



Diseño de una Impresora 3D tipo “Inyección de aglutinante”

Proyecto fin de Máster Profesional

Máster Universitario en Diseño y Fabricación

Universitat Jaume I



Tutor: Francisco Sánchez

Curso 2021-2022

ÍNDICE GENERAL

A. MEMORIA

B. ANEXOS

C. PRESUPUESTOS

D. PLANOS

INDICE PRINCIPAL

1.	Introducción.....	12
1.1	Antecedentes	12
1.2	Justificación.....	12
1.2.1	Justificación del proyecto	12
1.2.2	Justificación académica	13
1.3	Alcance.....	13
1.4	Objetivos	13
2	Análisis de una impresora 3D del mercado	14
2.1	Introducción impresión por inyección de aglutinante	14
2.2	Definición y funcionalidades	15
2.3	Funcionalidad de una impresora 3D referente en el mercado tipo Inyección de aglutinante	15
2.4	Caja negra.....	16
2.5	Caja transparente	17
2.6	Partes de una impresora 3D.....	17
2.6.1	Pasos manuales del usuario previos a la impresión	18
2.6.2	Proceso de corte del modelo 3D	18
2.6.3	Movimientos automatizados previos a la impresión.....	19
2.6.4	Proceso de impresión	19
3	Estado del arte	21
4	Definición de objetivos.....	22
5	Propuesta conceptual de soluciones	24
5.1.1	Elección de alternativas	26
6	Selección de materiales y procesos de fabricación.....	26
6.1.1	Fabricación de bastidores.....	26
6.1.2	Fabricación de piezas de chapa.....	27
6.1.3	Fabricación de piezas mecanizadas	27
6.1.4	Piezas de plástico	27
7	Memoria descriptiva	27
7.1	Conjuntos y funcionalidades	27
7.2	Conjunto eje de impresión “Y”. Subconjunto (1)	28
7.2.1	Funcionalidad conjunto eje impresión “Y”	28
7.2.2	Transmisiones y guías.....	29

7.2.3	Componentes a fabricar y comerciales	30
7.3	Conjunto eje de impresión “X”. Subconjunto (2)	31
7.3.1	Funcionalidad.....	31
7.3.2	Caja impresora	31
7.3.3	Purgador y características	32
7.3.4	Componentes a fabricar y comerciales	33
7.4	Conjunto eje esparcidor. Subconjunto (4).....	33
7.4.1	Funcionalidad y características del conjunto	33
7.4.2	Conjunto compresor.....	34
7.4.3	Componentes a fabricar y comerciales	35
7.4.4	Conjunto esparcidor	35
7.4.5	Componentes a fabricar y comerciales	37
7.5	Conjunto eje de impresión “Z”	38
7.5.1	Funcionalidad caja de impresión y mecanismo de elevación	38
7.5.2	Transmisión y características	39
7.5.3	Componentes a fabricar y comerciales	39
7.6	Estructura principal (7).....	40
7.7	Proceso de Impresión	41
8	Automatización.....	44
9	Seguridad de máquina	46
9.1	Condiciones de seguridad básicas de la máquina.....	46
9.2	Evaluación de riesgos.....	46
10	Normativa y referencias	52
10.1	Fuentes de información en internet	52
11	Bibliografía	53
11.1	Software	54
12	Viabilidad técnica y económica	54
13	Conclusiones.....	54

TABLA DE ILUSTRACIONES

1.	Ilustración Inyección de aglutinante, o Binder Jetting	15
2.	Ilustración Armadillo white de Concr3de.	16
3.	Ilustración caja negra.....	16
4.	Ilustración caja transparente	17

5.	Ilustración Partes Armadillo-1.....	17
6.	Ilustración Cajas Armadillo.....	18
7.	Ilustración Pasos previos a la impresión.....	18
8.	Ejemplo software corte.....	19
9.	Ilustración Movimientos automatizados previos a la impresión	19
10.	Ilustración comienzo de impresión	20
11.	Ilustración transcurso de impresión	20
12.	Ilustración transcurso de impresión 2	20
13.	Ilustración transcurso de impresión 3	20
14.	Ilustración Proceso final de impresión.....	21
15.	Ilustración Ex-one exterior	21
	21
16.	Ilustración Ex-on interior.....	21
17.	Ilustración S-print eje esparcidor calentando la una capa.....	22
18.	Ilustración 12.S-print eje esparcidor arena	22
19.	Ilustración S-print finalizando la impresión	22
20.	Ilustración boceto versión caja fija	24
21.	Ilustración boceto extracción caja.....	25
22.	Ilustración boceto doble eje	25
23.	Ilustración boceto doble eje diferente nivel	26
24.	Ilustración Impresora sin cubierta.....	28
25.	Ilustración Conjunto eje Y superior.....	29
26.	Ilustración Guías y correa	30
27.	Ilustración conjunto motor eje esparcidor e Y.....	30
28.	Ilustración caja impresora	32
29.	Ilustración Purgador.....	32
30.	Ilustración conjunto eje esparcidor	33
31.	Ilustración Viga columna esparcidor	34
32.	Ilustración conjunto compresor.....	35
33.	Ilustración conjunto esparcidor.....	36
34.	Ilustración corte esparcidor.....	36
35.	Conjunto eje de impresión Z.....	38
36.	Ilustración de Estructura principal	40
37.	Ilustración de Proceso carga de material	41
38.	Ilustración de Proceso purgación	42
39.	Ilustración Pasada eje esparcidor	42
40.	Ilustración Impresión finalizada	43

.....	43
41. Ilustración XXX.....	43
42. ilustración.....	43
43. Extracción de la caja	44
44. Norma ISO 14119:2014.....	49
45. Ilustración zona de seguridad.....	50
46. Señales EPIS necesarias.....	50
47. Imagen direccion impresión 1.....	56
48. Imagen dirección impresión 2.....	56
49. Imagen trayecto velocidad	57
50. Diagrama velocidad tiempo	58
51. Diagrama C	59
52. Grafico velocidad.....	60
53. Grafico velocidad 2.....	60
54. Grafico escena.....	61
55. grafico	61
56. grafico	62
57. Ilustración dinamica.....	63
58. Imagen dinamica eje	65
59. Imagen UU.....	66
60. Ilustración	67
61. Imagen JJ	68
62. Conjunto motor transmisión esparcidor y eje Y	69
63. Imagen TT.....	70
64. Imagen Polea seleccionada	70
65. Reductor planetario	72
19. Imagen.....	72
66. Ilustración xxx	73
67. Ilustracion	74
68. Ilustración	75
69. Ilustración	76
70. Ilustración	77
72. Ilustración	79
73. Ilustración	80
74. Validación guías configuración sistema	81
75. Validación guías definición fuerzas.....	82
76. Validación guías resultados	83

77.	Selección eje X paso 1	84
78.	Selección eje X paso 2	85
79.	Selección eje X paso 5	85
80.	Ilustracion	86
81.	Ilustracion	87
82.	Ilustracion	87
83.	Imagen TT.....	89
84.	Ilustracion	89
85.	motor EMMS-ST-57	90
86.	EAMM-U-60-D40-57A-91-S1	90
87.	imagen HH.....	91
88.	EAGF-V2-KF-40-400.....	91
89.	Eje festo completo.....	91
90.	Imagen apoyo ruedas	92
91.	Imagen fuerzas aplicadas	94
92.	Resultado esfuerzo solidos.....	94
93.	Resultado esfuerzos superior axial y de flexión	95
94.	Resultado esfuerzos torsión	96
95.	Imagen X.....	97
96.	Reacciones centrales	97
97.	Reacciones en esquinas.....	98
98.	Condiciones inicial.....	99
99.	Resultado estático eje polea.....	100
100.	Imagen XX Obtención de centro de masas e inercias.....	101
101.	Aplicación masa remota.....	102
102.	ilustracion.....	103
103.	Soporte eje impresión “Y”	103
104.	Soporte eje esparcidor.....	103
105.	Simulación modal soporte.....	105
106.	Imagen resultados modales subestructura eje Z.....	106
107.	Imagen acotado soporte plano (1.4.1.1.2).....	108
108.	Imagen planta acotado soporte (plano 1.4.1.1.2).....	108
109.	Imagen de Útil.....	109
110.	Arquitectura de un Autómata Programable Industrial.	110
111.	Ilustracion	110
112.	Figura estrella.....	111
113.	Sensores Eje X de impresión	128

114.	Sensores Eje X de	128
115.	Sensores Eje Z.....	129
116.	Sensores en el eje z	129
117.	configuración del sistema de automatización S7-1500.....	130
118.	Vista de módulo CPU 1511-1 PN.....	132
119.	Vista del módulo PS 60W 24/48/60VDC HF	132
120.	Vista de la fuente de alimentación de carga PM 70 W 120/230 V AC	133
121.	Imagen estética S7-1500/ET200MP	134
122.	Ilustración	135
123.	SINAMICS S120 POWER MODULE	136
124.	Drylin D1 dryve	136
125.	CMMO-ST-C5-1-LKP.....	136
126.	Arduino convencional.....	136
127.	Controlador digital LSC-16 de servomotores 16 canales	137
128.	Detectores de posición electromecánicos	138
129.	Detectores de proximidad inductivos y capacitivos.....	138
130.	Detectores magnéticos	139
131.	Detectores fotoeléctricos.....	139
132.	Detectores de ultrasonidos	140
133.	Detectores de nivel.....	140

INDICE DE ANEXOS

	CPU 1511-1 PN.....	44
1.	Anexo: Estudio movimiento transmisiones impresión X” e “Y”, esparcidor Y eje elevación Z.....	56
	A1.1 Estudios cinemáticos	56
	A1.1.1 Estudio cinemático eje longitudinal “Y” impresión	56
	A1.1.1.1 Datos de partida	56
	A1.1.1.2 Estudio cinemático “Y”	56
	A1.1.1.3 Diagrama Velocidad- Tiempo	58
	A1.1.1.4 Diagrama Velocidad- Tiempo total	58
	A1.1.2 Estudio cinemático eje X impresión	59
	A1.1.2.1 Datos de partida	59
	A1.1.2.2 Diagrama Velocidad- Tiempo	59
	A1.1.2.3 Diagrama Velocidad- Tiempo total	60
	A1.1.3 Estudio cinemático eje Esparcidor.....	60
	A1.1.3.1 Datos de partida	60

A1.1.3.2 Diagrama Velocidad- Tiempo	61
A1.1.4 Estudio cinemático eje Z Elevador	62
A1.1.4.1 Diagrama Velocidad- Tiempo	62
A1.1.5 Tiempo total de una impresión.....	62
A1.2 Estudios dinámicos Ejes	63
A1.2.1.1 Estudio dinámico eje Esparcidor	63
A1.2.1.2 Estudio dinámico eje “Y” Impresión.....	64
A1.2.1.3 Estudio dinámico eje “X” Impresión.....	65
A1.2.1.4 Estudio dinámico eje “Z”.....	66
2. ANEXO SELECCIÓN DE COMPONENTES DE TRANSMISIÓN.....	68
A2.1 Componentes transmisiones esparcidor e “Y” impresor	68
A2.1.1 Selección polea transmisora	68
A2.1.2 Selección polea transmisora	69
A2.1.3 Selección de motor y reductor	71
A2.1.4 Selección de reductor.....	75
A2.1.5 Selección de correa dentada.....	76
A2.1.6 Selección de rodamientos	77
A2.1.6.1 Cálculo de esfuerzos	77
A2.1.6.2 Cálculo de vida.....	79
A2.1.7 Selección Patines lineales y guías.....	80
A2.2 Componentes transmisión Impresión eje X	83
A2.3 Selección de componentes eje Z	85
A2.3.1 Selección cilindro eléctrico.....	85
A2.3.1.1 Vida útil del Cilindro.....	87
A2.3.2 Par necesario para posterior selección de motor	87
A2.3.2.1 Perdidas por fricción y par de accionamiento	88
A2.3.4 Selección de motor	88
A2.3.5 Selección de conjunto paralelo transmisión	90
A2.3.5.1 Unidad soporte-guía cilindro eléctrico.....	90
3. ANEXO SIMULACIONES COMPUTACIONALES	91
A3.1 Estudios Estáticos.....	92
A3.1.1 Estructura principal impresora.....	92
A3.1.1.1 Fijaciones:	92
A3.1.1.2 Conexiones y juntas	92
A3.1.1.4 Malla	94
A3.1.1.5 Resultado de esfuerzos en sólidos.....	94
A3.1.1.6 Resultado de esfuerzos en vigas.....	95

A3.1.1.6.1 Límite superior axial y de flexión	95
A3.1.1.6.2 Límite superior axial y de flexión	95
A3.1.1.7 Desplazamientos	96
A3.1.1.8 Reacciones	97
A3.2 Estudio estático Eje polea	98
A3.2.1 Asignación de material	98
A3.2.1.1 Fijación y fuerzas	98
A3.2.1.2 Mallado	99
A3.2.1.3 Resultado.....	99
A3.3 Estudios Modales	100
A3.3.1 Estructura principal impresora.....	100
A3.3.1.1 Mallado	100
A3.3.1.2. Masas remotas.....	101
A3.3.1.3. Resultado simulaciones.....	102
A3.3.1.4 Rediseño post resultado	103
A3.4. Soporte motor	104
A3.4.1 Mallado	104
A3.4.1.1 Fijaciones	104
A3.4.1.2. Masas remotas.....	104
A3.4.1.3 Resultados	104
A3.4.2 Subestructura soporte eje Z	105
A3.4.2.1 Mallado	105
A3.4.2.2 Fijaciones	105
A3.4.2.3 Masas remotas.....	105
A3.4.2.4 Resultados	106
4. ANEXO ACOTADO GPS	106
5. ANEXO AUTOMATIZACIÓN.....	109
A5.1 Introducción autómeta Programable PLC	109
A.5.1.1 Definición de autómeta.....	109
A5.2 CMDRPC	113
A5.2.1 G0 Grafcet marcha-paro	113
A5.2.1.1 Grafcet:.....	113
A5.2.2 G1 Grafcet principal	115
A5.2.3 G3 Posición Inicial	118
A.5.2.4 G4 Recarga material	121
A5.2.5 G8 Paro forzado (seta emergencia).....	124
A.5.2.6 G9 Señalización lumínica	125

A.5.3 Colocación de los sensores.....	127
A.5.3.1 Sensores bloque esparcidor.....	127
A5.4 Conjunto PLC.....	129
A5.4.1 CPU 1511-1 PN	130
A5.4.2 Fuente de alimentación del sistema PS 60W 24/48/60V DC (PS)	132
A5.4.3 Fuente de alimentación de carga PM 70 W 120/230 V AC (PM)	133
A5.4.4 Módulos de entradas y salidas digitales del PLC	133
A.5.5 Controlador motores.....	135
A.5.6 Información Sensores	137
A5.6.1 Detectores de proximidad inductivos y capacitivos	138
A5.6.2 Detectores magnéticos	138
A5.6.3 Detectores fotoeléctricos	139
A5.6.4 Detectores de ultrasonidos	139
A5.6.5 Detectores de nivel	140
A5.6.6 Transductores de posición	140
6. ANEXO SISTEMA ELÉCTRICO	141
A6.1 Introducción.....	141
A6.2 Prevision de cargas	142
A6.3 Intensidad por línea	143
A6.4 Protección de la instalación.....	143
A6.5 Protección motores	144
A6.6 Protección contra contactos indirectos	145
A6.7 Esquema a eléctrico de la máquina	145
7. ANEXO PRESUPUESTO.....	148
A7.1 Introducción.....	148
A7.3 Componentes de la máquina.....	148
8. ANEXO PLANOS.....	154
8.1 Numeración de piezas según tipo y fabricación.....	154

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Desde la aparición de las impresoras 3D, el escenario de la fabricación ha cambiado. En la última década se ha vivido una revolución de la impresión aditiva. Creándose numerosas empresas dedicadas a la impresión 3D con fuerte inversión en la investigación y el desarrollo de este tipo de tecnologías.

En tiempos pasados, la producción de un objeto se obtenía mediante procesos muy manuales los cuales generalmente eran lentos y complicados, donde la destreza del operario y la calidad de las herramientas que usaba definía la validez del producto. Todo ello sin contar con las geometrías que directamente no se podían ni siquiera plantear. Por otro lado, también se daba el caso que, debido a la complejidad del sistema de producción necesario para la fabricación de una pieza, se necesitaba fabricar grandes volúmenes para amortizar el coste de la instalación y por tanto no hacía posible la fabricación de un volumen de piezas pequeño.

Los avances creados dan un claro signo de que el futuro de la fabricación para muchas empresas pasa por la impresión aditiva. Este nuevo nicho de mercado es cada vez más amplio con cada vez mayor variedad de máquinas y materiales que resuelven necesidades de un modo que en el pasado no se podían contemplar. La impresión 3D se extiende en campos tan diversos como de Arquitectura, Diseño industrial, Ingeniería y Sector sanitario.

En el mundo actual, la eficiencia y rapidez de fabricación de un objeto tiene una importancia muy relevante. Ya sea en el campo de la investigación o en el desarrollo comercial de una empresa, la Ingeniería de fabricación marca la diferencia entre competidores.

En el mercado se pueden encontrar diferentes tipos de impresoras 3D generalmente muy costosas. Las empresas pequeñas, medianas o centros de investigación con recursos escasos no se puede permitir las altas inversiones que requiere la compra de una impresora 3D. Por otro lado hay otras impresoras más económicas pero con deficiencias importantes para el usuario, como es por ejemplo el manejo con requerimiento de esfuerzo físico. O por otro lado las propias dimensiones del producto.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación del proyecto

El presente proyecto tiene el propósito de realizar un nuevo diseño de impresora tipo Inyección de aglutinante. La idea surge gracias a una pasada experiencia profesional del autor del presente proyecto y alumno del Máster en diseño y fabricación, donde pudo trabajar con este tipo de máquinas y observar deficiencias y posibilidades de mejora durante su experiencia. Todo ello, junto a la motivación de crear una máquina de diseño propio, le ha traído hasta aquí.

La mejora responde a la demanda actual por parte de empresas pequeñas, medianas y grupos de investigación que requieren este tipo de aparato con un equilibrio entre excelencia en los resultados, precio, comodidad y dimensiones reducidas.

1.2.2 Justificación académica

Este proyecto se realiza por ser el objetivo de la asignatura troncal SDI – 413 Trabajo final de Máster Profesional que pertenece al curso 2021-2022 del Máster Oficial en Diseño y Fabricación, con especialidad en diseño de maquinaria. El desarrollo de este trabajo supone la culminación de los estudios de Máster donde se pretende poner en práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas del programa de estudio del curso y poner de manifiesto la capacidad del alumno para el desarrollo de su actividad profesional posterior.

1.3 Alcance

Se realiza el proyecto con fines académicos partiendo de los requisitos del diseñador y los observados por la demanda del mercado durante la experiencia previa en una empresa del sector. Partiendo de las ideas de funcionamiento y de las partes que componen una impresora de este tipo, se pretende llegar al diseño de una impresora 3D “Inyección de aglutinante” con capacidad para imprimir con material cerámico y piedra en polvo.

El proyecto alcanza la mayoría de requisitos para llevar a cabo una fabricación completa de una impresora 3D tipo inyección de aglutinante. El trabajo incluye:

- Diseño funcional
- Diseño mecánico
- Diseño estructural
- Selección de materiales
- Diseño del sistema de automatización
- Diseño preliminar eléctrico
- Diseño ergonómico y seguridad de máquina

Debido al volumen de trabajo que conlleva el diseño de una máquina de estas características, además de ciertos conocimientos no impartidos en el máster, queda fuera de alcance del proyecto el resto de áreas que llevarían a cabo una fabricación completa de una máquina de estas características, las cuales son:

- Justificación de los componentes en la caja de impresión.
- Justificación de materiales de impresión en detalle, así como tampoco el aglutinante.
- Diseño e implementación del software de corte del modelo 3D previo a impresión
- Diseño en detalle de los armarios eléctricos
- Diseño del circuito de aspiración neumático de polvo y tolva superior en la impresora
- Diseño de los depósitos de polvo sobrante extraíbles para la reutilización del material

1.4 Objetivos

El objetivo marcado por el diseñador para este proyecto es el de diseñar una nueva impresora 3D que incorpore una serie de características observadas en diferentes marcas de la competencia.

Para ello se trabaja para incorporar los siguientes aspectos:

Parte mecánica y dinámica

- Que permita realizar el ensamblaje de una manera precisa sin depender de la destreza del montador
- Optimización en la medida en sus piezas adaptadas a la funcionalidad con material férreo.
- Mecánica de impresión que permita la automatización de la impresora, no debiendo ser el usuario el que administra manualmente el material de impresión dentro de la impresora.
- Mecánica del aparato que permita una mejor manejabilidad de la pieza impresa no dependiendo del físico del usuario para su extracción.

Económica

- Diseñar una máquina con un coste reducido de tal manera que pueda ser adquirida por la mayor cantidad de empresas o equipos de investigación.

Dimensión de la máquina reducida

- Dimensión menor a la actual Armadillo
- Mayor o igual dimensión de los productos impresos
- Diseñar una estructura estandarizada para la fabricación automatizada y producción en cadena

Comodidad del usuario.

- Mejora en la ergonomía del usuario mediante un nuevo sistema que permita introducir el material de impresión en la máquina de manera cómoda y segura.

Seguridad del usuario.

- Mejora de la seguridad para la realización de la actividad de uso. Estudio de mejora en cuanto a sensores avanzados y señalización en sitio.

2 Análisis de una impresora 3D del mercado

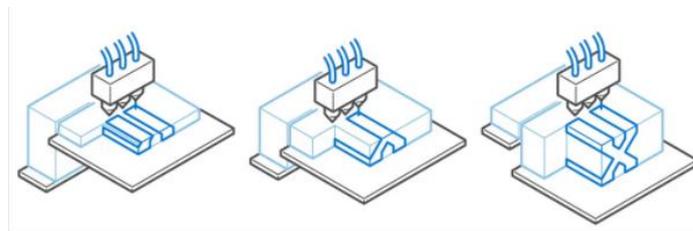
2.1 Introducción impresión por inyección de aglutinante

La impresión por inyección de aglutinante es una tecnología de impresión 3D similar a la impresión de tipo sintetizado selectivo por láser SLS, que requiere una capa inicial de polvo en la plataforma de construcción, pero, a diferencia del SLS, la inyección de aglutinante mueve un cabezal de impresión sobre la superficie de polvo depositando pequeñas gotas de aglutinante, normalmente de 80 micrones de diámetro. Estas gotas unen las partículas de polvo para generar cada capa del objeto. (All3DP, 2022)

Una vez que se ha impreso una capa, se baja el lecho de polvo y se extiende una nueva capa de polvo sobre la capa recién impresa. Este proceso se repite hasta que se forma el objeto completo.

Posteriormente, el objeto se deja en el polvo para su curado y para que gane dureza. A continuación, se retira del lecho de polvo y se elimina el polvo no ligado con aire comprimido.

- **Tipos de tecnologías de impresión 3D:** inyección de aglutinante (BJ)
- **Materiales:** Arena, polímero, polvo metálico (acero inoxidable/bronce, arena a todo color, silicio (fundición en arena), compuestos con metales y cerámica)
- **Precisión dimensional:** $\pm 0,2$ mm (metal) o $\pm 0,3$ mm (arena)
- **Aplicaciones comunes:** Piezas metálicas funcionales, modelos a todo color, fundición en arena
- **Ventajas:** Bajo coste, grandes espacios de construcción, piezas metálicas funcionales
- **Desventajas:** Las propiedades mecánicas no son tan buenas como las de piezas generadas por fusión en lecho de polvo metálico

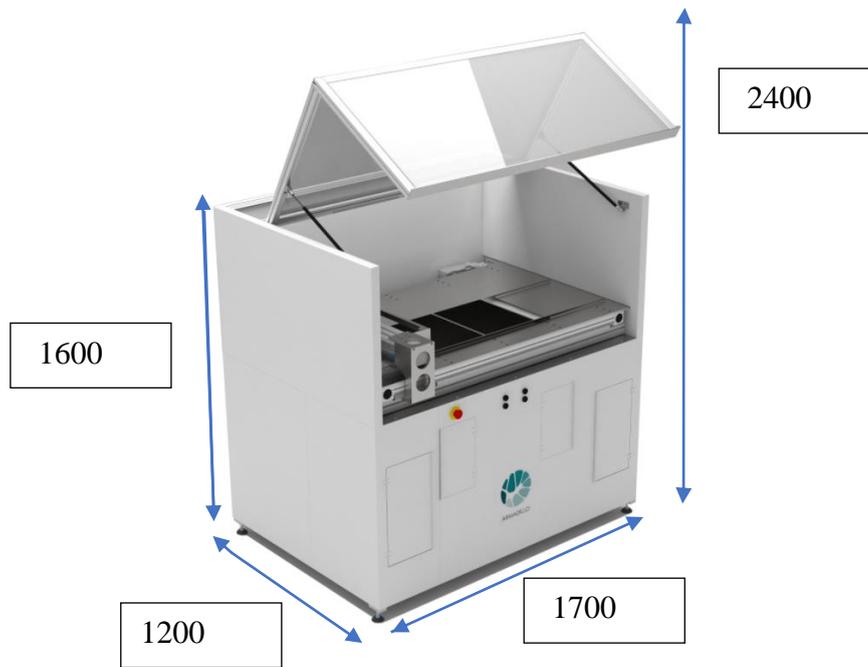


1. Ilustración Inyección de aglutinante, o Binder Jetting

2.2 Definición y funcionalidades

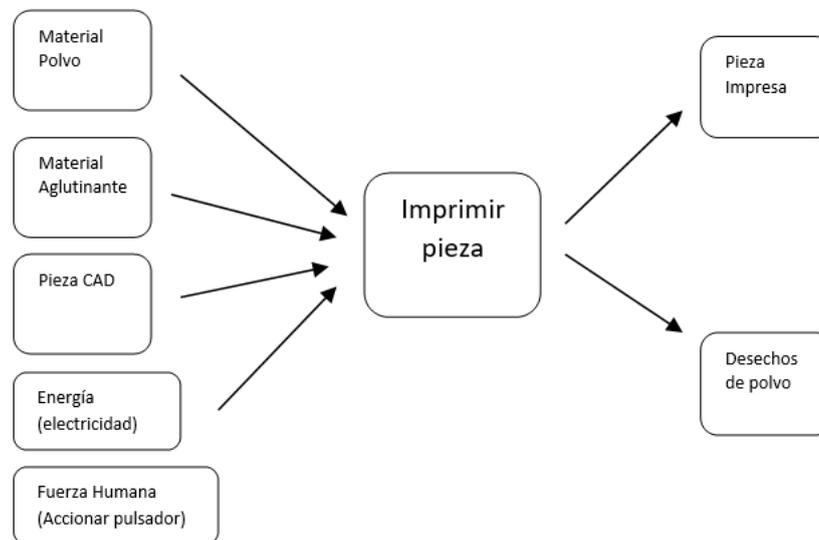
El equipo que se desarrolla para este presente proyecto es una impresora 3D con una tecnología de impresión tipo “Impresión 3D por inyección de aglutinante”. Con esta máquina es posible realizar impresiones sin molde, con unas propiedades mecánicas notables después de un correspondiente tratado. Además, la capacidad de imprimir materiales tan diversos como cementos de diferentes tipos, cerámica, metal sintetizado o productos farmacéuticos hace que su potencial a largo plazo sea muy prometedor. No obstante, la fase actual de este producto aún está lejos de poder implementar una automatización industrial para la fabricación piezas en serie. El proceso es muy manual en cuanto a los pasos previos y posteriores.

2.3 Funcionalidad de una impresora 3D referente en el mercado tipo Inyección de aglutinante



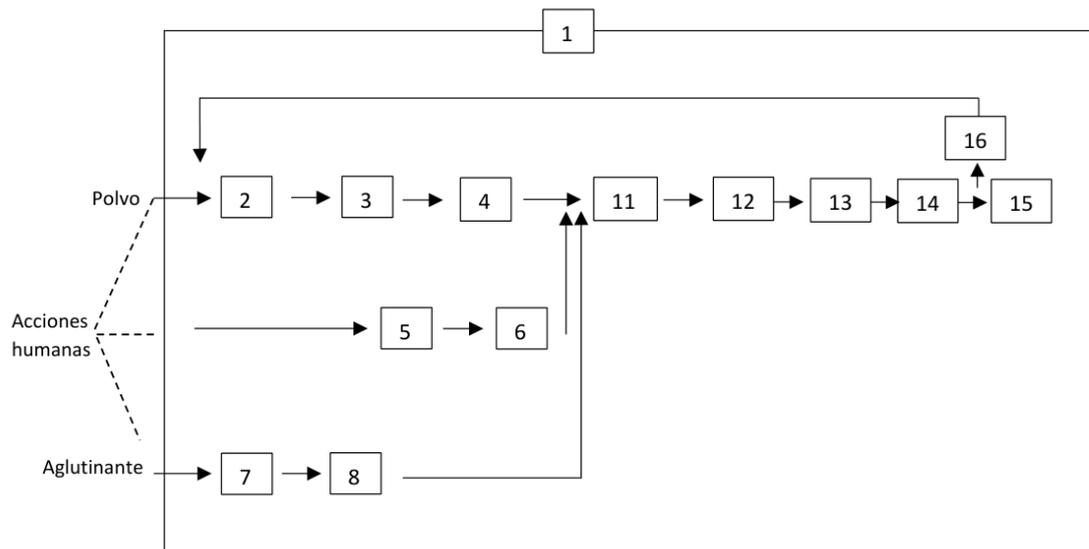
2. Ilustración Armadillo white de Concr3de.

2.4 Caja negra



3. Ilustración caja negra

2.5 Caja transparente



4. Ilustración caja transparente

2.6 Partes de una impresora 3D

Los siguientes son las partes que componen una impresora 3D:

1. Suministrar energía eléctrica	9. Generar presión al aglutinante
2. Depositar polvo en la cubeta	10. Imprimir
3. Arrastrar polvo	11. Mover eje X
4. Elevar polvo depósito	12. Mover Eje Y
5. Procesar programa impresión	13. Inyectar aglutinante
6. Ejecutar programa impresión	14. Bajar nivel polvo impreso
7. Suministrar aglutinante	15. Extraer impresión
8. Bombear aglutinante	16. Reusar polvo sobrante

La impresora se compone de los siguientes grupos ensamblados en la estructura principal:

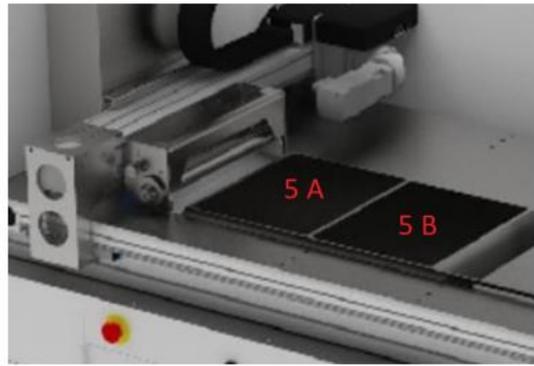
1. Caja Inyectora
2. Transmisión Eje X
3. Transmisión Eje Y
4. Rodillo compresor
5. Caja Impresión
6. Armario eléctrico (A)
(dos unidades)
7. Depósitos líquido impresión
8. Depósitos polvo sobrante



5. Ilustración Partes Armadillo-1

5.A Caja Almacenamiento polvo

5.B Caja impresión



6. Ilustración Cajas Armadillo

2.6.1 Pasos manuales del usuario previos a la impresión

El proceso de impresión de Armadillo está automatizado. No obstante, antes de ejecutar el proceso comandado por el ordenador y los aparatos electrónicos se deben llevar a cabo las siguientes operaciones manuales que se muestran en el diagrama siguiente:



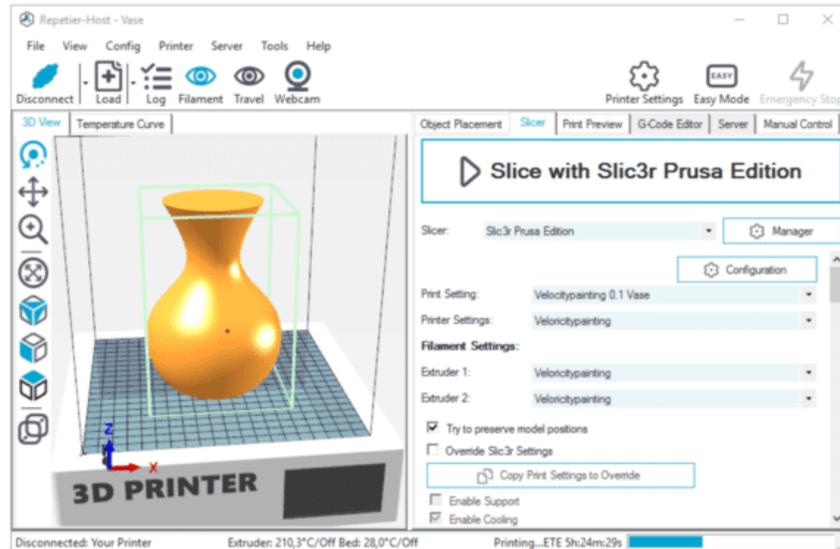
7. Ilustración Pasos previos a la impresión

2.6.2 Proceso de corte del modelo 3D

El proceso de laminado es imprescindible para ejecutar la impresión 3D. El software de corte es el paso intermedio y el mediador entre el diseño y la impresora 3D. Se encarga de que ambos se entiendan, cortando el modelo 3D en capas y dando las instrucciones a la impresora en un lenguaje de G-Codes. En la actualidad existen numerosos programas de corte en el mercado, todos un poco diferentes entre sí, un poco similares, pero con un objetivo común, preparar el modelo para la impresión y enviar las instrucciones a la máquina.

El proceso desde el archivo hasta el objeto impreso en 3D se realiza en 4 pasos:

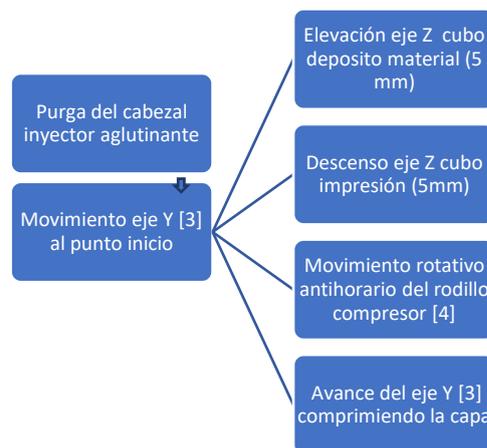
- Insertar datos del modelo, colocar, rotar, duplicar, etc.
- Corte según los ajustes establecidos
- Vista previa del modelo, las zonas o capas seleccionadas
- Impresión



8. Ejemplo software corte

2.6.3 Movimientos automatizados previos a la impresión

Una vez hechas las operaciones manuales mostradas en el punto Pasos manuales del usuario previos a la impresión, se ejecuta la impresión automática por parte del PC. Antes de empezar la impresión como tal, Armadillo realiza las operaciones mostradas a continuación.



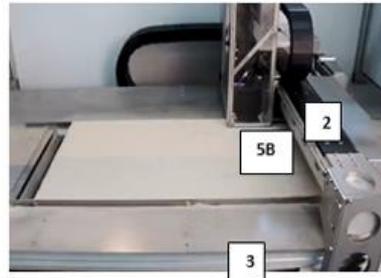
9. Ilustración Movimientos automatizados previos a la impresión

2.6.4 Proceso de impresión

En este punto se describe el proceso automatizado de la impresora posteriormente a los puntos Movimientos automatizados previos a la impresión y Proceso de impresión. Una vez

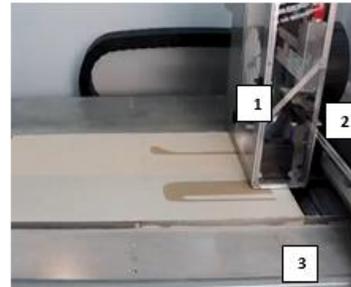
la capa de polvo en la caja de impresión queda comprimida, la impresora seguirá los pasos a continuación:

Eje Y [3] avanza hacia el cubo de impresión 5B y el eje X [2] coloca la caja en el extremo para el comienzo de la capa de impresión



10. Ilustración comienzo de impresión

Eje X [2] y eje Y [3] actúan de manera coordinada en avance mientras la caja [1] imprime mediante el aglutinante líquido en la capa de polvo.



11. Ilustración transcurso de impresión

El Conjunto retrocede hasta punto inicial.
Eje Z [10A] eleva ciertos milímetros en altura el polvo de la caja 5A haciéndolo sobresalir por la parte superior.



12. Ilustración transcurso de impresión 2

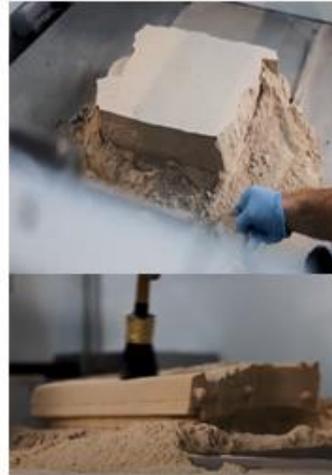
El Rodillo compresor [4] arrastra el polvo saliente superior con un giro antihorario desde la Caja [5A] a [5B] dejando así una nueva capa.



13. Ilustración transcurso de impresión 3

Una vez finalizada la impresión, se eleva el eje Z [10B] dejando al descubierto el polvo y la pieza impresa.

Para acabar, se extrae el polvo sobrante del material impreso mediante un pincel, consiguiéndose se aspira para ser reutilizado.



14. Ilustración Proceso final de impresión

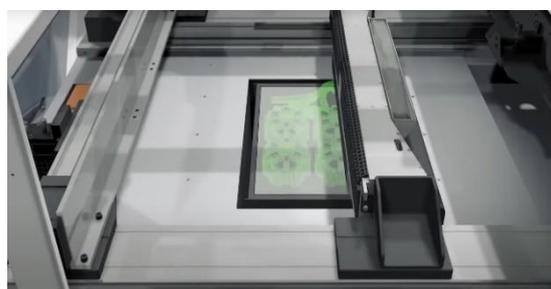
3 Estado del arte

La empresa ExOne localizada en Canadá dispone de la más avanzada tecnología del tipo Inyección de aglutinante. Esta empresa lleva un recorrido de casi 25 años con una inversión recibida entorno a los 650 millones de dólares. Sus mayores inversores provienen de las empresas automovilísticas Ford, BMW además de aeroespaciales.

La impresora más avanzada encontrada de unas dimensiones similares a Armadillo ha sido la S- Print de ExOne. Esta máquina se compone de una estructura compacta con puerta frontal y lateral.



15. Ilustración Ex-one exterior



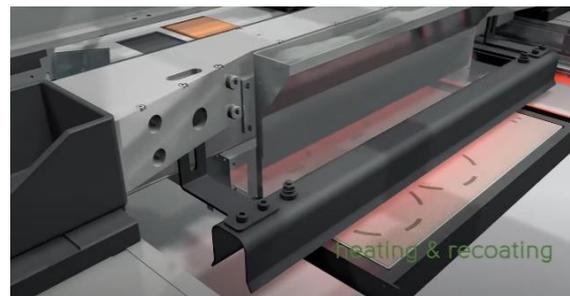
16. Ilustración Ex-on interior

La tecnología más sorprendente es la combinación de dos ejes, uno de impresión y otro de aplicación de material, más posterior calentamiento. Debido a ello, la maquina dispone solo de un cubo de impresión y gracias a eso se disminuyen las dimensiones.

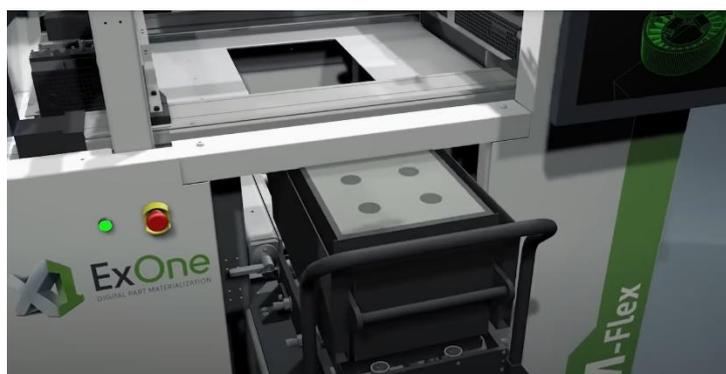
Aparte de las características previas mencionadas, también, una vez finalizada la impresión, el cubo se descuelga y automáticamente se desplaza hacia el exterior de la maquina estando así listo para el soplado de las piezas.



17. Ilustración S-print eje esparcidor calentando la una capa



18. Ilustración 1.S-print eje esparcidor arena



19. Ilustración S-print finalizando la impresión

4 Definición de objetivos

En la fase conceptual se han analizado diferentes opciones. Se ha puesto el foco en un modelo comercial en concreto, exactamente en la impresora de Armadillo White de Concr3de como se menciona en la introducción. Con esa referencia, se ha hecho un estudio de mercado con tal de captar ideas para finalmente implementarlas en su mejora.

Los posibles diseños conceptuales se basaron en las siguientes posibilidades como principales objetivos:

Objetivos del diseñador

- **Objetivo 1:** Disminuir el tamaño de la impresora

Especificación 1.1: La máquina debe ser más pequeña que la tomada como referencia con tal de alcanzar mayor cuota de mercado

Especificación 1.2: Composición de tan solo un cubo de impresión.

Especificación 1.3: Aprovechamiento al máximo posible del interior de la impresora impresora

- **Objetivo 2:** Mejora de ergonomía

Especificación 2.1: Añadir polvo automáticamente por encima de la cubeta.

Especificación 2.2: Extracción de la cubeta fuera de la impresora

Especificación 2.3: Valorable positivamente que la extracción se pueda realizar en el menor tiempo posible

Especificación 2.4: Valorable positivamente que la extracción sea lo más sencilla posible

- **Objetivo 3:** Abaratar costes de la impresora

Especificación 3.1: Diseñar componentes nuevos los cuales sean baratos de fabricar y montar

Especificación 3.2: Los nuevos componentes deben cumplir con la normativa de seguridad

- **Objetivo 4:** Automatizar el ciclo al completo

Especificación 4.1: La máquina debe poderse usar de manera automatizada de principio a fin.

- **Objetivo 5:** Trabajo con precisión:

Especificación 5.1: El diseño del sistema de la caja de impresión debe ser lo más precisa posible

- **Objetivo 6:** Trabajo con precisión:

Especificación 6.1: Sencillo acceso a las partes críticas

Especificación 6.2: Selección de diseños para la máquina que contenga accionamiento con menor índice de mantenimiento.

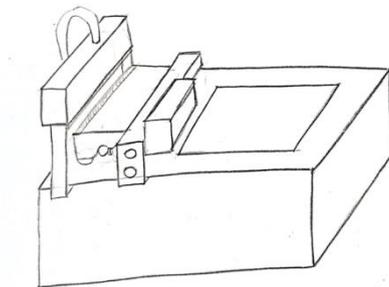
Especificación 6.3: Componentes diseñados que faciliten su montaje y desmontaje para posibles operaciones de mantenimiento o limpieza.

5 Propuesta conceptual de soluciones

En las figuras siguientes se pueden observar las alternativas de diseño que se obtuvieron.

Versión 1

Esta versión destaca por utilizar una sola caja de impresión. La principal ventaja de ello es la posibilidad de reducir las dimensiones a lo mínimo posible o imprimir piezas más grandes. La entrada de material proviene de un conjunto superior al eje donde al llegar la parte inferior transfiere el polvo. Una vez el polvo está en el interior del conjunto montado en el eje, un rodillo lo esparce después de que una compuerta delantera tapando el paso se abra para así dejar hueco entre el rodillo y la compuerta. Finalmente, un segundo rodillo comprime la capa de polvo esparcida por toda la superficie de impresión.

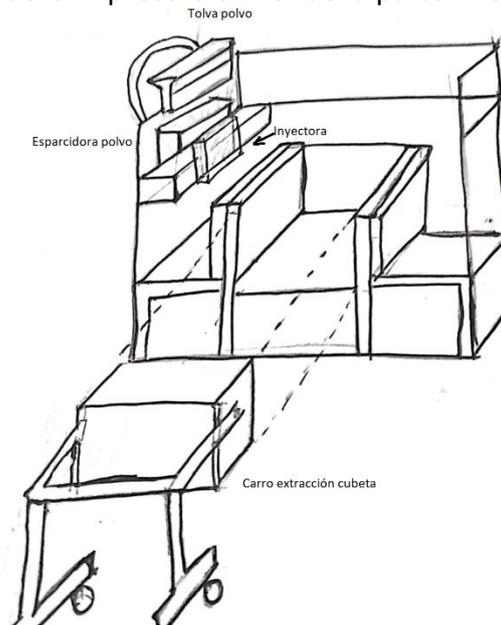


20. Ilustración boceto versión caja fija

Versión 2

La versión dos se trata de una impresora la cual permite la extracción de la caja de impresión. La recogida de material se realiza mediante una tola fija igual que ocurría en la

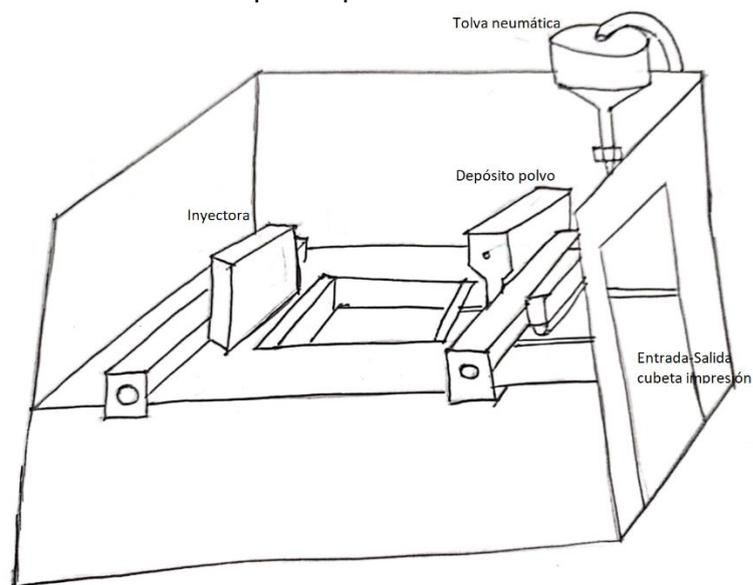
versión 1. El eje de impresión actuaría también de igual manera que la versión 1 pero con los apoyos en los laterales de la impresora en vez de la parte inferior.



21. Ilustración boceto extracción caja

Versión 3

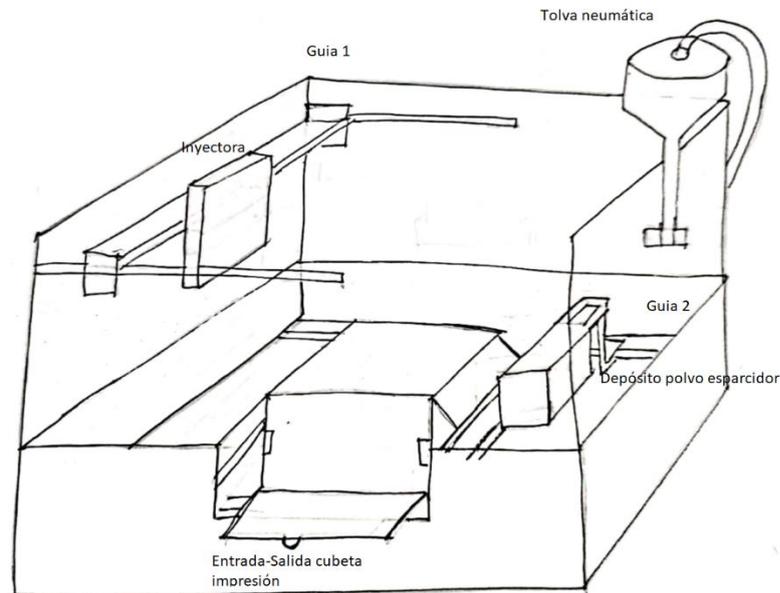
Esta versión como característica principal, dispone de dos ejes en un mismo rail. Uno de ellos sería el que esparciera el polvo y el otro el impresor, los dos irían coordinados. El método de funcionamiento del esparcidor sería similar al de la versión 1 a diferencia de que la tolva dejaría el polvo a un lado del depósito polvo.



22. Ilustración boceto doble eje

Versión 4

Esta última versión destaca por llevar un eje esparcidor a un nivel y el inyector a otro. Además, permite la extracción de la caja de impresión. Dispone de una rampa con tal de esquivar el hueco con la guía.



23. Ilustración boceto doble eje diferente nivel

5.1.1 Elección de alternativas

Mediante la regla de Copeland y posterior comprobación por el método cuantitativo de decisión multicriterio. El resultado fue más favorable resulta ser la opción 4 “doble eje a diferente nivel”. Esta última opción cumple con prácticamente todas las especificaciones deseadas y por lo tanto con los objetivos.

6 Selección de materiales y procesos de fabricación

En el diseño de la máquina se emplean materiales de metal de diferentes tipos, también plástico en algún caso. Para piezas en movimiento a excepción de piezas comerciales adaptadas, se utiliza el aluminio como norma general. Como orientación, los planos están numerados según proceso de fabricación y tipo.

6.1.1 Fabricación de bastidores

La máquina dispone de dos tipos de estructuras. Por un lado, se encuentra la principal de la impresora, hecha mediante perfiles de aluminio. Por otro lado, se encuentra la subestructura del eje de elevación del polvo, el cual está fabricado con perfiles estructurales de acero al carbono.

En los dos casos, una vez finalizado el diseño al detalle de la impresora, en el apartado de planos se debería encontrar el plano de corte de las estructuras. Con ello, realizando el pedido de largas barras se cortarían con una máquina de corte láser de alta precisión. Una vez realizados los cortes se realizarían los taladros correspondientes y roscados si fuera necesario.

En el caso de los perfiles de aluminio, se procedería su ensamblaje según planos utilizando las tuercas y tornillos especiales de la marca junto a equipos de medición y utillajes con tal de realizar un montaje preciso.

En el caso del subensamblaje de acero, se realizaría el proceso de soldadura según planos mediante equipos de soldadura sofisticados, equipos de medición y utillajes de sujeción. Para finalizar, se realizaría una imprimación anticorrosiva en toda la superficie.

6.1.2 Fabricación de piezas de chapa

Para la obtención de las formas deseadas de las chapas diseñadas, es necesario el uso de una máquina de corte laser CNC. Introduciendo el archivo CAD en el formato que reconozca la máquina, es posible de manera automatizada realizar los cortes necesarios en la chapa del grosor y material deseado. En el diseño de la máquina se han diseñado o bien chapas de aluminio o de acero inoxidable, por lo tanto, no es necesario realizar imprimaciones anticorrosivas.

Acto siguiente a los cortes se realizarían las roscas oportunas si fuera necesario. Para ello se emplea una máquina de taladrado rápido con una especie de brazo el cual aligera mucho el proceso con poco margen de fallo.

6.1.3 Fabricación de piezas mecanizadas

La mecanización de las piezas de la impresora necesita, por lo general, ser de precisión. En función de los requisitos de los planos, así como de sus cotas geométricas, las operaciones de mecanizado deberán ser realizadas, o bien con una máquina CNC o manualmente con fresadoras, tornos y taladros menos sofisticados.

Piezas tales como soportes de motor, bridas o los rodillos del compresor, son componentes que requieren de una precisión muy exacta para cumplir perfectamente con su función. En cambio, otras como adaptaciones de perfiles comerciales o placas con agujeros de tornillos pasantes con cierta holgura, pueden ser mecanizadas perfectamente en un taller convencional disponiendo de correctos aparatos de medida.

6.1.4 Piezas de plástico

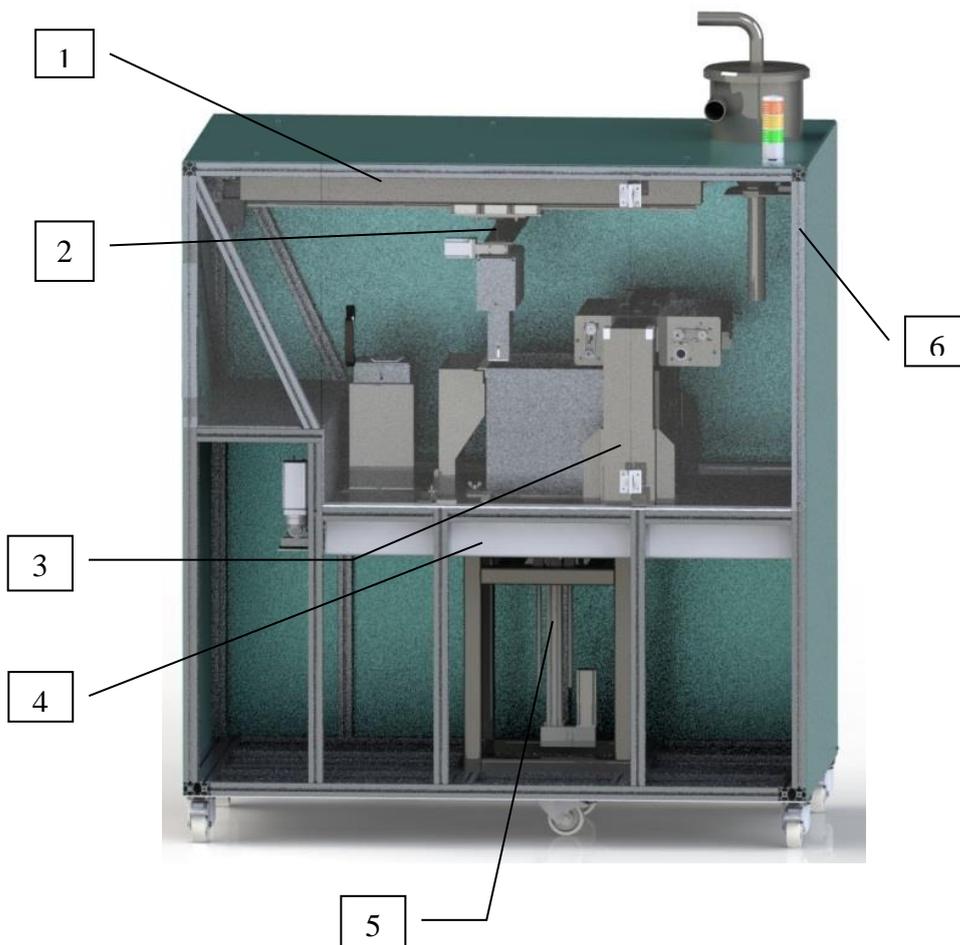
Las piezas de plástico diseñadas para la impresora, se fabricarán mediante impresión 3D con material PLA o ABS. De esta manera, no es necesario diseñar moldes ni procesos de producción por inyección. Si bien, al tratarse de un prototipo, esta solución es válida. No obstante, en un caso de producción en serie, la impresión 3D no sería económicamente viable.

7 Memoria descriptiva

7.1 Conjuntos y funcionalidades

La impresora 3D por inyección de aglutinante diseñada, es capaz de producir sorprendentes figuras sin molde. Además, es capaz de realizar las tareas de una manera automatizada, incluida la aportación de material. Para ello, los conjuntos de elementos que la componen deben funcionar de una manera coordinada. Estos elementos citados son los siguientes:

La máquina se compone de 5 grandes conjuntos. El primero de ellos (1) es el conjunto de impresión eje "Y", encargado de mover la caja de impresión (3) en la dirección longitudinal. El eje X (2) se encarga del movimiento transversal de la caja de impresión. La caja de impresión (3) es la encargada de alojar los componentes de inyección de aglutinante. El conjunto esparcidor (4) tiene la función de esparcir el material en la caja y comprimirlo en una segunda pasada, todo ello movido por un eje longitudinal (5). El polvo esparcido lo maneja en altura el conjunto eje "Z" (6). Todos los componentes descritos van ensamblados en una estructura principal con ruedas (7).



