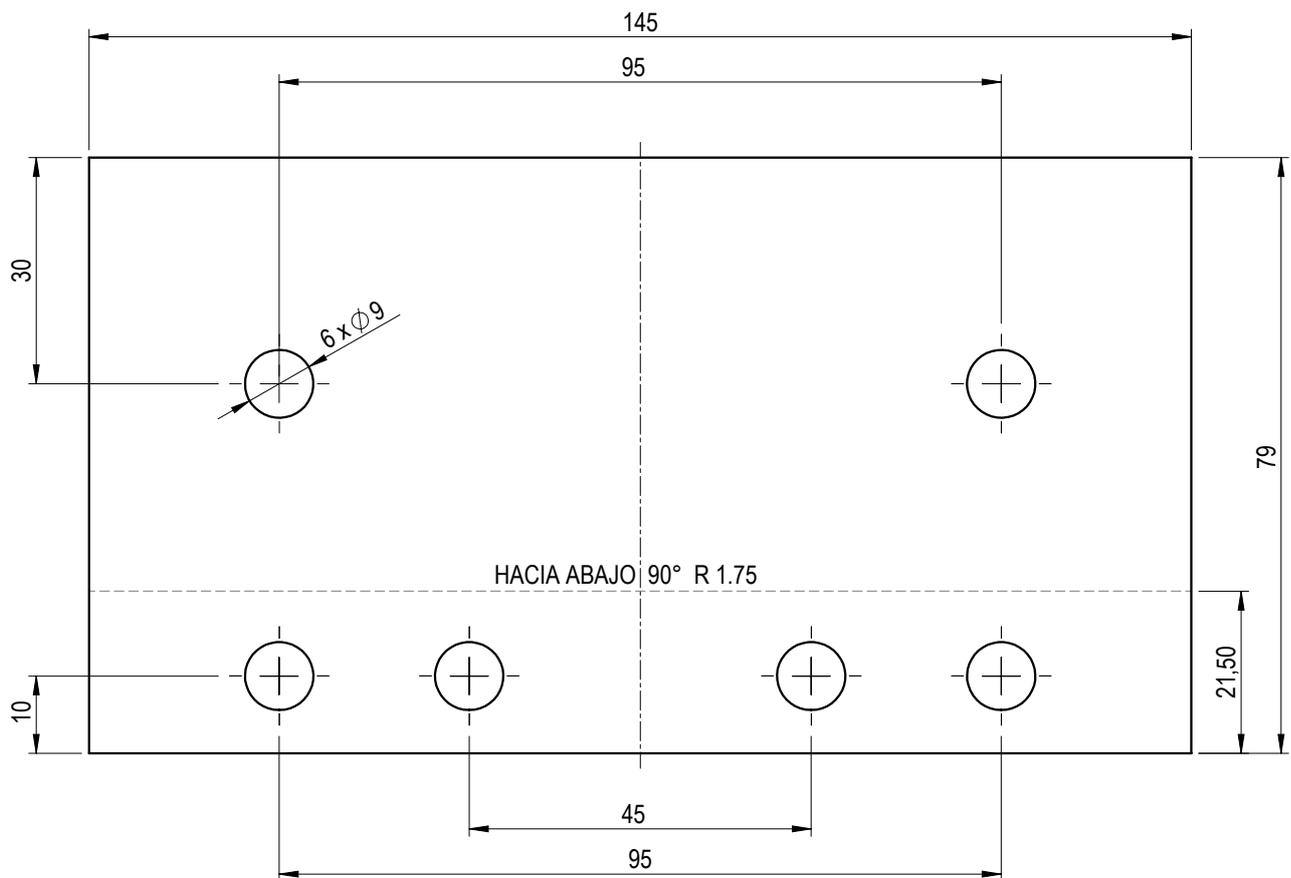
ESCALA:  
**1:5**

FECHA:  
**06/2017**

N9



ESCALA 1:2



Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**ESCUADRA DE FIJACIÓN**

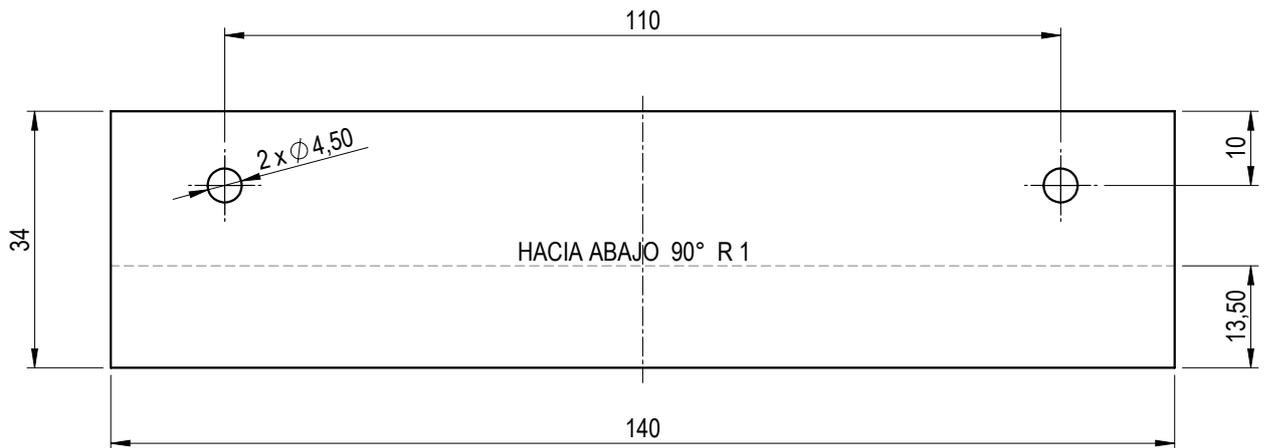
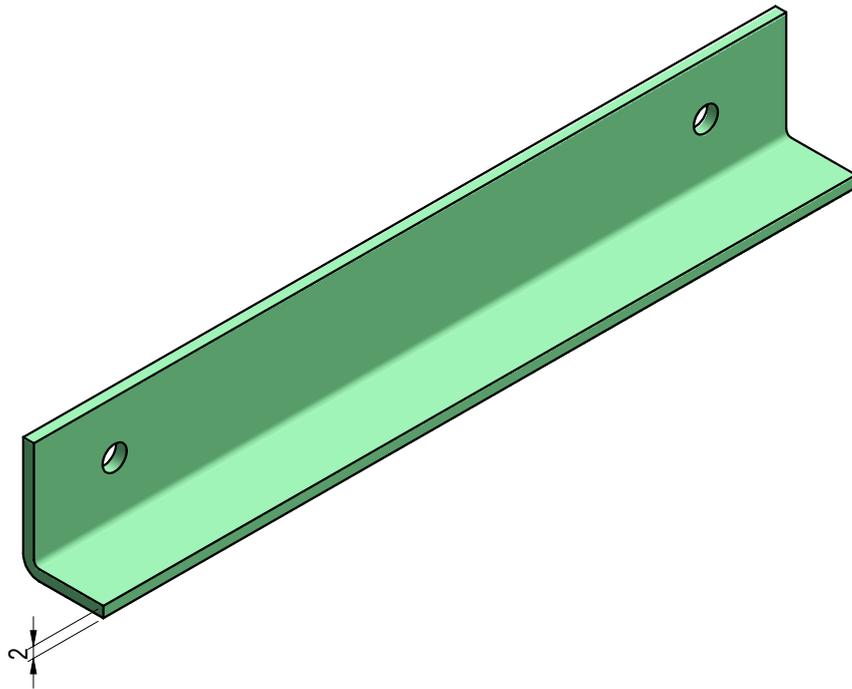
MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**12**

ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**

N9



Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**PERFIL ANGULAR**

MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**23**

ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**

N9

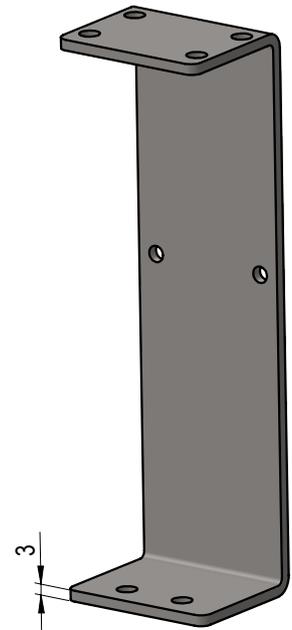
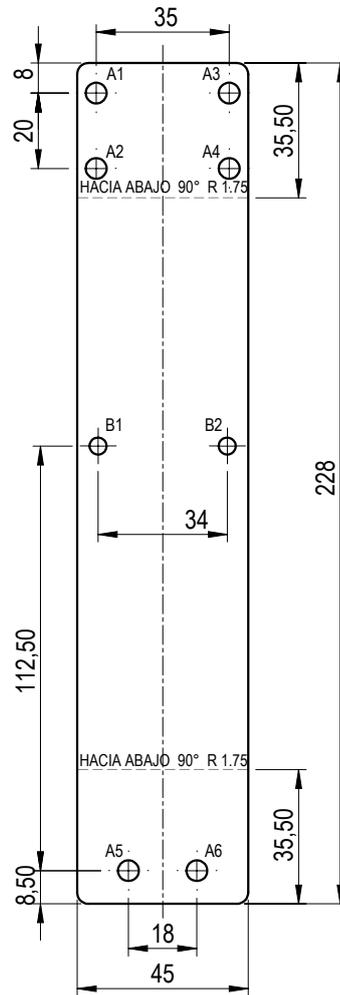


TABLA DE TALADROS

RÓTULO	TAMAÑO
A1	Ø 5,5 POR TODO
A2	
A3	
A4	
A5	
A6	
B1	Ø 4,5 POR TODO
B2	

\*NOTA: Redondeos sin acotar R=3 mm

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**SOPORTE EN U**

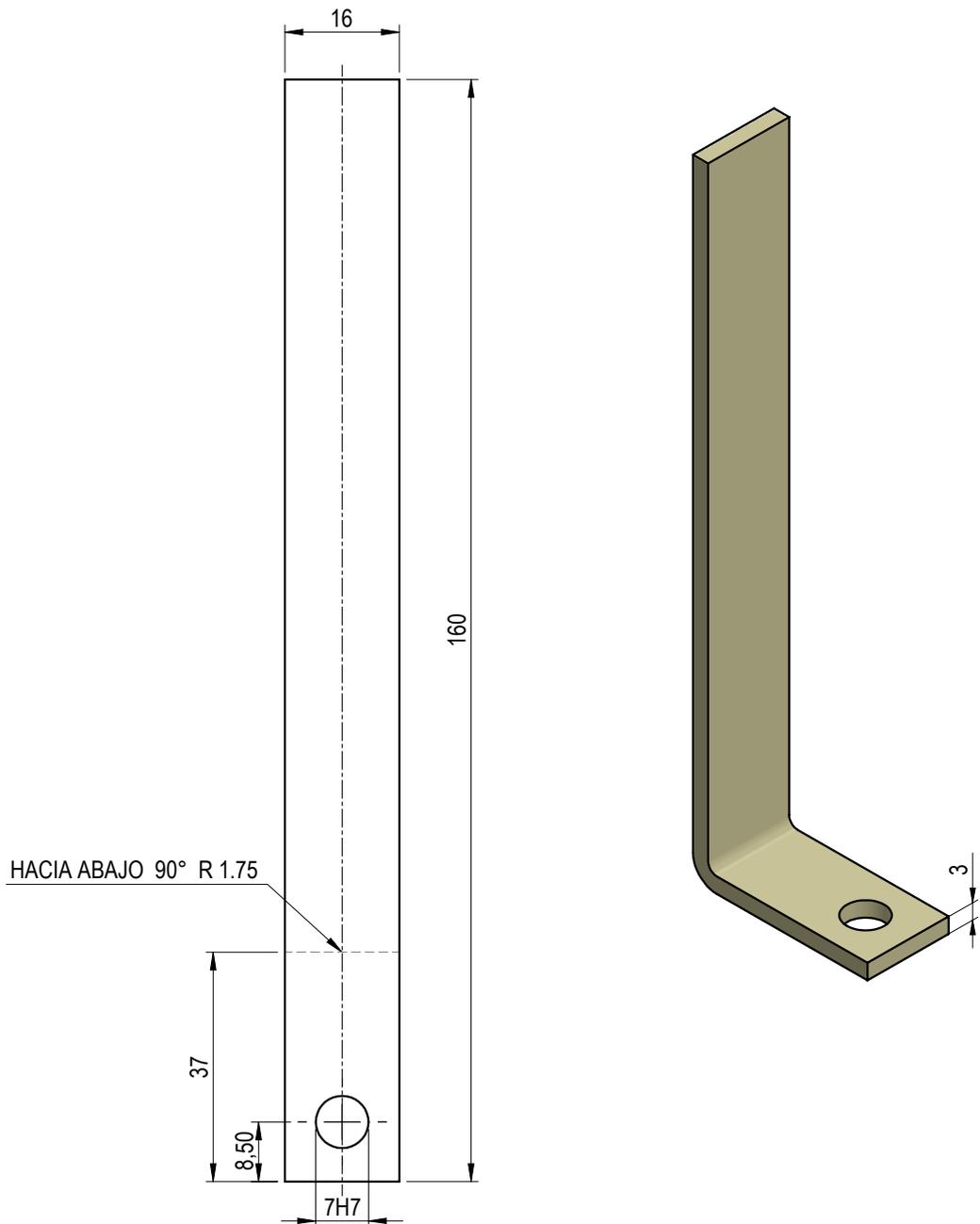
MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**28**

ESCALA:  
**1:2**

FECHA:  
**06/2017**

N9



Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

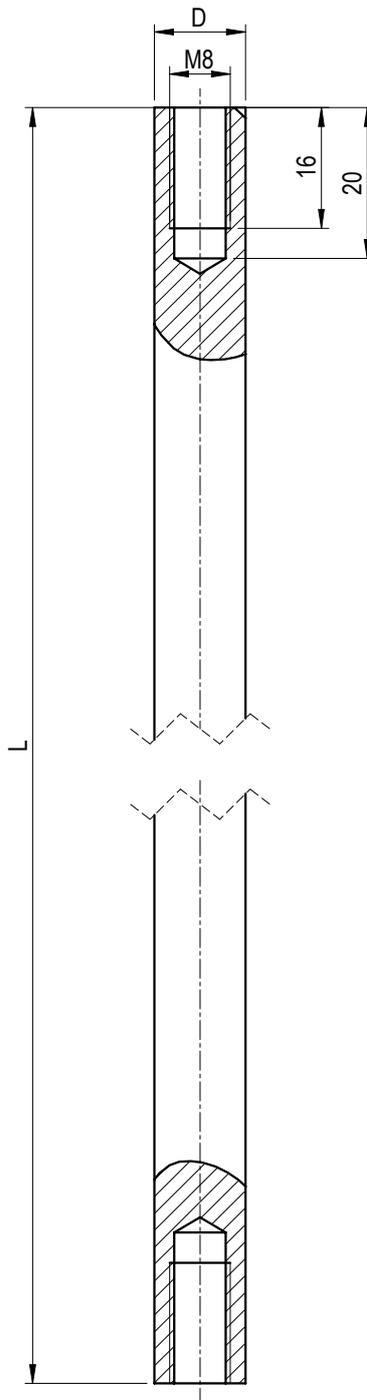
PLANO:  
**ESCUADRA ELEVADORA**

MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**29**

ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**



\*NOTA: Se realiza el mismo taladro en ambos extremos.

### TIPOS DE VARILLAS

Nº PIEZA	PIEZA	L	D
1	Varilla de guiado (SE)	640	15
2	Varilla de guiado (SS)	500	12
3	Varilla de apoyo (SS)	624,5	12
4	Varilla de apoyo (SE)	484,5	12



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**VARILLAS DE GUIADO/APOYO**

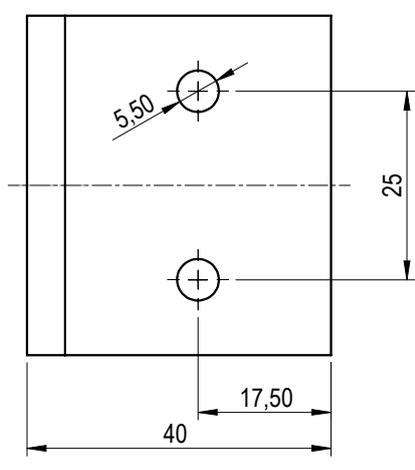
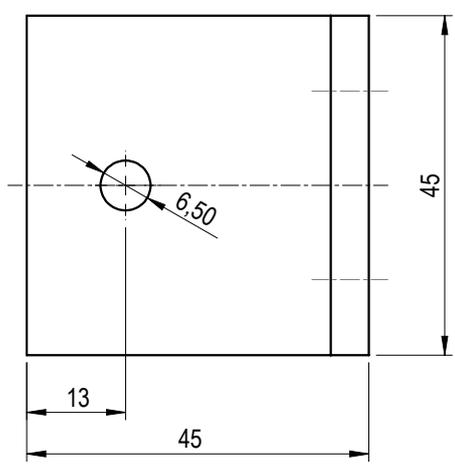
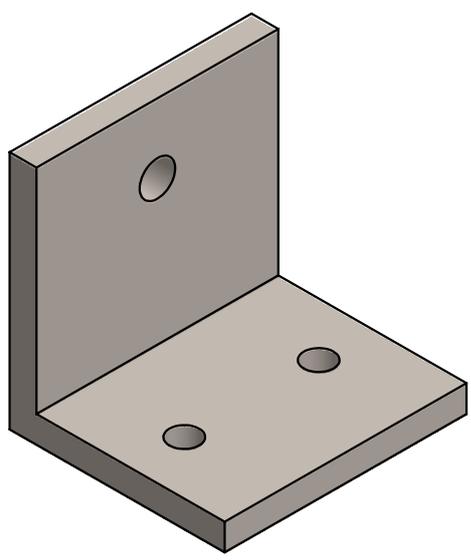
MATERIAL:  
**F-3504**

Nº PLANO:  
**13**

ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**

N9



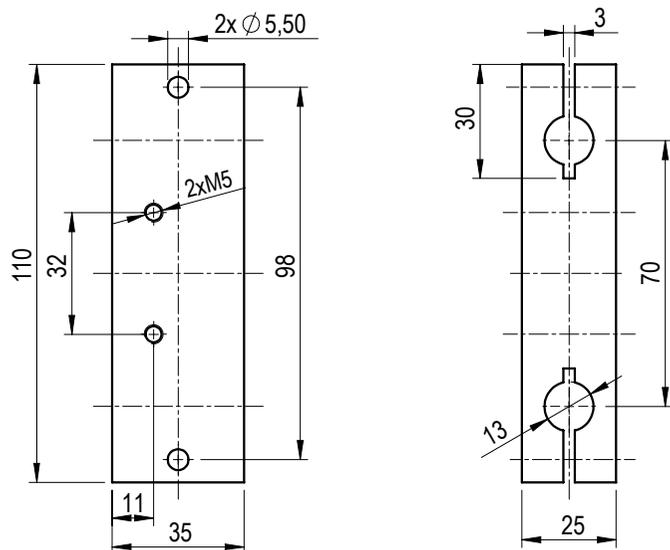
\*NOTA: Espesor escuadra= 5 mm

Tolerancia general: ISO 2768-m

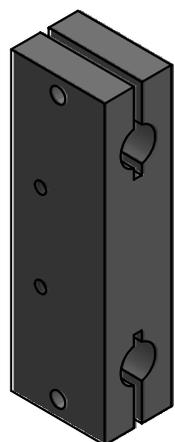
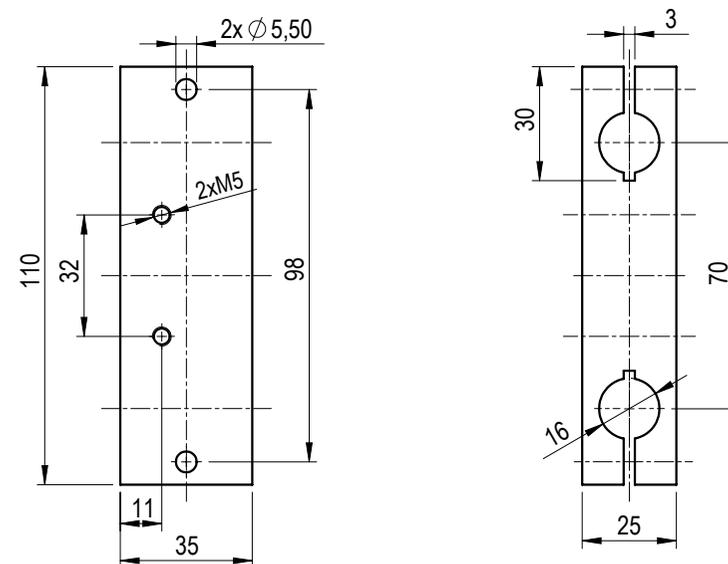
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL</b>		
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>		PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>		
PLANO: <b>ESCUADRA FIJACIÓN ANTERIOR CILINDRO NEUMÁTICO</b>		MATERIAL: <b>F-111</b>	Nº PLANO: <b>14</b>	ESCALA: <b>1:1</b>	FECHA: <b>06/2017</b>

N9/ (N7/)

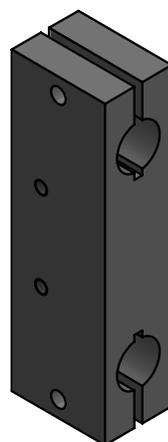
**PIEZA A**



**PIEZA B**



A: Pieza guía fija (SS)

