

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura"

TRABAJO FIN DE GRADO

Julio 2021

AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega

DIRECTOR/ES: Francisco Javier Simón Portillo

Miguel Sánchez Lozano

Juan Antonio Sáez Ortega
DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS A TRACCIÓN CON CÁMARA DE TEMPERATURA



AGRADECIMIENTOS

En primer, lugar me gustaría agradecer a la UMH el acogerme y brindarme la posibilidad de aprender lo necesario para llegar hasta aquí. Ha sido un camino largo pero gratificante.

Agradecerle a mi tutor Francisco Javier Simón el apoyo que me ha dado desde el minuto uno, estando siempre dispuesto pese a las complicaciones que vivimos actualmente. Ha sido un gran placer poder aprender de él y sacar adelante este proyecto bajo su tutela.

A mi madre, sin ella nada es posible. A mis hermanos por ayudarme en el día a día y apoyarme cuando lo he necesitado.

Y, por último, mis amigos, personas clave que siempre me ayudan, siempre están dispuestos a todo.



Juan Antonio Sáez Ortega
DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS A TRACCIÓN CON CÁMARA DE TEMPERATURA



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivo y alcance	10
1.2 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	12
1.2.1 Máquina a tracción.....	12
1.2.2 Condiciones de laboratorio	12
1.2.3 Curva de tensión-deformación	13
1.2.4 MODELOS DEL MERCADO	14
1.2.5 DECISIONES DE DISEÑO PARA NUESTRO PROYECTO.....	16
1.3 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO	16
2 DISEÑO MECÁNICO	19
2.1 Diseño del pórtico	19
2.1.2 Cálculo del pórtico	21
2.1.3 Cálculo unión atornillada	25
Tabla 1: límite elástico y tracción última. de tornillos.	25
Tabla 2: dimensiones tornillos nominales.	25
Tabla 3: condiciones de cortante y aplastamiento en tornillos de categoría A.	26
2.2 Diseño porta probetas	28
2.3 Diseño del actuador.....	31

Tabla 4: especificaciones de fuerza máxima para el actuador de su ficha técnica.	32
3 DISEÑO DE LA CÁMARA DE TEMPERATURA.	36
3.1 Diseño estructural	36
3.2 Aislamiento térmico	39
Tabla 5: valores del coeficiente de conducción y espesores de los materiales. .40	
Tabla 6: pérdidas de calor de las paredes de la cámara.	41
3.2.2 aislamiento térmico de la célula de carga	41
3.3 Cálculo resistencia	43
Tabla 7: especificaciones termostato digital.	45
3.4 Fabricación horno y montaje del horno	46
4 FABRICACIÓN Y MONTAJE.....	49
4.2 Montaje estructura principal	50
4.3 Instrucciones de uso.....	52
5 PRESUPUESTO	54
Tabla 8: Presupuesto de la estructura del portico.	54
Tabla 9: Presupuesto del horno.....	54
Tabla 10: presupuesto de elementos no estructurales.	55
Tabla 11: presupuesto mano de obra.	55
Tabla 12: presupuesto total de la máquina.	55

6	CONCLUSIÓN.....	56
7	ANEXO I: PLANOS.....	58
8	ANEXO II: ACTUADOR ELÉCTRICO Y SUS COMPONENTES.....	81



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Máquina laboratorio Ingeniería mecánica.....	10
Figura 2: bancada de mecanizado.	12
Figura 3: Célula de carga.	13
Figura 4.2: Gráfica tensión deformación real.	14
Figura 5.1: ejemplo máquina de tracción.	15
Figura 5.2: ejemplo máquina de tracción.	15
Figura 5.4: ejemplo máquina de tracción.	15
Figura 5.3: ejemplo máquina de tracción.	15
Figura 6: cilindro normalizado DSBC-100-400-PPSA-N3.....	17
Figura 6.3: vista superior del pórtico.....	20
Figura 6.2: vista del dintel del pórtico.	20
Figura 6.1: vista del pórtico.....	20
Figura 7: anclaje del pórtico en la bancada.	21
Figura 8.1: Resultados del cálculo en Ansys para la tensión de Von-Misses en el pórtico.....	22
Figura 8.2: valor máximo para la tensión de Von -Misses en el pórtico mostrado en Ansys.....	23
Figura 9: resultados en Ansys para la deformación del pórtico.	24
Figura 10: base porta probetas.	28

Figura 11.2: porta probetas para probetas tipo 3.....	29
Figura 11.1: porta probetas para las probetas tipo 2.....	29
Figura 12: porta probetas para probeta tipo 1B.	30
Figura 13: cilindro ESBF-BS-80-400-5P.	32
Figura 14.1: elementos del actuador, servomotor.	33
Figura 14.2: elementos del actuador, reductor.	33
Figura 14.3: elementos del actuador, conjunto sujeción.....	34
Figura 14.4: elementos del actuador, cable motor.	34
Figura 14.5: elementos del actuador, regulador accionamiento.	35
Figura 14.6: elementos del actuador, conectores.....	35
Figura 15: cámara de temperatura.	37
Figura 16.2: acople superior del horno.....	37
Figura 16.1: acople inferior del horno.	37
Figura 17: vista de la unión entre carcasa exterior e interior.	39
Figura 18: Lana de roca Rockplus – E - 220.	39
Figura 19: resultados cálculos térmicos en Ansys.....	42
Figura 20: resistencia térmica.	43
Figura 21.2: parte trasera termostato digital.	44
Figura 21.1: frontal termostato digital.....	44
Figura 22: sonda de temperatura.	46

Figura 23: Desarrollo chapa exterior del horno.	47
Figura 24: lista de materiales de Inventor.	49
Figura 25: lista de materiales de Excel.	50
Figura 26: montaje porta probetas inferior.	51
Figura 27: montaje porta probetas inferior con pórtico.	51
Figura 28.2: máquina perfil.	56
Figura 28.1: máquina frontal.	56
Figura 28.3: máquina.	57



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: límite elástico y tracción última. de tornillos.	25
Tabla 2: dimensiones tornillos nominales.	25
Tabla 3: condiciones de cortante y aplastamiento en tornillos de categoría A.	26
Tabla 4: especificaciones de fuerza máxima para el actuador de su ficha técnica.	32
Tabla 5: valores del coeficiente de conducción y espesores de los materiales.	40
Tabla 6: pérdidas de calor de las paredes de la cámara.	41
Tabla 7: especificaciones termostato digital.	45
Tabla 8: Presupuesto de la estructura del portico.	54
Tabla 9: Presupuesto del horno.	54
Tabla 10: presupuesto de elementos no estructurales.	55
Tabla 11: presupuesto mano de obra.	55
Tabla 12: presupuesto total de la máquina.	55

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo y alcance

El proyecto se realiza a petición del departamento de ingeniería mecánica de la Escuela Politécnica Superior de Elche perteneciente a la Universidad Miguel Hernández de Elche como trabajo fin de grado de Ingeniería Mecánica. El objetivo de este proyecto es realizar el diseño de una máquina de ensayos a tracción como complemento a la máquina con la que ya cuenta dicho departamento (de mayores dimensiones) y que por motivos de velocidad y precisión no cumple con los objetivos necesarios de los ensayos para testear las diferentes probetas del adhesivo que se está estudiando en el departamento.



Figura 1: Máquina laboratorio Ingeniería

También se diseñará una cámara de temperatura para realizar estos ensayos en condiciones estándar y sometido a altas temperaturas (hasta 200°C).

Como objetivo paralelo se intentará realizar el diseño lo más sencillo posible para facilitar su montaje y ahorrar lo máximo posible los costes de fabricación, por ello se aprovechará la bancada de mecanizado con la que cuenta el departamento para realizar el diseño en torno a ella.

Se utilizará el diseño mediante el software Inventor y la parte de cálculo de los elementos mecánicos se utilizará un software de elementos finitos como es Ansys, donde dimensionaremos todos los elementos necesarios. Las uniones atornilladas del pórtico en la parte superior se realizarán a mano.

Se incluirán también los cálculos de pérdida de calor en la cámara de temperatura para escoger el aislamiento correcto y la potencia necesaria para la resistencia que subirá la temperatura del horno.

Se deberá escoger el actuador necesario que realice las cargas a tracción y escoger tanto el actuador como sus complementos dentro del mercado. Para ello miraremos dentro del catálogo del catálogo de FESTO, que es una empresa que produce actuadores de distintos tipos y sus componentes.

No es objeto de este proyecto realizar el diseño de los circuitos eléctricos ni de control necesarios.

1.2 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

1.2.1 Máquina a tracción

Es un elemento imprescindible para los procesos de gestión de calidad de los materiales, cuyo objetivo es la obtención de la curva tensión-deformación con la que podremos asegurar que el material en cuestión será apto o no para realizar una tarea determinada.

Estas máquinas deben constar de dos elementos: el productor de cargas, encargado de realizar la tracción sobre la probeta en la dirección del eje de la misma (actuador), y un medidor de cargas (célula de carga) y desplazamientos (sensor de desplazamiento).

1.2.2 Condiciones de laboratorio

El laboratorio de ingeniería mecánica cuenta con una bancada de mecanizado, sobre la que se diseñará nuestra máquina, y con un sistema de neumática (el cual se decide no utilizar como se explicará más adelante).

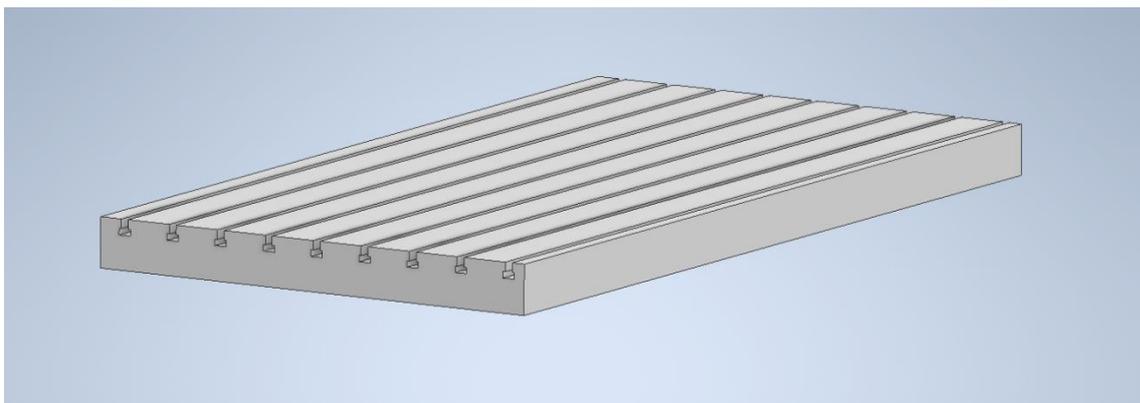


Figura 2: bancada de mecanizado.

Como porta probetas se utilizarán los mismos que utiliza la máquina ya disponible en el laboratorio que supera con creces el volumen de carga que

realizará la máquina que se está diseñando en este proyecto, por lo que no hará falta el cálculo mecánico para estas piezas al estar sobredimensionadas.

Como elemento medidor de cargas se utilizará la célula de carga TSC-1/20 kN de la marca Microtest, que forma parte del equipo del laboratorio de la universidad.



Figura 3: Célula de carga.

1.2.3 Curva de tensión-deformación

La curva usual Esfuerzo - Deformación, expresa tanto el esfuerzo como la deformación en términos de las dimensiones originales de la probeta, un procedimiento muy útil cuando se está interesado en determinar los datos de resistencia y ductilidad para propósito de diseño en ingeniería.

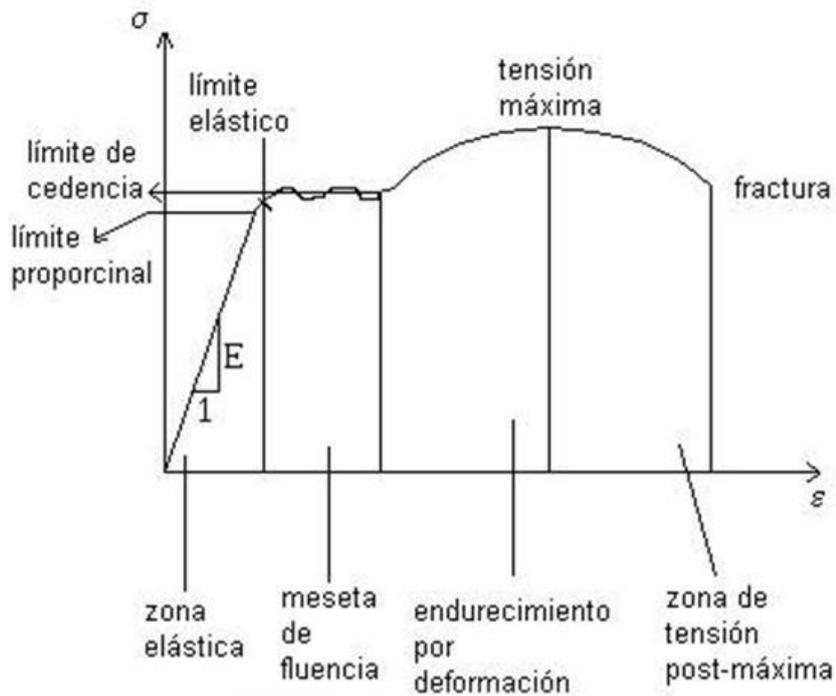


Figura 4.2: Gráfica tensión deformación real.



1.2.4 MODELOS DEL MERCADO

Previamente a comenzar el diseño de la máquina, se echa un vistazo a los modelos actuales del mercado para observar las soluciones tomadas para casos similares y tomarlos como referentes en nuestro diseño.

Actualmente tenemos diferentes ejemplos de máquinas de ensayos a tracción con diferentes distribuciones que veremos a continuación.

Tipos de máquina:



Figura 5.1: ejemplo máquina de tracción.



Figura 5.2: ejemplo máquina de tracción.

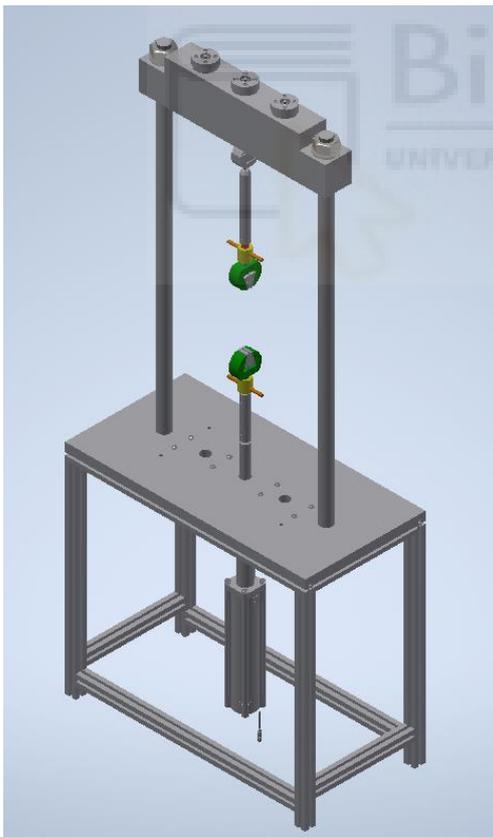


Figura 5.3: ejemplo máquina de tracción.



Figura 5.4: ejemplo máquina de tracción.

En todas las máquinas podemos observar una distribución similar, en la que se coloca un cilindro sobre el centro del dintel de un pórtico o bajo el, en posición vertical de manera simétrica para una mejor distribución de cargas.

1.2.5 DECISIONES DE DISEÑO PARA NUESTRO PROYECTO

Viendo el tipo de máquinas del mercado, y contando con los elementos que ya encontramos en el taller, se decide realizar el diseño de la máquina alrededor de la bancada de mecanizado con la que cuenta el laboratorio y poder simplificar al máximo el diseño.

De esta manera, se decide colocar el actuador que realice la tracción en la parte superior, para no darle mucha altura al pórtico y poder acortar la longitud de las columnas laterales y usar de base y de soporte para la garra inferior la propia bancada de mecanizado.

1.3 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO

El proyecto en cuestión cubre la necesidad del departamento de ingeniería mecánica de realizar ensayos a tracción con una mayor precisión y una menor velocidad de avance que la máquina con la que ya cuenta el departamento de mayores dimensiones.

La nueva máquina debe tener los siguientes requisitos:

- Máxima carga: 10000N-12000N
- Carrera del actuador: 400mm
- Baja velocidad de avance.
- Bajo voltaje.
- Temperatura máxima de la cámara: 200°C.

En un principio se iba a emplear un cilindro neumático para aprovechar el sistema neumático con el que cuenta el departamento, ya que la fuerza requerida inicial iba a ser notablemente inferior a la que se necesitaba al final. Para ello se buscó en el catálogo de FESTO y se encontró el cilindro y los elementos necesarios, el cilindro normalizado DSBC-100-400-PPSA-N3



Figura 6: cilindro normalizado DSBC-100-400-PPSA-N3.

Se realizó el esquema neumático y se buscó los componentes necesarios, pero al subir la magnitud de la fuerza necesaria las variantes cambiaron y debido al requisito de la baja velocidad de avance se decide escoger un actuador eléctrico y no uno neumático para poder controlar mejor ese parámetro, por lo que no se utilizará el sistema neumático con el que cuenta el departamento.

El cambio de tipo de cilindro supone una clara ventaja a la hora de poder utilizar nuestra máquina en una mayor cantidad de entornos ya que es más común tener acceso a una línea de electricidad de baja tensión que a un sistema neumático. Y el equipo necesario para su uso es considerablemente menos costoso.



2 DISEÑO MECÁNICO

La parte mecánica de la máquina de tracción la podemos dividir en tres partes: el pórtico, los porta probetas y el actuador.

Para la parte de diseño 3D se ha utilizado el software Autodesk Inventor Profesional 2021 y para su cálculo el software Ansys mediante elementos sólidos.

2.1 Diseño del pórtico

El objetivo buscado a la hora de diseñar el pórtico es intentar dar la altura mínima y máxima estabilidad con el mínimo material posible, anclándolo a la bancada de mecanizado. Para ello decidimos realizarlo con dos columnas de perfiles UPE 100, de 1700.5 mm de longitud, unidos por un dintel formado por otros dos perfiles UPE 100, de 900mm unidos entre ellos por una placa de 7,5mm donde irá colocado el actuador. Esta placa tendrá el mismo espesor que el ala de los perfiles UPE e irá soldada con una soldadura a tope con bordes rectos cuyo espesor (8mm) deberá ser mayor que el espesor de la placa. Por último el dintel sus laterales llevará soldado dos placas de 10mm que irán atornilladas a las columnas laterales.

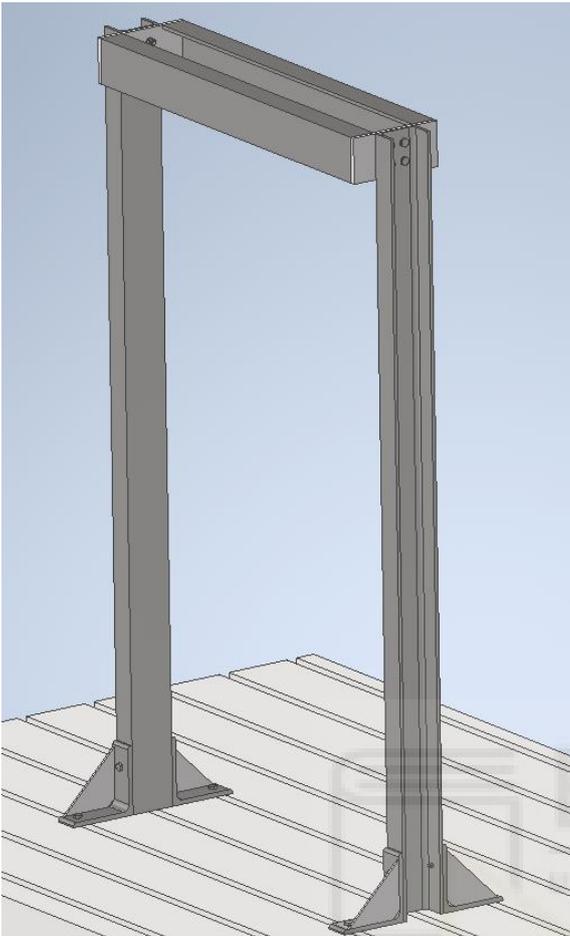


Figura 6.1: vista del pórtico.



Figura 6.2: vista del dintel del pórtico.



Figura 6.3: vista superior del pórtico.

Para anclar el pórtico a la bancada utilizaremos cuatro perfiles en L que irán reforzados con una placa lateral para evitar su flexión. Estos perfiles irán anclados a la bancada por medio de unos tornillos que unirán la base de los perfiles en L y una plaquita que irá por dentro de la guía de la bancada.

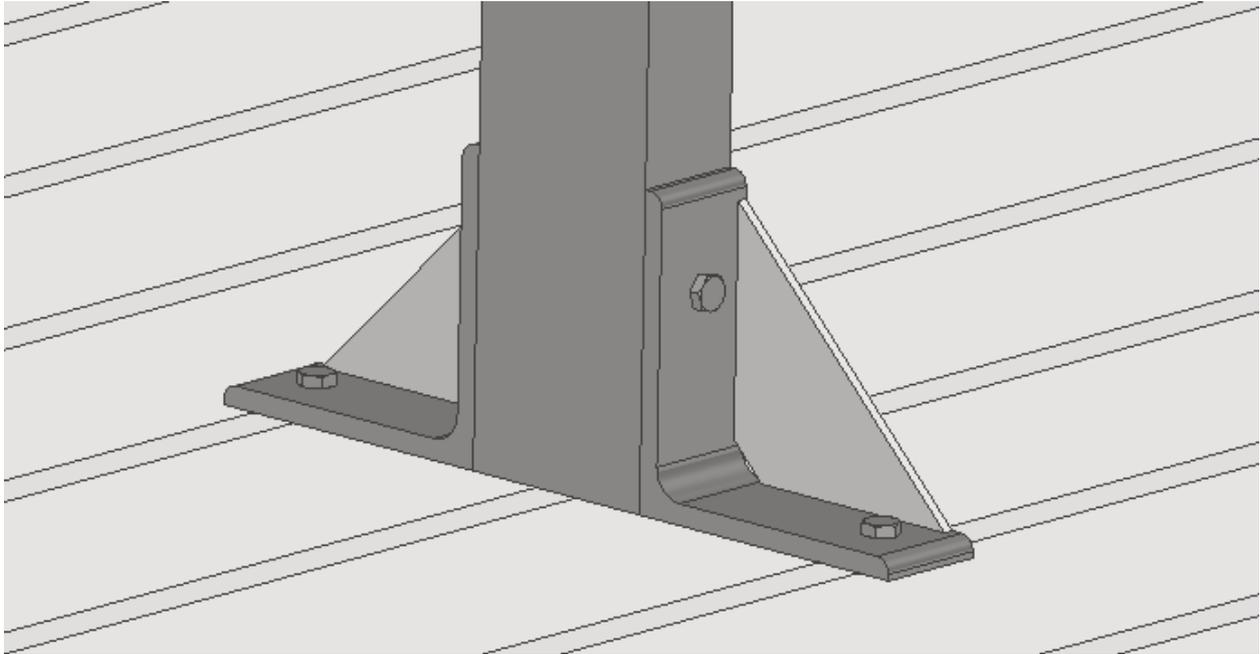


Figura 7: anclaje del pórtico en la bancada.

2.1.2 Cálculo del pórtico

Calculamos el pórtico por medio del software Ansys. Se busca obtener un coeficiente de seguridad mínimo de 2. Dicho coeficiente se define como el cociente entre la resistencia del material (límite elástico) y la tensión a la que se somete.

Para el cálculo se le introduce una carga de 10kN en los puntos de anclaje del actuador, en dirección vertical y sentido descendente, simulando la carga a tracción del actuador. Los puntos de anclaje del pórtico a la bancada se tomarán como uniones fijas ya que, al ser una carga totalmente vertical, estos puntos no se verán afectados, aunque se decide darles un refuerzo los perfiles en L inferiores y una sujeción algo sobredimensionada debido a que es probable que los operarios tiendan a apoyarse en ella y requiera de cierta estabilidad.

El material escogido para nuestros perfiles será un acero estructural S 275 JR, teniendo un límite elástico de 275 Mpa.