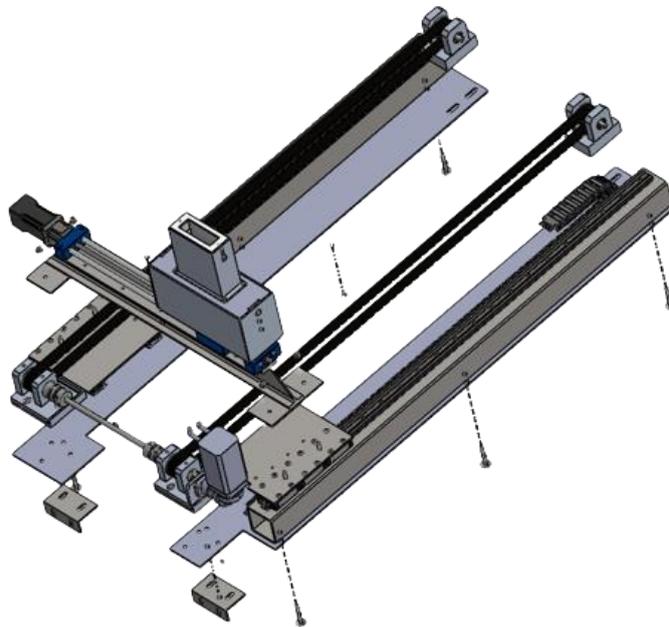
24. Ilustración Impresora sin cubierta

7.2 Conjunto eje de impresión "Y". Subconjunto (1)

7.2.1 Funcionalidad conjunto eje impresión "Y"

El conjunto eje de impresión "Y" es el eje instalado en la parte superior. Su función es la de realizar el movimiento a lo largo de la impresora en el eje longitudinal cargando con el eje X (1) y la caja de impresión montado en este último. El diseño ha sido realizado con los mismos componentes de tracción y guías que el conjunto esparcidor a excepción de las placas soporte de la base. El conjunto se compone de tres diferentes conjuntos.

- Eje lineal X y caja impresión
- Tracción
- Conjunto tracción

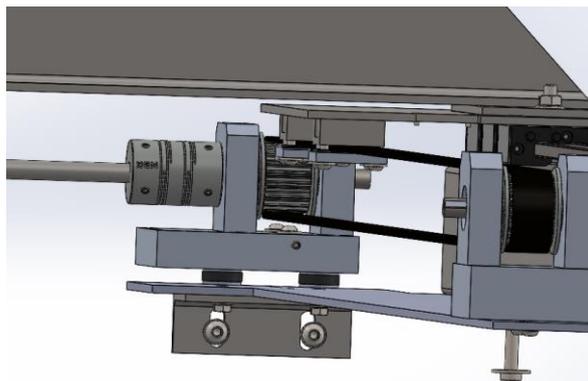


25. Ilustración Conjunto eje Y superior

7.2.2 Transmisiones y guías

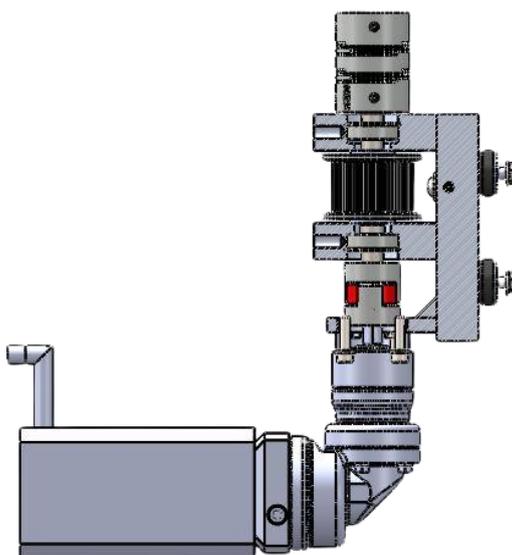
Las guías de un eje son las encargadas de sostener el conjunto y guiar el eje con una fricción mínima, con tal de no perder energía durante el funcionamiento. En el caso de esta máquina, la cual va a funcionar en un ambiente de polvo, es importante tener en cuenta los aspectos de lubricación y mantenimiento. Para este caso, teniendo ello en cuenta, se han montado guías IGUS drylin especiales para funcionamientos en seco, y pese a ello, con baja fricción y bajo mantenimiento. Los raíles de las guías se han instalado encima de un perfil comercial estructural S235J, fresado y agujereado con tal de que el montaje se ajuste a los requisitos de los elementos comerciales.

Para el deslizamiento de las guías, se monta una transmisión de tipo correa dentada. La fuerza para mover el carro, se lleva a cabo por un lado del raíl, pero sin crear descompensaciones ya que a los dos lados la fuerza se transmite de manera simultánea. Se puede acudir al anexo A1.2.1.2 para un análisis más detallado. Se puede observar en la imagen siguiente como dos tensores comerciales tensan la correa dentada.



26. Ilustración Guías y correa

Para mover la correa se ha diseñado un conjunto con un servomotor SIEMENS de 330W en un reductor APEX en L con tal de lograr reducir dimensiones de la impresora. Seguido del motor, se conecta una brida y a la brida un eje de 12 mm de aluminio. El eje, lleva instalado a presión a tolerancia h5/P6 dos rodamientos SKF con circlip. Uno de ellos va pegado a la pared del soporte, en cambio el otro dejará una distancia con tal de prever posibles dilataciones. Antes de colocar el segundo rodamiento se introduce una polea de 18 dientes pasante. El eje dispone de alojamiento para seguro anti giro de tipo redondo. Finalmente, la fuerza además de llegar a la polea se transmitirá hacia la polea del lado contrario mediante un tubo de aluminio.



27. Ilustración conjunto motor eje esparcidor e Y

7.2.3 Componentes a fabricar y comerciales

Fabricación propia

Componente	Fabricación	QTY.	QTY.3
Placa movimiento patines	AISI304	Corte láser+roscas+soldadura	2
Soporte base motor	AISI304	Mecanizado CNC	2
Brida soporte motor	AISI304	Mecanizado CNC	1

Soporte superior conjunto	AISI304	Corte laser + roscas	1
Soporte principal polea y motor	AL7075	Mecanizado CNC	1
Eje Polea	AL6063-T5	Torneado	4
Soporte superior conjunto 2	AISI304	Corte laser + roscas	4

Componentes comerciales

Componente	QTY.3
brida soporte motor	1
perfil L 38x40	2
tubo transmisor	1
Goma antivibración	8
Soporte superior conjunto	2
Rodamiento	8
Eje Polea	4
Polea	4
Reductor planetario	1
Motor SIEMENS	1
Acople eje - motor	1
Acople barra transmisora-eje	2

7.3 Conjunto eje de impresión "X". Subconjunto (2)

7.3.1 Funcionalidad

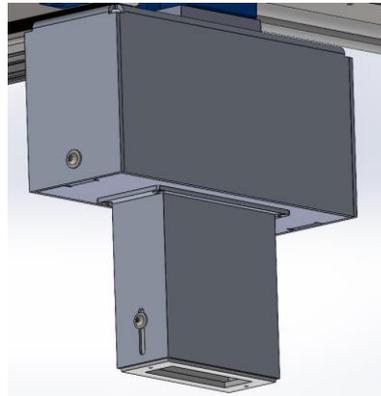
El eje de impresión X es el eje encargado del movimiento transversal de la caja de impresión. En este caso a diferencia de con el eje "Y" y el del esparcidor, se selecciona un con junto de eje comercial de la marca IGUS. Después del análisis de movimiento, véase en anexo A1.1.2.3 y A1.2.1.3, se procede a la selección de la guía lineal de IGUS drylin SHT-12 con husillo trapezoidal. Se trata de un husillo con casquillos especial para casos de ambientes secos y en polvo. Este tipo de casquillos son de baja fricción sin necesidad de mantenimiento.

7.3.2 Caja impresora

La caja de impresión como su nombre indica es la encargada de imprimir las capas de impresión. En ella se alojan componentes como la bomba y cabeza impresora, de los cuales, gracias a ellos, se hace posible la impresión mediante aglutinante. El diseño del interior de la caja está fuera del alcance de este proyecto.

La caja se compone de una parte superior fabricada en acero inoxidable por plegado de chapa. En su parte inferior, mediante una pieza larga, se acerca la cabeza impresora a la caja

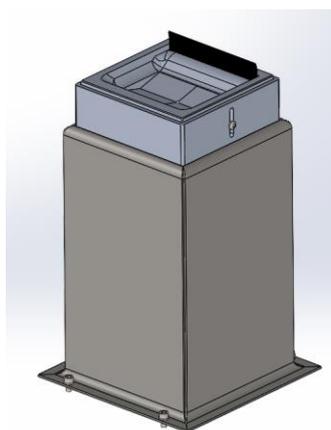
donde se imprimirá finalmente. Esta pieza, está construida mediante un tubo comercial rectangular de 134x40x2.5 de aluminio AW 6060 T66, en su base se soldaría otra quedando anexa. En su interior se encontraría la base donde se atornillaría la cabeza de impresión. La calidad e la impresión depende de una buena precisión de la cabeza de impresión. Para ello se ha diseñado la posibilidad de reglar en altura el cabezal mediante tornillos allen.



28. Ilustración caja impresora

7.3.3 Purgador y características

Las impresoras por inyección de aglutinante necesitan purgar el cabezal cada cierto tiempo. Estos procesos se suelen hacer en un periodo de tiempo de entorno a 5 segundos. Se ha diseñado un purgador con una base en altura. La base ha sido creada por doblado de chapa de acero inoxidable, encima de ella se encuentra una pieza de aluminio con una lengüeta de limpieza. La pieza queda dentro de un tubo perfil estructural de 160x160 fresado en su interior la cual su función es ir soldada al soporte y ejercer de conexión entre base y pieza. Además, gracias a dos ranuras, permite la regulación en altura con tal de ajustarse a la cabeza impresora.



29. Ilustración Purgador

7.3.4 Componentes a fabricar y comerciales

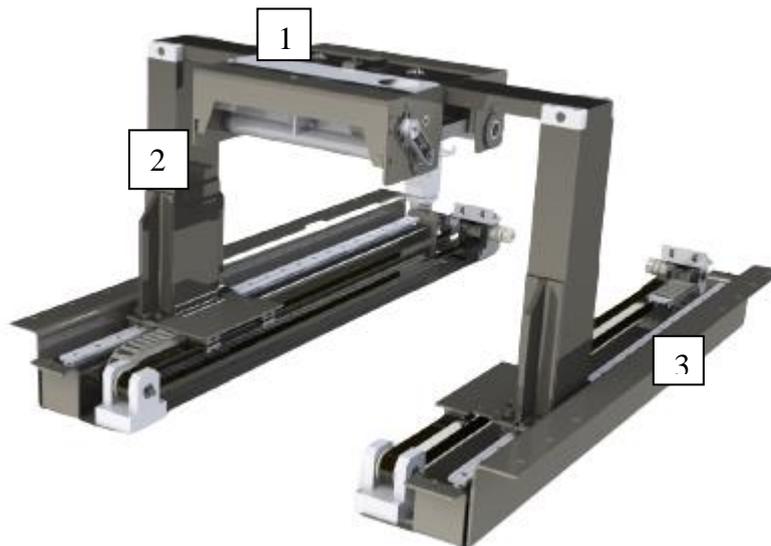
Componentes a fabricar

Componente	Fabricación	QTY.	QTY.3
Caja impresión	AISI304	Corte láser + doblado+roscas	1
Soporte cabeza impresión	Abs	Impresión láser	1
Soporte base	AISI304	Corte láser+roscas	1

Componentes comerciales

Componente	QTY.3
eje IGUS X SHT-12 husillo	1
IPE 80	1
motor eje X IGUS NEMA 23	1

7.4 Conjunto eje esparcidor. Subconjunto (4)



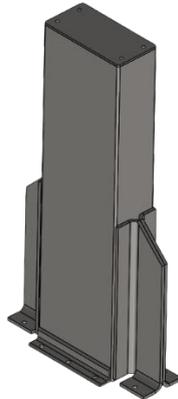
30. Ilustración conjunto eje esparcidor

7.4.1 Funcionalidad y características del conjunto

Una de las características que diferencia esta impresora de la competencia es la función de esparcir el material de manera asistida. El conjunto eje esparcidor es el encargado de realizar dicha función.

El conjunto se compone de tres partes principales, la primera es el subconjunto esparcidor – compresor (1), conjunto encargado de esparcir y comprimir en dos cuerpos separados. La segunda, viga columna esparcidor (2), compuesto por un perfil estructural 140x70x496mm

de material s235JR, con una tapa del mismo tamaño soldada en su parte superior. A los lados, dos dobles perfiles de acero inoxidable, soldados entre si reforzarían la columna con el movimiento lateral. Entre las dos columnas se encuentra un perfil estructural rectangular 100x30x2mm con una distancia de 879 mm.



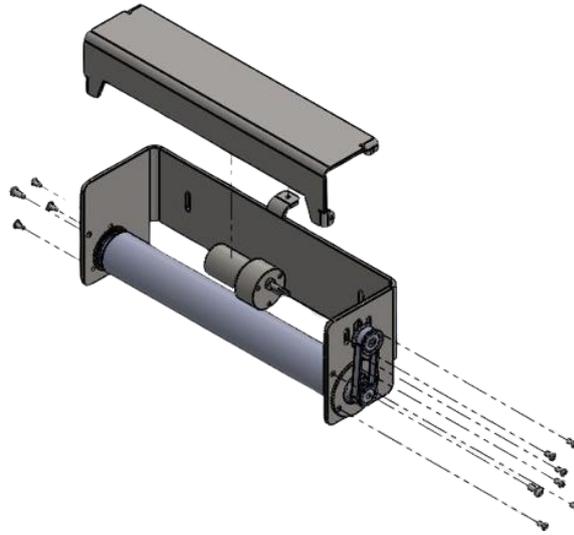
31. Ilustración Viga columna esparcidor

7.4.2 Conjunto compresor

Este conjunto es el encargado de comprimir la capa a imprimir. Se trata de un paso importante para obtener una impresión con densidad y propiedades mecánicas deseadas. La compresión se realiza acto siguiente al esparcidor haber soldado el polvo por toda la cama de impresión, dentro de la caja

7.4.2.1 Funcionalidad conjunto compresor

La estructura del compresor dispone de un tornillo el cual haría la función de nivelador. La precisión del compresor en el montaje se debe realizar con especial precisión al apretar tornillos mediante galgas. El conjunto dispone de un eje de aluminio comandado por un motor DC de 0,35Nm, el par requerido es especialmente bajo ya que la resistencia del polvo es muy baja. El reposaría sobre dos rodamientos con encaje h5/P6, en cambio el encaje de los rodamientos con las bridas que finalmente atornillan a la carcasa sería de un encaje H7/j6.



32. Ilustración conjunto compresor

7.4.3 Componentes a fabricar y comerciales

Fabricación

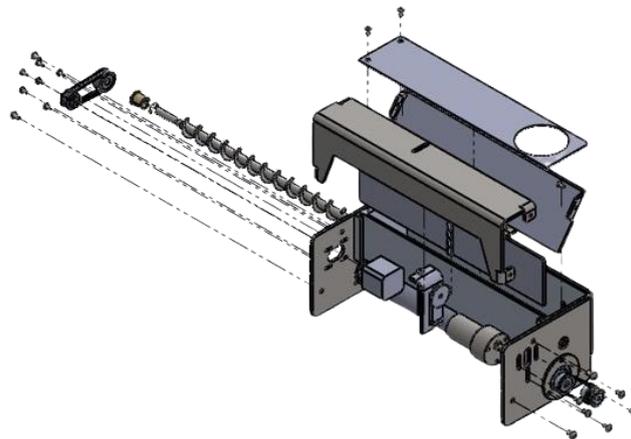
Componente	Fabricación	Proceso fabricación	QTY.3
Refuerzo estructura esparcidor	AISI304	Corte laser + doblado	1
Rodillo	AL6063-T5	Torneado	1
Estructura compresor	AISI304	Corte laser + doblado	1
Brida rodamiento	AISI304	Torneado	2

Comerciales

Componente	QTY
Polea motores tubo comp. y esp.	4
Rodamiento tubo compresor	2
Polea movimiento rotor	2
Motor Nidec 24V DC	1

7.4.4 Conjunto esparcidor

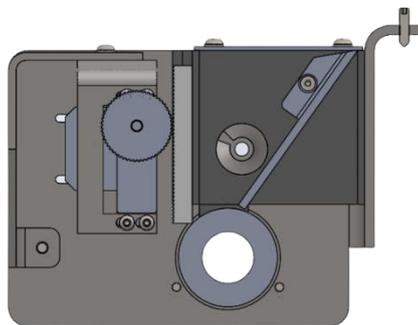
El conjunto esparcidor es una de las partes importantes para realizar una automatización casi completa, al aportar el material por la parte superior, no requiriendo mediante otros métodos esfuerzo humano para ello. El conjunto esparcidor es el encargado de esparcir el polvo recibido de una tolva superior por la caja de impresión, concretamente sobre la cama de impresión.



33. Ilustración conjunto esparcidor

7.4.4.1 Funcionalidad conjunto esparcidor

El conjunto recibiría el polvo por el agujero de la tapa superior procedente de una tolva superior externa. Un eje helicoidal movería el polvo con tal de uniformar el volumen en su interior. Por la parte inferior, el eje esparcidor, el cual es el mismo que el del compresor, hace tope por debajo. Otra pieza de metal en diagonal estaría creando un efecto embudo, se puede observar en la imagen siguiente.



34. Ilustración corte esparcidor

El componente al acercarse a las inmediaciones de la caja de impresión, levantaría la puerta comandada por un servomotor S3003 de giro 90º, dejando pasar el polvo mientras gira el eje.

El motor de giro del eje es el mismo que el del conjunto compresor.

7.4.4.2 Características conjunto esparcidor.

Igual que el compresor, el esparcidor también dispone de una regulación en altura para regularlo con exactitud. Llevaría también un refuerzo superior.

7.4.5 Componentes a fabricar y comerciales

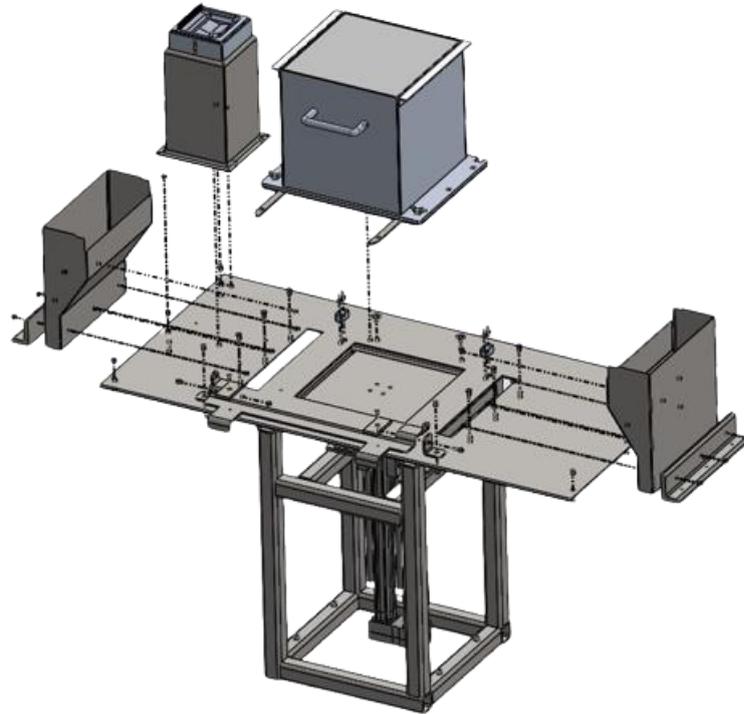
Componentes Fabricación

Componente	Fabricación	Proceso fabricación
Eje material	AISI304	Eje + máquina para helicoidales
Refuerzo estructura esparcidor	AISI304	Corte laser + doblado
Estructura esparcidor	AISI304	Corte láser + doblado
Soporte motor elevador	AISI304	Corte láser+doblado
Rodillo	AL6063-T5	Torneado
Tapa superior material	ABS	Impresión 3D
Puerta esparcidor	ABS	Impresión 3D
Tapa depósito	ABS	Impresión 3D
Polea motor elevador	ABS	Impresión 3D
Deposito polvo	ABS	Impresión 3D
Brida rodamiento	AISI304	Torneado

Componentes comerciales

Componente	QTY.3
Polea motores tubo comp. y esp.	4
Rodamiento tubo compresor	2
Motor Nidec 24V DC	1
Motor Nidec 24V DC	1
Nema 23 24V paso a paso	1

7.5 Conjunto eje de impresión "Z"

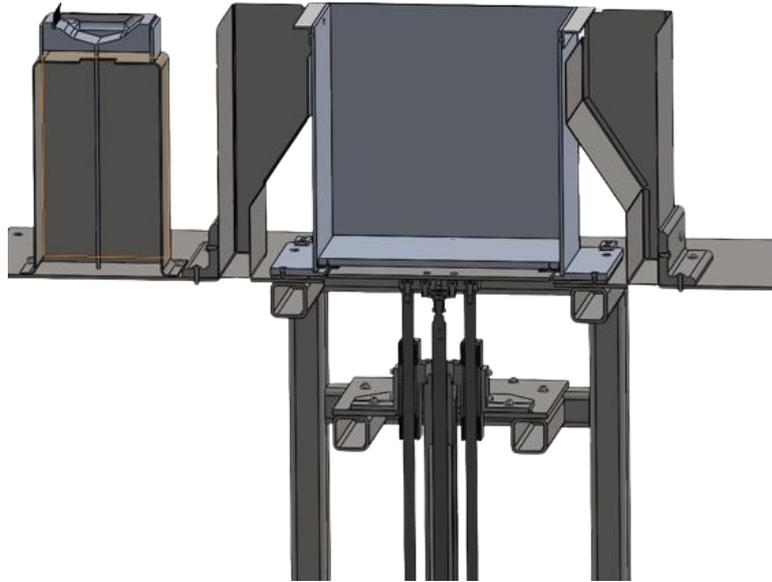


35. Conjunto eje de impresión Z

7.5.1 Funcionalidad caja de impresión y mecanismo de elevación

El conjunto dispone de eje que soporta, eleva y retiene el polvo de la caja de impresión durante su impresión. Con tal de que el polvo sobrante se reutilice, el conjunto llevaría el polvo sobrante mediante los embudos superiores a una caja de almacenaje bajo la placa base. Esta caja citada queda fuera del alcance del proyecto.

La caja está diseñada para ser empujada por el eje Z mediante una doble placa y contacto con goma. Como se puede observar en la imagen inferior. El eje Z empuja con una placa de menor dimensión, entrado dentro de la caja misma y empujando la placa que hace de cama al polvo de impresión. El objetivo de este diseño es llevar a cabo un diseño fácil y económico donde se pueda imprimir con la caja fija y precisa en su posición. Todo ello, sin renunciar a la importante característica de poder sacar la caja con la pieza impresa de una manera segura.



7.5.2 Transmisión y características

El componente eje Z es un conjunto comercial de FESTO. Para detalles del eje vea anexo A2.3. El eje va sujeto mediante unas placas soporte soldadas que aseguran una conexión rígida entre el conjunto eje y el soporte estructura. El soporte es fabricado mediante perfiles de acero estructural y soldados entre si.

La instalación está hecha mediante dos railes paralelos a 800 mm

7.5.3 Componentes a fabricar y comerciales

Componentes a fabricar

Componente	Fabricacion	Proceso fabricación	QTY.3
Base caja impresión (encaje)	AL6063-T5	Mecanizado CNC	1
Conjunto caja impresión	AL6063-T5	Corte láser+taladrado+soldadura	1
Abrazadera soporte eje Z	AISI304	Corte láser + soldadura	1
Placa base	AL6063-T5	Corte láser+taladrado+fresado	1
Chapa caída polvo	AISI304	Corte láser + plegado	2
Rampa extracción cubo	AISI304	Corte láser + plegado	1
Purgador cabezal impresión	AL6063-T5	Mecanizado CNC	1
Cama impresión	AISI304	Corte láser	1
Cama impresión inferior	AISI304	Corte láser	1

Componentes comerciales

Componente	QTY.3
160x160x8 mm soporte purgador	1
estructura eje perfil s355. 3.7m	1
base Nylon	1
Eje Festo conjunto completo	1
motor eje Z paso a paso	1

7.6 Estructura principal (7)

La estructura principal de la máquina está fabricada mediante perfiles de aluminio 6063- T5 de medidas 40x40 y 40x80. Los perfiles son cortados y montados mediante tornillería y tuercas especiales de la marca ITEM.

Este tipo de estructuras da mucha versatilidad a la hora de instalar componentes, ya que permite colocar cualquier componente atornillado en una rosca desplazable por el perfil. Gracias a ello, se garantiza el diseño sin errores en la colocación, al menos en fijación a la estructura. Otra de las ventajas de este tipo de estructuras es su ligereza. La densidad del aluminio es baja a la vez que resistente a la rotura. No obstante, también son dúctiles y flectan con pesos concentrados, algo que se le presta atención en el análisis computacional de este proyecto.



36. Ilustración de Estructura principal

Fabricación por taller externo ITEM bajo entrega del STEP. Lo fabricarían por corte láser a medida en todas sus barras y posteriormente ensamblaje aportando roscas y tornillería especial de la marca.

7.7 Proceso de Impresión

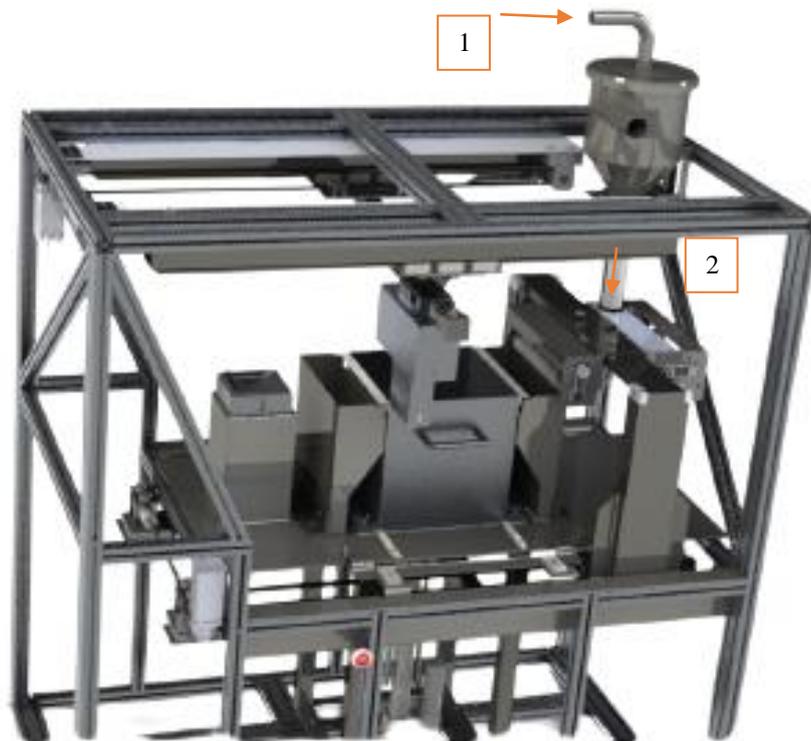
La impresión de una pieza conlleva un proceso de preparación previo. Es necesario crear la mezcla del material específico para las exigencias de la pieza deseada, recargar de aglutinante los depósitos y realizar el corte de la pieza virtual 3D a 2D. Hecho esto, ya sería posible realizar la impresión, extracción de polvo sobrante no impreso de la cubeta y finalmente llevar a cabo un proceso de solidificación de la pieza. Este suele ser en agua y posteriormente en un horno, el proceso idóneo dependería del material usado.

Teniendo en cuenta que el proyecto se centra exclusivamente en la impresora y sus movimientos, se puede considerar un ciclo casi en su totalidad automático.

Entrando en el proceso de la impresora, después de haber hecho ya el trabajo previo, se activaría un sistema neumático que haría llegar el polvo a la tolva superior de la impresora mediante corriente de aire forzado, cuyo diseño queda fuera de alcance.

Una vez el eje esparcidor quedase posicionado en su parte inferior, mediante apertura comandada por el autómatá se abriría paso al material entre la tolva y el depósito del esparcidor.

En la siguiente ilustración se puede observar la entrada de material por la tolva (1) donde quedaría el polvo almacenado. En ese momento, la impresora quedaría lista para comenzar.



37. Ilustración de Proceso carga de material

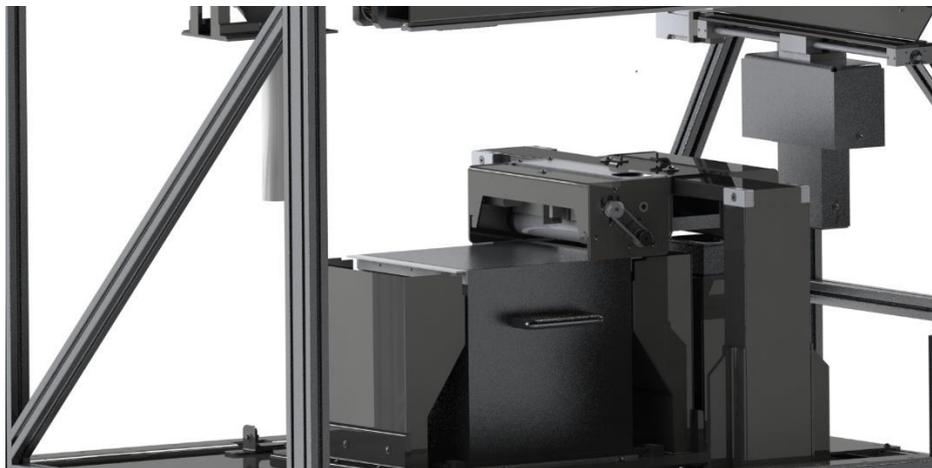
Antes de iniciar la impresión, la cabeza impresora necesita realizar una purga de aglutinante. Este conllevaría el movimiento de los ejes de impresión con tal de llevar la cabeza impresora al purgador, donde en 5 segundos purgaría aglutinante y con la lengüeta limpiaría el sobrante. La purga realizada iría por un tubo a un tanque inferior.

A la vez de la purga, el eje Z elevaría la cama de impresión de la caja a su punto más alto. En la siguiente imagen se puede observar el movimiento de purga previo a la impresión



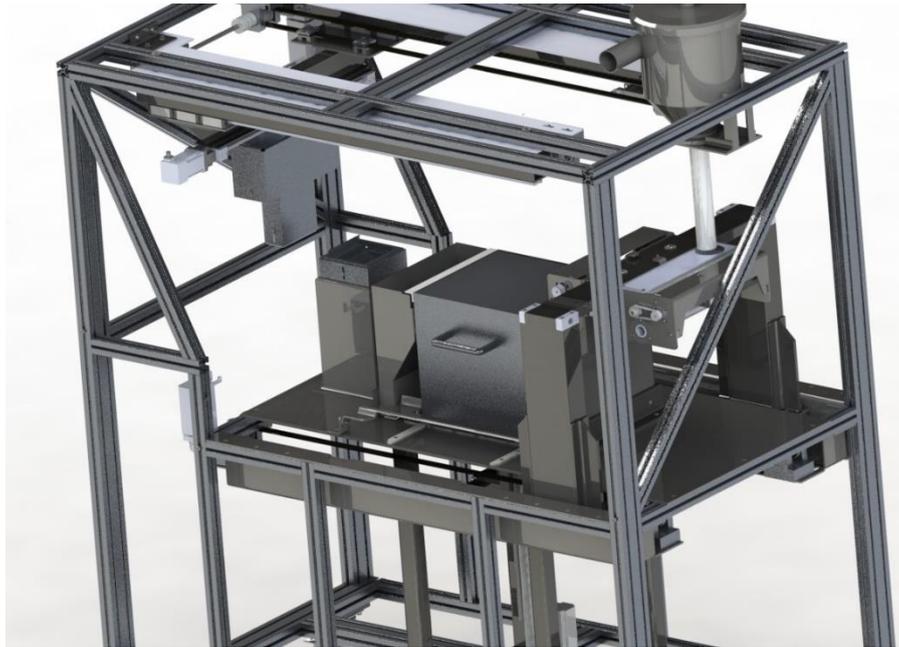
38. Ilustración de Proceso purgación

Una vez la purga ya se ha realizado y la cabeza impresora se encuentra en posición inicial, se iniciaría la impresión. Primeramente, el eje esparcidor se acercaría a la caja de impresión y comenzaría a esparcir la primera capa, se escenifica en siguiente imagen. Acto siguiente, el conjunto del eje retrocedería a su punto de inicio, donde se encuentra el tubo a la vez que el compresor comprime la capa realizada por el esparcidor previamente.



39. Ilustración Pasada eje esparcidor

Finalmente, ya comenzaría la impresión recibiendo los G-code del software, haciendo mover coordinadamente los ejes X e Y de impresión, hasta finalizar la capa. Pasando nuevamente el eje esparcidor y así repetitivamente hasta finalizar la impresión después de 27 minutos. Una vez finalizada la impresión, el eje Z bajaría en altura hasta el punto inferior perdiendo el contacto con la caja. Los ejes quedarían en su punto de partida.



40. Ilustración Impresión finalizada

En este momento, después de encenderse la luz del semáforo de color verde, ya se podría abrir las puertas y proceder a la extracción de la caja de impresión. Antes de ello se deberá extender la rampa y desenroscar dos palometas, como se ilustra en las siguientes imágenes.

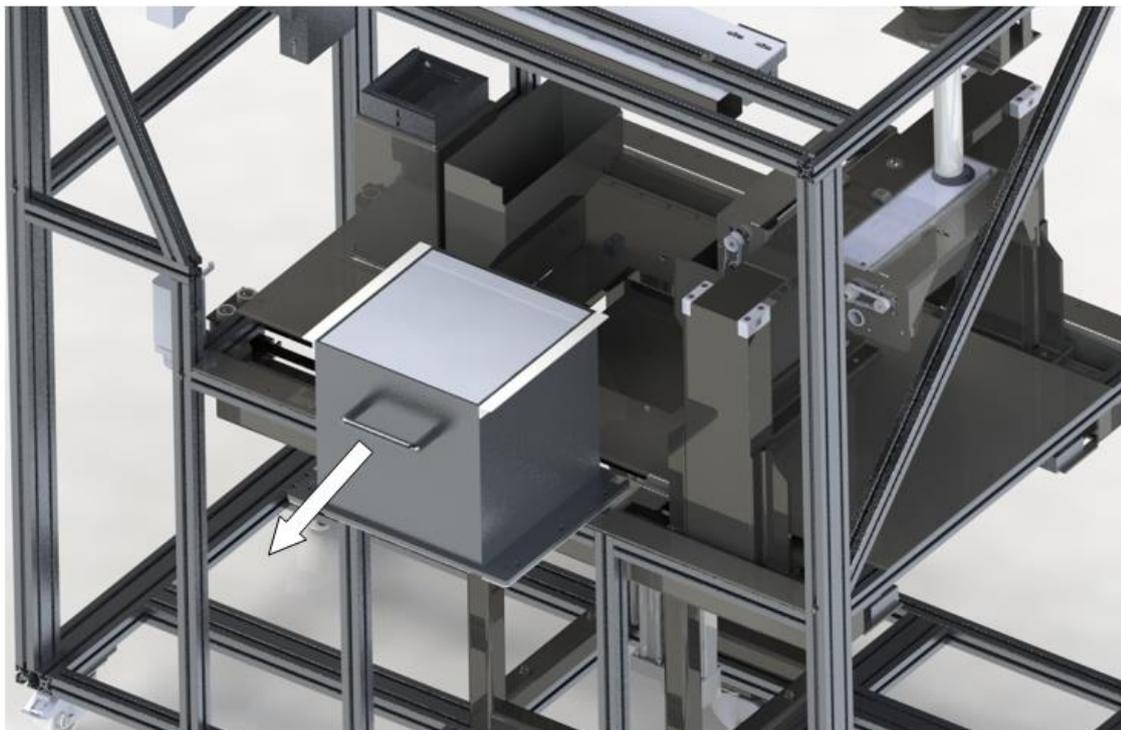


41. Ilustración XXX



42. ilustración

Finalmente, ya es posible extraer la caja con la debida postura corporal.



43. Extracción de la caja

8 Automatización

Este apartado trata de sintetizar el estudio de automatización realizado en el anexo de Automatización.

La automatización de las componentes que forman las maquinas es necesario para que se cumplan los requisitos previos y se produzca el proceso de calibrado de manera correcta. A continuación, mediante la siguiente tabla, en la que se muestra todos los componentes que lo hacen posible.

SISTEMAS DE CONTROL		
COMPONENTE	FUNCIÓN	REFERENCIA COMERCIAL
Autómata	Comandar toda la automatización	CPU 1511-1 PN
Fuente de alimentación del sistema	Alimentar corriente al sistema	PS 60W 24/48/60V DC (PS)
Fuente de alimentación de carga	Alimentar corriente a los módulos de entradas y salidas autómata	PM 70 W 120/230 V AC
Fuente alimentación 120/24v	Entrega corriente a modulo eje X	Epower supply
Fuente alimentación 120/24v	Entrega corriente a modulo eje Z	NDR-240-48
Módulos de entradas y salidas digitales del PLC	Dar entradas y salidas a componentes a comandar	S7-1500/ET 200MP
Módulo motores Siemens eje "Y" y esparcidor	Comando de servomotores eje "Y" y esparcidor	Sinamics S120 Line module

Módulo motor paso a paso eje X	Comando de motor paso a paso	Drylin D1 dryve
Módulo motor paso a paso eje Z	Comando de motor paso a paso	CMMO-ST-C5-1-LKP
Módulo motor 90º	Comando servomotor	LSC-16

SISTEMAS DE DETECCIÓN		
COMPONENTE	FUNCIÓN	REFERENCIA COMERCIAL
final de carrera	Sensor final carrera esparcidor	LJC18A3-B-J/DZ
final de carrera	Sensor final carrera esparcidor 2	ME-8108
Final de carrera	Sensor final carrera eje sup. Y 1	ME-8108
Final de carrera	Sensor final carrera eje Y 2 (eje longitudinal)	ME-8108
Final de carrera	Sensor final carrera eje X 1 (Eje transversal)	ME-8108
final de carrera	Sensor final carrera eje X 1 (Eje transversal)	ME-8108
Inductivo	Sensor posición purgador eje Y	SN04-N
Inductivo	Sensor posición purgador eje X	SN04-N
Capacitivo	Sensor rampa extractora caja impresión	LJC18A3-B-J/DZ
Capacitivo	Sensor nivel depósito polvo esparcidor superior	LJC18A3-B-J/DZ
Capacitivo	Sensor depósito polvo esparcidor inferior	LJC18A3-B-J/DZ
magnetico	Sensor puerta	MN508S
Inductivo	Sensor Z contacto	SN04-N
Inductivo	Sensor contacto Z con cama impresión	SN04-N
inductivo	Sensor altura superior Z	SN04-N
inductivo	Sensor altura Inferior Z	SN04-N

9 Seguridad de máquina

9.1 Condiciones de seguridad básicas de la máquina

Durante el diseño de la impresora, se ha tenido en cuenta la seguridad de la máquina en todo momento. Es decir, que el modo de funcionamiento no comprometa la seguridad del usuario en ningún caso y garantice la seguridad de toda persona o aparatos alrededor.

Pese a ello, la seguridad no siempre es absoluta como es en el caso de prácticamente cualquier máquina, y no es menos la impresora. Con tal de minimizar peligros potenciales, se ha evaluado diferentes circunstancias durante el transcurso de funcionamiento de la máquina proponiendo medidas preventivas que incrementen el nivel de seguridad

9.2 Evaluación de riesgos

A continuación, se describe los elementos de seguridad que se necesita incorporar a la impresora. La selección de los elementos de seguridad depende del tipo de peligro que rodea a la máquina, riesgos que se han analizado y evaluado en el transcurso del trabajo.

Cabe destacar que, en el caso de peligros mecánicos, la máquina lleva instalada un sensor de apertura de puerta, que, en caso de no detectar, la máquina esta programada para no funcionar. Se evalúa en el caso de hacer mal uso y a la vez no funcione el sensor

Los peligros relativos a la máquina son los siguientes.

Re f.	Tipo de peligro	Peligro	Fuente peligro	Zona pel.	Consecuencia	Fase ciclo vida de la máquina
1	Peligros mecánicos	Contacto con elementos móviles	MU, MM	ZT	Golpes, Atrapamiento	Mo, W, PM
2		Roce con esquina afilada	MD, MU	ZT	Cortes	Mo, PM, W
3		Rotura o caída pieza en reposo	MI, MU, MD	ZT	Atrapamientos, contusión	W, Ma, Mo
4		Proyección de partículas	MI, MU	ZT, OW	Contusión	W,PM
5		Atrapamientos	MI, MM, MU	ZT	Atrapamiento	W, Ma, Mo
6		Golpes	MI, MM, MU	ZT	Contusión	Mo, PM, W
7	Peligros eléctricos	Riesgo de contacto directo con elementos a tensión de la máquina	MI, MU	ZT	Quemaduras, incendio, choque eléctrico	W, Ma, PM
8		Riesgo de contacto indirecto con elementos a tensión debido a derivaciones eléctricas	MI	ZT	Quemaduras, incendio, choque eléctrico	W, Ma, PM

9		Rotura, fallo o desgaste de los sistemas de protección contra choques eléctricos	MI	ZT	Quemaduras, incendio, choque eléctrico	W, PM
10	Peligros derivados de materiales y sustancias	Emisión de aglutinante	MU	ZT	Infección ojos	W
11		Tocar polvo y aglutinante	MU	ZT, OW	Problemas cutáneos	W
12		Respirar polvo en partículas	PP,MU	ZT	Cáncer	PM, W, Ma
13	Peligros derivados de la omisión de principios ergonómicos en el diseño de máquinas	Sobrecarga muscular al colocar la pieza en almacén.	MU	ZT	Molestias, Trastorno músculo esquelético	W
14		Sobrecarga muscular al cargar con la caja de impresión	MU	ZT	Molestias, Trastorno músculo esquelético	W
15		Altura incorrecta de la pantalla de control. Afecta a la visión del operario.	MD	ZT	Molestias, Trastorno músculo esquelético	W
16		Altura incorrecta del teclado para el ajuste de parámetros	MD	ZT	Molestias, Trastorno músculo esquelético	W

Significado de las abreviaciones:

- **Fuentes del peligro:**
 - Perdida de Aglutinante (PA)
 - Fabricación (F)
 - Mal uso (MU)
 - Eléctrico (E)
 - Proyección de polvo (PP)
 - Mantenimiento inadecuado (MI)
 - Mal diseño (MD)
 - Mal diseño pieza 3D (MDP)
- **Zona de peligro**
 - Dentro de la zona de trabajo (ZT)
 - Fuera de la zona de trabajo (OW)
- **Fase del ciclo de la vida de la máquina**
 - Montaje (Mo)
 - Puesta en marcha (PM)

- Trabajando (W)
- Mantenimiento (Ma)

La evaluación de daños se ejecuta bajo la norma UNE EN ISO 12100:2012: Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo. La calificación se estima siguiendo la siguiente tabla:

		Severidad de las consecuencias				
		Leve	Moderada	Grave	Muy grave	
		2	5	8	10	
Probabilidad	Baja	2	4	10	16	20
	Media	5	10	25	40	50
	Alta	8	16	40	64	80
	Muy alta	10	20	50	80	100

Nivel de riesgo	Valoración	Actuación
>70	Intolerable	Requiere actuación inmediata preferentemente mediante prevención intrínseca y si no es posible mediante protección
35-70	Alto	Requiere actuación al menos mediante medidas de protección
10-35	Intermedio	Deben estudiarse alternativas para intentar reducir el riesgo. Uso de EPIs. Avisos. Inclusión en manual de instrucciones
<10	Bajo	Informar del riesgo en manual de instrucciones. EPIs

REFERENCIA	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	RIESGO	Valoración del riesgo
1	Baja	Moderada	64	Alto
2	Alta	Leve	16	Leve
3	Media	Grave	40	Grave
4	Baja	Grave	16	Media
5	Alta	Grave	64	Alto
6	Alta	Moderada	40	Alto
7	Media	Muy Grave	50	Media
8	Baja	Muy Grave	20	Media
9	Alta	Muy Grave	80	Muy alto
10	Baja	Moderada	10	Moderado
11	Muy Alta	Leve	20	Moderado
12	Muy alta	Muy Grave	100	Muy Alto
13	Alta	Moderada	40	Intermedio
14	Muy Alta	Grave	64	Alto
15	Media	Baja	10	Alto
16	Media	Baja	10	Alto

Con tal de averiguar el resultado final es necesario aplicar la siguiente fórmula.

$$\frac{R_1 + R_2 + \dots + R_{16}}{16}$$

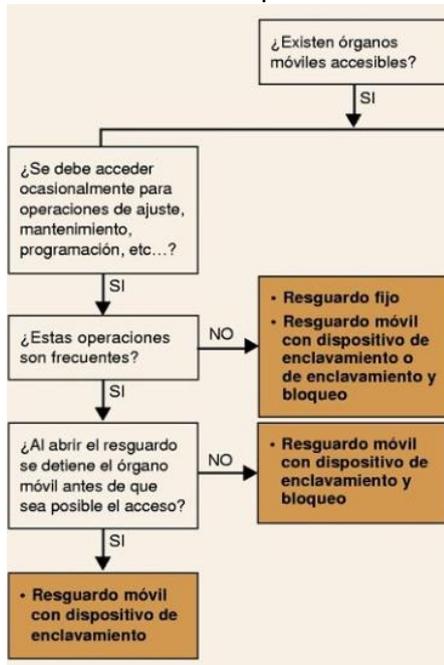
Donde: R_1 = valor riesgo tabla
El resultado final es de **40**. Resultado: **Alto**

Ante este resultado, la norma exige la instalación de protección. Además de lo que se pediría en el nivel inferior, que es el uso de EPI's. Se toman por lo tanto **seis** medidas para minimizar los riesgos.

Primer medida

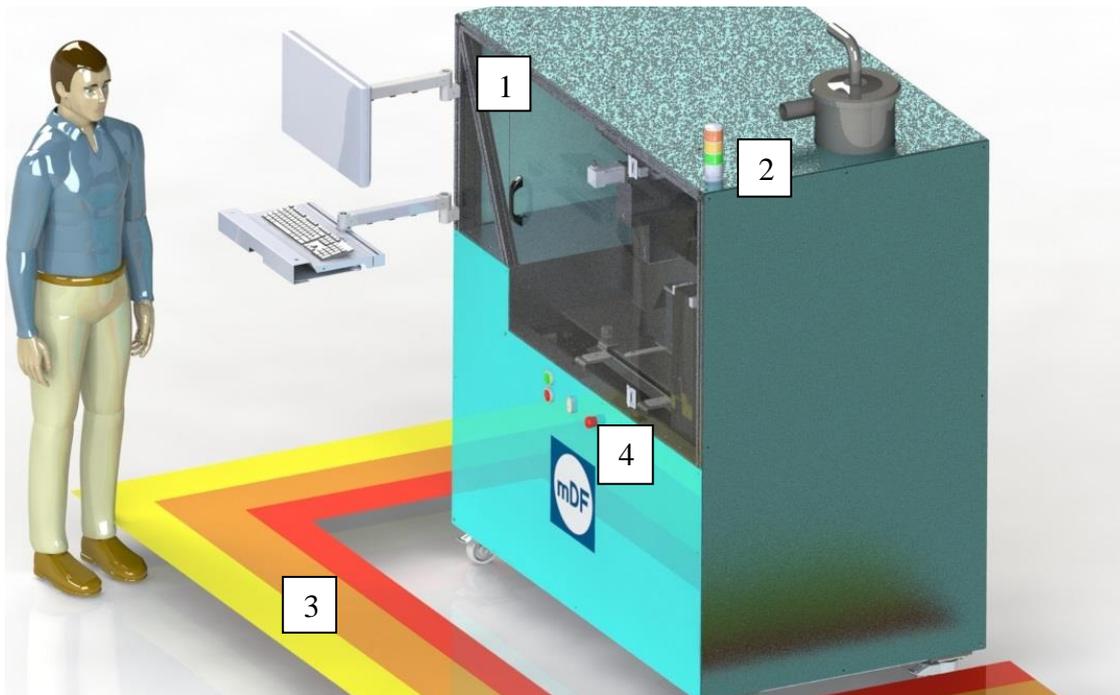
Como primera medida, con tal de rebajar el nivel alto, obtenido a intermedio, se instalará un resguardo protector con enclavamiento.

La norma Norma UNE EN ISO 14119:2014 - Seguridad de la maquinaria dictamina el proceso a seguir. En el caso de la impresora, el acceso a la caja de impresión es recurrente. También es recurrente la limpieza de la zona o puestas a punto de la caja de impresora.



44. Norma ISO 14119:2014

Siguiendo los pasos de la norma acorde al uso de la impresora, como se observa en la imagen anterior, se llega a la conclusión que la máquina debe montar un resguardo de enclavamiento. Por lo tanto, se decide que la impresora montará puertas abatibles, y estas llevarán un enclavamiento de paro inmediato al ser abiertas. Las puertas serán acrílicas con tal de no perder visibilidad al de la impresión. En la siguiente imagen se pueden observar montadas con el número (1).



45. Ilustración zona de seguridad

Segunda medida

Según la norma NTP 1098 Equipo eléctrico de máquinas: Colores y marcados de los órganos de accionamiento (2017), otra de las medidas efectivas, es informar al usuario mediante colores el estado de la máquina. Es por ello que se monta un semáforo con tres colores de advertencia. Estos colores van sincronizados con el funcionamiento de la máquina. Se puede observar el componente (2) en la imagen superior. Por otro lado, es posible consultar los momentos de encendido en el apartado G9 del anexo 5 de Automatización.

Tercera medida: Delimitar zona de EPIS

Para reducir el riesgo de un mal uso de la máquina, además de ir cerrada, con cubiertas y con sensor en las puertas, se señala la zona cercana a la impresora como muestra la imagen superior el número (3).

Cuarta medida: Señalización EPI's necesarios

Como cuarta medida, seguida de la delimitación de zona de trabajo de la impresora, se añaden advertencias en la zona cercana a la impresora advirtiendo del uso obligatorio de EPI's.



46. Señales EPIS necesarias

Los EPI's señalados son necesarios durante el montaje, reglaje, funcionamiento y mantenimiento de la máquina. Los EPI's imprescindibles para el uso de la máquina son los siguientes:

- Gafas de seguridad:

Las gafas deben ser usadas con tal de prevenir cualquier proyección de pieza suelta o mal uso de algún elemento.

- Mascarilla guardapolvo Ffp2

Después de la impresión pueden quedar partículas en suspensión que se respirarían al recoger la caja.

- Zapatos de seguridad

Necesarios ante la caída del objeto impreso o la caja de impresión.

- Guantes de Nylon recubiertos de poliuretano

Para el manejo de la caja de impresión y cogida de peso, es necesario llevar guantes de seguridad con tal de evitar cortes o incluso deslizamiento del objeto en las manos

Quinta medida

Se aplica la última de las medidas con tal de reducir el nivel de riesgo a bajo, la norma exige informar de los riesgos mediante los siguientes métodos:

- Manual de uso: un libro de instrucciones para el fácil funcionamiento de la máquina, donde también se describe todas las piezas de la máquina y se indica el uso no correcto de la máquina, tales como "entrar en la zona de trabajo mientras la máquina está en funcionamiento"
- Manual de mantenimiento: un libro donde se indica el tipo y la frecuencia de las inspecciones y mantenimiento para la seguridad de la máquina.
- Planos de fabricación en los que se indique la eliminación de aristas vivas.
- Manual de montaje: libro de instrucciones de un correcto montaje, paso a paso, para evitar lesiones y peligros.

Sexta medida

Según el ANEXO I (RD 1644/2008) se debe instalar como requisito esencial de mando, un pulsador de emergencia. Se puede observar en la superior de instalación. Con ello será posible detener la impresora ante cualquier imprevisto.

10 Normativa y referencias

Durante el proceso de diseño se ha seguido las pautas de la normativa que regula la seguridad de máquinas. Las principales normas empleadas son las siguientes.

Principios y conceptos básicos de seguridad:

Directiva de Seguridad de Máquinas 2006/45/CE

- Anexo 1: Requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y la fabricación de las máquinas
- Norma UNE EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo
- Norma UNE EN ISO 13851: 2020 Seguridad de las máquinas. Dispositivos de control a dos manos
- NTP 1098 Equipo eléctrico de máquinas: Colores y marcados
- Norma UNE EN ISO 14119:2014 - Seguridad de la maquinaria. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos
- Real Decreto 2177/2004: Equipos de trabajo. Evaluación de riesgos, medidas preventivas, manual de uso.
- Real Decreto 1644/2008: Directiva de máquinas, Declaración CE de conformidad, Manual de instrucciones, Marcado CE

Electricidad

- Directiva de baja tensión RD 187/2016
- UNE-EN- 60204-1:2007 Seguridad de máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales

Ergonomía

- UNE – EN 614-1: 2006+A1
- UNE-EN 547-3:1997+A1:2008 Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano
- UNE-EN 1005-4 Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas

10.1 Fuentes de información en internet

- <http://www.igus.com>
- <http://www.skf.com>
- <http://www.rs.com>
- <http://www.Festo.com>
- <http://www.misumi.com>
- <https://www.3dnatives.com/>
- <https://forum.solidworks.com/>

- <https://forum.solidworks.com/>
- <https://www.247tailorsteel.com/>

11 Bibliografía

1. La impresión3D y las patentes, extraído de <https://www.madrimasd.org/blogs/patentesymarcas/2016/la-impresion-3d-y-las-patentes/>
2. Tipos de impresoras 3D, extraído de: <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>
3. Información detallada impresora Concr3de, extrído de : <https://concr3de.com/all-printers/>
4. Información estado del arte impresoras, extraído de: <https://www.exone.com/en-US/3D-printing-systems/sand-3d-printers>
5. Selección de accionamientos FESTO, extraído de: <https://www.festo.com/es/es/a/8031049/?autoShowConfigurator=true>
6. Catálogo Ejes de accionamiento por correa dentada ELGA-TB, extraído de: <https://www.festo.com/media/pim/495/D15000100149495.PDF>
7. Catálogo Cilindros eléctricos ESBF, con actuador por husillo <https://www.festo.com/media/pim/495/D15000100149495.PDF>
8. Precios material acero inoxidable, extraído de: https://www.manomano.es/p/tubo-cuadrado-acero-negro-20-mm-largo-en-metros-1-metros-2856852?model_id=2856852#description
9. Precios actuadores lineales, extraído de: <https://es.rs-online.com/web/p/actuadores-lineales-electricos/2036977>

11.1 Software

- Solidworks 2022 (licencia educacional)
- Office 2019
- Skf Bearing Calculator
- CADe_Simu V4.2
- Fluidsim
- Krita
- Paint

12 Viabilidad técnica y económica

La impresión 3D está dando pasos avanzados en el mundo de la fabricación. Gracias a la polivalencia que ofrece la inyección de aglutinante, el cliente potencial de este tipo de impresora es muy amplio pudiendo ser tanto en sectores del metal, construcción, cerámica y farmacéutica.

La automatización de un proceso de fabricación es cada vez más rentable. En caso de error detectado en la pieza tan solo hay que revisar el fallo en 3D y volver a imprimir sin necesidad de molde, ni grandes desembolsos en su trascurso. Además de lo citado la impresora inyección de aglutinante permite imprimir piezas de características mecánicas únicas.

Si bien, es cierto que el precio inicial es elevado. No obstante, la rentabilidad a largo plazo esta asegurada gracias a los costes que se ahorran tanto en mano de obra, energía, y material desechado.

13 Conclusiones

Tras los resultados obtenidos, se puede concluir que la fabricación de la impresora es perfectamente viable. En ello se sustentan los siguientes motivos

- El precio final obtenido en este proyecto es comparable a otras impresoras de la competencia
- El nuevo diseño de este proyecto con configuraciones como la automatización de aporte del polvo, sin necesidad de fuerza humana, o la extracción de la caja de impresión, da un valor añadido al producto en comparación a otras impresoras comunes que permite incluso aumentar el precio de venta y márgenes de ganancia.

- La impresora, gracias a la automatización casi por completo, tiene potencial para poder desarrollar una producción en cadena, siendo atractiva para un mayor número de clientes.