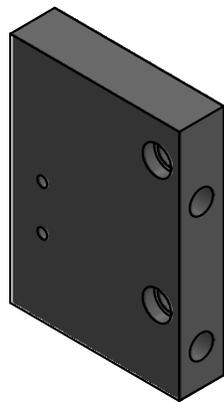
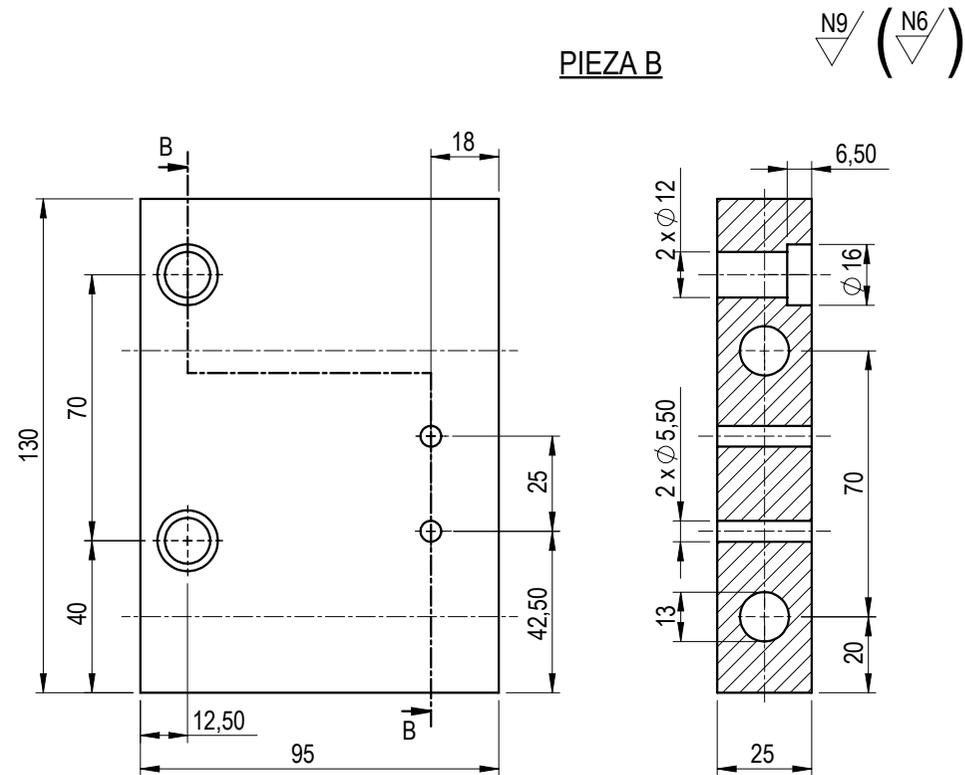
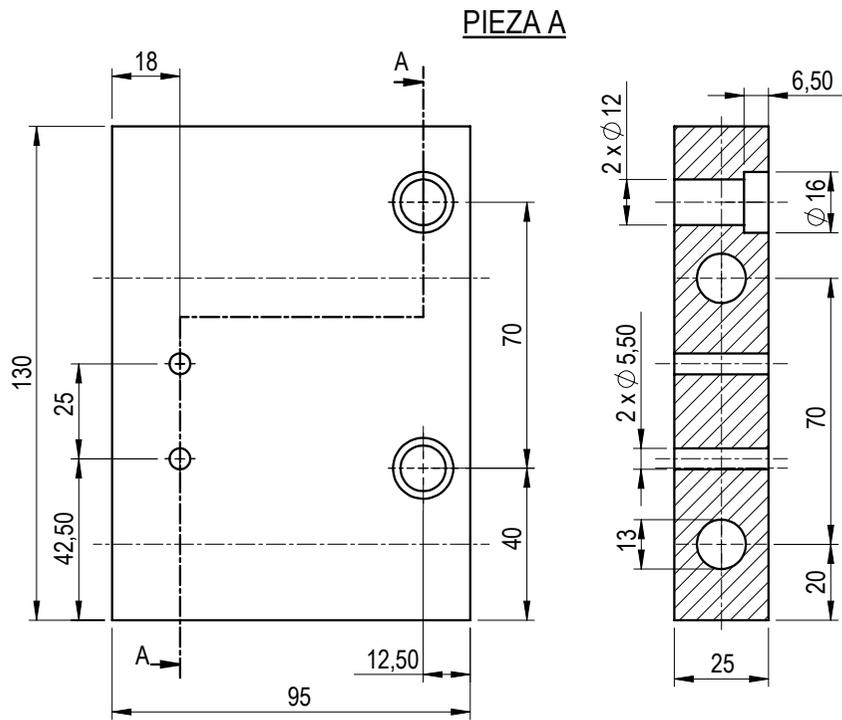


B: Pieza guía fija (SE)

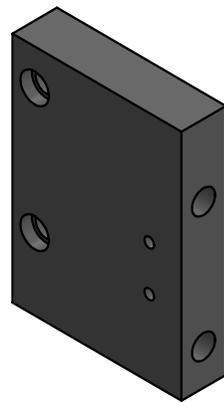
ACABADO SUPERFICIAL N7 EN ORIFICIOS PARA VARILLAS

Tolerancia general: ISO 2768-m

 Universidad Pública de Navarra Navarrako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL</b>
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>	PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>
PLANO: <b>Piezas guía fijas (SS/SE)</b>	MATERIAL: <b>F-111</b>	Nº PLANO: <b>15</b> ESCALA: <b>1:2</b> FECHA: <b>06/2017</b>



A: Pieza guía móvil (SS)  
derecha



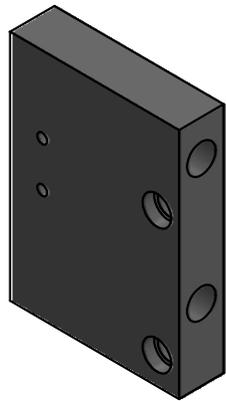
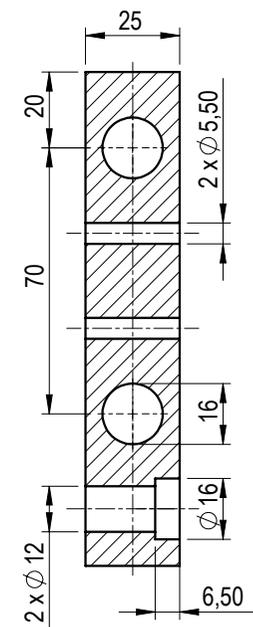
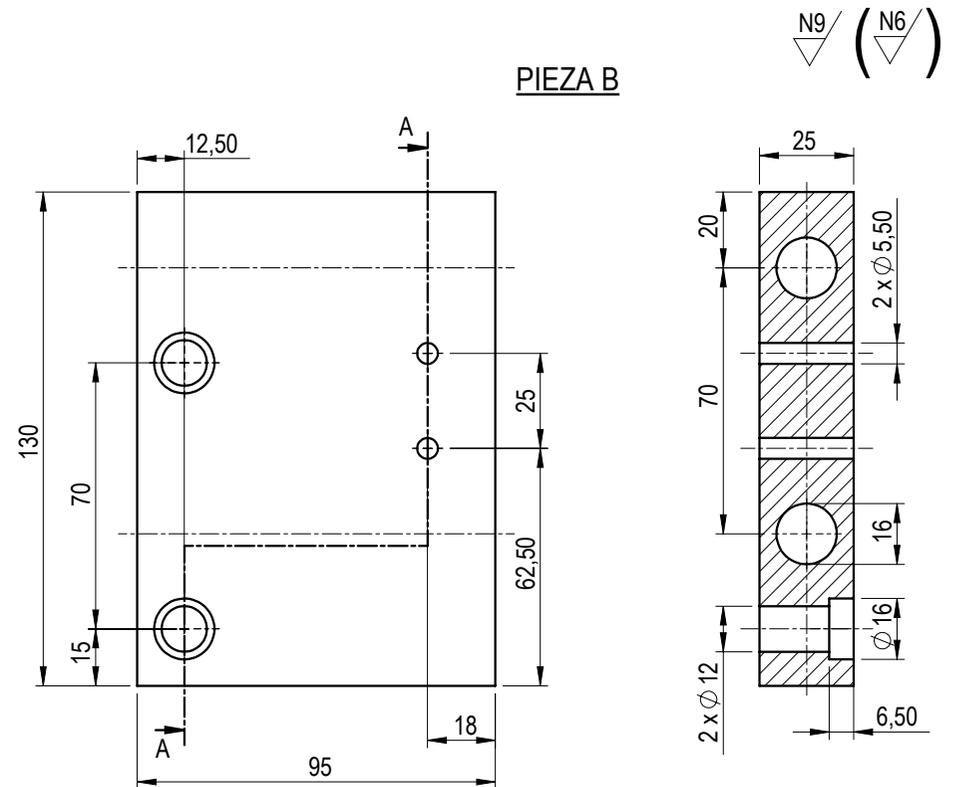
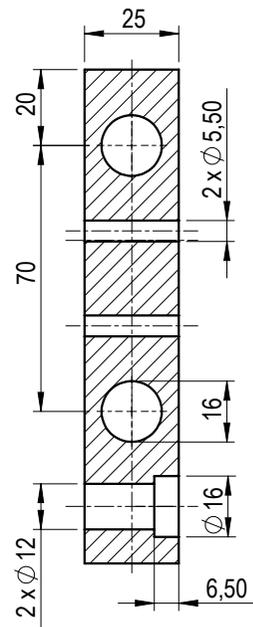
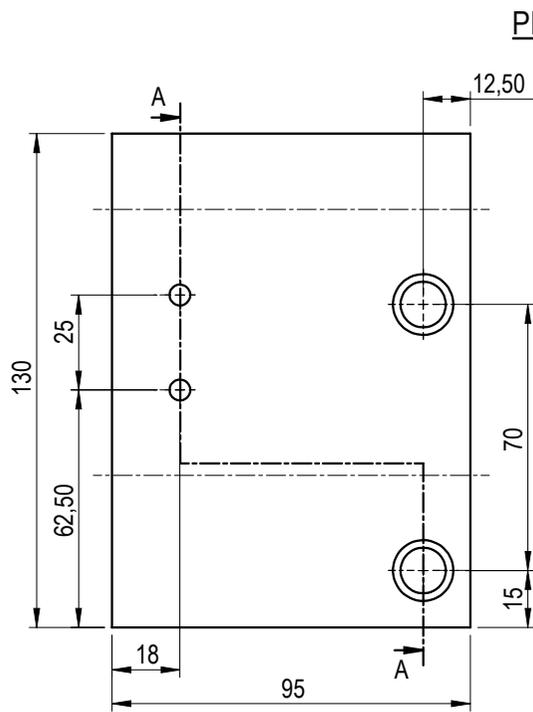
B: Pieza guía móvil (SS)  
izquierda

ESCALA 1:3

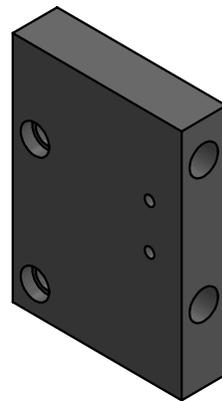
ACABADO SUPERFICIAL N6 EN ORIFICIOS PARA VARILLAS

Tolerancia general: ISO 2768-m

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:
	INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL
PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>		PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>
		FIRMA:
PLANO: <b>PIEZAS GUÍA MÓVILES (SS)</b>	MATERIAL: <b>DELRIN (POM)</b>	Nº PLANO: <b>16</b>
		ESCALA: <b>1:2</b>
		FECHA: <b>06/2017</b>



A: Pieza guía móvil (SE)  
derecha



B: Pieza guía móvil (SE)  
izquierda

ESCALA 1:3

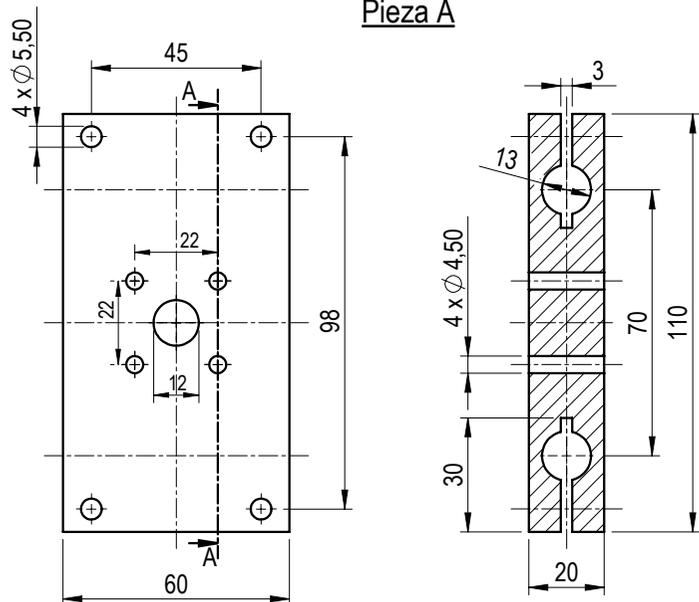
ACABADO SUPERFICIAL N6 EN ORIFICIOS PARA VARILLAS

Tolerancia general: ISO 2768-m

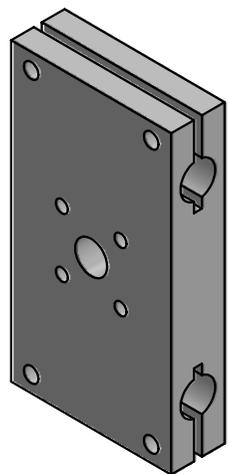
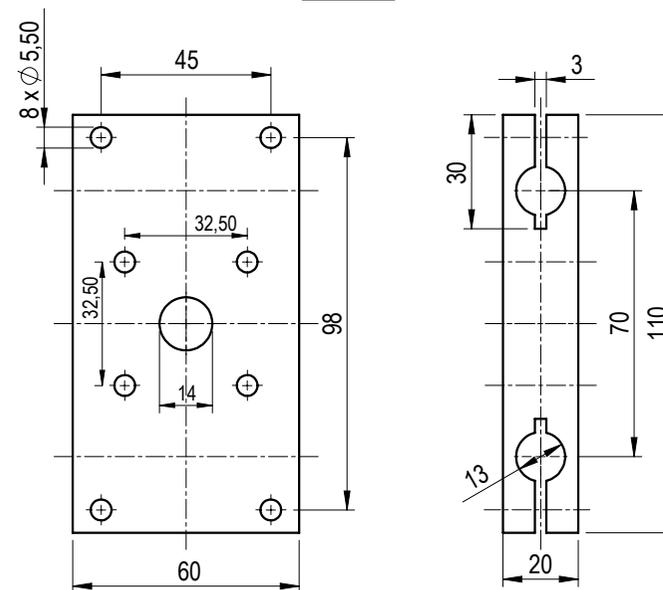
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:		
	INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
PROYECTO:			PROYECTISTA:		
DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA			FRANCES OIZ, XABIER		
PLANO:			MATERIAL:	Nº PLANO:	ESCALA:
PIEZAS GUÍA MÓVILES (SE)			DELRIN (POM)	17	1:2
					FECHA:
					06/2017

N9 / (N7)

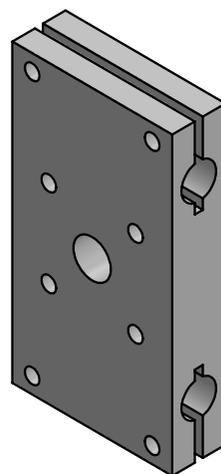
Pieza A



Pieza B



A: Pieza fijación cilindro de Empuje



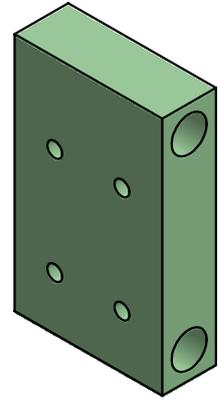
B: Pieza fijación cilindro de Vacío

ACABADO SUPERFICIAL N7 EN ORIFICIOS PARA VARILLAS

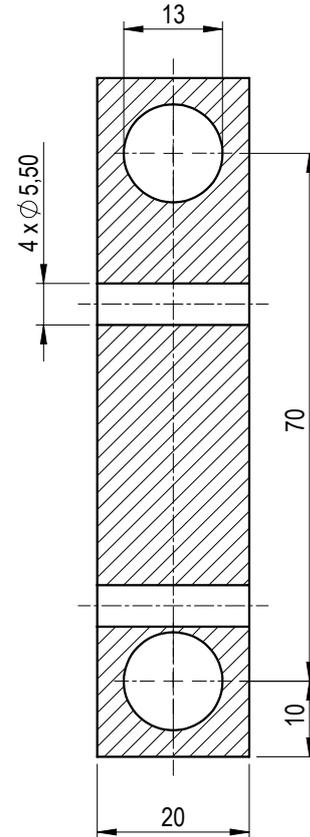
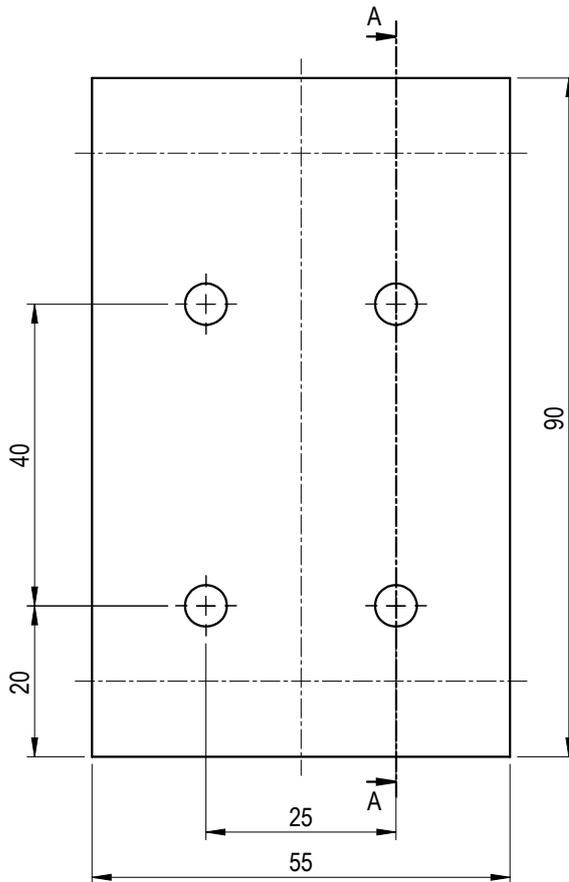
Tolerancia general: ISO 2768-m

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL		
	INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)		PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>		
PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>			FIRMA:		
PLANO: <b>PIEZA DE FIJACIÓN CILINDRO DE VACÍO/EMPUJE</b>	MATERIAL: <b>DELRIN (POM)</b>	Nº PLANO: <b>18</b>	ESCALA: <b>1:2</b>	FECHA: <b>06/2017</b>	

N9 / (N6)



ESCALA 1:2



ACABADO SUPERFICIAL N6 EN ORIFICIOS PARA VARILLAS

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**PIEZA GUÍA DE APOYO**

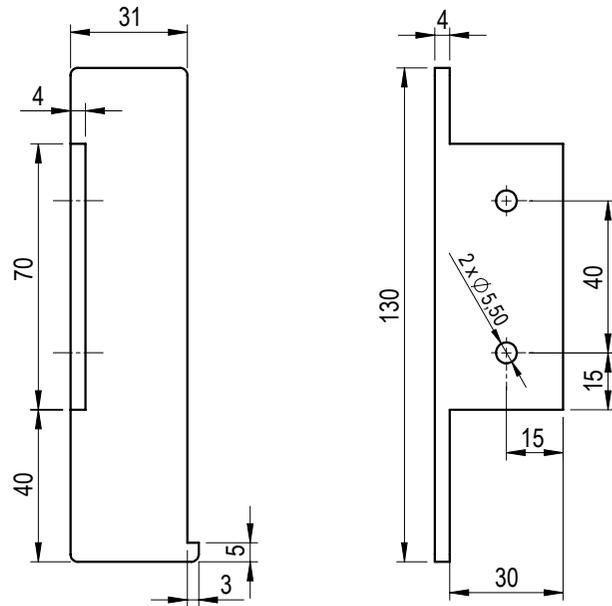
MATERIAL:  
**Delrin (POM)**

Nº PLANO:  
**19**

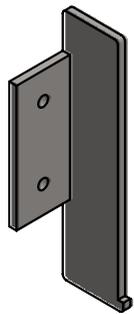
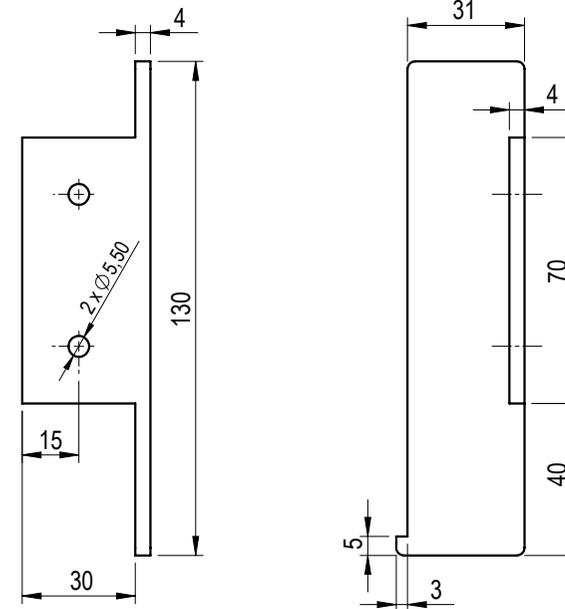
ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**

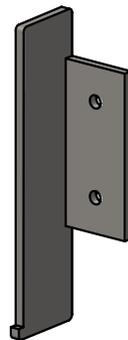
Pieza A



Pieza B



A: Escuadra de apoyo derecha



B: Escuadra de apoyo izquierda

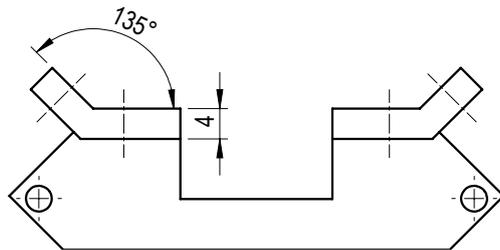
ESCALA 1:3

\*NOTA: Redondeos sin acotar R=2 mm

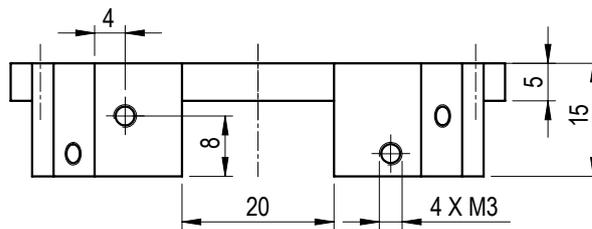
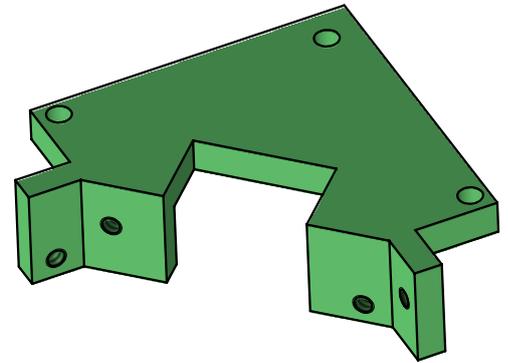
Tolerancia general: ISO 2768-m

 Universidad Pública de Navarra Navarra Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL</b>			
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>		PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>		
PLANO: <b>ESCUADRA DE APOYO DERECHA/IZQUIERDA</b>		MATERIAL: <b>F-111</b>	Nº PLANO: <b>20</b>	ESCALA: <b>1:2</b>	FECHA: <b>06/2017</b>
FIRMA:					

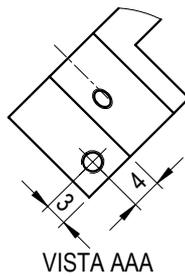
N8



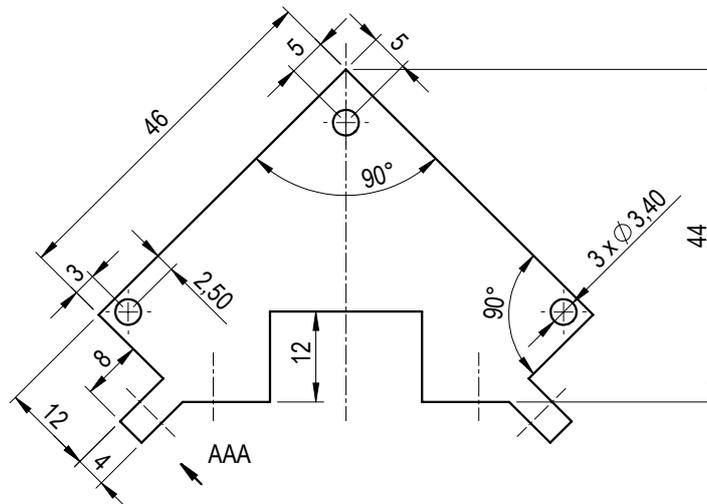
VISTA BBB



↑ BBB



VISTA AAA



Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**BASE ALOJAMIENTO COLUMNA**