Se utiliza un mallado modelado de forma hexagonal en las columnas para mayor precisión, presentando los siguientes resultados:

-Para la tensión de Von-Mises:

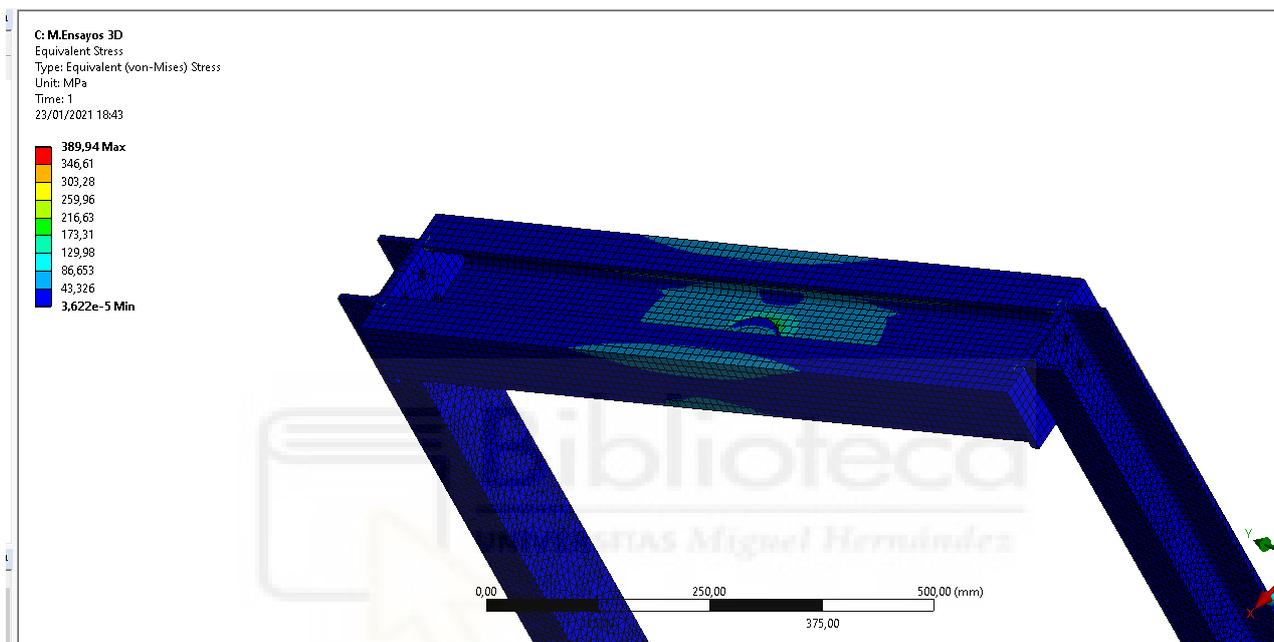


Figura 8.1: Resultados del cálculo en Ansys para la tensión de Von-Mises en el pórtico.

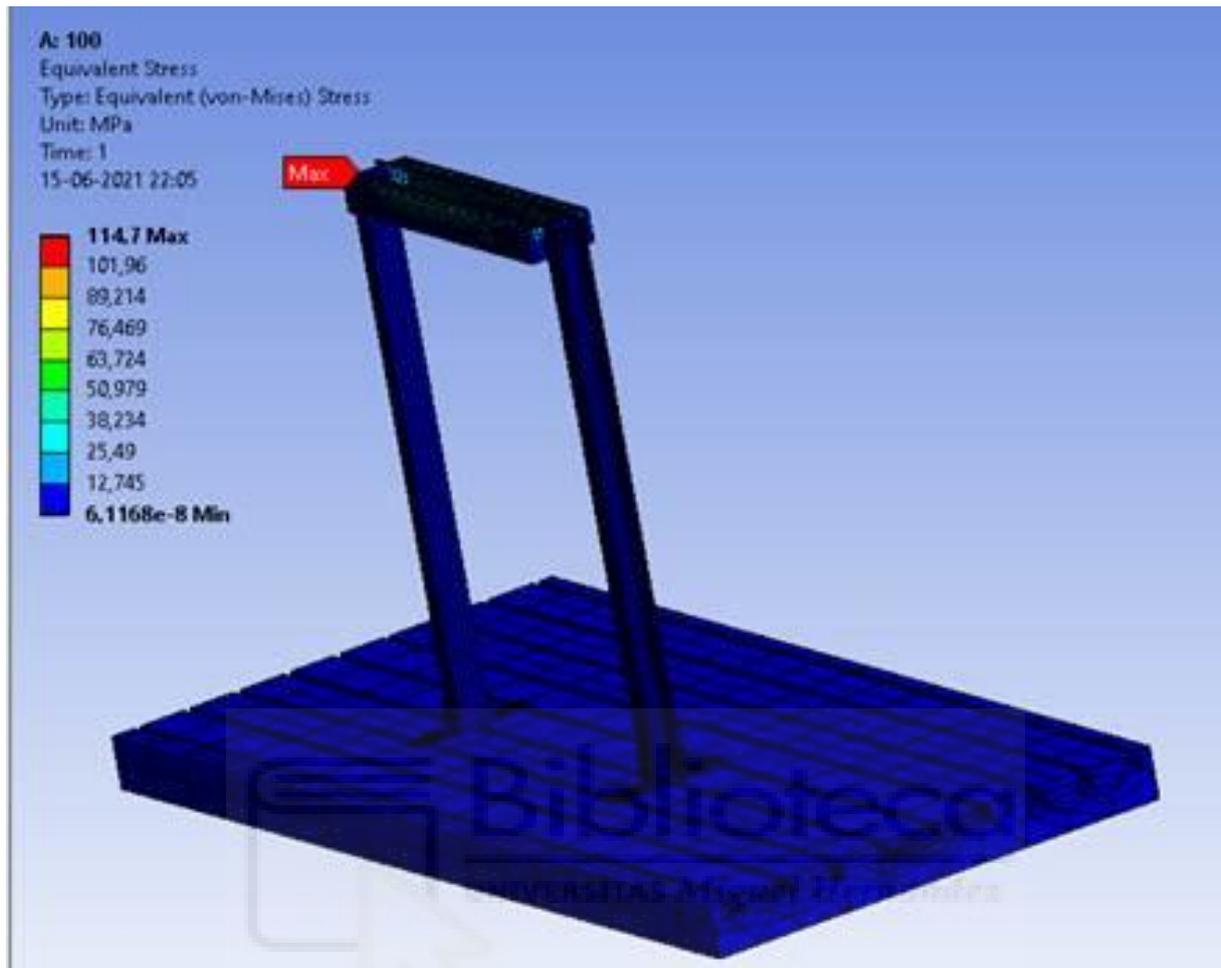


Figura 8.2: valor máximo para la tensión de Von -Misses en el pórtico mostrado en Ansys.

Siendo el valor máximo de 114.7MPa, menos de la mitad del límite elástico de nuestro material, vemos que cumple con nuestras especificaciones, dando un coeficiente de seguridad de 2.398, superior a nuestro requisito necesario.

-Para la deformación total:



Figura 9: resultados en Ansys para la deformación del pórtico.

Obteniendo una deformación máxima inferior a 1mm, lo cual es un resultado óptimo para nuestro proyecto.

2.1.3 Cálculo unión atornillada

Para el cálculo de los tornillos superiores que unen las columnas laterales con el dintel, realizaremos un cálculo manual para una fuerza de tracción de 10kN (5kN para cada columna). Escogeremos tornillos DIN 933 de cabeza hexagonal en acero cincado, calidad 8.8.

Colocaremos 4 tornillos en cada columna, por lo que la fuerza a cortante que le llega a cada tornillo será de 1250N.

Valores nominales del límite elástico f_{yb} y de la resistencia a tracción última f_{ub} de tornillos							
Tipo de tornillo	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Tabla 1: límite elástico y tracción última. de

TIPO	vástago d (mm)	cabeza			área resistente A_s (cm ²)
		k (mm)	s (mm)	e (mm)	
M 10	10	7	17	19,6	0,580
M 12	12	8	19	21,9	0,843
M 16	16	10	24	27,7	1,570
M 20	20	13	30	34,6	2,450
(M 22)	22	14	32	36,9	3,030
M 24	24	15	36	41,6	3,530
(M 27)	27	17	41	47,3	4,560
M 30	30	19	46	53,1	5,610
(M 33)	33	21	50	57,7	6,940
M 36	36	23	55	63,5	8,170

Se recomienda no utilizar los tornillos cuyo tipo figura entre paréntesis

Tabla 2: dimensiones tornillos

Nuestra unión trabajará a cortante por lo que realizaremos el cálculo para uniones atornilladas de categoría A, a la que pertenecen las uniones a cortante y tracción.

Categoría A	Cortante y aplastamiento en T, TR (sin pretensado)
	$F_{v,Sd} \leq F_{v,Rd}$
	$F_{v,Sd} \leq F_{b,Rd}$

Tabla 3: condiciones de cortante y aplastamiento en tornillos de

Donde:

$F_{v,Rd}$ el valor máximo de resistencia del tornillo a cortante.

$F_{v,Sd}$ es el valor de la fuerza que actúa sobre el tornillo a cortante.

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6f_{ub}A_s}{\gamma_{M2}}$$

El factor 0,6 es el utilizado en los casos donde el plano de la fuerza cortante no pasa por la superficie roscada del tornillo. En caso de pasar por ella su valor sería 0.5.

F_{ud} es la resistencia a tracción última del tornillo.

A_s es el área resistente del tornillo.

γ_{M2} es el coeficiente de seguridad (1,25).

Dando un valor para $F_{v,Rd}$ de 22,272 kN. Si el plano pasara por la superficie roscada del tornillo el valor sería de 18,56 kN, por lo que hasta en el caso más desfavorable tendríamos un valor 14 veces superior a lo necesario.

Se decide dejar este tipo de tornillos pese al sobredimensionamiento debido al bajo coste que supone dentro del presupuesto total y para que en el caso de que más adelante se decida aumentar la fuerza a tracción de los ensayos, o variar el tipo de ensayo. Otro motivo es también, que en el corte por láser suele haber un mínimo de diámetro de agujeros para el espesor del material, y así nos aseguramos de cumplirlo.



2.2 Diseño porta probetas

Para agarrar los diferentes tipos de probetas, utilizaremos los porta-probetas utilizados en la máquina ya disponible en el departamento, que, al ejecutar una carga bastante superior, nos asegurará el cumplimiento para nuestra máquina sin necesidad de realizar nuevos cálculos. Los porta-probetas son los siguientes:

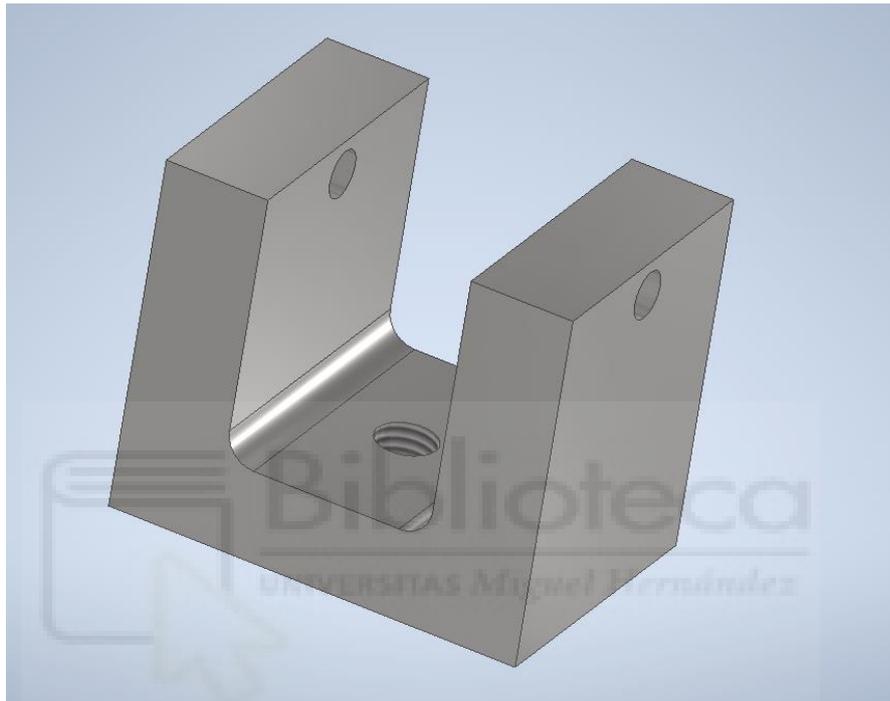


Figura 10: base porta probetas.

Dependiendo el tipo de probeta a ensayar se le añadirán unos accesorios u otros. Para las probetas DCB (Double Cantilever Bean) y SLJ (Single Lap Joint) se utilizará una varilla que fije la probeta a la U del porta-probetas (figura 11.1 y 11.2).

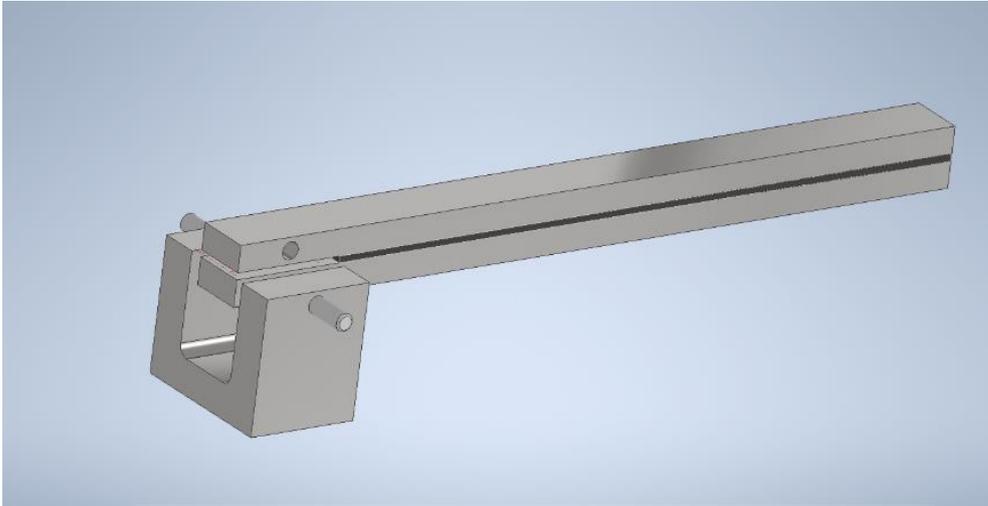


Figura 11.1: porta probetas para las probetas tipo 2.

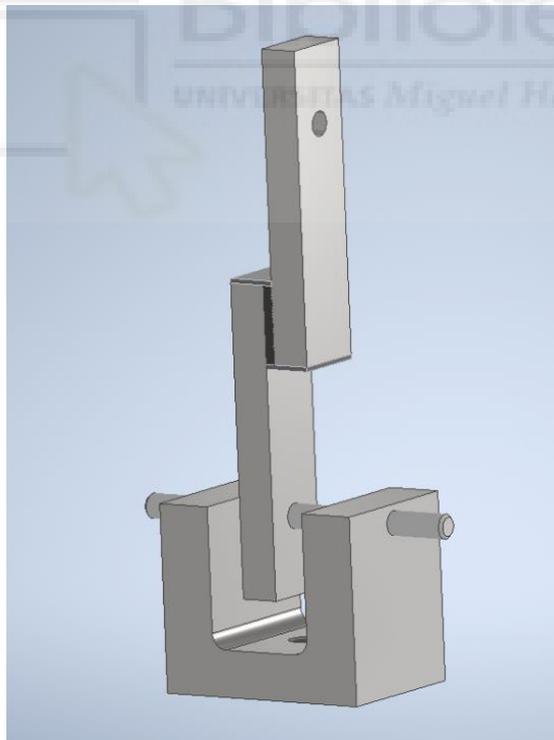


Figura 11.2: porta probetas para probetas tipo 3.

Mientras que para las probetas Halterio, esa varilla sujetará dos plaquitas que se atornillarán entre sí para abrazar a la probeta.

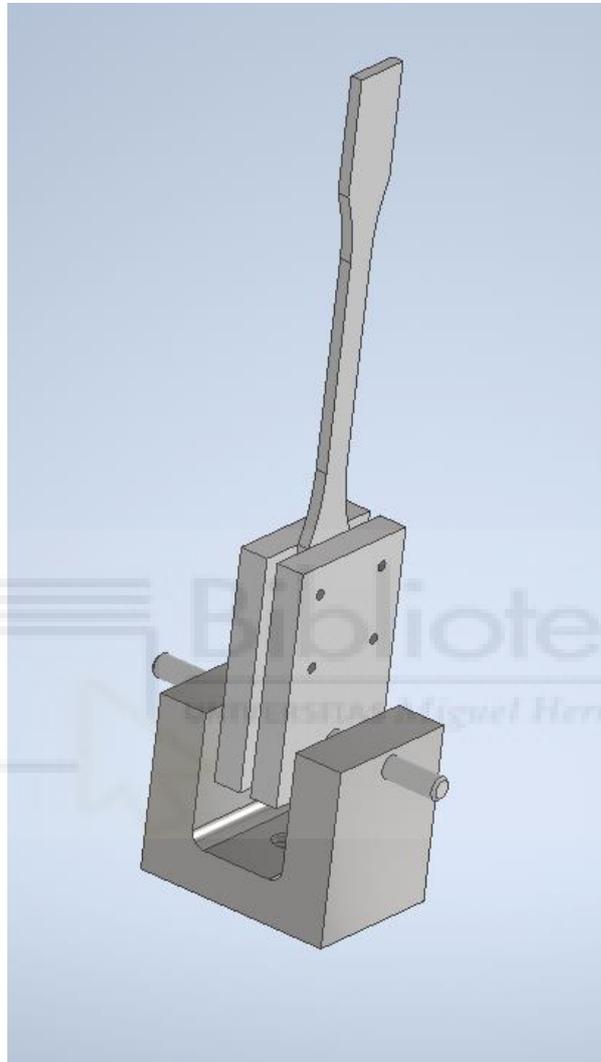


Figura 12: porta probetas para probeta tipo 1B.

2.3 Diseño del actuador.

Para la parte encargada de realizar la fuerza de tracción, en un principio se pensó en utilizar un actuador neumático ya que el departamento contaba con un sistema neumático en el taller. Pero al ser requerimiento de los ensayos, las bajas velocidades de avance, se decidió desistir en esta idea y optar por un actuador eléctrico. Para ello se escogió utilizar actuadores ya diseñados y utilizados en el mercado, en lugar de uno de diseño propio, siendo FESTO el fabricante elegido para buscar en su amplio catálogo.

Los requerimientos para el actuador eran los siguientes:

-Fuerza tracción de al menos 10kN.

-Carrera de 400mm. Esta carrera es seleccionada ya que el fabricante del adhesivo dice en sus datos técnicos que su alargamiento de rotura es >300% siendo esta medida inferior a 400mm. Pero para tener en cuenta posibles alargamientos extras o tirones finales, se decide estirar un poco la carrera.

-Funcionar con baja tensión.

Dentro del catálogo de FESTO encontramos un actuador que cumple todos estos requisitos dentro de la serie ESBF. El ESBF-BS-80-400-5P.



Figura 13: cilindro ESBF-BS-80-400-5P.

Este actuador de husillo de bolas y tamaño de 80mm es capaz de realizar una fuerza máxima de 12kN con un paso mínimo de 5mm/giro.

Tamaño		63			80		
Paso del husillo	[mm/giro]	5	10	25	5	15	32
Diámetro del husillo	[mm]	25			32		
Fuerza máx. del cilindro ¹⁾	[kN]	7	7	6	12	12	10

Tabla 4: especificaciones de fuerza máxima para el actuador de su ficha técnica.

En la ficha técnica del actuador, el fabricante nos indica el resto de elementos que hay que seleccionar para que el actuador funcione como deseamos:

-Servomotor: EMMT-AS-80-M-LS-RMB.



Figura 14.1: elementos del actuador, servomotor.

-Reductor: EMGA-80-P-G5-EAS-80.



Figura 14.2: elementos del actuador, reductor.

-Conjunto de Sujeción: EAMM-A-D80-80G.



Figura 14.3: elementos del actuador, conjunto sujeción.

-Cable del motor: NEBM-M23G15-EH-2.5-Q9N-R3LEG14



Figura 14.4: elementos del actuador, cable motor.

-Regulador de accionamiento: CMMT-AS-C44-3A-PN-S1.



Figura 14.5: elementos del actuador, regulador accionamiento.

-Surtido de conectores: NFKM-C6-C16-S.



Figura 14.6: elementos del actuador, conectores.

3 DISEÑO DE LA CÁMARA DE TEMPERATURA.

Los ensayos que se van a realizar requieren de una cámara de temperaturas que alcance los 200°C, por lo que se opta por diseñarla mediante el software Inventor. El diseño contará con tres partes: diseño estructural, calculo y elección del aislamiento térmico, y la selección de los elementos que aplicarán el calor y lo controlarán.

3.1 Diseño estructural

Los requisitos para la cámara de temperatura son los siguientes

- Debe tener el tamaño suficiente para albergar a los tipos diferentes de probetas.
- Debe poder desmontarse cuando sea necesario.
- Debe contar con dos cristales, uno frontal y otro lateral, para poder ver la probeta desde dos ángulos.

Por ello para la parte estructural se decide realizar una puerta frontal con un cristal en el centro y se unirá a la estructura principal por medio de bisagras a la parte principal de la cámara. Una de las paredes laterales de la cámara será parcialmente de cristal para poder observar y grabar los movimientos.



Figura 15: cámara de temperatura.

También tendremos dos piezas de acople tanto en la parte inferior como superior que nos permiten retirar la cámara cuando no sea necesaria.

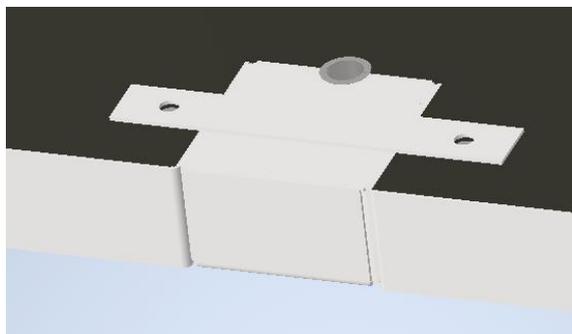


Figura 16.1: acople inferior del horno.

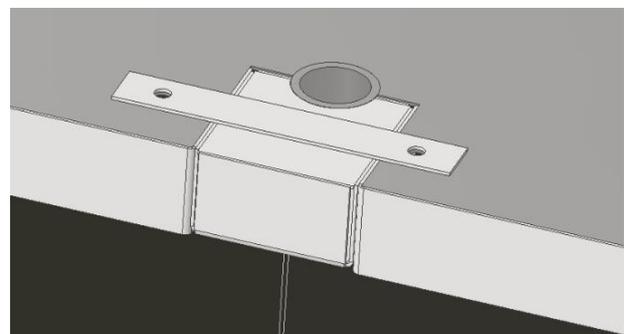


Figura 16.2: acople superior del horno.

Tanto la puerta, como los acoples, como la parte principal constarán de tres capas: un interior de chapa, una intermedia de aislamiento y otra exterior de chapa. Las partes de cristal constarán de dos cristales separados dejando una cámara de aire entre ellos.

El acople inferior llevará medio tubo soldado que encajará con el medio tubo que irá soldado en la carcasa interior, mientras que el acople superior llevará soldado un tubo completo lo que facilitará el alineamiento con el cilindro que pasará por su interior. Ambos acoples irán fijados al horno mediante pasantes que fijarán la chapa que llevan soldada en su superficie.

Para la carcasa exterior e interior del horno se utiliza chapa de 2mm. Se escogió este espesor para que pesara lo menos posible, pero se pudiera soldar con relativa facilidad.

La chapa exterior e interior de la estructura principal de la cámara estarán unidas mediante perfiles L atornillados a ambas partes.

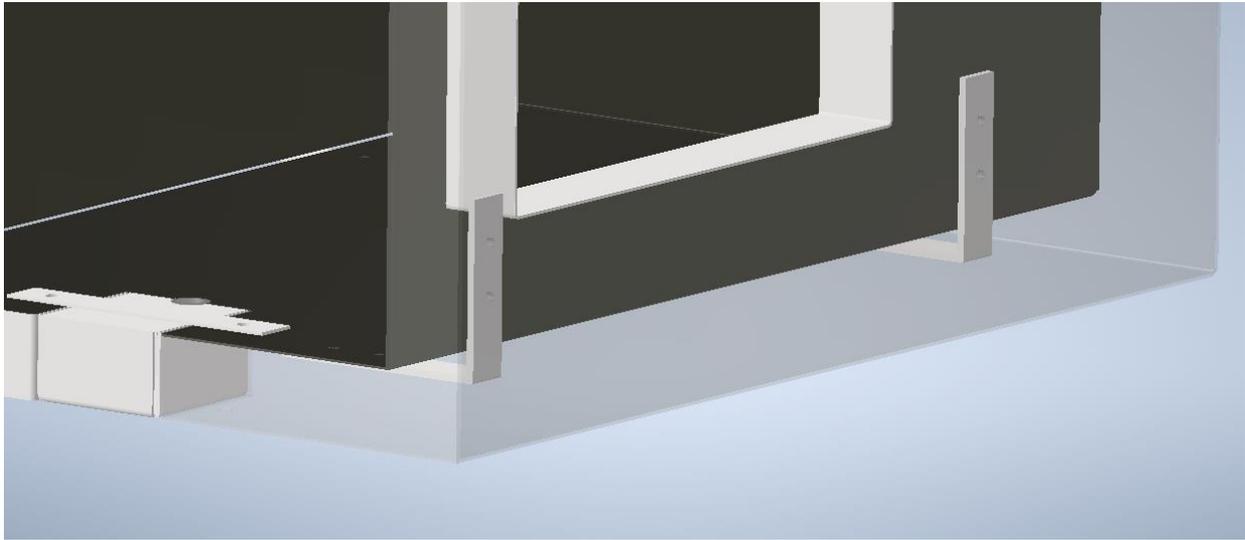


Figura 17: vista de la unión entre carcasa exterior e interior.