1. Anexo: Estudio movimiento transmisiones impresión X” e “Y”, esparcidor Y eje elevación Z

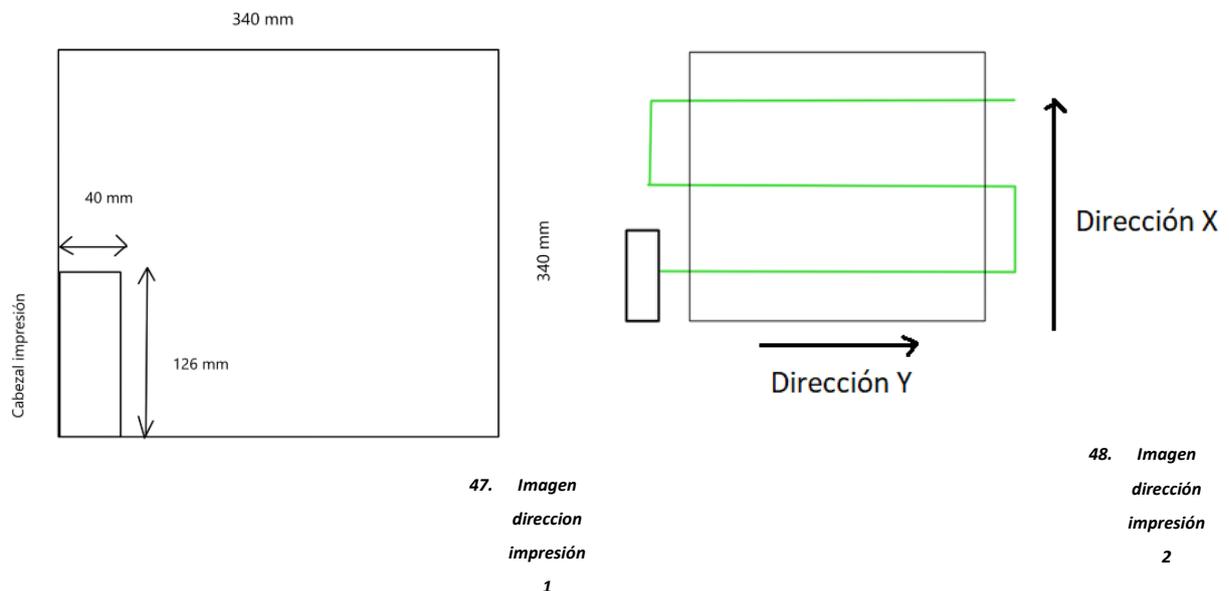
En este anexo se muestran los estudios de movimiento y dinámicos de las transmisiones de ejes de impresión vertical “X”, longitudinal “Y”, esparcidor y elevación eje “Z”. Se desarrollan los cálculos necesarios para el diseño y selección de los componentes correspondientes en el siguiente anexo.

A1.1 Estudios cinemáticos

A1.1.1 Estudio cinemático eje longitudinal “Y” impresión

A1.1.1.1 Datos de partida

El punto de partida vendría dado por el tiempo de ejecución de una capa de impresión. Empresas del sector con en este tipo de impresoras suele imprimir entorno a 20-30s/capa. Al partir de este dato, sabiendo las dimensiones de la caja de impresión y del cabezal, se puede estimar una velocidad necesaria del cabezal para cumplir con el requisito. En cuanto a propiedades físicas del componente, sobre las guías del eje “Y” cuelga una masa total de 20Kg. Por otro lado sobre las guías del eje “X” cuelgan 10 Kg



A1.1.1.2 Estudio cinemático “Y”

El movimiento del eje “Y” longitudinal es realizado de izquierda a derecha y viceversa, siendo el movimiento más largo debido a que el cabezal es rectangular y el lado estrecho sería el de la dirección mencionada. Ya que se la anchura del cabezal es de 40 mm y largura 126 mm como ilustra la imagen , para una distancia de 340 mm bastarian tres pasadas como

muestra el recorrido verde de la imagen. Se estima que el movimiento en “Y” gastaría 2/3 partes del tiempo total objetivo para realizar la impresión de la capa, por lo tanto sería de entorno a 20 s. Dividido entre las tres pasadas, sería de unos 7 s por cada pasada.

Como todo movimiento partiendo desde parado, debe adquirir una velocidad con tres tramos de movimiento.

- Tramo 1: Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)

$$X_{f1} - X_{o1} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t_{f1} - t_{o1})^2 + V_{o1} \cdot (t_{f1} - t_{o1}) \quad (1)$$

Donde: X_{f1} = final del tramo 1; X_{o1} = Principio del tramo 1; t_{f1} = tiempo final tramo 1; t_{o1} = Tiempo inicio tramo 1; V_{o1} = Velocidad inicio tramo 1

- Tramo 2: Movimiento Rectilíneo Uniforme

$$X_{f2} - X_{o2} = V_2 \cdot (t_{f2} - t_{o2}) \quad (2)$$

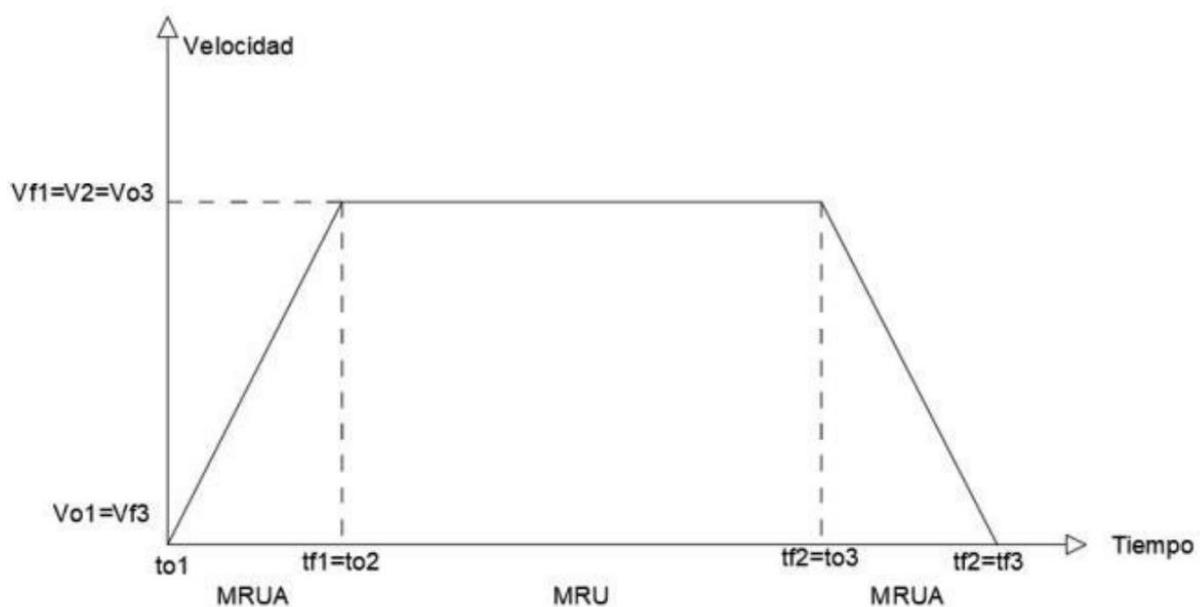
Donde: X_{f2} = final del tramo 2; X_{o2} = Principio del tramo 2; t_{f2} = tiempo final tramo 2; t_{o2} = Tiempo inicio tramo 2; V_{o2} = Velocidad inicio tramo 2

- Tramo 3: Movimiento Rectilíneo Uniformemente desacelerado (MRUD)

$$X_{f3} - X_{o3} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t_{f3} - t_{o3})^2 + V_{o3} \cdot (t_{f3} - t_{o3}) \quad (3)$$

Donde: X_{f3} = final del tramo 3; X_{o3} = Principio del tramo 3; t_{f3} = tiempo final tramo 3; t_{o3} = Tiempo inicio tramo 3; V_{o3} = Velocidad inicio tramo 3

En la siguiente imagen, se puede observar el diagrama general Velocidad- Tiempo de los tres tramos en ese caso del recorrido rectilíneo del cabezal de un lado a otro. Se obtendría el siguiente gráfico, Velocidad-Tiempo para una pasada del cabezal de impresión.



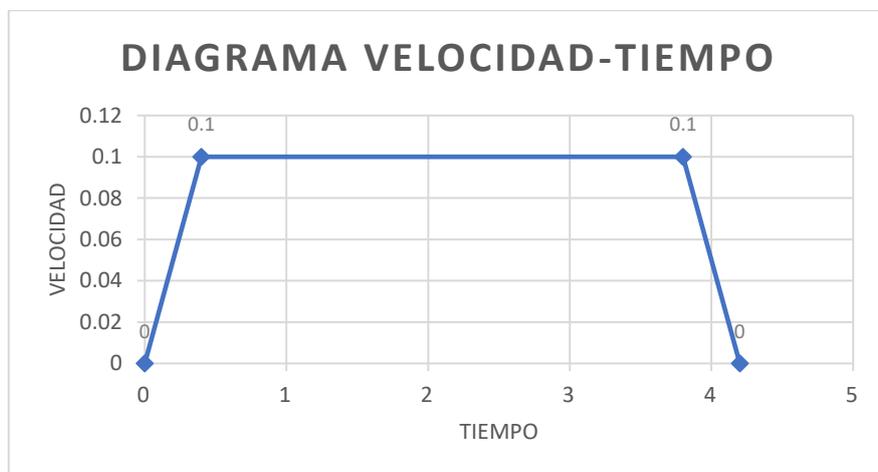
49. Imagen trayecto velocidad

El cabezal impresor partiría desde fuera de la caja impresora, es importante para la homogeneidad del resultado de impresión que todo el tramo se propague a la misma velocidad.

De la ecuación (1), considerando una aceleración estimada de $0,2 \text{ m/s}^2$, se obtiene que el tiempo necesario en el tramo de aceleración es de 0,4 segundos. Con ello también se averigua la distancia a la cual empezar para entrar en la zona de impresión a velocidad constante, esta sería de 64mm.

El tramo de velocidad constante sería el de impresión a lo largo de la caja, a una velocidad de 0.25 m/s hasta salir de ella, donde empezaría el tramo de desaceleración de la misma magnitud que el de aceleración hasta parar.

A1.1.1.3 Diagrama Velocidad- Tiempo

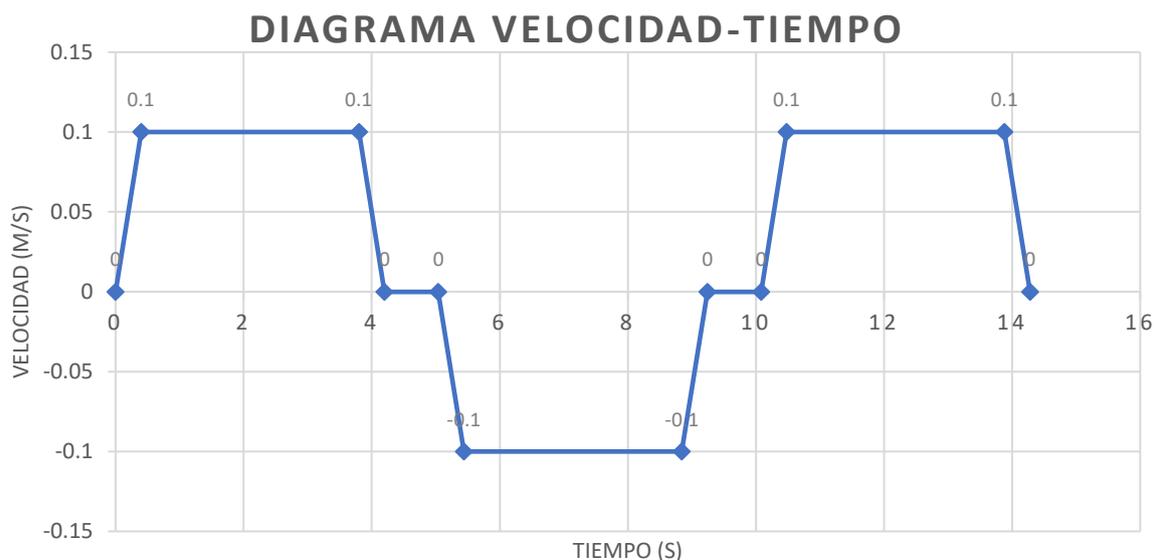


50. Diagrama velocidad tiempo

Variable	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Total
Tiempo (s)	0.4	3.4	0.4	4.2
Velocidad (m/s)	Inicio: 0 Final: 0.1	0.1	Inicio: 0.1 Final: 0	-
Aceleración(m/s ²)	0.20	0	-0.20	-
Distancia (mm)	64	340	64	468 mm

A1.1.1.4 Diagrama Velocidad- Tiempo total

En el siguiente Diagrama C se puede observar el ciclo de impresión completo de una capa para el eje "Y". Consiste en la ejecución del diagrama tres veces consecutivas con tal de lograr la capa completa como se muestra en la imagen, con la parada de 0.8s entre recorridos perteneciente a la acción del eje X, el cual se procede a estudiar a continuación.



51. Diagrama C

El tiempo total de la impresión de una capa, como se ilustra es de **14.28 segundos**

A1.1.2 Estudio cinemático eje X impresión

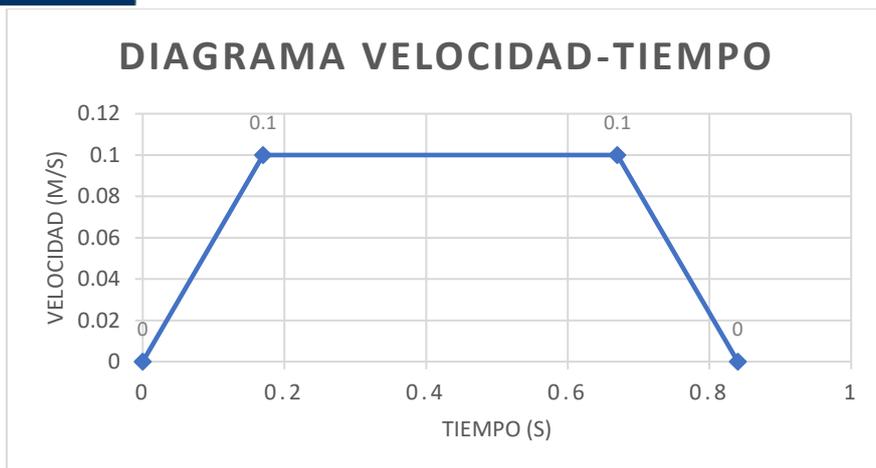
A1.1.2.1 Datos de partida

Para el estudio cinemático del eje X los datos serían los complementarios al eje Y. Como se muestra en la Imagen del punto 1.1, el eje X es el eje vertical que actúa fuera de la zona de impresión. Después de los cálculos dinámicos se llegó a la conclusión que para cumplir objetivos en cuanto a tiempos, el eje debería mover el cabezal en 5s entre recorridos del eje Y.

Aplicando las fórmulas (1), (2) y (3) se obtiene el siguiente gráfico

A1.1.2.2 Diagrama Velocidad- Tiempo

Diagrama de un movimiento del eje X durante la impresión de capa

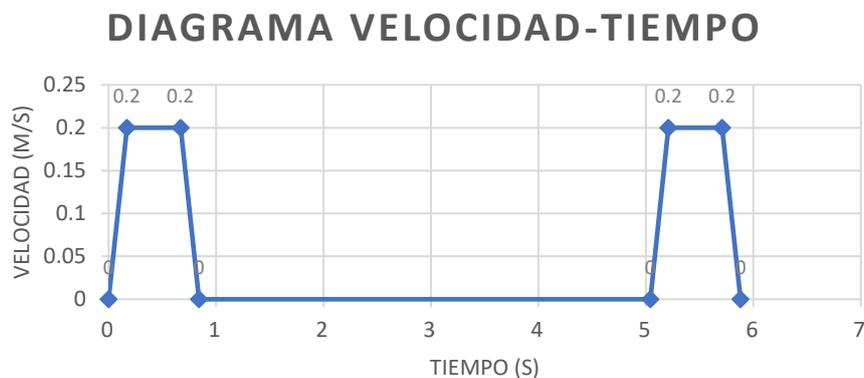


52. Grafico velocidad

Variable	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Total
Tiempo (s)	0.173	0.5	0.173	0.84
Velocidad (m/s)	Inicio: 0 Final: 0.1	0.2	Inicio: 0.1 Final: 0	-
Aceleración(m/s ²)	0.2	0	0.2	-
Distancia (mm)	0.012	0.1	0.012	124 mm

A1.1.2.3 Diagrama Velocidad- Tiempo total

Diagrama de movimiento de impresión de una capa completa con lo que respecta al el eje "X"



53. Grafico velocidad 2

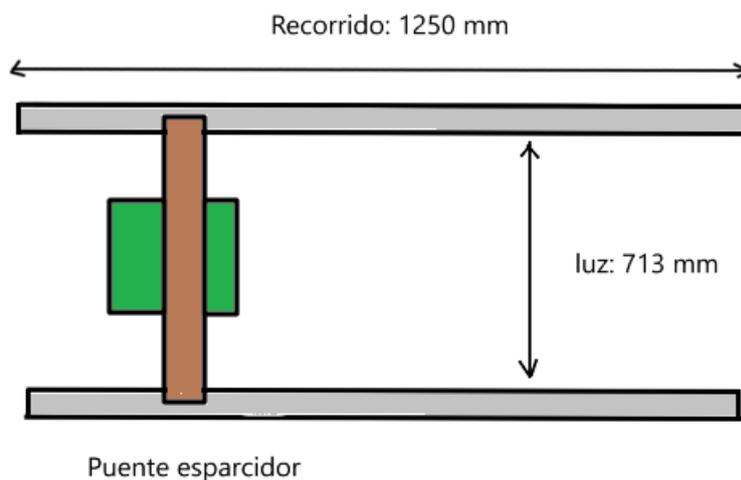
A1.1.3 Estudio cinemático eje Esparcidor

A1.1.3.1 Datos de partida

El eje esparcidor es el eje encargado de esparcir el polvo en la cubeta. En este estudio cinemático se busca el movimiento más rápido, sin contar la zona de esparcir donde debería ir despacio con tal de dejar el polvo suficiente para que final quede una capa de 1mm. El

recorrido del eje es funcionalmente la largura de la cubeta, 340 mm. No obstante, debido al largo recorrido de 1.25 m, el movimiento fuera de la escena de esparcir, debe ser lo más rápido posible con tal de acortar tiempos de espera para imprimir. La masa del conjunto en movimiento es de 55kg. Se supone un tiempo objetivo en recorrer de lado a lado en menos de 5 segundos.

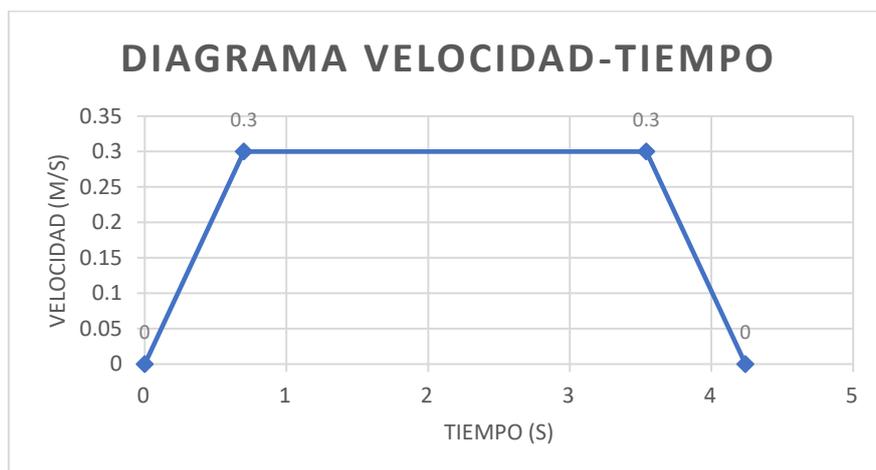
La siguiente imagen H muestra un simple esquema del recorrido rectilíneo del eje.



54. Grafico escena

A1.1.3.2 Diagrama Velocidad- Tiempo

Aplicando las formulas (1), (2) y (3) se obtiene el siguiente grafico



55. grafico

Variable	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Total
Tiempo (s)	0.7	2.83	0.7	4.24
Velocidad (m/s)	Inicio: 0 Final: 0.3	0.3	Inicio: 0.3 Final: 0	-
Aceleración (m/s ²)	0.2	0	-0.2	-

Distancia (mm)	200	850	200	1250
----------------	-----	-----	-----	------

A1.1.4 Estudio cinemático eje Z Elevador

A1.1.4.1 Diagrama Velocidad- Tiempo

El eje Z es en componente encargado de retener y elevar la impresión finalizada si es requerida. De normal no será necesario que la carga se eleve ya que el eje ira de nivel superior a inferior reteniendo la carga, no obstante es necesario ofrecer la opción de hacer posible la elevación si es requerida.

Aplicando las formulas (1), (2) y (3) se obtiene el siguiente grafico



56. grafico

Variable	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Total
Tiempo (s)	0.1	6	0.1	6.2
Velocidad (m/s)	Inicio: 0 Final: 0.05	0.05	Inicio: 0.05 Final: 0	-
Aceleración (m/s ²)	0.2	0	-0.2	-
Distancia (mm)	4	300	4	308

A1.1.5 Tiempo total de una impresión

Una impresión consta, como se ha visto de

- Una purga
- Una pasada del esparcidor ida y vuelta
- Impresión de una capa

Considerando que:

- La purga se realizar una vez de cada cinco capas,
- El tiempo del movimiento para llegar al purgador es el mismo que del esparcidor más 5s que duraría la purgación
- Cada capa es de 1mm siendo la profundidad de la caja 330 mm

- Se estima tiempo de esparcir y comprimir 25s. Se sumaria a dos pasadas de los cálculos de pasada rápida de 4.24s

Se podría realizar el cálculo del tiempo final mediante la fórmula siguiente:

$$T_{impresión} = \left(\frac{1}{5} T_{purga} + T_{esparcir} + T_{capa} \right) \cdot 33 \text{ capas}$$

Donde $T_{capa} = 14.28s$; $T_{esparcador} = 33.48s$; $\frac{1}{5} T_{purga} = 1.84s$; $T_{rellenado} = 20s$

$T_{impresión} = 1636.8s/60 = 27.28 \text{ min}$

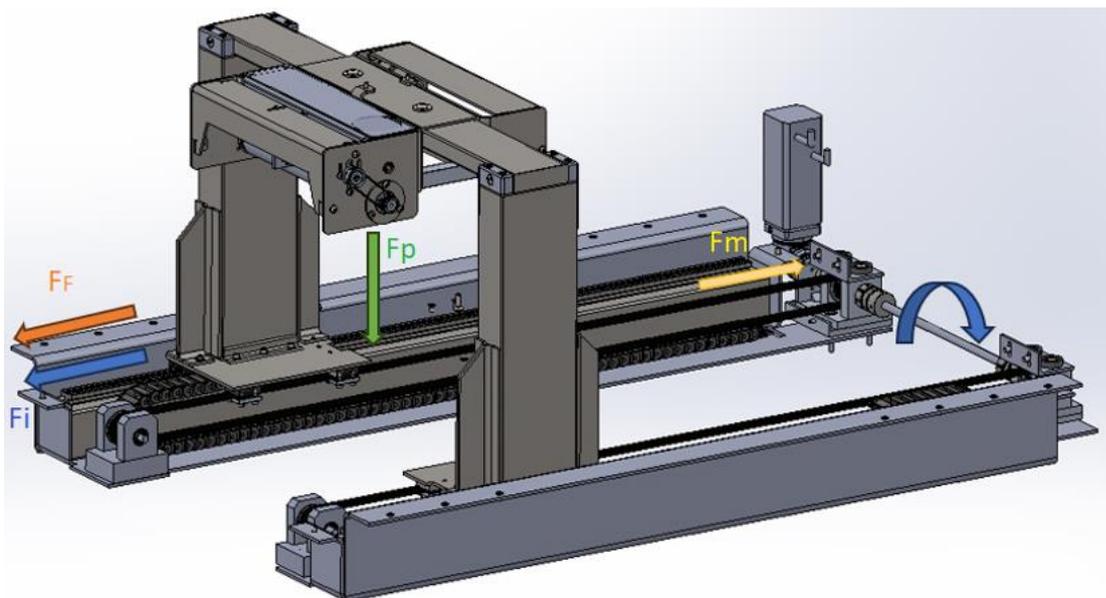
A1.2 Estudios dinámicos Ejes

En este apartado se pretende analizar los movimientos de los ejes según requerimientos necesarios y carga aplicada. Cabe destacar que, por sencillez de fabricación de soportes, almacenamiento de componentes, y facilidad con la logística, se pretender montar los mismos componentes para el eje del Esparcidor que para el eje de impresión longitudinal "Y". Debido a que el eje Esparcidor tiene una mayor masa y un largo recorrido, éste requeriría de la potencia máxima del motor seleccionado. Por otro lado, el funcionamiento del motor eje Y sería de menor requerimiento mecánico ya que hay movimientos intermitentes, cortos recorridos y menos masa a mover, pero en cambio sería el de uso continuo, algo a tener en cuenta a la hora de seleccionar un motor con tal de evitar sobrecalentamientos.

A1.2.1.1 Estudio dinámico eje Esparcidor

Se realiza un planteamiento donde se muestran las fuerzas que actúan en el conjunto esparcidor durante el arranque, ya que es el momento con mayor demanda para el motor durante su funcionamiento. Se puede observar en la imagen la actuación de las mismas.

Donde: F_f = Fuerza fricción; F_m = Fuerza motor; F_i = Fuerza de inercia; F_p = Fuerza peso



57. Ilustración dinámica

Como se puede observar, la fuerza del peso es colocada en el centro del sistema gracias a la centralidad del centro de masas en el conjunto. Mediante la ley de d'Alembert (4) donde se tienen en cuenta las inercias para el análisis estático de un cuerpo en movimiento, se obtendría la fuerza del motor para mover el sistema.

$$\Sigma F = 0 \quad (4)$$

El momento de arranque del sistema es el momento más crítico debido a que la fuerza de inercia va opuesta a la dirección a emplea, es por ello que se la siguiente formula (5)

$$F_m - F_i - F_f = 0 \quad (5)$$

Donde: F_r =fuerza resultante; F_f = Fuerza fricción; F_m = Fuerza motor; F_i = Fuerza de inercia;

$$F_f = \mu \cdot N \quad (6)$$

$$N = m \cdot g \cdot \text{sen}(90) = P \quad (7)$$

Donde: m = masa; a = aceleración; P =peso; F_f = Fuerza fricción;

La fuerza de inercia se obtiene mediante la Segunda ley de Newton.

$$F_i = m \cdot a \quad (8)$$

Donde m = masa; a = aceleración; F_i = fuerza inercia;

Datos: $m = 55\text{kg}$; $a = 0.2 \text{ m/s}^2$; $\mu = 0.5$; $g = 9.8 \text{ m/s}^2$;

Resultados	
<i>Formulas</i>	<i>Resultado numérico</i>
F_f (6)	269.5 N
N (7)	539 N
F_i (8)	11 N
F_{motor}	280.5N

Cálculo de potencia esparcidor

Mediante la Fuerza obtenida en el apartado anterior y la velocidad a la que se mueve el esparcidor en su fase uniforme, se puede obtener la potencia necesaria mediante la fórmula (9) para mover el conjunto.

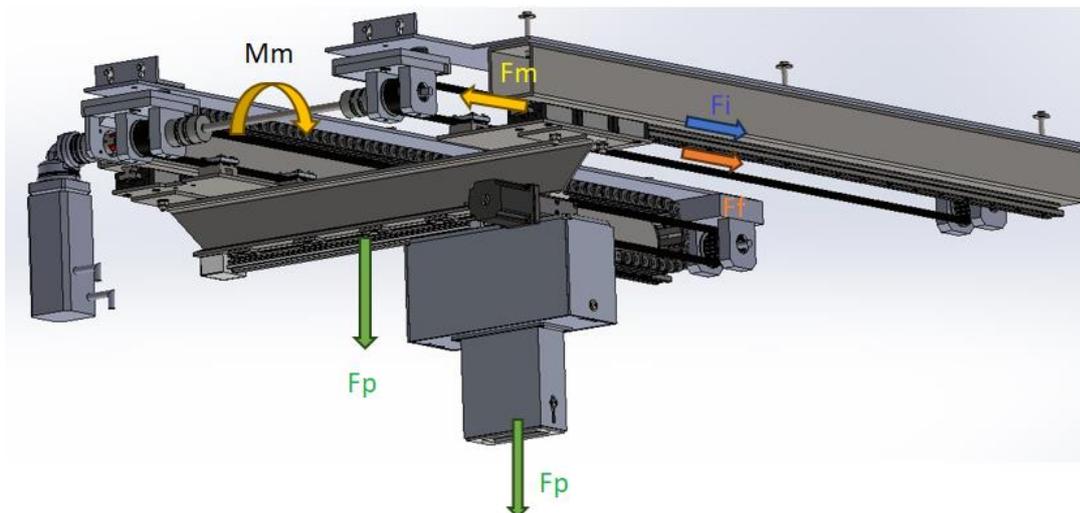
$$P = F \cdot v \quad (9)$$

Donde: $F = 280.5\text{N}$; $v = 0.3 \text{ m/s}$

Resultado: **P = 84.15 W**

A1.2.1.2 Estudio dinámico eje "Y" Impresión

Igual que en el escenario estudiado para el esparcidor, el momento de más requerimiento mecánico sería el del arranque, escenario que muestra la siguiente imagen ilustrándose las fuerzas actuantes.



58. Imagen dinamica eje

En la imagen anterior se muestran las fuerzas que aplican al conjunto.

Donde: F_f = Fuerza fricción; F_m = Fuerza motor; F_i = Fuerza de inercia; F_p = Fuerza peso

Por un lado, se encuentra la F del peso del eje X en su centro de masas, por otro, el peso del cabezal de impresión. Por último, se encontrarían las fuerzas de inercia de todo el conjunto y Fuerzas de fricción en las guías.

Mediante el teorema de d'Alembert, empleando las fórmula (4), (5), (6), (7) y (8) se obtienen los siguientes resultados.

Datos: $m= 19\text{kg}$; $a= 0.2 \text{ m/s}^2$; $\mu = 0.5$; $g= 9.8 \text{ m/s}^2$;

Resultados	
Formulas	Resultado numérico
F_f (6)	93.1 N
N (7)	186.2 N
F_i (8)	3.8 N
$F_{motor} >$	96.9N

Cálculo de potencia eje "Y" impresión

Mediante la Fuerza obtenida en el apartado anterior y la velocidad a la que se mueve el esparcidor en su fase uniforme, se puede obtener la potencia necesaria mediante la fórmula (9) para mover el conjunto.

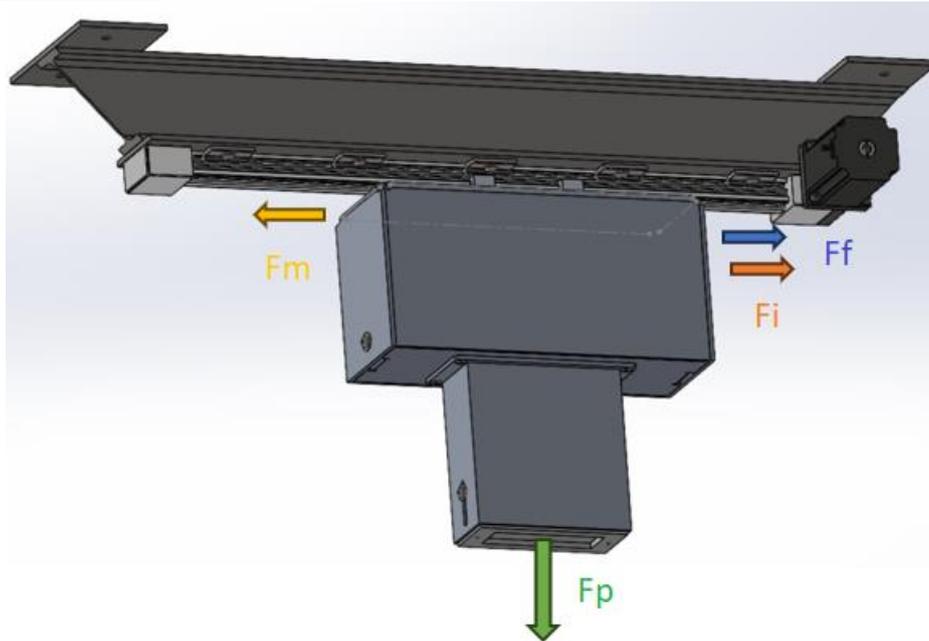
$$P = F \cdot v \quad (9)$$

Donde: $F = 96.9 \text{ N}$; $v = 0.1 \text{ m/s}$

Resultado: **P = 9.69 W**

A1.2.1.3 Estudio dinámico eje "X" Impresión

De igual manera que en el eje Y, se estudia el momento de arranque cuando se requiere de más recursos mecánicos para su movimiento. La siguiente imagen las fuerzas actuantes.



59. Imagen UU

En la imagen anterior se muestran las fuerzas que aplican al conjunto.

Donde: F_f = Fuerza fricción; F_m = Fuerza motor; F_i = Fuerza de inercia; F_p = Fuerza peso

Por un lado, se encuentra la F del peso del eje X en su centro de masas, por otro, el peso del cabezal de impresión. Por último, se encontrarían las fuerzas de inercia de todo el conjunto y Fuerzas de fricción en las guías.

Mediante el teorema de d'Alembert, empleando las fórmula (4), (5), (6), (7) y (8) se obtienen los siguientes resultados.

Datos: $m = 8 \text{ kg}$; $a = 0.2 \text{ m/s}^2$; $\mu = 0.5$; $g = 9.8 \text{ m/s}^2$;

Resultados	
Fórmulas	Resultado numérico
F_f (6)	39.2 N
N (7)	78.4 N
F_i (8)	1.6 N
$F_{motor} >$	40.8 N

Cálculo de potencia eje "X" impresión

Mediante la Fuerza obtenida en el apartado anterior y la velocidad a la que se mueve el esparcidor en su fase uniforme, se puede obtener la potencia necesaria mediante la fórmula (9) para mover el conjunto.

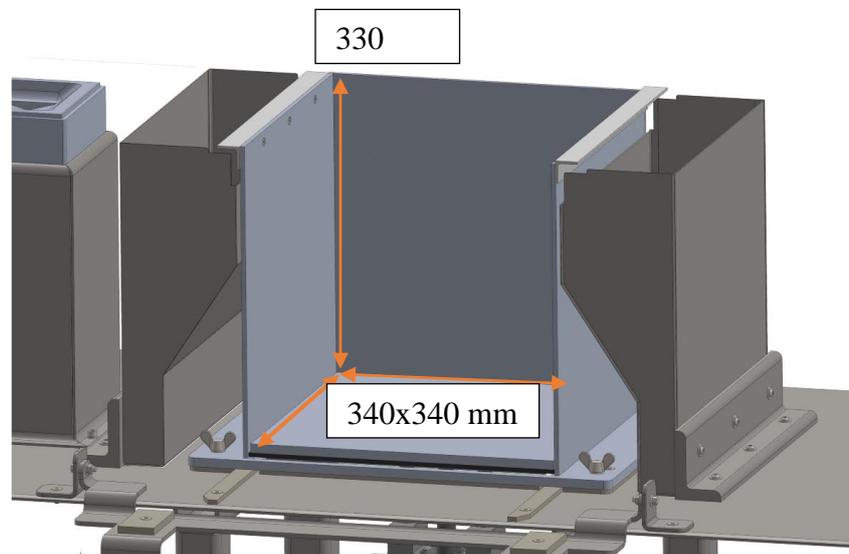
$$P = F \cdot v \quad (10)$$

Donde: $F = 40.8 \text{ N}$; $v = 0.2 \text{ m/s}$

Resultado: $P = 8.04 \text{ W}$

A1.2.1.4 Estudio dinámico eje "Z"

Para elevar la plataforma, primero debe saberse el peso máximo que se va a elevar. Para ello, se necesita saber el caso en el cual la cubeta está en su máximo nivel de material. Como muestra la imagen el material acumulado estarían en un espacio de 330x340x340 mm.



60. Ilustración

Siendo por lo tanto un total de material de $38148000 \text{ mm}^3 = 38148 \text{ cm}^3$.

Teniendo en cuenta que el material a acumular es una mezcla de una arena especial de una densidad alrededor de 2.5 g/cm^3 con un cemento de 1.5 g/cm^3 en proporciones de 4 a 1 respectivamente, se podría calcular la densidad en este caso de la siguiente manera.

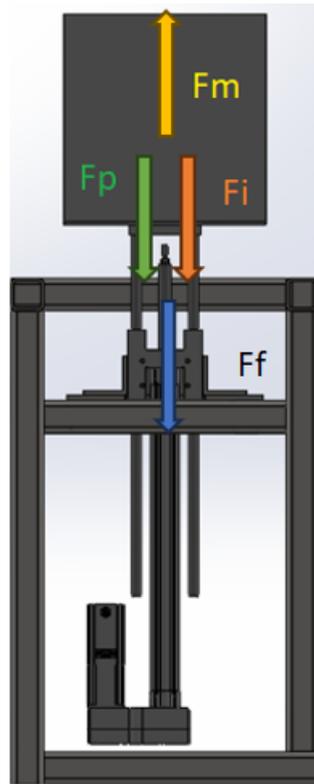
$$\left(2.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{80}{100}\right) + \left(1.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{20}{100}\right) = 2.3 \text{ g/cm}^3$$

Total peso material: 87,740 Kg; Total peso de las placas de elevación 6,5 Kg

Peso total a elevar: **95Kg**

Cálculo de potencia eje "Z"

En el caso de este eje, igual que en anteriores casos se procede a analizar las fuerzas que actúan en el componente. En la imagen JJ siguiente se pueden observar.



61. Imagen JJ

Resultados	
<i>Formulas</i>	<i>Resultado numérico</i>
F_f (6)	186 N
N (7)	931 N
F_i (8)	19 N
$F_{motor} >$	1136 N

Mediante la fórmula (9) se calcula la potencia necesaria, en este caso a diferencia de los casos anteriores, la fuerza del peso tiene especial relevancia en la cantidad de fuerza final

$$P = F \cdot v \quad (11)$$

Donde: $F = 1136 \text{ N}$; $v = 0.05 \text{ m/s}$;

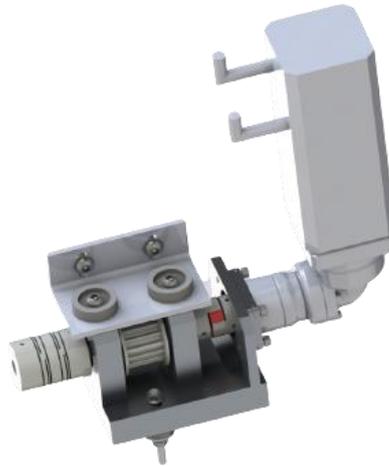
Resultado: $P = 56.8 \text{ W}$

2. ANEXO SELECCIÓN DE COMPONENTES DE TRANSMISIÓN

A2.1 Componentes transmisiones esparcidor e “Y” impresor

A2.1.1 Selección polea transmisora

El conjunto de transmisión será el mismo para los ejes esparcidor e "Y. El eje esparcidor demanda de más recursos al mover más peso, no obstante, el eje Y es el que funciona de una manera más repetitiva, cosa que merece prestar atención a la hora de seleccionar un motor. El calentamiento del motor es un aspecto a tener en cuenta y es por ello que las curvas de par se deben ajustar al funcionamiento que la máquina espera tener.



62. Conjunto motor transmisión esparcidor y eje Y

A2.1.2 Selección polea transmisora

El dimensionado de la polea transmisora se ha hecho contrastando con las posteriores selecciones de reductor y motor de forma iterativa. La dimensión de la polea juega un papel importante final para obtener la velocidad y fuerza deseada en la correa. También se ha tenido en cuenta que permita alojar una correa que aguante la fuerza final deseada con el mismo paso.

Realizando dichas tareas se selecciona la polea que cumple con los requisitos.

La polea seleccionada ha sido del fabricante MISUMI: S1-18S8M0250AF-12T0K con las siguientes características:

Número de pieza **S1-18S8M0250AF-12T0X**

Ahorrar

Prodi
simil

Información sobre especificaciones/tenu.

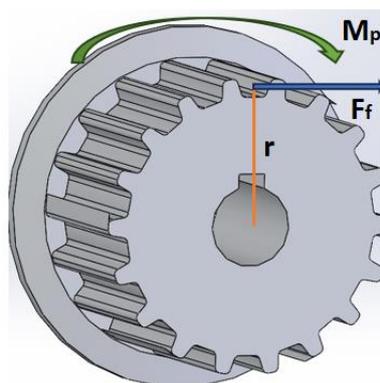
Tipo	polea de distribución	En forma de cinturón	S8M
Ancho de la correa utilizada (mm)	25	El número de dientes (T)	18
Forma de polea	A	Material	[Acero] Acero
Tratamiento de superficies	N / A	Diámetro exterior (mm)	54
Polea/Poleas	Polea (sin rodamiento)	chavetero	N / A
Diámetro del orificio del eje. H7(mm)	12	Brida	Disponible
Tornillo de ajuste	-	tocando	N / A
RoHS	10	-	-

63. Imagen TT.

Una vez seleccionada la polea y sabiendo el radio de ella, es posible calcular el momento al que deberá funcionar en el caso del esparcidor para cumplir con los requisitos de fuerza en la correa calculados en la sección de dinámica. El cálculo es el siguiente:

$$M_p = F_f \cdot r \quad (10)$$

Donde M_p = momento polea; F_f = fuerza final; r = radio polea (22.5 mm)



64. Imagen Polea seleccionada

Otro valor importante para la selección del reductor y motor es la velocidad de giro de la polea. Para ello, se averigua mediante la fórmula siguiente. (11)

$$P_p = M_p \cdot \omega_p \quad (11)$$

Donde ω_p = velocidad angular polea; v = velocidad lineal; P_p = potencia polea

Datos: $r = 22,5 \text{ mm}$; $v = 0.3 \text{ m/s}$

A su vez con estos resultados se puede averiguar la potencia necesaria de llegada a la polea, siendo esa la salida del reductor necesaria.

	M_p (Nm)	ω_p (rpm)	P_p (W)
Esparcidor	6.3 N·m	127.3	84
Eje impresión "Y":	2.18 N·m	42.4	9.69

A2.1.3 Selección de motor y reductor

Para seleccionar el motor se deben considerar aspectos importantes para su selección.

- Cumplimiento con la potencia final obtenida en el punto 1.4.2
- Que el motor no funcione a 2200 rpm o menos, ya que es cuando podría entrar en resonancia en uno de sus modos de frecuencia calculados para la estructura.
- Trabajo a frecuencia de giro óptimo según fabricante

La selección del motor se realiza en base al par necesario, definido por la aplicación, como se ha mostrado en el análisis cinemático y dinámico, hay un requerimiento de funcionamiento común y otro de funcionamiento pico. Asimismo, se consideran los reductores para la conversión del movimiento o la adaptación de la velocidad de giro y del par del motor a las condiciones de carga. Para determinar el par a suministrar por el motor, se tienen en cuenta los siguientes datos mecánicos calculados previamente:

- Masas movidas
- Diámetro de la rueda motriz o diámetro
- Datos sobre las resistencias de rozamiento
- Grado de rendimiento mecánico
- Recorridos de desplazamiento
- Velocidad máxima
- Aceleración máxima y deceleración máxima
- Tiempo de ciclo.

Se debe decidir además si se quieren utilizar motores síncronos o asíncronos. Se da preferencia a los motores síncronos cuando se trata de obtener un volumen constructivo reducido, y reducido momento de inercia y, en consecuencia, una mayor dinámica.

Teniendo en cuenta los requerimientos de la impresora en cuanto a par requerido, se puede destacar que uno de los motores, el de impresión, requerirá un trabajo continuo de 9 W, en cambio la potencia para el esparcidor requiere de 84 W.

Con los datos de la tabla 1, especialmente el de velocidad angular, ya es posible seleccionar el reductor. Mediante la fórmula (12) de relación de transmisión obtenemos la reducción necesaria y el número de etapas.

$$\frac{M_e}{M_s} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = i \quad (12)$$

Donde $\omega_p = \omega_s =$ Velocidad angular salida $\omega_e =$ v. angular entrada; $M_p = M_s =$ momento salida; $M_e =$ momento entrada

Datos: $\omega_s = 127.3$ rpm; $M_s = 6.3$ Nm



65. Reductor planetario

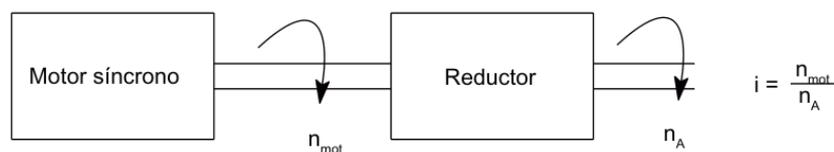
Consultando el catálogo, uno de los posibles motores muestra 4000 rpm como velocidad óptima, por lo tanto en ese caso el resultado de la fórmula (12) dividiendo velocidad angular de salida entre entrada sería muy cercano a $i = \frac{1}{30}$

Sabiendo M_s y la relación de transmisión, empleando la fórmula (12) también se puede averiguar M_e y ω_e con la reducción exacta de $i = \frac{1}{30}$ escogida

Datos	$M_e = M_m$ (Nm)	$\omega_e = \omega_m$ (rpm)
Esparcidor	0.21	3819
Eje impresión "Y":	0.07	1272

El motor a montar debe ser de una potencia absoluta mayor a la final debido a las pérdidas por calor hasta su función final. Asumiendo despreciable la pérdida de rendimiento en el rodamiento, es posible considerar la siguiente fórmula (13) con tal de tener en cuenta pérdidas en el motor y reductor.

Consultando la sección de reductores de Siemens, se obtiene el dato que, para dos etapas de reducción con reductor en "L", el rendimiento es del 90%



19. Imagen

$$P_{mn} = \frac{\pi}{30} \cdot \frac{M_m \cdot n_m}{\eta_G} \cdot f_s \quad (13)$$

Donde: $P_{ab} =$ Potencia motor necesaria (W); $n_m =$ revoluciones motor [rpm]; $M_e = M_m =$ momento motor; $\eta_G =$ rendimiento reductor; $f_s =$ factor seguridad

Datos: $f_s = 1.5$; $\eta_G = 0.9$; $n_m = \omega_m = 3819$ rpm

Mediante la misma fórmula (14) es posible calcular el M_m absoluto.

$$M_{mn} = \frac{P_{mn}}{n_m \cdot \frac{\pi}{30}} \quad (14)$$

Donde M_{mn} = momento motor necesario; P_{mn} = potencia motor necesario

Datos	M_{mn} (Nm)	P_{mn} (W)
Esparcidor	0.35	140
Eje impresión "Y":	0.12	46.7

Con estos datos, ya es posible escoger un motor en el catálogo SIEMENS que cumpla con los datos obtenidos.

Se selecciona el modelo **1FK7022-5AK71**.

Datos técnicos y características

7.3 Motores 1FK7 en SINAMICS S120 POWER MODULE con tensión de red 1 AC 230 V

Tabla 7-35 1FK7022

Datos técnicos	Símbolo	Unidad	-5AK21
Datos para proyecto y dimensionamiento			
Velocidad de giro asignada	n_N	r/min	6000
Número de polos	$2p$		6
Par asignado (100 K)	$M_N (100 K)$	Nm	0,6
Corriente asignada (100 K)	I_N	A	1,4
Par a rotor parado (60 K)	$M_0 (60 K)$	Nm	0,7
Par a rotor parado (100 K)	$M_0 (100 K)$	Nm	0,85
Corriente a rotor parado (60 K)	$I_0 (60 K)$	A	1,5
Corriente a rotor parado (100 K)	$I_0 (100 K)$	A	1,8
Momento de inercia (con freno)	J_{MotBr}	10^{-4} kgm ²	0,35
Momento de inercia (sin freno)	J_{Mot}	10^{-4} kgm ²	0,28
Punto óptimo de funcionamiento			
Velocidad óptima	n_{opt}	r/min	6000
Potencia óptima	P_{opt}	kW	0,38
Datos límites			
Velocidad máx. admisible (mec.)	$n_{máx\ mec}$	r/min	10000
Velocidad máx. admisible (convertidor)	$n_{máx\ Inv}$	r/min	9990
Par máximo	$M_{máx}$	Nm	3,4
Corriente máxima	$I_{máx}$	A	8,0
Constantes físicas			
Constante de par	k_T	Nm/A	0,46
Constante de tensión	k_E	V/1000 min ⁻¹	29
Resistencia del devanado a 20°C	R_{str}	óhmios	4,2
Inductancia cíclica	L_D	mH	9,1
Constante de tiempo eléctrica	T_{el}	ms	2,2
Rigidez torsional del eje	T_{mec}	ms	1,7
Constante de tiempo mecánica	T_{th}	min	18
Constante de tiempo térmica	C_t	Nm/rad	3000
Peso con freno	m_{MotBr}	kg	2,0
Peso sin freno	m_{Mot}	kg	1,8
Power Module recomendado 6SL3210-1SB12-3UA0			
Intensidad asignada	$I_N Inv$	A	2,3
Intensidad máxima convertidor	$I_{máx\ Inv}$	A	4,6
Par máximo con $I_{máx\ Inv}$	$M_{máx\ Inv}$	Nm	2,0

El modelo seleccionado, cubre con holgura el par de 0.35 Nm demandado por el motor esparcidor. Evitando así en cualquier caso calentamientos entrando en las curvas S1 mostradas en la imagen inferior.

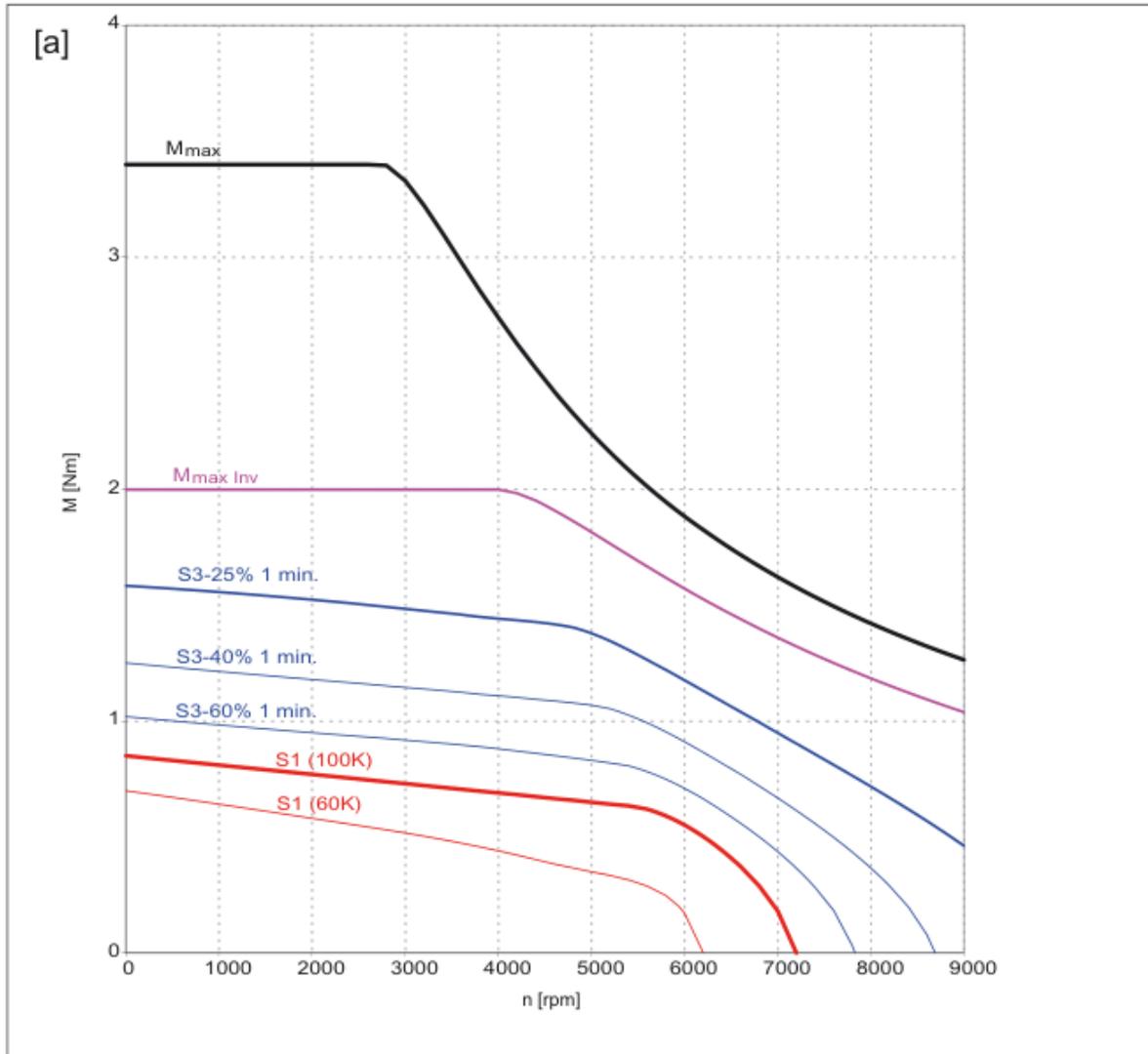


Figura 7-35 1FK7022-5AK21

67. Ilustracion

PNII / PNII R Gearbox Performance

Model No.	Stages	Ratio ⁽¹⁾	Type	PNII 017	PNII 023	PNII 034	PNII 042	PNII 056	
				PNII R 017	PNII R 023	PNII R 034	PNII R 042	PNII R 056	
Nominal Output Torque T_{2N}	1	3	AII	16	42	110	217	430	
		4		16	42	113	223	440	
		5		15	40	118	220	435	
		7		12	35	96	198	366	
		10		10	27	68	155	295	
	2	15		15	40	109	213	424	
		16		16	42	116	228	452	
		20		16	42	116	230	454	
		25		15	40	123	228	450	
		30		15	40	108	212	422	
		35		12	35	100	206	382	
		40		16	43	117	232	459	
		50		15	40	123	228	450	
		70		12	35	100	206	382	
		100		10	27	70	162	308	
		Emergency Stop Torque T_{2NOT}		Nm	1,2	3~100	AII 3 times T_{2N}		
Max. Acceleration Torque T_{2B}	Nm	1,2	3~100	AII $T_{2B} = 60\%$ of T_{2NOT}					
No Load Running Torque ⁽⁴⁾	1	3~10	PNII	0.05	0.10	0.40	0.80	2.50	
			PNII R	0.10	0.15	0.45	0.85	2.55	
	2	15~100	PNII	0.05	0.10	0.30	0.40	0.80	
			PNII R	0.10	0.15	0.35	0.45	0.85	
Backlash ⁽²⁾	1	3~10	PNII	≤ 8	≤ 7	≤ 6	≤ 6	≤ 6	
			PNII R	≤ 12	≤ 11	≤ 10	≤ 10	≤ 10	
	2	15~100	PNII	≤ 10	≤ 9	≤ 8	≤ 8	≤ 8	
			PNII R	≤ 14	≤ 13	≤ 12	≤ 12	≤ 12	
Torsional Rigidity	Nm/arcmin	1,2	3~100	AII	0.90	1.50	6	12	14
Nominal Input Speed n_{1N}	rpm	1,2	3~100	AII	4,500	4,000	3,600	3,600	2,500
Max. Input Speed n_{1B}	rpm	1,2	3~100	AII	8,000	6,000	6,000	4,800	3,600
Max. Radial Load F_{2RB} ⁽³⁾	N	1,2	3~100	AII	480	1,100	1,580	3,500	5,420
Max. Axial Load F_{2aB} ⁽³⁾	N	1,2	3~100	AII	240	550	790	1,750	2,710
Service Life ⁽⁵⁾	hr	1,2	3~100	AII	20,000				
Operating Temp	°C	1,2	3~100	AII	0° C ~ +90° C				
Degree of Gearbox Protection		1,2	3~100	AII	IP65				
Lubrication		1,2	3~100	AII	Synthetic lubrication grease				
Mounting Position		1,2	3~100	AII	All directions				
Running Noise ⁽⁴⁾	dB(A)	1,2	3~100	PNII	≤ 60	≤ 62	≤ 64	≤ 66	≤ 68
				PNII R	≤ 70	≤ 72	≤ 74	≤ 75	≤ 77
Max. bending moment based on the gearbox input flange M_b ⁽⁶⁾	Nm	1,2	3~100	PNII	5	12	22	45	54
				PNII R	3	6	10	17	19
Efficiency η	%	1	3~10	PNII	≥ 97%				
				PNII R	≥ 93%				
		2	15~100	PNII	≥ 94%				
				PNII R	≥ 90%				

(1) Ratio ($i = N_{in} / N_{out}$).

(2) Backlash is measured at 2% of Nominal Output Torque T_{2N} .

(3) Applied to the output shaft center at 100 rpm.

(4) These values are measured by gearbox with ratio = 10 (1-stage) or ratio = 100 (2-stage) at 3,000 rpm without load. By ratio smaller than 10, the noise value would be 3-5dB higher.