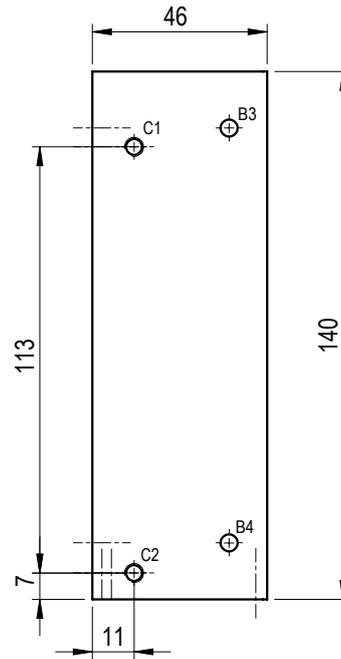
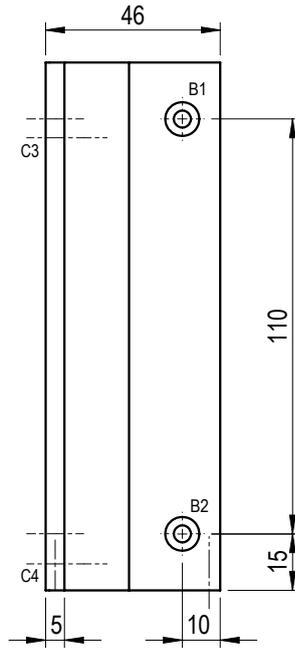
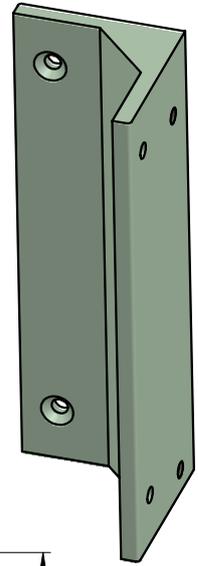
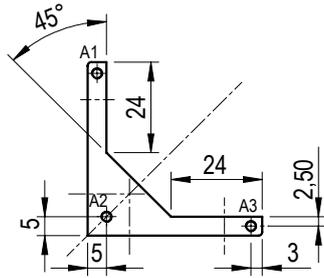
MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**21**

ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**

N8



**TABLA DE TALADROS**

RÓTULO	TAMAÑO
A1	M3 ∇ 10
A2	
A3	
B1	M4 ∇ ∅9 x 90° POR TODO
B2	
B3	
B4	
C1	M5 ∇ 10
C2	
C3	
C4	

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

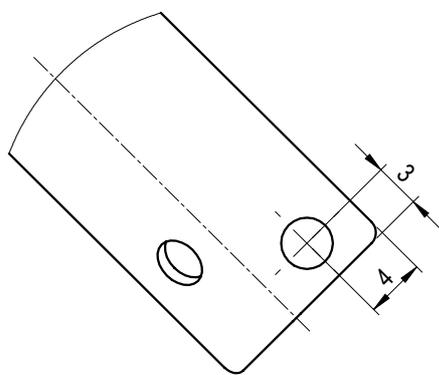
PLANO:  
**PARED ALOJAMIENTO COLUMNA**

MATERIAL:  
**F-111**

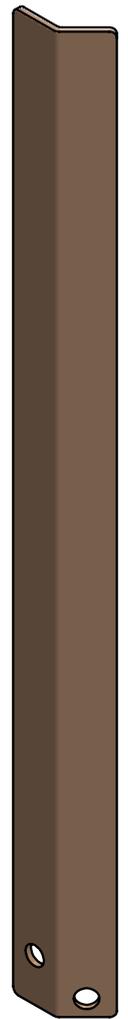
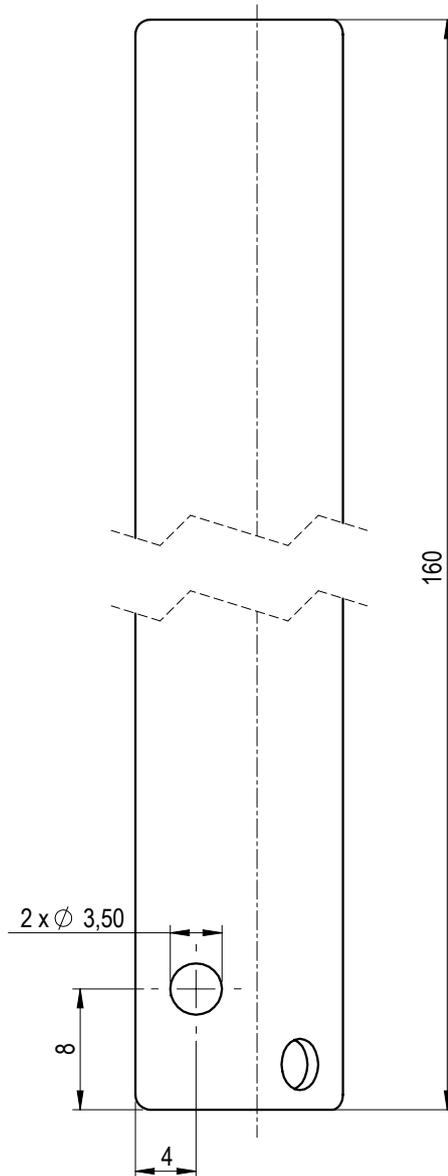
Nº PLANO:  
**22**

ESCALA:  
**1:2**

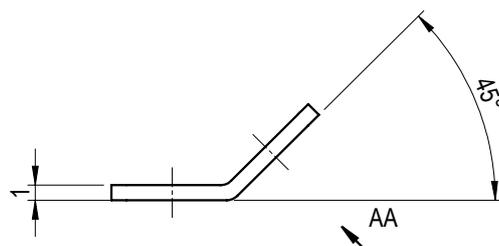
FECHA:  
**06/2017**



VISTA AA  
ESCALA 2 : 1



ESCALA 1:1



\*NOTA: Fleje comercial 8x8 mm

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIRÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**FLEJE GUÍA**

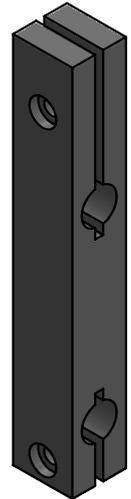
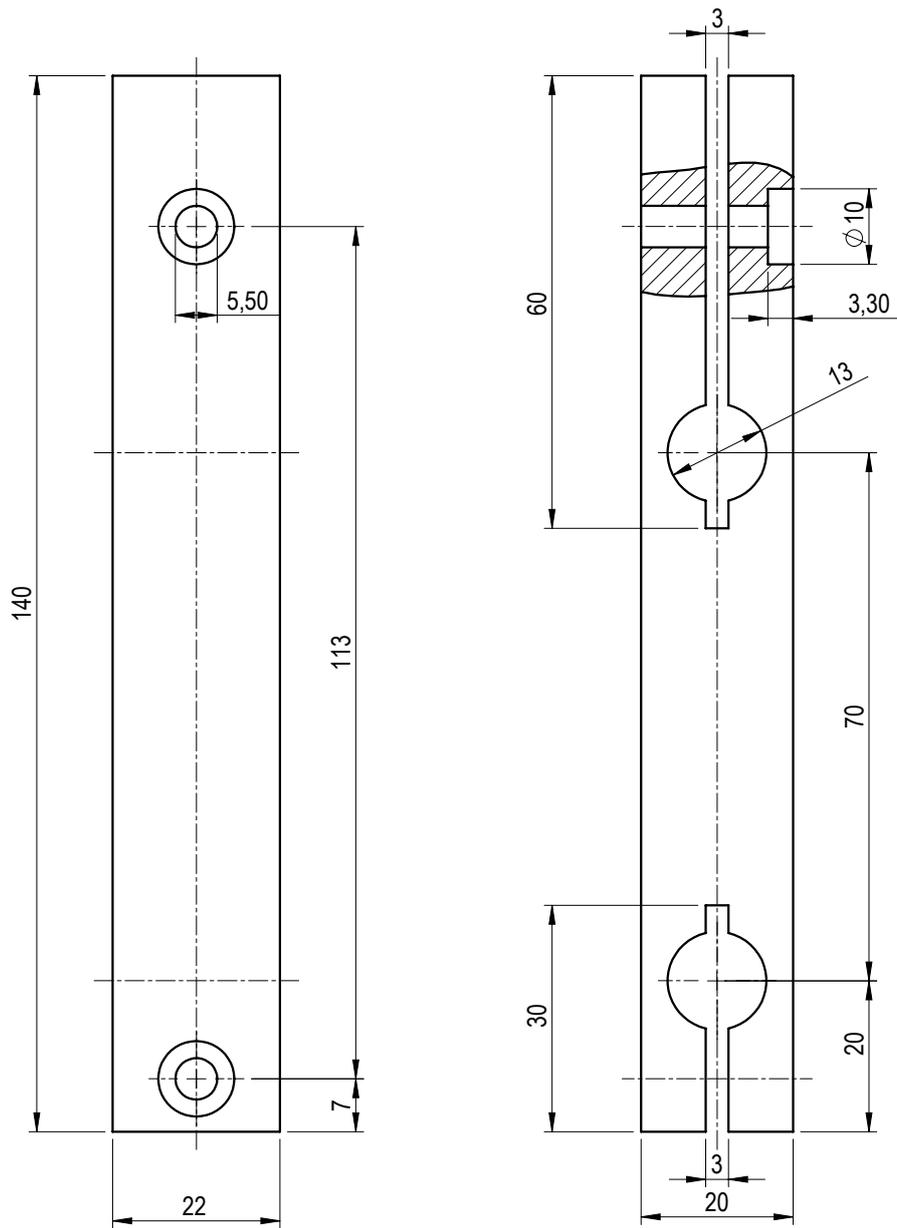
MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**24**

ESCALA:  
**2:1**

FECHA:  
**06/2017**

N9 / (N7)



ESCALA 1:2

\*NOTA: 2 x Taladros avellanados cilíndricos pasantes para tornillos de cabeza hexagonal hueca M5

ACABADO SUPERFICIAL N7 EN ORIFICIOS PARA VARILLAS

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

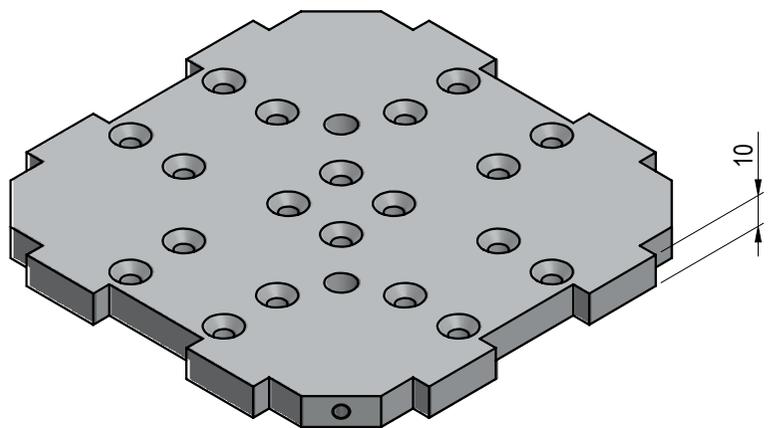
PLANO:  
**FIJACIÓN ALOJAMIENTO-VARILLAS**

MATERIAL:  
**F-111**

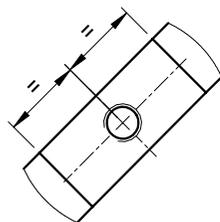
Nº PLANO:  
**25**

ESCALA:  
**1:1**

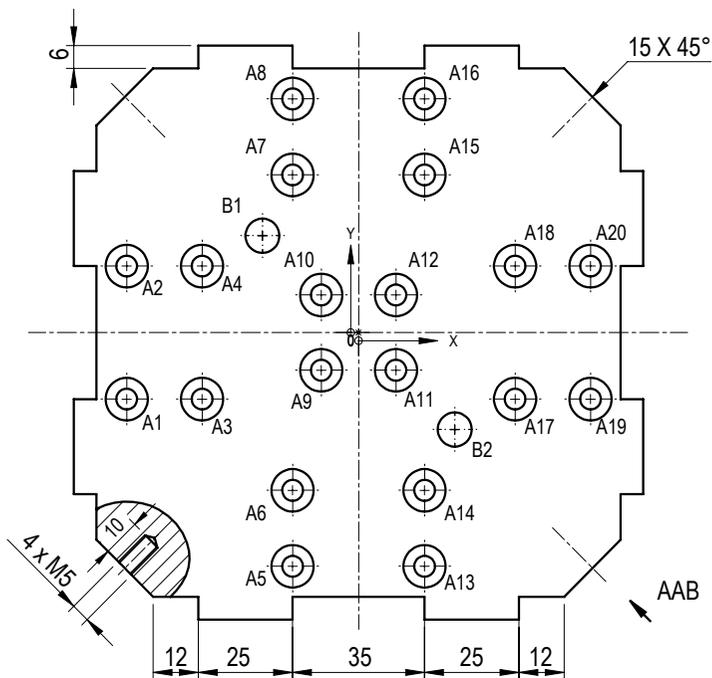
FECHA:  
**06/2017**



N7



VISTA AAB  
ESCALA 1:1



Tolerancia general: ISO 2768-m

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-61,50	-17,50	$\varnothing$ 5,50 POR TODO $\varnothing$ 11,20 X 90°
A2	-61,50	17,50	
A3	-41,50	-17,50	
A4	-41,50	17,50	
A5	-17,50	-61,50	
A6	-17,50	-41,50	
A7	-17,50	41,50	
A8	-17,50	61,50	
A9	-9,90	-9,90	
A10	-9,90	9,90	
A11	9,90	-9,90	
A12	9,90	9,90	
A13	17,50	-61,50	
A14	17,50	-41,50	
A15	17,50	41,50	
A16	17,50	61,50	
A17	41,50	-17,50	
A18	41,50	17,50	
A19	61,50	-17,50	
A20	61,50	17,50	
B1	-25,50	25,50	$\varnothing$ 9 POR TODO
B2	25,50	-25,50	



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

**INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE  
DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**BASE DE APOYO (CAJA DE QUESO)**

MATERIAL:

**AA-5083**

Nº PLANO:

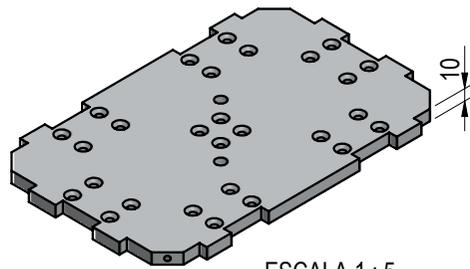
**26**

ESCALA:

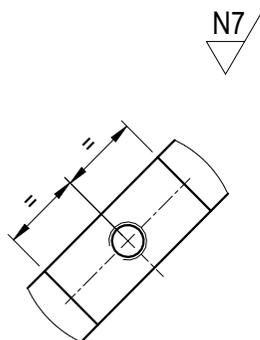
**1:2**

FECHA:

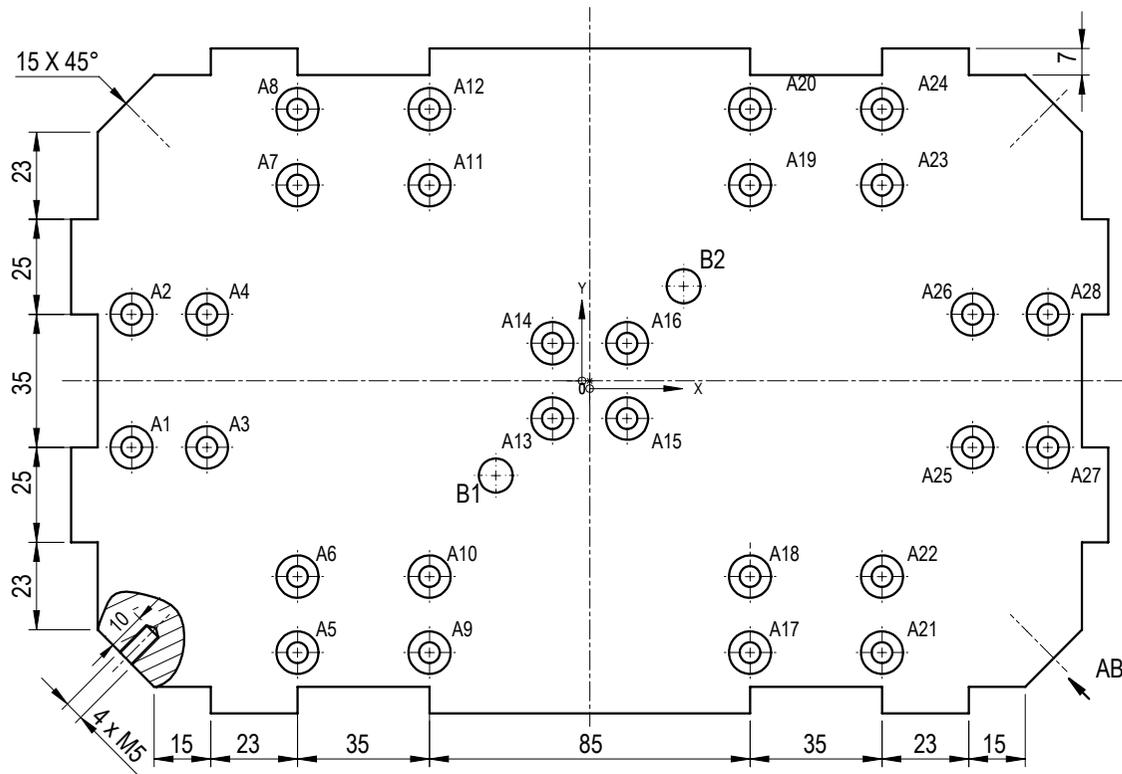
**06/2017**



ESCALA 1 : 5



VISTA AB  
ESCALA 1 : 1



Tolerancia general: ISO 2768-m

RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-121,50	-17,50	$\phi$ 5,50 POR TODO $\checkmark$ $\phi$ 11,20 X 90°
A2	-121,50	17,50	
A3	-101,50	-17,50	
A4	-101,50	17,50	
A5	-77,50	-71,50	
A6	-77,50	-51,50	
A7	-77,50	51,50	
A8	-77,50	71,50	
A9	-42,50	-71,50	
A10	-42,50	-51,50	
A11	-42,50	51,50	
A12	-42,50	71,50	
A13	-9,90	-9,90	
A14	-9,90	9,90	
A15	9,90	-9,90	
A16	9,90	9,90	
A17	42,50	-71,50	
A18	42,50	-51,50	
A19	42,50	51,50	
A20	42,50	71,50	
A21	77,50	-71,50	
A22	77,50	-51,50	
A23	77,50	51,50	
A24	77,50	71,50	
A25	101,50	-17,50	
A26	101,50	17,50	
A27	121,50	-17,50	
A28	121,50	17,50	
B1	-24,90	-24,90	$\phi$ 9 POR TODO
B2	24,90	24,90	



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

**INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)**

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE  
DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:

**BASE APOYO (CESTA PEQUEÑA)**

MATERIAL:

**AA-5083**

Nº PLANO:

**27**

ESCALA:

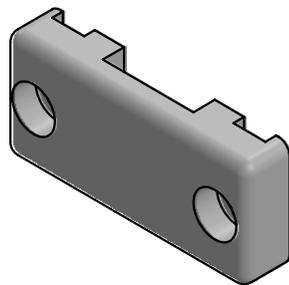
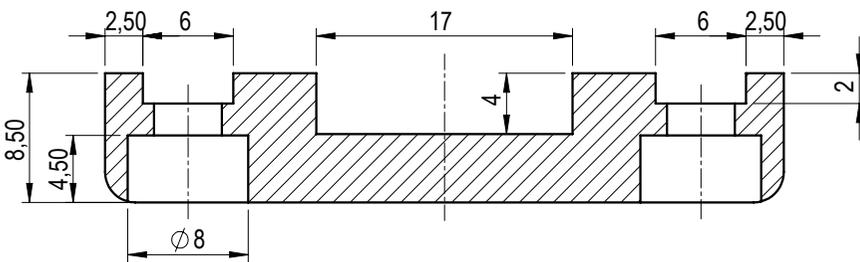
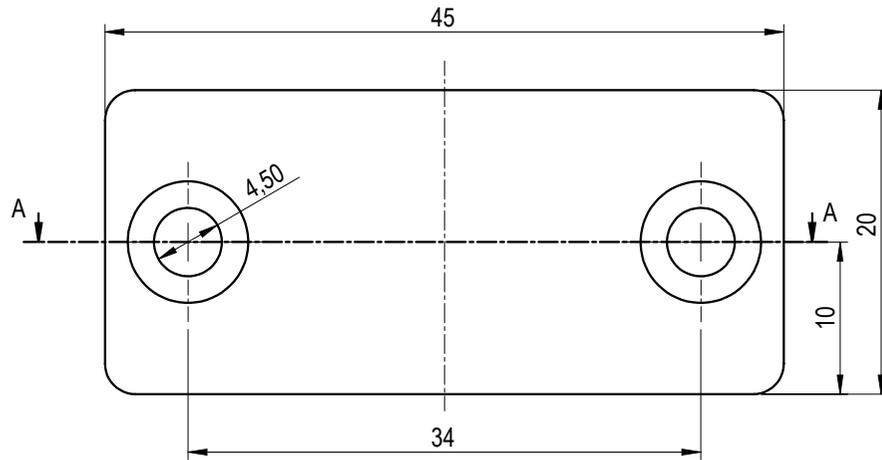
**1:2**

FECHA:

**06/2017**

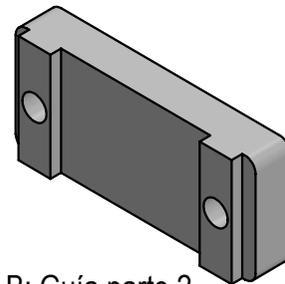
N8

PIEZA A



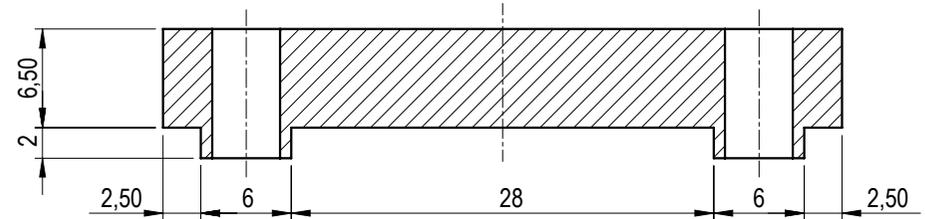
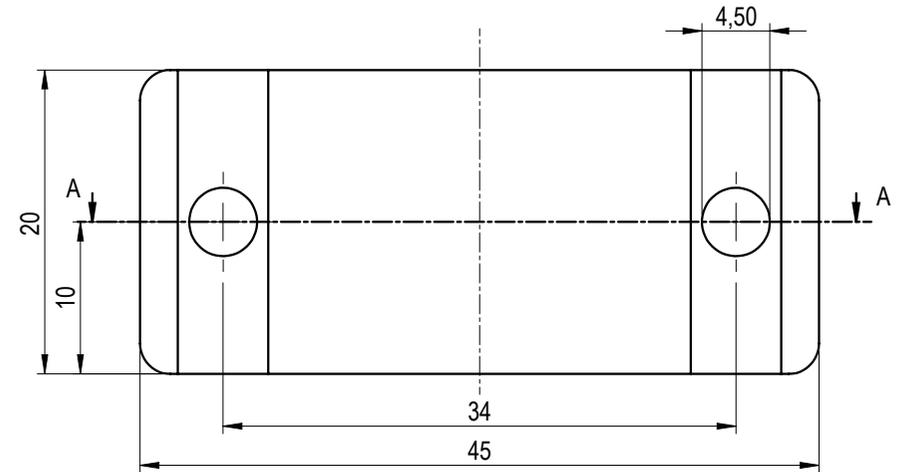
A: Guía parte 1