3.2 Aislamiento térmico

Para el aislamiento, se utiliza una capa de lana de roca entre las chapas interior y exterior. Este material es utilizado usualmente como aislante térmico debido a sus propiedades de conducción de calor y al ser ignífugo permite soldar con tranquilidad. Se pone una capa de 50 mm de este material buscando un aislamiento óptimo.



Figura 18: Lana de roca Rockplus – E - 220.

material	coef. Cond.	espesor (mm)
lana de roca	0,034	50
acero inox.	46,5	2
vidrio sencillo	0,93	2
aire	0,025	50

Tabla 5: valores del coeficiente de conducción y espesores de los

En las zonas de cristal de las paredes, se decide poner dos cristales (2mm cada uno) separados por una cámara de aire de 50 mm que actúe de aislante.

Con estos materiales, los espesores de cada una de las capas, el área de cada una de las paredes de la cámara y conociendo la temperatura a la que queremos llegar en el interior (200°C), podemos calcular la transferencia de calor que hay entre el interior y el exterior de la cámara de temperatura. Se toma como temperatura exterior la temperatura ambiente de 25°C.

Aplicando la ecuación de conducción calor para placas planas en régimen estacionario (ecuación 2), para nuestro caso más desfavorable (cuando tenemos 200°C en el interior de la cámara) obtenemos un intercambio de calor de 332W entre el interior y el exterior.

$$q = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

Tabla 6: pérdidas de calor de las paredes de la cámara.

ÁREA PAREDES	mm ²	m ²	composicion capas	q en cada pared (enW)
fontal (con ventana)	415220	0,41522	Chapa+LR+ventana	49,40828988
lateral sin ventana	578270	0,57827	Chapa+LR	68,81010498
lateral con ventana	311710	0,31171	Chapa+LR+ventana	36,98531789
techo y suelo	344709	0,344709	Chapa+LR	41,01797167
trasera	353430	0,35343	Chapa+LR	42,05570997
ventana lateral	266560	0,26656	vidrio+aire+vidrio	30,40410526
ventana frontal	79946	0,079946	vidrio+aire+vidrio	6,98026368
			Total	276

Para el aislamiento necesitaremos un total de 2,723776 m² de lana de roca. Compraremos una comercial de 50 mm de espesor. Mientras que los vidrios los compraremos del tamaño que requiere nuestro horno (el tamaño de las ventanas más un pequeño excedente).

3.2.2 aislamiento térmico de la célula de carga

Es importante a la hora de diseñar el horno, tener en cuenta que en la parte inferior irá una célula de carga que trabaja en temperaturas inferiores a 60°C, por lo que es necesario asegurarnos de que la temperatura del alargador que va desde el porta-probetas inferior hasta la célula de carga reduzca la temperatura hasta la temperatura de trabajo de esta.

Para el cálculo térmico realizaremos un ensayo simplificado en el software Ansys para asegurarnos del correcto funcionamiento, dando los siguientes resultados:

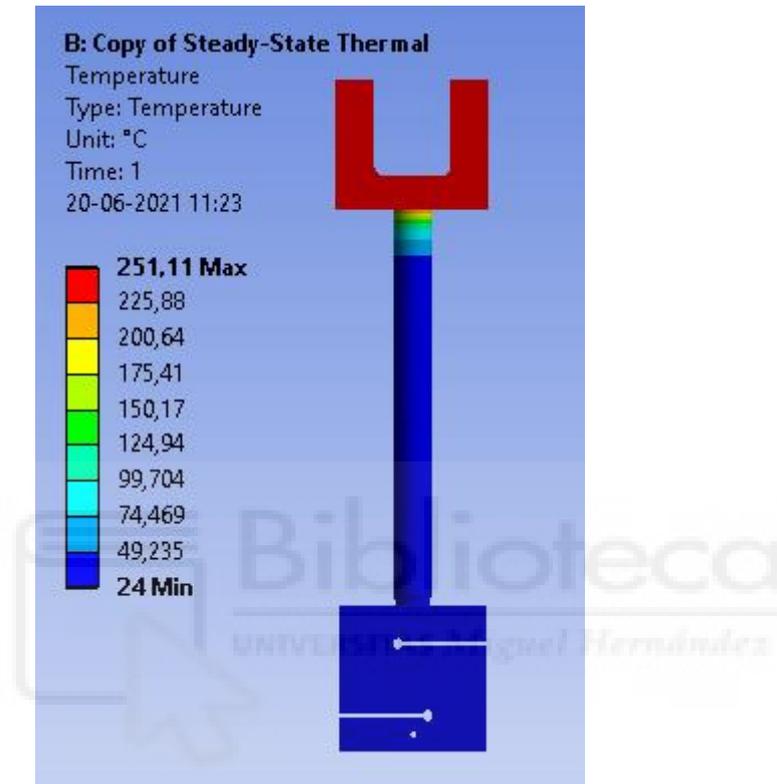


Figura 19: resultados cálculos térmicos en Ansys.

Donde observamos que cumple más que de sobra la función de difusor de calor, bajando la temperatura lo necesario para que la célula de carga funcione correctamente.

Por otro lado, en la parte superior, tenemos una situación parecida con el cilindro que sucede al vástago del cilindro, que debe funcionar también como difusor para que la temperatura que llega al cilindro no sea superior a 100 °C. Al ser de mayor diámetro que la pieza inferior y teniendo en cuenta que la velocidad

de avance será muy pequeña, no será necesario realizar el cálculo ya que cumplirá con mayor coeficiente de seguridad que el alargador inferior y en ambos casos es holgadamente superior a nuestras necesidades.

3.3 Cálculo resistencia

Para subir la temperatura en el interior de la cámara utilizaremos una resistencia de horno doméstico, ya que para el rango de temperaturas en el que nos movemos, es suficiente con este tipo de resistencias y es bastante fácil de encontrar en el mercado.

Teniendo en cuenta que el intercambio de calor entre la cámara y el exterior debe ser un 20% para obtener una eficiencia de 0.8 y sabiendo que el intercambio es de 276W, nuestra resistencia debe ser de al menos 1400W para un funcionamiento óptimo de nuestra cámara. Utilizaremos una resistencia de horno doméstico de 2000W.



Figura 20: resistencia térmica.

Esta resistencia irá colocada en la pared del fondo de nuestro horno, en su parte inferior.

Para regular la temperatura dentro de la cámara utilizaremos un termostato digital.



Figura 21.1: frontal termostato digital.



Figura 21.2: parte trasera termostato digital.

El motivo de seleccionar un termostato digital es debido a su precisión, ya que los hornos convencionales tienen oscilaciones de temperaturas de hasta 10°C y queremos evitar este tipo de variaciones tan grandes. Utilizaremos un termostato de la marca Inkbird, el ITC-100RH PID, que es fácil de encontrar y cumple de sobra con las necesidades de nuestro horno, pudiendo seleccionar el tipo de sensor en caso de querer alcanzar temperaturas mayores en el futuro. Sus especificaciones son las siguientes:

Juan Antonio Sáez Ortega
DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS A TRACCIÓN CON CÁMARA DE TEMPERATURA

- Termostato digital salida del relé, conecte el dispositivo directamente, calefacción y refrigeración.
- Una salida de relé + una salida de alarma de relé. Tecnología de autocalibración, mantener la estabilización.
- Modo de control ON / OFF, función autoajustable de alto estándar y bajo consumo.
- Amplio rango de -50 a 1300 ° C (El sensor K-Tye de Inkbird solo admite 0 ° C ~ 400 ° C). Admite la entrada de sensores múltiples (K, S, Wre, T, E, J, B, N, CU50, PT100)
- Dimensión del panel frontal: DIN (48WmmX48Lmm), Tamaño del recorte: 45x45mm. Precisión de visualización y control de 0.1 ° C, $\pm 0.2\%$ FS.

Especificaciones de producto

Color	Negro
EAN	0611506023952 , 0647953236102
Número de modelo	D1S-2R-220
Número de pieza	ITC-100RH + PT100
Talla	ITC-100RH + PT Sonda
Tipo de fuente de alimentación	AC
UPC	647953236102 , 611506023952
Voltaje	240.00 voltios

Tabla 7: especificaciones termostato digital.

El bulbo de la sonda de temperatura irá colocado lo más cerca posible del porta probetas inferior, para que nos indique con la mayor precisión posible la temperatura a la que está sometida la probeta.



Figura 22: sonda de temperatura.

También utilizaremos elementos como las bisagras que permitirán abrir y cerrar la puerta con mayor facilidad, los tirantes que permiten cerrar la puerta y la junta de horno doméstico que enmarcará la puerta de manera más estanca.

3.4 Fabricación horno y montaje del horno

Empezaremos pidiendo la chapa por oxicorte, plegada y soldada dejándola preparada para su montaje.

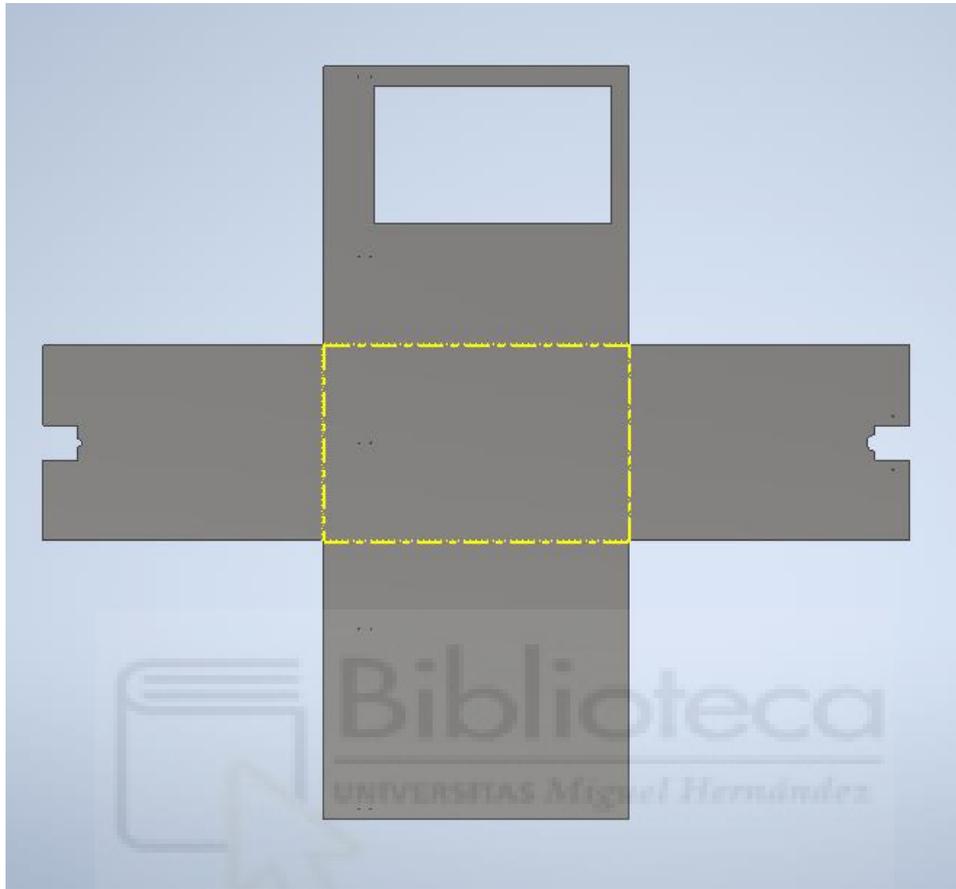


Figura 23: Desarrollo chapa exterior del horno.

Uniremos en primer lugar los perfiles en L al interior de la carcasa exterior del horno por medio de uniones atornilladas. Seguiremos poniendo nuestro aislamiento de lana de roca en el fondo y en la parte inferior para continuar poniendo sobre las "L" la carcasa interior del horno y atornillándola a ellas. Una vez colocada la carcasa interior colocaremos los elementos que irán en el interior del horno como la resistencia y el bulbo del termostato, pasando los cables necesarios por el orificio lateral. Terminaremos de colocar el aislante y procederemos a fijar los marcos frontales y el marco de la ventana mediante

silicona termo resistente. Esto permite que nuestro horno sea desmontable para, en caso de que el aislante se viera dañado, poder sustituirlo.

Una vez coloquemos la resistencia y el bulbo del termostato, realizaremos agujeros en la chapa con un taladro para pasar los cables necesarios para su funcionamiento

Para la puerta y los acoples el procedimiento es más sencillo ya que consistirá en poner el aislante sobre la carcasa principal y soldar las tapas. En el caso del acople superior se soldará también el tubo llevando sumo cuidado de que quede totalmente vertical para su correcto funcionamiento.

Los cristales de las ventanas los colocaremos con silicona termorresistente, tanto los interiores como los exteriores.

Y por último colocaremos las patas sobre las que irá apoyado nuestro horno soldándolas a la parte inferior de la carcasa exterior. Estas patas tendrán en su parte inferior unos elementos de elevación por si fuera necesario nivelar el horno.

4 FABRICACIÓN Y MONTAJE

A la hora de fabricar nuestra máquina, necesitaremos disponer de un montador y las herramientas necesarias para realizar las soldaduras y apretar los tornillos.

Nº de pieza	Descripción	Material	CTDAD	Ref...	Δ	Rev.	Acabado su...	Espesor	Laser	Longitud	Mecanizado...	Plasma	Plegado Ext...	Soldado	Comercial	Precio ud
PÓRTICO 20210126			1													
20210126 GRUPO ACTUADOR ...			1													
eje unión sujeción banco		S 235 J2	1				pintado		No	Sí	No	No	No	No	No	
placa inferior soporte porta...		S 235 J2	1				pintado		Sí	Sí	No	No	No	No	No	
andaje 1		S 275 J2	1				pintado		No	Sí	No	No	No	No	No	
alargador portaprobetas2		S 275 J2	1				pintado		No	Sí	No	No	No	No	No	
celula de carga		Genérico	1													
enganche probeta y celula carg...		S 275 J2	1				pintado		No	Sí	No	No	No	No	No	
HORNO ensamble 001			1													
placa inferior anclajes		S 275 J2	4						Sí	Sí	No	No	No	No	No	
porta probetas 1B			2													
1355026 DAMD-PS-M10-16-R1-...	DAMD-PS_part-Scre...	Genérico	4													
ISO 4014 - M10 x 45	Perno de cabeza-hex	8.8	4						No	No	No	No	No	No	Sí	
DIN 125 - A 10,5	Arandela M10 - DIN 1...	8.8	4				Zincado		No	No	No	No	No	No	Sí	
UNI EN 10060 - 40 - 470	Barras redondas de a...	F 114	470,...	40					No	Sí	No	No	No	No	Sí	

Figura 24: lista de materiales de Inventor.

El software inventor nos da una opción de habilitar la lista de materiales y a partir de ella podemos agregar información en cada una de las piezas de nuestra máquina. De esta manera añadiremos información que nos será útil a la hora de fabricar la máquina sabiendo si cada pieza va pedida desde el corte por láser, si tiene algún tratamiento superficial, o algún tipo de característica especial.

Una vez tenemos esta lista completa, podremos exportarla a excel, lo cual nos facilitará ordenar los datos a nuestro gusto y de esta manera organizarnos para pedir el material necesario a cada empresa para poder tener a tiempo todos los elementos de la máquina.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Elemento	Nº de pies; Estructura	CTDAD de unidades	CTDAD	Referencia de almacén	Descripción	Rev.	Acabado s	Espesor	Laser	Longitud	Mecaniza	Plasma	Plegado E	Soldado	Comercial	Precio ud	
1	PÓRTICO	Normal	1	1													
2	20210126	Normal	1	1													
3	eje unión	Normal	1	1		Eje de sujeción al banco		pintado	No		Sí	No	No	No	No	No	
4	placa infe	Normal	1	1		placa inferior soporte porta probetas		pintado	Sí		Sí	No	No	No	No	No	
5	anclaje 1	Normal	1	1		Cilindro de anclaje al banco		pintado	No		Sí	No	No	No	No	No	
6	alargador	Normal	1	1		Unión cilindro y célula		pintado	No		Sí	No	No	No	No	No	
7	celula de	Normal	1	1													
8	enganche	Normal	1	1		Unión porta probeta y celula carga		pintado	No		Sí	No	No	No	No	No	
9	HORNO ei	Normal	1	1													
10	porta prot	Normal	1	2													
11	1355026 D	Comercial	1	4		DAMD-PS_part-Screw-part											
12	UNI EN 10	Normal	470,000 mm	470,000 mm	40	Alargador vástago			No		Sí	No	No	No	No	Sí	
13	Alargador	Normal	1	1		Alargador superior para probetas 2 y 3			No		Sí	No	No	No	No	No	
14	HORNO ei	Normal	1	24		Horno - Enganche cristales											

Figura 25: lista de materiales de Excel.

Este proceso nos facilita, de cara a la producción en serie de la máquina, una mayor organización y poder prever mejor los tiempos que manejaremos desde que se pidan los materiales hasta que se monte nuestra máquina.

4.2 Montaje estructura principal

A la hora de montar la máquina sobre la bancada de mecanizado es importante seguir cierto orden. Primero montaremos el porta-probetas inferior junto a la célula de carga, ya que por la disposición que tendrá la máquina sobre la bancada, una vez puestas las columnas laterales, no podremos pasar el anclaje inferior por la guía de la bancada. Se recomienda no fijar del todo el porta-probetas inferior, de manera que sea más fácil de desplazar hasta estar totalmente alineado con el superior.

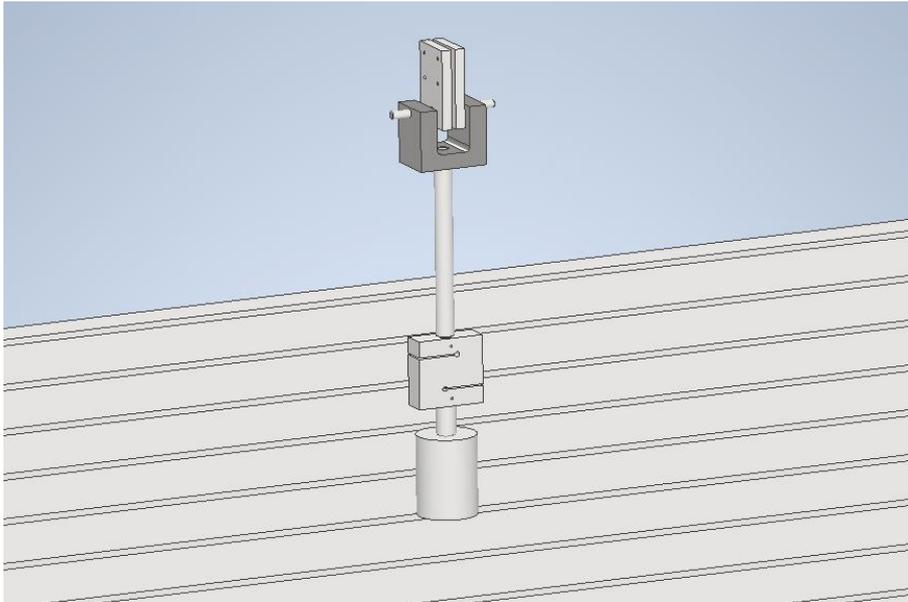


Figura 26: montaje porta probetas inferior.

Una vez montado el porta-probetas inferior, pasaremos a montar las columnas laterales junto a los perfiles en L para darle estabilidad. Estos perfiles van unidos a la bancada mediante una placa que va situada dentro de las guías de la bancada (las guías contiguas a la que va sujeto el porta-probetas inferior), y se unen esas plaquitas y los perfiles en L mediante un tornillo.

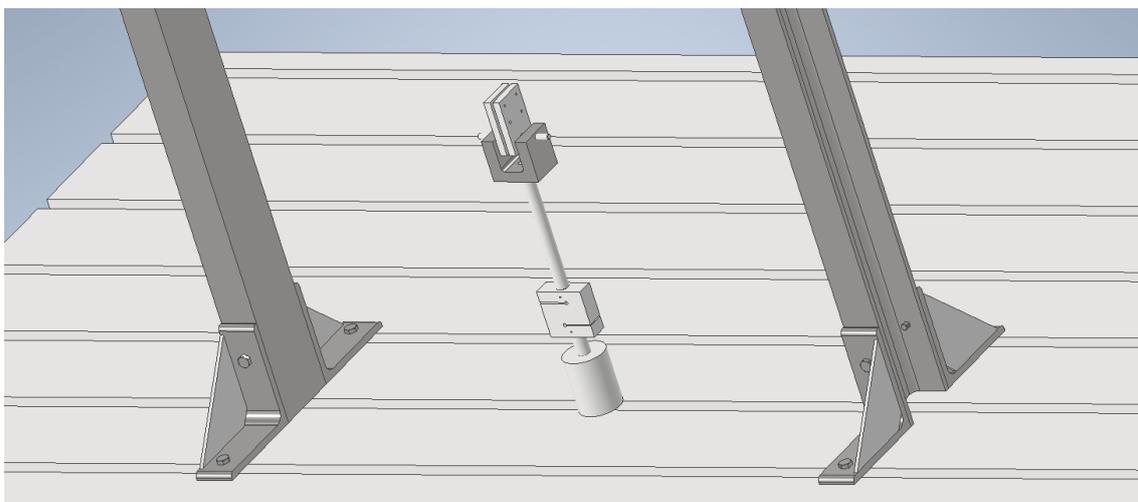


Figura 27: montaje porta probetas inferior con pórtico.

Antes de fijar las columnas hay que colocar la pieza que une ambas columnas, el dintel del pórtico, centrando el porta-probetas inferior con el cilindro y porta-probetas superior, y una vez colocada se aprietan los perfiles en L fijando la máquina a la bancada.

Por último, colocaremos el actuador eléctrico (el equipo completo) fijado en la estructura y el porta-probetas superior unido al actuador.

4.3 Instrucciones de uso

Una vez tengamos montada la máquina, debemos saber que probeta vamos a testear y montar el porta probetas correspondiente. En el apartado 2.2 "Diseño de porta probetas", se muestra cómo va colocada cada probeta en el porta probetas correspondiente. Para las probetas de tipo 2, al ser menos altas que las otras debemos colocar un alargador para el porta probetas inferior. Nos aseguraremos de que la probeta esté bien sujeta y lista para comenzar el ensayo.

Dependiendo de si el ensayo se va a realizar sometido a altas temperaturas o a temperatura ambiente colocaremos el horno o no.

También debemos asegurarnos de que la cámara que va a encargarse de grabar el ensayo esté bien enfocada.

Una vez realizado el ensayo en el caso de que sea con altas temperaturas debemos esperar a que la temperatura baje para poder comenzar a colocar la siguiente probeta. En el caso de no querer esperar, se recomienda manipular el instrumental con guantes resistentes a la temperatura.



5 PRESUPUESTO

Estructura Pórtico				
	elemento	Uds.	€/Uds	€
	UPE 100 - 1700.5 mm	2	16,67	33,34
	UPE 100 - 900 mm	2	8,83	17,67
	lámina soporte actuador	1	6,65	6,65
	Unión dintel pórtico	2	2,11	4,22
	UNI EN 10056-1 - L150x150x10	4	1,25	5,00
	refuerzo L	4	0,31	1,25
	Plaquita anclaje pórtico	4	0,22	0,90
			Total	69,02

Tabla 8: Presupuesto de la estructura del portico.

Elementos Horno				
	elemento	Uds.	€/Uds	€
	Horno - Chapa exterior	1	52,25	52,25
	Horno - Chapa interior	1	39,36	39,36
	Horno - Tapa frontal lateral izq	1	1,66	1,66
	Horno - Tapa frontal lateral dcha	1	1,66	1,66
	Horno - Chapa acople inferior	1	0,56	0,56
	Horno - Tapa acople inferior	1	0,18	0,18
	Horno - Semitubo inferior UNI EN 10060	1	0,14	0,14
	Horno - Chapa acople superior	1	0,51	0,51
	Horno - Tapa acople superior	1	0,16	0,16
	Horno - Tubo superior	1	0,41	0,41
	Horno - Marco ventana	1	2,49	2,49
	Horno - Chapa puerta	1	11,82	11,82
	Horno - tapa puerta	1	8,61	8,61
	Horno - Marco ventana puerta	1	1,60	1,60
	Horno - Asa	1	0,71	0,71
	Horno - tirante	1	20,00	20,00
	Horno - junta puerta	1	8,20	16,40
	Horno - lana roca	1	0,00	16,00
	Horno - Uniones L	1	0,41	0,41
	Horno - chapa fijación acoples	2	0,12	0,25
	Horno - patas	4	1,07	4,28
	Horno - tapas patas	4	0,18	0,74
	Horno - regulador altura patas	4	3,25	13,00
	silicona termoresistente	2	6,00	12,00
	Horno - Enganche cristales	24	0,04	1,00
			Total	228,21

Tabla 9: Presupuesto del horno.