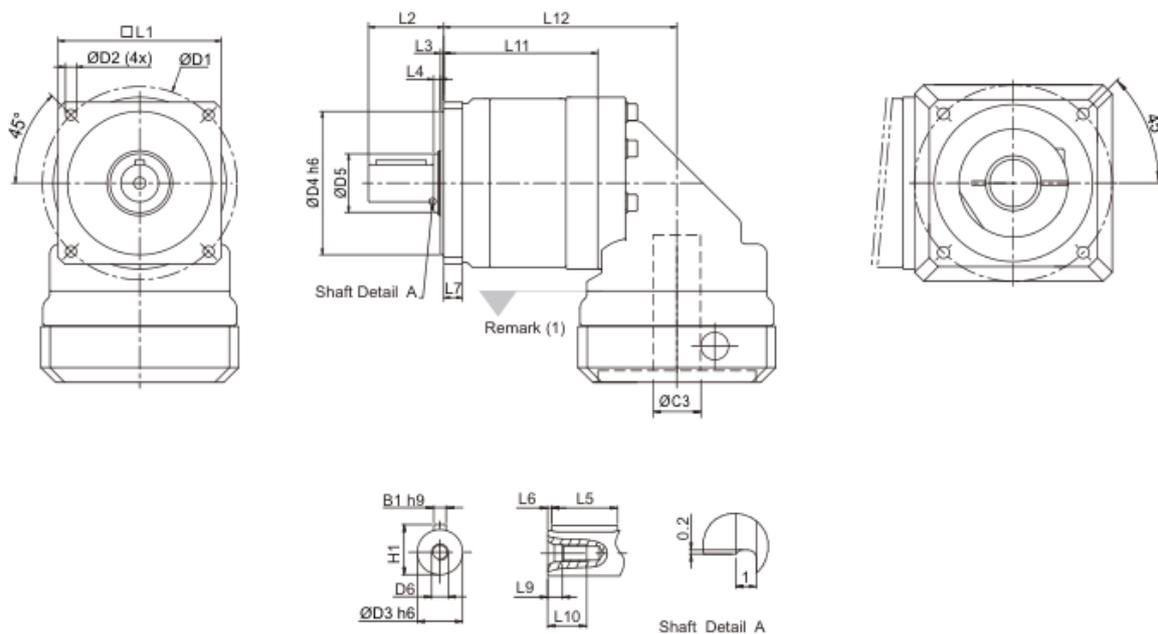
(5) For continuous operation, the service life time is less than 10,000 hrs.

(6) Max. motor weight* (kg) = $\frac{0.1 \times M_b}{\text{motor length (m)}}$

*with symmetrically distributed motor weight

*with horizontal and stationary mounting

68. Ilustración



Dimension	PNiR 017		PNiR 023		PNiR 034		PNiR 042		PNiR 056	
	1-stage	2-stage								
D1	43.815		66.675		98.425		125.73		177.8	
D2	3.4		5.2		5.6		7.2		10.5	
D3	h6		12.7		19.05		25.4		38.1	
D4	h6		22		38.1		55.55		114.3	
D5	17		17		30		35		55	
D6	M4X0.7P		M4X0.7P		M6X1P		M10X1.5P		M16X2P	
L1	41.91		57.15		82.55		106.68		146.05	
L2	31.75		31.75		38.1		50.8		63.5	
L3	1.6		1.6		1.6		1.6		3.2	
L4	1		1		3.5		1.5		5.5	
L5	19.05		19.05		25.4		31.75		38.1	
L6	3.788		3.788		3.807		5.715		8.563	
L7	6.35		9.525		9.525		12.7		19.05	
L9	4.5		4.5		5		7.5		12	
L10	10		10		16.5		22		36	
L11	53.4	68.4	67.9	87.9	77.9	104.4	111.4	147.4	127.3	174.8
L12	78.4	93.4	97.4	117.4	117.9	144.4	162.4	198.4	184.3	231.8
B1	h9		3.175		4.763		6.35		9.525	
H1	14.125		14.125		21.163		28.2		42.275	

(1) Dimensions are related to motor interface. Please contact APEX for details.

69. Ilustración

A2.1.5 Selección de correa dentada

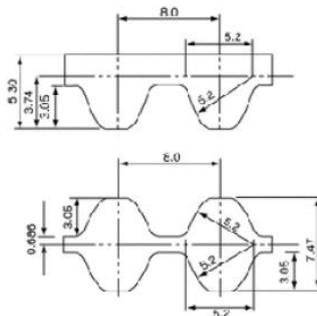
El programa de diseño utilizado SolidWorks muestra una longitud total de correa de 2800mm.

Se selecciona la correa dentada tipo S8M del comerciante MISUMI. El modelo es exactamente 250-DS8M-2800-G. la correa con esa longitud lleva un paso de 350 dientes y 25 mm de anchura

Características de la correa :

Características	
Material correa	Cloropreno, alambre central: fibra de vidrio, fibra de aramida
Formade la correa	Sin fin
Tª funcionamiento	-30°C a 80°C
Tipo de correa	250S8M (anchura:25 mm)

Standard Belt Size



Standard belt size table

Belt Nominal Length	Number of teeth of a gear	Belt Pitch Circumference (mm)
(D) S8M 1128	141	1 128

Belt Names

250

(D)S8M

2000

G

Nominal Belt Width
(mm)X10

Belt Type
(DS8M for Double Timing Belt)

Belt Nominal Length (mm)

G Type

Standard Belt Width

Nominal Belt Width	Belt Width (mm)
150	15
250	25
300	30
400	40
600	60

Standard belt size table

Belt Nominal Length	Number of teeth of a gear	Belt Pitch Circumference (mm)
(D) S8M 2800	350	2,800

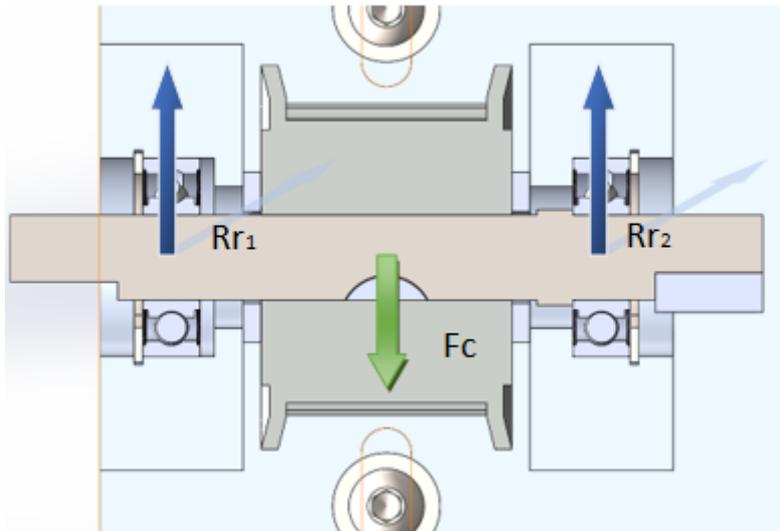
70. Ilustración

A2.1.6 Selección de rodamientos

A2.1.6.1 Cálculo de esfuerzos

La selección de los rodamientos parte del requisito de un diámetro interior de 12mm debido a que la polea seleccionada. El eje también será de esa dimensión en su diámetro exterior. Analizado el caso aplicado, los rodamientos no reciben el peso de componentes a mover como si suele pasar en otras aplicaciones. En esta circunstancia esa fuerza es absorbida por los patines, es por ello que en este caso los rodamientos absorberían fuerza del rozamiento e inercias.

En la siguiente se puede observar cómo tan solo había una fuerza tirante de la correa que compensarían en dirección contraria los rodamientos



71. Imagen X Fuerzas a los rodamientos

Mediante el diagrama de cuerpo libre se puede averiguar la cantidad de fuerza a soportar según fórmula (4).

Resultado: $R_{r1} = 140 \text{ N}$; $R_{r2} = 140 \text{ N}$

Las fuerzas resultantes son muy pequeñas. A la vista del catálogo se observa que en cualquier caso en cuanto a fuerza estática o dinámica quedará muy holgado.

Se selecciona el rodamiento SKF 6001-2RSH/C3 con sellado con tal de prevenir inclusiones de polvo e impurezas.



6001-2RSH/C3 Rodamiento rígido de bolas con sellos

Rodamiento rígido de bolas con sellos

Los rodamientos rígidos de una hilera de bolas con sellos en uno o en ambos lados son especialmente versátiles, tienen una baja fricción y están optimizados para un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que permite alcanzar altas velocidades de giro. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que otros tipos de rodamientos. El sellado integral puede prolongar significativamente la vida útil del rodamiento porque mantiene el lubricante en los rodamientos y los contaminantes fuera.

- El sellado integral prolonga la vida útil del rodamiento
- Diseño sencillo, versátil y robusto
- Baja fricción y capacidad de alta velocidad
- Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos
- Requieren poco mantenimiento

Overview

Dimensiones

Diámetro interno	12 mm
Diámetro exterior	28 mm
Ancho	8 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	5.4 kN
Capacidad de carga estática básica	2.36 kN
Velocidad de referencia	60 000 r/min
Velocidad límite	17 000 r/min
Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

Propiedades

Ranuras de llenado	Sin
Cantidad de hileras	1
Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento	Ninguna
Tipo de agujero	Cilíndrico
Jaula	Chapa metálica
Disposición ajustada	No
Juego radial interno	C3
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Rozante en ambos lados

72. Ilustración

A2.1.6.2 Cálculo de vida

La página SKF dispone de una herramienta de cálculo de vida de sus rodamientos. Haciendo uso de ella introduciendo las fuerzas obtenidas anteriormente el resultado es el siguiente.

Vida: 2×10^5 horas de funcionamiento.

Estimando 8h de funcionamiento por día y 260 días hábiles por año, se estima una durabilidad de 96 años.

⌵ Cargas en el rodamiento $C/P: 38.57$

SKF		Carga dinámica equivalente	Relación de carga
Designación			
	P (kN)	C/P	
■ 6001-2RSH/C3	0.14	38.57	

⌵ Vida nominal del rodamiento $L_{10h}: > 2 \times 10^5 h$ $L_{10mh}: > 2 \times 10^5 h$

SKF		Vida nominal del rodamiento		Factor de modificación de la vida útil SKF	Factor de contaminación
Designación	Básico	SKF			
	L_{10h} (h)	L_{10mh} (h)	a_{skf}	η_c	
■ 6001-2RSH/C3	$> 2 \times 10^5$	$> 2 \times 10^5$	0.16	0.11	

73. Ilustración

A2.1.7 Selección Patines lineales y guías

Es común que en máquinas con un movimiento similar al estudiado se instalen patines lineales con recirculación de bolas. En este caso, ya que el funcionamiento será en un ambiente de polvo, se opta por patines de baja fricción. Se consideran ideales los de la gama “drylin” ofrecidos por IGUS.

La instalación está diseñada mediante dos railes paralelos a 800mm entre ellos de los cuales uno es flotante. La fuerza se transmite por igual en los dos conjuntos de patines.

Acto siguiente a comprobar la validación con el patín más pequeño de la gama TW-01-15 y aparecer como denegado por sobrepeso, se procede a la comprobación del siguiente TW-01-20 junto con su guía TS-01-20-1250

En las siguientes imágenes se muestran los pasos para el cálculo de validación realizado en la misma página oficial del fabricante.

Se establecen los siguientes datos:

Requerimientos	Datos
Distancia entre ejes	800 mm
Posición	horizontal
Carros por rail	2
Distancia entre carros	87 mm
Longitud del rail	1250 mm

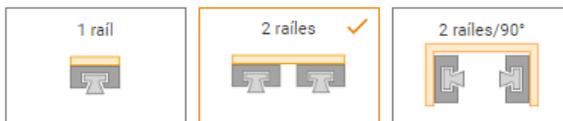
Nivel de accionamiento	(aY=0, 0Z=0)
Centro de masas	(0,0,0)
Peso	550 N
Aceleración	0.2 m/s ²
Distancia recorrida	5148 (10 años)*

*Considerando 1.8 km/día; 8h/día y 260 días de trabajo laborables anuales.

Configurar sistema

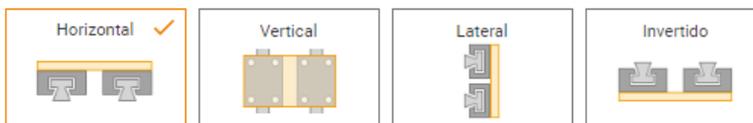
En este paso, configure Vd. su guía linear drylin®.

Número/posiciones de raíles



Distancia entre raíles (b) * mm

Posición de la instalación

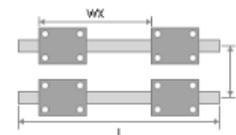


Parámetros

Carros por raíl

Distancia entre carros (wx) * mm

Longitud del raíl (l) * mm



74. Validación guías configuración sistema

Fuerzas definidas

Ahora, define Vd. el punto de accionamiento, centro de masa y el movimiento de su aplicación.

Accionamiento

Tipo de accionamiento

Posición del rodamiento fijado

Nivel de accionamiento

ay mm

az mm

Centro de masa

sx mm

sy mm

sz mm

Movimiento

Peso * N

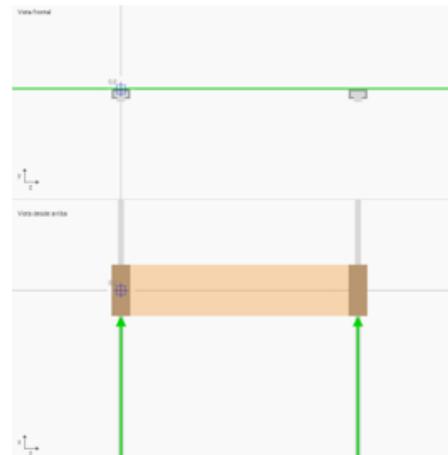
Aceleración * m/s²

Distancia de recorrido sobre duración de vida * km

Empujador

+ Añadir fuerza del pulsador (opcional)

Acepto la [exención de responsabilidad de igus®](#) (campo obligatorio)



75. Validación guías definición fuerzas

El resultado de la validación resulta correcto para los requerimientos dinámicos introducidos.

El sistema de Vd.

Sistema completo drylin® T: 2 raíles y 2 carros por raíl, sin cojinetes fijos/flotantes

Referencia	2 x TS-01-20 4 x TW-01-20
2 raíles	2 x TS-01-20 Longitud del raíl : 1.250 mm
2 carros por raíl	4 x TW-01-20

Resultados del cálculo

Características corrientes	OK	Optimizar
Carga	OK	Optimizar
Desgaste	OK	Optimizar
Desgaste y dirección	0,45 mm	
Desgaste dirección z	0,00 mm	
Velocidad máx. continua permisible	1,35 m/s	
Mín. fuerza de accionamiento requerida	125 N	
Temperatura del rodamiento permisible	90 °C	
Carga máxima calculada, dirección y	285 N	
Factor de seguridad dirección y	6,50	
Carga máxima calculada, dirección z	0 N	
Factor de seguridad dirección z	4.999,50	
Holgura en el centro de masa (estado nuevo)	0,15 mm	
Holgura en el centro de masa (al final del tiempo de funcionamiento)	0,60 mm	

76. Validación guías resultados

A2.2 Componentes transmisión Impresión eje X

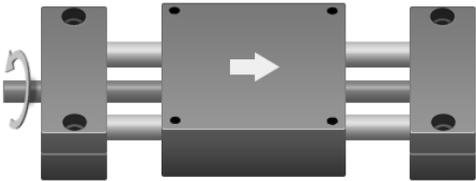
El conjunto eje X a diferencia del esparcidor y el Y de impresión ha sido de pedido comercial en vez de diseño propio. Se selecciona decide por el proveedor IGUS debido a la

especialización de esta marca con componentes sin grasas para especialmente ambientes de polvo o sucios. La implementación de esta manera se hace muy sencilla, ya que como en el caso de las guías lineales del eje esparcidor e impresión “y” este comercial dispone de programa de calculo y recomendación. El proceso ha sido el siguiente:

Primer se ha especificado la configuración deseada, en este caso un carro en un sentido junto a la opción motor.

1 Inicio 2 Requisitos 3 Precisión 4 Accionamiento 5 Solicitar

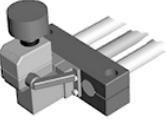
Diseño del módulo drylin® SHT



	Número de carros	Cuadrado	Compacto	Accionamiento del carro
<input checked="" type="checkbox"/> A derechas ✓	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input type="checkbox"/> A izquierdas	<input type="checkbox"/> 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Izquierda derecha	<input type="checkbox"/> 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Accionamiento

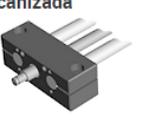
Manual



Motor ✓



Punta mecanizada



Acciones ▼ Precio: 1.291,21 EUR / ud. Continuar

77. Selección eje X paso 1

En el siguiente paso se selecciona la serie SHT 12, en este caso, pese a que valdria la seri e 08, no sería posible ya que el motor compatible es el NEMA 17 el cual solo da 0,5Nm, justo lo que nos da los estudios dinámicos, quedando muy escaso ante la falta de información de peso que llevara la caja de impresión. La siguiente opción va muy holgada, es capaz de soportar hasta 200kg y además se compone de husillo y ejes de aluminio.

1 Inicio 2 Requisitos 3 Precisión 4 Accionamiento 5 Solicitar

Configuración rápida

Personalizado

Selección de materiales

Peso ligero ✓

Diseño totalmente de aluminio

Resistente a la corrosión

Soluciones confeccionadas hechas de acero inoxidable

Conforme con FDA

Diseño de acero inoxidable con cojinetes conformes con la FDA

Requerimientos

Temperatura ?

Profundidad (-20 – 0unidad)

Estándar (0 – 50unidad)

Altura (50 – 180unidad)

Humedad

Seco

Salpicaduras de agua

Bajo el agua

Velocidad de rotación

Autoblocante ?

2 mm (TR 10 x 2) ▾

Soporte del husillo

Cojinete lineal ?

Rodamiento de bolas ?

Material del eje

Aluminio

Acero CF53

Acero inoxidable

Material de husillo

Aluminio

Acero C15

Acero inoxidable

Tamaño de instalación

Serie SHT	08	12	20	30
Carrera máx.	300 mm	500 mm	900 mm	1000 mm
Carga máx.	36 kg	200 kg	500 kg	600 kg

Los valores máximos son válidos para un único criterio, no son combinables.

Volver
Acciones ▾
Precio: 1.657,29 EUR / ud.
Continuar

78. Selección eje X paso 2

Finalmente se obtiene un resultado final con un peso total de 2.86 Kg con motor NEMA 23 con un torque máximo de 1 Nm. Cumpliendo con los requisitos de los estudios dinámicos

1 Inicio 2 Requisitos 3 Precisión 4 Accionamiento 5 Solicitar

Resumen

Peso total: aprox. 2,86 kg
Longitud de carrera (H1 + H2): 100 mm
Eje: 12 mm, aluminio anodizado duro
Husillo: TR 10 x 2, rosca a derechas, aluminio
Longitud de rosca: 261 mm

Carro:
 Bloque cuádruple, aluminio, tamaño de instalación 12
 Tuerca, estándar, iglidur® J

1. Soporte para eje (lado del accionamiento):
 Soporte de eje, para rodamientos de bolas, tamaño de instalación 12, aluminio
 Rodamiento de bolas

2. Soporte para eje:
 Soporte de eje, para rodamientos de bolas, tamaño de instalación 12, aluminio
 Rodamiento de bolas

Motor
 Tipo de motor: Motor paso a paso
 Potencia: 56 mm IP65 (NEMA23) - 1,7 Nm
 Diseño: Conectores
 Montaje «in situ»: 0° (Estándar)

Plano acotado PDF
 Configuración PDF

Generación directa de la configuración drylin® como un modelo 3D CAD. Modelo 3D CAD interactivo

[Descargar el archivo STE...](#)

1	Cantidad	Precio unitario	1.657,29 EUR
Total			1.657,29 EUR

[Añadir a la cesta de la compra / consulta](#)

+ Salida desde 2 días laborables. Envío Standard: +2/3 días. Express: +1/2 días

IVA y gastos de envío no incluidos

Volver
Acciones ▾

79. Selección eje X paso 5

A2.3 Selección de componentes eje Z

A2.3.1 Selección cilindro eléctrico

El componente eje a seleccionar deberá poder soportar peso en vertical y de manera prolongada e incremental durante el periodo de impresión. En el peor de los casos tendrá que soportar 95 Kg.

Se considera para estos casos como buen componente mecánico un husillo, ya que debido a la fricción de giro retiene parte del peso a la caída.

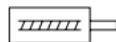
Para estos casos el proveedor Festo dispone de un catálogo de componentes especializados para estos casos, con husillos aislados en ambientes de polvo llamados cilindros eléctricos ESBF.

En la siguiente imagen 73 se puede observar los diferentes tipos, para nuestra aplicación se va a seleccionar el modelo ESBF-BS-40-400-5P-S1.

- El recorrido es de 400 mm debido a que en la impresora el recorrido necesario es de 380mm
- El paso será de 5mm, el mínimo del catálogo debido a la alta precisión requerida para esta aplicación. Se requieren subidas de 0,5 mm. Un menor paso también ayuda al efecto sacacorcho en caída.
- Protección S1, lo cual significa protección IP 65 contra la entrada de cualquier líquido o polvo.

Hoja de datos

Función



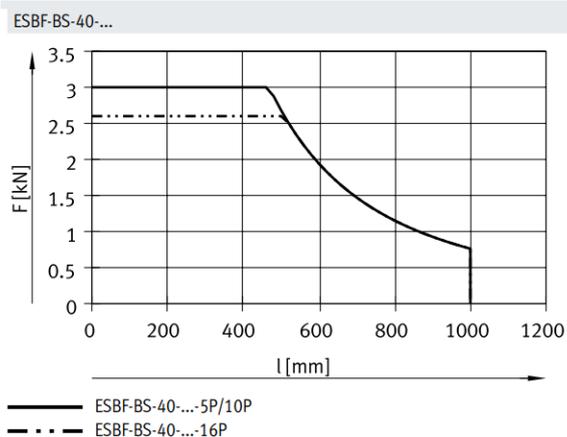
- Tamaño
32 ... 100
- Carrera
30 ... 1500 mm
- www.festo.com



Especificaciones técnicas generales		32	40	50	63	80	100		
Tamaño		32	40	50	63	80	100		
Basado en la norma		ISO 15552							
Forma constructiva		Cilindro eléctrico con husillo de bolas o husillo deslizante			Cilindro eléctrico con husillo de bolas				
Rosca del vástago									
Rosca exterior		M10x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	M20x1,5	M20x1,5		
Rosca interior		M6	M8	M10	M10	M12	M12		
Carrera de trabajo [mm]		30 ... 800	30 ... 800	30 ... 1000	30 ... 1200	30 ... 1500	30 ... 1500		
Protección antigiro/guía		Vástago con protección antigiro, con guía deslizante							
Tiempo de utilización [%]		100							
Detección de posiciones		Para sensor de proximidad							
Tipo de fijación		Con rosca interior/accesorios							
Posición de montaje		Indistinta							
Datos mecánicos: husillo de bolas									
Tamaño		32	40	50					
Paso del husillo [mm/giro]		5	10	5	10	16	5	10	20
Diámetro del husillo [mm]		12		16				20	
Fuerza máx. del cilindro ¹⁾ [kN]		1	1	3	3	2,6	5	5	4,5
Par de accionamiento máx. [Nm]		1,1	2	3	5,6	7,7	4,8	9,2	16,3
Fuerza radial máx. ²⁾ [N]		115		130				300	
Velocidad máx. [m/s]		0,55	1,1	0,4	0,8	1,2	0,3	0,6	1,2
Revoluciones máx. [rpm]		6600	6600	4800	4800	4500	3600	3600	3600
Aceleración máx. [m/s ²]		5	15	5	15	25	5	15	25
Ángulo de giro máx. del vástago ³⁾ [°]		±0,25		±0,2		±0,15			
Holgura en la inversión de sentido ³⁾ [mm]		< 0,03	< 0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,04
Precisión de repetición [mm]		±0,01							
Par de accionamiento sin carga ⁴⁾ [Nm]		0,1		0,2		0,3			

80. Ilustración

En la siguiente ilustración se puede observar como el cilindro es capaz de soportar de manera holgada hasta entorno a 300Kg hasta pasados los 400mm. En nuestro caso, tendríamos 95Kg y una largura de 380, por lo tanto quedaría cubierto con seguridad.



81. Ilustracion

A2.3.1.1 Vida útil del Cilindro

Cálculo de la fuerza media del avance F_{xm}

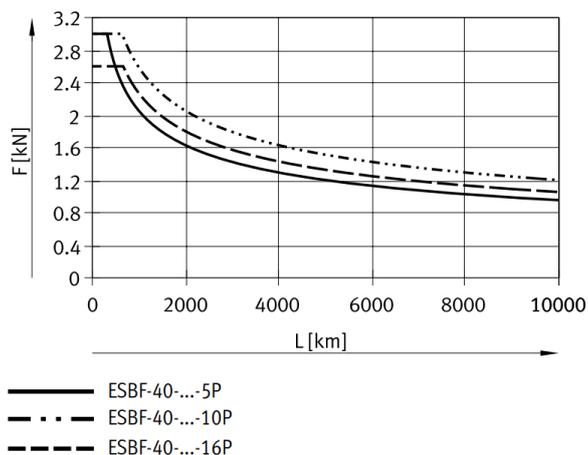
$$F_{xm} = \sqrt[3]{\frac{F_{x1}^3 \cdot S_1 + F_{x3}^3 \cdot S_2 + F_{x3}^3 \cdot S_3}{S_1 + S_2 + S_3}} \quad (1)$$

Donde: F_{x1} = Fuerza media de avance; $F_{x1/n}$ = fuerza de avance de la sección; $s_{1/n}$ = proporción de recorrido del ciclo de movimiento

Se consideran tres momentos, cubeta llena en lo bajo, cubeta a medias a media altura y cubeta vacía arriba del todo.

Resultado: 463 N

Como se puede observar en la gráfica, con estos requerimientos, el cilindro a priori no tendría una vida determinada de fin, quedando por encima de los 10000 km.



82. Ilustracion

A2.3.2 Par necesario para posterior selección de motor

A2.3.2.1 Pérdidas por fricción y par de accionamiento

Las pérdidas por fricción son producto del par de accionamiento sin carga y las pérdidas por fricción dependientes de la velocidad. Mediante la fórmula (2) se puede averiguar el momento de fricción.

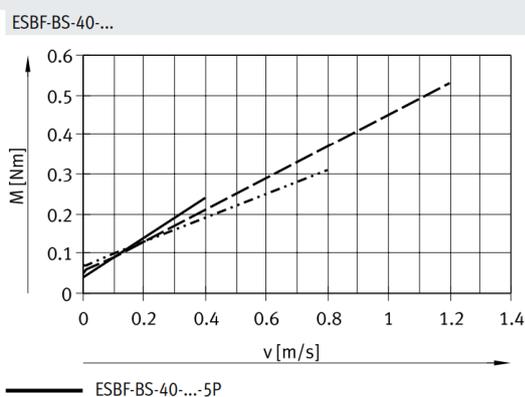
$$M_{fric} = M_{vacío} + M_v \quad (2)$$

Donde: $M_{vacío} = 0.2$; M_{fric} = momento de fricción; $M_{vacío}$ = par de accionamiento sin carga; M_v = momento de fricción en función de la velocidad de avance

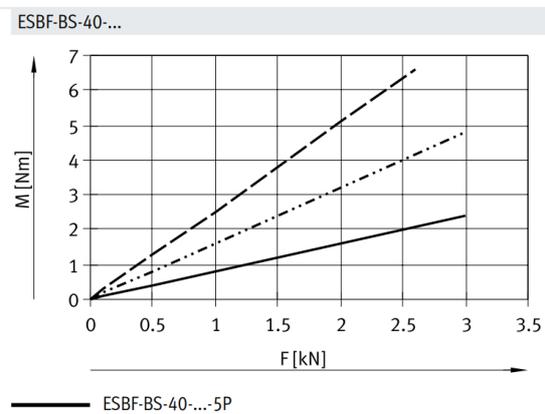
Una vez disponemos de M_{fric} podremos calcular el momento de accionamiento mediante la siguiente fórmula.

$$M_{acc} = M_{fric} + M_{útil} \quad (3)$$

Suponiendo el caso de querer bajar 120 mm, cuando la impresión ha acabado en unos 5 segundos, se rondarían los 0.03m/s por lo tanto ya es posible obtener el resultado del momento de accionamiento.



Gráfica M_v



Gráfica $M_{útil}$

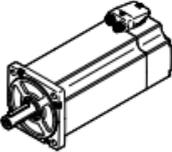
Resultados: $M_{fric} = 0.25\text{Nm}$ $M_{útil} = 0.9\text{ Nm}$; $M_{acc} = 1.15\text{ Nm}$

El catálogo de Festo muestra los productos compatibles con el cilindro eléctrico seleccionado ESBF-BS-40-400-5P-S1 para conformar el eje Z al completo.

A2.3.4 Selección de motor

En el mismo catálogo de cilindros eléctricos de Festo, se puede observar la compatibilidad de motores mostrada en la siguiente imagen, donde da a escoger dos modelos de motor, EMMS-ST-57 y EMMS-ST-87.

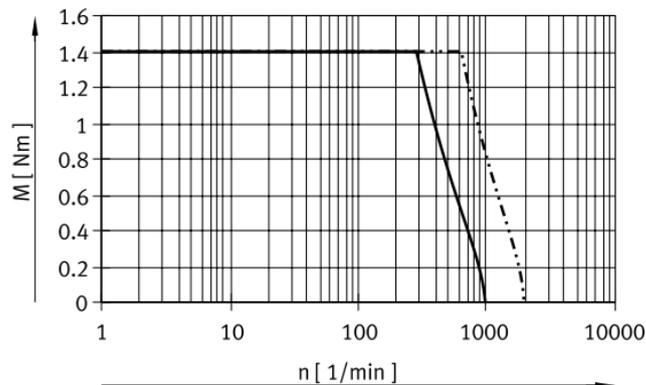
Accesorios

Combinaciones admisibles de eje y motor con conjunto paralelo			Hojas de dat
Motor/reductor ¹⁾	Conjunto paralelo		
		<ul style="list-style-type: none"> • El conjunto puede montarse en todas las direcciones • Opcionalmente con grado de protección IP65 • Conjuntos para motores de otras marcas → Internet: eamm-u 	
Código del producto	N.º art.	Código del producto	
ESBF-40			
Con servomotor			
EMMT-AS-60-..., EMME-AS-60-...	☆ 2617488	EAMM-U-70-D40-60P-96	
	2546123	EAMM-U-70-D40-60P-96-S1 ²⁾	
EMMT-AS-80-..., EMME-AS-80-...	☆ 2802441	EAMM-U-86-D40-80P-102	
	2802656	EAMM-U-86-D40-80P-102-S1 ²⁾	
Con motor paso a paso			
EMMS-ST-57-...	☆ 1210442	EAMM-U-60-D40-57A-91	
	1210462	EAMM-U-60-D40-57A-91-S1 ²⁾	
EMMS-ST-87-...	☆ 1215802	EAMM-U-86-D40-87A-102	
	1215814	EAMM-U-86-D40-87A-102-S1 ²⁾	

83. Imagen TT

Debido a que se dispone del par necesario mínimo que debe tener el motor, ya es posible seleccionar cual es debido montar de los dos modelos mostrados.

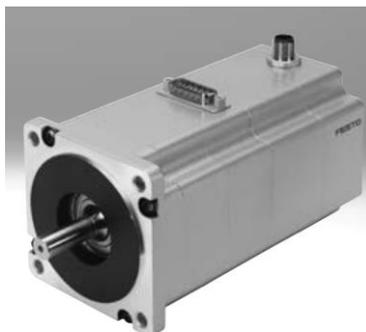
EMMS-ST-57-M



84. Ilustracion

Como se puede observar en la imagen superior, el motor proporciona un par de hasta 1,4 Nm. Con ese dato se puede dar por buena la elección para esta aplicación ya que el momento de accionamiento previamente calculado en la fórmula (3) fue de 1,15 Nm.

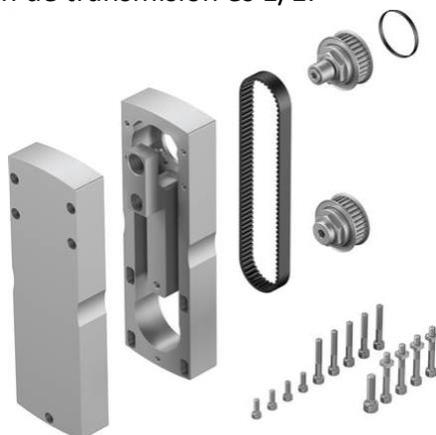
Por último, para reafirmar la selección, cabe destacar que acorde con los datos obtenidos en los estudios de vibraciones para la estructura donde el eje Z va montado, el rango de funcionamiento del motor EMMS-ST-57-M hasta 1000rpm no interfiere con holgura con el primer nodo de resonancia de la estructura, a 2800 rpm.



85. motor EMMS-ST-57

A2.3.5 Selección de conjunto paralelo transmisión

Siguiendo en el catálogo de cilindros eléctricos como muestra la ilustración TT, el fabricante Festo recomienda la selección como componente compatible el conjunto paralelo EAMM-U-60-D40-57A-91-S1. Su relación de transmisión es 1/1.



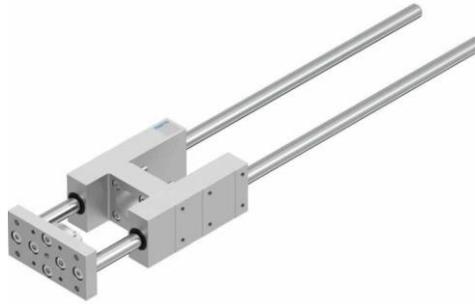
86. EAMM-U-60-D40-57A-91-S1

A2.3.5.1 Unidad soporte-guía cilindro eléctrico

Igual que en el caso del motor y conjunto paralelo, el catálogo del cilindro eléctrico Festo recomienda el soporte guía compatible con el cilindro escogido, como muestra la imagen HH, yendo al apartado 400, el recomendado sería EAGF-V2-KF-40-400.

Referencias de pedido: unidades de guía				Hojas de datos → Internet: eagf		
	Carrera [mm]	N.º art.	Código del producto	Carrera [mm]	N.º art.	Código del producto
	Para tamaño 32			Para tamaño 40		
	100	★ 2782679	EAGF-V2-KF-32-100	100	★ 2782939	EAGF-V2-KF-40-100
	200	★ 2782818	EAGF-V2-KF-32-200	200	★ 2782976	EAGF-V2-KF-40-200
	320	★ 2782885	EAGF-V2-KF-32-320	320	★ 2783047	EAGF-V2-KF-40-320
	400	★ 2782923	EAGF-V2-KF-32-400	400	★ 2783080	EAGF-V2-KF-40-400
	1 ... 500	3038083	EAGF-V2-KF-32-	1 ... 500	3038089	EAGF-V2-KF-40-

87. imagen HH



88. EAGF-V2-KF-40-400

Conjunto eje FESTO completo



89. Eje festo completo

3. ANEXO SIMULACIONES COMPUTACIONALES

Uno de los aspectos más importantes en el diseño de máquinas es el análisis computacional. En este presente proyecto se han puesto en práctica tres, estáticos, fatigas o modales. Un estudio preliminar estático a la hora de dimensionar componentes bajo los requerimientos a los cuales el producto estará sometido permite mejorar y validar el diseño sin sobredimensionar en exceso.

En cuanto a fatiga se refiere, este tipo de estudios va más allá, determinando la fuerza aplicada que aguantaría un componente hasta romper bajo esfuerzos menores a los de estática, pero en este caso aplicados en un número de repeticiones.

Por último, un análisis modal de vibraciones permite determinar los patrones de deformación características y las frecuencias asociadas puede dar una idea de las posibilidades de que en un caso real la máquina pudiera entrar en resonancia si alguno de los componentes funcionara a revoluciones cercanas a las frecuencias de los modos obtenidos, especialmente los primeros.

A3.1 Estudios Estáticos

A3.1.1 Estructura principal impresora

La estructura esqueleto de la impresora está construida mediante perfiles de aluminio atornillados entre sí. Estos perfiles tienen una buena resistencia a la rotura, no obstante, flexionan con facilidad debido a la ductilidad del aluminio.

El análisis de la estructura se ha hecho en conjunto con los demás componentes importantes que actúan sobre ella. Por lo tanto, ha sido un análisis de ensamblaje.

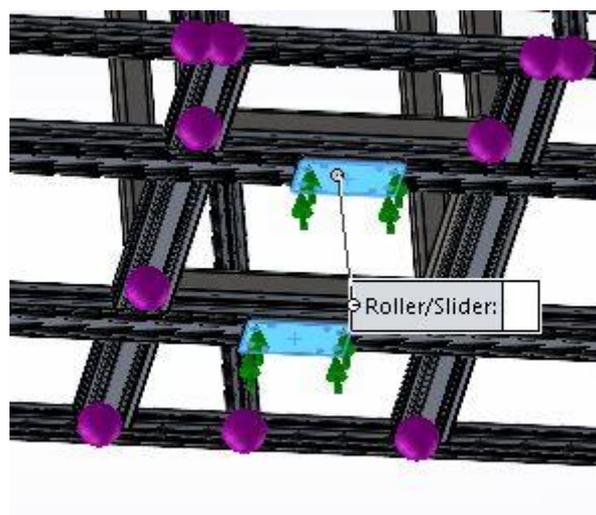
Antes de comenzar el análisis es indispensable que los elementos en el análisis tengan el material que le toca:

El material de la estructura general es el Aluminio 6063- T5. Sus características mecánicas son las siguientes:

Aluminio 6063-T5	
Módulo Elástico	69000 N/mm^2
Coefficiente de Poisson	0.33
Módulo de corte	25800 N/mm^2
Densidad	2700 Kg/m^2
Resistencia a la tracción	185 N/mm^2
Límite elástico	145 N/mm^2

A3.1.1.1 Fijaciones:

Por un lado, se fijan las cuatro esquinas externas de la estructura. Por otro, dos placas debajo de las vigas donde apoya la subestructura de la caja de impresión con el modo apoyo rodillo, simulando así el apoyo de las ruedas que irían en esa posición.



90. Imagen apoyo ruedas

A3.1.1.2 Conexiones y juntas

Las conexiones han sido tanto por parte de la estructura como del subensablaje del del eje Z de tipo viga con interacción global por defecto entre ellas. En el caso de tornillos y placas inferiores han sido también de interacción global por defecto como solidos.

A3.1.1.3 Fuerzas:

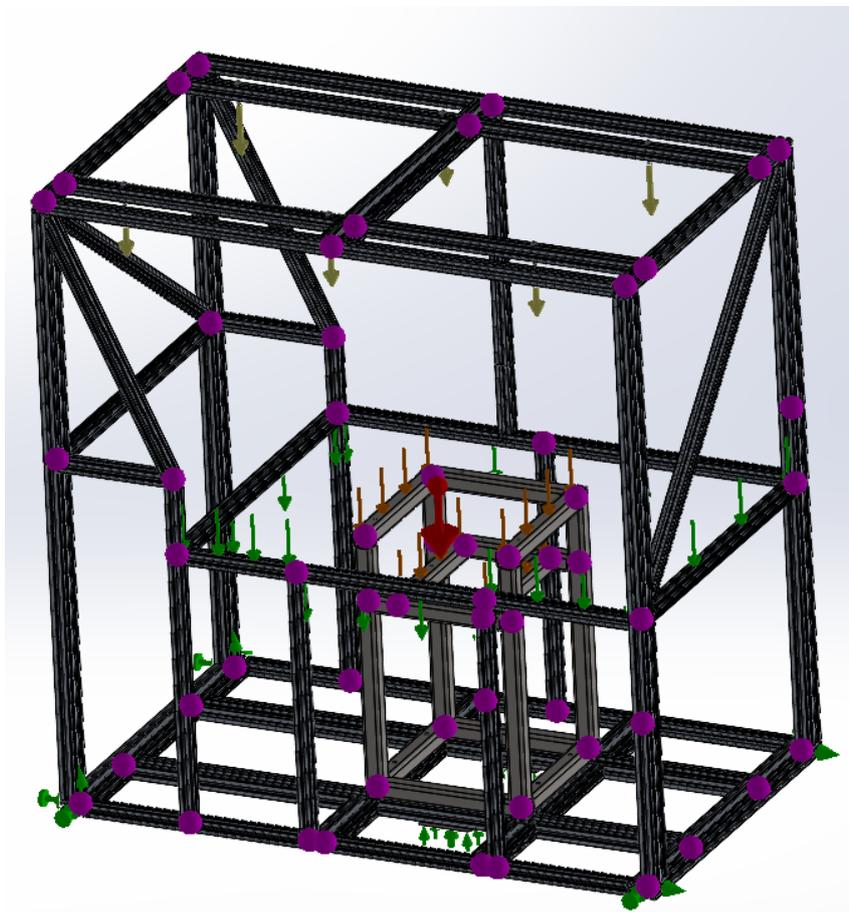
Fuerza gravedad: Como en todo análisis estático, la fuerza de la gravedad debe estar presente desde el inicio en dirección al suelo.

Peso Eje impresión "Y": La fuerza del peso del eje superior ha sido aplicada de manera repartida sobre los seis tornillos superiores de la estructura (flechas amarillas). La cantidad ha sido de 600N, 55 kg de masa más 5 kg supuestos en contenido dentro de la caja de impresión.

Peso Eje esparcidor: La fuerza del peso del eje esparcidor ha sido aplicada de manera repartida sobre las vigas laterales (flechas verdes). El peso total del Eje es de 132 Kg, que se reparten entre las cuatro vigas ya que acaban atornillándose a los cuatro lados, pese a que están apoyados mayoritariamente en los laterales largos.

Peso caja de impresión: Se aplica la fuerza de la caja de impresión y placa superior sobre las vigas superiores donde hace contacto con el subensablaje central. El peso aplicado es de 1150N (flechas naranjas superiores)

Eje Z y carga de polvo: Se aplica la fuerza del eje Z sobre las dos vigas inferiores del subensablaje central con un supuesto escenario de carga máxima del eje, 95 Kg (flechas inferiores naranjas). El peso total es de 1090N.



91. Imagen fuerzas aplicadas

A3.1.1.4 Malla

En la siguiente table se expresan las características de la mallada aplicada:

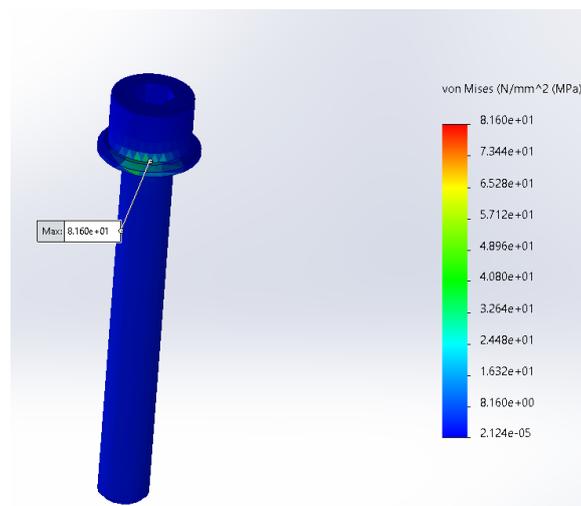
13.1.1.1

Mallado estructura	
Tipo Malla	Malla mixta
Mallador usado	Malla basada en curvatura combinada
Puntos Jacobianos para alta calidad de malla	16 puntos
Comprobador Jacobiano para carcasa	On
Maxima medida elemento	12.6701 mm
Minima medida elemento	0.633504 mm
Calidad de malla	High
Total nodos	87620
Total elementos	53293

A3.1.1.5 Resultado de esfuerzos en sólidos

Debido a que el mallado es mixto, el programa diferencia los resultados de esfuerzos por separado entre tipo viga y sólido.

Se puede observar que el esfuerzo máximo en sólidos se encuentra en los tornillos. El resultado obtenido es de un máximo de 81 Mpa por tornillo. Debido a que los tornillos son de acero aleado, Allen M8 de calidad 12.9 según ISO4762, su resistencia última es de 12000 Mpa y límite elástico 10800 Mpa. Quedan por lo tanto notablemente lejos de sus límites.

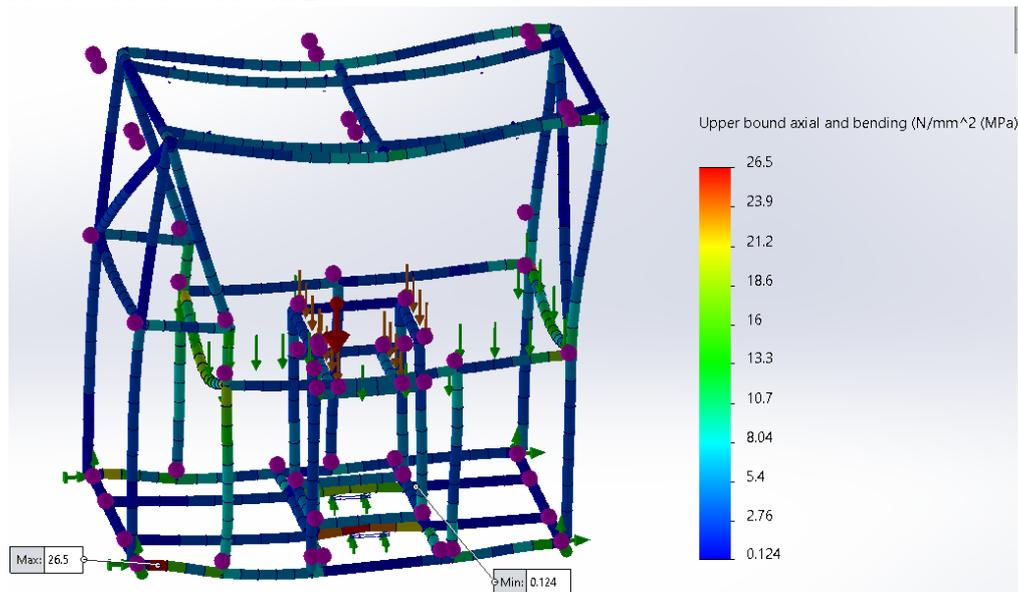


92. Resultado esfuerzo solidos

A3.1.1.6 Resultado de esfuerzos en vigas

A3.1.1.6.1 Límite superior axial y de flexión

Se puede observar que el esfuerzo mayor aplicado en el perfil de aluminio se encuentra en una de las esquinas con un máximo de 26.7 Mpa. Otro de los máximos se encuentra en la zona central por la parte inferior del apoyo del subensamblaje. En cualquiera de los casos el esfuerzo está notablemente inferior a la capacidad del perfil de aluminio. El factor de seguridad ha resultado ser 4.62

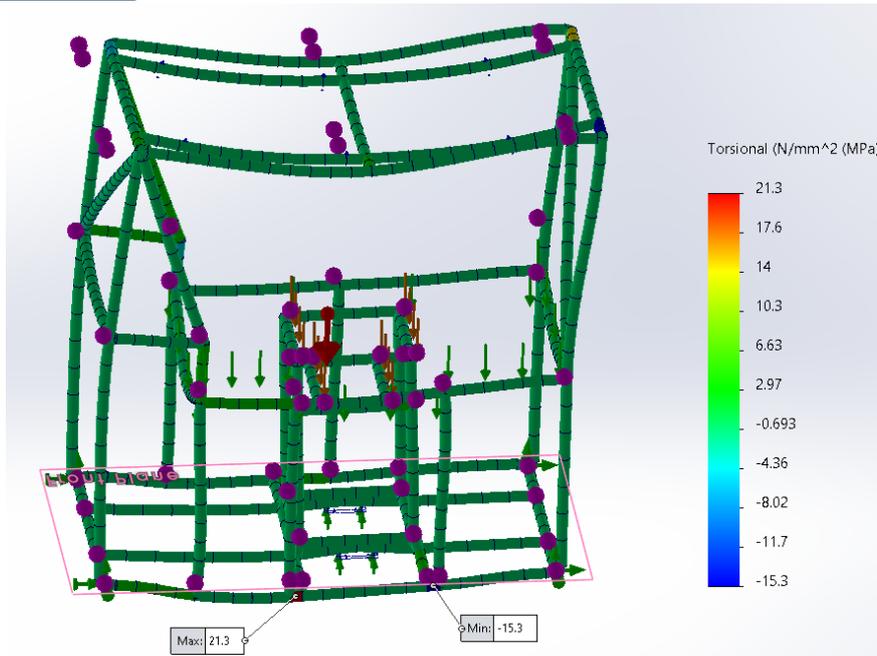


93. Resultado esfuerzos superior axial y de flexión

A3.1.1.6.2 Límite superior axial y de flexión

Se analiza también el resultado de los esfuerzos a torsión. El resultado es incluso menor que en el análisis 3.1.1.6.1. El resultado máximo es de 21.3, encontrándose en la zona centro frontal, como se puede observar en la imagen siguiente

Resultado esfuerzos superior axial y de flexión

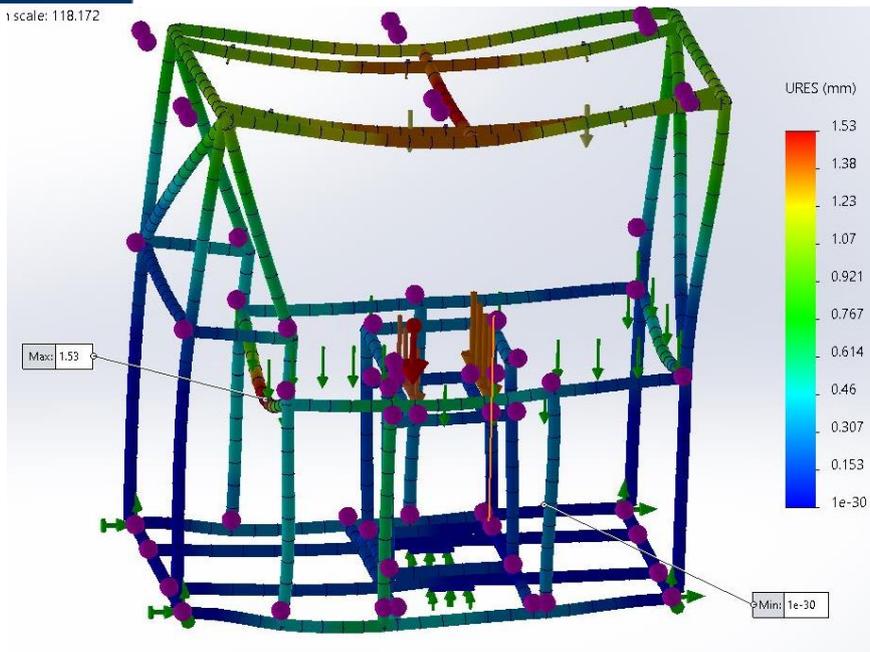


94. Resultado esfuerzos torsión

A3.1.1.7 Desplazamientos

El resultado del análisis de desplazamientos muestra que el valor de desplazamiento máximo se encuentra en el lado izquierdo central. También, uno de los puntos que más se desplaza es la zona superior, donde se encuentra aplicado el peso del eje de impresión Y. El valor máximo es de 1.53 mm, en cambio el valor más bajo queda en la zona central, donde apoyan las dos ruedas, y en el larguero inferior trasero. Se puede concluir que, a vista de los resultados, los desplazamientos son válidos.

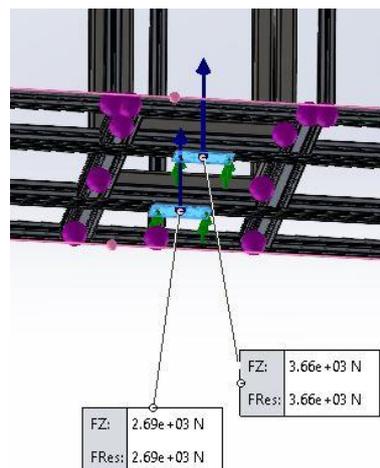
Pese a que la zona superior desplaza en torno a 1.5 mm, el cabezal de impresión tiene la característica de poder rularse en altura, es por eso que una vez instalado el eje y experimentado ese desplazamiento de 1,5mm ya se realizaría la calibración quedando fijo. Es diferente el caso de la caja de impresión y del eje Z, donde se experimentaría un desplazamiento de la viga durante la impresión. En este caso, el peso que soporta la subestructura y que apoya en la estructura principal varía en función de la carga de polvo que tenga la caja de impresión en ese momento. Sin embargo, con tal de evitar este último problema, se instalan dos ruedas centrales justo en el centro de apoyo de la subestructura, además de las cuatro exteriores en cada esquina. De esta manera se suprime cualquier desplazamiento. Prueba de ello es que, como se observa en la imagen X, el desplazamiento en esos dos puntos son nulos.



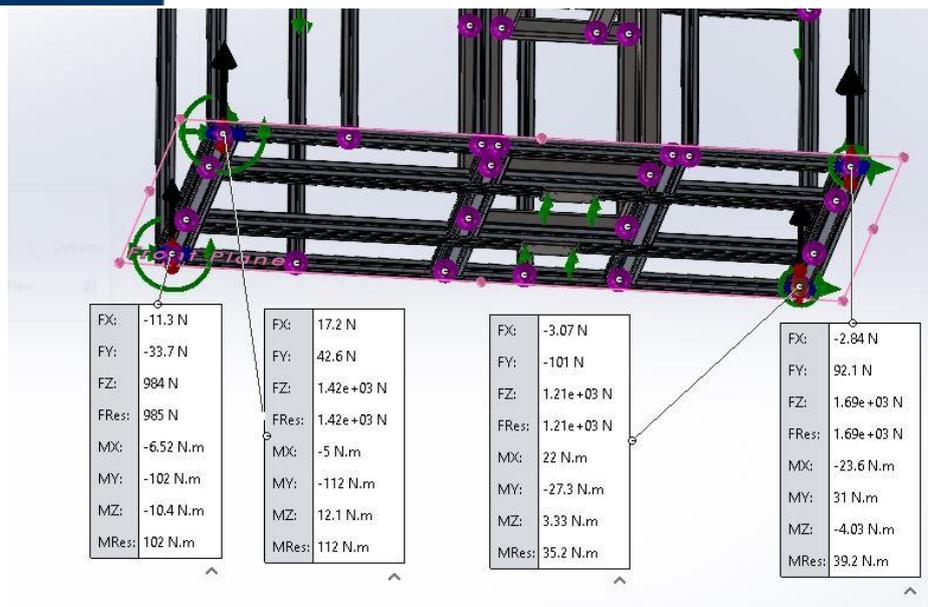
95. Imagen X

A3.1.1.8 Reacciones

Debido a que se van a instalar cuatro ruedas en las esquinas y dos en el centro, se estudian las reacciones en los puntos de instalación con tal de elegir el tipo de rueda apropiada. El resultado obtenido varía en según que apoyo se pueda observar. El dato interesante para la selección de las ruedas es el de Fz, fuerza vertical en el eje Z. El valor máximo se observa en las placas del centro, bajo el subensamblaje, con una reacción de 2690N. La que menos es de 984 N en una de las exteriores. Por practicidad en el montaje y almacenamiento se escogen todas las ruedas iguales. En conclusión, la elección de la rueda será tal que soporte como mínimo 275 Kg.



96. Reacciones centrales



97. Reacciones en esquinas

A3.2 Estudio estático Eje polea

El estudio estático del eje ayuda al diseñador a confirmar que el material es válido a montar, así como sus dimensiones. Es por ello que se estudia una barra de aluminio, con tal de reducir inercias en movimiento y precio en vez de otro material más tenaz como podría ser un acero cromado.

Una barra en giro como esta, en otras máquinas sería digna de estudiar fatiga. No obstante, ya que en esta aplicación el giro es temporal de máximo 25 ciclos por recorrido, no tendría sentido un análisis de fatiga al no llegar a los 1000 ciclos, al partir del cual se empieza a considerar ese tipo de fallo.

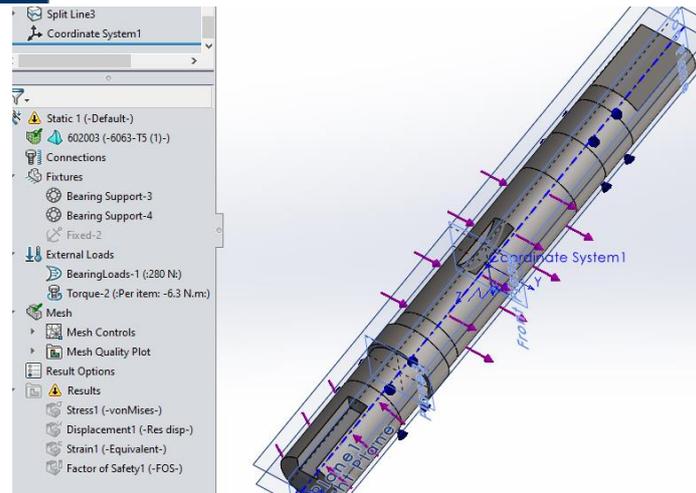
A3.2.1 Asignación de material

Se ha asignado el material deseado para el estudio. En este caso se trata del aluminio 6063-T5. Mismo material que el de la estructura principal de la impresora.

A3.2.1.1 Fijación y fuerzas

Fijaciones: Las fijaciones han sido de tipo rodamiento en las zonas expresamente cortadas en donde se encuentran los rodamientos en el montaje.

Fuerzas exteriores: Las fuerzas aplicadas han sido por un lado de tipo rodamiento en el centro, simulando la fuerza de la polea. Por otro lado, se aplica la fuerza de torque simulando el motor.