ESCALA 1:1



B: Guía parte 2

PIEZA B



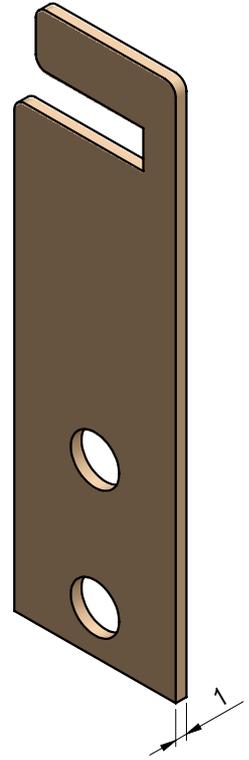
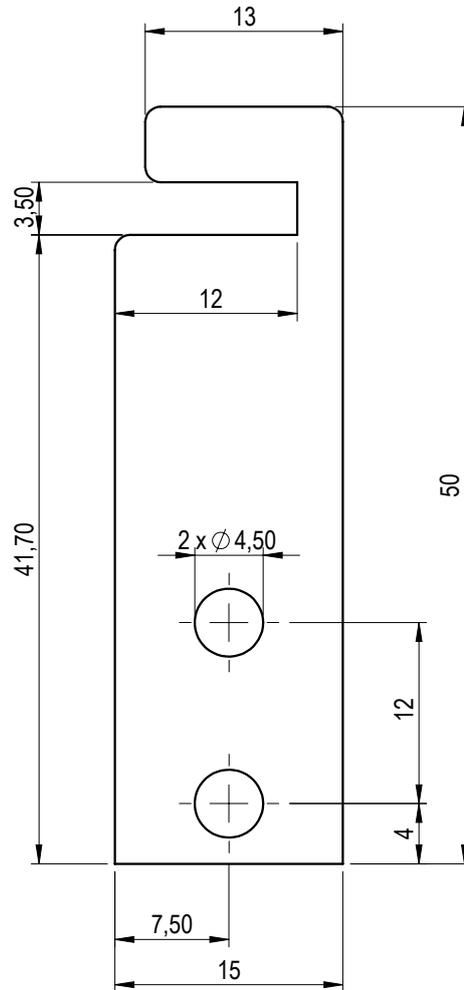
\*NOTA: Redondeos sin acotar R=2 mm

Tolerancia general: ISO 2768-m

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (MECÁNICA)</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL</b>			
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA</b>			PROYECTISTA: <b>FRANCES OIZ, XABIER</b>		
PLANO: <b>GUÍA (GUÍA PARTE 1/GUÍA PARTE 2)</b>			MATERIAL: <b>DELRIN (POM)</b>	Nº PLANO: <b>30</b>	ESCALA: <b>2:1</b>	FECHA: <b>06/2017</b>
			FIRMA:			



N8



\*NOTA: Redondeos sin acotar R=1 mm

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**GANCHO**

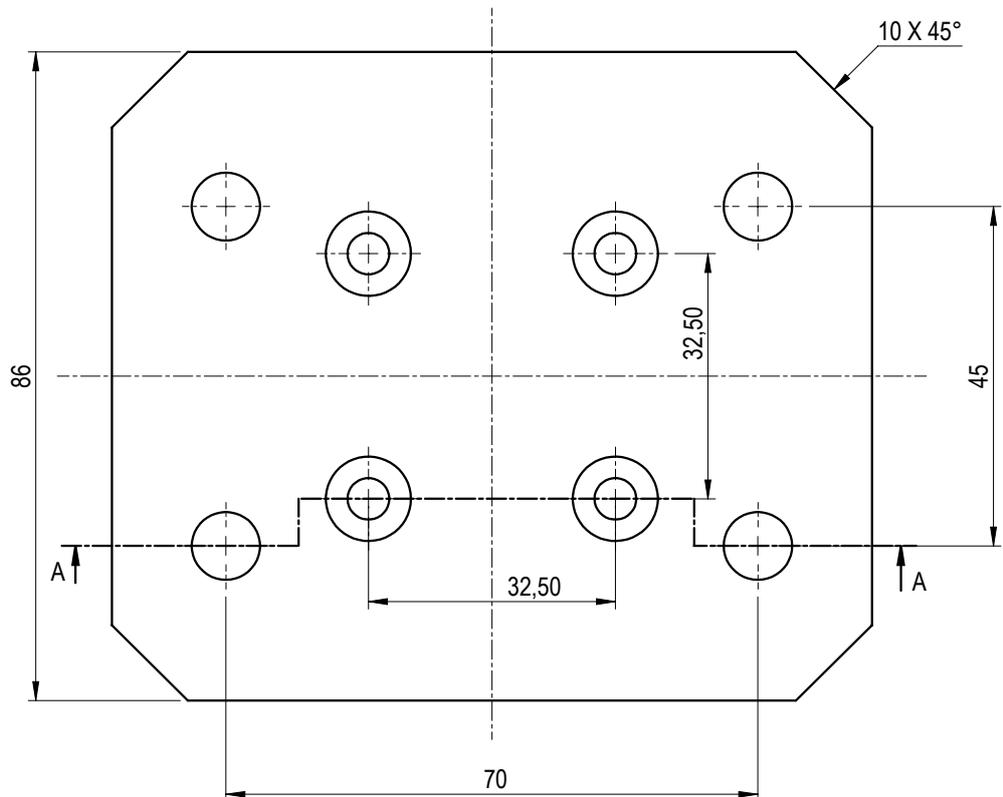
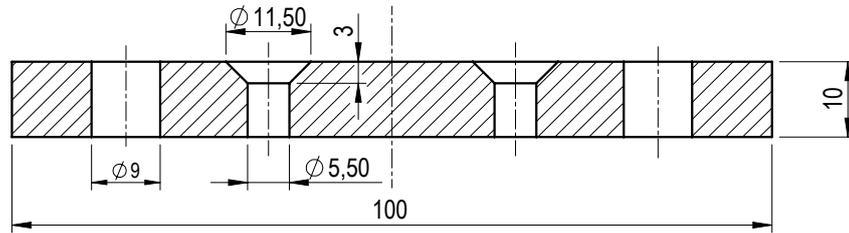
MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**32**

ESCALA:  
**2:1**

FECHA:  
**06/2017**

N8



\*NOTA: 4 x Taladro avellanado  
4 x Taladro pasante

Tolerancia general: ISO 2768-m



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES (MECÁNICA)

DEPARTAMENTO:  
**DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL**

PROYECTO:

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA EL ENSAMBLAJE DE  
CAJAS DE MADERA DE LA EMPRESA SINCLA**

PROYECTISTA:  
**FRANCES OIZ, XABIER**

FIRMA:

PLANO:  
**PLACA BASE DE FIJACIÓN**

MATERIAL:  
**F-111**

Nº PLANO:  
**33**

ESCALA:  
**1:1**

FECHA:  
**06/2017**

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

“Diseño de una máquina para ensamblar cajas de  
madera de la empresa Sincla”



DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales  
(Mención Mecánica)

Trabajo Fin de Grado

Autor: XABIER FRANCES OIZ

Director/a: SARA MARCELINO SADABA

Pamplona, junio de 2017





## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. PLIEGO DE CONDICIONES DE FABRICACIÓN</b> .....	3
1.1. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS).....	3
1.1.1. Escuadra de fijación .....	3
1.1.2. Escuadra fijación posterior .....	4
1.1.3. Pieza guía fija (SS).....	4
1.1.4. Pieza guía móvil derecha (SS).....	5
1.1.5. Pieza guía móvil izquierda (SS).....	5
1.1.6. Pieza fijación cilindro de vacío.....	6
1.1.7. Pieza guía de apoyo .....	6
1.1.8. Escuadra de apoyo derecha .....	7
1.1.9. Escuadra de apoyo izquierda .....	8
1.2. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE).....	8
1.2.1. Pieza guía fija (SE) .....	8
1.2.2. Pieza guía móvil derecha (SE).....	9
1.2.3. Pieza guía móvil izquierda (SE) .....	9
1.2.4. Pieza fijación cilindro de empuje.....	10
1.2.5. Base alojamiento columna.....	11
1.2.6. Pared alojamiento columna .....	11
1.2.7. Perfil angular .....	12
1.2.8. Fijación Alojamiento-Varillas .....	12
1.3. SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE.....	13
1.3.1. Base de apoyo (Caja de queso) .....	13
1.3.2. Base de apoyo (Cesta pequeña) .....	14
1.3.3. Soporte en U .....	14
1.3.4. Escuadra elevadora .....	15
1.3.5. Guía Parte 1 .....	15
1.3.6. Guía Parte 2 .....	16
1.3.7. Extensión pinza.....	17
1.3.8. Gancho .....	17
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES DE MONTAJE</b> .....	19
2.1. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA .....	19
2.2. MONTAJE DEL SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS) .....	23
2.3. MONTAJE SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE) .....	25
2.4. MONTAJE DEL SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE .....	27



2.5. MONTAJE ELECTRONEUMÁTICO .....	30
2.6. AJUSTES .....	31
<b>3. DIRECTRICES GENERALES ELABORACIÓN EXPEDIENTE TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>33</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Unión entre perfiles .....	20
<b>Figura 2.2.</b> Montaje armazón estructura.....	21
<b>Figura 2.3.</b> Montaje elementos adicionales .....	22
<b>Figura 2.4.</b> Conjunto estructura finalizada .....	22
<b>Figura 2.5.</b> Montaje escuadra fijación.....	23
<b>Figura 2.6.</b> Montaje grupo de piezas de guiado (SS) .....	24
<b>Figura 2.7.</b> Montaje grupo de piezas apoyo (SS).....	24
<b>Figura 2.8.</b> Montaje subconjunto de guiado con succión .....	25
<b>Figura 2.9.</b> Montaje Alojamiento columna de refuerzo .....	26
<b>Figura 2.10.</b> Montaje grupo de piezas de apoyo (SE) .....	26
<b>Figura 2.11.</b> Montaje Subconjunto de guiado con empuje (SE) .....	27
<b>Figura 2.12.</b> Montaje Varillas de subconjuntos a escuadras de fijación .....	27
<b>Figura 2.13.</b> Montaje de grupo de piezas que intervienen con la caja .....	29
<b>Figura 2.14.</b> Montaje base de apoyo .....	29
<b>Figura 2.15.</b> Anclaje subconjunto plataforma base a estructura .....	30
<b>Figura 2.16.</b> Montaje cilindros del exterior .....	30
<b>Figura 2.17.</b> Montaje cilindros empuje y vacío .....	31
<b>Figura 2.18.</b> Fijación pieza guía fija y pieza fijación cilindros empuje y vacío .....	31
<b>Figura 3.1.</b> Ejemplar orientativo declaración CE de conformidad (Fuente: <a href="http://www.insht.es">www.insht.es</a> ) .....	34

## 1. PLIEGO DE CONDICIONES DE FABRICACIÓN

En este capítulo se va a proceder a describir la fabricación de las piezas no comerciales que constituyen el diseño de la máquina. Para cada una de las piezas se especifica la siguiente información:

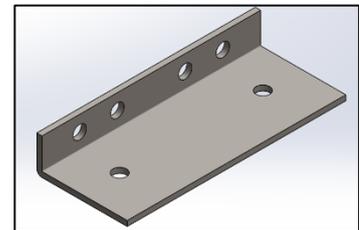
- Material empleado
- Dimensiones de la pieza en bruto de partida
- Proceso de mecanizado
- Tolerancias
- Acabado superficial

### 1.1. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)

#### 1.1.1. Escuadra de fijación

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Chapa de dimensiones 79x145x3 mm
- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

La escuadra de fijación es una chapa de acero con dimensiones dadas a la que hay que aplicarle los siguientes procesos de fabricación:

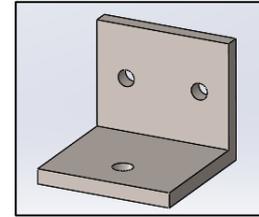
  - 1) Plegado de chapa.
  - 2) Punteado y taladrado de agujeros.
- Tolerancias:
  - 1) Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
  - 2) **Perpendicularidad** de la superficie que se fija al perfil de aluminio de 0,01 mm respecto la otra superficie.
- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

### 1.1.2. Escuadra fijación posterior

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15

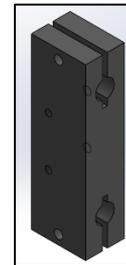


- Dimensión pieza en bruto: Ángulo laminado de 40x40x5 mm con anchura por pieza de 45 mm.
- Proveedor: Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.
- Mecanizado:  
Se recorta el ángulo laminado largo de acero en piezas de 45 mm de longitud y se mecanizan los 3 taladros: Punteado y taladrado de agujeros.
- Tolerancias:  
Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
- Acabado superficial:  
Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

### 1.1.3. Pieza guía fija (SS)

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



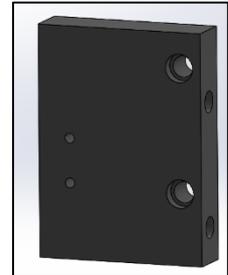
- Dimensión pieza en bruto: 35x110x25 mm
- Proveedor: Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.
- Mecanizado:  
Partiendo de las dimensiones dadas, se realizan los siguientes procesos de mecanizado:
  - 1) 2 Punteados y taladrados pasantes en la parte superior e inferior.
  - 2) 2 Punteados y taladrados en la parte central.
  - 3) Escariado y roscado de agujeros en los taladros centrales.
  - 4) 2 Taladrados seguido de un escariado en la parte lateral.
  - 5) Mecanizado de ranuras mediante una fresadora.
- Tolerancias:  
Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
- Acabado superficial:
  - 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

- 2) Acabado superficial de **clase N7** en agujeros para varillas (1,6  $\mu\text{m}$  de rugosidad Ra).

#### 1.1.4. Pieza guía móvil derecha (SS)

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 95x130x25 mm
- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*
- Mecanizado:

Para la fabricación de la pieza guía móvil derecha hay que realizar los procesos de mecanizado que se indican a continuación:

- 1) 2 Punteados y taladrados de agujeros.
- 2) 2 Taladrados con avellanado cilíndrico, seguido de un escariado en ambos.
- 3) 2 Punteados y taladrados de agujero en la parte lateral seguido de un escariado.

- Tolerancias

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3  $\mu\text{m}$  de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N6** en agujeros para varillas (0,8  $\mu\text{m}$  de rugosidad Ra).

#### 1.1.5. Pieza guía móvil izquierda (SS)

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 95x130x25 mm
- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*
- Mecanizado:

Esta pieza es simétrica a la pieza anterior por lo que hay que llevar a cabo los mismos procesos de mecanizado:

- 1) 2 Punteados y taladrados de agujeros.
- 2) 2 Taladrados con avellanado cilíndrico, seguido de un escariado en ambos.

3) 2 Punteados y taladrados de agujero en la parte lateral seguido de un escariado.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

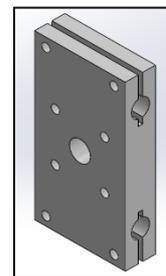
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N6** en agujeros para varillas (0,8 µm de rugosidad Ra).

### 1.1.6. Pieza fijación cilindro de vacío

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 60x110x20 mm

- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*

- Mecanizado:

A la placa de dimensiones indicadas se le aplican los siguientes procesos de mecanizado para fabricar la pieza en cuestión:

- 1) Punteado y taladrados de agujeros.
- 2) Escariado de los taladros centrales y laterales.
- 3) Mecanizado de ranura en la parte superior e inferior de la pieza mediante una fresadora.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

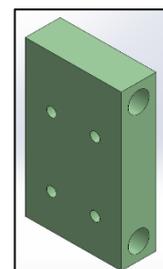
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N7** en agujeros para varillas (1,6 µm de rugosidad Ra).

### 1.1.7. Pieza guía de apoyo

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 55x90x20 mm

- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*

- Mecanizado:

Para fabricar la pieza guía de apoyo, se parte de una placa de dimensiones dadas y se mecaniza de la siguiente manera:

- 1) Punteado y taladrado de agujeros.
- 2) Escariado de taladros laterales.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

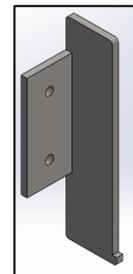
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3  $\mu\text{m}$  de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N6** en agujeros para varillas (0,8  $\mu\text{m}$  de rugosidad Ra).

### 1.1.8. Escuadra de apoyo derecha

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Ángulo laminado de 40x40x5 mm con anchura por pieza de 130 mm.
- Proveedor: Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.
- Mecanizado:

Partiendo de un ángulo laminado como se indica y recortándolo en piezas de 130 mm de ancho, se realizan las siguientes operaciones de mecanizado:

- 1) Recorte en parte superior e inferior de una de las caras de la escuadra empleando una sierra circular.
- 2) Rebaje en el canto de la otra cara de la escuadra mediante fresadora.
- 3) Punteado y taladrado de agujeros.
- 4) Redondeo de aristas mediante una esmeriladora de banco.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

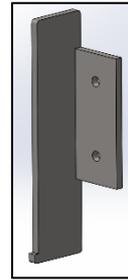
- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N9** (6,3  $\mu\text{m}$  de rugosidad Ra).

### 1.1.9. Escuadra de apoyo izquierda

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Ángulo laminado de 40x40x5 mm con anchura por pieza de 130 mm.
- Proveedor: Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.

- Mecanizado:

Esta pieza es la simétrica de la pieza descrita en el punto anterior. Por tanto, se realiza el mismo mecanizado:

- 1) Recorte en parte superior e inferior de una de las caras de la escuadra empleando una sierra circular.
- 2) Rebaje en el canto de la otra cara de la escuadra mediante fresadora.
- 3) Punteado y taladrado de agujeros.
- 4) Redondeo de aristas mediante una esmeriladora de banco.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

- Acabado superficial:

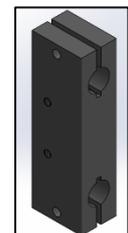
Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

## 1.2. SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)

### 1.2.1. Pieza guía fija (SE)

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: 35x110x25 mm
- Proveedor: Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.
- Mecanizado:

Partiendo de las dimensiones dadas, se realizan los siguientes procesos de mecanizado:

- 1) 2 Punteados y taladrados pasantes en la parte superior e inferior.
- 2) 2 Punteados y taladrados en la parte central.
- 3) Escariado y roscado de agujeros en los taladros centrales.

- 4) 2 Taladrados seguido de un escariado en la parte lateral.
- 5) Mecanizado de ranuras mediante una fresadora.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

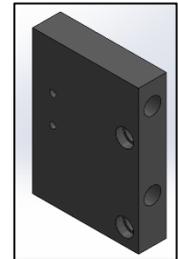
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N7** en agujeros para varillas (1,6 µm de rugosidad Ra).

### 1.2.2. Pieza guía móvil derecha (SE)

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 95x130x25 mm
- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*
- Mecanizado:

Para la fabricación de la pieza guía móvil derecha hay que realizar los procesos de mecanizado que se indican a continuación:

- 1) 2 Punteados y taladrados de agujeros.
- 2) 2 Taladrados con avellanado cilíndrico, seguido de un escariado en ambos.
- 3) 2 Punteados y taladrados de agujero en la parte lateral seguido de un escariado.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

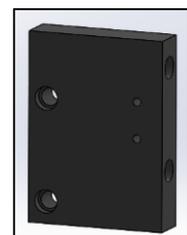
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N6** en agujeros para varillas (0,8 µm de rugosidad Ra).

### 1.2.3. Pieza guía móvil izquierda (SE)

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 95x130x25 mm

- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*

- Mecanizado:

Esta pieza es simétrica a la pieza anterior por lo que hay que llevar a cabo los mismos procesos de mecanizado:

- 1) 2 Punteados y taladrados de agujeros.
- 2) 2 Taladrados con avellanado cilíndrico, seguido de un escariado en ambos.
- 3) 2 Punteados y taladrados de agujero en la parte lateral seguido de un escariado.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

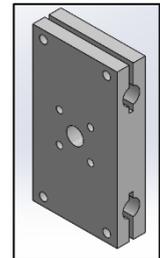
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N6** en agujeros para varillas (0,8 µm de rugosidad Ra).

#### 1.2.4. Pieza fijación cilindro de empuje

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de dimensiones 60x110x20 mm

- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*

- Mecanizado:

Esta pieza se fabrica de forma semejante a la pieza de fijación de cilindro de vacío, únicamente varían las dimensiones de los taladrados. Las operaciones que se deben realizar son:

- 1) Punteado y taladrados de agujeros.
- 2) Escariado de los taladros centrales y laterales.
- 3) Mecanizado de ranura en la parte superior e inferior de la pieza mediante una fresadora.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

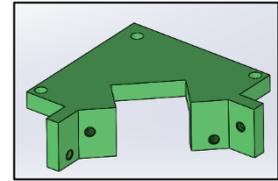
- Acabado superficial:

- 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
- 2) Acabado superficial de **clase N7** en agujeros para varillas (1,6 µm de rugosidad Ra).

### 1.2.5. Base alojamiento columna

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: 46x46x15 mm
- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:  
Para mecanizar la base del alojamiento de la columna, se parte de un excedente de material de 10mm hasta reducir en una de sus partes hasta un espesor de 5 mm.

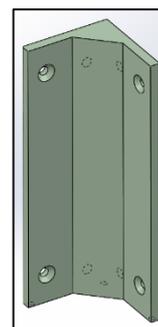
- 1) Desbaste de caras de apoyo.
- 2) Mecanizado de formas mediante fresadora CNC.
- 3) Punteado y taladrado de agujeros.
- 4) Escariado y roscado de agujeros.
- 5) Rectificado de superficies.

- Tolerancias:  
Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
- Acabado superficial:  
Acabado superficial general de **clase N8** (3,2 µm de rugosidad Ra).

### 1.2.6. Pared alojamiento columna

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: 46x46x110 mm
- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

En la fabricación de esta pieza se parte de la pieza en bruto de dimensiones indicadas. Hay un excedente de material que hay que reducir previamente al resto de mecanizados.

- 1) Desbaste de la pieza en bruto.
- 2) Mecanizado de formas mediante fresadora CNC.
- 3) Punteado y taladrado en parte inferior y parte trasera de la pieza.
- 4) Escariado y roscado en dichos taladrados.

- 5) 4 Taladrados avellanados en la parte interior de la pieza.
- 6) Rectificado de superficies del interior.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

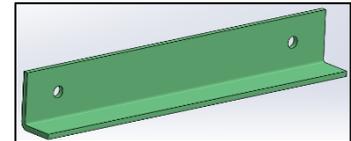
- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N8** (3,2 µm de rugosidad Ra).