Juan Antonio Sáez Ortega
DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS A TRACCIÓN CON CÁMARA DE TEMPERATURA

Elems. Auxiliares				
	elemento	Uds.	€/Uds	€
	Eje sujección al banco	1	0,31	0,31
	Alargador vástago	1	0,40	0,40
	Placa inferior soporte porta probetas	1	0,27	0,27
	Cilindro de anclaje al banco	1	1,63	1,63
	Unión cilindro y célula	1	0,16	0,16
	Unión porta probeta y celula carga	1	0,39	0,39
	alargador para otras probetas	1	2,32	2,32
	Actuador y sus complementos	1	3541,99	3541,99
			Total	3547,47

Tabla 10: presupuesto de elementos no estructurales.

Mano de obra	elemento	Cantidad	€/operario	€
	Operarios (8h)	2	125,00	250,00

Tabla 11: presupuesto mano de obra.

Estructura Pórtico	69,02
Elementos Horno	228,21
Elems. Auxiliares	3547,47
Mano de obra	250,00
	TOTAL
	4094,70

Tabla 12: presupuesto total de la máquina.

6 CONCLUSIÓN

Este proyecto realiza de una manera simple y económica una máquina capaz de realizar ensayos a tracción de manera interna (no homologada), los cuales son de mucha utilidad a la hora de testear los materiales a utilizar y distintas formas de probetas.

La decisión de cambiar el actuador neumático por uno eléctrico, facilita la posibilidad de poder instalar nuestra máquina en cualquier ambiente de trabajo, ya que el acceso a un sistema eléctrico es más común que a un sistema neumático.

Teniendo en cuenta la simplicidad del diseño, en caso de que se desee cambiar cualquiera de las necesidades, tanto la fuerza de tracción, como temperatura máxima del horno, incluso el sistema que ejerza la fuerza a tracción (neumática, hidráulica, etc.), es posible realizar pequeñas modificaciones para adaptar este diseño a los nuevos requerimientos.

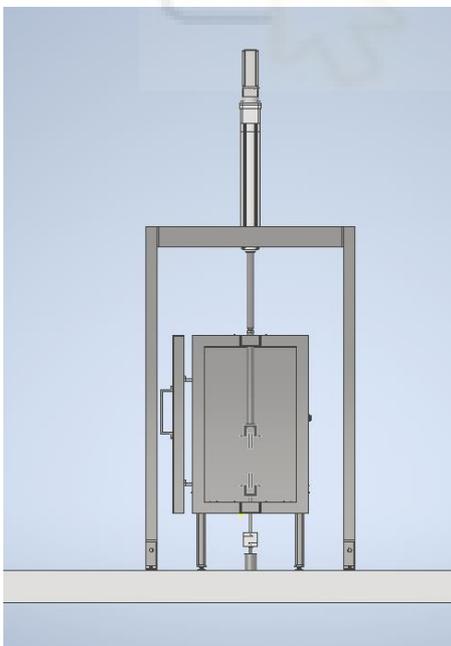


Figura 28.1: máquina frontal.

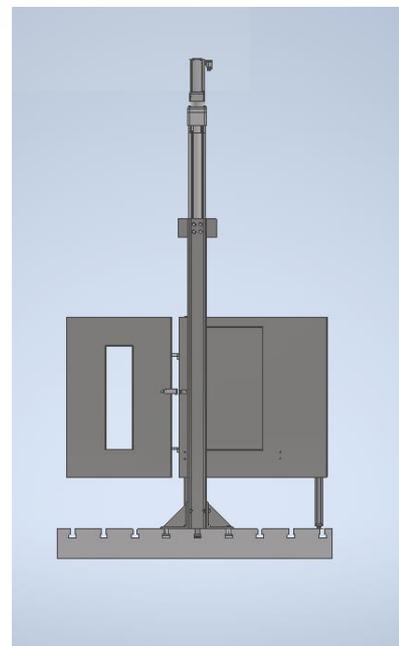


Figura 28.2: máquina perfil.

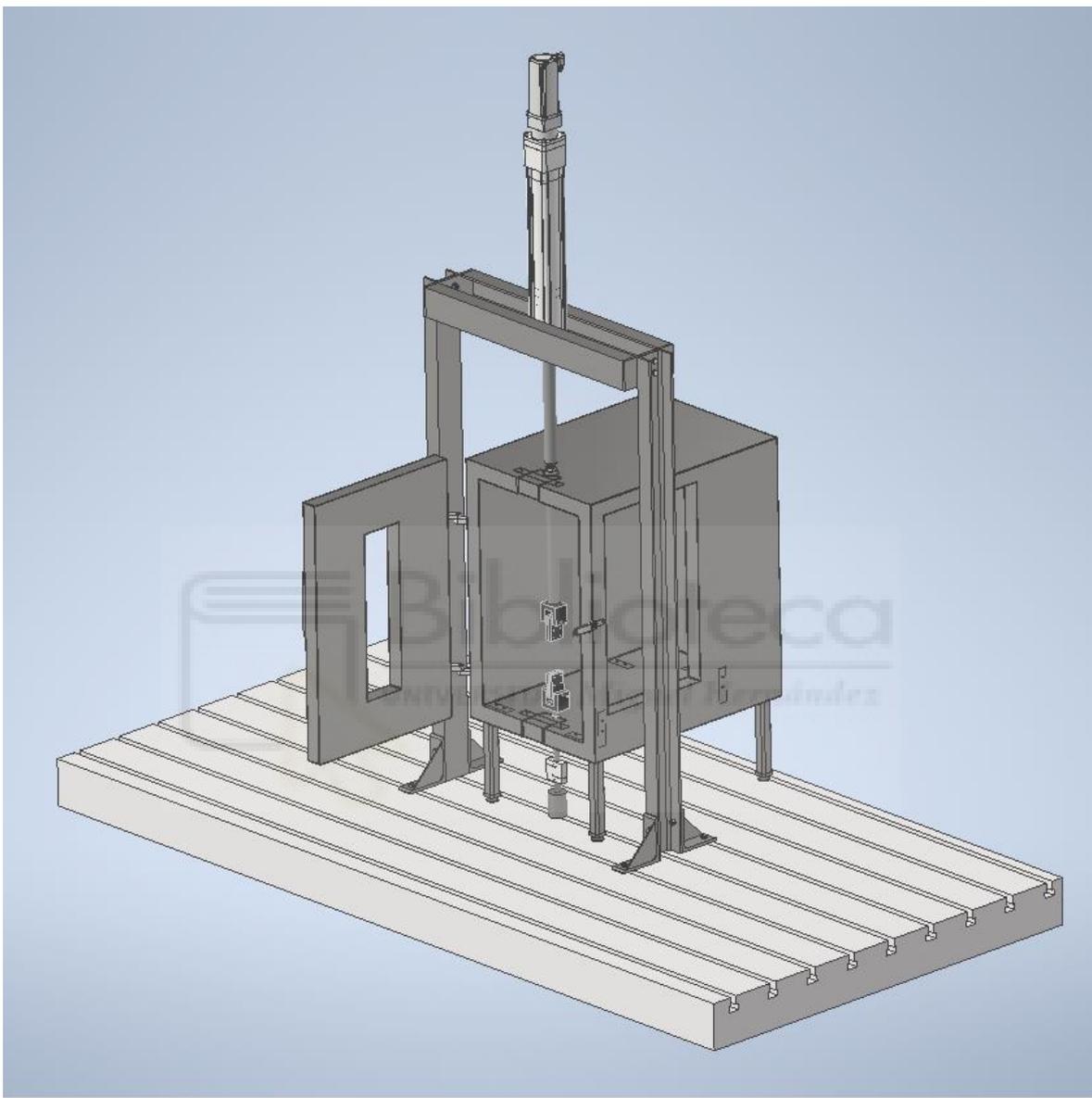
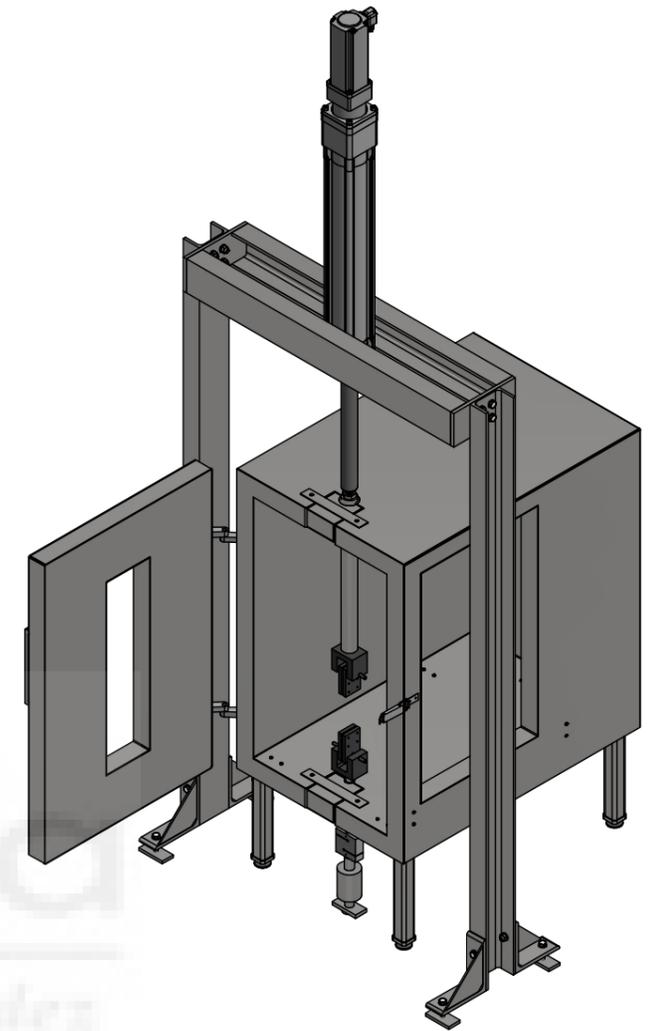
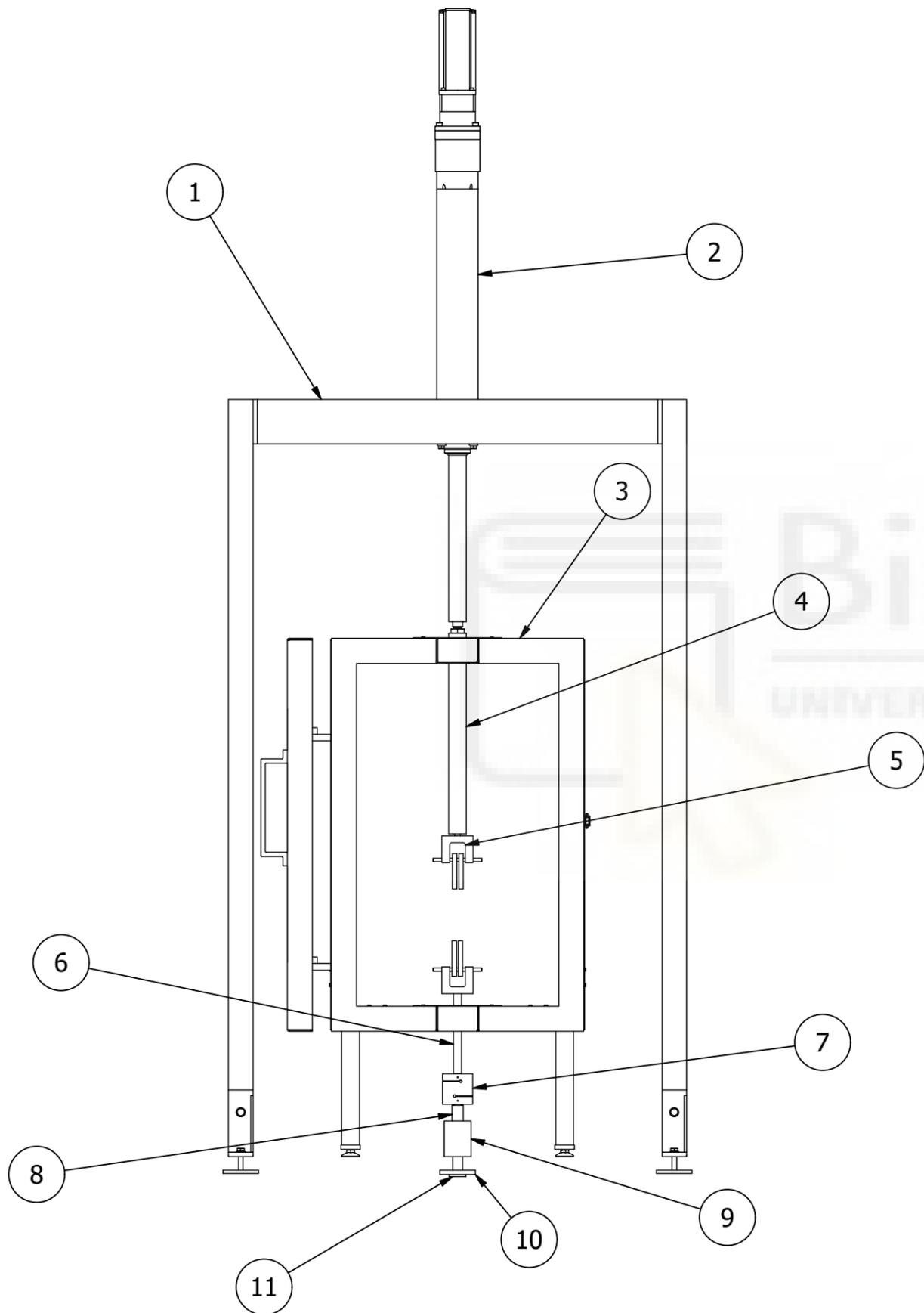


Figura 28.3: máquina.

7 ANEXO I: PLANOS

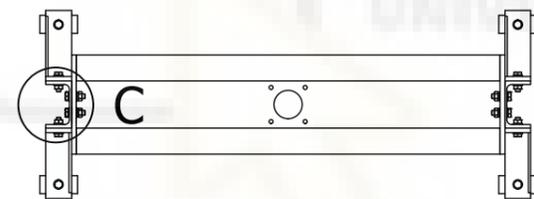
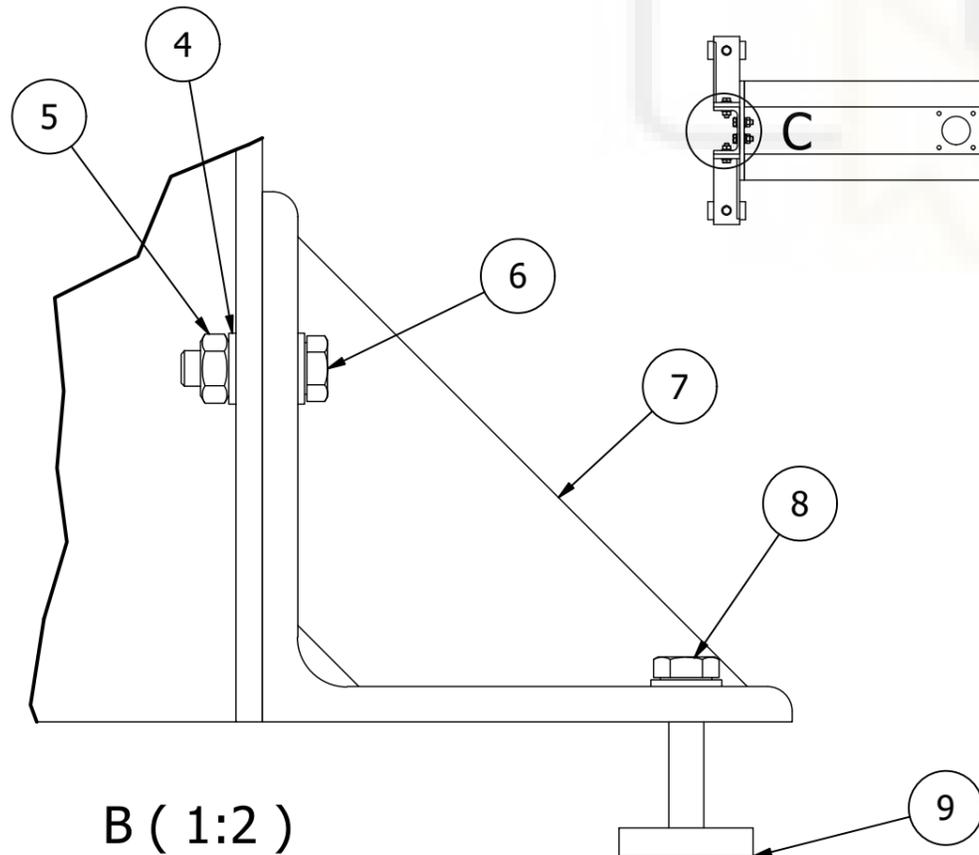
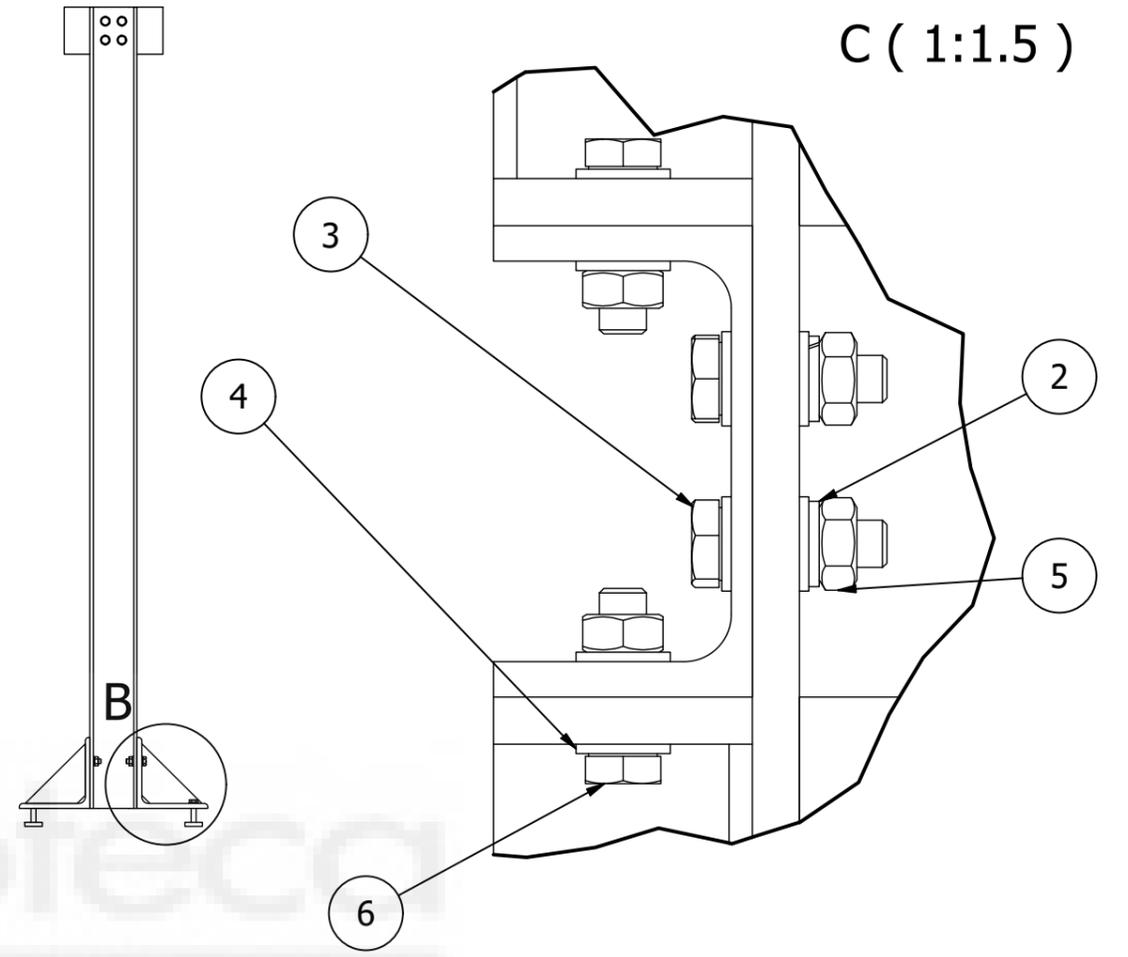
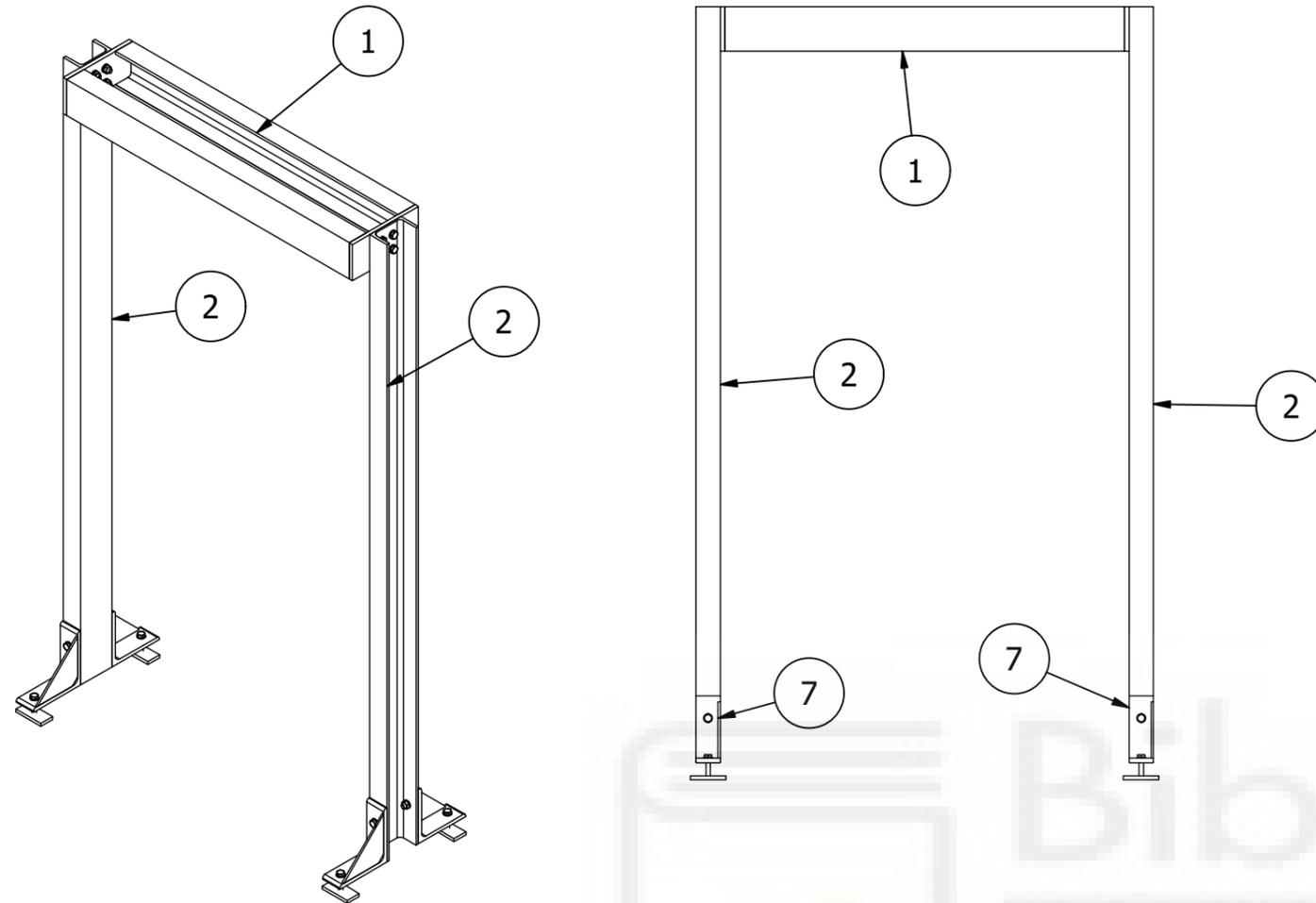




11	1	Eje de sujeción al banco
10	1	Placa inferior soporte porta probetas
9	1	Cilindro de anclaje al banco
8	1	Unión cilindro y célula
7	1	Célula de carga
6	1	Unión porta probeta y celula carga
5	2	Porta probetas
4	1	Alargador vástago
3	1	Horno
2	1	Conjunto Actuador
1	1	Pórtico
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN