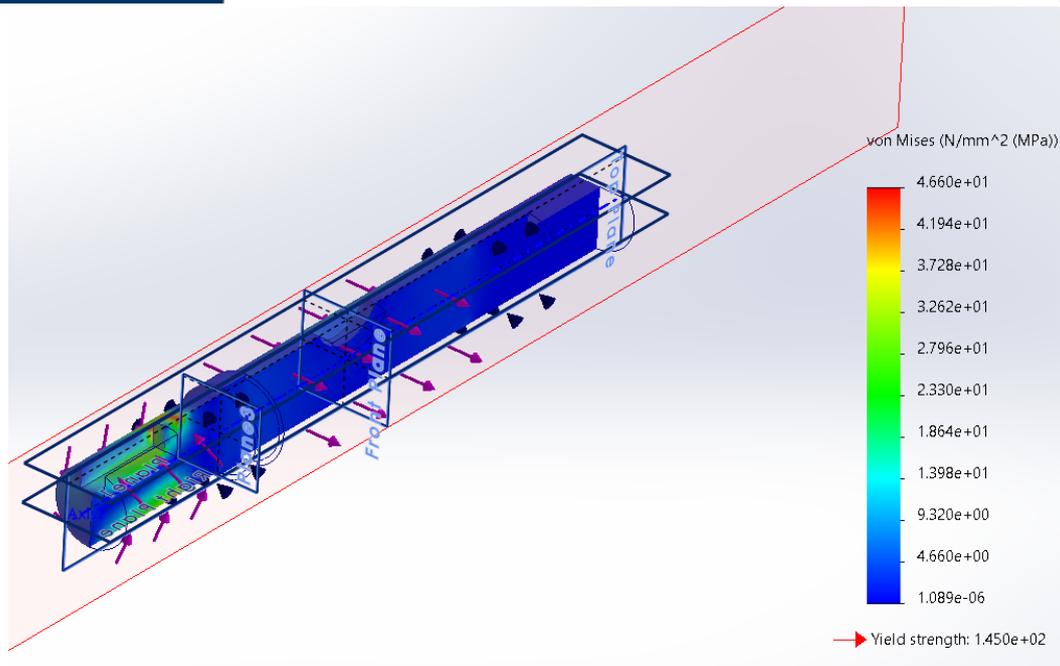
98. Condiciones inicial

A3.2.1.2 Mallado

Mallado estructura	
Tipo Malla	Malla solida
Mallado usado	Malla basada en curvatura combinada
Puntos Jacobianos para alta calidad de malla	16 puntos
Máxima medida elemento	2.25319 mm
Mínima medida elemento	2.25319 mm
Calidad de malla	Alta
Total nodos	19570
Total elementos	12677

A3.2.1.3 Resultado

Vistos los resultados, con un factor de seguridad 3.1, se puede dar por buena la dimensión y el material escogido. El límite elástico se encuentra en 145 Mpa y el resultado ha sido de 46 Mpa en la zona de la chaveta.



99. Resultado estático eje polea

A3.3 Estudios Modales

El estudio modal de la estructura es muy importante de realizar en máquinas de precisión como la expuesta en el presente trabajo. En ella, se instalan varios motores los cuales sus rotaciones provocan vibraciones. Debido a ello, existe la posibilidad de que coincida el funcionamiento a unas revoluciones concretas de manera regular con el modo de resonancia de la estructura. Provocando en ese caso una vibración pronunciada, y en consecuencia afectando a la precisión de la máquina. Para ello en este apartado se averiguan los modos de resonancia con tal de condicionar la selección de motores, su funcionamiento o aislarlos en caso necesario.

A3.3.1 Estructura principal impresora

Al análisis se realiza sobre en mismo ensamblaje del apartado de análisis estático A3.1.1. Las conexiones, juntas y fijaciones se realizan de la misma manera que en estática con la diferencia de que las placas inferiores de apoyo se modificarán a tipo placa de 10 mm y los tornillos se excluyen del análisis.

A3.3.1.1 Mallado

Mallado estructura	
Tipo Malla	Malla mixta
Mallador usado	Malla basada en curvatura combinada
Puntos Jacobianos para alta calidad de malla	16 puntos
Maxima medida elemento	4.87861 mm
Minima medida elemento	1.53073 mm

Calidad de malla	Alta
Total nodos	22242
Total elementos	11053

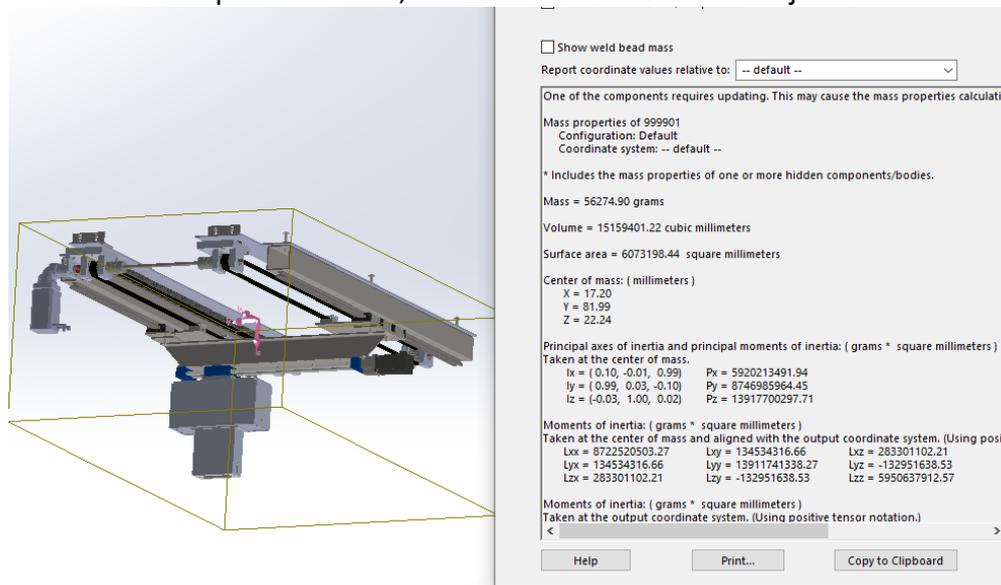
A3.3.1.2. Masas remotas

La manera más efectiva de simular piezas colgando o que merezcan se consideradas debido a su peso, es aplicando masas remotas.

Proceso de aplicación masa superior:

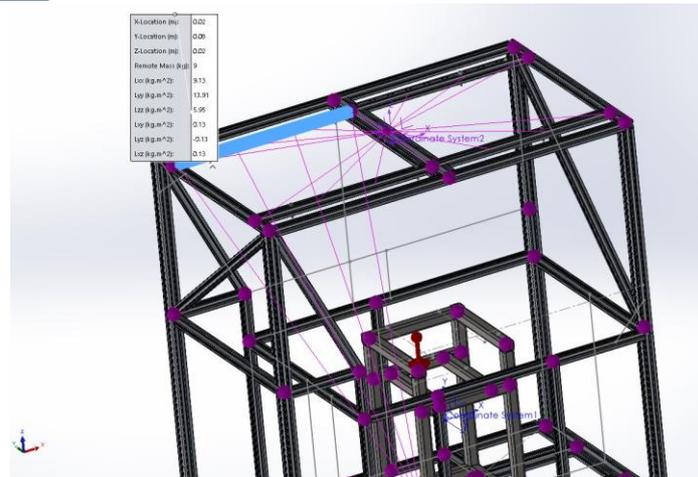
El eje de impresión "Y" que va colgado en la parte superior, se atornilla a las vigas superiores. Primero, se ha colocado un sistema de coordenadas simulando el origen del subensablaje el cual se simulará el peso con respecto al origen de la estructura principal.

Posteriormente, se ha obtenido la información de centro de masas y momentos de inercia del conjunto eje, copiando los resultados en un bloc de notas. En la imagen XXX se puede observar la manera en que se obtiene, mediante evaluación del conjunto.



100. Imagen XX Obtención de centro de masas e inercias

Finalmente, se simula la masa remota repartida entre las barras que la lo soportan, en ese caso a 9kg por cada tornillo que la soporta. Como se muestra en la siguiente imagen, se ha seleccionado barra por barra introduciendo el peso, centro de masas e inercias con respecto al punto de coordenadas creado anteriormente. En la siguiente imagen se van creando las líneas de la masa con referencia a donde queda el punto de aplicación de la masa.



101. Aplicación masa remota

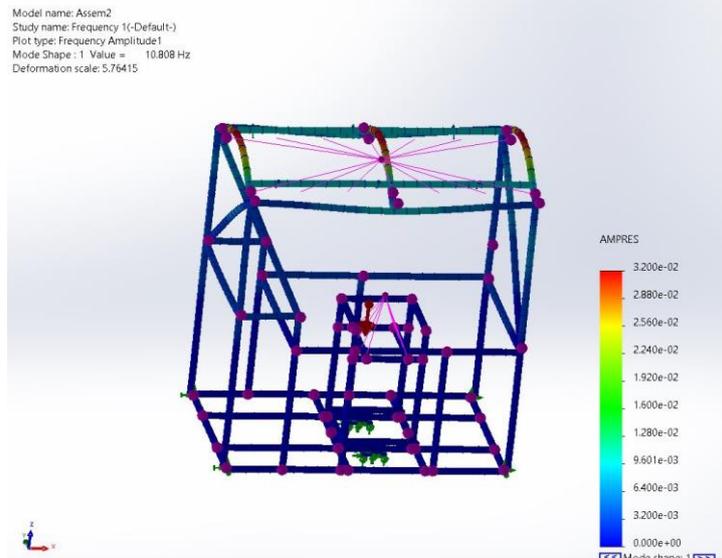
Proceso de aplicación masa inferior

Mediante el mismo proceso que anteriormente con la masa suspendida del eje superior, se hace con el subensablaje del eje Z, simulando la masa del polvo en la cubo de impresión respecto a las barras que la soportan.

A3.3.1.3. Resultado simulaciones

A la vista de los resultados, se puede observar que los modos dos y tres explican la práctica totalidad de los posibles desplazamientos en X, mientras que el modo 5 es el que más contribuye en los desplazamientos en Y. En cuanto a desplazamientos en Z, apenas contribuye en el nodo uno en un leve 3%

Modo No.	Frec. (Hertz)	Frec. (Rpm)	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
1	10.808	648,48	0.000291	2.90E-07	0.033701
2	11.634	698.04	0.15457	9.16E-05	9.27E-05
3	14.078	844.68	0.63754	0.000159	1.85E-05
4	16.983	1018.98	3.28E-06	9.09E-05	0.000292
5	20.623	1237.38	0.000947	0.33133	5.76E-06
			Sum X = 0.79334	Sum Y = 0.33167	Sum Z = 0.03411

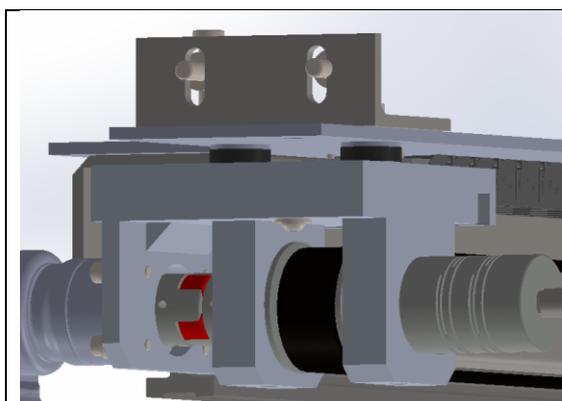


102. ilustración

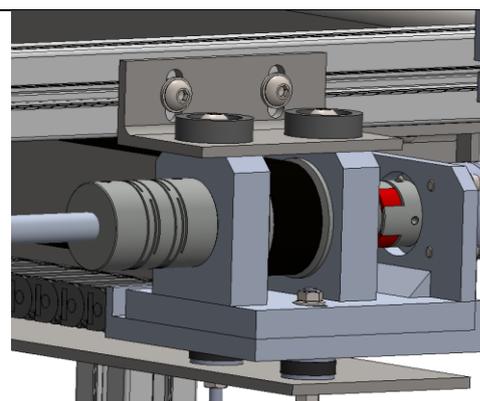
A3.3.1.4 Rediseño post resultado

La estructura ha sido reforzada en numerosas ocasiones. A la hora de plantear modificaciones, se ha tenido en cuenta que, dependiendo de la masa y la rigidez, la deformada del modo nos da idea de cuál es la deformación posible, y por tanto, cómo actuar para incrementar la rigidez de forma que se limiten dichas deformaciones.

En el caso de la estructura analizada, se han añadido nuevas barras de refuerzo en los laterales de manera cruzada y en diagonal con tal de rigidizar la estructura en los ejes X e Y. Dichos cambios han aportado positivamente un cambio en posteriores análisis. No obstante, las frecuencias siguen siendo muy bajas, no quedando otro remedio que atravesar por ellas cuando los motores funcionen de manera transitoria. Para que ello se realice con el menor impacto posible se rediseña el soporte de los motores del eje esparcidor e Y impresión. Se añaden unas gomas antivibración en la parte superior e inferior. Las siguientes imágenes ilustran el cambio realizado.



103. Soporte
eje
impresión
"Y"



104. Soporte
eje
esparcidor

A3.4. Soporte motor

El soporte del motor es una pieza de importancia con especial posibilidad de vibraciones. En este apartado, se realiza el análisis nodal del mismo.

A la vista de los resultados, se puede observar que los modos dos y tres explican la practica totalidad de los posibles desplazamientos en X, mientras que el modo 5 es el que más contribuye en los desplazamientos en Y. En cuanto a desplazamientos en Z, apenas contribuye en el nodo uno en un leve 3%

A3.4.1 Mallado

Mallado estructura	
Tipo Malla	Malla solida
Mallado usado	Malla basada en curvatura combinada
Puntos Jacobianos para alta calidad de malla	16 puntos
Máxima medida elemento	16.4255 mm
Mínima medida elemento	0.821273 mm
Calidad de malla	Alta
Total nodos	34671
Total elementos	19935

A3.4.1.1 Fijaciones

La fijación se realiza de tipo fijo en la parte superior donde iría atornillado con un soporte.

A3.4.1.2. Masas remotas

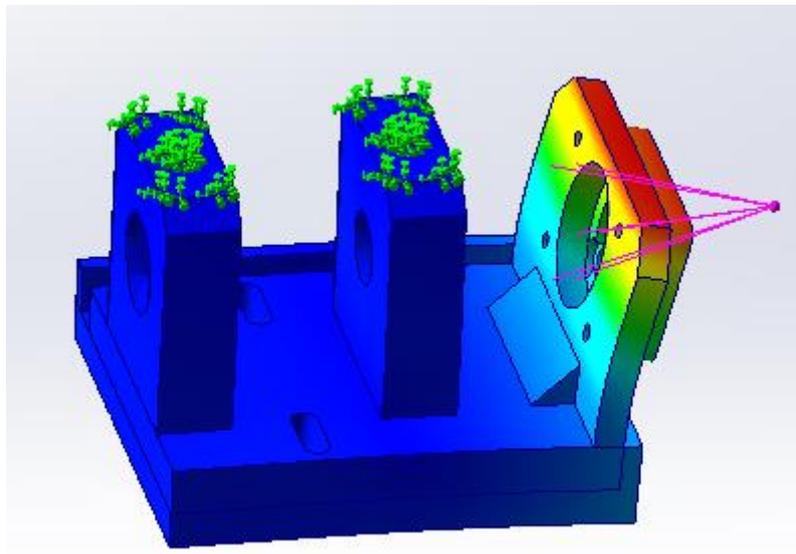
Se simula una masa del motor en modo masa remota remota con apoyo en los agujeros donde enrosca.

A3.4.1.3 Resultados

Se observa en los resultados que las frecuencias a las que empiezan las resonancias son realmente altas. Por lo tanto, queda de esta manera aceptado el resultado sin rediseño consiguiente.

Modo No.	Freq (Hertz)	Frec (Rpm)	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
1	188.83	11329,8	0.56674	1.13E-05	0.14115
2	297.26	17835,6	7.26E-06	0.75731	2.27E-05

3	757.64	45458,4	0.13345	2.24E-05	0.80022
4	1,716.20	102960	0.001099	0.13205	2.24E-05
5	2,687.70	2,687.70	0.000875	0.030031	0.00034
			Sum X =	Sum Y =	Sum Z =
			0.70217	0.91943	0.94176



105. Simulación modal soporte

A3.4.2 Subestructura soporte eje Z

A3.4.2.1 Mallado

Mallado estructura	
Tipo Malla	Malla solida
Mallado usado	Malla viga
Total nodos	245
Total elementos	237
Calidad de malla	Alta

A3.4.2.2 Fijaciones

La fijación se realiza en la base de la estructura mediante tipo fijo.

A3.4.2.3 Masas remotas

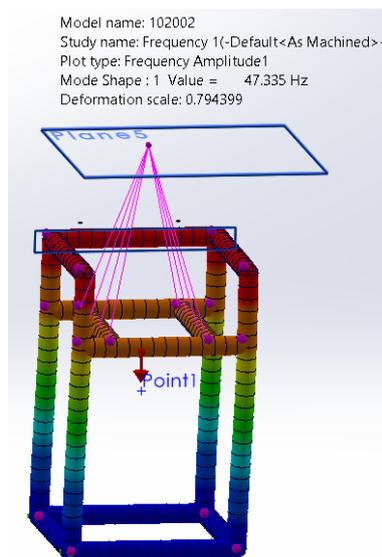
Se simula una masa del motor en modo masa remota con apoyo en los agujeros donde enrosca.

A3.4.2.4 Resultados

Se observa en los resultados que las frecuencias a las que empiezan las resonancias son influenciadas casi en su totalidad por los modos uno en la dirección Z y dos en la dirección X.

Modo No.	Freq (Hertz)	Frec (Rpm)	Dirección X	Dirección Y	Dirección Z
1	47.335	2840.1	3.63E-16	5.19E-06	0.88121
2	53.274	3196,44	0.88513	1.04E-18	3.53E-16
3	109.47	6568,2	3.62E-05	3.10E-15	1.10E-15
4	301.56	18093,6	2.28E-05	4.21E-16	2.63E-17
5	360.45	21627	3.10E-19	0.1126	0.001213
			Sum X = 0.70217	Sum Y = 0.91943	Sum Z = 0.94176

Tabla resultados subestructura eje Z



106. Imagen resultados modales subestructura eje Z

4. ANEXO ACOTADO GPS

El acotado GPS se refiere a la especificación de dimensiones y tolerancias en un dibujo técnico para asegurar la fabricación precisa de una pieza. En otras palabras, se establecen límites y tolerancias para las dimensiones de un objeto, lo que ayuda a garantizar que las piezas se ajusten correctamente entre sí y cumplan con los requisitos de diseño.

En este presente proyecto una de las piezas más críticas de fabricar es la del plano 1.4.1.1.2. Este componente es el soporte motor del eje impresión "Y" y esparcidor, el cual es a la vez soporte del eje, soporte de la polea y rodamientos. Esta pieza es de aluminio 7075-T6, un aluminio de aleación con zinc como principal elemento de aleación. Se trata de un

tipo de aluminio fuerte, con buena resistencia a la fatiga frente a otros metales. Este material es escogido debido a su facilidad de mecanizado. El proceso de fabricación se haría en dos fases, una primera de fresado y finalmente taladrado.

Todo ello requiere de una precisión muy exacta con tal de no dañar los rodamientos ante imprecisiones de fabricación. Los rodamientos deben ajustarse perfectamente a los requisitos de uso del fabricante para no dar fallos a medio o largo plazo.

Descripción de la secuencia de acotado:

1. Planeado pared referencia "A":

Con tal de poder apoyar la brida del motor y que el eje del rotor quede perpendicular a la pared, es imprescindible asegurar que la pared sea completamente lisa.

2. Planeado pared referencia "A":

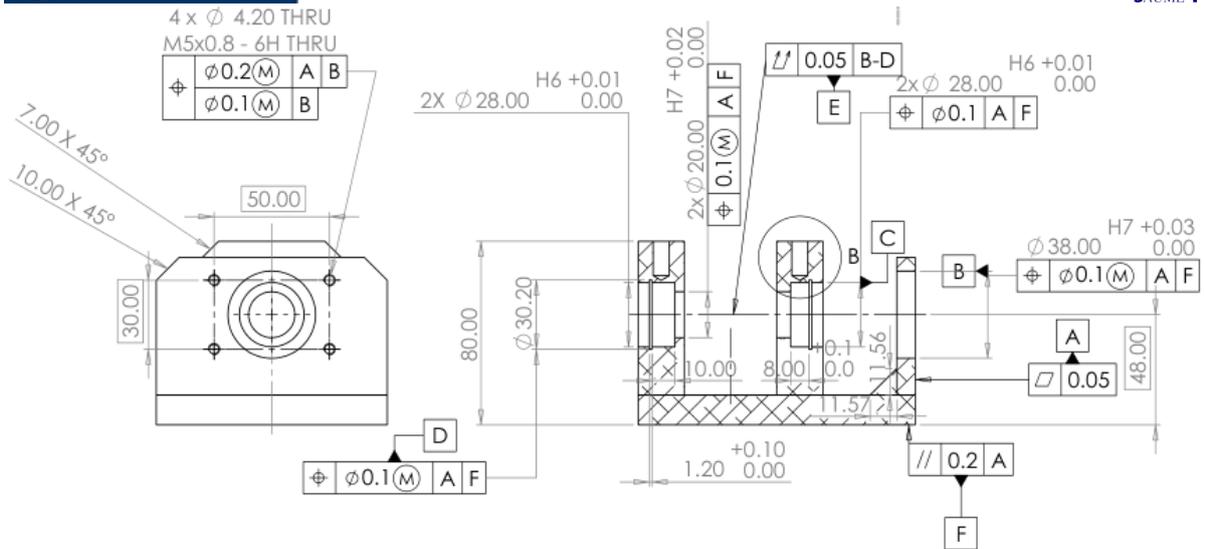
Para poder referenciar las líneas de eje, se ha de asegurar que la base de la pieza es totalmente plana, por ello se planea acotándola con un paralelismo respecto a la previa cara "A". a Esta se le referencia con la letra "F"

3. Control líneas eje

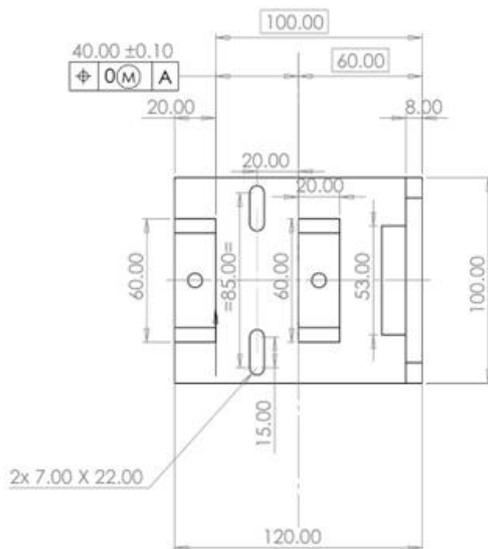
- Se acota la línea de eje del primer agujero con referencia "B" a 0,1, por un lado, paralela a la cara "A" previamente aplanada por fresado, y por el otro, la altura con referencia "F" con tal de que no interfiera con la longitud de los taladros.
- Se acota la línea de eje del agujero en el medio, referencia "C" de la misma manera que el anterior
- Con la misma intención que los dos agujeros anteriores, se acota el agujero izquierdo con perpendicularidad a la cara "A" y paralela a "F"
- En ese mismo agujero, pero a diferente diámetro se acota de la misma manera que el resto anteriores referenciándolo con la letra "D"
- Finalmente, con tal de asegurar la funcionalidad del eje se acotan todas las líneas de eje entre la referencia "B" y "D" con un run-out de 0.05, quedando así un eje único acotado.

4. Agujeros brida motor

- Los agujeros en este caso forman una matriz rectangular. Se controla tal rectángulo referencial por sus planos medios. El plano medio, es la cota teóricamente exacta de 48 mm ilustrada en la cara del punto anterior, la cual controla la altura del agujero "B"
- Mediante una cota de posición se controlan individualmente los agujeros con una tolerancia de 0.2 respecto la perpendicular del plano "A" y paralelismo con el eje "B". Luego se controla la matriz de los agujeros en su conjunto respecto el eje "B".

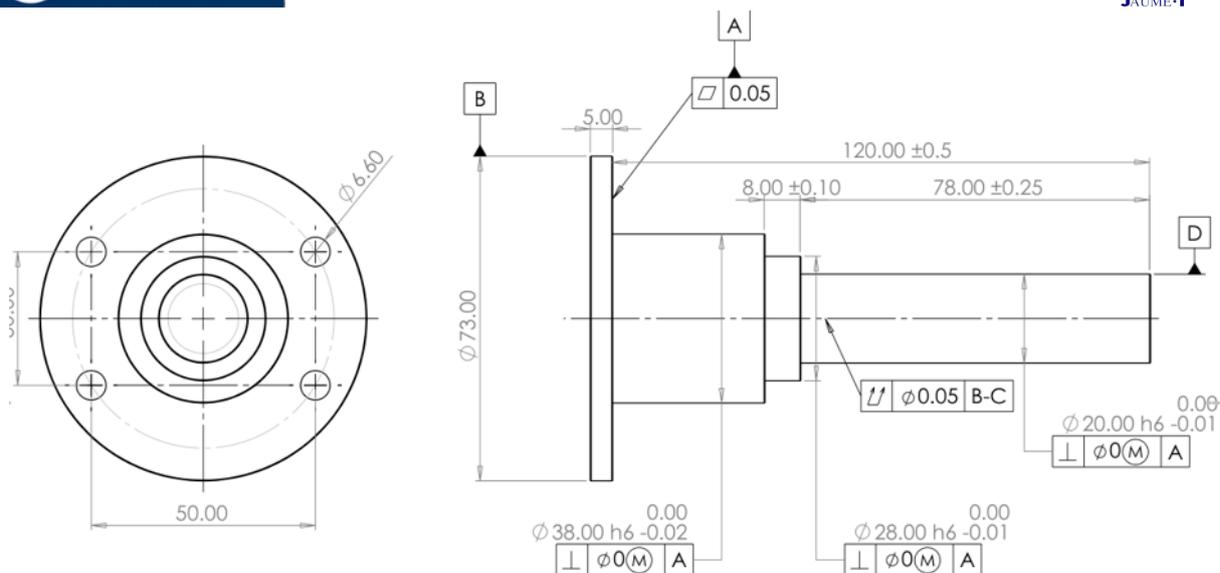


107. Imagen acotado soporte plano (1.4.1.1.2)



108. Imagen planta acotado soporte (plano 1.4.1.1.2)

Con tal de comprobar la validez de estas exigencias geométricas de la pieza, se fabrica el siguiente útil mostrado en la siguiente imagen.



109. Imagen de Útil

5. ANEXO AUTOMATIZACIÓN

Mediante la automatización industrial es posible controlar y monitorear una serie de movimientos deseados, máquina o dispositivos que por lo general cumple con tareas repetitivas reduciendo así la intervención humana y ganando por lo tanto en seguridad. Para ello es necesario la aplicación de diferentes tecnologías y coordinarlas entre ellas.

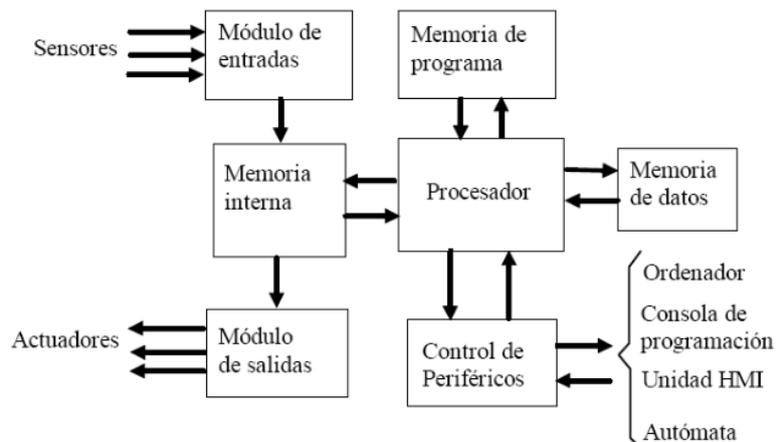
Para poder llevar a cabo la automatización, el componente más importante donde se programan todos los movimientos es el autómatas, llamado también PLC.

A5.1 Introducción autómatas Programable PLC

A.5.1.1 Definición de autómatas

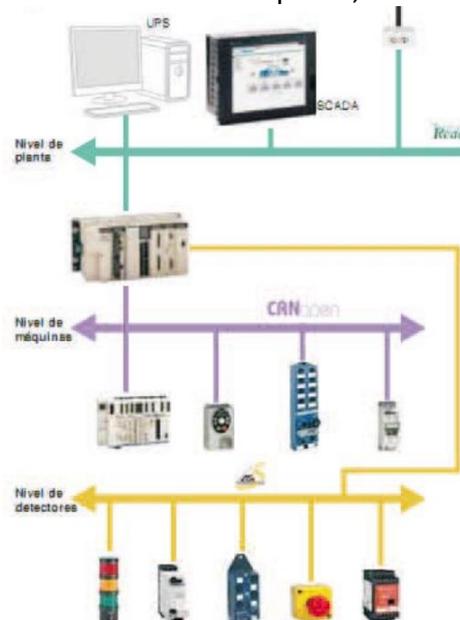
Un autómatas programable industrial es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales. El autómatas programable también se conoce como PLC. Tal y como se resume en la definición, se trata de un computador especial, tanto en el software como en el hardware. En el software, porque se programa en un lenguaje especial diseñado específicamente para generar de forma sencilla el programa que implementa el algoritmo de control de procesos secuenciales (de sistemas de eventos discretos), y porque el algoritmo de control programado es ejecutado de forma periódica en un ciclo temporal que es lo bastante breve como para poder controlar los procesos en tiempo real. En el hardware, porque utiliza componentes robustos que soportan condiciones de trabajo adversas, como las que se dan en ambientes industriales (polvo, temperatura, vibraciones, etc.), y porque su constitución física incluye los circuitos de interfaz necesarios para conectarlo de forma directa a los sensores y actuadores del proceso.

En la siguiente imagen se puede observar la estructura de funcionamiento interna de un PLC convencional.



110. Arquitectura de un Autómata Programable Industrial.

El autómatas por sí solo no es capaz de mover motores o otros tipos de actuadores, como se muestra en la imagen X éste conecta por un lado con detectores que irían directamente conectados al autómatas, y por otro lado conectaría mediante conexión Ethernet con motores o máquinas, los cuales tienen sus propios controladores, en este caso Ethernet. En la siguiente imagen se puede observar como el autómatas mediante un sistema distribuido, conecta por separado por diferentes vías con máquinas, detectores u ordenadores.

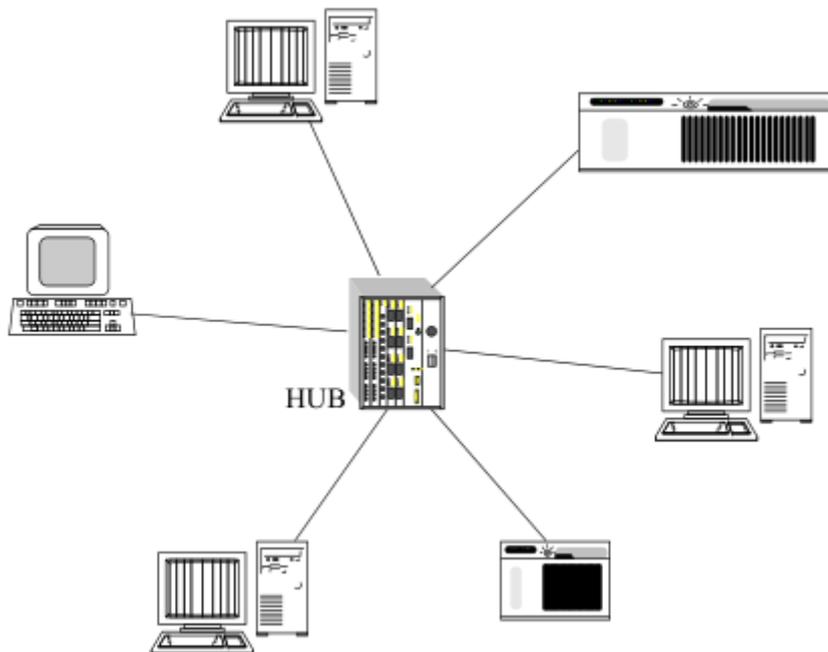


111. Ilustración

El autómatas, para llevar el manejo de todo el sistema y conectarse con todos los controladores, debe conectar con un "Hub" donde conecte la llegada de datos de todos los controladores, incluido el del autómatas, este componente es el Ethernet Switch.

El Ethernet Switch conectará con módulos de control para manejar los motores, para ello, la instalación necesita de una red de comunicación definida con una estructura física de los equipos. En el caso de la presente impresora, debido a la sencillez para esta aplicación se

usará la topología de tipo estrella. En esta topología hay un equipo central, llamado hub, al que se conectan todos los equipos, figura estrella del hub parte un cable para cada nodo.



112. Figura estrella

Para que la máquina sea capaz de realizar las tareas de acuerdo con los requisitos deseados, es necesario determinar las entradas y salidas de que el controlador de la máquina debe disponer. A continuación se muestra el listado de todas las entradas y salidas que se requieren para el control del sistema en la **Tabla X**, así como su conexión en el PLC. En la Tabla Y se muestran las salidas

Entradas y salidas Eje superior

ENTRADAS				
Nomenclatura	Conexión PLC	Nº en Esquema	Descripción	Tipo de sensor
SFCE1	%I.0.0 (M.2)	A1	Sensor final carrera esparcidor	final de carrera
SFCE2	%I.0.1 (E.2)	A2	Sensor final carrera esparcidor 2	final de carrera
SFCY1	%I.0.2 (M.2)	A3	Sensor final carrera eje sup. Y 1	Final de carrera
SFCY2	%I.0.4 (M.2)	A4	Sensor final carrera eje Y 2 (eje longitudinal)	Final de carrera

SFCX1	%I.0.6 (M.2)	A5	Sensor final carrera eje X 1 (Eje transversal)	Final de carrera
SFCX2	%I.0.7 (M.2)	A6	Sensor final carrera eje X 1 (Eje transversal)	final de carrera
SPY	%I.0.0 (M.1)	D1	Sensor posición purgador eje Y	Inductivo
SPX	%I.0.1 (M.1)	D2	Sensor posición purgador eje X	Inductivo
SEC	%I.0.2 (M.1)	D3	Sensor rampa extractora caja impresión	Capacitivo
SDPE2	%I.0.3 (M.1)	D4	Sensor nivel depósito polvo esparcidor superior	Capacitivo
SDPE1	%I.0.4 (M.1)	D5	Sensor depósito polvo esparcidor inferior	Capacitivo
SP	%I.0.5 (M.1)	D6	Sensor puerta	magnetico
SZC	%I.0.6 (M.1)	D7	Sensor Z contacto	Inductivo
SZC	%I.0.7 (M.1)	D8	Sensor contacto Z con cama impresión	Inductivo
SASZ	%I.0.8 (M.1)	D9	Sensor altura superior Z	inductivo
SAIZ	%I.0.9 (M.1)	D10	Sensor altura Inferior Z	inductivo
PE	%I.0.3 (M.2)	A7	Pulsador Emergencia	
PP	%I.1.3 (M.2)	A8	Pulsador paro	
PM	%I.1.4 (M.2)	A9	Pulsador marcha	
SCDPC	-*	-	Sensor comunicación driver PC	

(M.1) : Módulo 1; (E.2) : Módulo 2

SALIDAS		
Nomenclatura	Conexión	Descripción
CMDPC	-*	Comunicación driver PC (emisión programa impresión)

MEE	%Q0.7 (M.1)	Motor eje Esparcidor
MET	Ethernet	Motor esparcidor tolva
CET	-*	Compuerta entrada tolva
MCP	%Q1.6(M.1)	Motor compresor polvo
MY	Ethernet	Motor eje Y (superior longitudinal)
MX	Ethernet	Motor X (superior transversal)
MZ	Ethernet	Motor Z
BP	%Q0.0 (M.1)	Bomba purgación

-* fuera de alcance

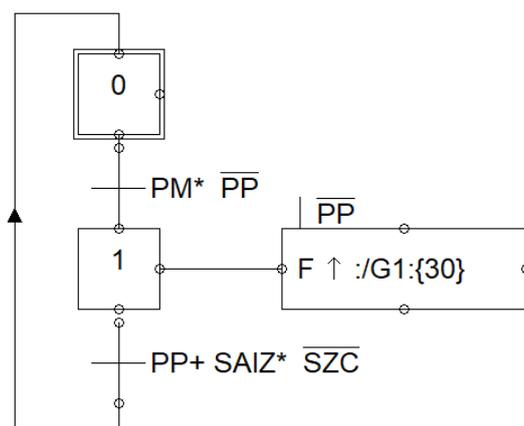
A5.2 CMDRPC

El programa de impresión viene emitido por el ordenador de manera digital a través del software que interpreta el diseño CAD introducido. La emisión es interpretada por los drivers de los motores y de la bomba de impresión. Para ello se realiza un grafcet donde los actuadores MX,MY y BP estarían comandados por el software del PC durante la impresión. En el grafcet de la impresora, el programa sería manejado como una acción nombrada CMDRPC. Un sensor nombrado SCDPC interpretaría como ON o OFF ante la llegada de señal desde el ordenador. En el momento de quedar inactivo, el programa habría finalizado.

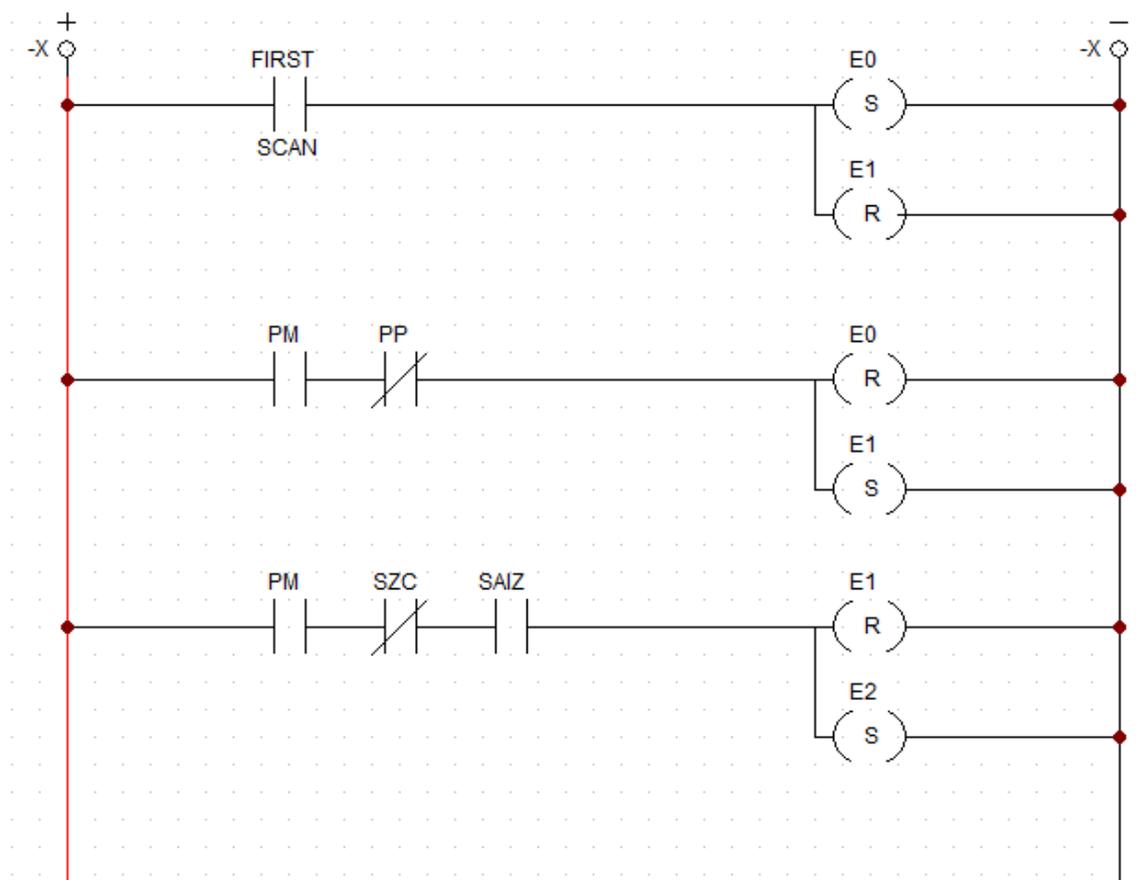
A5.2.1 G0 Grafcet marcha-paro

El grafcet de marcha paro es el encargado de poner en marcha la serie de grafcets que maneja la máquina. Mediante el pulsador PM se ejecutaría una acción impulsional que activaría el grafcet G1 el cual se trata del grafcet principal.

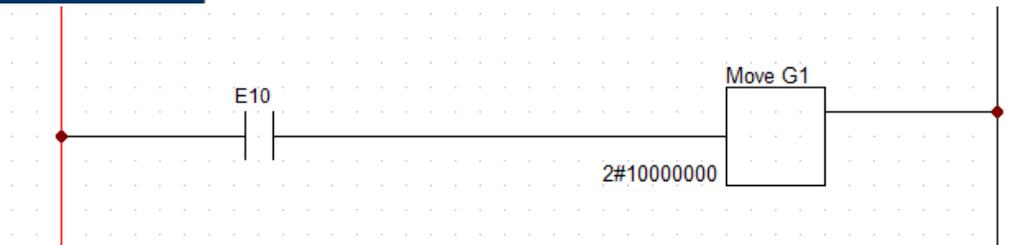
A5.2.1.1 Grafcet:



Ladder entradas:



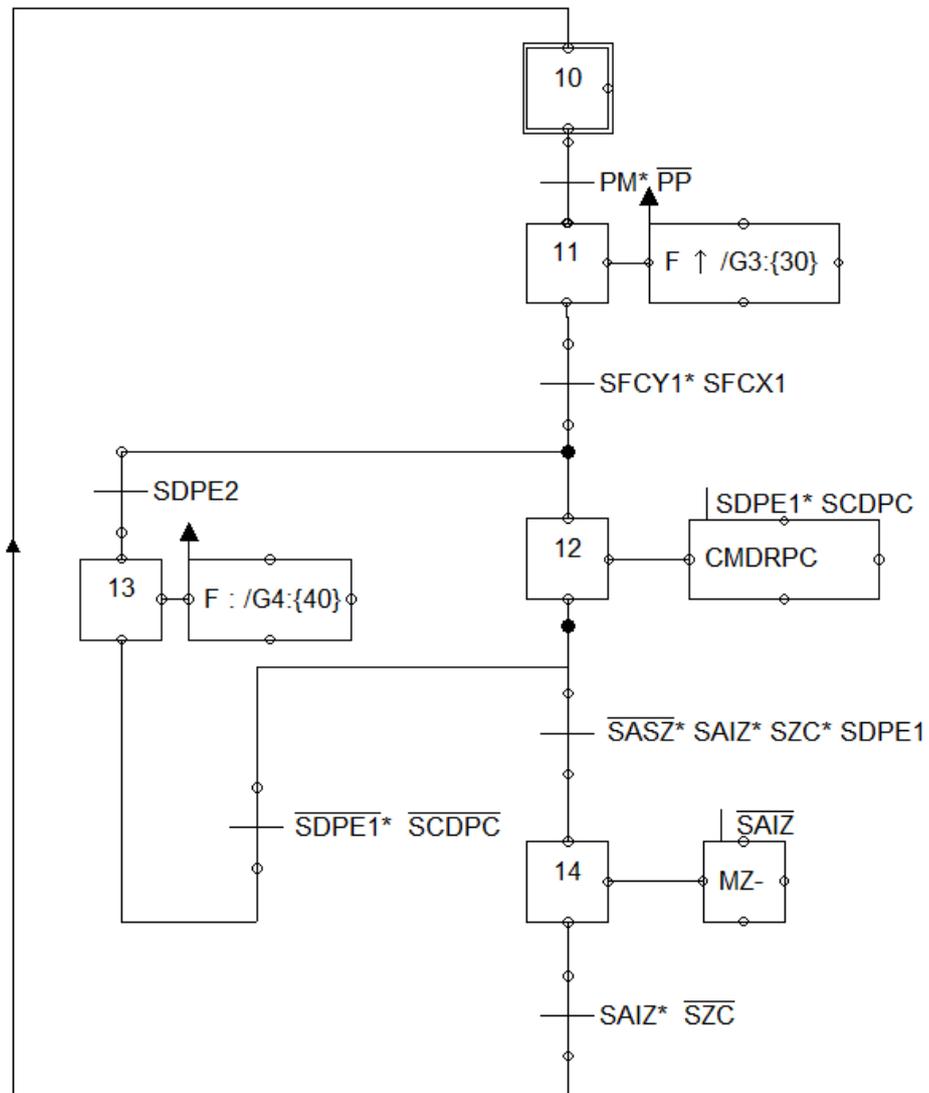
Ladder salidas:



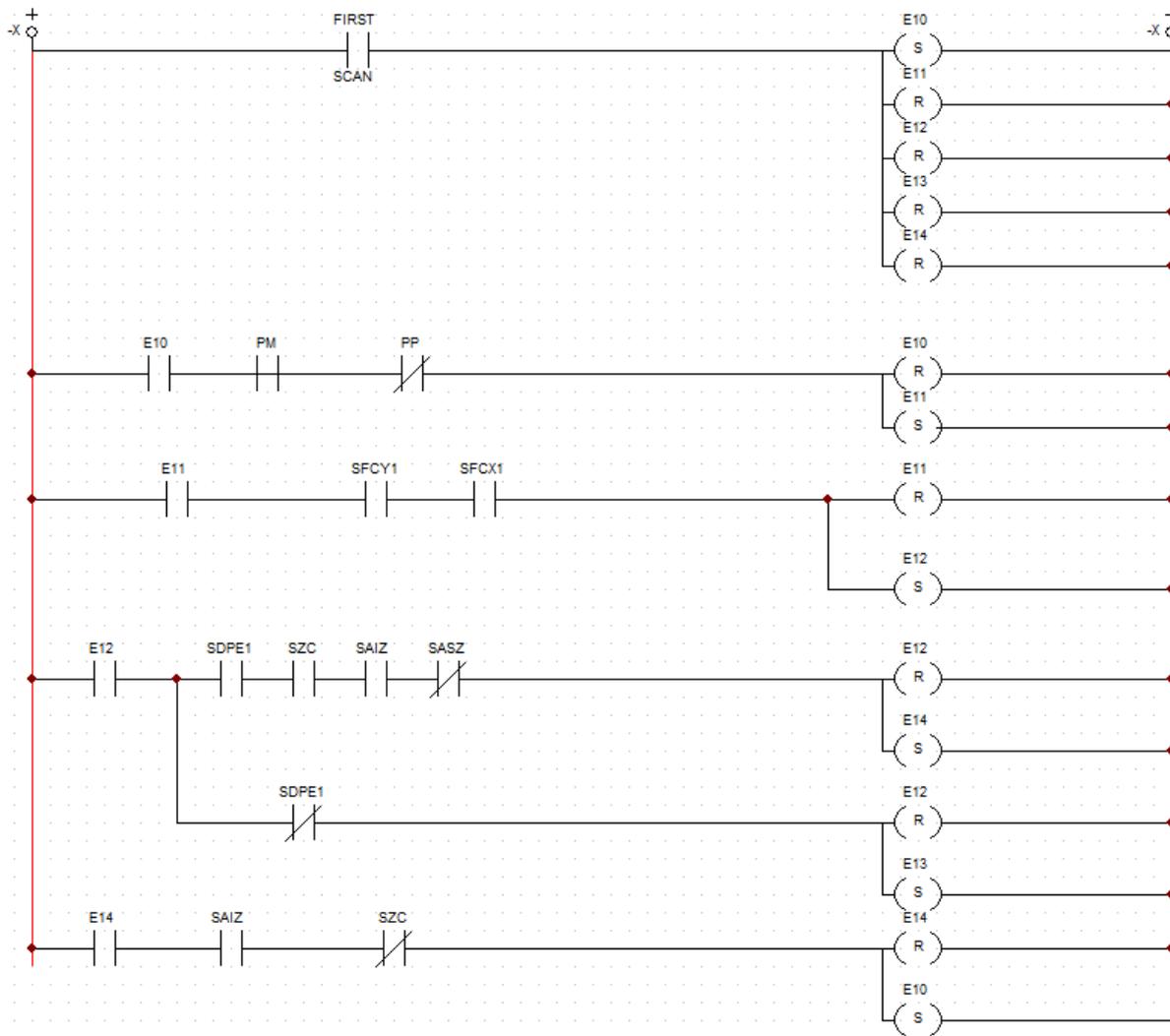
A5.2.2 G1 Grafcet principal

El grafcet principal consta de tras acciones, la primera fase, previa a la impresión, efectua la llamada al grafcet G3, con previa pulsación del pulsador marcha. Acto siguiente, una vez los sensores de posición inicial de recorrido de los ejes SFCY1 y SFCX1 están activados, comienza la impresión cuya emisión funciona mediante un programa informático el cual queda fuera de los alcances de este presente proyecto. En el caso de quedar el depósito sin material durante la impresión, el programa quedaria paralizado para volver a realizar la fase G4 “Recarga de material”, donde al igual que antes de la impresión, recargaria material. Finalmente, una vez el programa quedara finalizado, con verificación previa de los sensores de altura en el eje de impresión, el eje Z bajaría altura desacoplando el contacto con la cama de impresión hasta su punto mas bajo, dejando la caja de impresión lista para extraer.

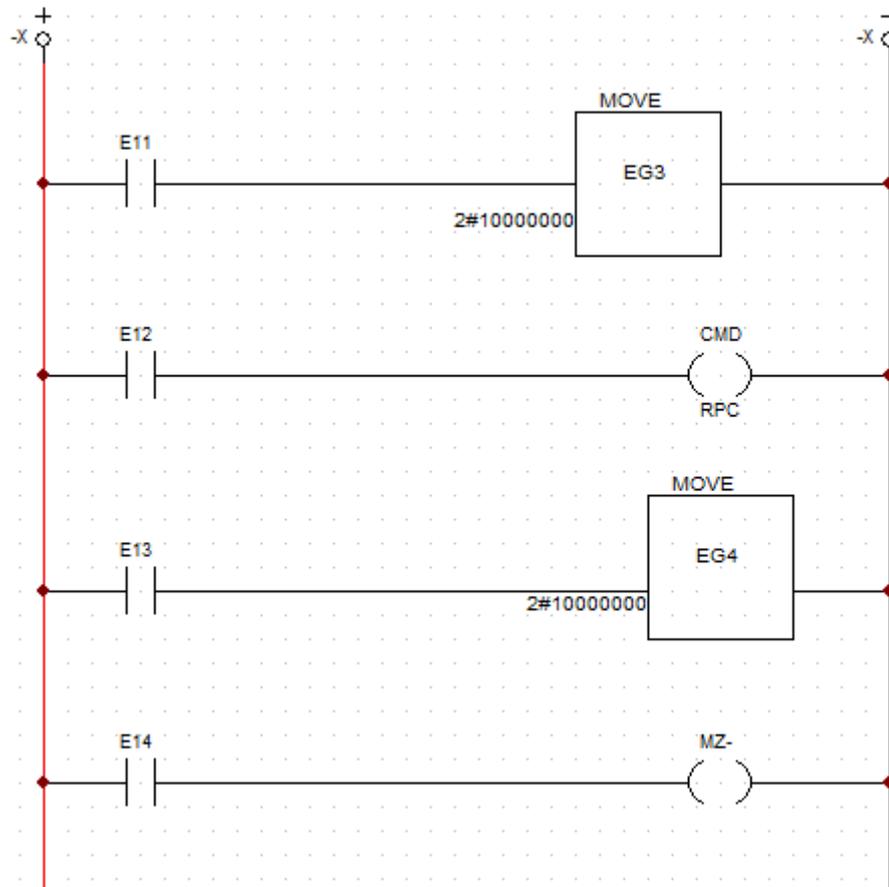
Grafcet



Ladder entradas:



Ladder salidas:



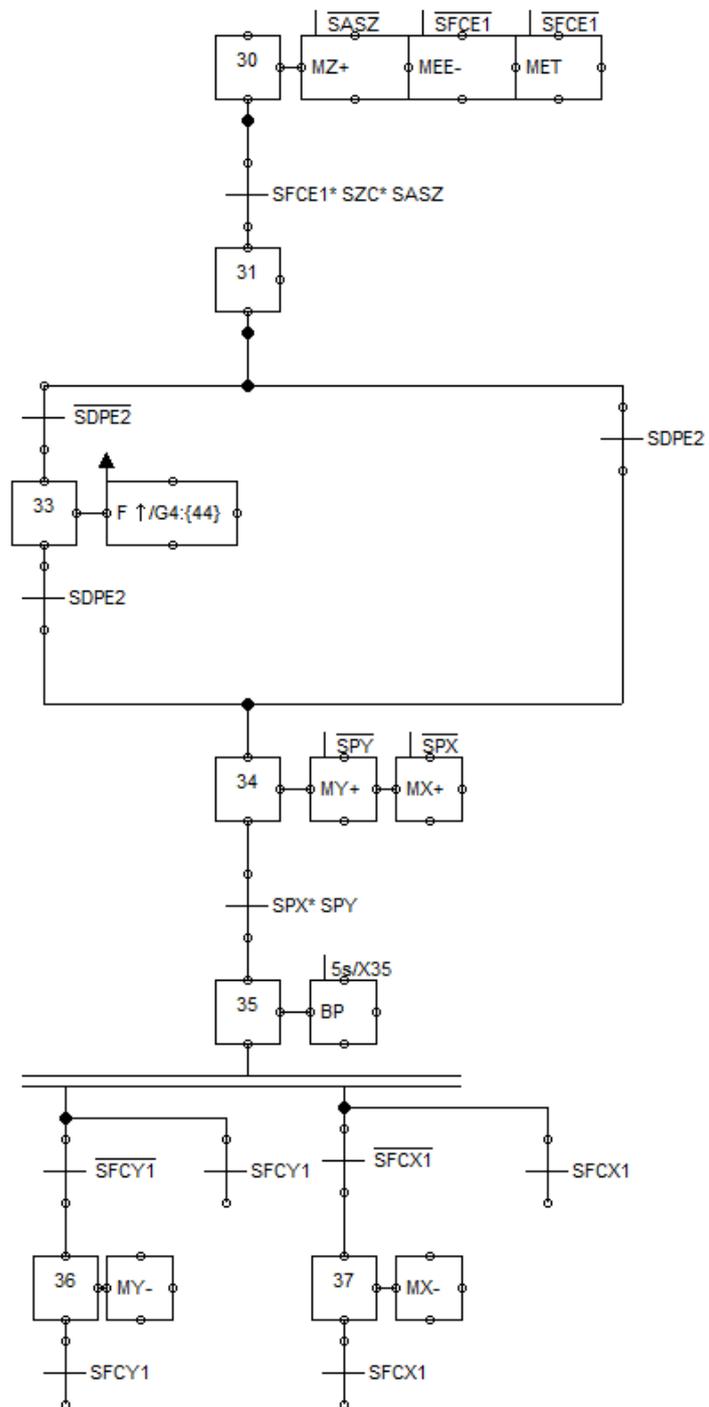
A5.2.3 G3 Posición Inicial

El Objetivo es asegurar que el deposito Tolva esparcidora está llena antes de comenzar la impresión, realizar la purga del cabezal, alzar el eje Z hasta tocar la cama de impresión y finalmente dejar los ejes superior de impresión X e Y en la posición de inicio.