### 1.2.7. Perfil angular

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Chapa de dimensiones 140x34x2 mm
- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

El perfil angular es una chapa de acero a la que se le aplica los siguientes procesos de fabricación:

- 1) Plegado de chapa.
- 2) Punteado y taladrado de agujeros.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

### 1.2.8. Fijación Alojamiento-Varillas

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: 22x140x20 mm
- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

Las operaciones de mecanizado que hay que realizar a la pieza de acero de dimensiones dadas son las siguientes:

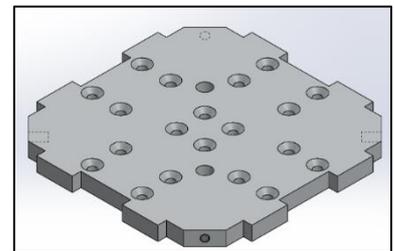
- 1) 2 Punteados y taladrados de avellanado cilíndrico en la parte frontal.
  - 2) 2 Punteados y taladrados en la parte lateral. Seguido de un escariado.
  - 3) Mecanizado de ranura en la parte superior e inferior mediante fresadora.
- Tolerancias:  
 Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
  - Acabado superficial:
    - 1) Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).
    - 2) Acabado superficial de **clase N7** en agujeros para varillas (1,6 µm de rugosidad Ra).

### 1.3. SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE

#### 1.3.1. Base de apoyo (Caja de queso)

- Material: Aleación Aluminio con Magnesio

NORMA			
EN	UNE	DIN 1712	DIN 1725
AA-5083	L-3321	AlMg4,5Mn	3.3547

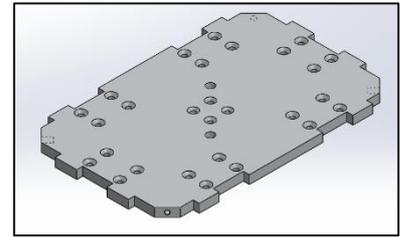


- Dimensión pieza en bruto: Chapa de dimensiones 151x151x10 mm
- Proveedor: Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.
- Mecanizado:  
 La fabricación de la base de apoyo se lleva a cabo siguiendo las siguientes operaciones de mecanizado:
  - 1) Mecanizado del contorno de la pieza por corte por láser.
  - 2) Punteado y taladrado de agujeros en la superficie superior mediante un taladro CNC.
  - 3) Taladrado avellanado de agujeros.
  - 4) Punteado y taladrado de agujeros en las caras de los chaflanes. Seguido de un escariado y roscado.
- Tolerancias:  
 Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
- Acabado superficial  
 Acabado superficial general de **clase N7** (1,6 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.2. Base de apoyo (Cesta pequeña)

- Material: Aleación Aluminio con Magnesio

NORMA			
EN	UNE	DIN 1712	DIN 1725
AA-5083	L-3321	AlMg4,5Mn	3.3547



- Dimensión pieza en bruto: Chapa de 175x275x10 mm
- Proveedor: *Thyssen Krupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

La fabricación de la base de apoyo se lleva a cabo siguiendo las siguientes operaciones de mecanizado:

- 1) Mecanizado del contorno de la pieza por corte por láser.
- 2) Punteado y taladrado de agujeros en la superficie superior mediante un taladro CNC.
- 3) Taladrado avellanado de agujeros.
- 4) Punteado y taladrado de agujeros en las caras de los chaflanes. Seguido de un escariado y roscado.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N7** (1,6 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.3. Soporte en U

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Chapa de dimensiones 45x228x3 mm
- Proveedor: *ThyssenKrupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

El soporte en U es una chapa de acero a la que hay que aplicarle las siguientes operaciones de fabricación:

- 1) 2 Plegados de chapa.
- 2) Punteado y taladrado de agujeros.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

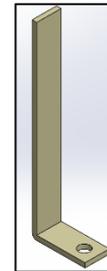
- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.4. Escuadra elevadora

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Pletina de dimensiones 16x160x3 mm

- Proveedor: *ThyssenKrupp Aceros y Servicios, S.A.*

- Mecanizado:

La escuadra elevadora es una pletina de dimensiones dadas a la que se le aplican las siguientes operaciones:

- 1) Plegado de chapa.
- 2) Punteado y taladrado de agujero.
- 3) Escariado de taladrado.

- Tolerancias:

- 1) Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.
- 2) Tolerancia dimensional **H7** en agujero de la escuadra elevadora.

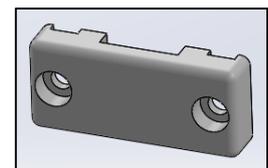
- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N9** (6,3 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.5. Guía Parte 1

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de 45x20x8,5 mm

- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*

- Mecanizado:

Esta pieza se completa con su otra mitad para formar la pieza guía. Para su fabricación hay que realizar:

- 1) Mecanizado de ranuras mediante fresadora.
- 2) Punteado y taladrado de agujeros. Taladrado avellanado cilíndrico.
- 3) Lijado fino de superficies del interior.
- 4) Redondeo de aristas mediante fresadora.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

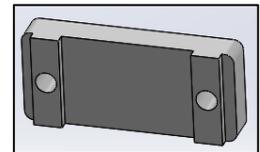
- Acabado superficial

Acabado superficial general de **clase N8** (3,2 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.6. Guía Parte 2

- Material: Plástico

TERMOPLÁSTICOS		
Abreviatura DIN	Nombre comercial	Denominación técnica
POM	Delrin, Resina acetilénica	Polioximetileno



- Dimensión pieza en bruto: Placa de 45x20x8,5 mm

- Proveedor: *Bove-ag plásticos y elastómeros, S.L.*

- Mecanizado:

Esta pieza se completa con su otra mitad para formar la pieza guía. Para su fabricación hay que realizar:

- 1) Mecanizado de ranuras mediante fresadora.
- 2) Punteado y taladrado de agujeros.
- 3) Lijado fino de superficies del interior.
- 4) Redondeo de aristas mediante fresadora.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

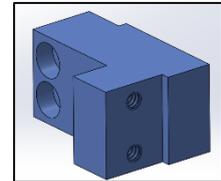
- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N8** (3,2 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.7. Extensión pinza

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: 26x36,5x20 mm
- Proveedor: *ThyssenKrupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

Se parte con excedente de material en 3 de sus caras laterales. A la pieza en bruto de dimensiones dadas se le realizan las operaciones que se indican a continuación:

- 1) Desbaste y limpieza de las formas de la pieza final con fresadora.
- 2) 2 Punteados y taladrado de agujeros avellanados cilíndricos.
- 3) 2 Punteados y taladrado de agujeros. Seguido de un escariado y roscado.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N8** (3,2 µm de rugosidad Ra).

### 1.3.8. Gancho

- Material: Acero al Carbono

NORMA			
UNE-36009	AISI/SAE	W.Nr.	DIN
F-1110	1015	1.0401	Ck15



- Dimensión pieza en bruto: Lámina de dimensiones 52x15x1 mm
- Proveedor: *ThyssenKrupp Aceros y Servicios, S.A.*
- Mecanizado:

El gancho es un fleje de acero que se mecaniza partiendo de una lámina de dimensiones dadas.

- 1) Mecanizado de corte por láser.
- 2) Taladrado de agujeros por láser.

- Tolerancias:

Tolerancia general para dimensiones lineales aplicada a la pieza: ISO 2768-m.

- Acabado superficial:

Acabado superficial general de **clase N8** (3,2 µm de rugosidad Ra).





## 2. PLIEGO DE CONDICIONES DE MONTAJE

El objetivo de este capítulo es describir el **proceso de montaje** y especificar los **ajustes** que sean necesarios para que la máquina se configure correctamente. Al margen de las indicaciones que se proporcionen en esta sección, el montaje se puede llevar a cabo de la manera que crea conveniente el técnico de montaje, siempre y cuando se consiga el mismo resultado. Posteriormente al montaje serán necesarias una serie de pruebas y pequeños ajustes antes de la puesta en marcha final de la máquina.

En este proyecto se han realizado los diseños de la máquina para poder ensamblar dos cajas de madera diferentes: caja de queso y cesta pequeña. Las máquinas están diseñadas de manera que simplemente ajustando las distancias en las guías se puedan ensamblar diferentes tamaños y modelos de cajas, por lo que solamente cambia de una máquina a otra las distancias y el dimensionamiento del subconjunto plataforma base, que hay que adaptarla para cada caja. Por lo que el proceso de montaje en gran parte es semejante para ambas.

El montaje de la máquina se subdivide en **5 grupos** diferentes:

- Montaje del conjunto que constituye la Estructura.
- Montaje del Subconjunto de guiado con succión (SS).
- Montaje del Subconjunto de guiado con empuje (SE).
- Montaje Subconjunto Plataforma base (Para caja de queso y cesta pequeña).
- Montaje Electroneumático y ajustes.

### 2.1. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA

La estructura se compone en su totalidad por elementos comerciales provistos por la empresa *Fasten Sietemas*. Para realizar el montaje de este conjunto es necesario disponer del **plano de montaje** de la estructura, adjunto en el “*Documento 3: Planos*” de este proyecto. En dicho plano se indican las distancias correspondientes al montaje de los perfiles de aluminio.

Para montar la estructura únicamente son necesarios los perfiles de aluminio cortados a medida y los elementos de unión.

La unión entre perfiles se realiza de la siguiente forma:

- 1) Se **mecanizan** los perfiles transversales con un taladro en ambos extremos de diámetro Ø15 mm y en los perfiles que se emplean como pilares, en el extremo inferior se mecaniza en la ranura central una rosca de diámetro Ø12 mm. Estos mecanizados se incluyen en el pedido del material. Las medidas vienen recomendadas por el fabricante (*Documento Planos N°10*).
- 2) Se procede a **unir** los pilares y perfiles transversales largos entre sí. Es recomendable utilizar una mesa de trabajo o una superficie horizontal por facilitar la ejecución del montaje:
  - a) Se selecciona uno de los pilares y uno de los laterales trasversales largos.
  - b) Se coloca el barrilete de los conectores perpendiculares en el orificio correspondiente de 15 mm de diámetro. El perfil se orienta de manera que el tornillo del barrilete este en la superficie superior del perfil.

- c) Se introduce la cabeza del vástago por la ranura de 10 mm del pilar y se gira para impedir su salida.
- d) Se introduce el vástago por el orificio central de uno de los extremos del perfil transversal largo de manera que atraviesa el barrilete y se ubica a la altura que le corresponde.
- e) Se atornilla el tornillo del barrilete mediante una llave Allen de métrica M6 fijando ambos perfiles al ejercer la cabeza del vástago presión contra la ranura del pilar.

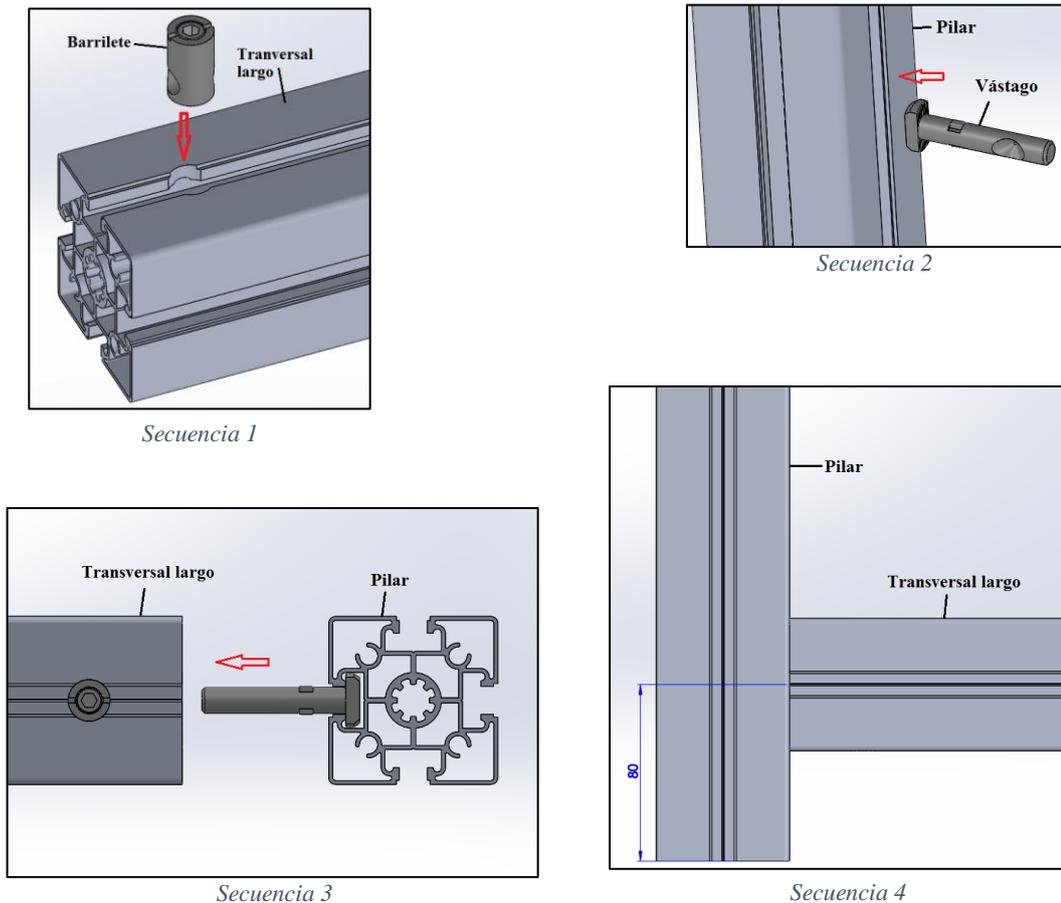
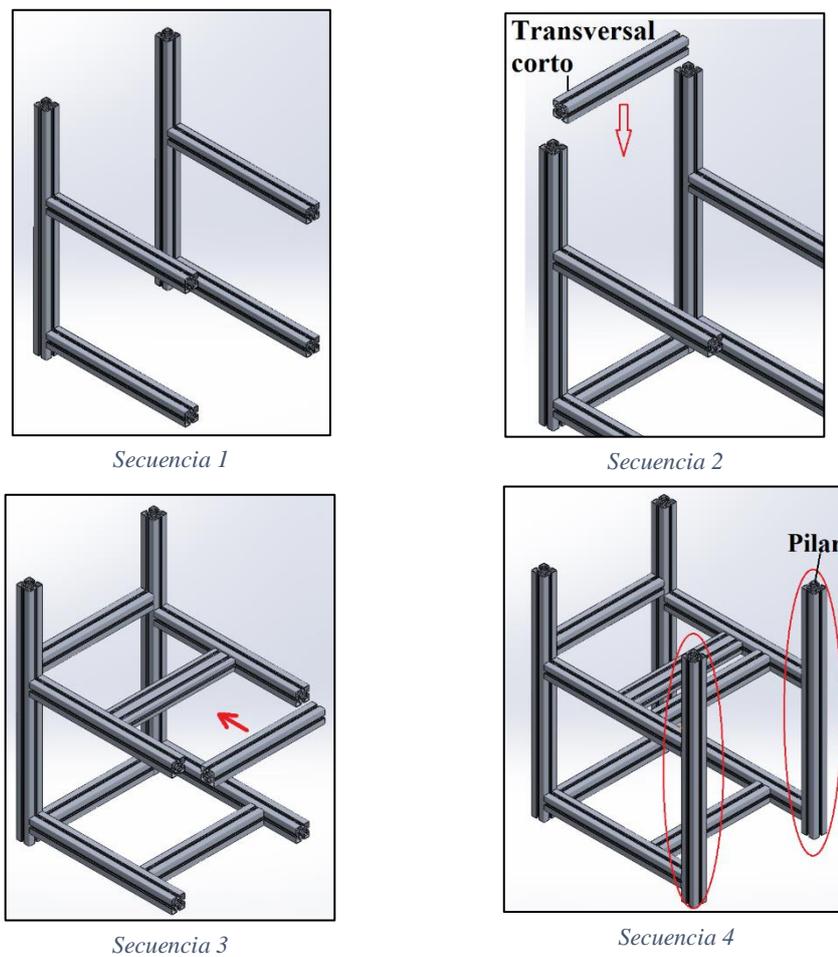


Figura 2.1. Unión entre perfiles

- f) Se conforman los 2 lados existentes entre pilar y perfiles transversales largos. Se emplea un nivel para asegurarse que los perfiles transversales se colocan en posición horizontal.
- 3) A continuación, se coge uno de los perfiles trasversales cortos y se unen de la misma forma entre los pilares de la construcción anterior.
- 4) Seguidamente, se introducen los perfiles transversales cortos y perfil rectangular y se unen mediante conectores en paralelo entre los perfiles transversales largos.
- 5) Para finalizar con el armazón de la estructura, se cogen los dos pilares restantes y se unen con conectores perpendiculares a los perfiles transversales largos como se ha explicado en el punto 2.



**Figura 2.2.** Montaje armazón estructura

Se emplea un **nivel** para asegurarse que los perfiles transversales se colocan en posición horizontal.

El montaje de la estructura se finaliza añadiendo los **elementos adicionales**: tapetas, ruedas con freno y tiradores en U.

- 1) Se colocan las tapetas en los extremos al descubierto de la parte superior de los pilares y se fijan ejerciendo presión.
- 2) Las ruedas con freno tienen un tornillo de M12 que se enrosca en la rosca previamente mecanizada en el extremo inferior del pilar.
- 3) Para fijar los tiradores en U al pilar, se emplean tornillos de cabeza hueca hexagonal ISO 4762 M8 x 55 - 28S.
  - a) Se mecanizan 2 taladros para permitir el paso de los tornillos de M8 a la altura que se indica en los planos.
  - b) Se coloca el tirador en la cara deseada y se fija por la otra cara mediante los tornillos, quedando el tornillo fijo contra la pared del pilar.

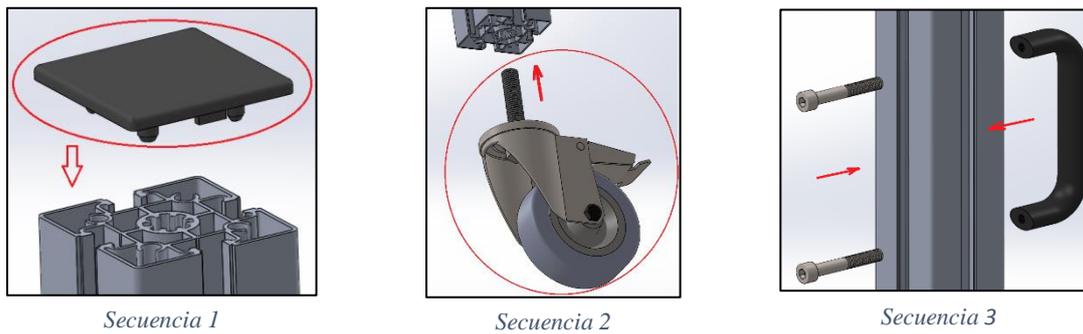


Figura 2.3. Montaje elementos adicionales

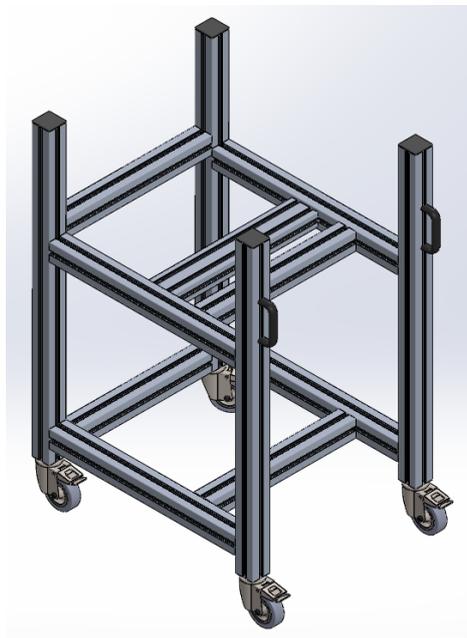


Figura 2.4. Conjunto estructura finalizada

Antes de proceder con el montaje del resto de subconjuntos se deben fijar a los pilares las **escuadras de fijación** donde se atornillan las varillas de acero inoxidable. Estas escuadras son las que transmiten el peso de los subconjuntos de guiado a la estructura. Se ubica una en cada una de las caras interiores de los pilares.

- 1) Se introduce un tornillo de cabeza martillo de M8x20 mm en los 2 orificios de la cara de mayor superficie de la escuadra y se introduce la cabeza por la ranura de 10 mm del perfil de aluminio.
- 2) Se colocan las escuadras a **17 mm** de distancia desde la cara superior del pilar hasta el canto más próximo de la escuadra. Se alinea con el perfil y se fija al pilar con una mordaza de sujeción a la distancia indicada.
- 3) Mediante unas tuercas valona de M8 se atornillan los tornillos y se quedan fijos al pilar ejerciendo presión contra las paredes de la ranura. Se emplea una llave fija de métrica 8.

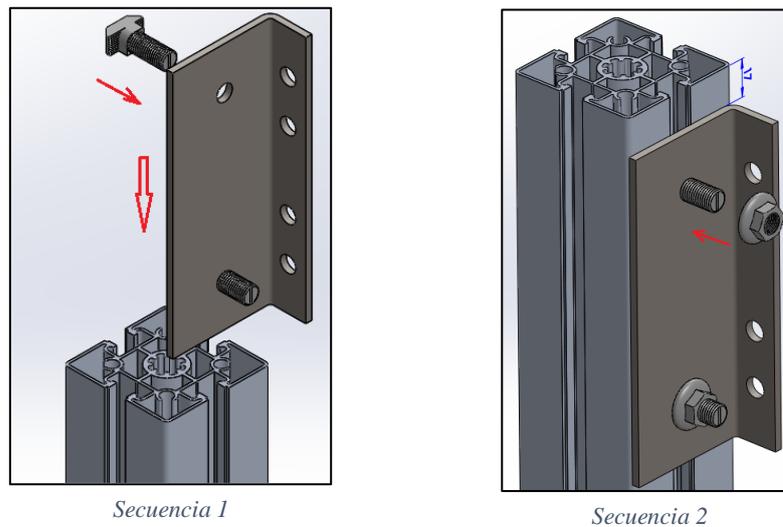


Figura 2.5. Montaje escuadra fijación

## 2.2. MONTAJE DEL SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)

Este subconjunto se compone por unas varillas y unas piezas que se introducen en ellas a través de los orificios que se han mecanizado en dichas piezas. Entre ellas están las piezas móvil guía, a las que se atornillan otra serie de varillas que albergan otra serie de piezas. Las varillas que quedan libres a sus extremos se atornillan a las escuadras de fijación explicadas en el punto anterior.

El montaje se va a llevar a cabo en **2 bloques** diferentes:

- Grupo de piezas de guiado
- Grupo de piezas de apoyo

Se preparan ambos grupos por separado antes de proceder al montaje:

- Grupo de piezas de guiado (SS)
  - 1) En primer lugar, se atornillan las escuadras de fijación de los cilindros del subconjunto en las piezas guía móviles y piezas guía fijas.
    - a) Las escuadras de fijación anteriores se atornillan a las piezas guía fijas mediante **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-22S**. Estos tornillos van enroscados a la pieza.
    - b) Las escuadras de fijación posteriores se fijan a las piezas guía móviles mediante **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 40-22S**. Se enroscan por la otra cara empleando una arandela y una tuerca de la misma métrica.
  - 2) Se cogen 2 varillas de guiado (SS) y se introducen 2 piezas guía fijas y 2 piezas guía móviles. Se preparan 2 montajes que se colocarán paralelamente en la estructura.