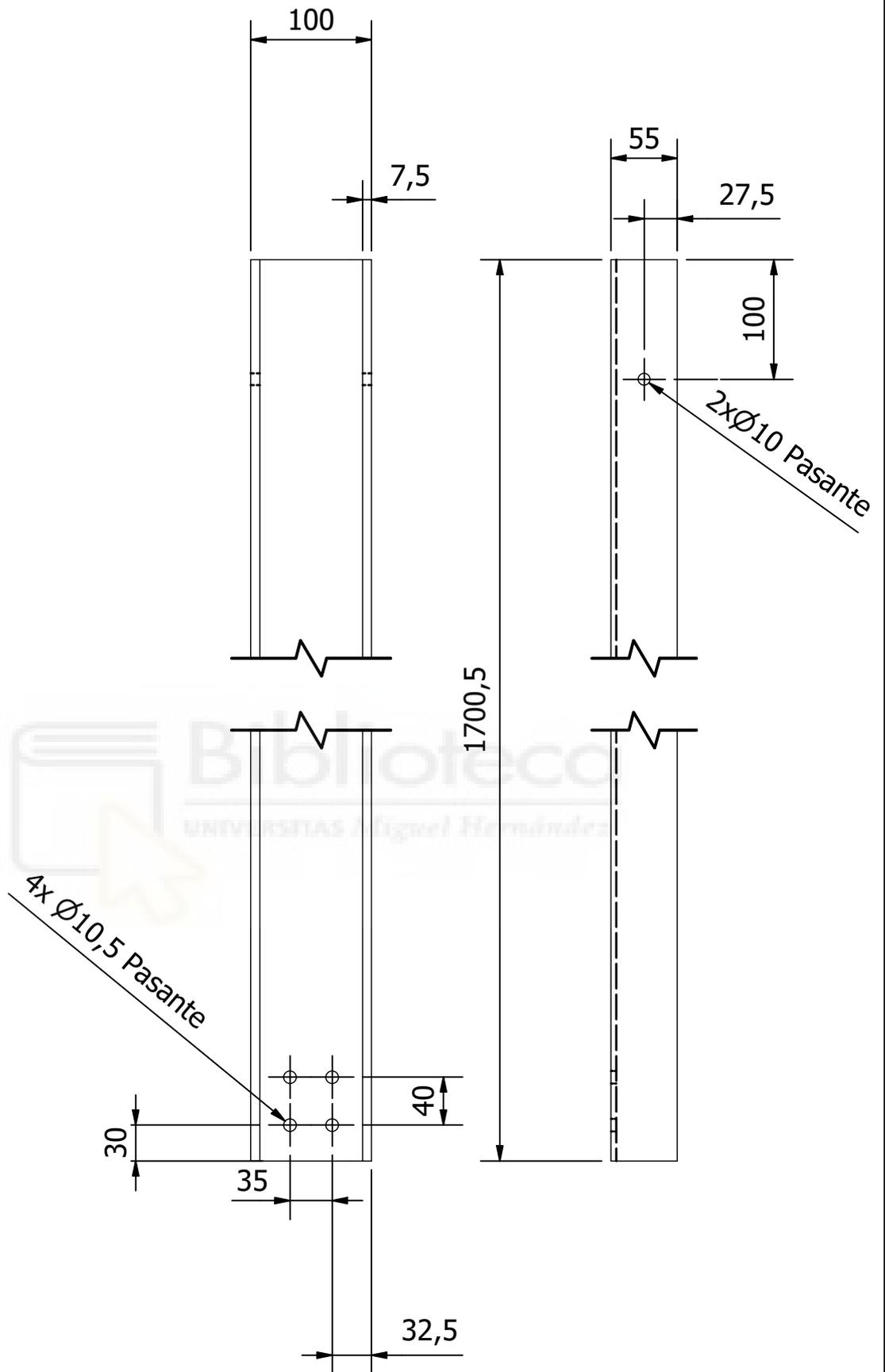
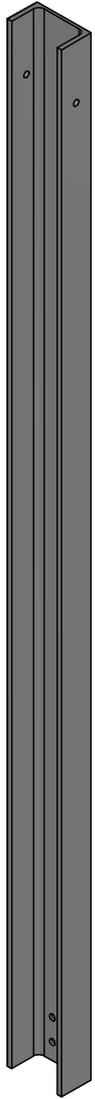
LISTA DE PIEZAS

FECHA CREACIÓN: 06/07/2021	TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura			
Universidad Miguel Hernández 	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Máquina completa	Material:		
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega	ESCALA 1:12	Tamaño hoja A3	Nº de hoja 1



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN
7	4	Perfil L reforzado
9	4	Plaquita anclaje pórtico
6	4	ISO 4017 - M10 x 35
8	4	ISO 4014 - M10 x 45
1	1	Dintel
2	2	UPE 100 - 1700.5 mm
5	12	Tuerca hexagonal - M10 -DIN 934
3	8	Tornillo hexagonal - M10x35 - DIN 933
2	8	Arandela de presión DIN 127-A
4	28	Arandela M10 - DIN 125

FECHA CREACIÓN: 18/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura			
Universidad Miguel Hernández 		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Pórtico		Material:	
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 1:15	Tamaño hoja A3	Nº de hoja 1



FECHA CREACIÓN:
05/07/2021

TITULO DEL PROYECTO:
Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura

Universidad Miguel Hernández



DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA:
UPE 100 - 1700.5 mm

Material:
S 275 J2

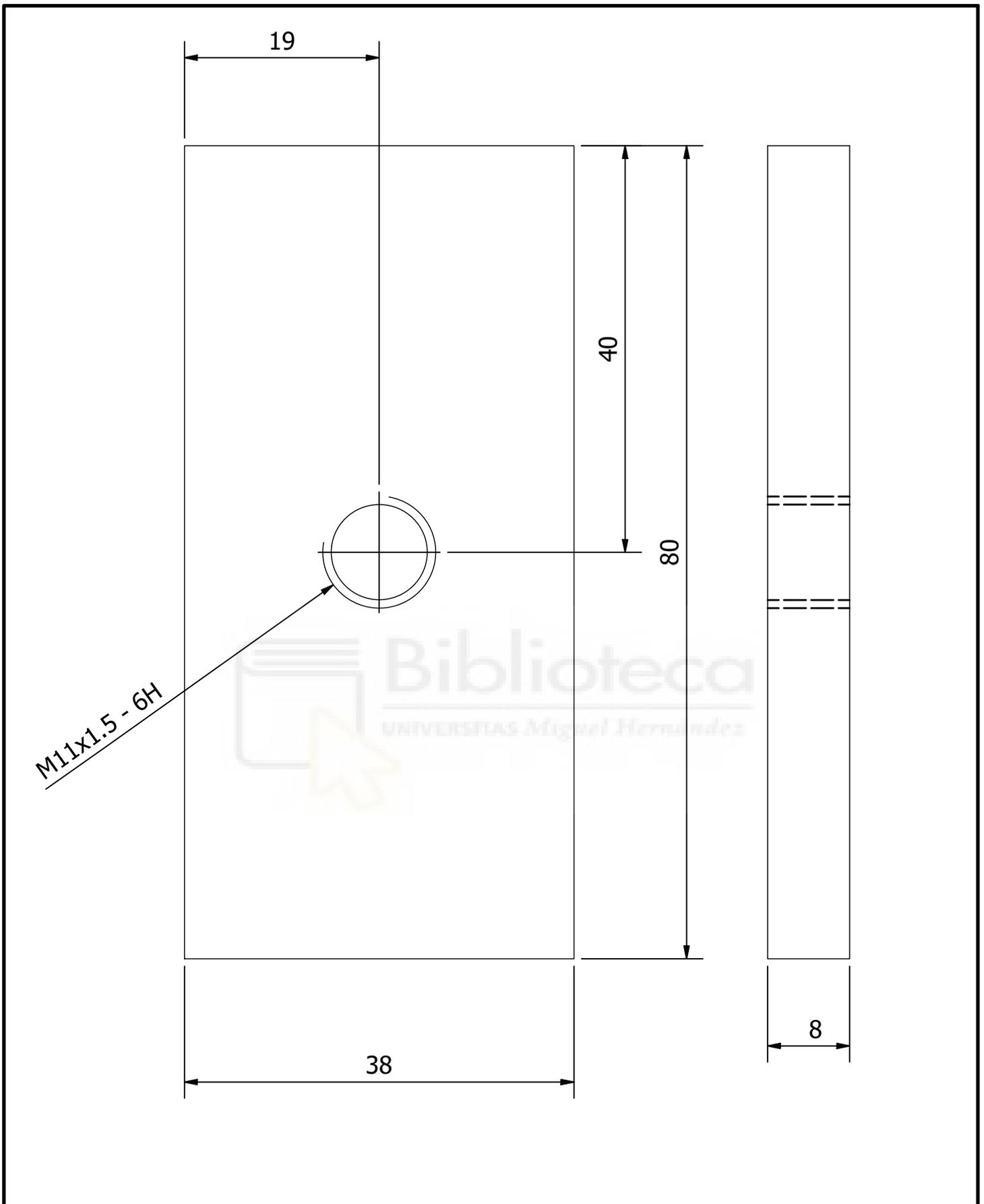
AUTOR:
Juan Antonio Sáez Ortega



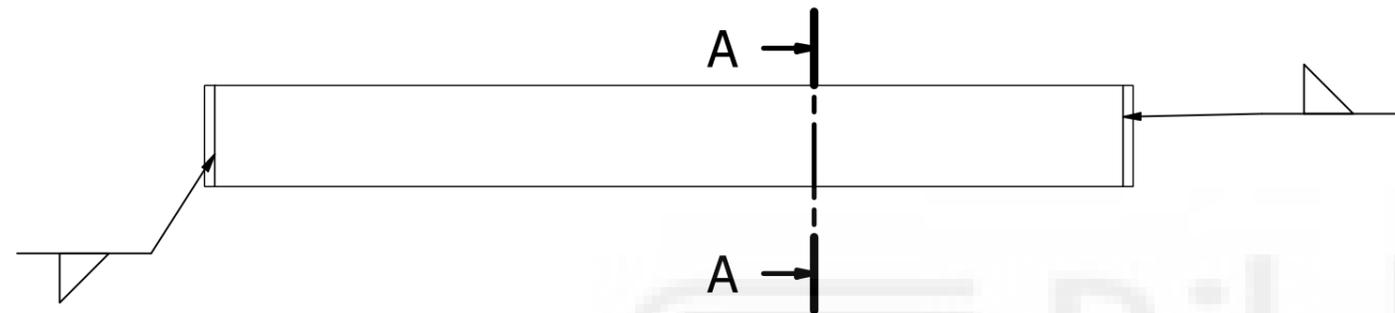
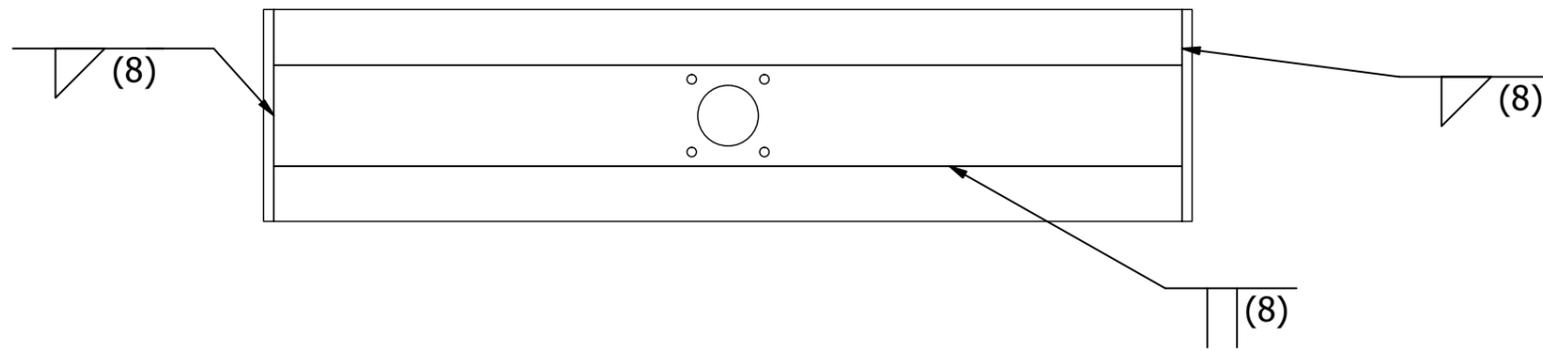
ESCALA
1:5

Tamaño hoja
A4

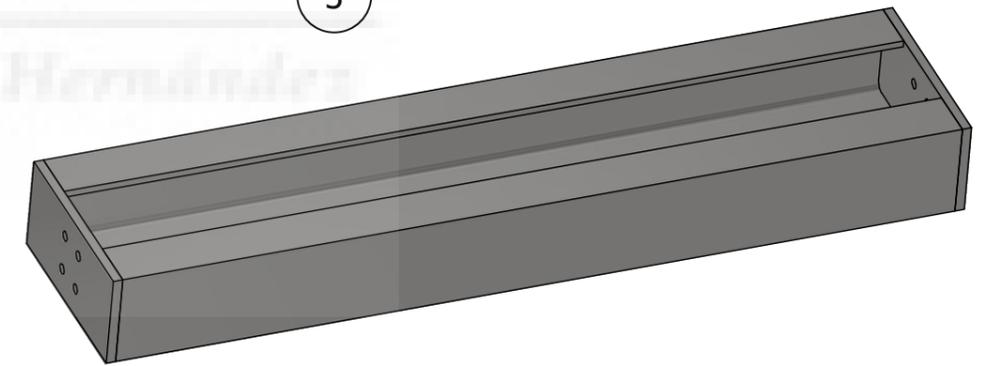
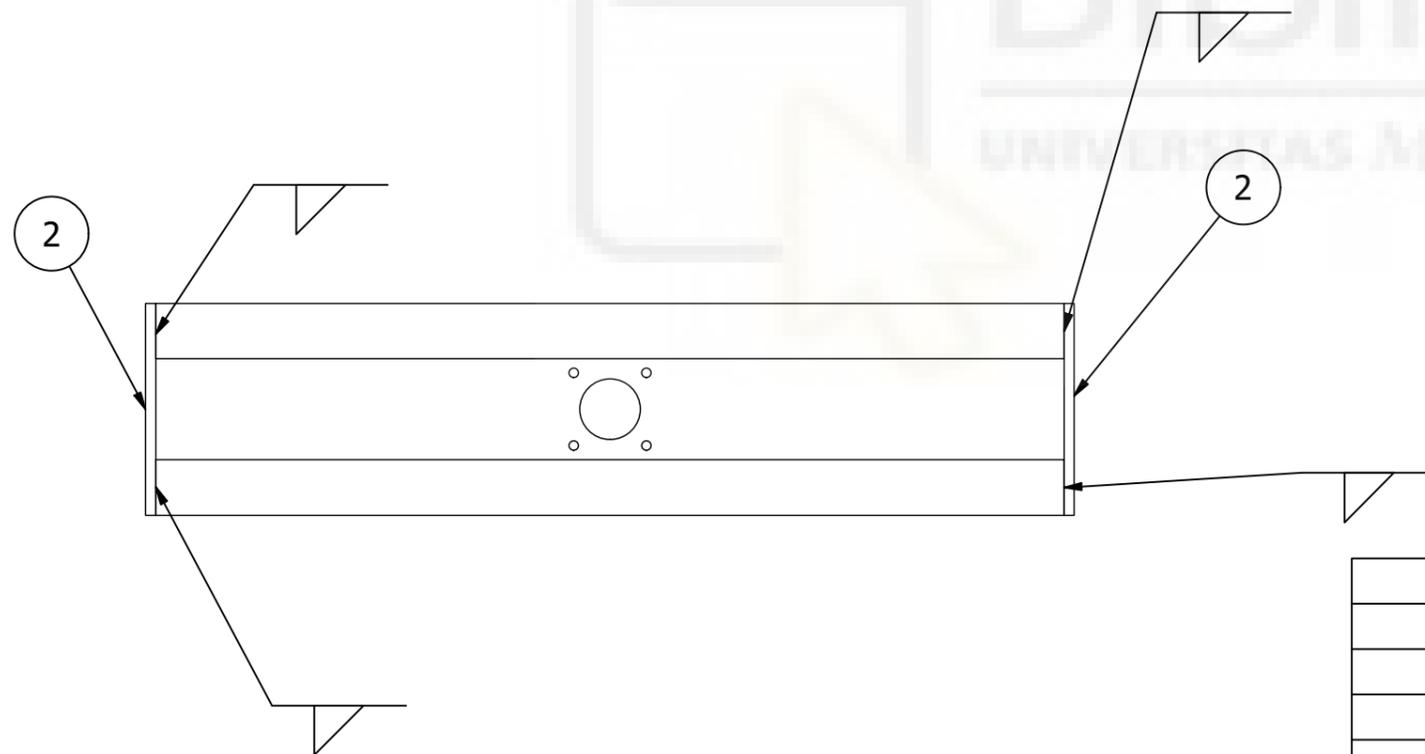
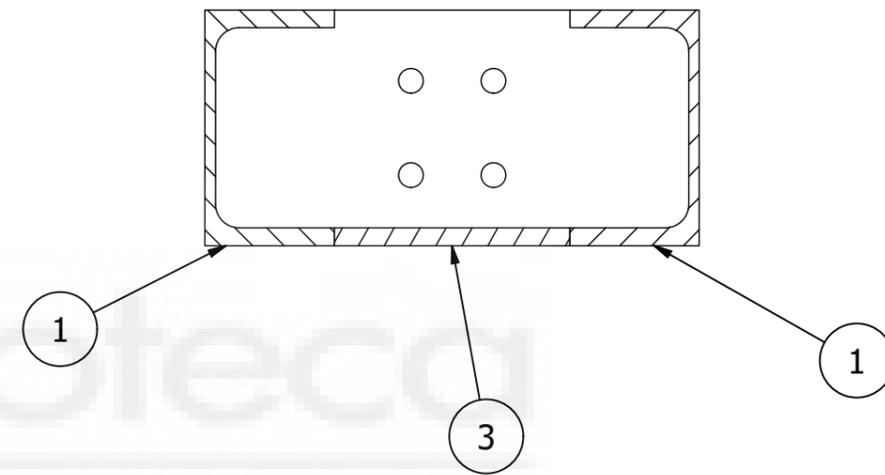
Nº de hoja
1



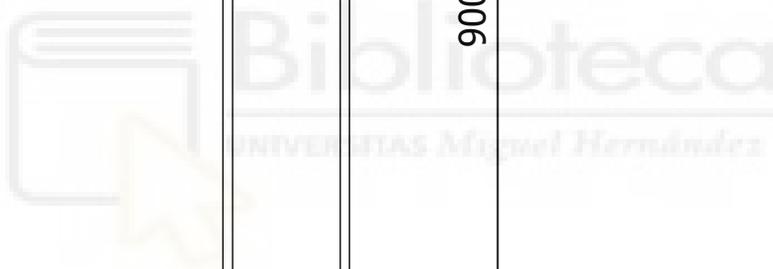
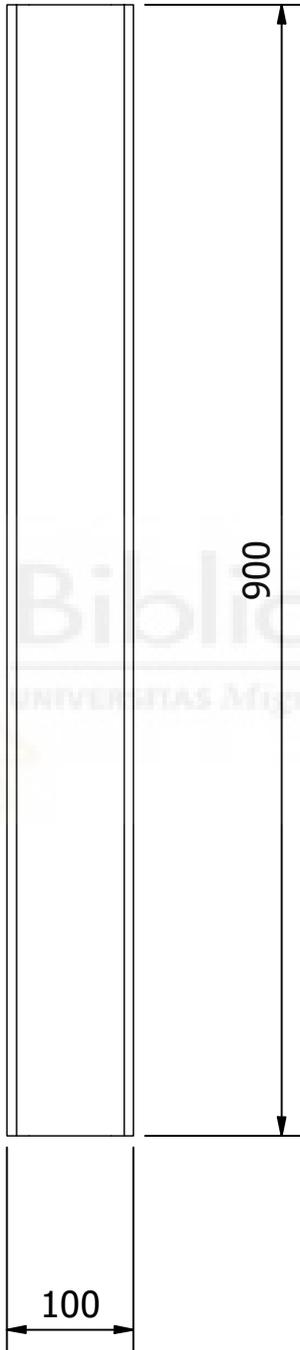
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura			
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAS Miguel Hernández</small>		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Plaqueta anclaje pórtico		Material: S 275 J2	
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 2:1	Tamaño hoja A4	Nº de hoja 1



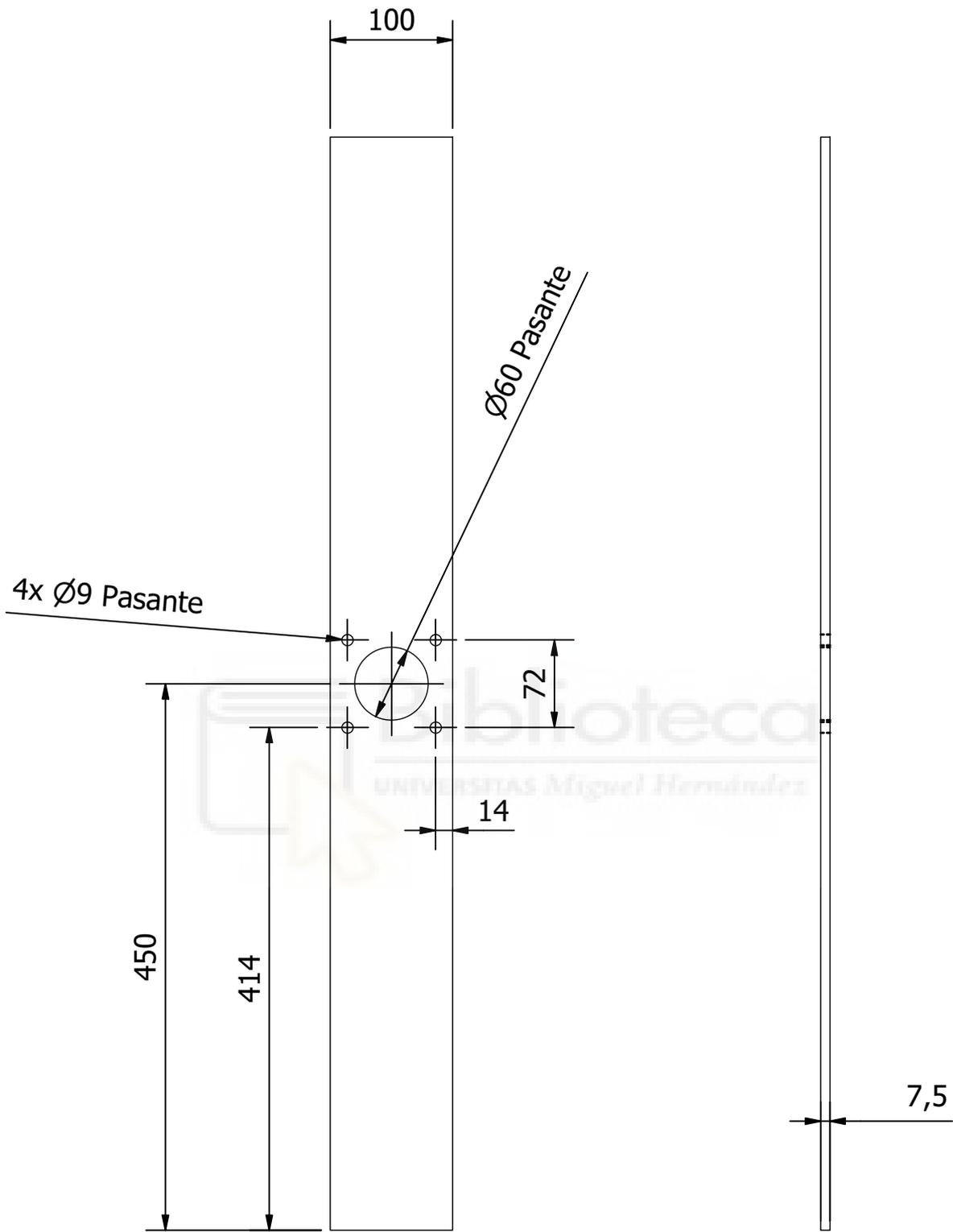
A-A (1:3)

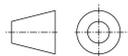


LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN		
3	1	Lámina soporte actuador		
2	2	Unión dintel pórtico		
1	2	UPE 100 - 900 mm		
FECHA CREACIÓN: 06/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández 		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA:		Material: S 275 J2
		AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 1:7

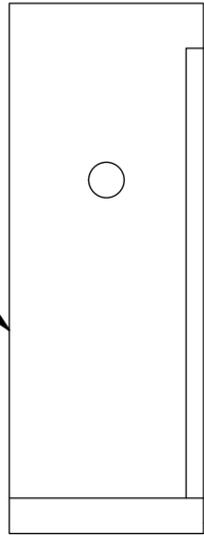


FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TITULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  UNIVERSITAS Miguel Hernández	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: UPE 100 - 900 mm		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 1:6	Tamaño hoja A4