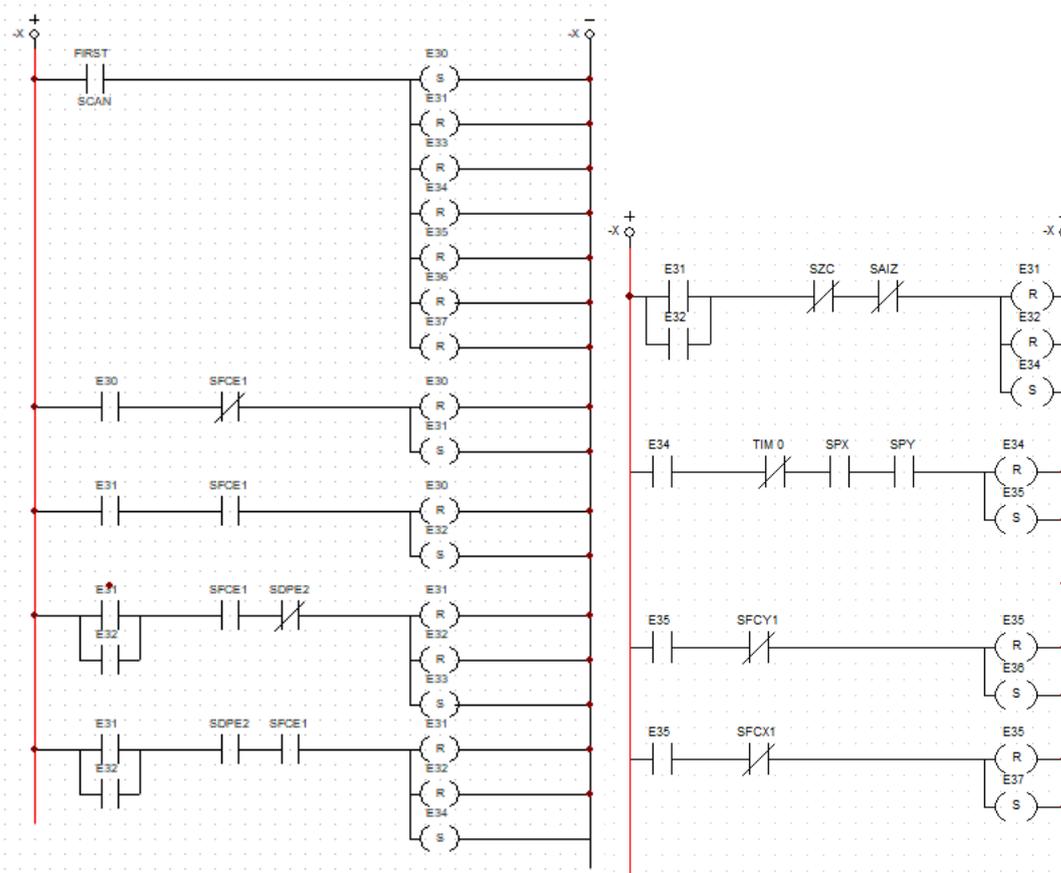
Para ello el grafcet primero se asegura de la posición del esparcidor esté en la de inicio. Posteriormente, se realizan dos acciones a la vez.

La primera sería comprobar que el depósito tolva esparcidora esté completamente llena detectando el sensor SDPE2 y en caso de no estarlo se hace llamada a la etapa 40 del grafcet G4 (Recarga material). La segunda, alzar el eje Z hasta la posición de contacto con el sensor SZC y SASZ.

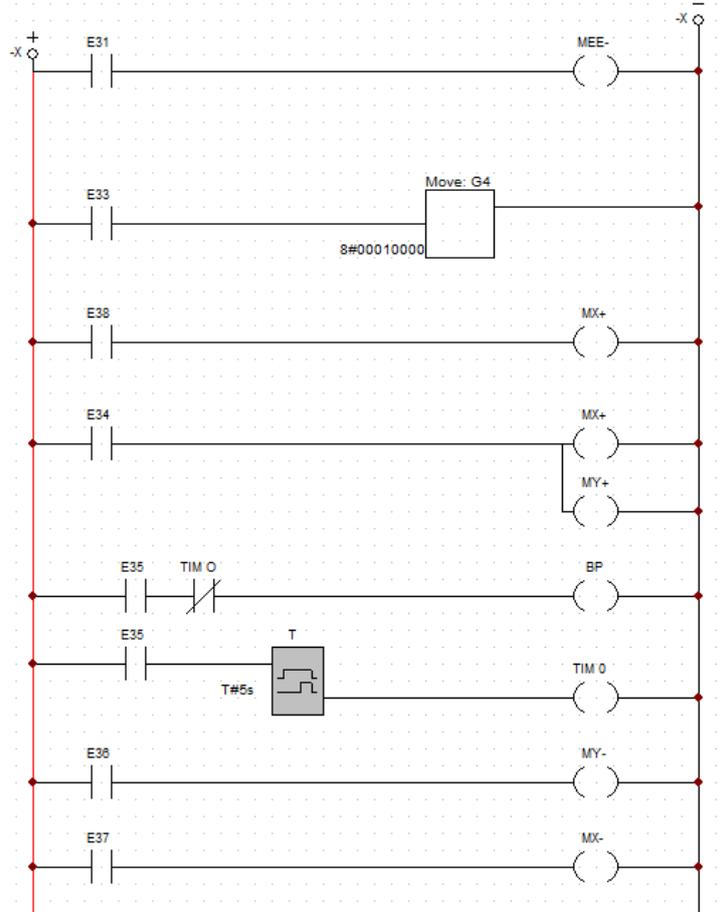
Una vez lleno el depósito, se procedería a situar el cabezal de impresión en la posición de purga mediante los sensores SPY en el eje Y y SPX en el eje X. Una vez realizada la purga de drenado 4s, se procedería a situar el cabezal en su punto de inicio donde se hallan los sensores SFCY1 y SFCX1



Ladder entradas:

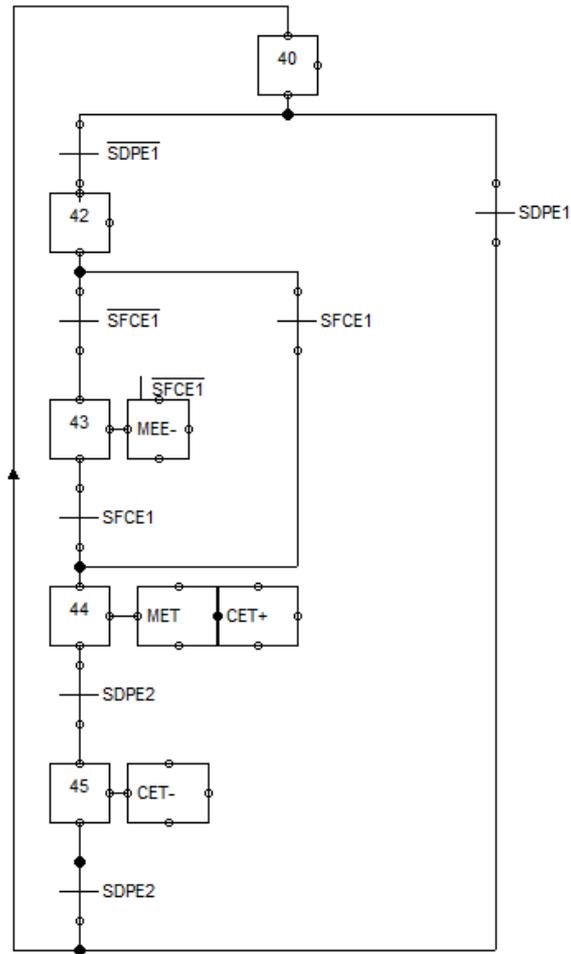


Ladder salidas:

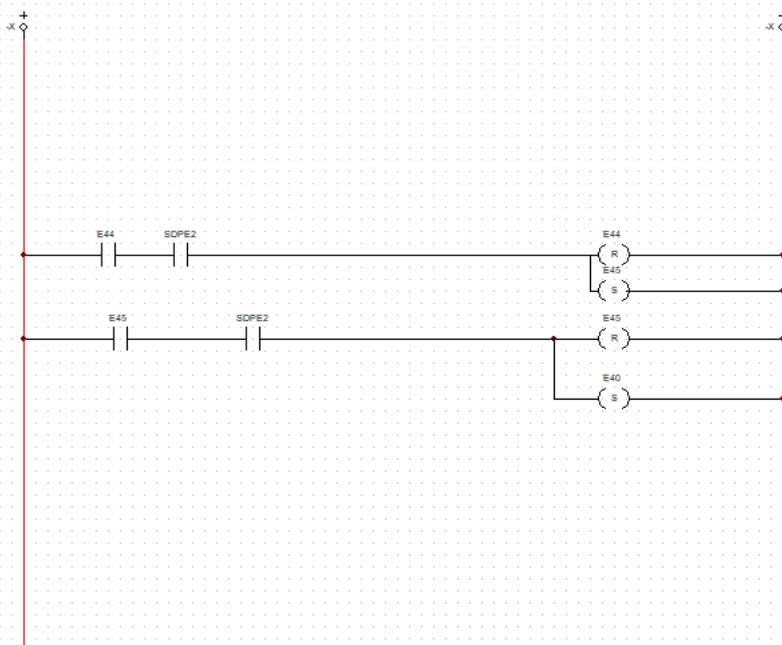
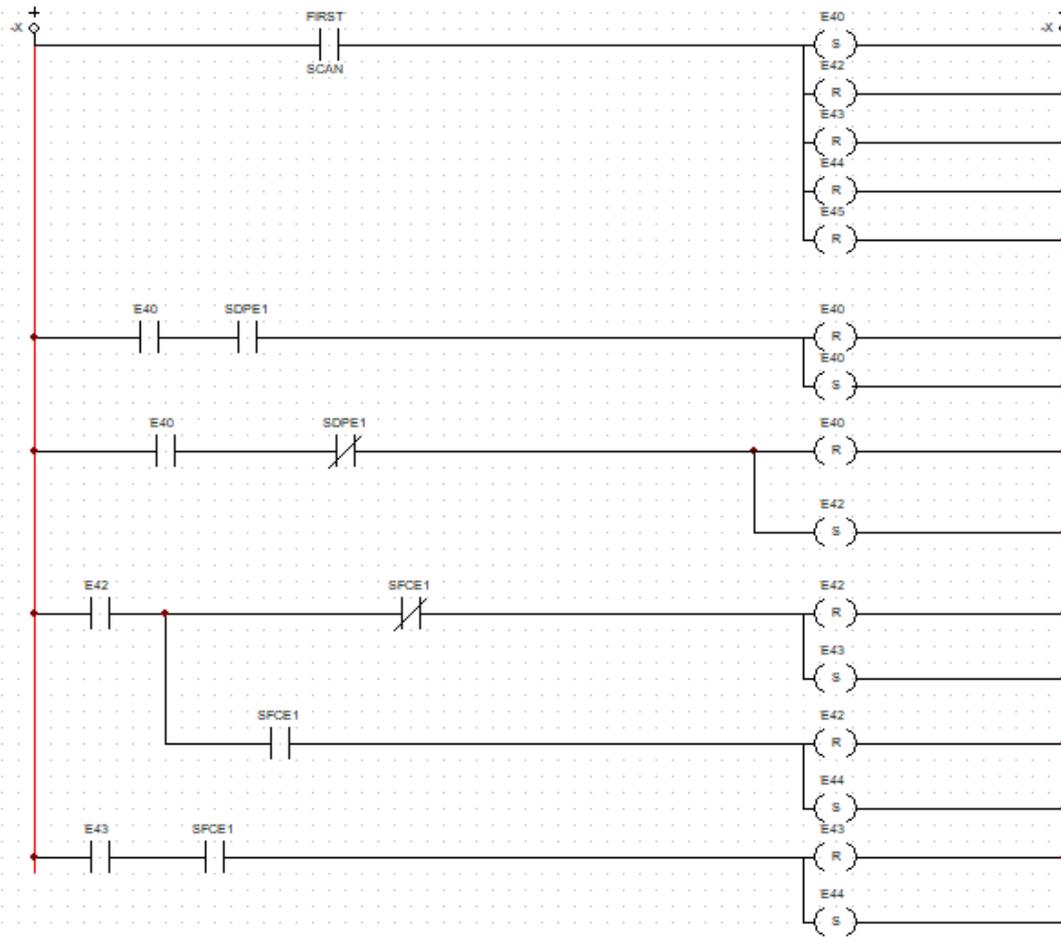


A.5.2.4 G4 Recarga material

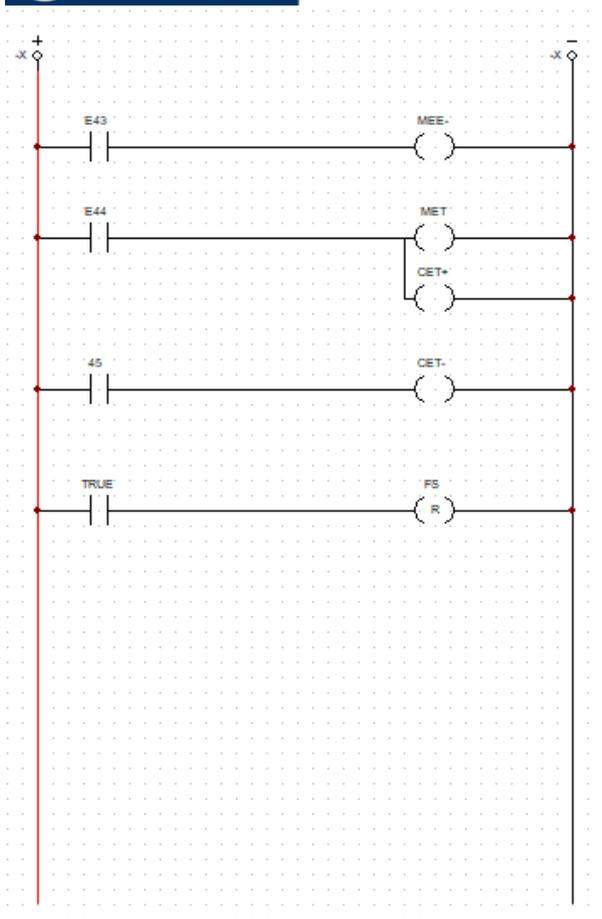
El graficet de recarga de material estará activo desde el inicio, el objetivo es interrumpir el ciclo en cualquier momento que falte material en el depósito proveedor de material. En el caso de que el sensor mínimo de material SDPE1 no de señal significará que la tolva ha quedado sin material. El primer paso es verificar que el puente esparcidor está en la posición de recibir el polvo de la tolva, en caso de no estarlo, se activaría MEE hasta llegar a su posición y activar SFCE1. El siguiente paso sería recibir el material mediante los motores MET y apertura de la compuerta CET hasta llenar el depósito y el sensor SDPE2 lo detecte. Acto siguiente, se cerraría la compuerta de caída de polvo finalizando así el proceso.



Ladder Entradas:

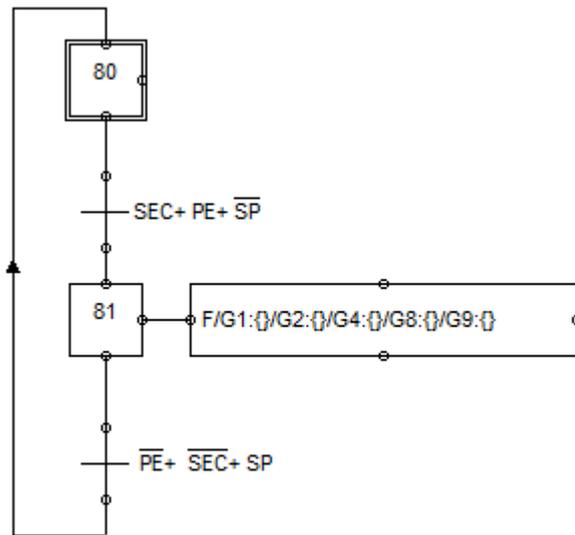


Ladder salidas:



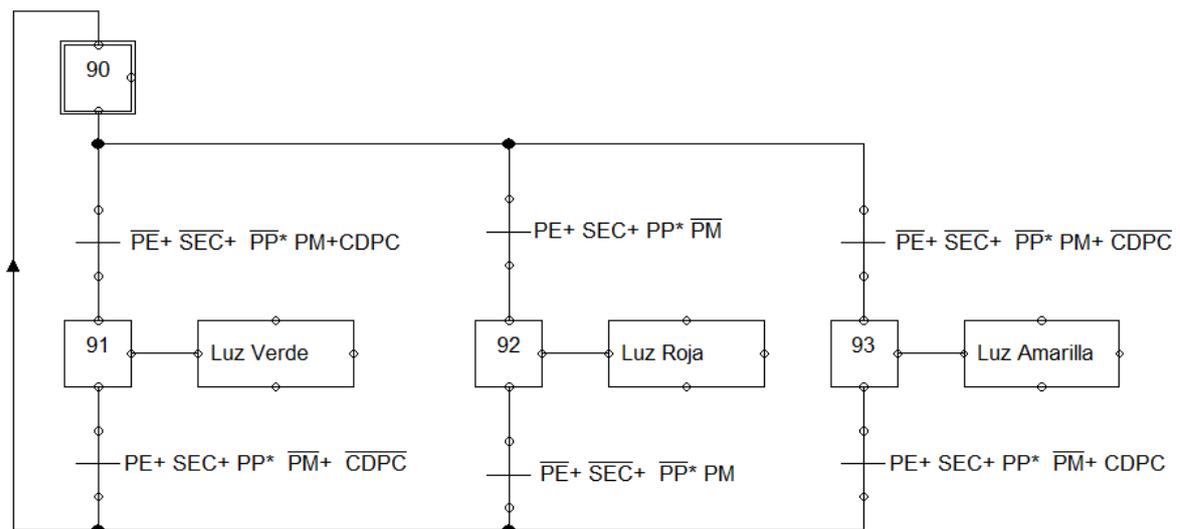
A5.2.5 G8 Paro forzado (seta emergencia)

Este graficet intenta controlar el dispositivo de parada de emergencia por parte del usuario o algún sensor de seguridad. En caso de detectarse la activación de PE, SEC, y no detectar SP se pausarían todos los graficet restantes y por lo tanto la impresión.

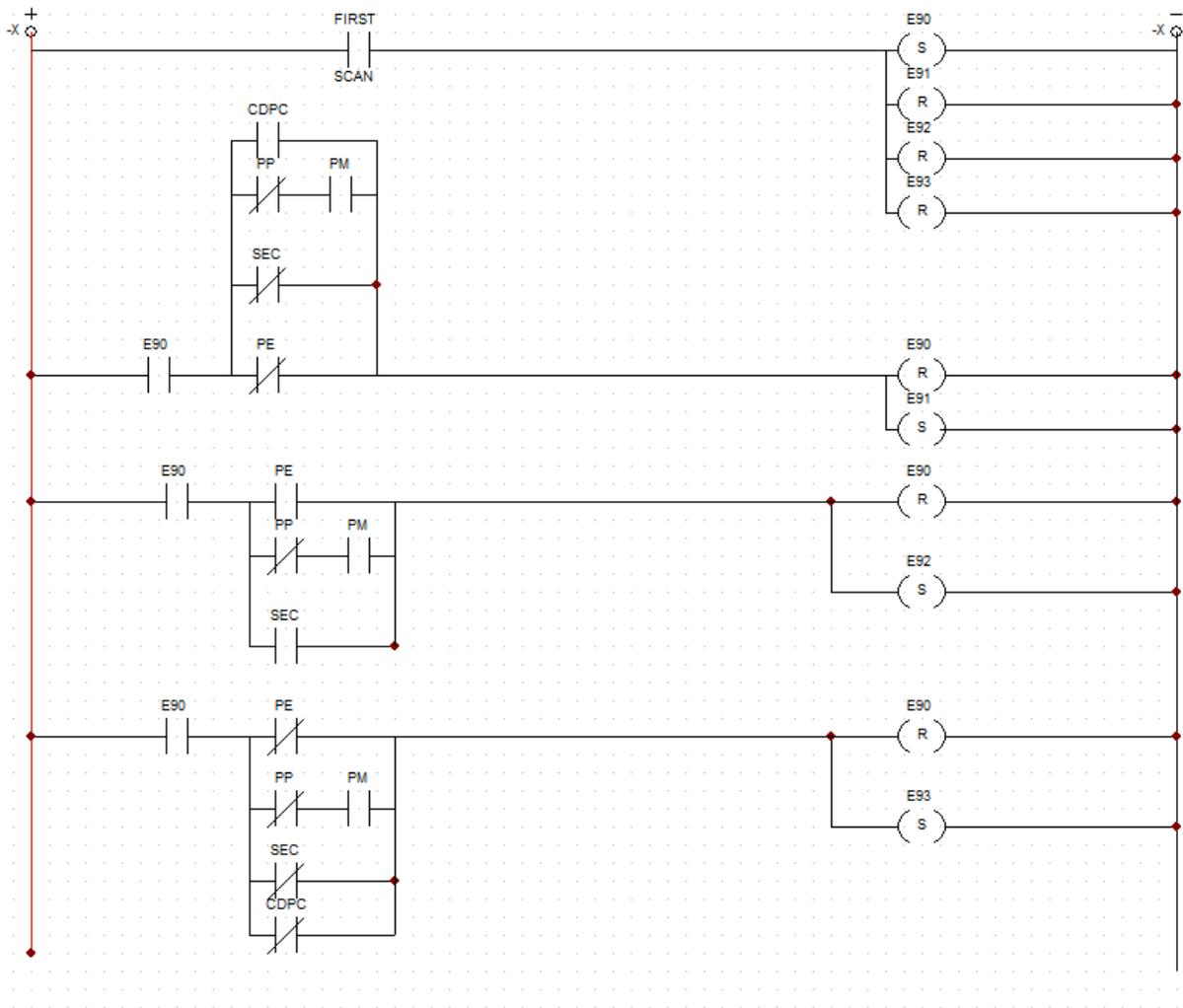


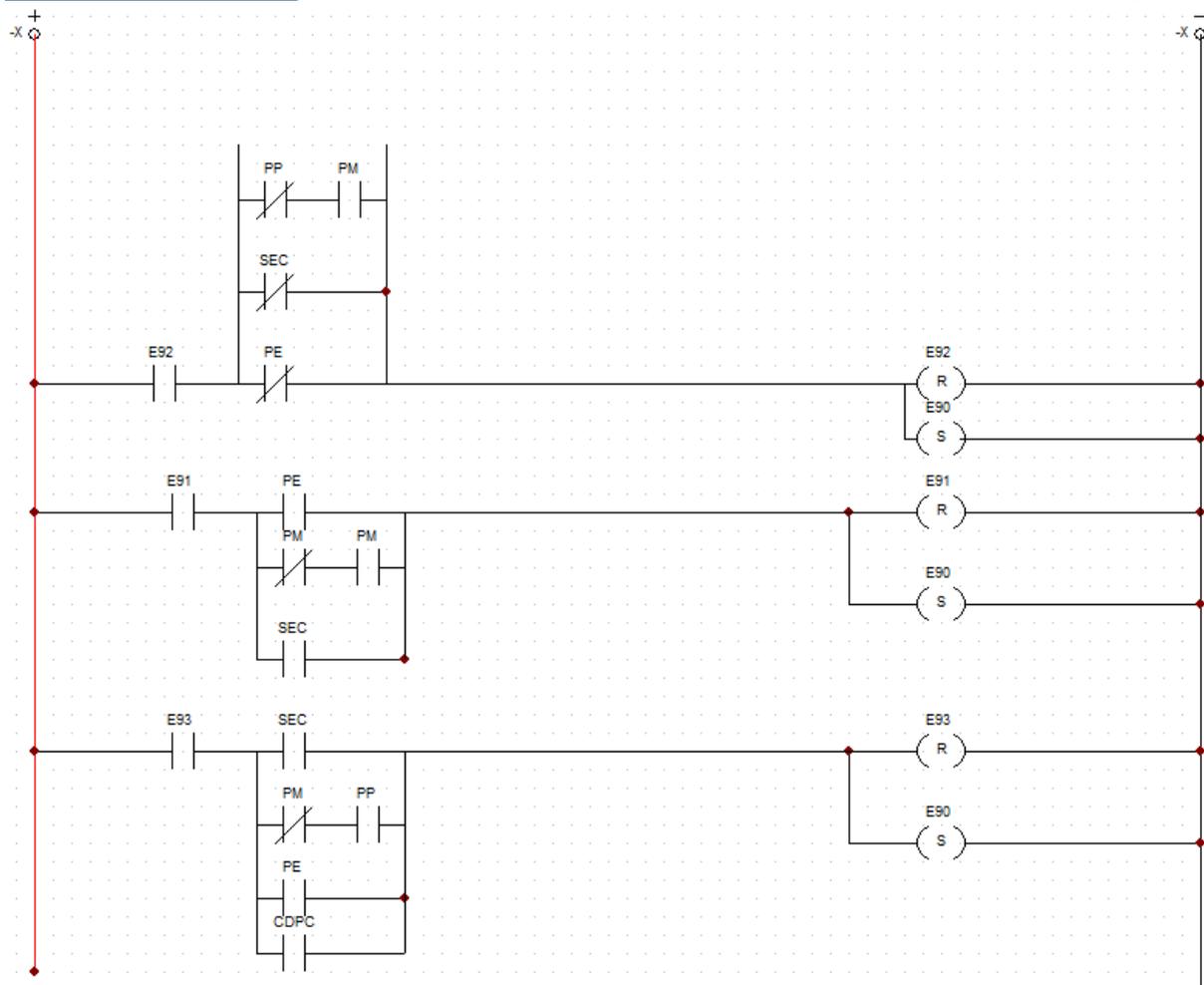
A.5.2.6 G9 Señalización lumínica

La señalización forma parte de la seguridad de la máquina. Su función es la de informar del estado de la impresora mediante emisión luminica. Dispondríamos de tres luces, verde, amarilla y roja. El grafcet se divide en tres caminos para las luces verde, roja y amarilla. La luz verde actuaría cuando los sensores: SEC o PE o PP estén desactivados, éste último junto a PM activado. La luz roja se encendería cuando PE o SEC o PP junto a PM negado y la amarilla cuando PE o SEC o PP estén negados éste ultimo con PM activado, o CDPC desactivado.

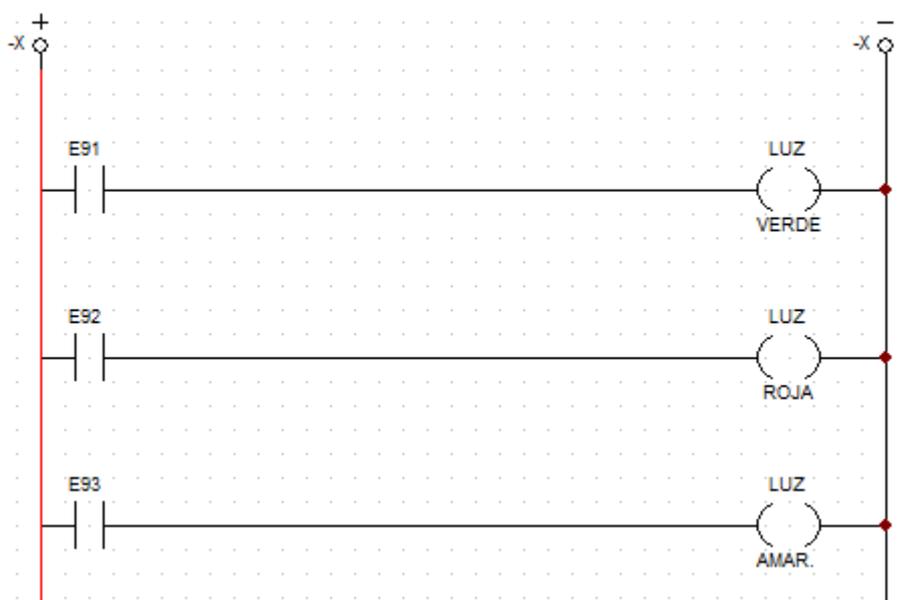


Ladder entradas:





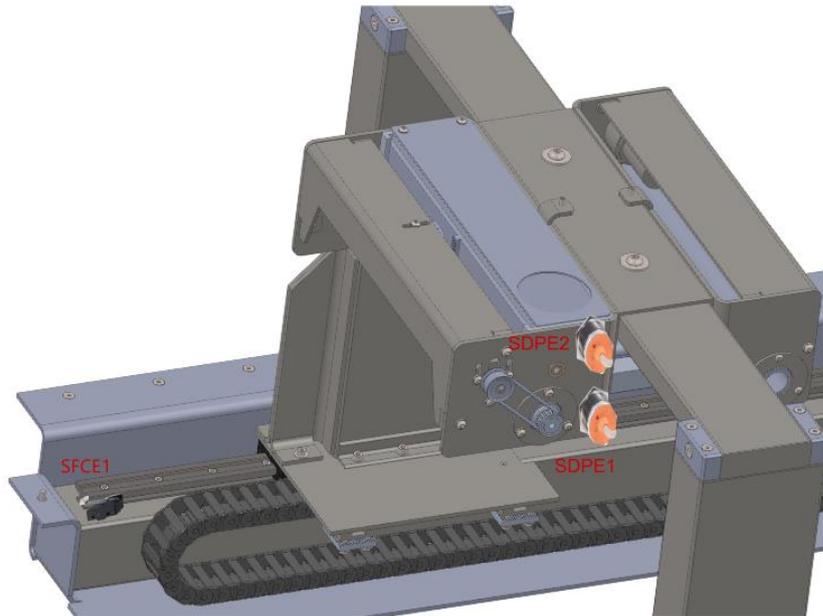
Ladder salidas:



A.5.3 Colocación de los sensores

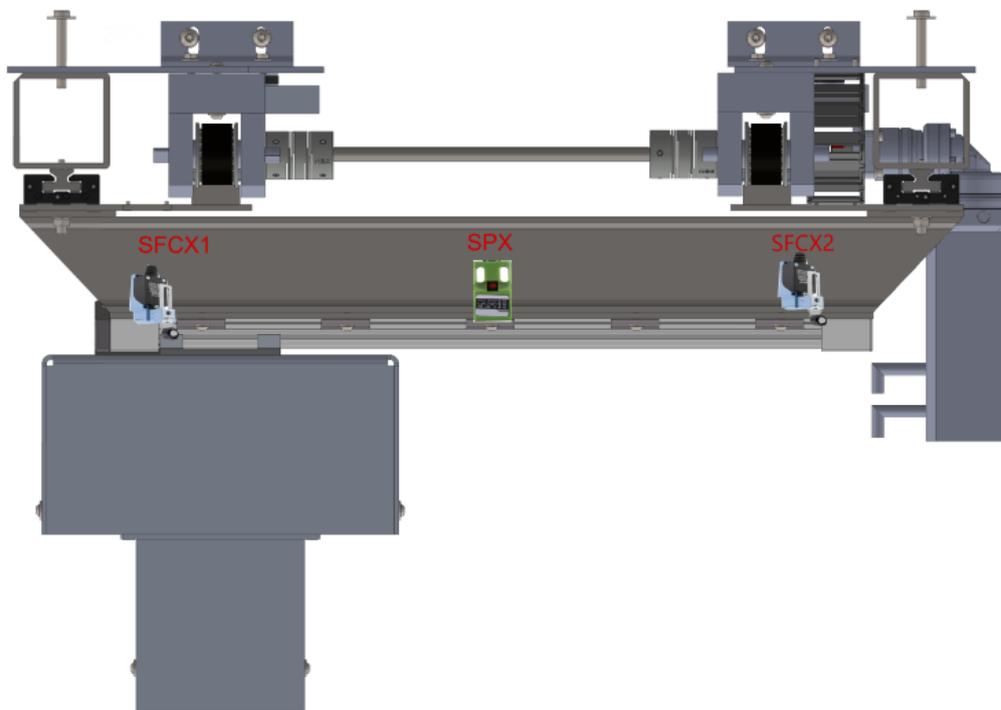
A.5.3.1 Sensores bloque esparcidor

En La siguiente imagen X se puede observar el montaje de los sensores final de carrera SFCE1, quedando fuera de la imagen SFCE2 al otro lado, y los de nivel del depósito de polvo SDPE1 y SDPE2 los cuales serían de tipo capacitivo.



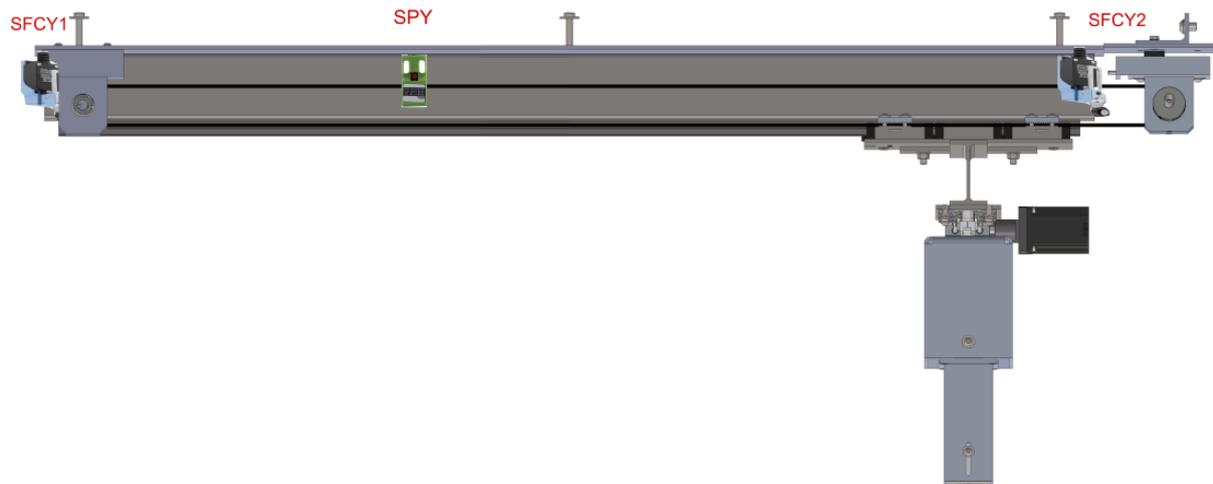
113. Sensores Eje X de impresión

Como se puede observar en la siguiente imagen X, la imagen ilustra la vista frontal del eje de impresión X. En él se instalarían tres sensores inductivos que detectarían el soporte metálico al pasar. Estos sensores serían los llamados SFCX1, SFCX2 y SPX. En este caso SPX sería el encargado de



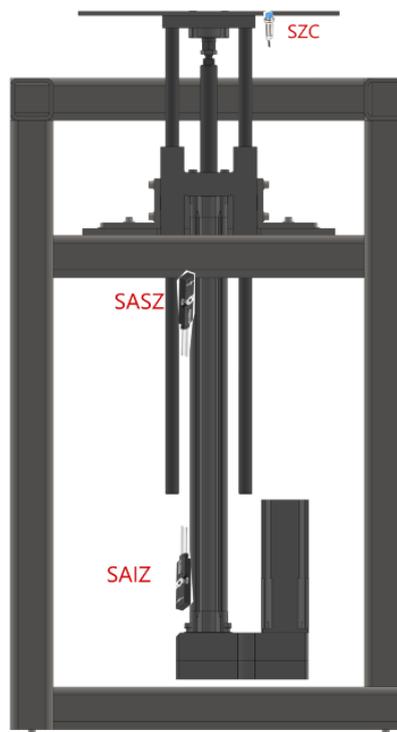
114. Sensores Eje X de

En la ilustración X se puede observar los distintos sensores tipo final de carrera llamados SFCY1, SFCY2 y finalmente SPY de tipo inductivo. Este último se encargaría de dar señal en el punto exacto en el eje Y donde se encontraría el recipiente purgador.



115. Sensores Eje Z

En la siguiente ilustración X se puede observar la colocación de los sensores en el eje Z. En la parte inferior tendríamos SAIZ con el fin de detectar la parte cuando el vástago llega a final de recorrido en cambio por encima tendríamos SASZ, con la misma función, pero en su parte superior. Ambos sensores serían de tipo magnetoresistivo. Por último, tendríamos SZC de tipo inductivo el cual detectaría el contacto del eje Z con la cama de impresión.

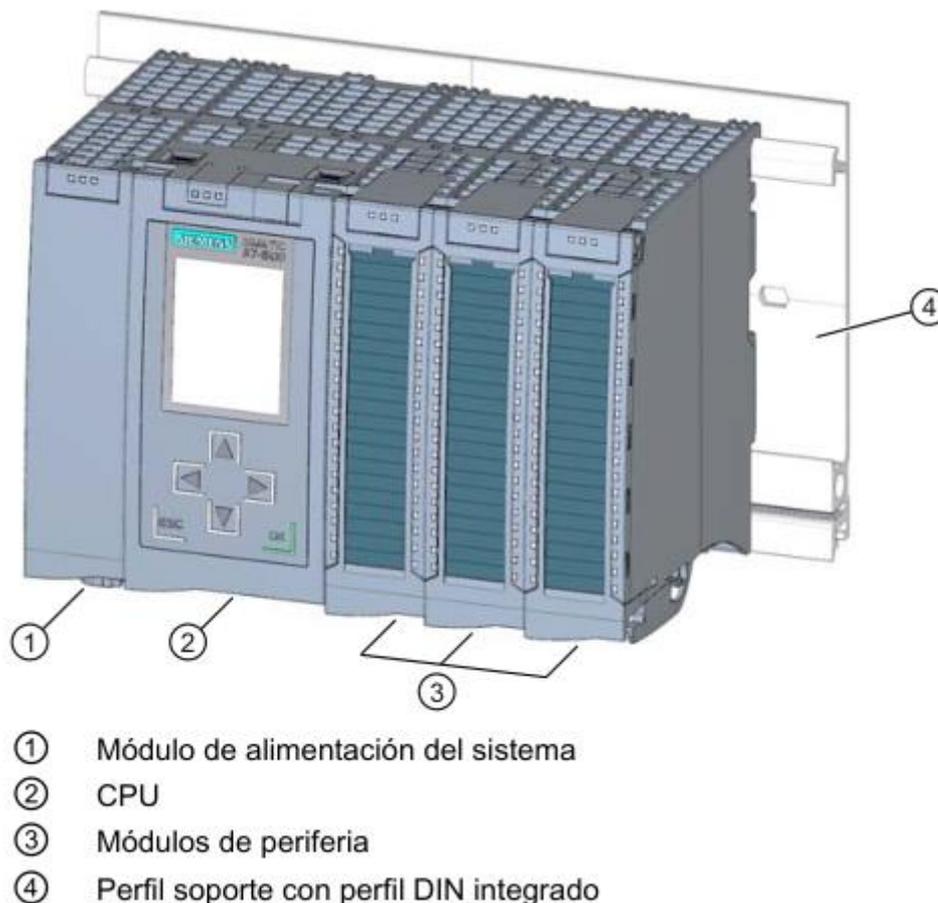


116. Sensores en el eje z

A5.4 Conjunto PLC

El conjunto PLC se compone de varios dispositivos, en este caso se montan los siguientes con tal de formar en su conjunto el sistema de automatización:

- CPU
- Fuente de alimentación
- Fuente de carga
- Módulo de entradas digitales
- Módulo de entradas analógicas
- Módulo de salidas analógicas



117. configuración del sistema de automatización S7-1500

A5.4.1 CPU 1511-1 PN

La CPU contiene el sistema operativo y ejecuta el programa de usuario. El programa de usuario se encuentra en la SIMATIC Memory Card y se procesa en la memoria de trabajo de la CPU. Las interfaces PROFINET disponibles en la CPU permiten la comunicación simultánea con dispositivos PROFINET, controladores PROFINET, dispositivos HMI, programadoras, otros controladores y más sistemas. La CPU 1511-1 PN soporta el funcionamiento como controlador IO e I-Device.

Resumen características:

- Tensión de alimentación rango admisible: 20 V DC...28,8 V DC
- Número de bloques: 2000
- Memoria de trabajo para datos: 1 Mbyte
- Memoria de trabajo para códigos: 150Kbytes
- Interfaces: 1x PROFINET
- Número de puertos PROFINET : 2
- Servidor web soportado: SI
- Modo isócrono soportado; Sí

La CPU lleva a cabo las siguientes funciones:

- Comunicación
 - o Interfaces: La CPU 1511-1 PN tiene una interfaz PROFINET (X1) con dos puertos (P1R y P2R)
- Servidor web integrado: La CPU es accesible para fines de diagnóstico a través de un servidor web integrado.
- Funcionalidad Trace
 - o Todas las CPU del sistema de automatización S7-1500 soportan la función Trace. La funcionalidad Trace soporta la búsqueda de fallos y la optimización del programa de usuario, en particular con control de movimiento o aplicaciones de regulación.
- Tecnología integrada
 - o Motion control
 - o Funcionalidad de regulación integrada
 - o Regulador de temperatura integrado
- Diagnóstico de sistema integrado
 - o Los avisos para el diagnóstico de sistema los genera automáticamente el sistema
- Seguridad integrada:
 - o Protección de know-how
 - o Protección contra copia
 - o Protección de acceso
 - o Protección de la integridad
 - o
- La CPU 1511-1 PN soporta las siguientes funciones adicionales:
 - o Actualización del firmware
 - o PROFIenergy
 - o Shared Device
 - o Control de configuración
 - o Modo isócrono



118. Vista de módulo CPU 1511-1 PN

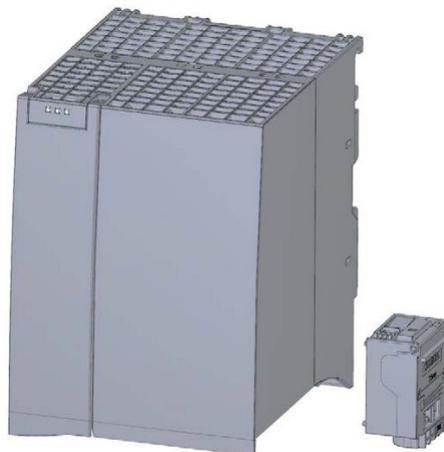
A5.4.2 Fuente de alimentación del sistema PS 60W 24/48/60V DC (PS)

En el sistema de automatización S7-1500 se compone de dos fuentes de alimentación.

La fuente de alimentación del sistema, que se conecta al bus de fondo mediante un conector U, suministra únicamente la tensión de sistema necesaria internamente para el bus de fondo. Esta tensión del sistema alimenta partes de la electrónica del módulo y los LED. Una fuente de alimentación del sistema también puede alimentar CPU o módulos de interfaz no conectados a una fuente de alimentación de carga de 24 V DC.

Características técnicas:

- Tensiones nominales de entrada 24/48/60 VDC
- Potencia de salida 60 W – Puenteo de fallos de red
- Aislamiento galvánico al bus,
- desconexión eléctrica segura según EN 61131-2



119. Vista del módulo PS 60W 24/48/60VDC HF

A5.4.3 Fuente de alimentación de carga PM 70 W 120/230 V AC (PM)

En el sistema de automatización S7-1500 se compone de dos fuentes de alimentación.

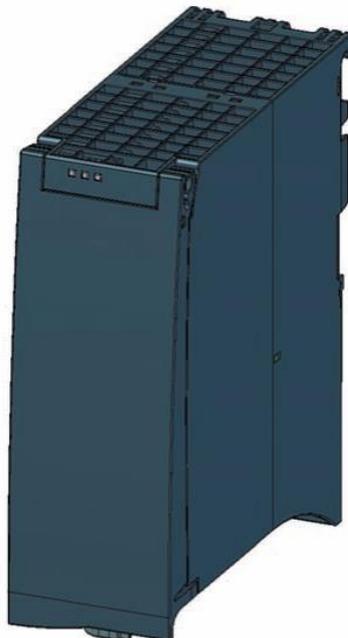
La fuente de alimentación de carga alimenta los circuitos de entrada y salida de los módulos, y los sensores y los actuadores. También se requiere una fuente de alimentación de carga si se desea alimentar con 24 V DC la CPU y la fuente de alimentación del sistema. La alimentación de la CPU con 24 V DC es opcional si la tensión para el bus de fondo se suministra mediante una fuente de alimentación del sistema Fuente de alimentación de carga PM 70 W 120/230 VAC

La fuente de alimentación de carga PM 70 W 120/230 V AC alimenta circuitos de entrada y de salida (circuitos de carga), así como sensores y actuadores. La fuente de alimentación de carga tiene las siguientes características:

Características técnicas:

- Tensión nominal de entrada 120/230 V AC, 50/60 Hz
- Cambio automático de rango de tensión
- Tensión nominal de salida 24 V DC
- Intensidad nominal de salida 3 A
- Potencia de salida 70 W
- Compensación de cortes de red

Imagen estética

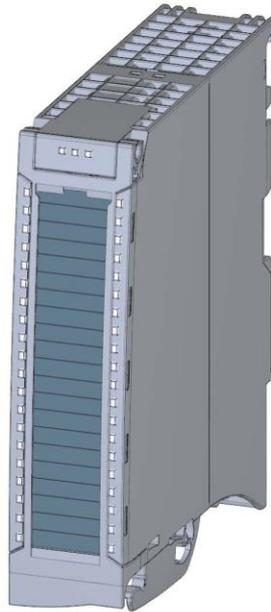


120. Vista de la fuente de alimentación de carga PM 70 W 120/230 V AC

A5.4.4 Módulos de entradas y salidas digitales del PLC

El conjunto PLC se compone por módulos, para este caso se necesitarían tres módulos, el módulo digital, y los módulos analógicos de entradas y salidas

El aspecto de los tres tipos es estéticamente es el mismo, así como se muestra en la siguiente imagen



121. Imagen estética S7-1500/ET200MP

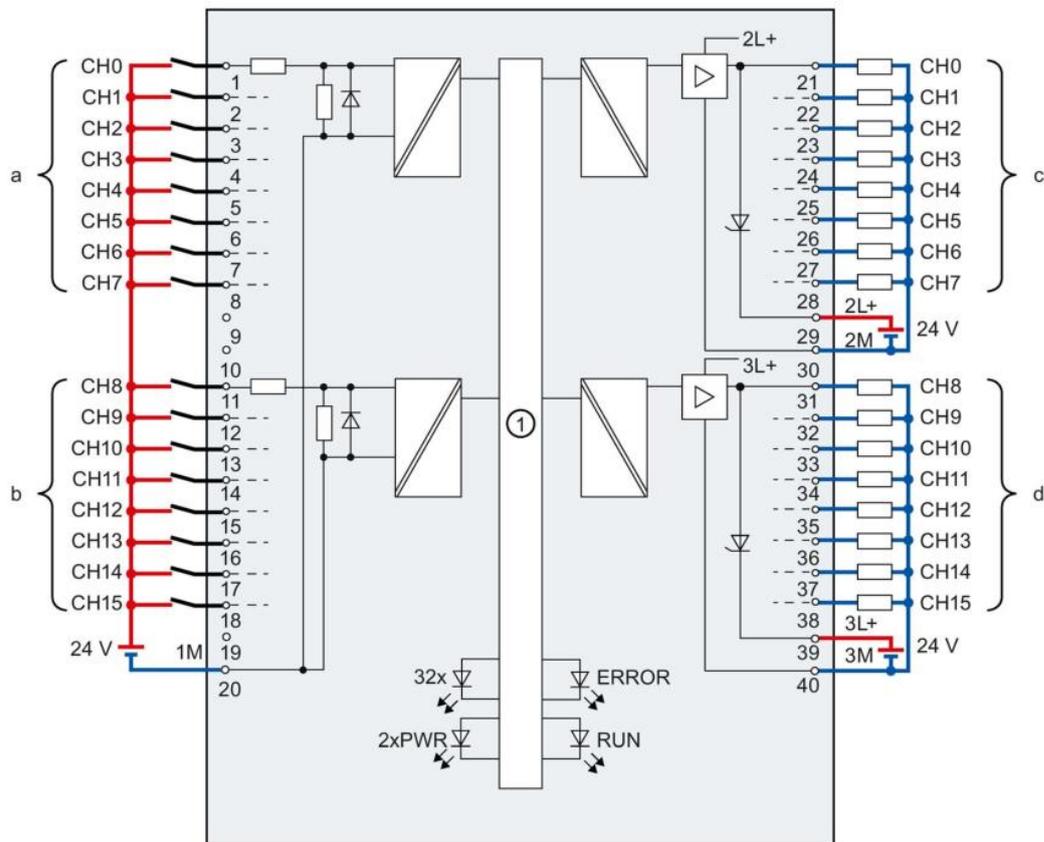
S7-1500/ET 200MP Modelo DI16x24VCD/DQ 16x24VCD/0.5A BA

El módulo tiene las siguientes características técnicas:

- Entradas digitales
 - 16 entradas digitales, aisladas en grupos de 16
 - Tensión nominal de entrada 24 V DC
 - Adecuado para interruptores y detectores de proximidad a 2, 3 o 4 hilos
 - Salidas digitales
 - 16 salidas digitales, aisladas en grupos de 8
 - Tensión nominal de salida 24 V DC
 - Intensidad nominal de salida 0,5 A por canal
- Adecuado para electroválvulas, contactores de corriente continua y lámparas de Señalización.

Esquema eléctrico y esquema de principio

La siguiente figura muestra la manera de conectar el módulo y la asignación de los canales a las direcciones (byte de entrada a y b, byte de salida c y d)



①	Bus de fondo	CHx	Canal o LED de estado de canal (verde)
xL+	Tensión de alimentación de 24 V DC	RUN	LED indicador de estado (verde)
xM	Masa	ERROR	LED indicador de error (rojo)
		PWR	LED de tensión de alimentación POWER (verde)

122. Ilustración

A.5.5 Controlador motores

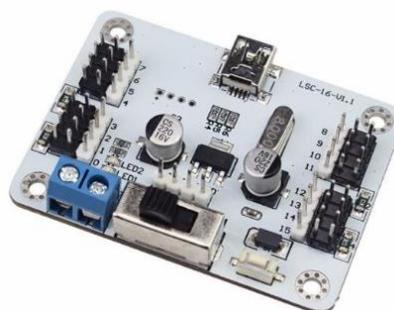
En la máquina funcionan motores de cuatro tipos:

- Servomotores: Ejes esparcidor, "Y"
- Motores paso a paso: Eje Z y tolva
- Servo motor 90°: puerta esparcidora
- Motor continua DC: tubo esparcidor

Solo el último no llevaría un controlador, en la siguiente tabla se muestran los diferentes controladores.

<p>Ejes esparcidor e "Y" Impresión</p>	 <p>123. SINAMICS S120 POWER MODULE</p>
<p>Eje X Impresión</p>	 <p>124. Drylin D1 dryve</p>
<p>Eje Z</p>	 <p>125. CMMO-ST-C5-1-LKP</p>
<p>Motor tolva polvo</p>	 <p>126. Arduino convencional</p>

Puerta
esparcidor
a



127. Controlador digital LSC-16 de servomotores 16 canales

A.5.6 Información Sensores

Toda la información que necesita el autómatas programable para poder enviar las órdenes necesarias para el proceso de ionizado tiene que obtenerse de algún modo. Para esto, existen distintos tipos de sensores, que permiten identificar distintos parámetros y situaciones y convertirlos en una señal eléctrica para que los autómatas puedan utilizar dicha información.

En automatización, los sensores más utilizados son los detectores, que són aquellos que proporcionan una salida lógica, ya que proporcionan una información muy simple y clara, muy adecuada para la lógica secuencial utilizada en este tipo de sistemas.

En función del parámetro que son capaces de detectar existen distintos tipos. Los más habituales en automatización son los siguientes:

Detectores de posición electromecánicos

Estos sensores, también llamados finales de carrera, son elementos electromecánicos que permiten detectar si un elemento móvil se encuentra en una posición concreta o no. Requieren de un contacto físico para generar la señal eléctrica.



128. Detectores de posición electromecánicos

A5.6.1 Detectores de proximidad inductivos y capacitivos

Al igual que los anteriores, estos sensores también permiten detectar si un elemento móvil se encuentra en una posición determinada, pero en este caso, no es necesario el contacto con el elemento, ya que son capaces de detectar la presencia del mismo a una cierta distancia. Se pueden encontrar dos tipos de sensores de proximidad, los inductivos, que únicamente permiten detectar elementos metálicos, y los capacitivos, que pueden detectar todo tipo de materiales.



129. Detectores de proximidad inductivos y capacitivos

A.5.6.2 Detectores magnéticos

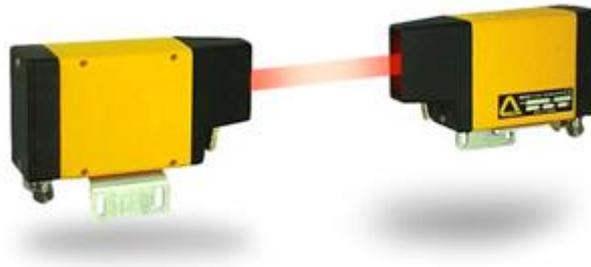
Este tipo de sensores se asemejan a los detectores de proximidad, pero requieren que el elemento a detectar contenga un imán, ya que utilizan la corriente que genera el campo magnético para generar la señal eléctrica.



130. Detectores magnéticos

A5.6.3 Detectores fotoeléctricos

Los sensores fotoeléctricos están formados por un elemento que emite un haz de luz (emisor) y otro elemento que detecta dicho haz de luz (receptor). Cuando un objeto interrumpe la recepción del haz por parte del receptor, significa que el objeto se encuentra en la posición controlada. De esta forma, este tipo de sensores también permite conocer si un elemento móvil se encuentra en una posición concreta o no, sin necesidad de contacto físico.



131. Detectores fotoeléctricos

A.5.6.4 Detectores de ultrasonidos

Este tipo de sensores también incluyen un elemento emisor y otro receptor. En este caso, el emisor genera un ultrasonido que el receptor no percibe. Cuando un objeto cruza la dirección del ultrasonido, éste es rebotado y el receptor capta la señal del mismo, generando la señal eléctrica correspondiente.



132. Detectores de ultrasonidos

A.5.6.5 Detectores de nivel

Se trata de un tipo de sensores característicos destinados a detectar cuando el nivel de un líquido ha alcanzado una posición determinada. Existen varios tipos, pero los más usuales son los inductivos, los capacitivos, los de boya por contacto y los de ultrasonidos.



133. Detectores de nivel

A5.6.6 Transductores de posición

Otro tipo de sensores, que són capaces de determinar la posición concreta de un elemento y no únicamente una señal lógica, son los transductores de posición. Este tipo de sensores permiten determinar un cierto número de posiciones en desplazamiento lineal o giratorio, por lo que son adecuados para determinar la posición que tiene una pieza o sistema en cada momento.

Existen transductores de posición lineales, aunque los más habituales son los angulares. De estos últimos, los más habituales son los encoders, los resolvers y los potenciómetros.

Los sistemas incrementales o encoders utilizan un disco ranurado, por donde pasa un haz de luz, lo que permite contar el número de ranuras que ha atravesado el giro, por lo tanto puede determinar el ángulo girado por la pieza.

Los resolvers son otro tipo de sensores que basan su funcionamiento en el uso de bobinas y en la variación de la tensión que circula por cada una de ellas en función de la posición angular de la pieza conectada.

Los potenciómetros utilizan una resistencia variable, la cual genera una tensión variable en sus extremos. Dicha tensión es proporcional al desplazamiento realizado por la pieza, lo que permite determinar su posición.

A continuación, se muestra una tabla con la comparación de las características de cada uno de estos tipos de transductores de potencia:

<i>Transductor</i>	<i>Robustez mecánica</i>	<i>Rango dinámico</i>	<i>Resolución</i>	<i>Estabilidad térmica</i>
Encoder	Mala	Media	Buena	Buena
Resolver	Buena	Buena	Buena	Buena
Potenciómetro	Regular	Mala	Mala	Mala

6. ANEXO SISTEMA ELÉCTRICO

A6.1 Introducción

En este Anexo se pretende mostrar la parte de la máquina relacionada con el sistema eléctrico. Debido a que este presente trabajo es académico del Máster en diseño y fabricación, donde el diseño de instalaciones eléctricas no ha sido especialización, queda fuera de alcance estudios relacionados con aspectos avanzados de Ingeniería Eléctrica y diseño de armarios eléctricos.

El diseño del circuito eléctrico consta de dos líneas principales. Por un lado, la línea de motores y por otras componentes de control y motores pequeños. En la siguiente imagen X se puede observar la tabla de separación entre componentes en la línea.

Linea principal	Linea A	Motor Eje esparcidor
		Motor Eje Y longitudinal impresión
		Motor Eje X transversal impresión
		Motor eje Z
		Motor tubo compresor
		Motor tubo esparcidor
		Motor compuerta esparcidor
	Linea B	Autómata
		Sensores inductivos
		Sensores capacitivos
		Finales de Carrera
		Encoders
		Indicador luminoso

A6.2 Prevision de cargas

Con tal de dimensionar la protección requerida para el circuito eléctrico, es necesario calcular el consumo de los elementos de cada línea.

Carga de motores		
COMPONENTE	Potencia nominal (W)	Intensidad demandada (A)
Motor Eje esparcidor	380	1.4
Motor Eje Y impresión	380	1.4
Motor Eje Z	240	5
Motor eje X	120	5
Motor DC esparcidor	9	0.6
Motor DC compresor	9	0.6
Motor deposito tolva	4.8	0.4
Motor puerta esparcidor	1.6	0.35
Total	907	14.15

Carga resto de componentes			
COMPONENTE	Potencia nominal	Número de	Carga total

	(mA)	elemenos	(mA)
Autómata	700	1	700
Detector capacitivo	200	6	1200
Detector final de carrera	2500	4	10000
Encoder	40	2	80
Indicador luminoso	500	1	500
Total			11698

A6.3 Intensidad por línea

Según el reglamento de baja tensión, en el apartado de 47 (Instalación de receptores, motores) es requerido lo siguiente:

Los conductores de conexión alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores de elevación en general, tanto de corriente continua como alterna se computará como intensidad nominal de elevación a los efectos constantes de las cargas nominales multiplicados por un factor de 1.3.