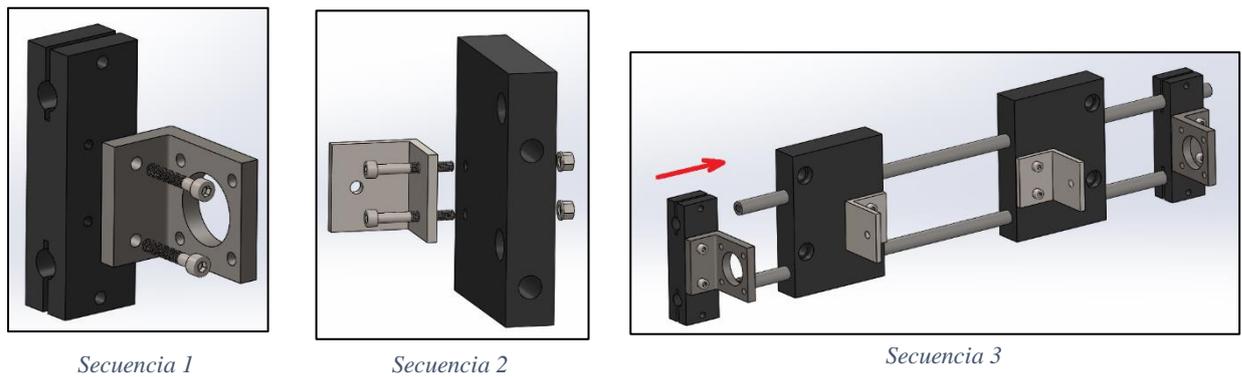


Figura 2.6. Montaje grupo de piezas de guiado (SS)

- Grupo de piezas de apoyo (SS)

- 1) Se atornillan las escuadras de apoyo a las piezas guía de apoyo utilizando 2 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-22S** para fijar cada pieza. Se atornillan a una arandela y una tuerca por la otra cara.
- 2) Se cogen 2 varillas de apoyo (SS) y se introducen 2 piezas guía de apoyo, 2 muelles, 2 anillos de ajuste y la pieza de fijación del cilindro de vacío.

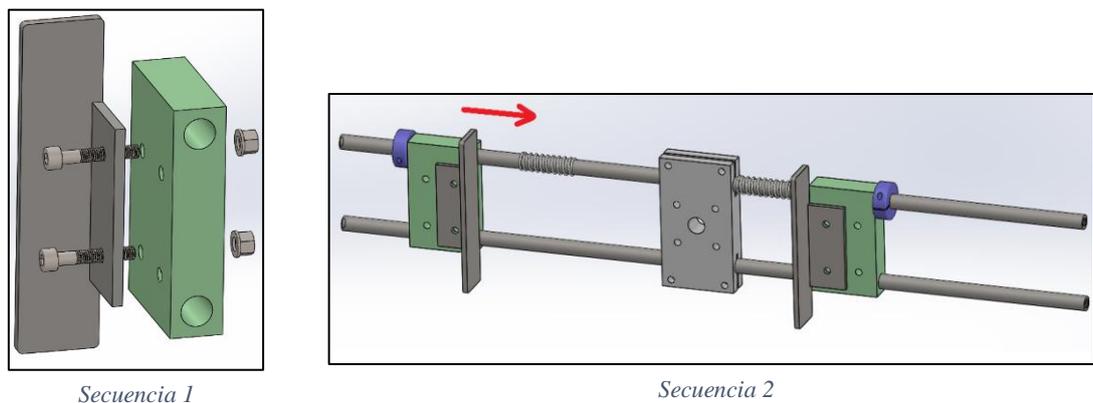


Figura 2.7. Montaje grupo de piezas apoyo (SS)

Una vez que se tienen los dos grupos de piezas preparados, se unen ambos grupos:

- 1) Se colocan los extremos de las varillas de apoyo entre las piezas guías móviles y se encajan en los orificios correspondientes.
- 2) Se introduce una arandela en el orificio y se atornilla la varilla a la pieza mediante un **tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S**.

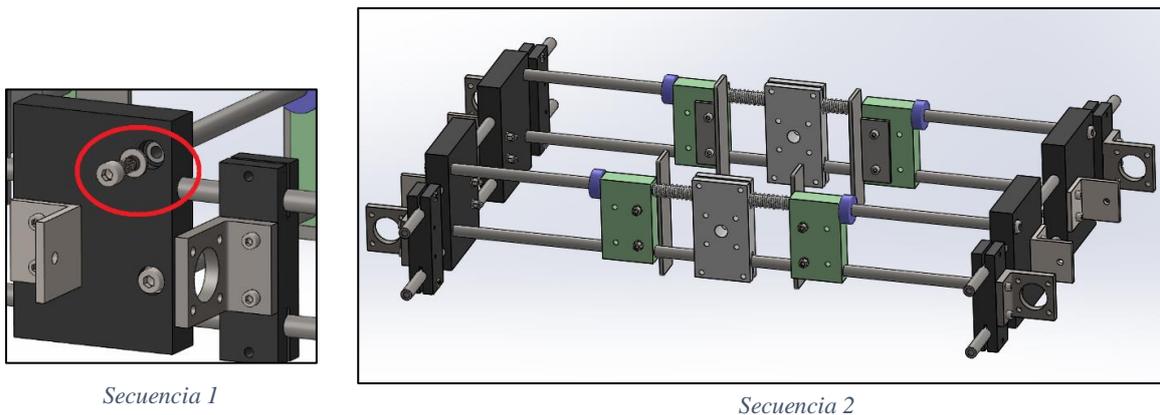


Figura 2.8. Montaje subconjunto de guiado con succión

### 2.3. MONTAJE SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)

Este subconjunto se compone por unas varillas y unas piezas que se introducen en ellas a través de los orificios que se han mecanizado en dichas piezas. Entre ellas están las piezas móvil guía, a las que se atornillan otra serie de varillas que albergan otra serie de piezas. Las varillas que quedan libres a sus extremos se atornillan a las escuadras de fijación explicadas al final del montaje de la estructura.

El montaje se va a llevar a cabo en **2 bloques** diferentes:

- Grupo de piezas de guiado
- Grupo de piezas de apoyo

Se preparan ambos grupos por separado antes de proceder al montaje:

- Grupo de piezas de guiado (SE)

\*\*Este bloque se monta de forma semejante al del apartado 2.2 (Grupo de piezas de guiado (SS)).

- Grupo de piezas de apoyo (SE)

En este grupo se introduce el alojamiento de la columna de refuerzo por lo que hay que hacer el montaje previo de dicho conjunto:

- 1) Se atornilla la base del alojamiento a la parte inferior de la pared mediante 3 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 12-12S**.
- 2) Se atornillan los 2 perfiles angulares a la pared mediante 2 **tornillos de cabeza avellanada hexagonal hueca ISO 10642 - M4 x 12 - 12S** desde el interior y se sujetan mediante una arandela y una tuerca por la otra cara.
- 3) Se atornilla el fleje guía a la parte frontal de la base, empleando 2 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 6-6S** que se enroscan a la base. El lado dependerá de la ubicación del alojamiento.

- 4) Por último, se atornilla la pieza de fijación Alojamiento-varillas a una de las caras de la parte exterior de la pared (dependiendo de la ubicación del alojamiento) empleando **tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 25-25S**. Se atornillan directamente a la pared.

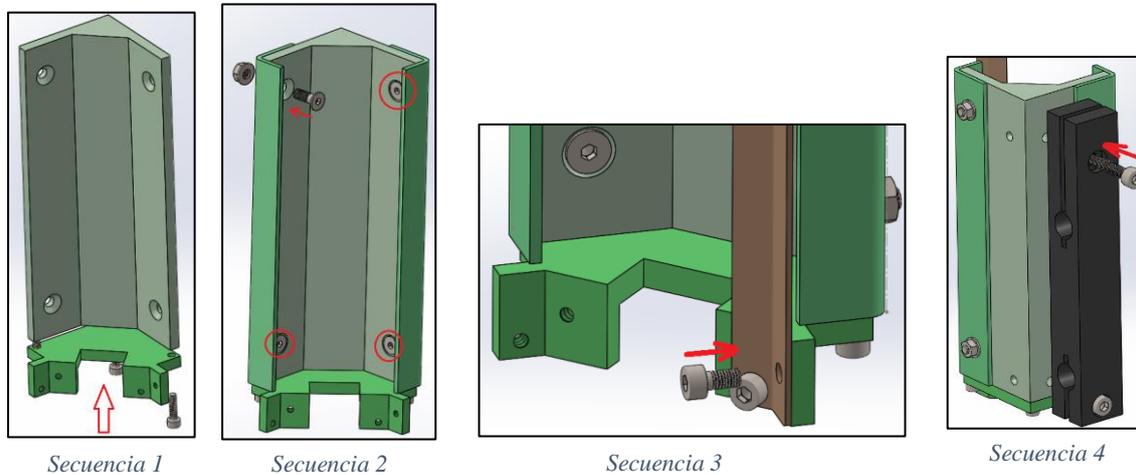


Figura 2.9. Montaje Alojamiento columna de refuerzo

Una vez que se tienen los alojamientos preparados se procede a montar el grupo de piezas de apoyo:

- 1) Se cogen 2 varillas de apoyo (SE) y se introducen dos alojamientos para columnas para el lado derecho e izquierdo y en la parte central la pieza de fijación de cilindro de empuje.

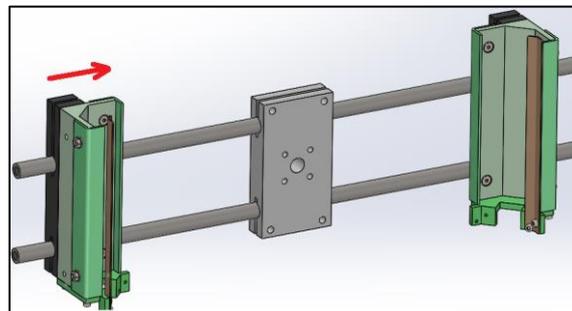
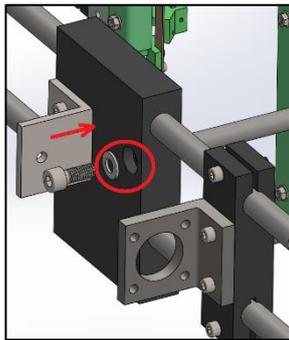


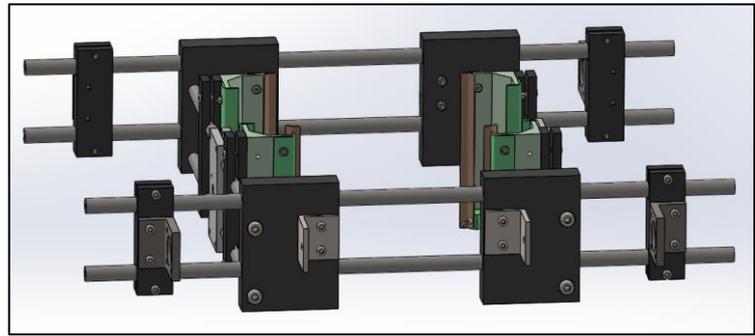
Figura 2.10. Montaje grupo de piezas de apoyo (SE)

Con los 2 grupos preparados se unen entre sí como en el subconjunto anterior:

- 1) Se colocan los extremos de las varillas de apoyo entre las piezas guías móviles y se encajan en los orificios correspondientes.
- 2) Se introduce una arandela en el orificio y se atornilla la varilla a la pieza mediante un **tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S**.



Secuencia 1

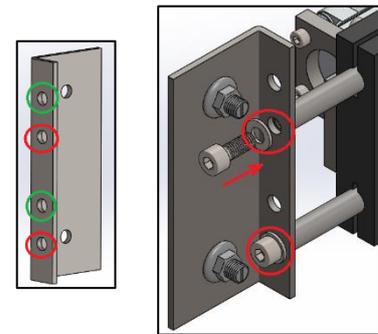


Secuencia 2

**Figura 2.11.** Montaje Subconjunto de guiado con empuje (SE)

Con los dos subconjuntos montados, se atornillan por los extremos de las varillas que se han quedado libres a las escuadras de fijación de los pilares empleando **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S**. En la escuadra se pueden observar 4 orificios, 2 corresponden a las varillas del subconjunto de guiado por succión y los 2 restantes al otro subconjunto. Se muestra en la siguiente figura:

- Subconjunto de guiado por succión (SS)
- Subconjunto de guiado por empuje (SE)



**Figura 2.12.** Montaje Varillas de subconjuntos a escuadras de fijación

## 2.4.MONTAJE DEL SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE

El subconjunto plataforma base se compone básicamente de la base de apoyo y un bloque de piezas que intervienen con la sujeción de la base de la caja y la elevación de la solapa. Este subconjunto se ancla a la estructura por medio de un cilindro neumático que permite que la plataforma se eleve para entregar la caja y baje para comenzar con el ensamblado.

Por tanto, se diferencian 3 montajes:

- Grupo de piezas que intervienen con la caja.
- Montaje base de apoyo.
- Anclaje del subconjunto a la estructura.

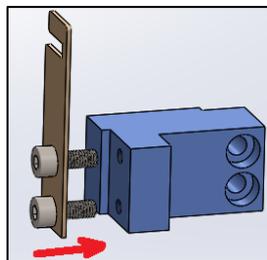
- Montaje grupo de piezas que intervienen con la caja

Este conjunto de piezas es válido para el ensamblaje de cualquiera de las cajas que se quieran ensamblar.

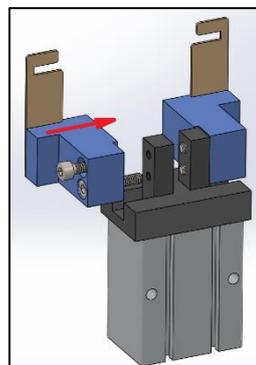
- 1) En primer lugar, se atornillan los ganchos a cada una de las piezas denominadas “extensión pinza”, mediante 2 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10-10S** enroscados en el rebaje frontal de la extensión.
- 2) Se coge una de las pinzas neumáticas y se atornillan a sus pinzas por la parte exterior el conjunto extensión-gancho montado en el punto anterior. Se emplean **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 20-20S** que se enroscan directamente.
- 3) A continuación, se coge uno de los soportes en U y se atornilla la pinza neumática en su parte central por la parte interior del soporte. Se utilizan para ello 2 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 20-20S** junto a 2 arandelas y se atornilla por la cara exterior del soporte en U.

Con la pinza puesta en su sitio, se procede a incluir la parte que permite que la solapa de la base de la caja se eleve:

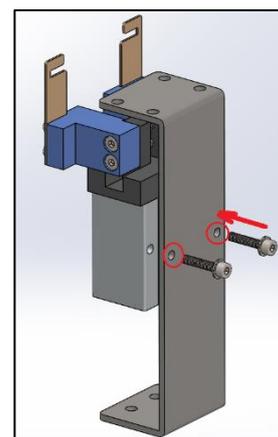
- 4) Se atornilla la escuadra elevadora al vástago de uno de los cilindro de carrera corta ( $\varnothing 16$  x S5) con un **tornillo de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10-10S**.
- 5) Se introduce el cilindro con la escuadra justo debajo de la pinza neumática y se atornilla el cilindro al soporte en U por la cara exterior del soporte con 2 **tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 16 - 16S** enroscados al cilindro.
- 6) Por último, se coloca la parte de la guía en contacto con la superficie de la pinza desde la parte inferior y se une con la otra parte en la posición que corresponde. Se atornillan ambas piezas a la pinza empleando 2 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 25-25S**.



Secuencia 1



Secuencia 2



Secuencia 3

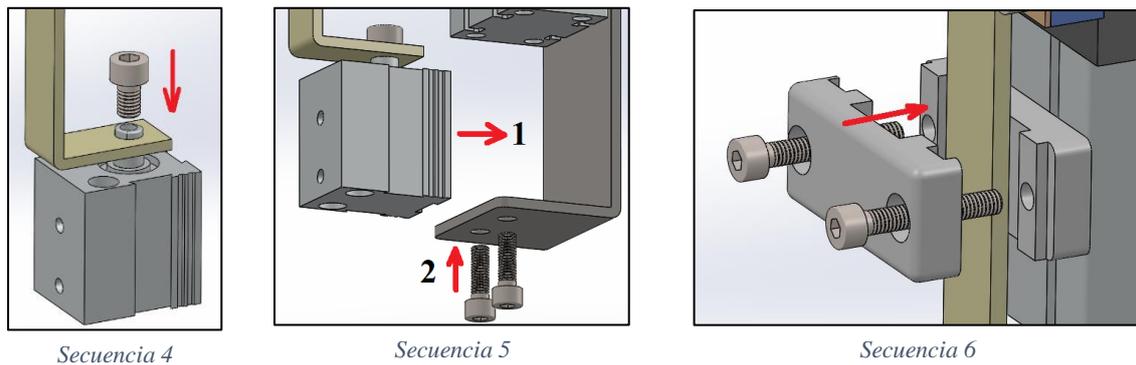


Figura 2.13. Montaje de grupo de piezas que intervienen con la caja

- Montaje base de apoyo

Las dimensiones de la base de apoyo varían en función de la caja que se vaya a configurar. Dependiendo de si la caja tiene solo un anclaje en la base o 2 anclajes en un lateral y uno en el otro, el número de bloques como el que se ha montado en el punto anterior varía entre 4 o 6. Por lo demás el montaje se lleva a cabo de forma semejante.

- 1) Por facilitar el montaje, primero se fija el vástago con antirotación del cilindro neumático compacto ( $\varnothing 32 \times S125$ ) a la base introduciendo 2 **tornillos de cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 25-25S** por la cara superior de la base y se atornillan a 2 tuercas delgadas por la cara inferior del vástago con antirotación.
- 2) A continuación, se fija el bloque de piezas que intervienen con la caja en su posición correspondiente con 4 **tornillos de cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 20-20S** por la cara superior de la base y se atornillan a una arandela y una tuerca por la parte interior del soporte en U.

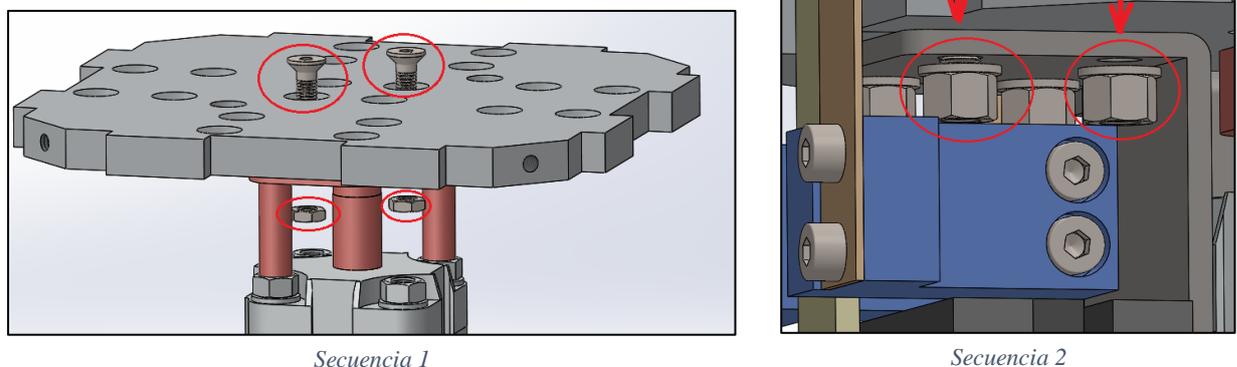


Figura 2.14. Montaje base de apoyo

- 3) Se introduce un **tornillo de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 12-12S** en cada orificio del chaflán de la base de apoyo.

Con el subconjunto base montado, se procede a anclarlo en la estructura de la máquina, concretamente en el perfil transversal rectangular de 45x90 mm.

- 1) Primero, se atornilla la placa base de fijación al cilindro neumático central utilizando 4 **tornillos de cabeza avellanada hexagonal ISO 10642 - M5 x 30 - 30S**.
- 2) Se atornilla la placa base mediante tornillos de cabeza martillo M8x20 mm y tuercas valona al perfil, introduciendo la cabeza del tornillo por las ranuras de 10 mm del perfil.

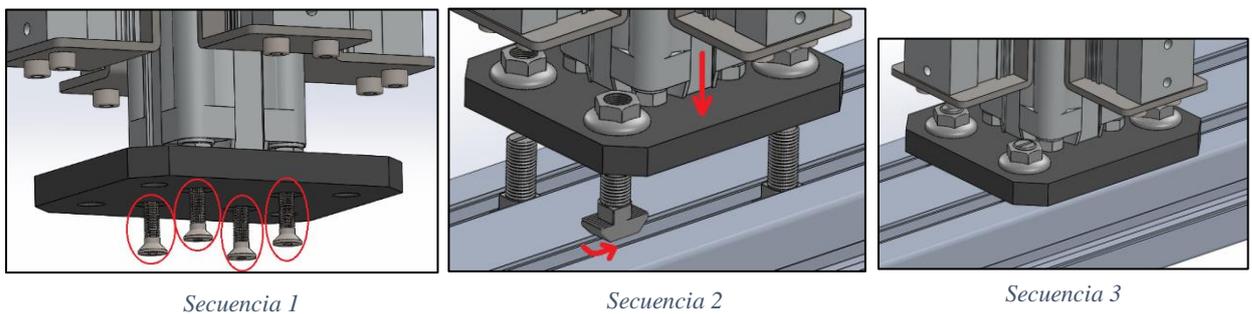


Figura 2.15. Anclaje subconjunto plataforma base a estructura

El anclaje se realiza justamente en la parte central del perfil transversal rectangular.

## 2.5. MONTAJE ELECTRONEUMÁTICO

Para finalizar con el montaje completo de la máquina, se añaden los cilindros neumáticos que permiten los movimientos para el ensamblado de la caja de madera y sus fijaciones.

- 1) Tanto los cilindros compactos de  $\text{Ø}32 \times \text{S}35$  como los de  $\text{Ø}32 \times \text{S}15$  se atornillan a la pieza de fijación anterior mediante 4 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 20-20S** y el vástago a la pieza de fijación posterior empleando un **tornillo de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10 - 10S**.

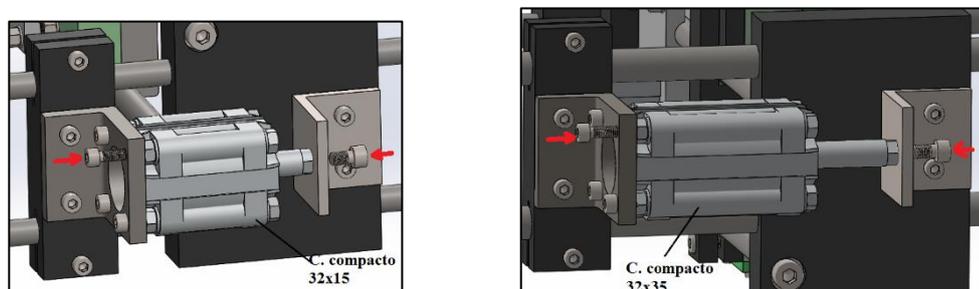


Figura 2.16. Montaje cilindros del exterior

- 2) Los cilindros de vacío y de empuje se atornillan a sus piezas de fijación correspondientes. Los cilindros de empuje con 4 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 30-22S** y los

cilindros de vacío con 4 tornillos de **M5** y misma longitud. Se atornillan por la cara interior de las piezas de fijación y se enroscan en el mismo cilindro, fijándolos contra la pieza.