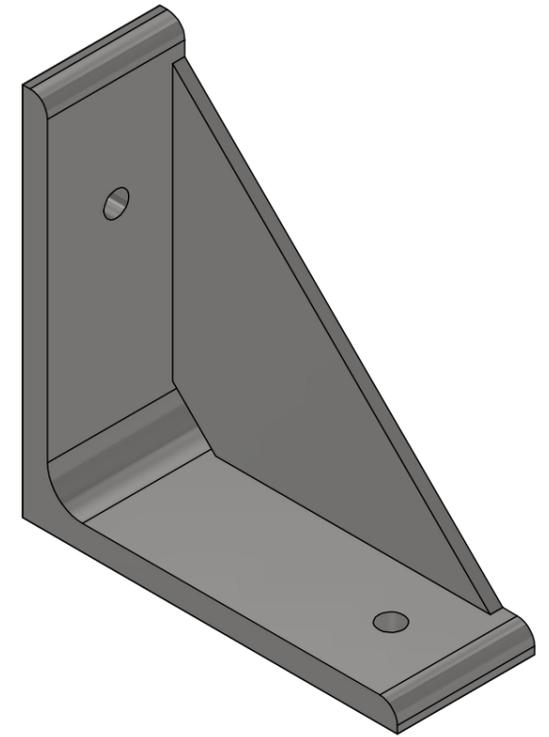
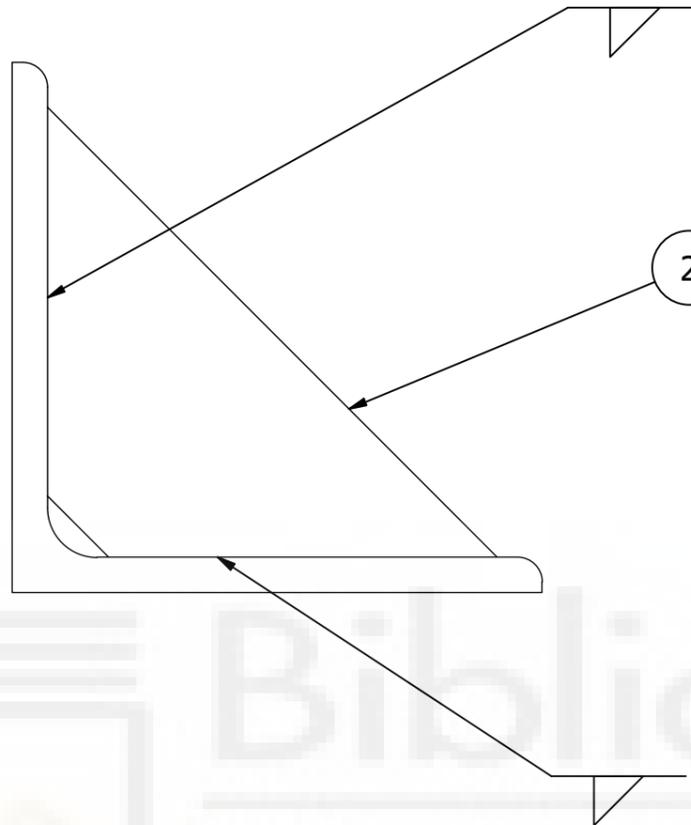


FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAS Miguel Hernández</small>	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Lámina soporte actuador		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 1:5	Tamaño hoja A4

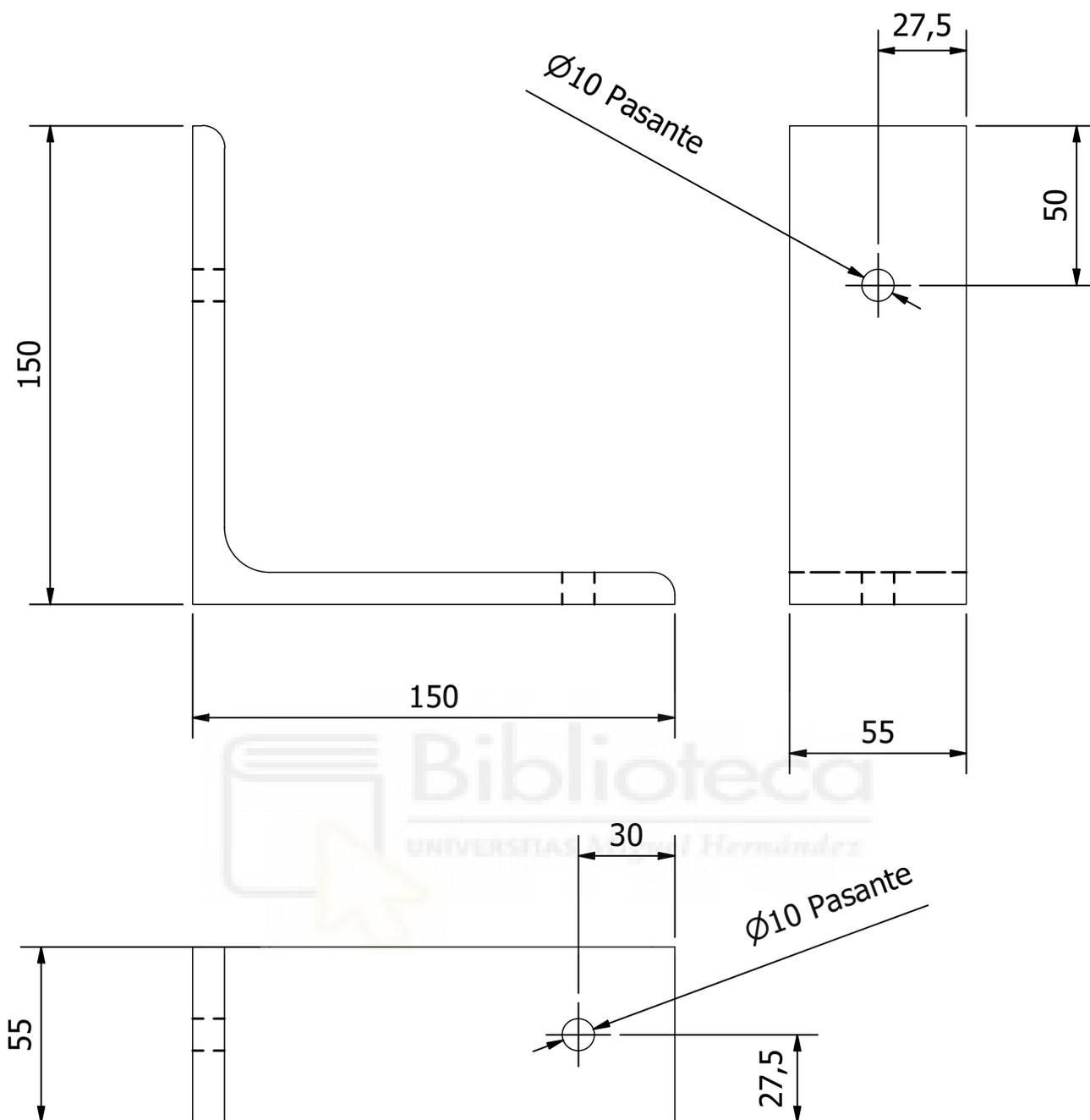
1



2



LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN		
2	1	Refuerzo L		
1	1	UNI EN 10056-1 - L150x150x10		
FECHA CREACIÓN: 06/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández 		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Perfil L reforzado		Material: Aluminio 6061, soldado
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 1 : 2	Tamaño hoja A3
			Nº de hoja 1	



FECHA CREACIÓN:
05/07/2021

TITULO DEL PROYECTO:

Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura

Universidad Miguel Hernández



DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA:

UNI EN 10056-1 - L150x150x10

Material:

S 275 J2

AUTOR:

Juan Antonio Sáez Ortega



ESCALA

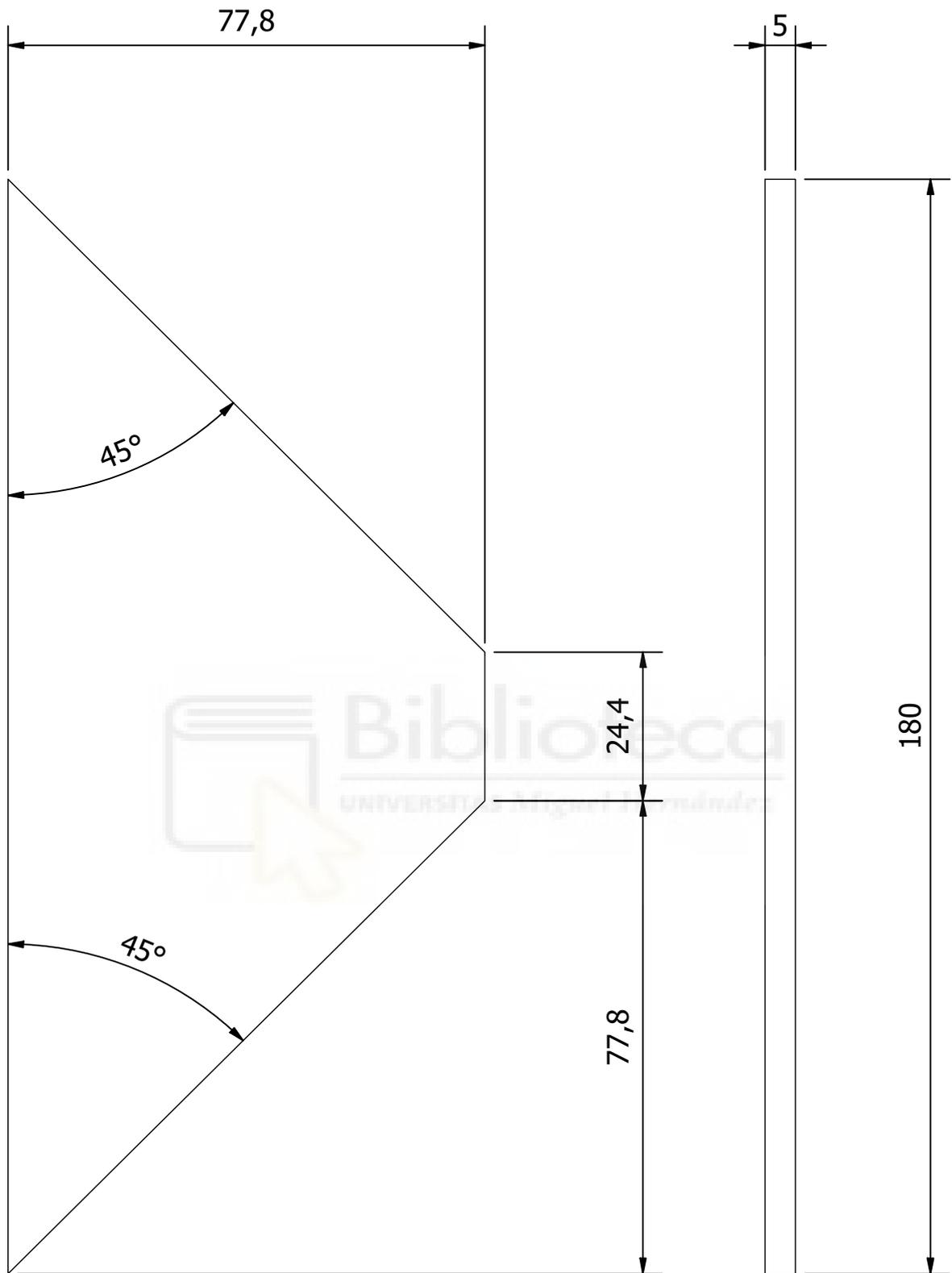
1 : 2

Tamaño hoja

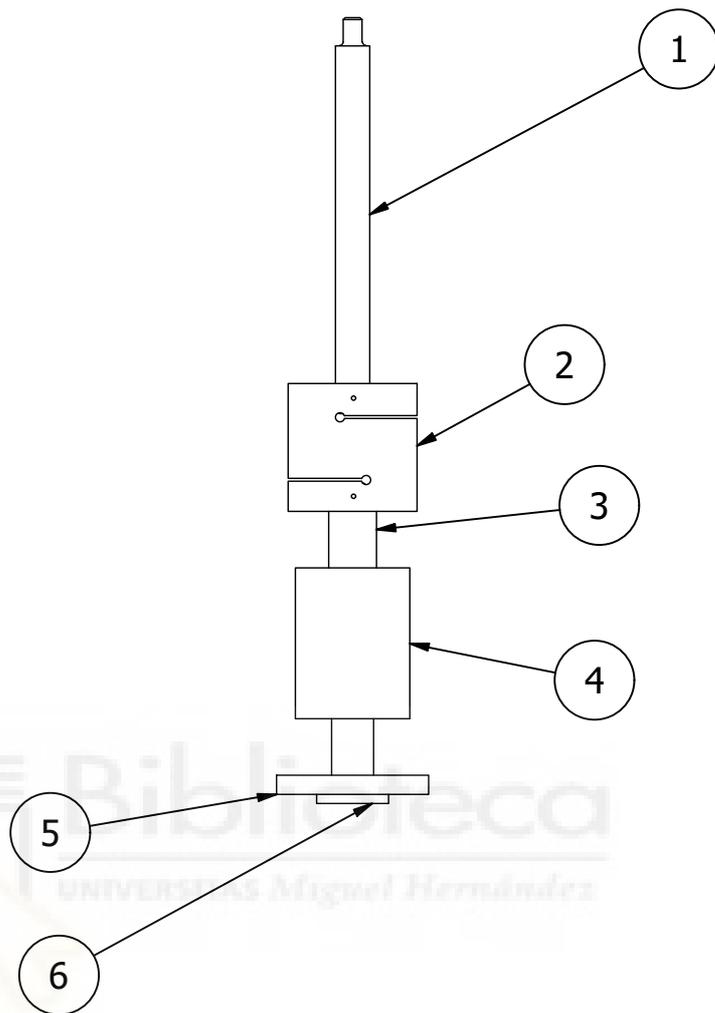
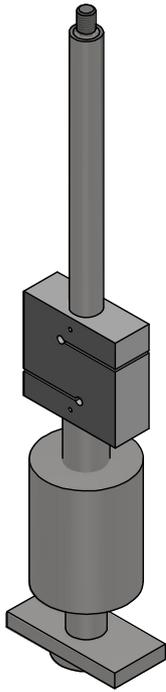
A4

Nº de hoja

1

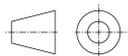


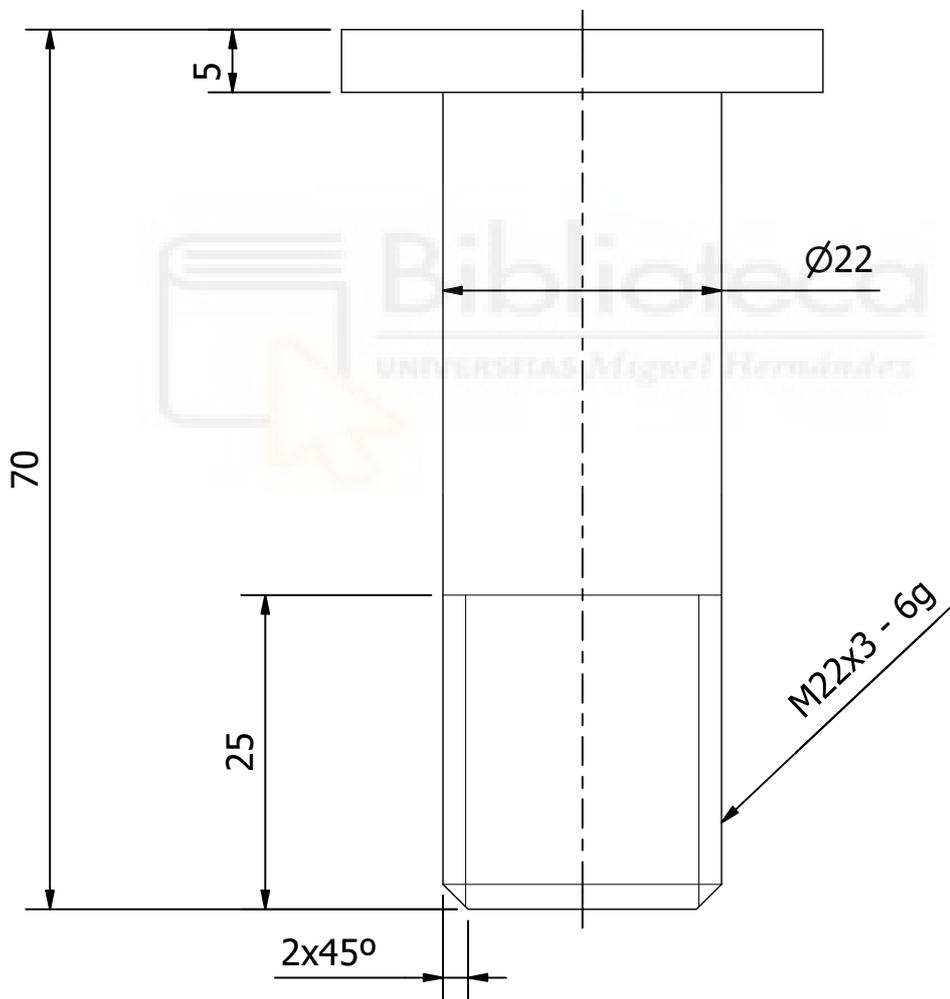
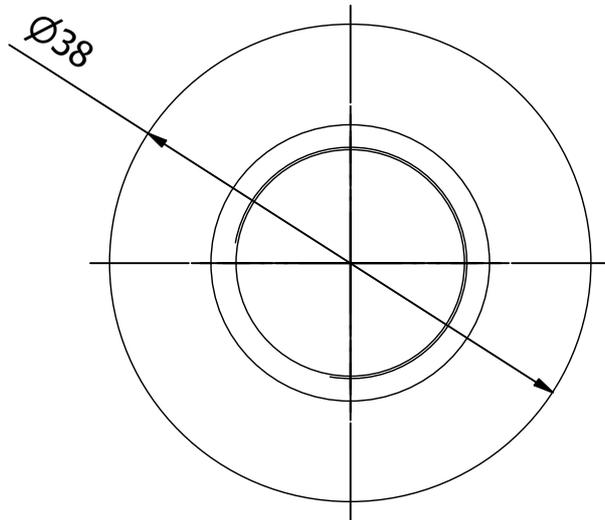
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAS Miguel Hernández</small>		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Refuerzo L		Material: S 275 J2
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 1 : 1	Tamaño hoja A4
				Nº de hoja 1

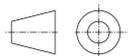


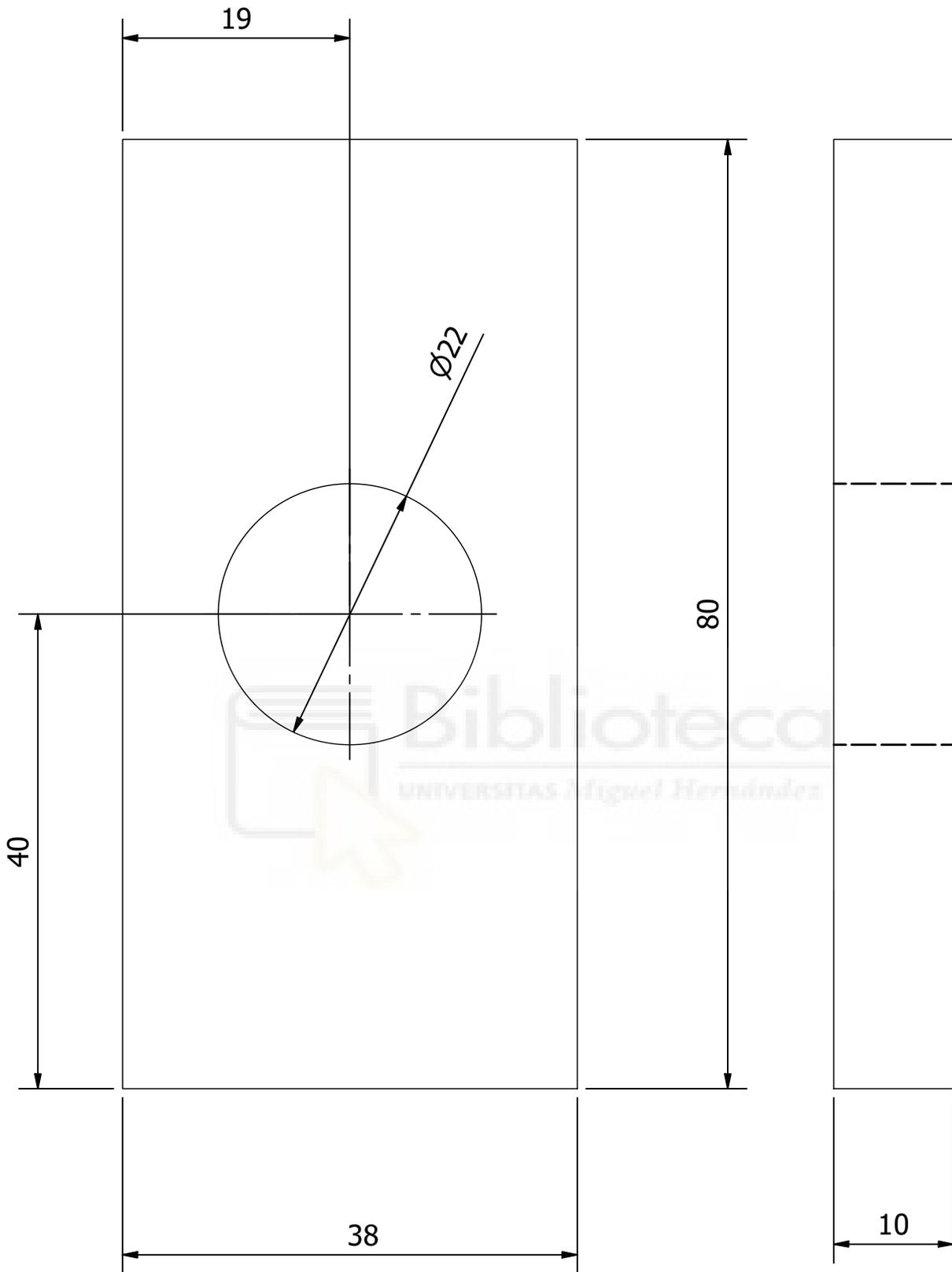
6	1	Eje de sujeción al banco
5	1	placa inferior soporte porta probetas
4	1	Cilindro de anclaje al banco
3	1	Unión cilindro y célula
2	1	Célula de carga
1	1	Unión porta probeta y celula carga
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN

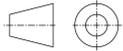
LISTA DE PIEZAS

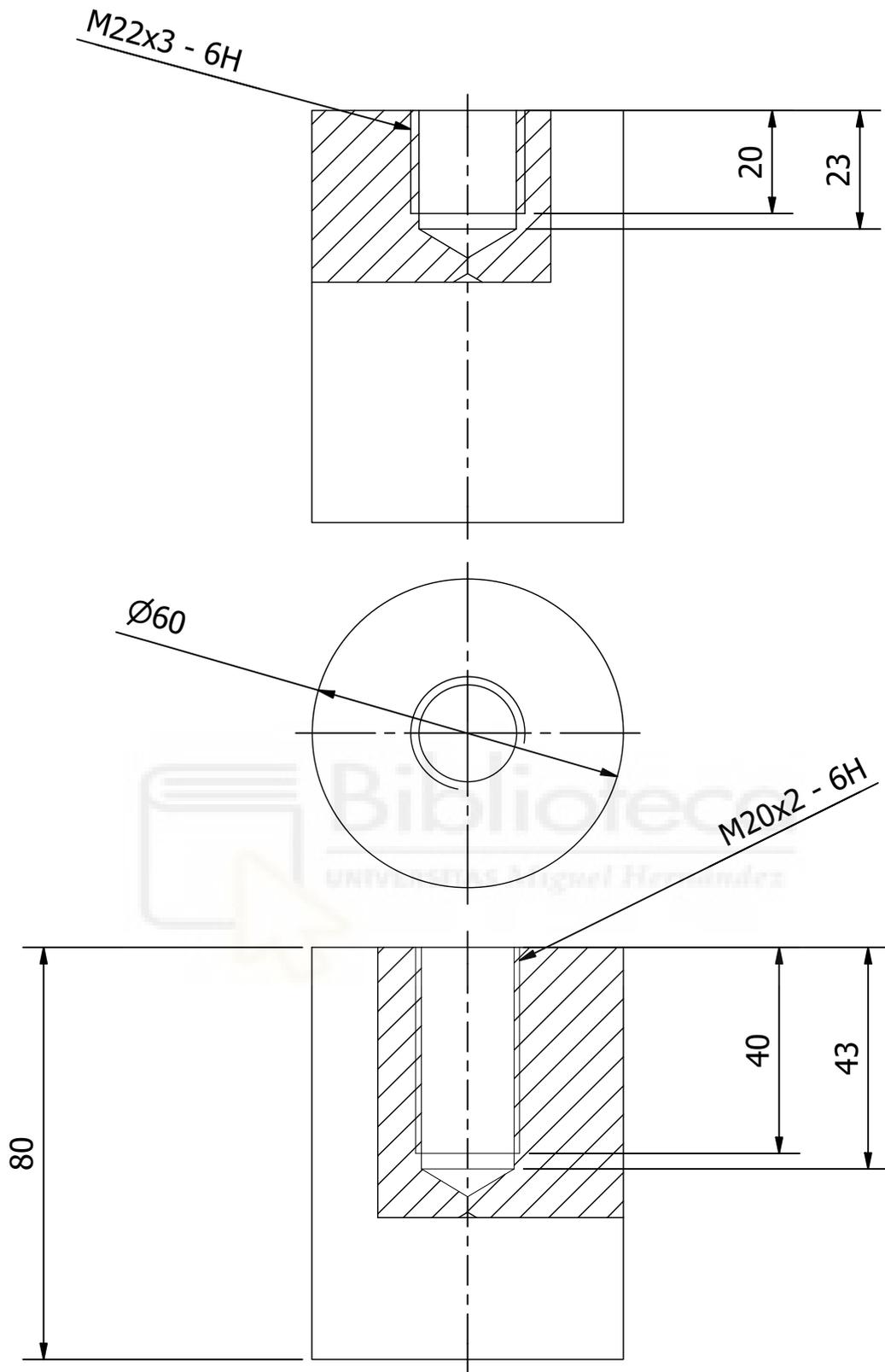
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández 		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Montaje porta probeta inferior		Material:
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 1 : 4	Tamaño hoja A4
				Nº de hoja 1