Por lo tanto se procede al cálculo de intensidad por línea y la total

Intensidad por línea A

$$I_{\text{línea eje Z}} = 1.3 \cdot I_{\text{motor eje Z}} = 1.3 \cdot 5 = \mathbf{6.5 A}$$

$$I_{\text{línea eje esp e "Y"}} = 1.25 \cdot I_{\text{motor eje Z}} = 2.5 \cdot 1.4 = \mathbf{3.5 A}$$

$$I_{\text{línea eje X}} = 1.25 \cdot I_{\text{motor eje X}} = 1.25 \cdot 5 = \mathbf{6.25 A}$$

$$I_{\text{línea A}} = I_{\text{línea eje Y}} + I_{\text{línea eje esp e "Y"}} + I_{\text{línea eje Z}} = \mathbf{16.25 A}$$

Intensidad por línea B

$$I_{DC \text{ esp.}} = 1.25 \cdot I_{DC \text{ esp}} = 1.3 \cdot 0.6 = \mathbf{0.75 A}$$

$$I_{DC \text{ comp.}} = 1.25 \cdot I_{DC \text{ comp.}} = 2.5 \cdot 0.6 = \mathbf{0.75 A}$$

$$I_{\text{dep.tolva}} = 1.25 \cdot I_{\text{dep.tolva}} = 1.25 \cdot 0.4 = \mathbf{0.5 A}$$

$$I_{\text{puerta esparc.}} = 1.3 I_X = 1.25 \cdot 0.3 = \mathbf{0.43 A}$$

$$I_{\text{línea B}} = \Sigma \text{componentes eléctricos} + \text{motores} = \mathbf{11.7 A}$$

$$I_{\text{línea B}} = \mathbf{14.13 A}$$

A6.4 Protección de la instalación

Es imprescindible y requerido por el Reglamento de baja tensión que todos los elementos que forman la máquina estén protegidos frente a sobrecargas o cortocircuitos. Debido a que varias causas, se puede dar que los conductores de línea puedan estar sometidos a intensidades mayores de las que la instalación admite o que se produzca un cruce de fases por cualquier componente en mal estado en la máquina o accidente.

Para asegurar protección se utiliza un componente llamado magnetotérmico.

Como es requerido, la función principal de este dispositivo es servir de protección a las instalaciones eléctricas en caso de que haya un cortocircuito o sobretensiones. Cuando

detectan que la intensidad es más elevada de lo que debería y se produce una sobrecarga o un cortocircuito, se abre el circuito y el interruptor se baja. Aunque es preciso indicar que también se puede desconectar manualmente en caso de que fuera necesario.

Descripción de las partes que componen el magneto térmico y su función

- Efecto Magnético

Esta parte se compone de un núcleo de hierro que tiene una bobina de alambre alrededor, dando lugar a un electroimán. Se encarga de la protección magnética del aparato. ¿Cómo? Cuando se produce un cortocircuito, indica que la corriente que va por el circuito ha superado los valores máximos establecidos. Esto implica que la bobina atraiga el núcleo instantáneamente, y hace que se dispare el magnetotérmico para cortar la corriente.

Esta parte del aparato es la que proporciona protección al circuito frente a cortocircuitos.

- Efecto Térmico

Si la causa de que se superen los valores determinados es una sobrecarga, la parte del bimetálico se calienta. Como consecuencia de ello, se curva, lo que provoca la apertura del circuito y hace que salte la palanca.

Una vez es sabida la corriente de pasada por línea ya es posible seleccionar el dispositivo de protección magnetotérmico. LA intensidad admisible del componente deberá ser mayor que la línea calculada.

Selección del magnetotérmico				
COMPONENTE	Intensidad línea(A)	Intensidad admitida magnetotérmico	Nº Polos	Modelo escogido
Línea A	16.25	20A	1P+N	Schneider M9F23220
Línea B	11.7	20A	1P+N	Schneider M9F23220

A6.5 Protección motores

Para proteger los motores, se instalará un guarda motor para cada motor con línea individual.

Un guardamotor es un interruptor termomagnético, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobreintensidades transitorias típicas de los arranques de los motores.

Se selecciona de la misma manera que con los magnetotérmicos.

COMPONENTE	Intensidad motor (A)	Intensidad admitida (a)	Modelo escogido
Motor esparcidor e "Y"	3.5	4-6.3	Schneider Electric GV2ME20
Motor eje Z	6.5	6-10A	DASEB GV2ME14C

Motor eje X	6.25	6-10A	DASEB GV2ME10C

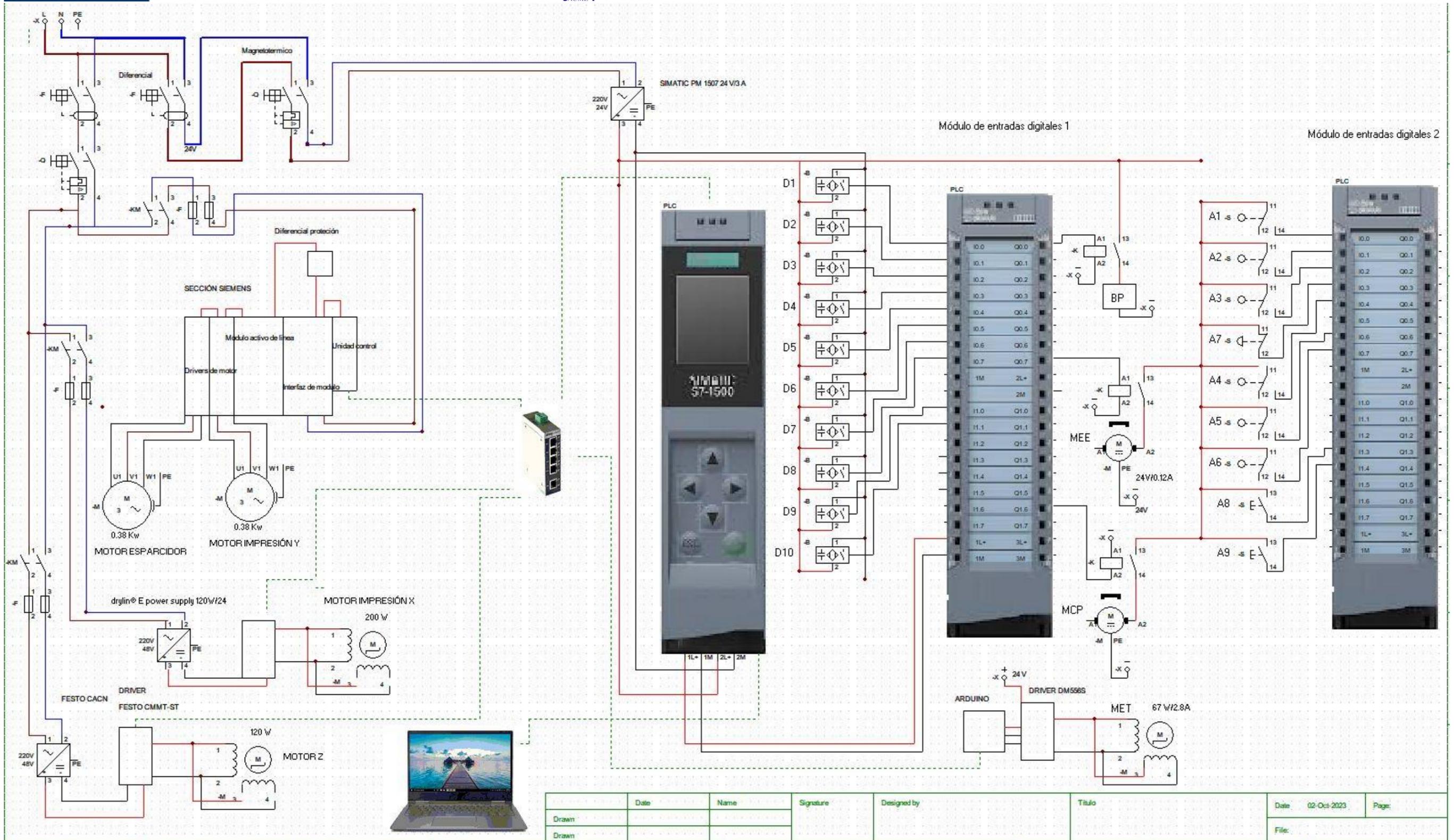
A6.6 Protección contra contactos indirectos

Se instalarán dos interruptores diferenciales, uno para cada línea, con la finalidad de desconectar o cortar el circuito protegido cuando la intensidad por defecto sea superior a la sensibilidad de funcionamiento (Is). Con una sensibilidad de 300mA

	Sensibilidad	Ln(A)	Modelo escogido
Línea A	300mA	40	RCC ABB 2 polos
Línea B	300mA	40	RCC ABB 2 polos

A6.7 Esquema a eléctrico de la máquina

El esquema eléctrico se ha realizado mediante el software CADe SIMU



Drawn	Date	Name	Signature	Designed by	Título	Date	Page
Drawn						02-Oct-2023	
Drawn						File:	

B- ESTADO DE MEDICIONES Y
PRESUPUESTO

A- MEMORIA

7. ANEXO PRESUPUESTO

A7.1 Introducción

Para la elaboración del presupuesto se ha considerado todo aspecto relacionado con la consecución del presente proyecto. Desde la elaboración del diseño hasta la puesta en marcha de la impresora.

En cuanto a los costes por diseño, se considerará una venta de 20 unidades sin mayor inversión en diseño, por lo que se amortizaría a lo largo de ese lote de ventas. El resto de costes va por unidades de manera individual por impresora.

A7.3 Componentes de la máquina

Para calcular el coste de componentes de la máquina se ha hecho una subdivisión entre componentes de fabricación y componentes comerciales a suministrar por proveedores externos

Los precios comerciales se han obtenido de páginas de venta general como RS o directamente de la pagina del comercial como es el caso de IGUS. En algunos casos se ha estimado el precio asemejándolo a otro similar de otra marca.

En el caso de las piezas de diseño propio, la estimación de costes de fabricación se ha tomado como dato de partida la masa (Kg) del componente que muestra el programa de simulación Solidworks.

Una vez conocida la masa del material se procede a aplicar la fórmula que multiplica unos coeficientes de corrección, los cuales tienen en cuenta el material empleado y el tipo de actuación llevado a cabo en su fabricación

$$\text{Coste de pieza} = m \cdot f \cdot p$$

Donde $p = \text{€/kg}$; $m = (\text{Kg})$;

La estimación de los coeficientes aplicados se ha obtenido en base a otras fabricaciones previas en el sector. Partiendo del precio final de la pieza dividido entre la masa por el precio/kg, se obtiene el coeficiente.

Material	Euros/ kg
Aluminio	32.8
Acero inox	36
Abs	20
Acero estructural	15

Nylon	60
-------	----

Técnica d fabricació	COEFICIENTE
Chapa corte laser y doblado acero	4
Corte laser	2
Fresado CNC	20
Mecanizado	10
Impresión 3D	4
Soldadura	2

Tabla precios componentes comerciales

Row Labels	Sum of Coste unitario (€)	Sum of Coste total (€)
Accesorios externos	875.59	2972.09
BANDEJA TECLADO	120.5	120.5
Bisagra	27.5	55
BRAZO PARA MONITOR	202	202
cubiertas	300	1800
KIT FIJACION BANDEJA TECLADO	77.59	77.59
maneta tiradora	5	5
ruedas	143	712
Componentes comerciales		
compresor	110	120
Correa poleas	50	50
Motor	40	40
Polea compresor	10	10
Polea motor 15 dientes	10	20
compresor	25	70
Polea motores tubo comp. y esp.	10	40
Rodamiento tubo compresor	15	30
conjunto eje Z	4421	4421
160*160*8 mm soporte purgador	11	11
base nylon	30	30
Eje Festo conjunto completo	3300	3300
estructura eje perfil s355. 3.7m	300	300
motor eje Z paso a paso	780	780
conjunto motor	1045	2680
Acople barra transmisora-eje	15	60
Acople eje - motor	15	30

Eje Polea	20	160
Goma antivibración	5	80
Motor SIEMENS	650	1300
Polea	15	120
Reductor planetario	300	600
Rodamiento	20	320
Soporte superior conjunto	5	10
Eje esparcidor	119	664
conector viga columna 100x30	36	36
Patín lineal	33	396
Rail	42	168
Tensores correa apriete	8	64
Eje X superior	1987	1987
eje IGUS X SHT-12 husillo	1657	1657
IPE 80	100	100
motor eje X IGUS NEMA 23	230	230
Eje Y superior	108.6	233.2
Brida soporte motor	65.6	131.2
perfil L 38x40	8	32
tubo transmisor	35	70
esparcidor	15	30
Rodamiento tubo esparcidor	15	30
Estructura principal	6000	6000
estructura impresora	6000	6000
Grand Total	14706.19	19177.29

Tabla precios componentes fabricación propia

Row Labels	Sum of Coste unitario (€)	Sum of Coste total (€)
compresor	614	632
Brida rodamiento	18	36
Estructura compresor	360	360
Refuerzo estructura esparcidor	72	72
Rodillo	164	164
conjunto eje Z	5541.2	5631.2
Placa base	2033.6	2033.6
base caja impresión	1312	1312
cama impresión	36	36
cama impresión inferior	36	36
chapa caída polvo	90	180
Conjunto caja impresión	656	656
Ensamblaje eje Z	1080	1080
purgador cabezal impresion	196.8	196.8

rampa extracción cubo	100.8	100.8
conjunto motor	229.6	459.2
Brida soporte motor	65.6	131.2
Soporte principal polea y motor	164	328
Eje Y superior	1055.6	3215.6
caja impresion	270	270
Soporte base	720	2880
soporte cabeza impresión	65.6	65.6
esparcidor	1240	1294
Brida rodamiento	54	108
Deposito polvo	24	24
Eje material	108	108
Estructura esparcidor	576	576
Polea motor elevador	4	4
Puerta esparcidor	16	16
Refuerzo estructura esparcidor	252	252
Rodillo	164	164
Soporte motor elevador	18	18
Tapa depósito	12	12
Tapa superior material	12	12
tracción	1615.2	1903.2
Brida soporte motor	360	360
Eje Polea	131.2	131.2
Placa movimiento patines	72	144
Soporte base	216	432
Soporte principal polea y motor	656	656
Soporte superior conjunto	180	180
Grand Total	10295.6	13135.2

Presupuesto total diseño, mano de obra construcción y puesta en marcha		
Precio (€/h)= 30		
Descrpción	horas	Precio total (€)
conjunto eje impresión "Y" y "X"	15	450
Conjunto eje impresión "Z"	22	660
Conjunto esparcidor	28	840
Componentes externos	15	450
Automatización	40	1200

instalación eléctrica	38	1140
Horas diseño Solidworks	480	14400
TOTAL MANO DE OBRA	638	19140
Presupuesto total		
Descrpción	Precio total (€)	
componentes comerciales	19177.29	
componentes fabricación	13135.2	
Precio mano de obra	19140	
TOTAL	51452.49	

El presupuesto total asciende a un valor de:

**CINCUENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON CUARENTA Y NUEVE
CÉNTIMOS DE EURO**

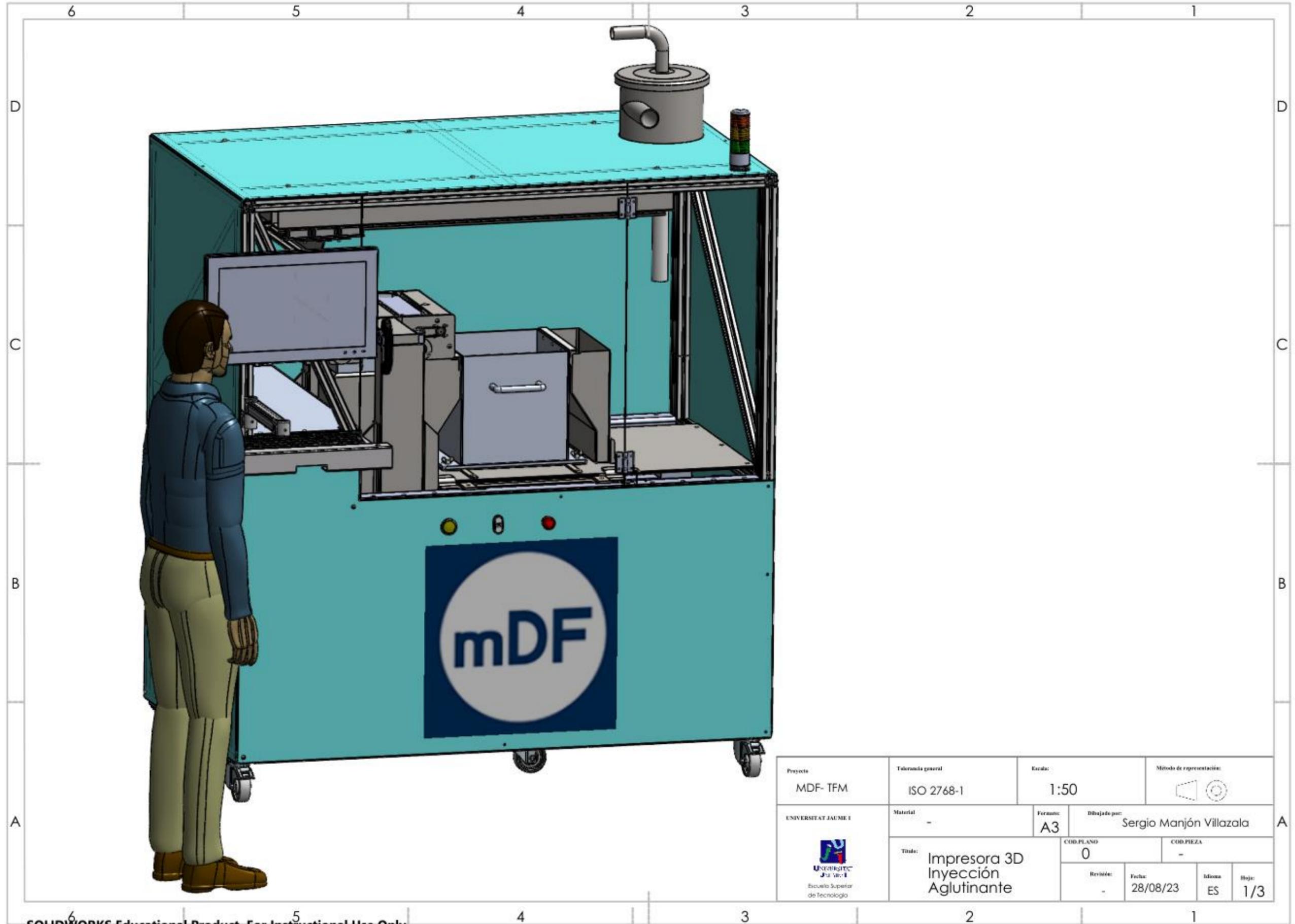
D- PLANOS

8. ANEXO PLANOS

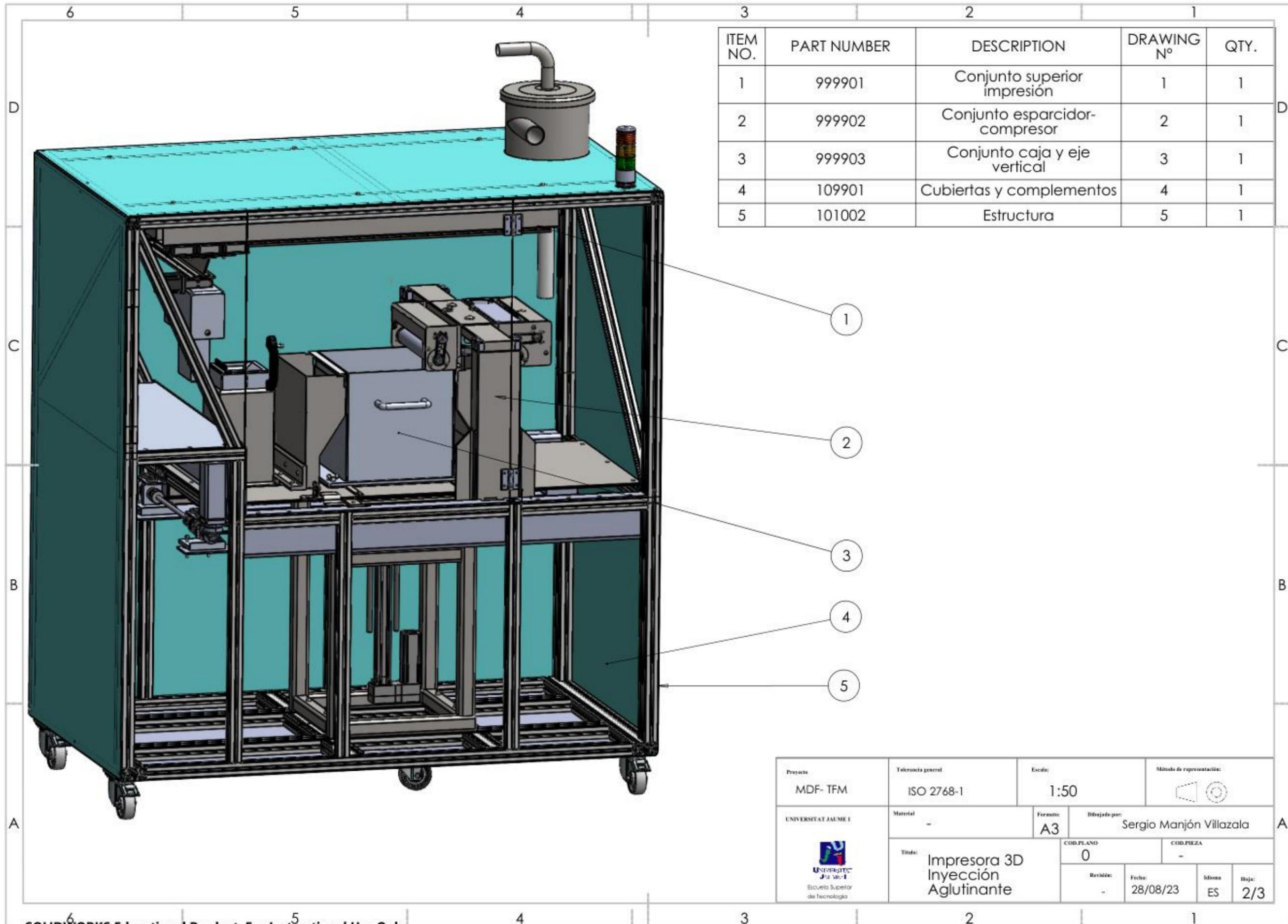
8.1 Numeración de piezas según tipo y fabricación

La numeración de los planos se ha realizado en función de cómo ha sido fabricada, tipo de pieza y de si es un ensamblaje o no. El objetivo es ver a simple vista de numeración, qué uno se puede encontrar antes de ver el plano. Las numeraciones tienen los siguientes significados:

(10) Estructura- <ul style="list-style-type: none"> - (10) Chasis - (20) Conjuntos internos - (30) Estructura - (40) Carcasas - (50) Perfiles -(99) Ensamblaje 	(20) Metal doblado- <ul style="list-style-type: none"> - (10) Placas - (20) Soporte -(99) Ensamblaje
(30) Metal soldado <ul style="list-style-type: none"> - (10) Piezas - (20) Ensamblajes 	(40) Plásticos <ul style="list-style-type: none"> - (10) Placas - (20) Soportes - (30) Tubos -(99) Ensamblaje
(40) Piezas Mecanizadas <ul style="list-style-type: none"> - (10) Piezas - (20) Tubos - (30) Útiles 	
(99) Ensamblajes <ul style="list-style-type: none"> - (10) Ensamblaje motor correas - (20) Ensamblaje Transmisiones - (30) Ensamblaje motor - (40) Caja impresión - (50) Conjunto impresión - (60) Conjunto esparcidor polvo - (70) Conjunto eje Z - (80) Ensamblaje puente - (99) Ensamblajes 	

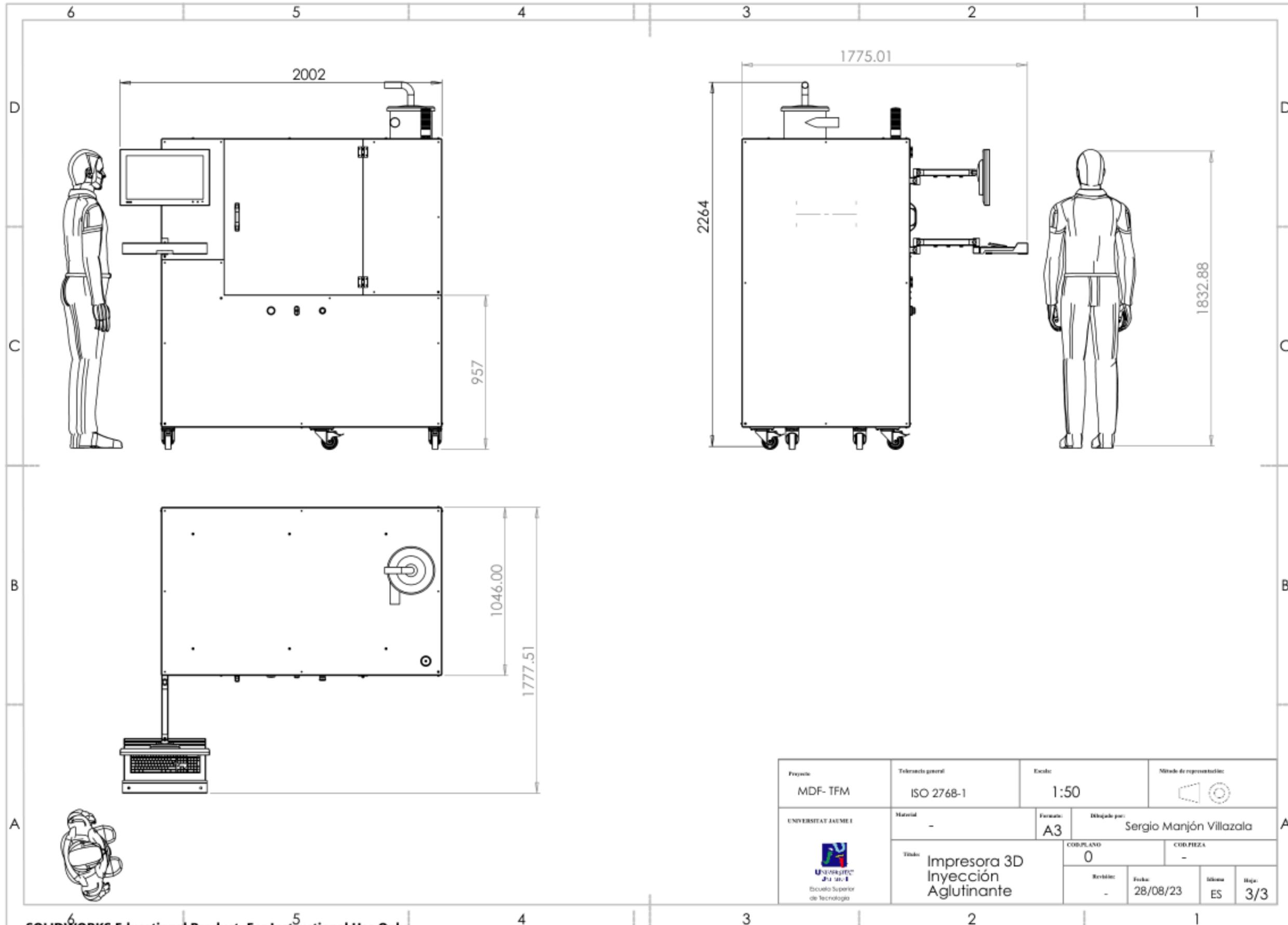


Projecte MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:50	Método de representació:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Format: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Títol: Impresora 3D Inyección Aglutinante	COD. PLANO 0	COD. PIEZA -
		Revisió: -	Fecha: 28/08/23 Idioma: ES Hoja: 1/3



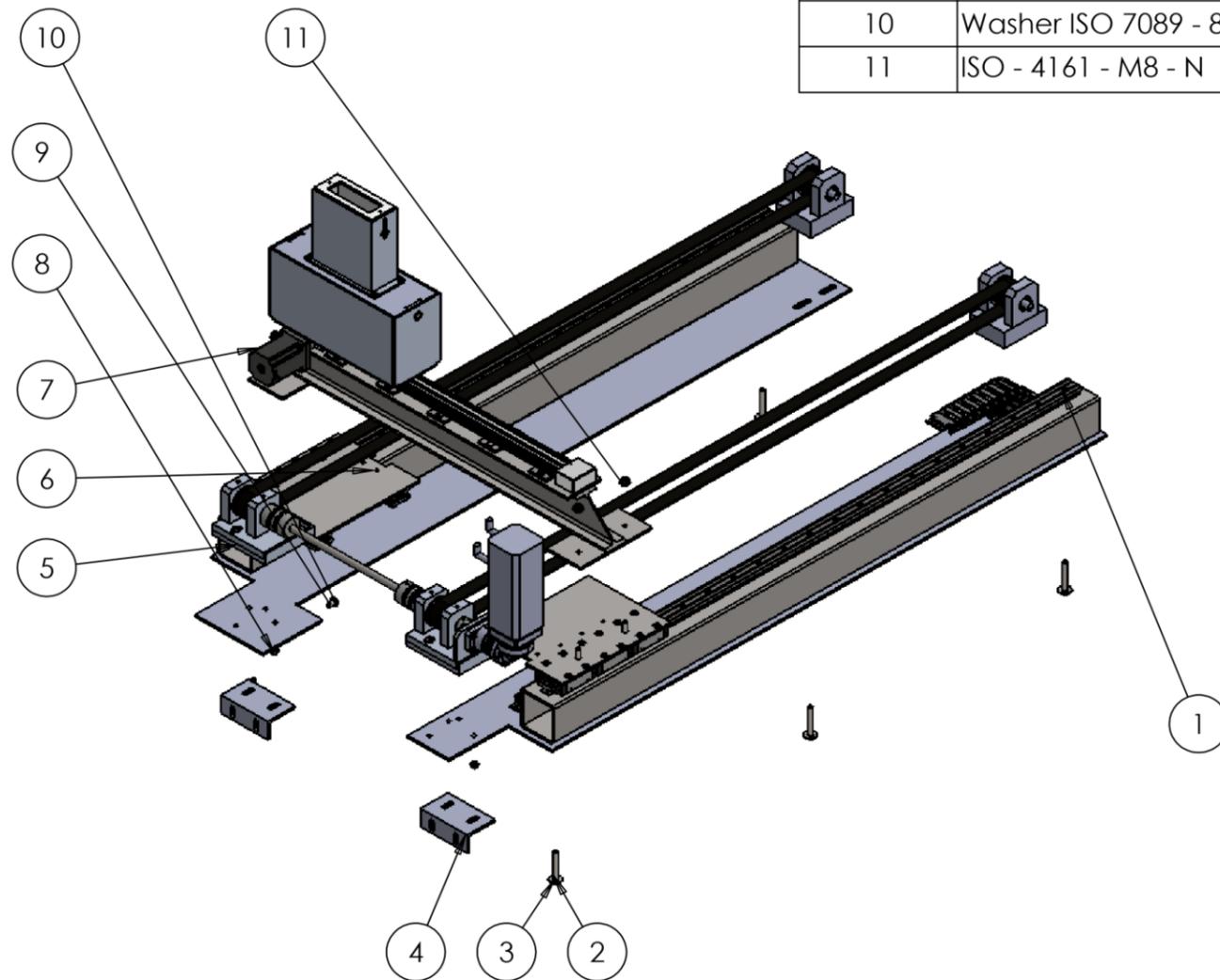
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING Nº	QTY.
1	999901	Conjunto superior impresión	1	1
2	999902	Conjunto esparcidor-compresor	2	1
3	999903	Conjunto caja y eje vertical	3	1
4	109901	Cubiertas y complementos	4	1
5	101002	Estructura	5	1

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala 1:50	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escola Superior de Tecnologia	Material -	Formato A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Impresora 3D Inyección Aglutinante		COD.PLANO 0	COD.PIEZA -
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma: ES	Hoja: 2/3

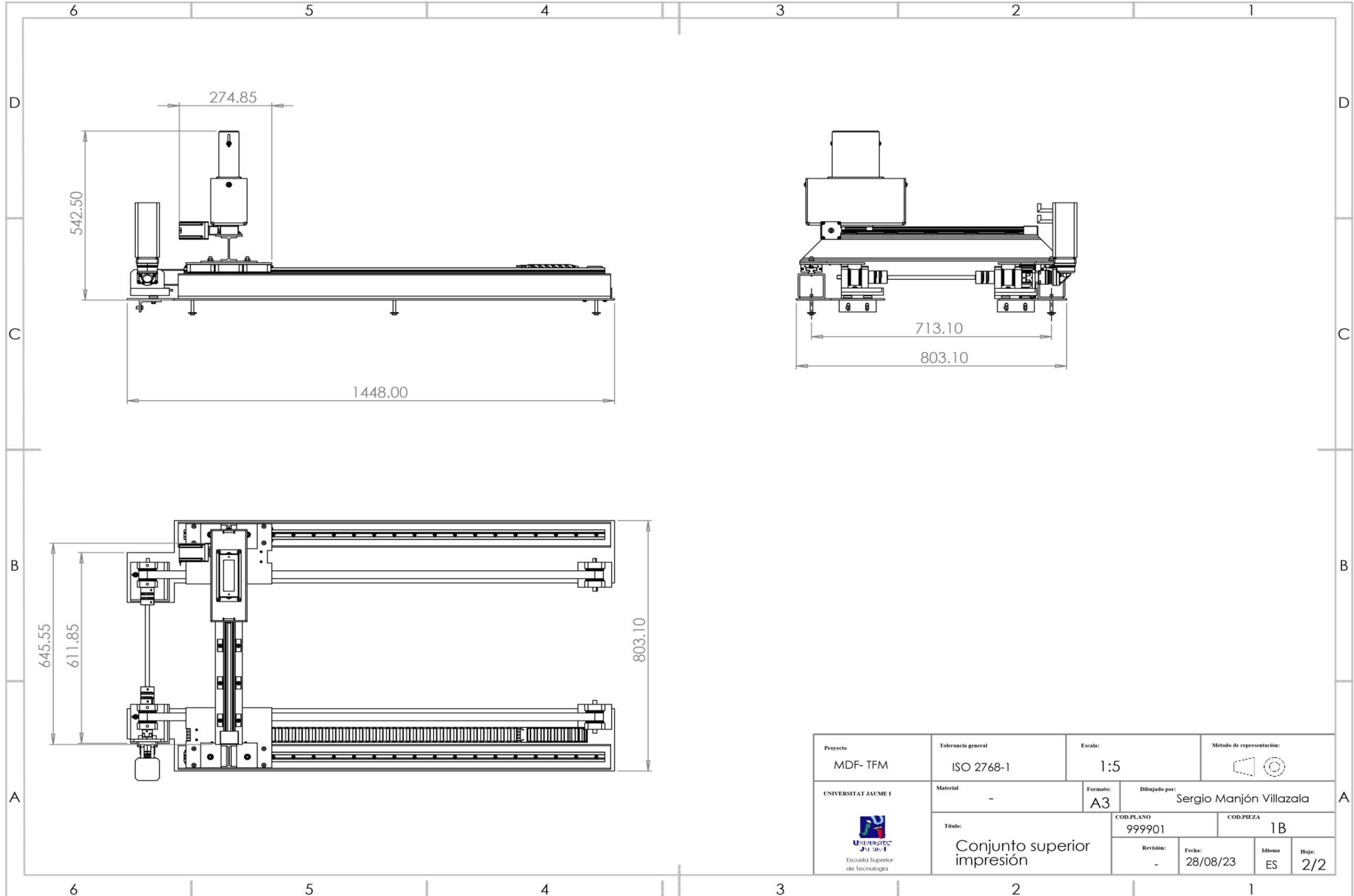


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala 1:50	Método de representación
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Materia -	Formato A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título Impresora 3D Inyección Aglutinante		COD. PLANO 0	COD. PIEZA -
		Revisión -	Fecha 28/08/23
		Idioma ES	Hoja 3/3

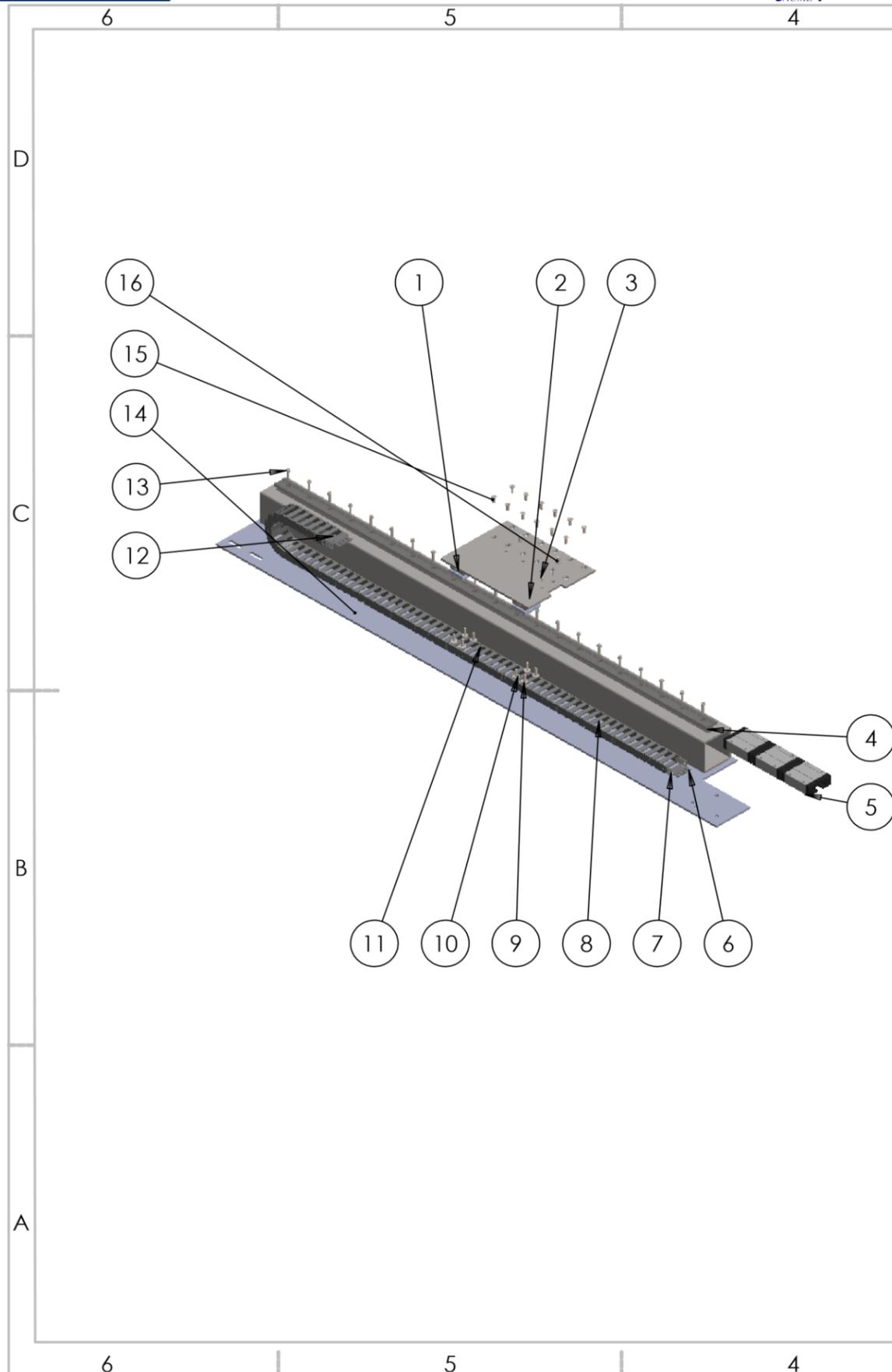
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	992002	Ensamblaje Eje Impresión Derecho	1.1	1
2	Washer DIN 9021 - 8.4	Arandela fijación eje impresión		6
3	DIN 7984 - M8 x 60 --- 22N			6
4	2020012	Perfil L soporte	1.4.1.1.5	2
5	991099	Conjunto Tracción	1.4	1
6	992003	Ensamblaje Eje Impresión Izquierdo	1.2	1
7	995001	Conjunto cabeza impresora	1.3	1
8	ISO - 4161 - M6 - N	Tuerca fijación		4
9	ISO 7380 - M8 x 16 - 16N	Tornillería fijación con soporte		4
10	Washer ISO 7089 - 8			4
11	ISO - 4161 - M8 - N	Tuerca fijación		4



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto superior impresión		COD.PLANO 999901	COD.PIEZA 1
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/2

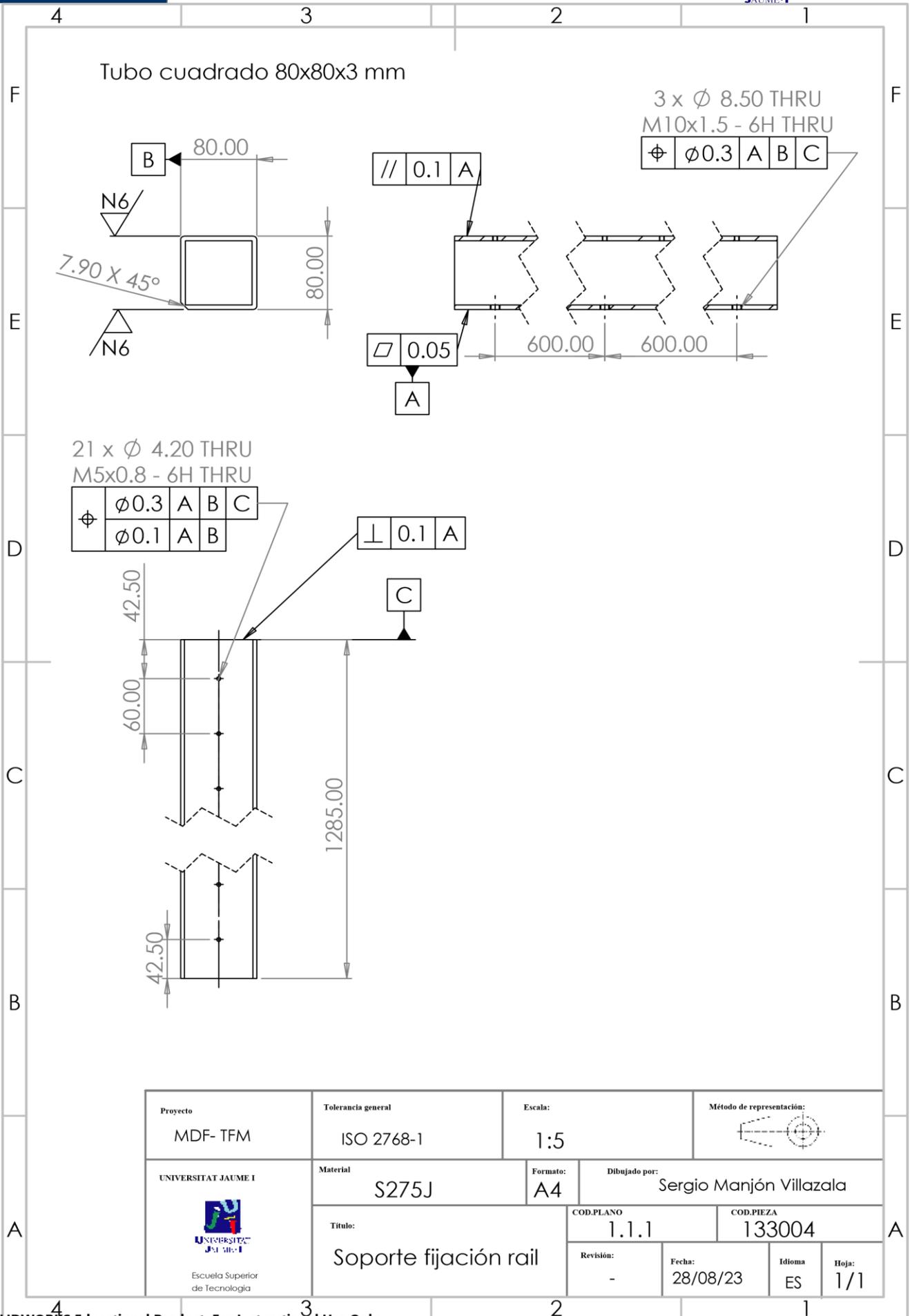


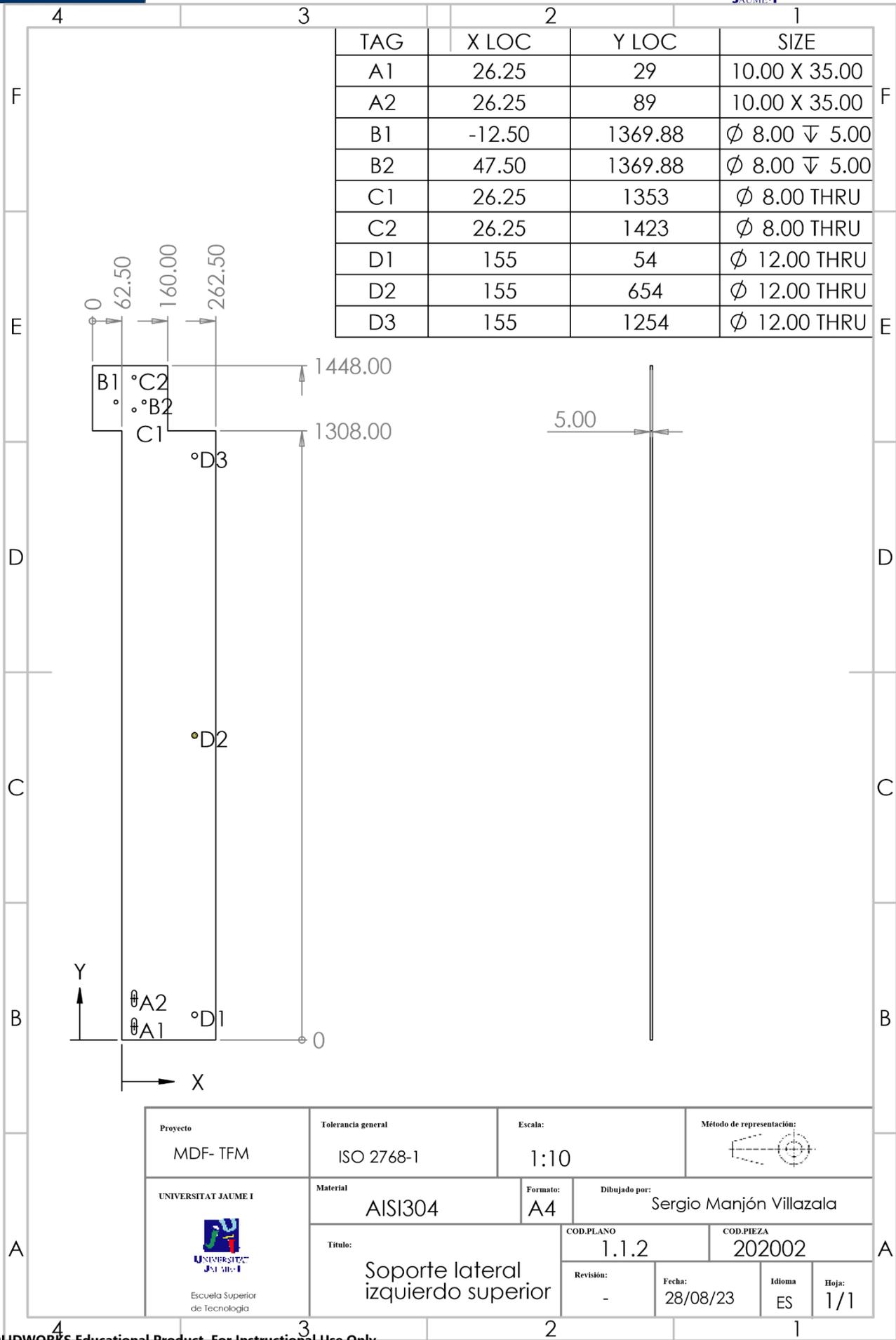
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto superior impresión		COD.PLANO 999901	COD.PIEZA 1B
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 2/2



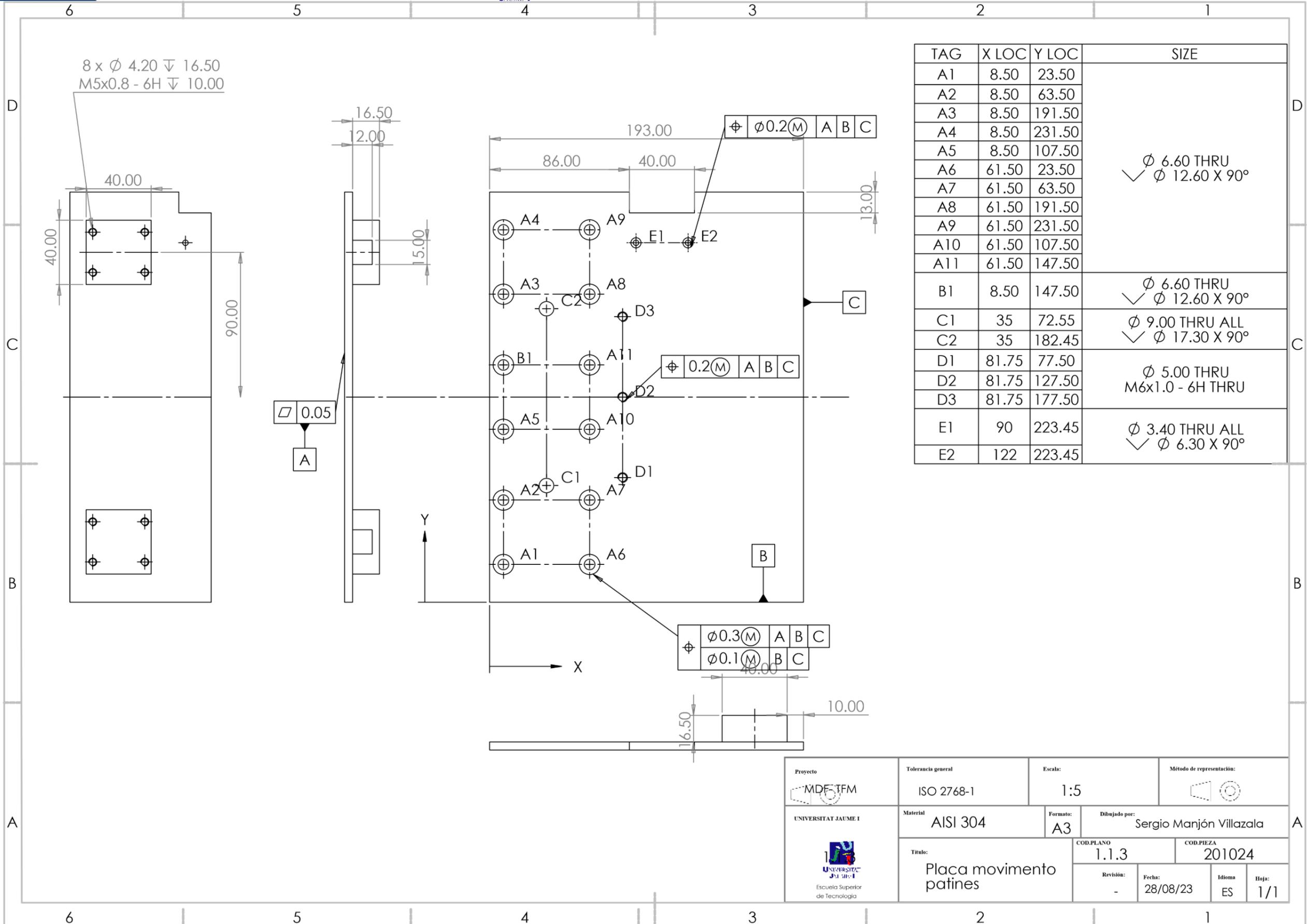
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	PLANO Nº	QTY.
1	201024	Placa movimiento patines	1.1.3	1
2	Tensor rodavigo	Tensor correa		1
3	ISO 10642 - M3 x 10 - 10N	Tornilleria sujeción portacables		2
4	2023_05_01_01_47_05_0512	Guia patines		1
5	2023_06_03_12_52_59_0064.stp	Patín lineal		3
6	2023_06_11_00_07_23_0346	Principio guia cables IGUS		1
7	ISO 10642 - M3 x 16 - 16N	Tornilleria apriete guia cables		1
8	2023_06_04_14_49_32_0993.stp	Eslabón cadena cables		68
9	ISO 7380 - M5 x 20 - 20N	Tornilleria tensor correa		2
10	ISO 10669-5.4-N	Arandelas tensor correa		1
11	1030004	Tubo cuadrado 80x80	1.1.1	1
12	2023_06_11_00_03_01_0667	Final guia cables IGUS		1
13	ISO 4762 M5 x 20 - 20N	Tornilleria guia patines		1
14	202002	Soporte base	1.1.2	1
15	socket countersunk head screw_din	Tornilleria placa movimiento patines		2
16	ISO 10642 - M8 x 25 - 25N	Tornilleria sujeción Columna		

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Conjunto Tracción motor Impresión		COD.PLANO 992002	COD.PIEZA 1.1
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

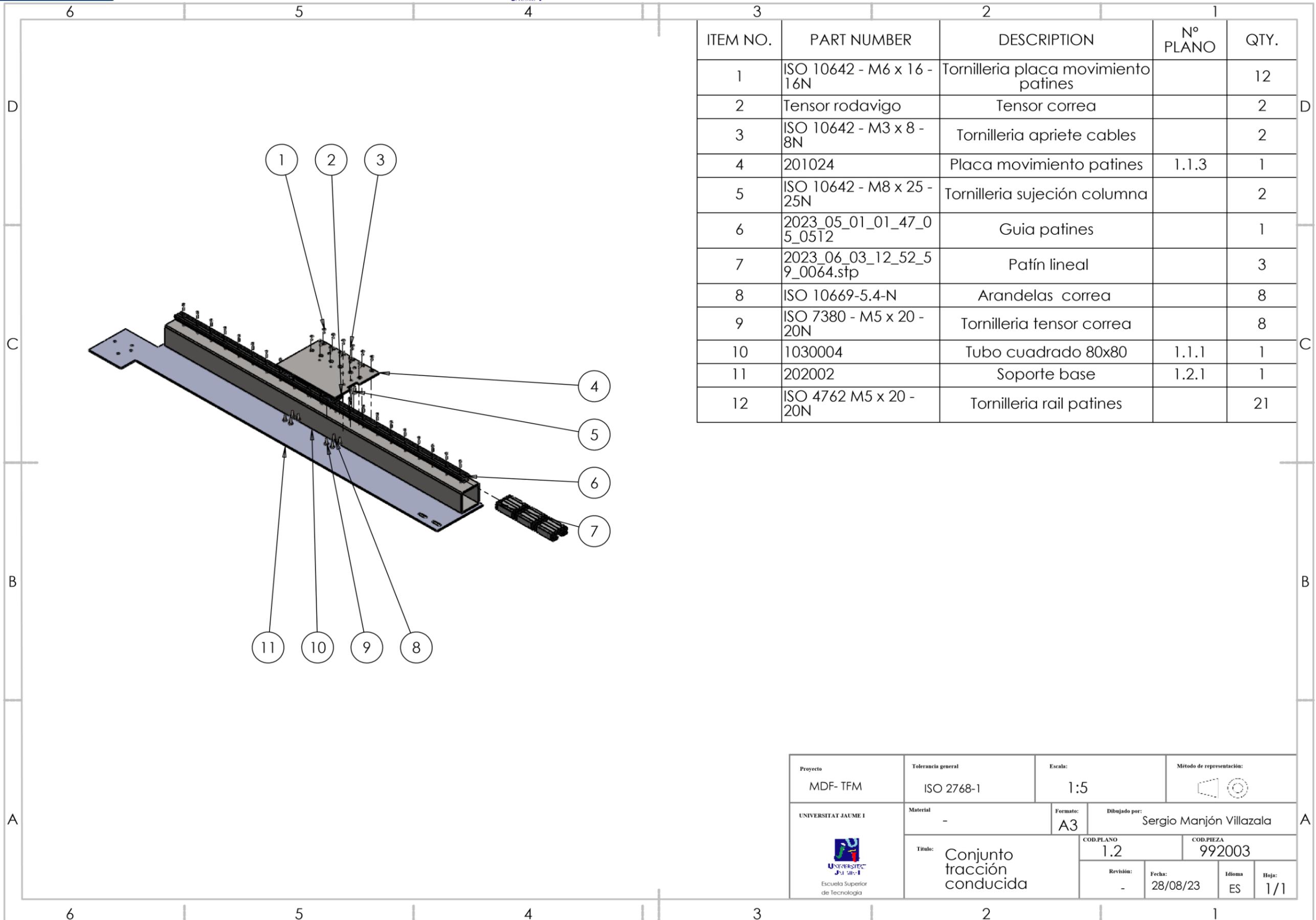




Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación: 
UNIVERSITAT JAUME I  Escuela Superior de Tecnología	Material AISI304	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Soporte lateral izquierdo superior		COD.PLANO 1.1.2	COD.PIEZA 202002
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
		Hoja: 1/1	