Adicionalmente, al cilindro de empuje se le enrosca un tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 25 - 25S y al cilindro de vacío una ventosa.

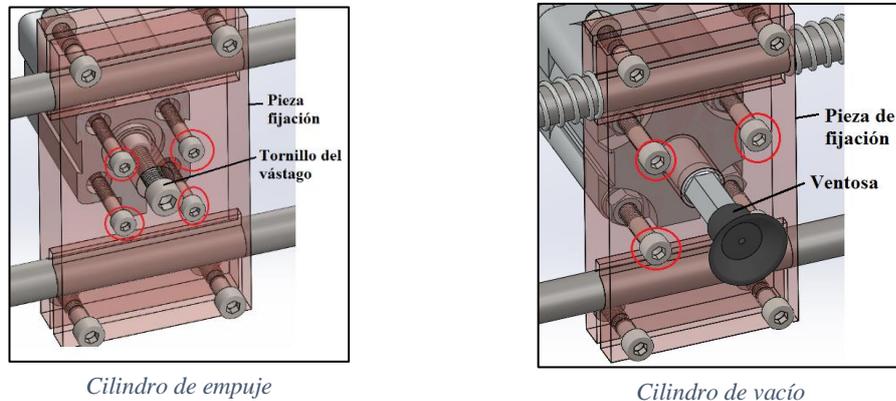


Figura 2.17. Montaje cilindros empuje y vacío

## 2.6. AJUSTES

Se realizan 3 ajustes:

- Piezas guía fijas
- Piezas de fijación de cilindros de empuje y vacío
- Alojamiento de columnas de refuerzo

Los dos primeros se fijan a las varillas mediante 4 **tornillos de cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 30-22S**, atornillando tanto en la parte superior como inferior de las piezas por un lado y por el otro con una arandela y una tuerca.

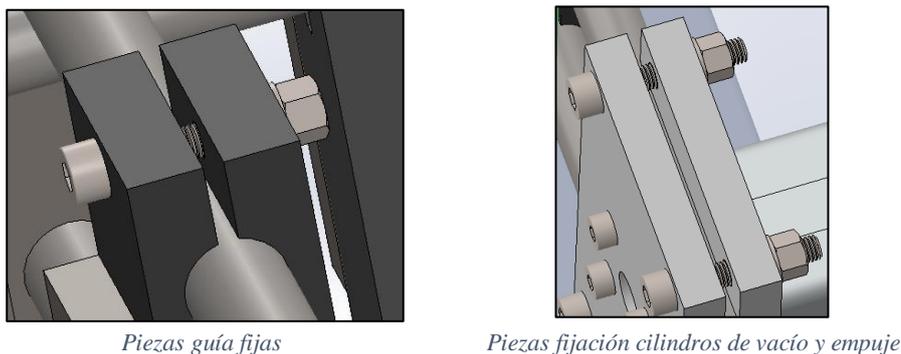


Figura 2.18. Fijación pieza guía fija y pieza fijación cilindros empuje y vacío

- 1) Las piezas de fijación de cilindros se ubican centradas con respecto a la longitud de la varilla.



- 2) Las piezas de fijación :
  - a) Máquina cajas de queso:
    - *Subconjunto de guiado por succión (SS)*: Se sitúa a **50 mm** desde la cara interior de la escuadra de fijación hasta la cara más próxima de la pieza guía de fijación.
    - *Subconjunto de guiado por empuje (SE)*: Se sitúa a **98 mm** desde la cara interior de la escuadra de fijación hasta la cara más próxima de la pieza guía de fijación.
  - b) Máquina cesta pequeña:
    - *Subconjunto de guiado por succión (SS)*: Se sitúa a **40 mm** desde la cara interior de la escuadra de fijación hasta la cara más próxima de la pieza guía de fijación.
    - *Subconjunto de guiado por empuje (SE)*: Se sitúa a **38 mm** desde la cara interior de la escuadra de fijación hasta la cara más próxima de la pieza guía de fijación.
- 3) Los alojamientos de las columnas de refuerzo:
  - a) Máquina cajas de queso: **148 mm** entre caras interiores de piezas de fijación alojamiento-columnas ubicadas respecto el eje de simetría.
  - b) Máquina cesta pequeña: **168 mm** entre caras interiores de piezas de fijación alojamiento-columnas ubicadas respecto el eje de simetría.

Al margen de estos ajustes, cuando se realice el montaje hay que calibrar la máquina para que el ensamblaje se efectúe adecuadamente.

El conjunto de la máquina final se muestra en el documento *Planos*.



### 3. DIRECTRICES GENERALES ELABORACIÓN EXPEDIENTE TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN

Cuando la máquina diseñada sea ejecutada en su totalidad y se realice su puesta en marcha, la empresa Sincla S.L. pretende comercializar con la misma, por lo que debe atenerse a los requerimientos establecidos en la **Directiva 2006/42/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas. Esta Directiva tiene por objeto facilitar la libre circulación de máquinas en el mercado europeo, garantizando un elevado nivel de protección para la seguridad y salud de trabajadores y consumidores.

Para el desarrollo de este capítulo se van a considerar las directrices indicadas en el **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, la cual corresponde a la trasposición al derecho español de la directiva mencionada.

En el **Anexo I** del Real Decreto, se establece los requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas. Estos requisitos son en primera instancia de carácter obligatorio, los cuales deben ser considerados por el fabricante durante el desarrollo del diseño y construcción de la máquina. De esta forma se pretende garantizar que la máquina sea segura, es decir, que la máquina no dará lugar a lesiones o daños para la salud durante su vida útil previsible.

Por tanto, para poder comercializar con la máquina es necesario la elaboración de un **expediente técnico de construcción**, donde se demuestra que el diseño, fabricación y funcionamiento de la máquina es conforme a los requisitos esenciales. En el **Anexo VII** del mismo Real Decreto se indica la documentación pertinente que debe tener un expediente técnico para su correcta elaboración.

El expediente debe estar constituido por la siguiente documentación:

- **Descripción** general de la máquina.
- **Planos** de conjunto, de circuitos de mando e información necesaria para la correcta comprensión de su funcionamiento.
- Planos detallados y completos, acompañados de **certificados**, cálculos e información necesaria para corroborar la conformidad de acuerdo a los requisitos de seguridad y salud.
- Documentación relativa a la **evaluación de riesgos**.
- **Normas y especificaciones técnicas** utilizadas en relación a los requisitos esenciales.
- **Manual de instrucciones** de la máquina.
- **Declaración CE de conformidad y marcado CE** de la máquina



El expediente técnico debe elaborarse en una o más de las lenguas oficiales de la Comunidad Europea. La documentación técnica debe estar disponible al menos durante 10 años a partir de la fecha de fabricación de la máquina.

Uno de los documentos que se deben añadir, como se ha indicado, es una copia de la **declaración CE de conformidad** de la máquina. Mediante este documento escrito el fabricante o representante establecido en la Unión Europea declara que el producto con el que se comercializa satisface todos los requisitos esenciales de las distintas Directivas de aplicación. Se muestra a continuación un ejemplar orientativo para la realización de este documento:

<p style="text-align: center;"><b>DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD</b> (si se sigue el procedimiento de evaluación de la conformidad con control interno de fabricación, según la Directiva 2006/42/CE, Anexo II, apartado A)</p> <p>El fabricante (razón social): ..... domiciliado en (dirección completa): ..... o, (si ha lugar)</p> <p>El representante (razón social): ..... domiciliado en (dirección completa): ..... en nombre del fabricante (razón social): ..... domiciliado en (dirección completa): .....</p> <p>Persona facultada para reunir el expediente técnico (razón social): ..... domiciliado en (dirección completa): .....</p> <p>DECLARO, bajo mi responsabilidad, que la máquina (denominación): ..... tipo / modelo : ..... serie / número de serie : ..... función: .....</p> <p>- es conforme con las disposiciones de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2006/42/CE y - está, además, en conformidad con las disposiciones de las Directivas europeas siguientes (indicar las referencias de las Directivas pertinentes): .....(Referencia ..... / ...../CE) .....(Referencia ..... / ...../CE) .....(Referencia ..... / ...../CE)</p> <p>y que :</p> <p>- se han aplicado las normas armonizadas siguientes (indicar la referencia de las normas pertinentes): .....(Referencia y fecha) .....(Referencia y fecha) .....(Referencia y fecha)</p> <p>- se han aplicado las normas nacionales o internacionales y especificaciones técnicas siguientes (indicar la referencia de los proyectos de norma europea o de las normas o especificaciones pertinentes): .....(Referencia y fecha) .....(Referencia y fecha) .....(Referencia y fecha)</p> <p>Firmado en (lugar), ..... , el (fecha) .....</p> <p>..... (firma) ..... (nombre y cargo del signatario apoderado para vincular al fabricante o, en su caso, al representante)</p>
---

Figura 3.1. Ejemplar orientativo declaración CE de conformidad (Fuente: www.insht.es)



Por lo tanto, cuando se lleve a cabo la máquina un técnico especializado tendrá que realizar el expediente técnico de seguridad con objeto de conseguir la acreditación europea y posibilitar su comercialización.

En Pamplona, 20 de junio de 2017.

Fdo: Xabier Frances Oiz, estudiante de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

“Diseño de una máquina para ensamblar cajas de  
madera de la empresa Sincla”



*DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO*

Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales  
(Mención Mecánica)

Trabajo Fin de Grado

Autor: XABIER FRANCES OIZ

Director: SARA MARCELINO SADABA

Pamplona, junio de 2017





## ÍNDICE DEL CONTENIDO

<b>1. OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DISEÑO DEL PROYECTISTA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. COSTES MATERIALES.....</b>	<b>5</b>
3.1. COSTES DE ELEMENTOS COMERCIALES .....	5
3.2. COSTES DE ELEMENTOS NO COMERCIALES.....	8
<b>4. MONTAJE Y PRUEBAS.....</b>	<b>25</b>
<b>5. COSTE TOTAL DE LA MÁQUINA DISEÑADA.....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Costes de oficina técnica.....	3
<b>Tabla 3.1.</b> Costes de operaciones de mecanizado de las piezas no comerciales .....	8
<b>Tabla 3.2.</b> Resumen de costes de elementos no comerciales (Máquina caja de queso) .....	9
<b>Tabla 3.3.</b> Resumen de costes de elementos no comerciales (Máquina cesta pequeña).....	10
<b>Tabla 3.4.</b> Costes de mecanizado Escuadra de fijación.....	11
<b>Tabla 3.5.</b> Costes de mecanizado Escuadra de fijación posterior c. neumático .....	11
<b>Tabla 3.6.</b> Costes de mecanizado Pieza guía fija (SS) .....	12
<b>Tabla 3.7.</b> Costes de mecanizado Pieza guía móvil derecha (SS).....	12
<b>Tabla 3.8.</b> Costes de mecanizado Pieza guía móvil izquierda (SS) .....	13
<b>Tabla 3.9.</b> Costes de mecanizado Pieza fijación cilindro de vacío .....	13
<b>Tabla 3.10.</b> Costes de mecanizado Pieza guía de apoyo .....	14
<b>Tabla 3.11.</b> Costes de mecanizado Escuadra de apoyo derecha .....	14
<b>Tabla 3.12.</b> Costes de mecanizado Escuadra de apoyo izquierda .....	15
<b>Tabla 3.13.</b> Costes de mecanizado Pieza guía fija (SE) .....	15
<b>Tabla 3.14.</b> Costes de mecanizado Pieza guía móvil derecha (SE).....	16
<b>Tabla 3.15.</b> Costes de mecanizado Pieza guía móvil izquierda (SE) .....	16
<b>Tabla 3.16.</b> Costes de mecanizado Pieza fijación cilindro de empuje.....	17
<b>Tabla 3.17.</b> Costes de mecanizado Base alojamiento columna.....	17
<b>Tabla 3.18.</b> Costes de mecanizado Pared alojamiento columna .....	18
<b>Tabla 3.19.</b> Costes de mecanizado Perfil angular .....	18
<b>Tabla 3.20.</b> Costes de mecanizado Fijación Alojamiento-Varillas .....	19
<b>Tabla 3.21.</b> Costes de mecanizado Base de apoyo caja de queso .....	19
<b>Tabla 3.22.</b> Costes de mecanizado Base de apoyo cesta pequeña.....	20



<b>Tabla 3.23.</b> Costes de mecanizado Soporte en U .....	20
<b>Tabla 3.24.</b> Costes de mecanizado Escuadra elevadora .....	21
<b>Tabla 3.25.</b> Costes de mecanizado Guía parte 1 .....	21
<b>Tabla 3.26.</b> Costes de mecanizado Guía Parte 2 .....	22
<b>Tabla 3.27.</b> Costes de mecanizado Extensión pinza.....	22
<b>Tabla 3.28.</b> Costes de mecanizado Gancho .....	23
<b>Tabla 3.29.</b> Coste total materiales .....	23
<b>Tabla 4.1.</b> Coste montaje y pruebas (Máquina caja de queso).....	25
<b>Tabla 4.2.</b> Coste montaje y pruebas (Máquina cesta pequeña).....	25
<b>Tabla 5.1.</b> Coste total de las máquinas diseñadas .....	27



## 1. OBJETO

En el presente documento se detallan los **costes** de ingeniería que supone la realización del diseño del proyectista, los costes pertenecientes a los materiales empleados, tanto comerciales como no comerciales, y los costes de puesta en marcha y mantenimiento de la máquina para ensamblar cajas de madera de la empresa Sincla, S.L.

Como se ha indicado en el documento 1 “*Memoria*”, éste documento del proyecto forma parte de uno de los **requerimientos** que deben cumplirse por exigencias del cliente, ya que los costes materiales de los elementos no comerciales de la máquina deben ser lo más sencillos posible pero funcionales y no deben ser superiores a **2000 €**.

## 2. DISEÑO DEL PROYECTISTA

En este capítulo se estudian los **costes de oficina técnica**. En la tabla que se muestra a continuación se observa el coste total en función del número de horas invertidas en cada fase del proyecto y del coste por hora trabajada. Se aplica un beneficio industrial del **9%**.

CONCEPTO	HORAS MANO OBRA	COSTO MANO OBRA (€/hora)	OTROS COSTOS (€)	TOTAL POR TAREA (€)
DISEÑO PRELIMINAR Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	10	30	5	305
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	10	30	0	300
DISEÑO Y AJUSTES (MÁQUINA CAJA DE QUESO)	45	30	0	1350
DISEÑO Y AJUSTES (MÁQUINA CESTA PEQUEÑA)	45	30	0	1350
REALIZACIÓN DE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	90	30	30	2730
<b>Subtotal bruto</b>	200	-	35	<b>6035</b>
Beneficio industrial (9%)				543,15
<b>Subtotal neto</b>				<b>6578,15</b>
<b>TOTAL (21% IVA)</b>				<b>7960</b>

Tabla 2.1. Costes de oficina técnica





### 3. COSTES MATERIALES

En el capítulo que sigue se analizan los costes derivados de los materiales empleados para llevar a cabo el diseño de la máquina. Se diferencian **dos apartados**, el correspondiente a los elementos comerciales y el de los no comerciales. En ambos casos se diferencian dos costes ya que dependiendo del modelo de la máquina (para caja de queso o cesta pequeña) el número de piezas empleadas no es el mismo.

#### 3.1. COSTES DE ELEMENTOS COMERCIALES

Los costes que se atribuyen a los elementos comerciales son los precios de venta que imponen los diferentes proveedores: *Fasten Sistemas*, *ASCO/Joucomatic Numatics*, *Vila-Inox e Hispanox* entre otros.

*Fasten Sistemas* es la empresa encargada de distribuir todos los elementos que conforman la estructura (perfiles de aluminio y accesorios). Se añade al precio de los perfiles un coste adicional de 1,05 € por taladro mecanizado, necesarios para introducir tanto los elementos de unión como las ruedas.

Los componentes y accesorios neumáticos que permiten el funcionamiento de la máquina se compran a la empresa *ASCO/Joucomatic Numatics*.

Las varillas de acero inoxidable empleadas como guías se compran a la empresa *Vila-Inox*, ubicada en Barcelona. Por lo que se añade al coste final 10,50 € por gastos de envío. Además, es necesario realizar un taladro roscado en cada uno de los extremos que suman un coste de 4,12 € por varilla.

Todos los elementos normalizados como tornillos, tuercas y arandelas se compran a la empresa Hispanox. La tornillería se selecciona de acero negro por ser más económico que los tornillos de acero galvanizado.

Los costes relacionados con el armario metálico donde se encuentran todos los controladores del funcionamiento electroneumático, cableado, sensores y otros accesorios neumáticos que se utilizan no se han analizado en detalle en este proyecto por lo que únicamente se indican precios orientativos que han sido proporcionados por *Sinca S.L.*

Se muestra en la siguiente página la tabla resumen de los costes de todos los elementos comerciales que componen la máquina para cada uno de los dos diseños que se han llevado a cabo.



<b>MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO</b>					
ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (€)	COSTO MATERIAL (€)	OTROS COSTES (€)	TOTAL POR ELEMENTO (€)
Perfil ligero 60x60 (Serie, canal 10 mm) [m]	8,6	20,28	174,41	21	195,41
Perfil ligero 45 x 90 (Serie, canal 10 mm) [m]	0,5	19,93	9,97	4,2	14,17
Conector perpendicular (Canal 10 mm)	12	1,81	21,72	0	21,72
Conector paralelo (Canal 10 mm)	8	1,81	14,78	0	14,48
Tapeta	4	0,93	3,72	0	3,72
Rueda con freno	4	21,03	84,12	0	84,12
Tirador en U	2	2,5	5	0	5
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 55 - 28S	4	0,86	3,44	0	3,44
Tornillo cabeza martillo M8x20	16	0,17	2,72	0	2,72
Tuerca valona M8	16	0,17	2,72	0	2,72
Escuadra alta-MS3, Cilindros Serie 449-D.32	8	7,2	57,6	0	57,6
Anillo de ajuste	4	0,9	3,6	0	3,6
Varilla de acero inoxidable Ø12 (F-3504) [m]	6,5	5,49	35,69	54,69	90,38
Varilla de acero inoxidable Ø15 (F-3504) [m]	2,6	8,62	22,41	21,73	44,14
Muelle de compresión Ø13x45	4	4,84	19,36	0	19,36
Fleje guía	4	0,5	2	0	2
<b>Subtotal (Estructura y partes subconjunto)</b>					<b>564,57</b>
Cilindro compacto (Ø32 x S15)	4	31,68	126,72	0	126,72
Cilindro compacto de vacío (Ø32 x S15)	2	180	360	0	360
Ventosa Ø25S	2	4,25	8,5	0	8,5
Cilindro compacto (Ø32 x S35)	4	37,08	148,32	0	148,32
Cilindro carrera corta (Ø20 x S15)	2	25,98	51,96	0	51,96
Cilindro carrera corta (Ø16 x S5)	4	26,22	104,88	0	104,88
Pinza paralela reducida neumática (Ø20 x S11)	4	189,55	758,2	0	758,2
Cilindro compacto con antirrotación del vástago (Ø32 x S125)	1	137,55	137,55	0	137,55
Armario metálico 700x500x200 con Placa M	1	112,11	112,11	0	112,11
Cableado [m]	-	-	-	0	263,8
Accesorios neumáticos	-	-	-	0	2500
<b>Subtotal (Componentes y Accesorios neumáticos)</b>					<b>4572,07</b>
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S	32	0,13	4,16	0	4,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 25 - 25S	2	0,08	0,16	0	0,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10 - 10S	12	0,09	1,08	0	1,08
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 20-20S	32	0,07	2,24	0	2,24
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 40-22S	16	0,45	7,2	0	7,2
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 25-25S	8	0,07	0,56	0	0,56
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-20S	64	0,4	25,6	0	25,6
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 16 - 16S	8	0,06	0,48	0	0,48
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 12-12S	4	0,05	0,2	0	0,2
Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 20-20S	20	0,07	1,4	0	1,4
Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 25-25S	2	0,08	0,16	0	0,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 30 - 20S	8	0,38	3,04	0	3,04
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 25-25S	8	0,06	0,48	0	0,48
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 20-20S	24	0,06	1,44	0	1,44
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 10-10S	16	0,05	0,8	0	0,8
Tornillo cabeza avellanada hexagonal hueca ISO 10642 - M4 x 12 - 12S	16	0,04	0,64	0	0,64
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 12-12S	12	0,06	0,72	0	0,72
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 6-6S	8	0,06	0,48	0	0,48
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø8	32	0,03	0,96	0	0,96
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø5	64	0,01	0,64	0	0,64
Arandela común de calidad A ISO 7089-Ø4	24	0,01	0,24	0	0,24
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	64	0,01	0,64	0	0,64
Tuerca hexagonal tipo 1 ISO-4032-M4-D-S	16	0,01	0,16	0	0,16
Tuerca hexagonal delgada de calidad AB ISO-4035-M5-S	2	0,04	0,08	0	0,08
<b>Subtotal (Elementos normalizados)</b>					<b>53,56</b>
<b>TOTAL</b>					<b>5190,2</b>



<b>MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA</b>					
ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (€)	COSTO MATERIAL (€)	OTROS COSTES (€)	TOTAL POR ELEMENTO (€)
Perfil ligero 60x60 (Serie, canal 10 mm) [m]	8,6	20,28	174,41	21	195,41
Perfil ligero 45 x 90 (Serie, canal 10 mm) [m]	0,5	19,93	9,97	4,2	14,17
Conector perpendicular (Canal 10 mm)	12	1,81	21,72	0	21,72
Conector paralelo (Canal 10 mm)	8	1,81	14,78	0	14,78
Tapeta	4	0,93	3,72	0	3,72
Rueda con freno	4	21,03	84,12	0	84,12
Tirador en U	2	2,5	5	0	5
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 55 - 28S	4	0,86	3,44	0	3,44
Tornillo cabeza martillo M8x20	16	0,17	2,72	0	2,72
Tuerca valona M8	16	0,17	2,72	0	2,72
Escuadra alta-MS3, Cilindros Serie 449-D.32	8	7,2	57,6	0	57,6
Anillo de ajuste	4	0,9	3,6	0	3,6
Varilla de acero inoxidable Ø12 (F-3504) [m]	6,5	5,49	35,69	54,69	90,38
Varilla de acero inoxidable Ø15 (F-3504) [m]	2,6	8,62	22,41	21,73	44,14
Muelle de compresión Ø13x45	4	4,84	19,36	0	19,36
Fleje guía	4	0,5	2	0	2
<b>Subtotal (Estructura y partes subconjunto)</b>					<b>564,57</b>
Cilindro compacto (Ø32 x S15)	4	31,68	126,72	0	100
Cilindro compacto de vacío (Ø32 x S15)	2	180	360	0	56
Ventosa Ø25S	2	4,25	8,5	0	10
Cilindro compacto (Ø32 x S35)	4	37,08	148,32	0	136
Cilindro carrera corta (Ø20 x S15)	2	25,98	51,96	0	40
Cilindro carrera corta (Ø16 x S5)	6	26,22	157,32	0	84
Pinza paralela reducida neumática (Ø20 x S11)	6	189,55	1137,3	0	108
Cilindro compacto con antirrotación del vástago (Ø32 x S125)	1	137,55	137,55	0	39
Armario metálico 700x500x200 con Placa M	1	112,11	112,11	0	112,11
Cableado	-	-	-	0	263,8
Accesorios neumáticos	-	-	-	0	2500
<b>Subtotal (Componentes y Accesorios neumáticos)</b>					<b>5003,61</b>
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M8 x 20-20S	32	0,13	4,16	0	4,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 25 - 25S	2	0,08	0,16	0	0,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M6 x 10 - 10S	14	0,09	1,26	0	1,26
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 20-20S	32	0,07	2,24	0	2,24
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 40-22S	16	0,45	7,2	0	7,2
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 25-25S	8	0,07	0,56	0	0,56
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 30-20S	64	0,4	25,6	0	25,6
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 16 - 16S	12	0,06	0,72	0	0,72
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M5 x 12-12S	4	0,05	0,2	0	0,2
Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 20-20S	24	0,07	1,68	0	1,68
Tornillo cabeza hexagonal avellanada hueca ISO 10642-M5 x 25-25S	2	0,08	0,16	0	0,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 30 - 20S	8	0,38	3,04	0	3,04
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 25-25S	12	0,06	0,72	0	0,72
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 20-20S	36	0,06	2,16	0	2,16
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M4 x 10-10S	24	0,05	1,2	0	1,2
Tornillo cabeza avellanada hexagonal hueca ISO 10642 - M4 x 12 - 12S	16	0,04	0,64	0	0,64
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 12-12S	12	0,06	0,72	0	0,72
Tornillo cabeza hexagonal hueca ISO 4762 M3 x 6-6S	8	0,06	0,48	0	0,48
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø8	32	0,03	0,96	0	0,96
Arandela común calidad A ISO 7089 -Ø5	72	0,01	0,72	0	0,72
Arandela común de calidad A ISO 7089-Ø4	28	0,01	0,28	0	0,28
Tuerca hexagonal de calidad C ISO - 4034 - M5 - S	72	0,01	0,72	0	0,72
Tuerca hexagonal tipo 1 ISO-4032-M4-D-S	16	0,01	0,16	0	0,16
Tuerca hexagonal delgada de calidad AB ISO-4035-M5-S	2	0,04	0,08	0	0,08
<b>Subtotal (Elementos normalizados)</b>					<b>55,82</b>
<b>TOTAL</b>					<b>5624</b>



### 3.2. COSTES DE ELEMENTOS NO COMERCIALES

El resto de piezas que completan el diseño de la máquina se han tenido que **fabricar** ya que la máquina también tiene partes que deben ser adaptadas para poder conformar la caja y que todas las piezas se ajusten correctamente entre sí. Para calcular el coste de cada una de ellas se ha tenido en cuenta por un lado el **coste del material** empleado y, por otro lado, el coste derivado por la sucesión de operaciones realizadas para su correspondiente **mecanizado**.