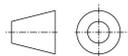


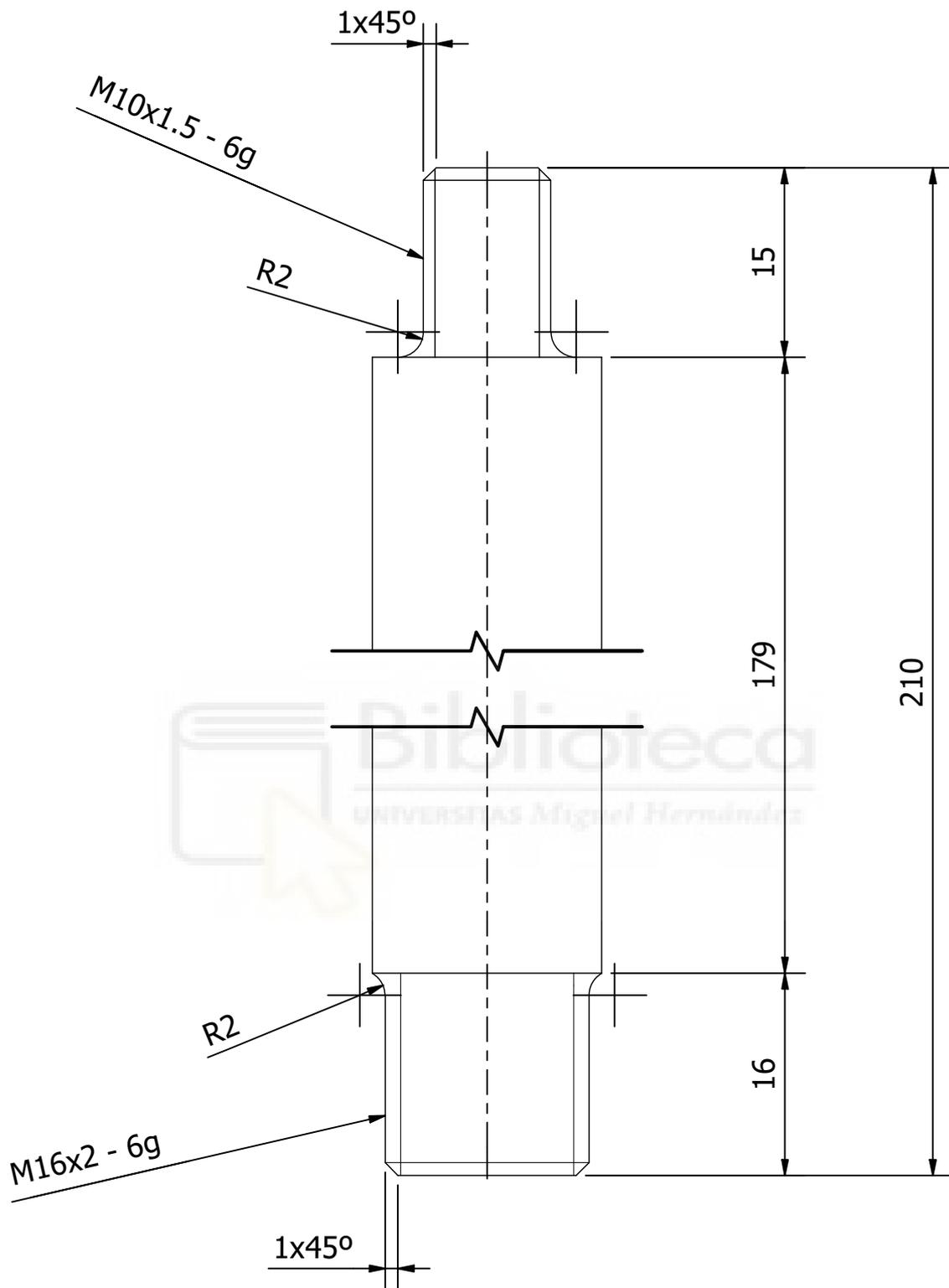
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAS Miguel Hernández</small>	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Eje de sujección al banco		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 5: 3	Tamaño hoja A4

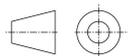


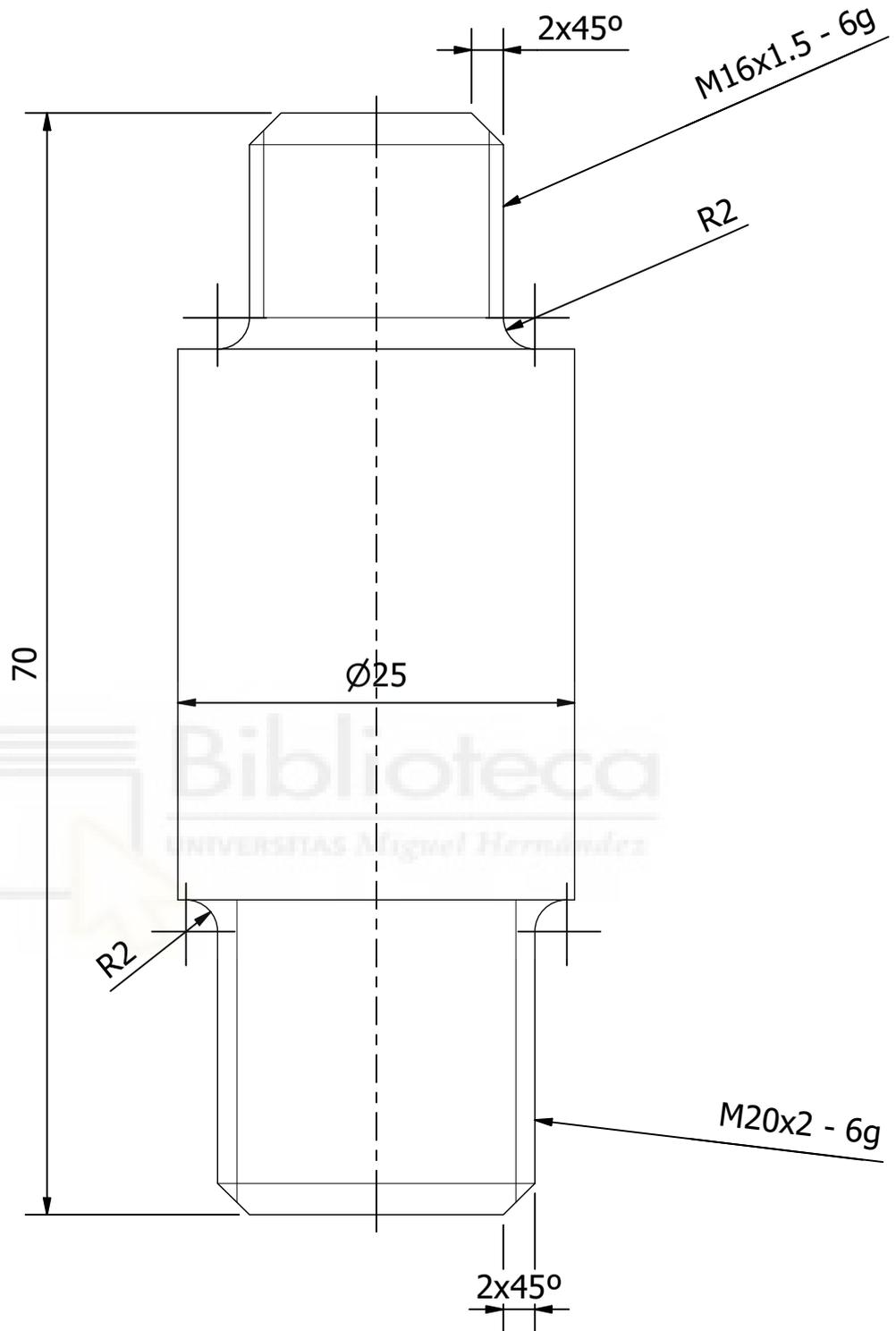
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TITULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAS Miguel Hernández</small>		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: placa inferior soporte porta probetas		Material: S 275 J2 Masa: 0,209 kg
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 2 : 1	Tamaño hoja A4
				Nº de hoja 1

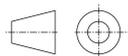


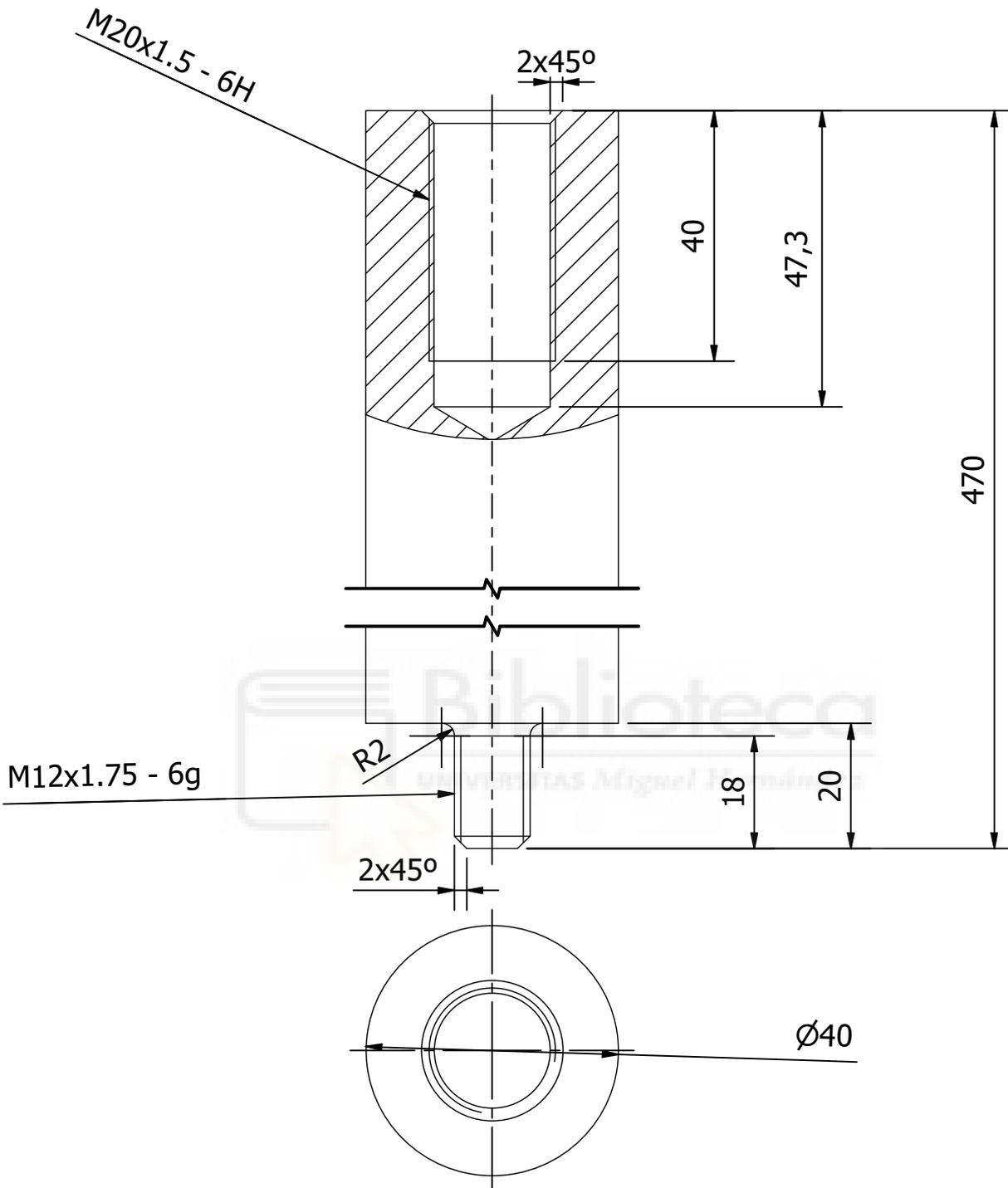
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAT Miguel Hernández</small>	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Cilindro de anclaje al banco		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 4:5	Tamaño hoja A4



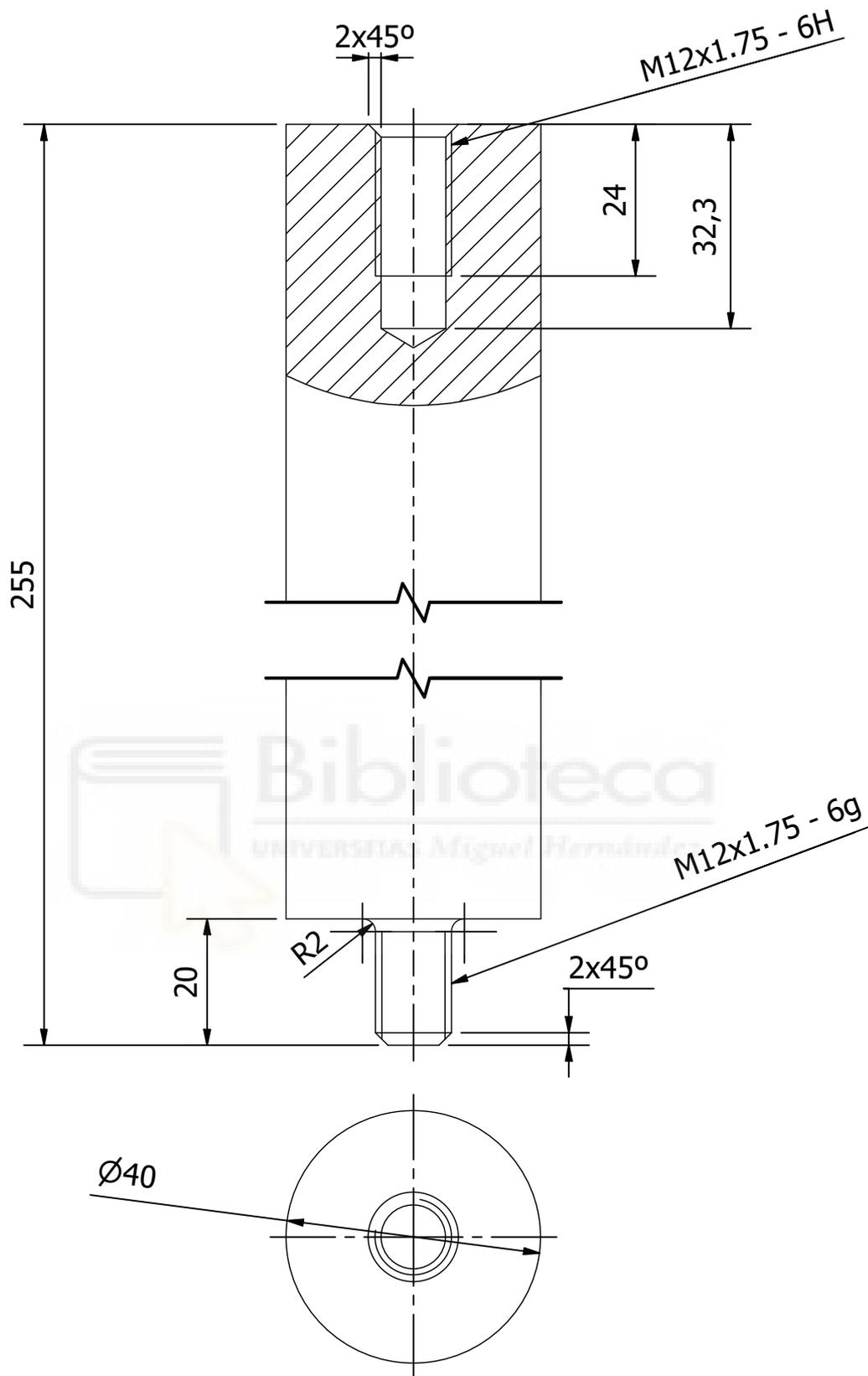
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  UNIVERSITAS Miguel Hernández	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Unión porta probeta y celula carga		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 2:1	Tamaño hoja A4

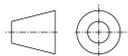


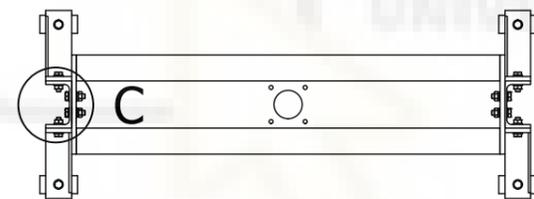
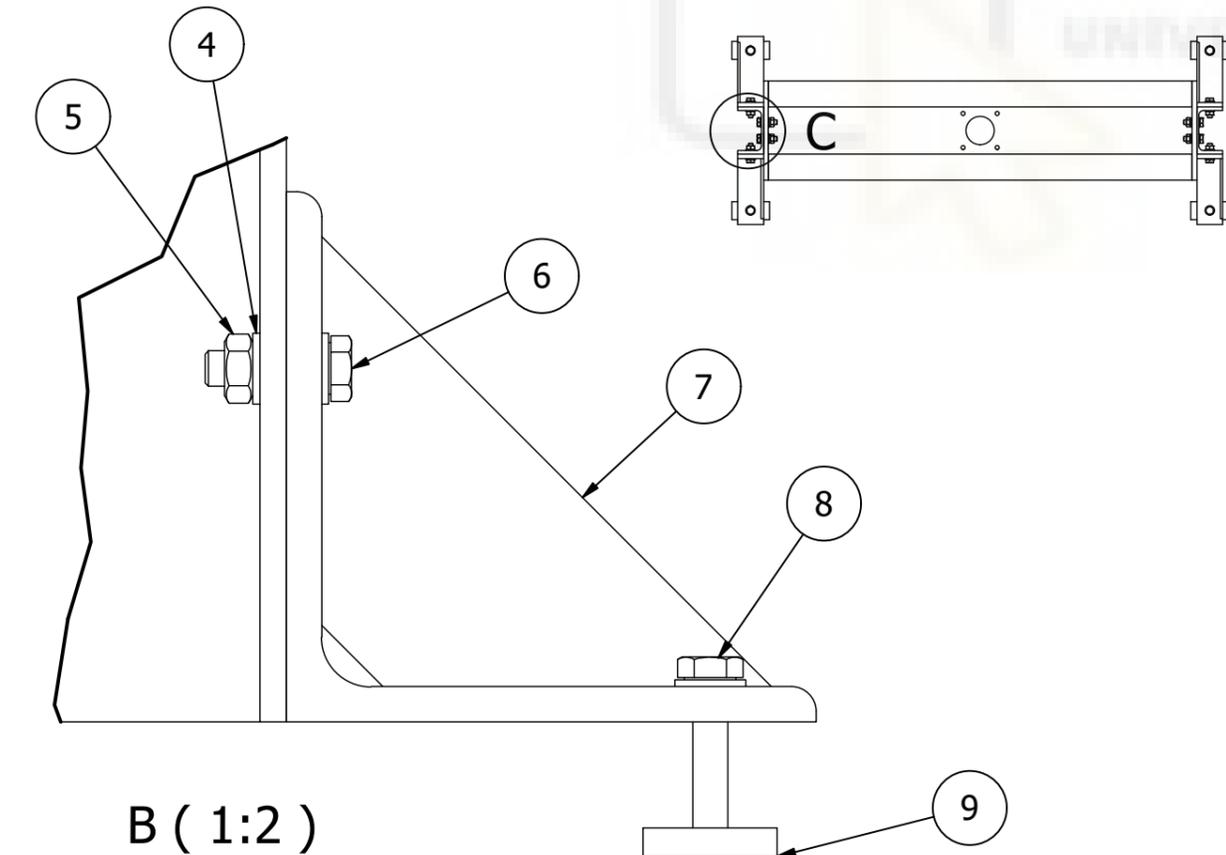
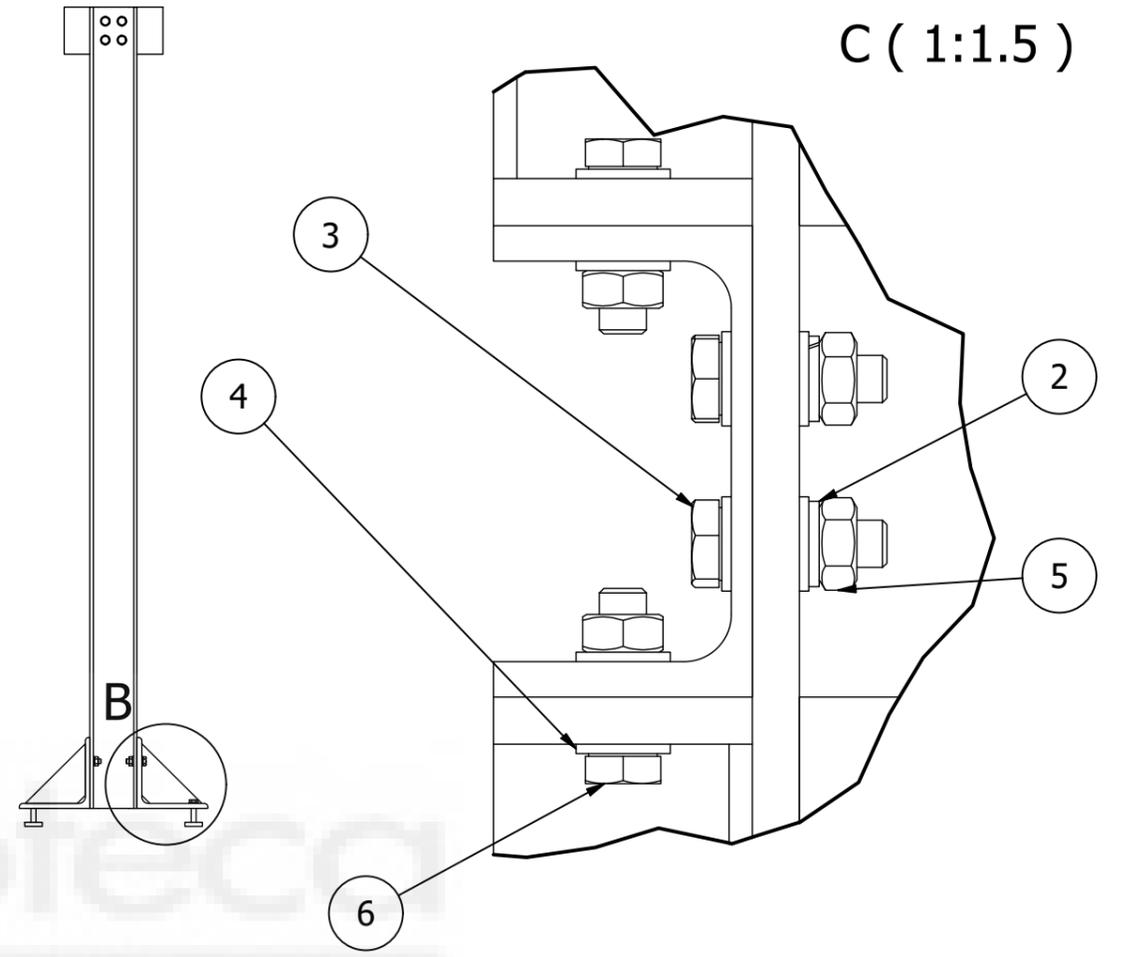
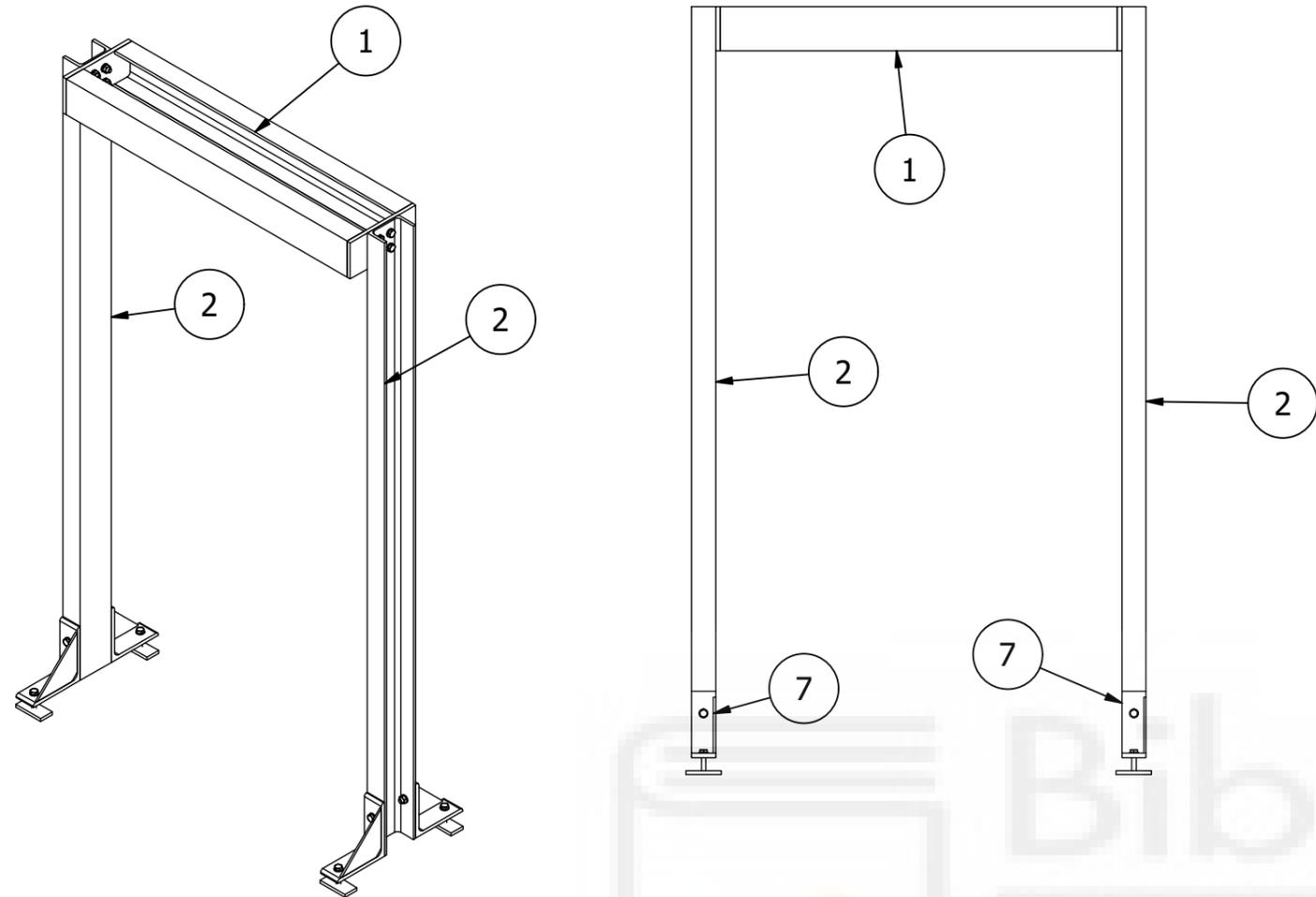
FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAS Miguel Hernández</small>	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Unión cilindro y célula		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 7:3	Tamaño hoja A4



FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TITULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  UNIVERSITAS Miguel Hernández	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Alargador vástago		Material: F 114	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 1	Tamaño hoja A4
				Nº de hoja 1



FECHA CREACIÓN: 05/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura		
Universidad Miguel Hernández  <small>UNIVERSITAT Miguel Hernández</small>	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Alargador superior para resto de probetas		Material: S 275 J2	
	AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega		ESCALA 1	Tamaño hoja A4



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN
7	4	Perfil L reforzado
9	4	Plaquita anclaje pórtico
6	4	ISO 4017 - M10 x 35
8	4	ISO 4014 - M10 x 45
1	1	Dintel
2	2	UPE 100 - 1700.5 mm
5	12	Tuerca hexagonal - M10 -DIN 934
3	8	Tornillo hexagonal - M10x35 - DIN 933
2	8	Arandela de presión DIN 127-A
4	28	Arandela M10 - DIN 125

FECHA CREACIÓN: 18/07/2021		TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño de una máquina para ensayos a tracción con cámara de temperatura			
Universidad Miguel Hernández 		DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA: Pórtico		Material:	
AUTOR: Juan Antonio Sáez Ortega			ESCALA 1:15	Tamaño hoja A3	Nº de hoja 1

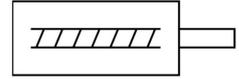
8 ANEXO II: ACTUADOR ELÉCTRICO Y SUS COMPONENTES



Cilindro eléctrico ESBF-BS-80-400-5P

Número de artículo: 574106

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Tamaño	80
Carrera	400 mm
Rosca del vástago	M20x1,5
Juego de inversión	30 µm
Diámetro del husillo	32 mm
Paso de husillo	5 mm/U
Ángulo de giro máx. del vástago +/-	0.5 deg
Abreviatura de tipo	ESBF
Basado en la norma	ISO 15552
Posición de montaje	Cualquiera
Extremo del vástago	Rosca exterior
Tipo de motor	Servomotor
Detección de posición	Para sensor de proximidad
Forma constructiva	Cilindro eléctrico con rodamiento de bolas circulantes
Tipo de husillo	Husillo con circulación de bolas
Símbolo	00991941
Seguridad torsional/guía	Con guía deslizante
Aceleración máx.	5 m/s ²
Velocidad máxima	0.25 m/s
Precisión de repetición	±0,01 mm
Tiempo de conexión	100%
Clase de resistencia a la corrosión CRC	2 - riesgo de corrosión moderado
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ... 60 °C
Aptitud para el contacto con alimentos	Véase la información complementaria sobre el material
Humedad relativa del aire	0 - 95 %
Grado de protección	IP40
Temperatura ambiente	0 °C ... 60 °C
Par de accionamiento máximo	11.9 Nm
Fuerza radial máxima en el vástago de accionamiento	1100 N
Fuerza de avance máx. Fx	12000 N
Par de accionamiento en vacío	0.5 Nm
Valor orientativo carga útil, horizontal	1200 kg
Valor orientativo carga útil, vertical	1200 kg
Momento de inercia de la masa JH por metro de carrera	7.699 kgcm ²
Momento de inercia de la masa JL por kg de carga útil	0.00633 kgcm ²
Momento de inercia de la masa JO	1.5297 kgcm ²

Característica	Valor
Masa móvil con carrera de 0 mm	5300 g
Peso adicional por 10 mm de carrera	155 g
Peso básico con carrera de 0 mm	7393 g
Aumento masa móvil por 10 mm de carrera	103 g
Tipo de fijación	Con rosca interior o accesorios
Código de interfaz del actuador	D80
Nota sobre el material	Contiene sustancias que afectan al proceso de pintura Conformidad con la Directiva RoHS
Material de la tapa	Fundición de aluminio Recubierto
Material del vástago	Acero inoxidable de alta aleación
Material de los tornillos	Acero Galvanizado
Material de la tuerca del husillo	Acero laminado
Material del husillo	Acero laminado
Material de la camisa del cilindro	Aleación de aluminio forjado Anodizado deslizante



Conjunto de sujeción axial EAMM-A-D80-80G

Número de artículo: 2946763

FESTO



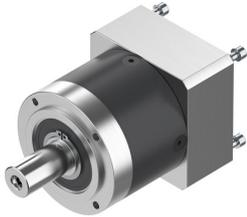
Hoja de datos

Característica	Valor
Abreviatura de tipo	EAMM-A
Posición de montaje	Cualquiera
Temperatura de almacenamiento	-25 °C ... 60 °C
Humedad relativa del aire	0 - 95 %
Grado de protección	IP40
Temperatura ambiente	-10 °C ... 60 °C
Momento de giro transmisible	60 Nm
Peso del producto	1990 g
Código de interfaz del actuador	D80B
Código de interfaz, entrada motor	80G
Nota sobre el material	Conformidad con la Directiva RoHS

Reductor EMGA-80-P-G5-EAS-80

Número de artículo: 2297691

FESTO



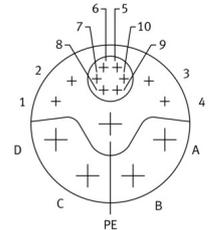
Hoja de datos

Característica	Valor
Tamaño de la brida del reductor	80 mm
Tamaño de la brida del motor	80 mm
Holgura torsional	0.12 deg
Abreviatura de tipo	EMGA
Tipo de reductor	Engranaje planetario
Relación de reducción	5:1
Velocidad máxima de accionamiento	7000 1/min
Temperatura de funcionamiento del reductor	-25 °C ... 90 °C
LABS-Conformity	VDMA24364-B2-L
Grado de protección	IP54
Momento de giro permanente de salida	110 Nm
Momento de inercia de la masa del reductor	0.45 kgcm ²
Momento de giro máx. de salida	176 Nm
Rendimiento máximo	98 %
Rigidez torsional	6 Nm/arcmin
Peso del producto	2000 g
Conexión entre reductor y eje de salida	80G
Interfaz entre reductor y actuador	80P
Nota sobre el material	Conformidad con la Directiva RoHS

Servomotor EMMT-AS-80-M-LS-RMB

Número de artículo: 5255436

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Abreviatura de tipo	EMMT-AS
Temperatura ambiente	-15 °C ... 40 °C
Nota sobre la temperatura ambiente	Hasta 80 °C con derating de -1,5% por grado centígrado
Máx. altura de montaje	4000 m
Nota sobre la altura máxima de montaje	A partir de 1.000 m solo con reducción de -1,0 % por 100 m
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ... 70 °C
Humedad relativa del aire	0 - 90 %
Conforme a la norma	IEC 60034
Clase térmica según EN 60034-1	F
Temperatura máxima de devanado	155 °C
Clase de dimensionado según EN 60034-1	S1
Supervisión de la temperatura	Transferencia de calor del motor digital vía EnDat 2.2
Forma de motor según EN 60034-7	IM B5 IM V1 IM V3
Posición de montaje	Cualquiera
Grado de protección	IP40
Nota sobre el grado de protección	IP40 para el árbol del motor sin anillo de obturación radial IP65 para el árbol del motor con anillo de obturación radial IP67 para la caja motor, incluida la técnica de conexión
Precisión de concentricidad, coaxialidad, juego axial según DIN SPEC 42955	N
Calidad de equilibrado	G 2,5
Momento de enclavamiento	<1,0 % del momento de giro máximo
Vida útil del cojinete en condiciones nominales	20000 h
Código de interfaz, salida motor	80P
Conexión eléctrica 1, tipo de conexión	Conector híbrido
Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	M23x1
Conexión eléctrica 1, cantidad de contactos/hilos	15
Conexión eléctrica 1, distribución de conexiones	00995913
Grado de ensuciamiento	2
Nota sobre el material	Contiene sustancias que afectan al proceso de pintura Conformidad con la Directiva RoHS
Clase de resistencia a la corrosión CRC	0 - sin riesgo de corrosión

Característica	Valor
Resistencia a las vibraciones	Control para el transporte con grado de severidad 2 según FN 942017-4 y EN 60068-2-6
Resistencia a los golpes	Control de impactos con grado de severidad 2, según FN 942017-5 y EN 60068-2-27
Certificación	RCM c UL us - Recognized (OL)
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según Directiva de máquinas CEM de la UE Según la Directiva de baja tensión de la UE Según la Directiva RoHS de la UE
Organismo que expide el certificado	UL E342973
Tensión nominal de funcionamiento DC	325 V
Tipo de conmutación del devanado	Estrella interior
Número de pares de polos	5
Momento de giro en reposo	2.6 Nm
Momento de giro nominal	2.2 Nm
Momento de giro máximo	6.4 Nm
Revoluciones nominales	3000 1/min
Revoluciones máx.	6150 1/min
Revoluciones mecánicas máx.	14000 1/min
Potencia nominal del motor	690 W
Corriente permanente en reposo	4.9 A
Corriente nominal del motor	4.1 A
Corriente de pico	17.1 A
Constante del motor	0.54 Nm/A
Constantes del momento de giro en reposo	0.62 Nm/A
Constante de tensión, fase/fase	37.3 mV/min
Resistencia del devanado fase-fase	2.04 Ohm
Inductancia del devanado fase-fase	8.9 mH
Devanado inductancia longitudinal Ld (fase)	5.4 mH
Inductancia transversal Lq del devanado (fase)	6.6 mH
Constante de tiempo eléctrica	6.5 ms
Constante de tiempo térmica	45 min
Resistencia térmica	0.78 K/W
Brida de medición	250 x 250 x 15 mm, acero
Par de salida total de inercia	2.07 kgcm ²
Peso del producto	3360 g
Carga axial admisible del eje	120 N
Esfuerzo radial admisible del eje	620 N
Transmisor de posición del rotor	Encoder absoluto, multivuelta
Designación del fabricante del transmisor de posición del rotor	EQI 1131
Vueltas detectables de manera absoluta del transmisor de posición del rotor	4096
Transmisor de posición del rotor, interfaz	EnDat 22
Transmisor de posición del rotor, principio de medición	Inductivo
Tensión de funcionamiento DC del transmisor de posición del rotor	5 V
Margen de tensión de funcionamiento DC del transmisor de posición del rotor	3.6 V ... 14 V
Valores de posición por revolución del transmisor de posición del rotor	524288
Resolución del transmisor de posición del rotor	19 bit
Precisión del sistema de medición de ángulos del transmisor de posición del rotor	-120 arcsec ... 120 arcsec
Momento de retención del freno	4.5 Nm
Tensión de funcionamiento DC del freno	24 V
Consumo de corriente del freno	0.5 A
Consumo de potencia del freno	12 W

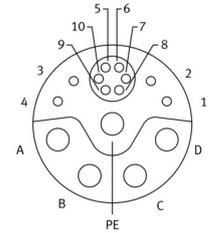
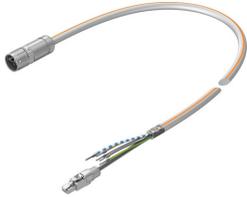
Característica	Valor
Resistencia de las bobinas del freno	48 Ohm
Inductancia de las bobinas del freno	1000 mH
Tiempo de desconexión del freno	≤55 ms
Tiempo de cierre del freno	≤15 ms
Retardo de respuesta DC del freno	≤3 ms
Velocidad en vacío máx. del freno	10000 1/min
Trabajo de fricción máx. del freno	8200 J
Momento de inercia de la masa del freno	0.249 kgcm ²
Ciclos de conmutación, freno de inmovilización	10 millones de accionamientos en vacío (sin fricción)
MTTF, componente parcial	190 años, transmisor de posición del rotor
MTTFd, componente parcial	380 años, transmisor de posición del rotor



Cable del motor NEBM-M23G15-EH-20-Q9N-R3LEG14

Número de artículo: 5251386

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Abreviatura de tipo	NEBM
Basado en la norma	EN 61984
Identificación del cable	Sin soporte para placas de identificación
Peso del producto	7600 g
Conexión eléctrica 1, función	Lado del dispositivo de campo
Conexión eléctrica 1, forma constructiva	Redondo
Conexión eléctrica 1, tipo de conexión	Zócalo híbrido
Conexión eléctrica 1, salida del cable	Recto
Conexión eléctrica 1, técnica de conexión	M23x1
Conexión eléctrica 1, cantidad de contactos/hilos	15
Conexión eléctrica 1, contactos/hilos ocupados	12
Conexión eléctrica 1, tipo de fijación	Fijación por tornillo
Conexión eléctrica 1, distribución de conexiones	00995912
Conexión eléctrica 2, función	Lado de control
Conexión eléctrica 2, tipo de conexión	Conector y cable
Conexión eléctrica 2, salida del cable	Recto
Conexión eléctrica 2, técnica de conexión	RJ45 y extremo abierto
Conexión eléctrica 2, cantidad de contactos/hilos	14
Conexión eléctrica 2, contactos/hilos ocupados	12
Margen de tensiones de servicio DC	0 V ... 850 V
Margen de tensión de funcionamiento AC	0 V ... 630 V
Carga admisible de corriente a 40 °C	17.8 A
Resistencia a los picos de tensión	6 kV
Longitud del cable	20 m
Propiedades del cable	Apropiado para cadenas de arrastre
Condiciones de prueba del cable	Condiciones de las pruebas bajo demanda
Radio de flexión, tendido fijo del cable	≥51.2 mm
Radio de flexión, tendido de cables móvil	≥96 mm
Diámetro del cable	12.8 mm
Tolerancia del diámetro del cable	± 0,3 mm
Estructura de cable	4 x 1,5 mm ² + 1 x (2 x 0,75 mm ²) + 1 x (2 x 0,24 mm ² + 2 x 2 x 0,15 mm ²) Apantallado

Característica	Valor
Sección nominal del cable	1.5 mm ² 0.75 mm ² 0.15 mm ² 0.24 mm ²
Terminales de cable	Funda terminal de cable
Grado de protección	IP67
Nota sobre el grado de protección	En estado montado
Temperatura ambiente	-40 °C ... 90 °C
Temperatura ambiente para tendido de cables móvil	-25 °C ... 80 °C
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según la Directiva de baja tensión de la UE
Nota sobre el material	Conformidad con la Directiva RoHS Sin halógenos
Grado de ensuciamiento	3
Clase de resistencia a la corrosión CRC	1 - riesgo de corrosión bajo
Material de la cubierta aislante del cable	TPE-U(PUR)
Color de la cubierta aislante del cable	Gris
Material de la cubierta aislante	PP



Surtido de conectores tipo clavija NEKM-C6-C16-S

Número de artículo: 4325822

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Abreviatura de tipo	NEKM
Nota sobre el material	Conformidad con la Directiva RoHS
Clase de resistencia a la corrosión CRC	0 - sin riesgo de corrosión



Regulador de servoaccionamiento CMMT-AS-C4-3A-PN-S1

Número de artículo: 5340815

FESTO



Hoja de datos

Característica	Valor
Abreviatura de tipo	CMMT-AS
Interfaz de bus de campo, función	Conexión de bus entrante/saliente PROFINET Slave
Posición de montaje	Convección libre Vertical
Símbolo KC	KC-CEM
Interfaz de bus de campo, velocidad de transmisión	100 Mbit/s
Nota sobre la altura máxima de montaje	Reducción del rendimiento a partir de 1000 m aprox. 1 %/100 m.
Interfaz Ethernet, protocolo	TCP/IP
Interfaz Ethernet, función	Parametrización y puesta en funcionamiento
Interfaz encoder, funcionamiento	Encoder EnDat® 2.1 Encoder EnDat® 2.2 Encoder Hiperface Encoder incremental Nikon Transmisor SEN/COS
Interfaz de bus de campo, técnica de conexión	RJ45
Formas de red	TT TN IT
Clase de protección	I
Interfaz encoder 2, funcionamiento	Encoder incremental Encoder SEN/COS
Interfaz de bus de campo, protocolo	PROFINET IRT PROFINET RT
Categoría de sobretensión	III
Interfaz de sincronización, funcionamiento	Emulación de encoder A/B/Z Entrada de encoder A/B/Z
Interfaz de bus de campo, tipo de conexión	2 zócalos
Número de salidas de conmutación de alta velocidad	2
Número de salidas de conmutación libres de potencial	1
Número de entradas para sensor de temperatura del motor	1
Número de salidas de diagnóstico	2
Corriente máx. de las salidas de conmutación libres de potencial	50 mA
Potencia máx. continua de la resistencia de frenado externa (IEC)	350 W
Resistencia de frenado de energía de impulsos	230 Ws
Corriente de salida máx. del freno de inmovilización	1 A
Número de entradas lógicas de alta velocidad	2
Tensión del sistema según EN 61800-5-1	300 V

Característica	Valor
Resistencia a cortocircuitos máx. de la red	100 kA
Rendimiento nominal de la resistencia de frenado (IEC)	23 W
Caída de tensión máx. de la alimentación de la lógica hasta la salida de frenado	0.8 V
Número de entradas seguras de 2 pines	2
Resolución temporal de las entradas lógicas de alta velocidad	1 µs
Consumo de corriente, alimentación de la lógica con freno inmovilizador	1.5 A
Resolución temporal de las salidas de conmutación de alta velocidad	1 µs
Máx. altura de montaje	2000 m
Basado en la norma	EN 50581 EN 60204-1 EN 61508-1 EN 61508-2 EN 61508-3 EN 61508-4 EN 61508-5 EN 61508-6 EN 61508-7 EN 61800-2 EN 62061
Conforme a la norma	EN 61800-3 EN 61800-5-1 EN 61800-5-2 EN ISO 13849-1
PFC activo	no
Modo de funcionamiento del controlador	Regulación en cascada Controlador de posición P Regulador de velocidad PI Regulador de intensidad PI para F o M Funcionamiento mediante perfil con modo de registro y modo directo Modo de interpolación mediante bus de campo Modos de funcionamiento sincronizados Recorrido de referencia Modo de ajuste Autoajuste
Modo de funcionamiento	Regulación orientada al campo Resolución de posicionamiento 24 bit/U Frecuencia de exploración 16 kHz PWM con 8 o 16 KHz Modulación de vectores con 3. ^º armónico Registro de datos en tiempo real 2x Input-Capture (x, v, F) 2 disparadores de salida (x, v, F) 2 entradas de sensor de posición 1 interfaz SYNC para emulación de encoder o entrada de encoder
Filtro de red	Integrado
Función de seguridad	Activación segura de frenos (SBC) Safe Torque Off (STO) (desconexión segura del par) Parada segura 1 (SS1)
Safety Integrity Level (SIL)	Control de freno seguro (SBC)/SIL 3/SILCL 3 Safe Torque Off (STO) (desconexión segura del par)/SIL 3/SILCL 3
Nivel de prestaciones (PL)	Accionamiento seguro de los frenos (SBC)/categoría 3, PL e Safe torque off (desconexión segura del par) (STO)/categoría 4, PL e
Indicación	Led verde/amarillo/rojo
Elementos de mando	Opcional: unidad de control CDSB
Frecuencia de salida	0 Hz ... 599 Hz
Margen de la tensión de salida AC	3x (0-Input) V
Resistencia de frenado, externa	67 Ohm ... 100 Ohm
Resistencia de frenado, integrada	100 Ohm
Cobertura de diagnóstico	97 %
Características de las salidas lógicas digitales	Configuración parcialmente libre Sin separación galvánica Salidas de diagnóstico parciales
Tolerancia de fallos del hardware	1

Característica	Valor
Entrada de valor nominal de impedancia	70 kOhm
Potencia de impulso de la resistencia de frenado	1.6 kVA
Intensidad máxima, salidas lógicas digitales	20 mA
Longitud máx. del cable del motor sin filtro de red ext.	25 m
Duración máxima de la corriente de pico	2 s
Tensión máxima del circuito intermedio, DC	395 V
Tensión nominal de funcionamiento AC	230 V
Margen de tensión de entrada AC	100 V ... 230 V
Potencia nominal de los controladores	700 VA
Tensión nominal alimentación a la lógica DC	24 V
Tensión nominal de la alimentación de carga DC	320 V
Corriente nominal de la alimentación de carga	5.6 A
Corriente nominal por fase, efectiva	4 A
Frecuencia de red	48 Hz ... 62 Hz
Tensión nominal de funcionamiento, fases	Monofásico
SFF Safe Failure Fraction	99 %
Potencia máxima	2000 VA
Corriente máxima, alimentación de carga	16.8 A
Corriente de pico por fase, efectiva	12 A
Resistencia a los picos de tensión	6 kV
Consumo de corriente, alimentación a la lógica sin freno de sujeción	0.5 A
Máx. consumo de corriente de la alimentación de la lógica con freno inmovilizador y E/S	2.3 A
Grado de ensuciamiento	2
Margen admis. de alimentación de carga	-20 %/+15 %
Margen admisible, tensión de la lógica	± 20 %
Fluctuaciones de tensión admisibles	-20 % / +15 %
Organismo que expide el certificado	TÜV Rheinland 01/205/5640.00/18 UL E331130
Marcado CE (véase la declaración de conformidad)	Según Directiva de máquinas CEM de la UE Según Directiva de máquinas de la Unión Europea Según la Directiva de baja tensión de la UE Según la Directiva RoHS de la UE
Temperatura de almacenamiento	-25 °C ... 55 °C
Humedad relativa del aire	5 - 90 % Sin condensación
Grado de protección	IP20
Temperatura ambiente	0 °C ... 50 °C
Nota sobre la temperatura ambiente	Si la temperatura ambiente es superior a 40 °C, deberá respetarse una reducción de la potencia del 3 %/°C.
Temperatura ambiente UL	0 °C ... 40 °C
Certificación	RCM TÜV c UL us - Listed (OL)
Peso del producto	1400 g
Número de entradas de consigna analógicas	1
Número de salidas lógicas digitales 24 V DC	6
Cantidad de entradas lógicas digitales	12
Perfil de comunicación	PROFIdrive PROFInergy
Acoplamiento de procesos	AC1: accionamientos de velocidad regulable AC3: accionamientos con función de posicionamiento AC4: servoaplicación sincrónica
Especificación entrada lógica	Según IEC 61131-2, tipo 3
Margen de trabajo de la entrada lógica	-3 V ... 30 V
Entrada de valor nominal margen de trabajo	±10 V

Característica	Valor
Gama de trabajo de las entradas analógicas	±10 V
Salida interfaz encoder, características	1 MHz de frecuencia de salida máxima Máx. 16384 ppr
Entrada interfaz encoder, características	1 MHz de frecuencia de salida máxima Máx. 16384 ppr
Características de las entradas valores nominales	Entradas diferenciales Configurable para velocidad de giro Configurable para corriente/fuerza
Características de la entrada lógica	Configuración parcialmente libre Entradas de seguridad (parcialmente) Sin separación galvánica
Entradas lógica de conmutación	PNP (conexión a positivo)
Lógica de conmutación de las salidas	PNP (conexión a positivo)
Acoplamiento del bus de campo	PROFINET
Tipo de fijación	Placa de montaje, atornillada
Nota sobre el material	Contiene sustancias que afectan al proceso de pintura Conformidad con la Directiva RoHS