La empresa siderúrgica encargada de suministrar las láminas en bruto de acero y aluminio para la fabricación de las piezas metálicas es *ThyssenKrupp*. Para la fabricación de las piezas de plástico se ha empleado poliacetal (POM) y se ha escogido la marca comercial Delrin. El proveedor de las placas de plástico es *Bove-ag plásticos y elastómeros*.

Se han establecido los siguientes **precios** para cada **material**:

- Acero F-111: 2,5 €/kg
- Aleación de Aluminio F-5083: 7 €/kg
- Delrin (POM): 6 €/kg

Los costes de mecanizado de cada pieza se calculan atendiendo a dos criterios. Por un lado, se tiene en cuenta el **coste unitario** por operación de mecanizado utilizado y, por otro lado, se impone un **coste fijo** por la puesta en marcha de la máquina. Los precios estimados se indican a continuación:

OPERACIÓN	COSTE UNITARIO OPERACIÓN	COSTE PUESTA EN MARCHA
Corte	3,5 €/corte (6€/corte por láser)	0,20 € (0,8 € con láser)
Fresado	4 €/dm <sup>3</sup>	0,5 €
Taladrado	4 €/dm <sup>3</sup>	0,20 €
Doblado	5 €/doble	0,50 €

Tabla 3.1. Costes de operaciones de mecanizado de las piezas no comerciales

Las piezas en general son bastante sencillas por lo que no es necesario emplear procesos de fabricación especiales ni complejos para conformarlas. Tampoco es necesario una precisión micrométrica por lo que se utilizan máquinas de conformado estándar para que los precios no se eleven demasiado.

A parte de los costes directos, se tienen en cuenta también los **costes indirectos** de mecanizado, que se valoran en **50 €/hora**. Se estima una velocidad media genérica de mecanizado de 0,35 dm<sup>3</sup>/h y una velocidad de 0,09 dm<sup>3</sup>/h para las piezas más complejas.

A continuación, se resumen en las siguientes 2 tablas los costes provenientes de los elementos no comerciales para cada una de las máquinas diseñadas:

<b>MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO</b>									
	<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIÓN BRUTA</b>	<b>MASA (kg)</b>	<b>COSTE MATERIAL (€/kg)</b>	<b>COSTO MATERIAL (€)</b>	<b>COSTE MECANIZADO (€)</b>	<b>TOTAL POR ELEMENTO (€)</b>
<b>SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)</b>	Escuadra de fijación	8	F-111	79x145x3	0,31	2,5	0,775	5,88	53,21
	Escuadra fijación posterior	8	F-111	40x40x5	0,14	2,5	0,35	3,96	34,48
	Pieza guía fija (SS)	4	F-111	35x110x25	0,64	2,5	1,6	6,46	32,22
	Pieza guía móvil derecha (SS)	2	POM	95x130x25	0,39	6	2,34	9,25	23,17
	Pieza guía móvil izquierda (SS)	2	POM	95x130x25	0,39	6	2,34	9,25	23,17
	Pieza fijación cilindro de vacío	2	POM	60x110x20	0,12	6	0,72	8,29	18,02
	Pieza guía de apoyo	4	POM	55x90x20	0,01	6	0,06	5,96	24,06
	Escuadra de apoyo derecha	2	F-111	31x130x5	0,19	2,5	0,475	14,44	29,82
	Escuadra de apoyo izquierda	2	F-111	31x130x5	0,19	2,5	0,475	14,44	29,82
	<b>Subtotal</b>								<b>267,99</b>
<b>SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)</b>	Pieza guía fija (SE)	4	F-111	35x110x25	0,61	2,5	1,525	6,93	33,80
	Pieza guía móvil derecha (SE)	2	POM	95x130x25	0,37	6	2,22	10,71	25,87
	Pieza guía móvil izquierda (SE)	2	POM	95x130x25	0,37	6	2,22	10,71	25,87
	Pieza fijación cilindro de empuje	2	POM	60x110x20	0,12	6	0,72	8,29	18,02
	Base alojamiento columna	4	F-111	46x46x5	0,07	2,5	0,175	28,30	113,92
	Pared alojamiento columna	4	F-111	46x46x110	0,62	2,5	1,55	22,86	97,66
	Perfil angular	8	F-111	140x34x2	0,07	2,5	0,175	5,92	48,75
	Fijación Alojamiento-Varillas	4	F-111	22x140x20	0,4	2,5	1	6,81	31,23
	<b>Subtotal</b>								<b>395,13</b>
<b>SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE</b>	Base de apoyo (C. queso)	1	AA-5083	150x150x10	0,52	7	3,64	39,81	43,45
	Soporte en U	4	F-111	45x228x3	0,23	2,5	0,575	10,78	45,41
	Escuadra elevadora	4	F-111	16x160x3	0,057	2,5	0,1425	5,72	23,45
	Guía (Guía 1+2)	4	POM	45x20x15	0,013	6	0,078	8,21	33,14
	Extensión pinza	8	F-111	26x36,5x20	0,097	2,5	0,2425	4,65	39,13
	Gancho	8	F-111	50,2x15x1	0,005	2,5	0,0125	7,36	58,94
	<b>Subtotal</b>								<b>243,52</b>
	<b>TOTAL</b>								<b>906,64</b>

Tabla 3.2. Resumen de costes de elementos no comerciales (Máquina caja de queso)



<b>MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA</b>									
	<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>DIMENSIÓN BRUTA</b>	<b>MASA (kg)</b>	<b>COSTE MATERIAL (€/kg)</b>	<b>COSTO MATERIAL (€)</b>	<b>COSTE MECANIZADO (€)</b>	<b>TOTAL POR ELEMENTO (€)</b>
<b>SUBCONJUNTO DE GUIADO CON SUCCIÓN (SS)</b>	Escuadra de fijación	8	F-111	79x145x3	0,31	2,5	0,775	5,88	53,21
	Escuadra fijación posterior	8	F-111	40x40x5	0,14	2,5	0,35	3,96	34,48
	Pieza guía fija (SS)	4	F-111	35x110x25	0,64	2,5	1,6	6,46	32,22
	Pieza guía móvil derecha (SS)	2	POM	95x130x25	0,39	6	2,34	9,25	23,17
	Pieza guía móvil izquierda (SS)	2	POM	95x130x25	0,39	6	2,34	9,25	23,17
	Pieza fijación cilindro de vacío	2	POM	60x110x20	0,12	6	0,72	8,29	18,02
	Pieza guía de apoyo	4	POM	55x90x20	0,01	6	0,06	5,96	24,06
	Escuadra de apoyo derecha	2	F-111	31x130x5	0,19	2,5	0,475	14,44	29,82
	Escuadra de apoyo izquierda	2	F-111	31x130x5	0,19	2,5	0,475	14,44	29,82
	<b>Subtotal</b>								<b>267,99</b>
<b>SUBCONJUNTO DE GUIADO CON EMPUJE (SE)</b>	Pieza guía fija (SE)	4	F-111	35x110x25	0,61	2,5	1,525	6,93	33,80
	Pieza guía móvil derecha (SE)	2	POM	95x130x25	0,37	6	2,22	10,71	25,87
	Pieza guía móvil izquierda (SE)	2	POM	95x130x25	0,37	6	2,22	10,71	25,87
	Pieza fijación cilindro de empuje	2	POM	60x110x20	0,12	6	0,72	8,29	18,02
	Base alojamiento columna	4	F-111	46x46x5	0,07	2,5	0,175	28,30	113,92
	Pared alojamiento columna	4	F-111	46x46x110	0,62	2,5	1,55	22,86	97,66
	Perfil angular	8	F-111	140x34x2	0,07	2,5	0,175	5,92	48,75
	Fijación Alojamiento-Varillas	4	F-111	22x140x20	0,4	2,5	1	6,81	31,23
	<b>Subtotal</b>								<b>395,13</b>
<b>SUBCONJUNTO PLATAFORMA BASE</b>	Base de apoyo (Cesta pequeña)	1	AA-5083	175x275x10	1,16	7	8,12	47,17	55,29
	Soporte en U	6	F-111	45x228x3	0,23	2,5	0,575	10,78	68,11
	Escuadra elevadora	6	F-111	16x160x3	0,057	2,5	0,1425	5,72	35,17
	Guía (Guía 1+2)	6	POM	45x20x15	0,013	6	0,078	8,21	49,71
	Extensión pinza	12	F-111	26x36,5x20	0,097	2,5	0,2425	4,65	58,70
	Gancho	12	F-111	50,2x15x1	0,005	2,5	0,0125	7,36	88,42
		<b>Subtotal</b>							
	<b>TOTAL</b>								<b>1018,52</b>

Tabla 3.3. Resumen de costes de elementos no comerciales (Máquina cesta pequeña)

En las tablas que se muestran a continuación se proporciona de forma más detallada el **coste de mecanizado** de cada una de las piezas no comerciales que componen la máquina.

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Escuadra de fijación 	Corte	3,5	€/CORTE	0	0	0	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0012	0,2	0,2048	
	Doblado	5	€/DOBLE	1	0,5	5,5	
	Coste directo mecanizado						5,7048
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00120		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00343			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>5,88</b>
							0,1714

Tabla 3.4. Costes de mecanizado Escuadra de fijación

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Escuadra fijación posterior c. neumático 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7000	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00041	0,2	0,2016	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						3,9016
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00041		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00117			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>3,96</b>
							0,0586

Tabla 3.5. Costes de mecanizado Escuadra de fijación posterior c. neumático

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía fija (SS) 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,700	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,004	0,5	0,516	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,010	0,2	0,240	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,456
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,01400		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,04000			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>6,46</b>

Tabla 3.6. Costes de mecanizado Pieza guía fija (SS)

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía móvil derecha (SS) 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,003	0,5	0,512	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,03	0,2	0,32	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,532
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,03300		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,09429			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>9,25</b>

Tabla 3.7. Costes de mecanizado Pieza guía móvil derecha (SS)

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía móvil izquierda (SS)  	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,003	0,5	0,512	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,030	0,2	0,32	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,532
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,03300		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,09429			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>4,714</b>
							<b>9,25</b>

Tabla 3.8. Costes de mecanizado Pieza guía móvil izquierda (SS)

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza fijación cilindro de vacío  	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0065	0,5	0,526	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0200	0,2	0,28	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,506
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,02650		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,07571			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>3,786</b>
							<b>8,29</b>

Tabla 3.9. Costes de mecanizado Pieza fijación cilindro de vacío

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía de apoyo 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,014	0,2	0,256	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						3,956
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,01400		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,04000			2
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>5,96</b>

Tabla 3.10. Costes de mecanizado Pieza guía de apoyo

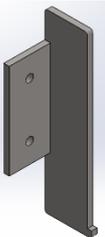
PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Escuadra de apoyo derecha 	Corte	3,5	€/CORTE	4	0,2	14,2	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00024	0,2	0,201	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						14,401
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00024		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00069			0,0343
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>14,44</b>

Tabla 3.11. Costes de mecanizado Escuadra de apoyo derecha

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Escuadra de apoyo izquierda 	Corte	3,5	€/CORTE	4	0,2	14,2	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00024	0,2	0,201	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						14,401
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00024		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00069			0,0343
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>14,44</b>

Tabla 3.12. Costes de mecanizado Escuadra de apoyo izquierda

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía fija (SE) 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0032	0,5	0,5128	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,014	0,2	0,256	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,4688
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,01720		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,04914			2,4571
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>6,93</b>

Tabla 3.13. Costes de mecanizado Pieza guía fija (SE)

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía móvil derecha (SE) 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,003	0,5	0,512	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,040	0,2	0,36	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,572
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,04300		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,12286			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>6,1429</b>
							<b>10,72</b>

Tabla 3.14. Costes de mecanizado Pieza guía móvil derecha (SE)

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza guía móvil izquierda (SE) 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,003	0,5	0,512	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,040	0,2	0,36	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,572
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,04300		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,12286			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>6,1429</b>
							<b>10,72</b>

Tabla 3.15. Costes de mecanizado Pieza guía móvil izquierda (SE)

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pieza fijación cilindro de empuje 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0065	0,5	0,526	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,020	0,2	0,280	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,506
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,02650		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,07571			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>8,29</b>

Tabla 3.16. Costes de mecanizado Pieza fijación cilindro de empuje

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Base alojamiento columna 	Corte	3,5	€/CORTE	3	0,2	10,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,030	0,5	0,62	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00021	0,2	0,2008	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						11,5208
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,03021		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,33567			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>16,7833</b>

Tabla 3.17. Costes de mecanizado Base alojamiento columna

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Pared alojamiento columna 	Corte	3,5	€/CORTE	2	0,2	7,2	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,1	0,5	0,9	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0019	0,2	0,2076	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						8,3076
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,10190		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,29114	14,5571		
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>22,86</b>

Tabla 3.18. Costes de mecanizado Pared alojamiento columna

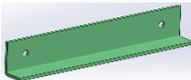
PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Perfil angular 	Corte	3,5	€/CORTE	0,00000	0,2	0,2000	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00000	0	0,0000	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00013	0,2	0,2005	
	Doblado	5	€/DOBLE	1,00000	0,5	5,5000	
	Coste directo mecanizado						5,9005
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00013		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00037	0,0186		
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>5,92</b>

Tabla 3.19. Costes de mecanizado Perfil angular

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Fijación Alojamiento-Varillas 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0044	0,5	0,5176	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0120	0,2	0,248	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,4656
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,01640		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,04686			2,3429
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>6,81</b>

Tabla 3.20. Costes de mecanizado Fijación Alojamiento-Varillas

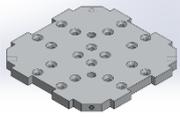
PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Base de apoyo caja de queso 	Corte	6	€/CORTE	4	0,8	24,8	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,008	0,2	0,232	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						25,032
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,02660		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,29556			14,7778
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>39,81</b>

Tabla 3.21. Costes de mecanizado Base de apoyo caja de queso

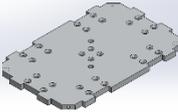
PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Base de apoyo cesta pequeña 	Corte	6	€/CORTE	4	0,8	24,8	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,01	0,2	0,24	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						25,04
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,03984		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,44267			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>47,17</b>

Tabla 3.22. Costes de mecanizado Base de apoyo cesta pequeña

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Soporte en U 	Corte	3,5	€/CORTE	0	0	0	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00052	0,2	0,202	
	Doblado	5	€/DOBLE	2	0,5	10,5	
	Coste directo mecanizado						10,702
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00052		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00149			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>10,78</b>

Tabla 3.23. Costes de mecanizado Soporte en U

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Escuadra elevadora 	Corte	3,5	€/CORTE	0	0	0	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00013	0,2	0,2005	
	Doblado	5	€/DOBLE	1	0,5	5,5	
	Coste directo mecanizado						5,7005
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00013		
	Velocidad de mecanizado	0,35	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00037			0,0186
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>5,72</b>

Tabla 3.24. Costes de mecanizado Escuadra elevadora

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Guía Parte 1 	Corte	3,5	€/CORTE	1	0,2	3,7	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0003	0,5	0,5012	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00041	0,2	0,2017	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						4,4029
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00071		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,00792			0,3961
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>4,80</b>

Tabla 3.25. Costes de mecanizado Guía parte 1

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Guía Parte 2 	Corte	3,5	€/CORTE	0	0	0	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00430	0,5	0,5172	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,00054	0,2	0,2022	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						0,7194
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00484		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,05378			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>3,41</b>

Tabla 3.26. Costes de mecanizado Guía Parte 2

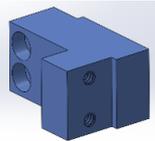
PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Extensión pinza 	Corte	3,5	€/CORTE	0	0,2	0,2	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0053	0,5	0,5212	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0,0014	0,2	0,2056	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						0,9268
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00670		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm <sup>3</sup> /h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,07444			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>4,65</b>

Tabla 3.27. Costes de mecanizado Extensión pinza

PIEZA	OPERACIÓN	Coste unitario operación	UD	Operaciones	Coste puesta en marcha	Coste total operación (€)	
Gancho 	Corte	6	€/CORTE	1	0,8	6,8	
	Fresado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Taladrado	4	€/dm <sup>3</sup>	0	0	0	
	Doblado	5	€/DOBLE	0	0	0	
	Coste directo mecanizado						6,8
	Volumen a mecanizar (dm <sup>3</sup> )				0,00100		
	Velocidad de mecanizado	0,09	dm3/h				
	Coste indirecto mecanizado	50	€/h	0,01111			
	<b>Coste total mecanizado</b>						<b>7,35</b>

Tabla 3.28. Costes de mecanizado Gancho

Por tanto, para obtener el **coste total de los materiales** se suman ambas partes, tanto el coste derivado de los elementos comerciales como el de los no comerciales. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO	MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA
Coste elementos comerciales (€)	5190,2	5624
Coste elementos no comerciales (€)	906,64	1018,52
<b>Subtotal (€)</b>	6096,84	6642,52
<b>TOTAL (€) (21% IVA)</b>	<b>7377,17</b>	<b>8037,44</b>

Tabla 3.29. Coste total materiales





#### 4. MONTAJE Y PRUEBAS

Para realizar el montaje y los ajustes necesarios para que todos los elementos encajen de forma adecuada entre será necesario contratar un técnico que supondrán unos costes adicionales. Además, será necesario realizar una serie de pruebas previas al funcionamiento de la máquina. En este apartado también se consumen recursos por lo que dichos costes también hay que tenerlos en cuenta. Se diferencian los costes para las dos máquinas diseñadas.

<b>MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO</b>				
CONCEPTO	HORAS MANO OBRA	COSTO MANO OBRA (€/hora)	COSTE MATERIAL (€)	TOTAL POR TAREA (€)
MONTAJE	12	25	15	315
REALIZACIÓN DE AJUSTES	6	25	15	165
FASE DE PRUEBAS	6	25	50	200
<i>Subtotal</i>	24	-	80	<i>680</i>
<b>TOTAL (21% IVA)</b>				<b>823</b>

Tabla 4.1. Coste montaje y pruebas (Máquina caja de queso)

<b>MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA</b>				
CONCEPTO	HORAS MANO OBRA	COSTO MANO OBRA (€/hora)	COSTE MATERIAL (€)	TOTAL POR TAREA (€)
MONTAJE	13	25	15	340
REALIZACIÓN DE AJUSTES	6	25	15	165
FASE DE PRUEBAS	6	25	50	200
<i>Subtotal</i>	25	-	80	<i>705</i>
<b>TOTAL (21% IVA)</b>				<b>853</b>

Tabla 4.2. Coste montaje y pruebas (Máquina cesta pequeña)





## 5. COSTE TOTAL DE LA MÁQUINA DISEÑADA

El coste total de cada máquina se calcula como la suma entre costes de diseño del proyectista, los costes materiales y costes de montaje y pruebas:

	MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO	MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA
	COSTE (€)	COSTE (€)
DISEÑO DEL PROYECTISTA	7960	7960
COSTE MATERIALES	7377,17	8037,44
MONTAJE Y PRUEBAS	823	853
<b>TOTAL</b>	<b>16159,53</b>	<b>16850,05</b>

Tabla 5.1. Coste total de las máquinas diseñadas

Por tanto, el coste total de las máquinas diseñadas en este proyecto para ensamblar cajas de madera de la empresa Sincla, S.L. son:

- MÁQUINA PARA CAJA DE QUESO: 16159,53 €
- MÁQUINA PARA CESTA PEQUEÑA: 16850,05 €

Se consigue el objetivo de que los costes materiales de los elementos no comerciales sean inferiores a 2000 €.

El coste de los elementos electroneumáticos son los que elevan el coste total de la máquina.

En Pamplona, a 20 de junio de 2017.

Fdo: Xabier Frances Oiz, estudiante de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

E.T.S. de Ingeniería Industrial,  
Informática y de Telecomunicación

“Diseño de una máquina para ensamblar cajas de  
madera de la empresa Sincla”



Grado en Ingeniería  
en Tecnologías Industriales  
(Mención Mecánica)

Trabajo Fin de Grado

Autor: XABIER FRANCES OIZ

Director: SARA MARCELINO SADABA

Pamplona, junio de 2017