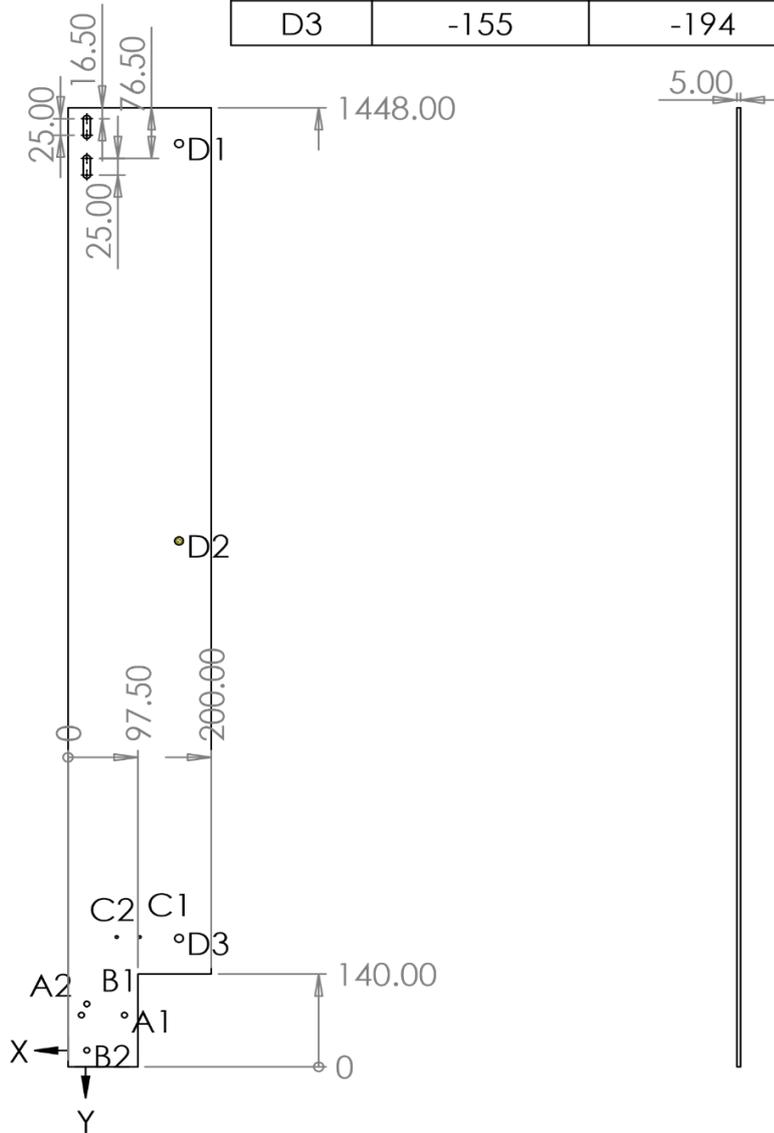
Proyecto MDF TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I	Material AISI 304	Formato A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Título: Placa movimiento patines	COD.PLANO 1.1.3	COD.PIEZA 201024
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES
			Hoja: 1/1



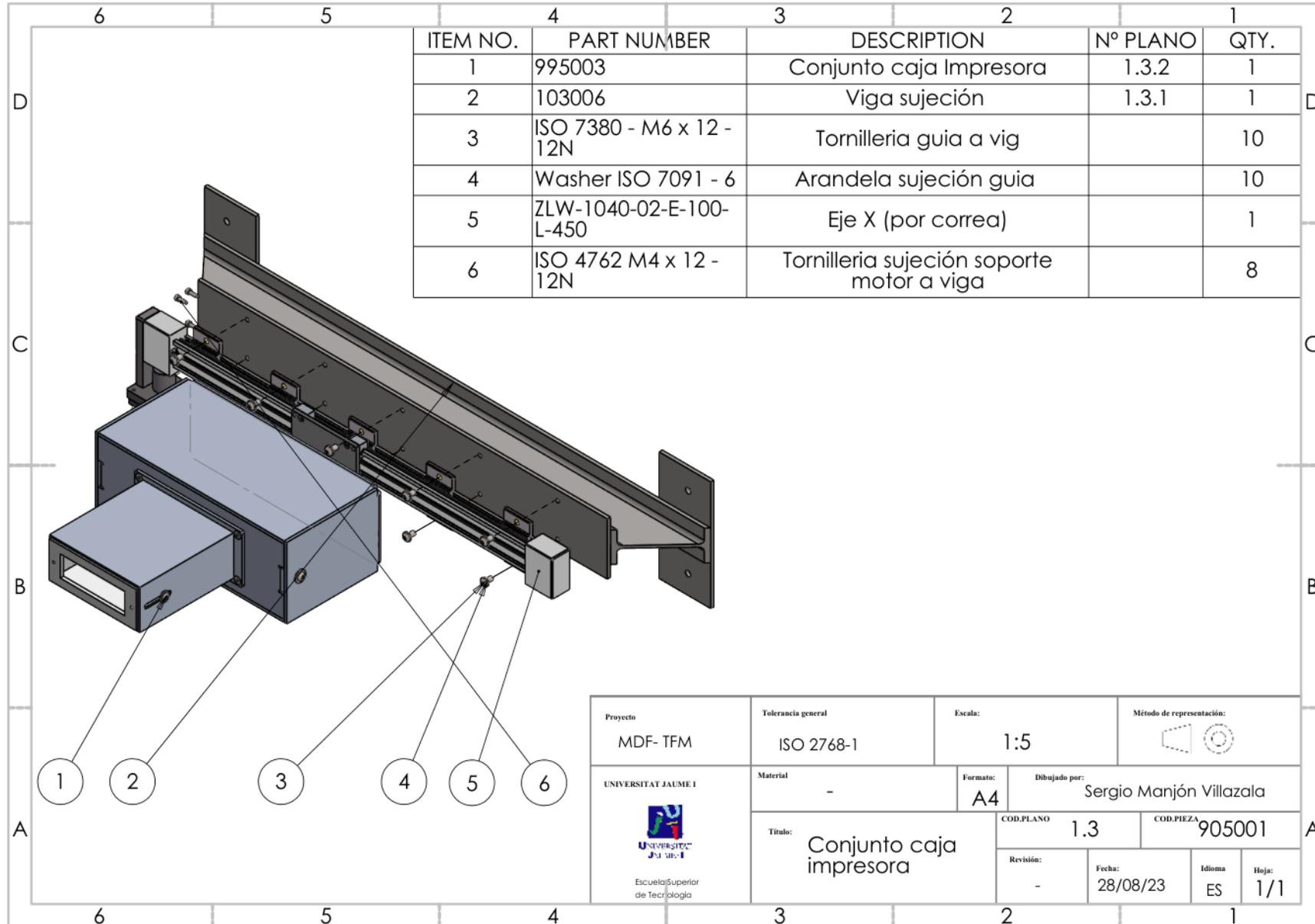
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	Nº PLANO	QTY.
1	ISO 10642 - M6 x 16 - 16N	Tornilleria placa movimiento patines		12
2	Tensor rodavigo	Tensor correa		2
3	ISO 10642 - M3 x 8 - 8N	Tornilleria apriete cables		2
4	201024	Placa movimiento patines	1.1.3	1
5	ISO 10642 - M8 x 25 - 25N	Tornilleria sujeción columna		2
6	2023_05_01_01_47_05_0512	Guia patines		1
7	2023_06_03_12_52_59_0064.stp	Patín lineal		3
8	ISO 10669-5.4-N	Arandelas correa		8
9	ISO 7380 - M5 x 20 - 20N	Tornilleria tensor correa		8
10	1030004	Tubo cuadrado 80x80	1.1.1	1
11	202002	Soporte base	1.2.1	1
12	ISO 4762 M5 x 20 - 20N	Tornilleria rail patines		21

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Conjunto tracción conducida		COD.PLANO 1.2	COD.PIEZA 992003
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

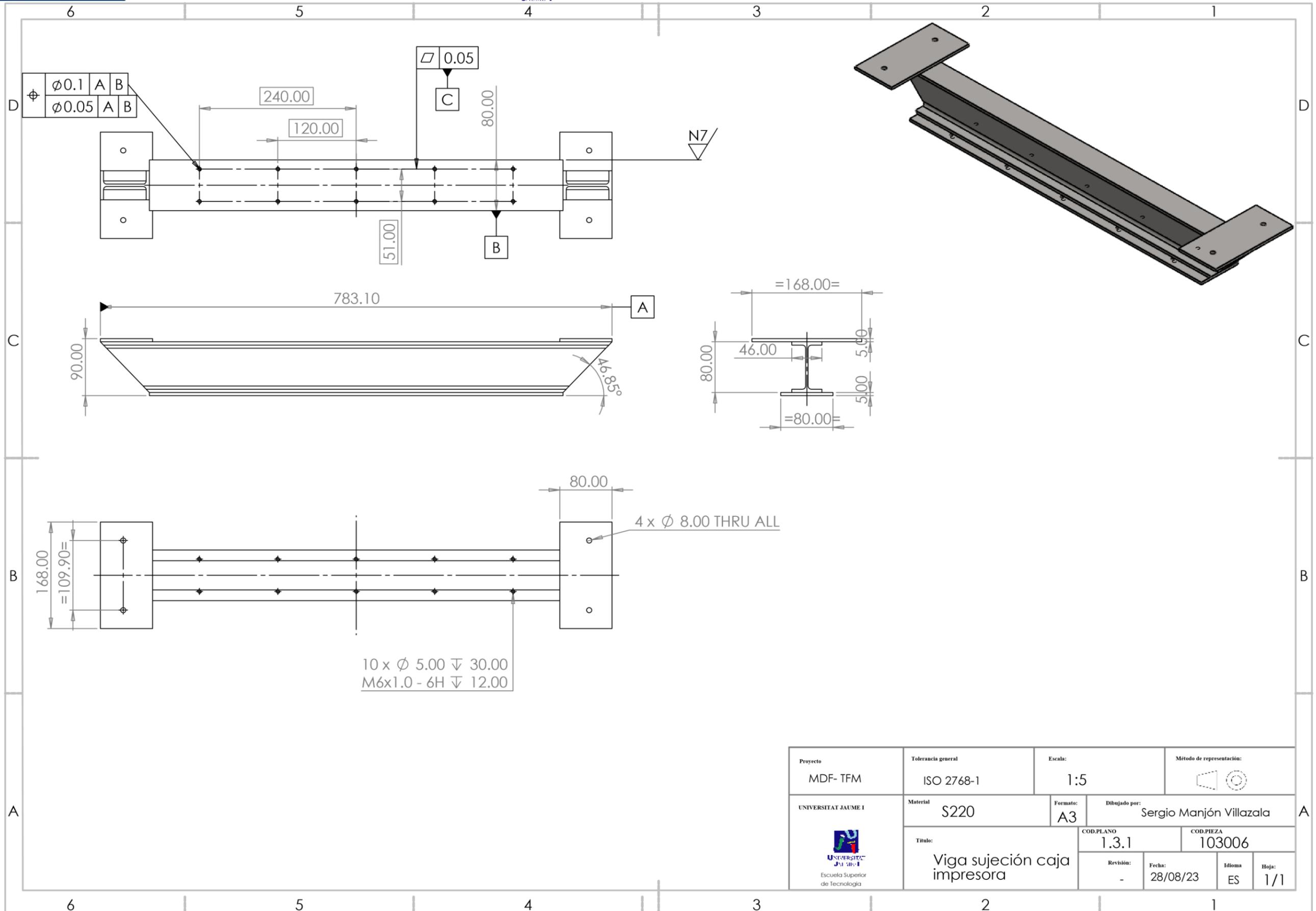
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	-78.75	-78.12	Ø 8.00 ∇ 5.00
A2	-18.75	-78.12	Ø 8.00 ∇ 5.00
B1	-26.25	-95	Ø 8.00 THRU
B2	-26.25	-25	Ø 8.00 THRU
C1	-100	-196	Ø 4.00 THRU
C2	-68	-196	Ø 4.00 THRU
D1	-155	-1394	Ø 12.00 THRU
D2	-155	-794	Ø 12.00 THRU
D3	-155	-194	Ø 12.00 THRU



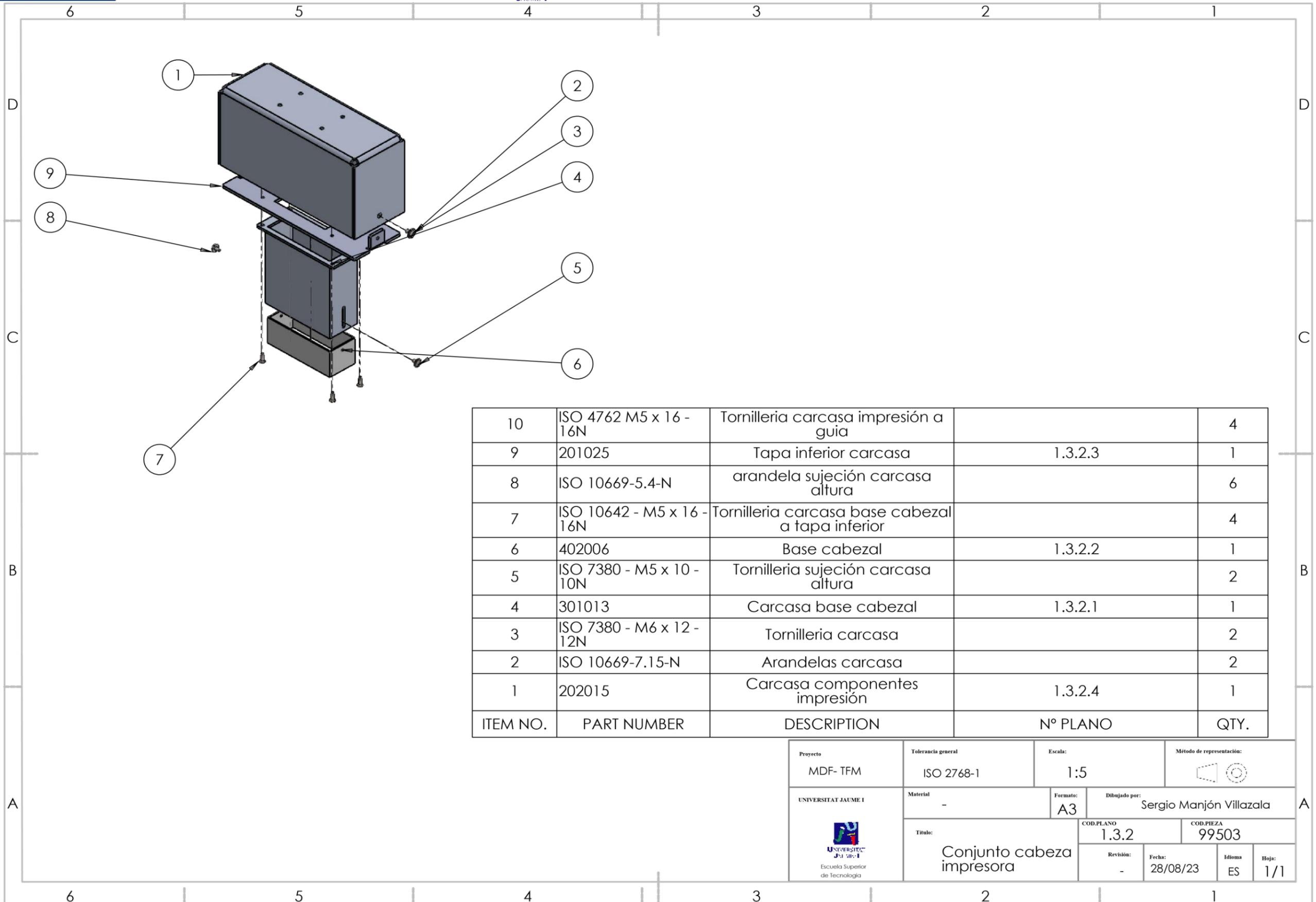
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AISI304	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Soporte lateral derecho superior		COD.PLANO 1.2.1	COD.PIEZA 202002
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma ES
			Hoja: 1/1



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

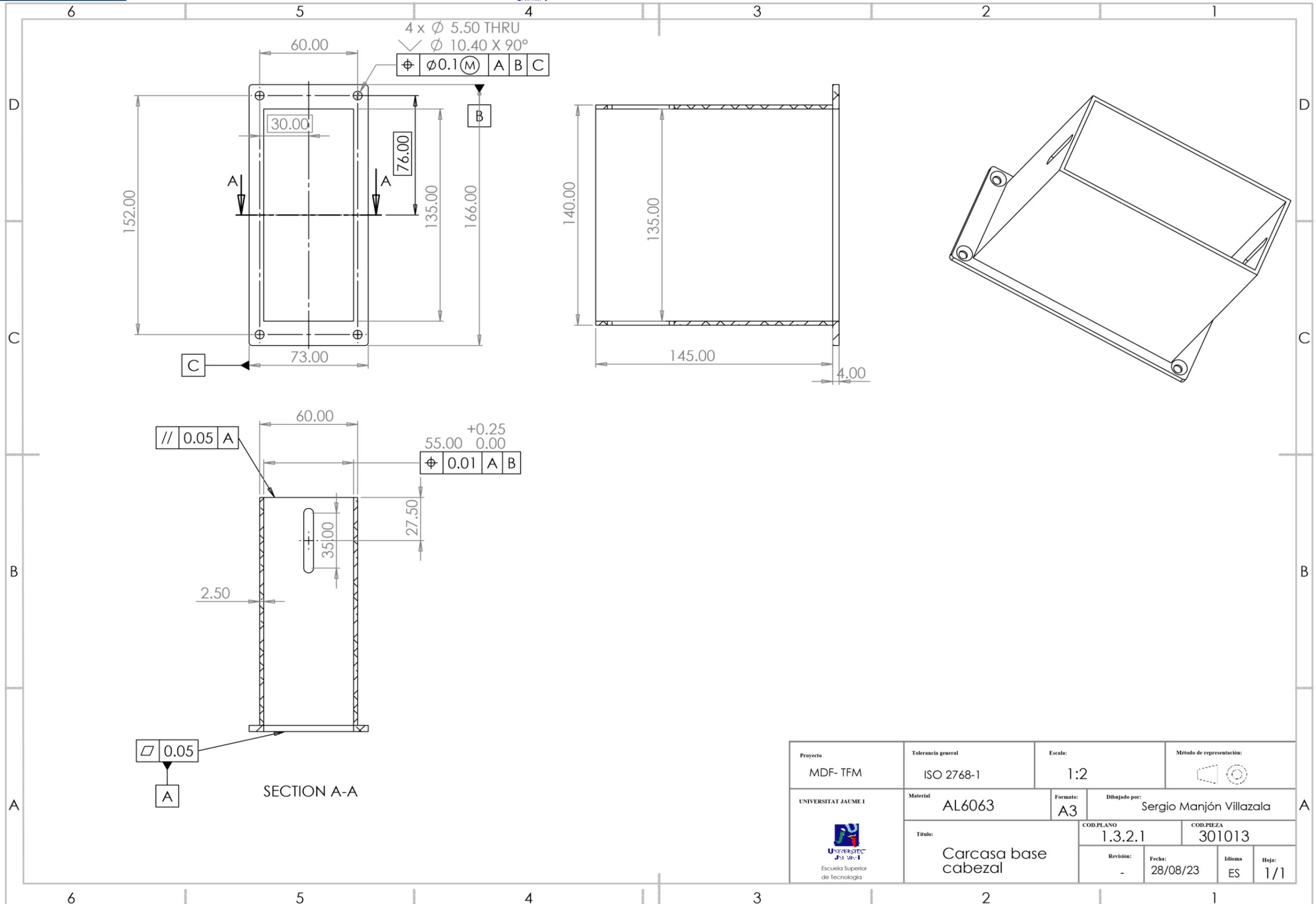


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material S220	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Viga sujeción caja impresora		COD.PLANO 1.3.1	COD.PIEZA 103006
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

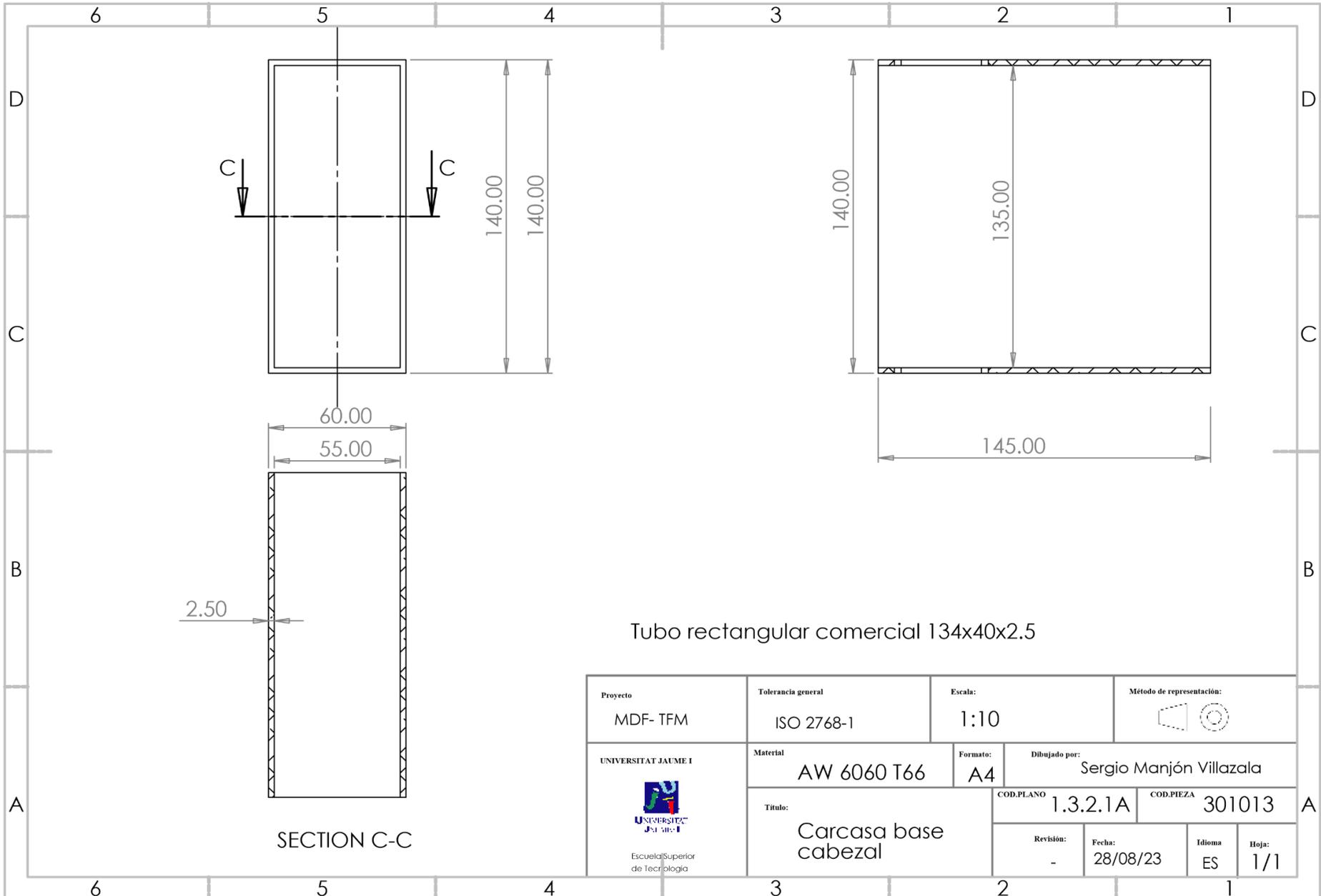


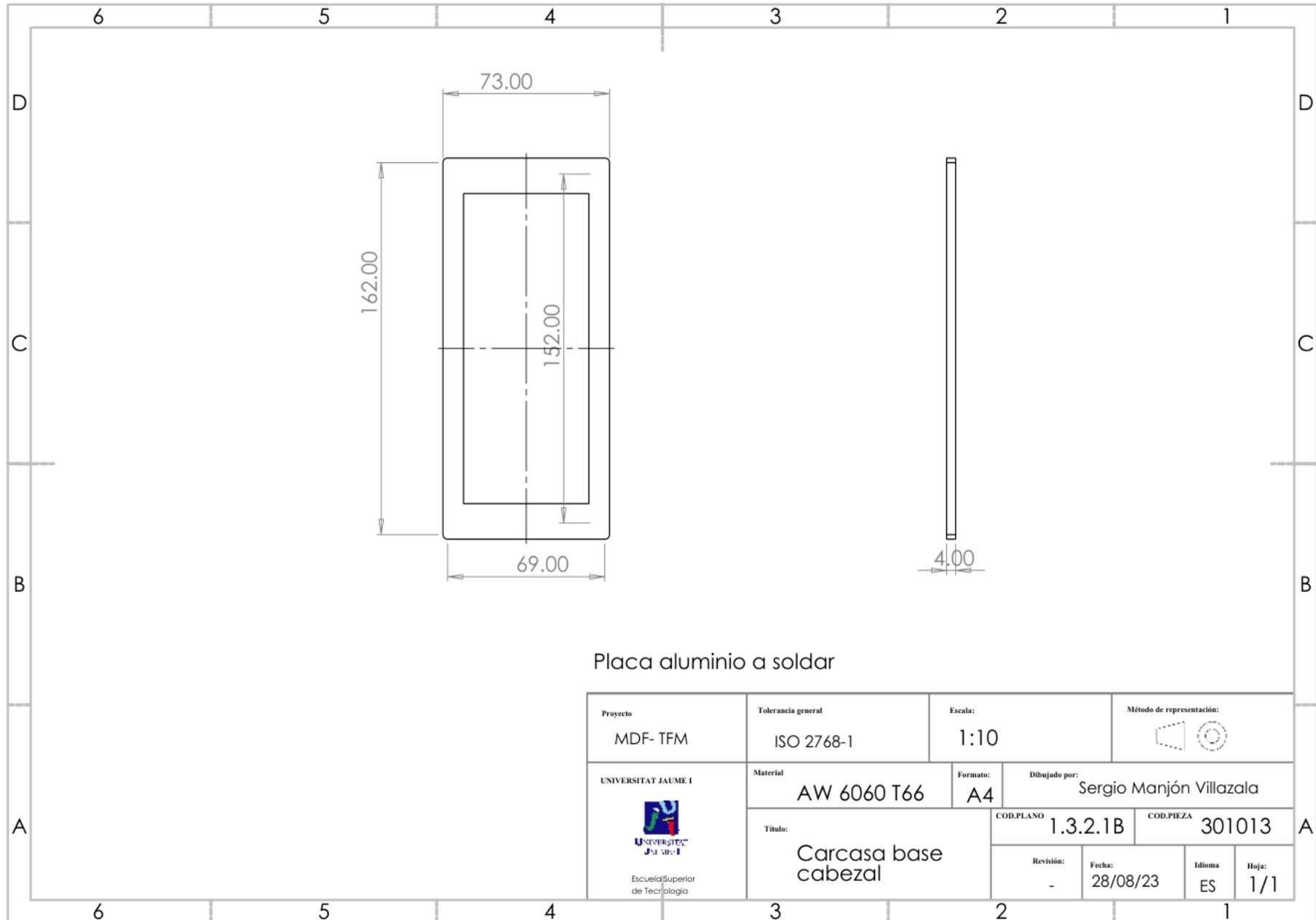
10	ISO 4762 M5 x 16 - 16N	Tornilleria carcasa impresi3n a gu1a		4
9	201025	Tapa inferior carcasa	1.3.2.3	1
8	ISO 10669-5.4-N	arandela sujeci3n carcasa altura		6
7	ISO 10642 - M5 x 16 - 16N	Tornilleria carcasa base cabezal a tapa inferior		4
6	402006	Base cabezal	1.3.2.2	1
5	ISO 7380 - M5 x 10 - 10N	Tornilleria sujeci3n carcasa altura		2
4	301013	Carcasa base cabezal	1.3.2.1	1
3	ISO 7380 - M6 x 12 - 12N	Tornilleria carcasa		2
2	ISO 10669-7.15-N	Arandelas carcasa		2
1	202015	Carcasa componentes impresi3n	1.3.2.4	1
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	Nº PLANO	QTY.

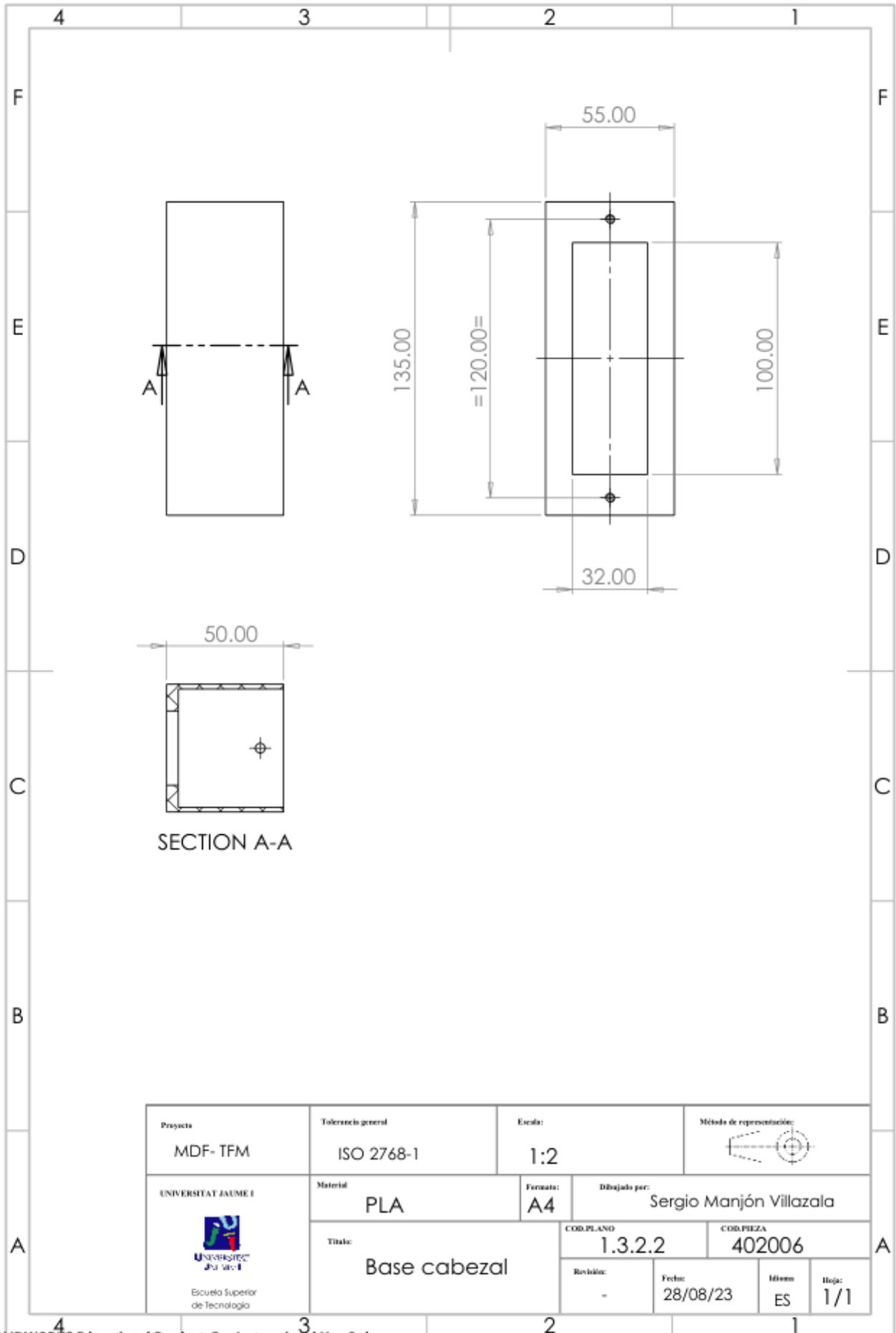
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	M3todo de representaci3n: 	
UNIVERSITAT JAUME I	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manj3n Villazala	
 Escuela Superior de Tecnologia	T3tulo: Conjunto cabeza impresora	COD.PLANO 1.3.2	COD.PIEZA 99503	
	Revisi3n: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

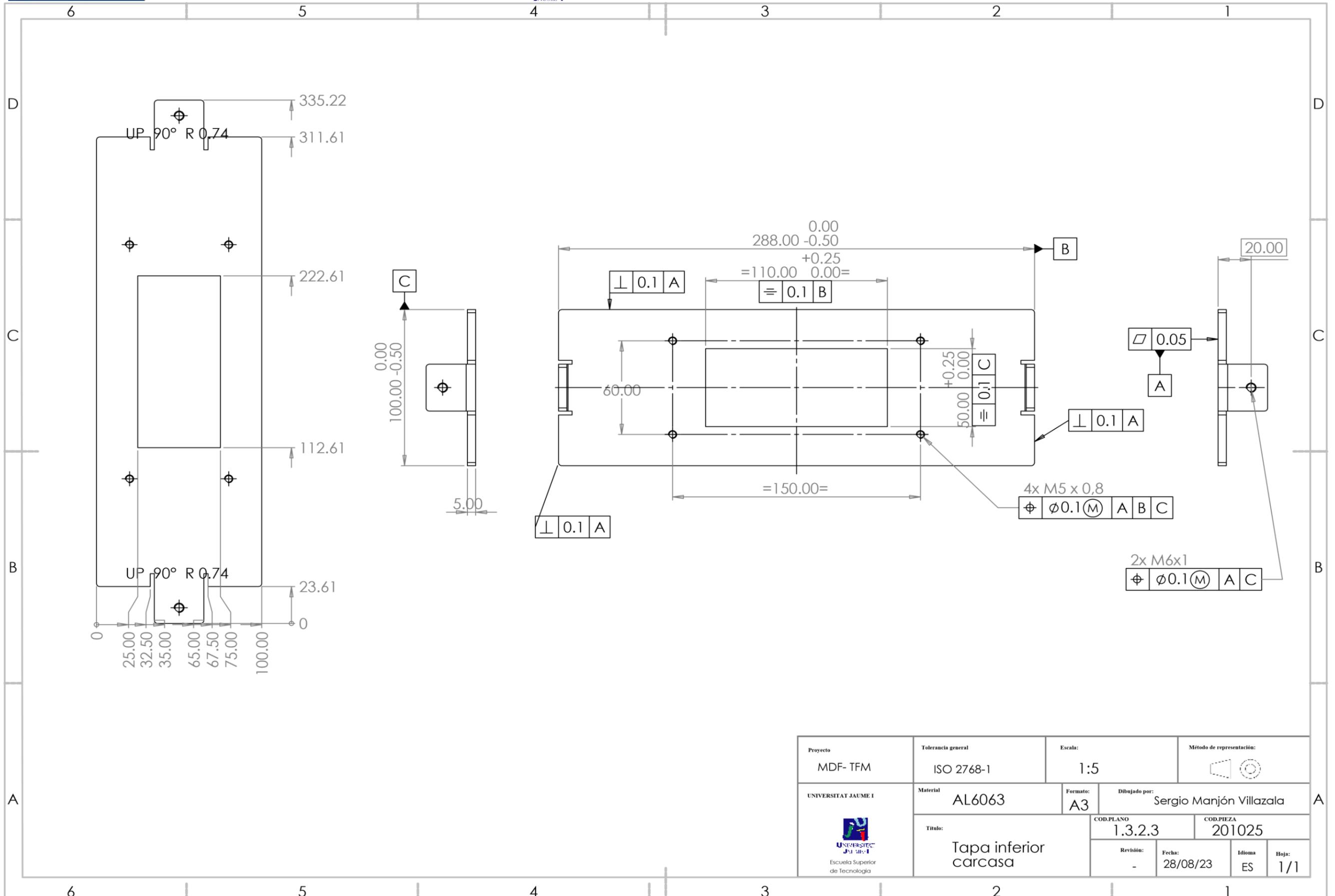


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL6063	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Carcasa base cabezal		COD.PLANO 1.3.2.1	COD.PIEZA 301013
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

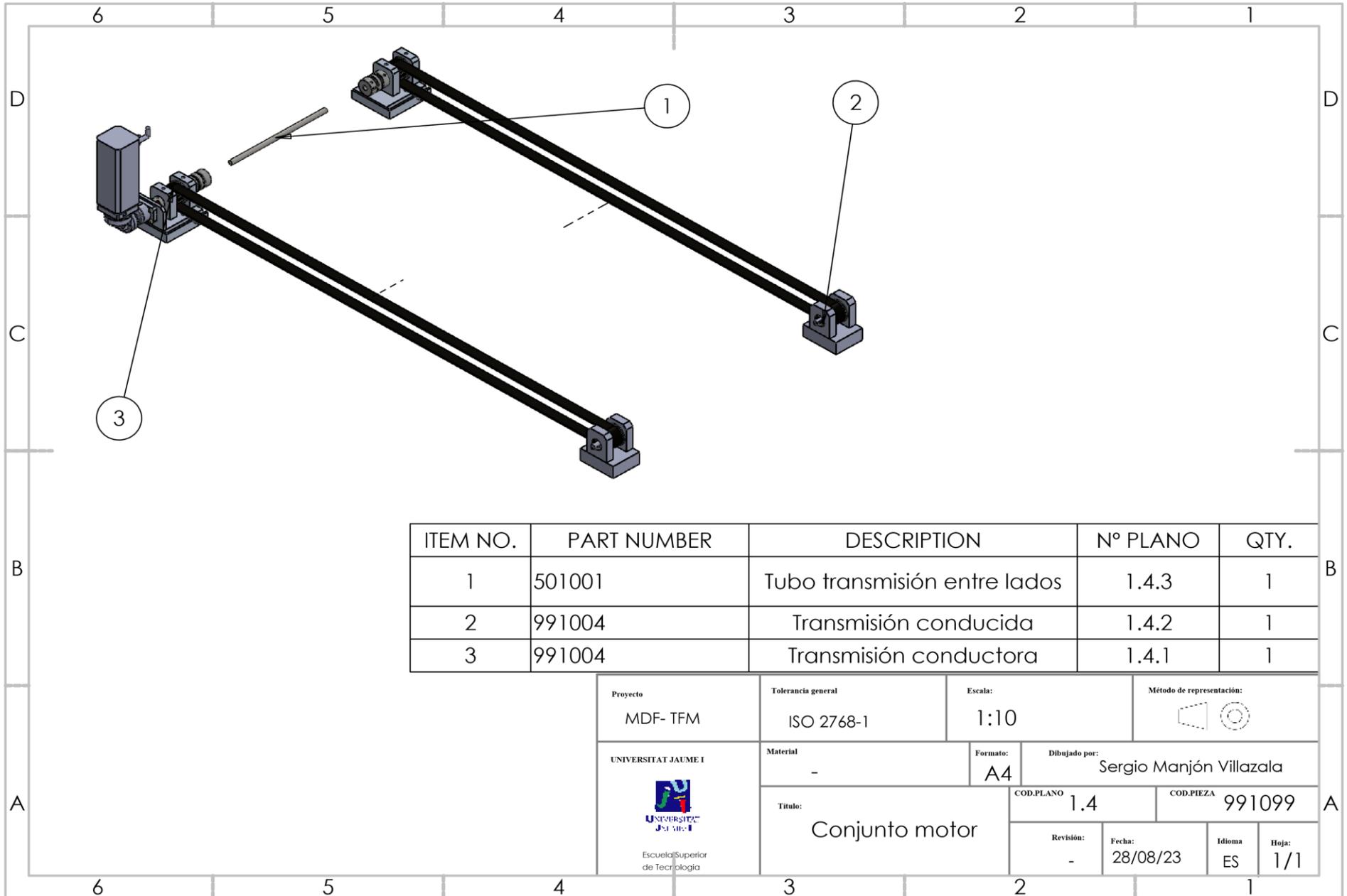


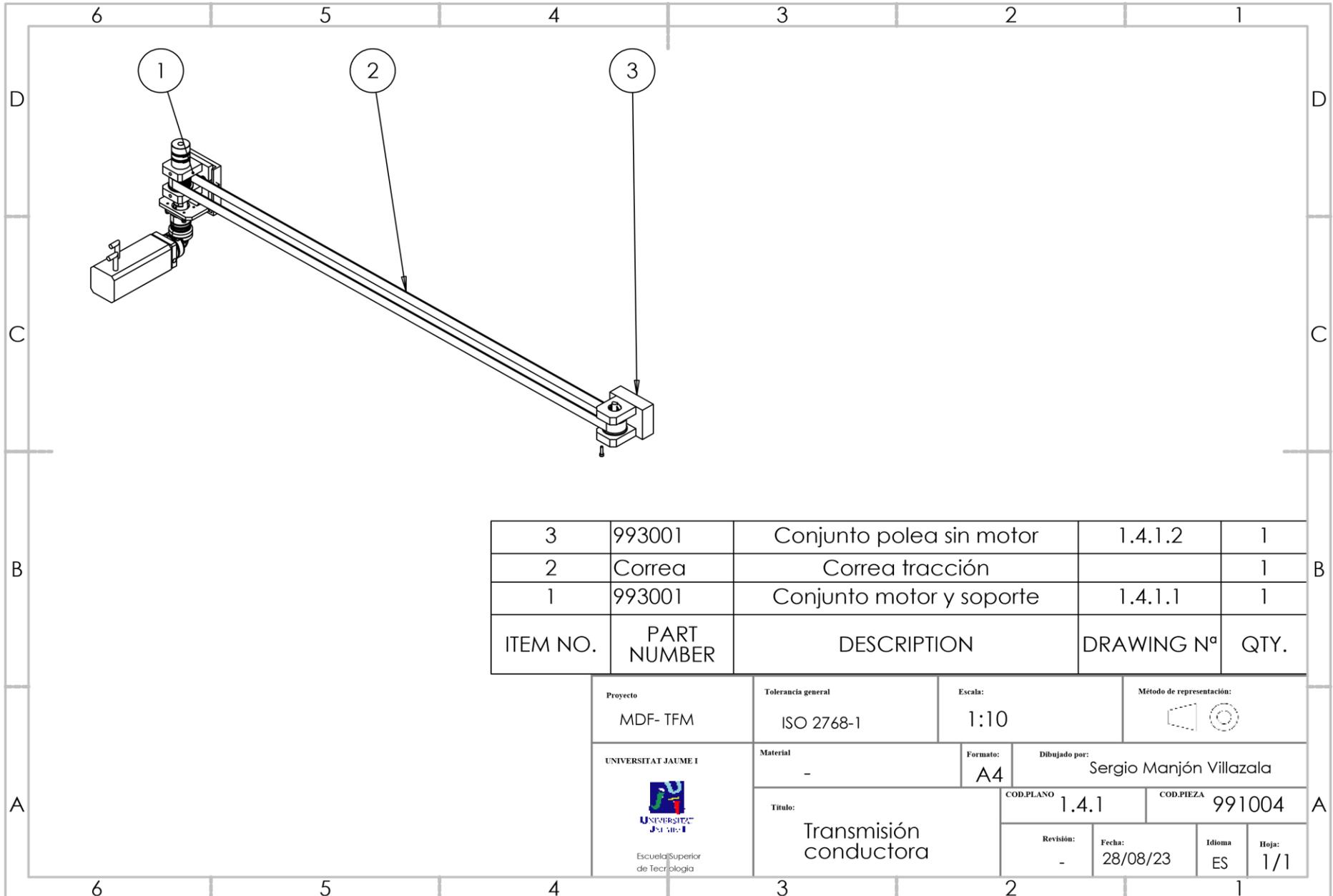






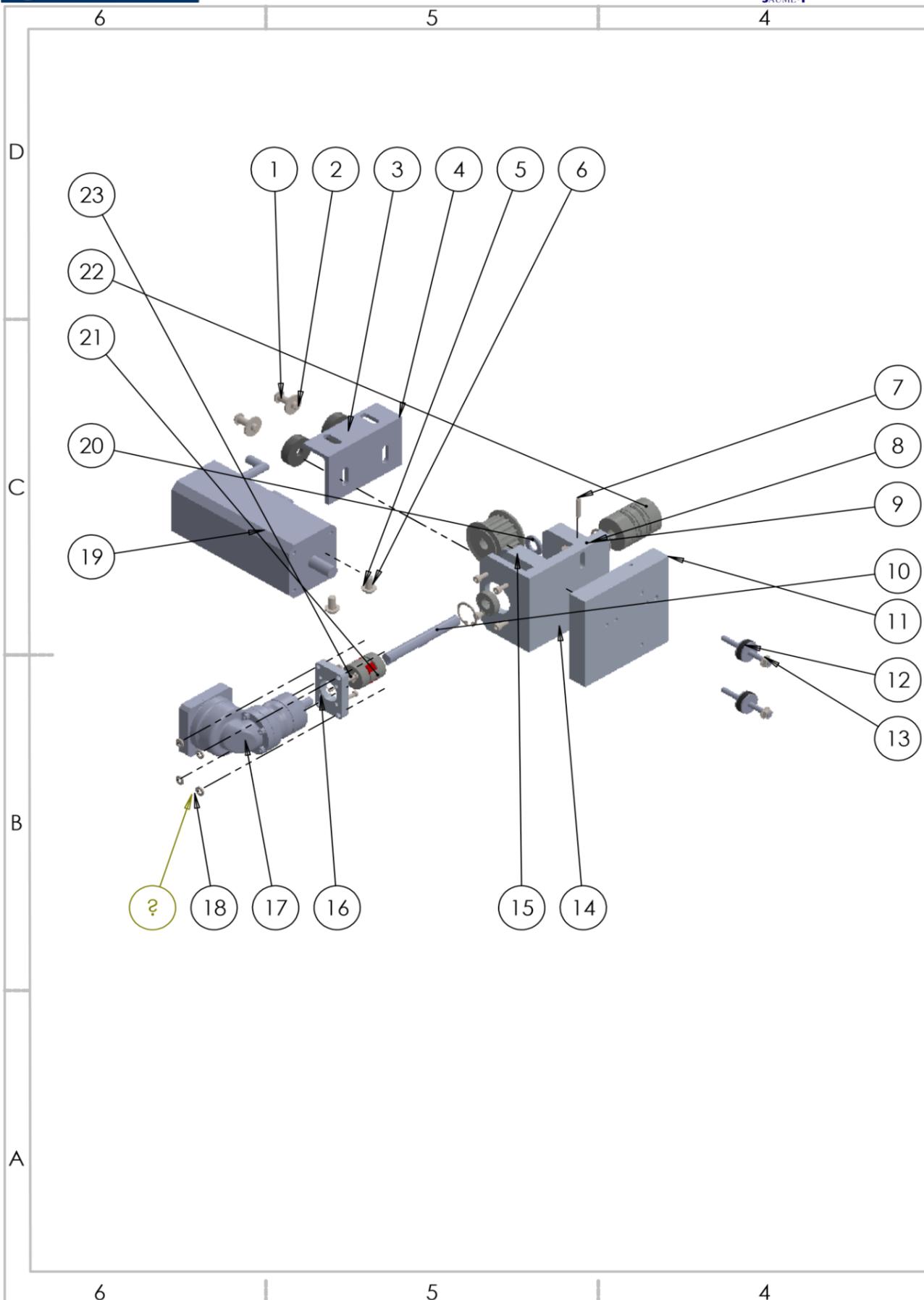
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material AL6063	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Tapa inferior carcasa		COD.PLANO 1.3.2.3	COD.PIEZA 201025
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1





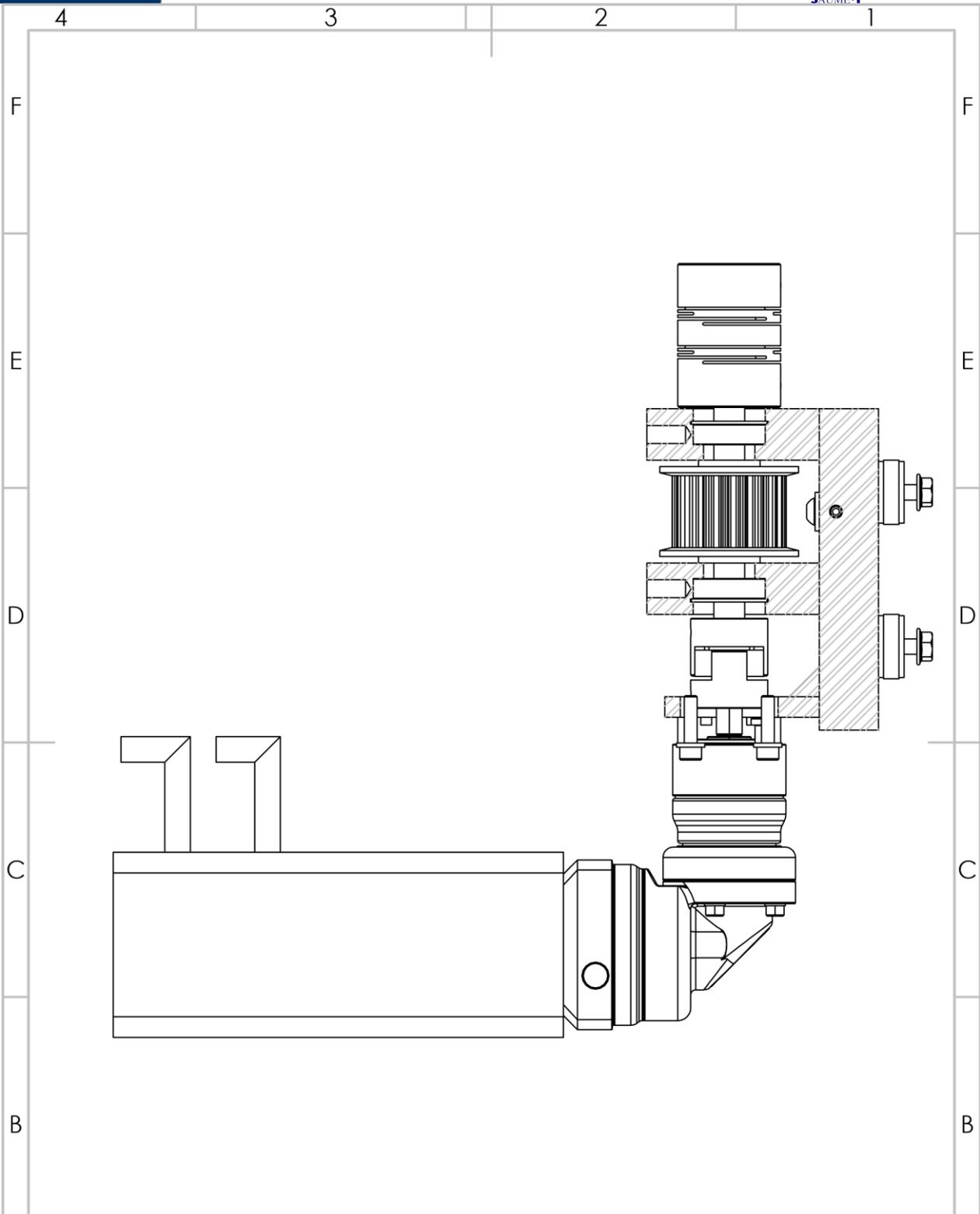
3	993001	Conjunto polea sin motor	1.4.1.2	1
2	Correa	Correa tracción		1
1	993001	Conjunto motor y soporte	1.4.1.1	1
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N ^o	QTY.

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Transmisión conductora		COD.PLANO 1.4.1	COD.PIEZA 991004
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

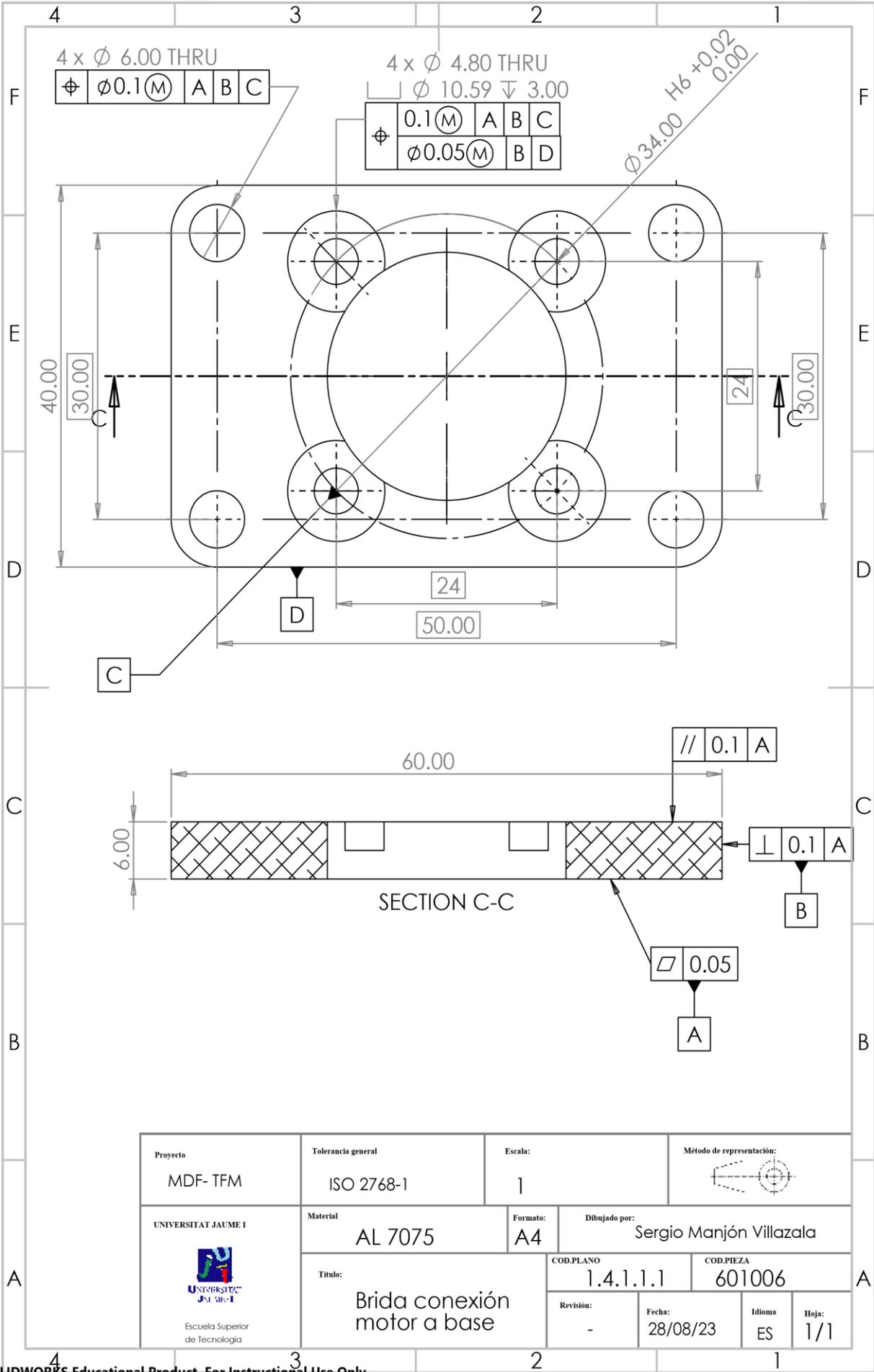


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	ISO 7380 - M8 x 25 - 25N	Tornillería soporte		2
2	Washer ISO 7093 - 8	Arandela soporte		2
3	goma vibraciones	Goma antivibración		2
4	202012	Soporte superior conjunto	1.4.1.1.5	1
5	ISO 7380 - M8 x 16 - 16N	Tornillería soportea máquina		2
6	Washer ISO 7091 - 8	Arandela soporte a base		2
7	ISO 4026 - M5 x 25-N	Tensor		1
8	Circlip DIN 472 - 28 x 1.2	Circlip polea a eje		2
9	SKF_6001-2RSH	Rodamiento		2
10	609901	Eje Polea	1.4.1.1.4	1
11	601005	Soporte base	1.4.1.1.3	1
12	Soporte antivibración RS	Antivibración inferior		2
13	ISO - 4161 - M6 - N	Tuerca soporte a máquina		4
14	301007	Soporte principal polea y motor	1.4.1.1.2	1
15	S1-18S8M0250AF-12TOK_(12)	Polea		1
16	601006	Brida soporte motor	1.4.1.1.1	1
17	PG2R-040_1ST_14-P0411300T01	Reductor planetario		1
18	ISO 10673-5.5-S	Arandela soporte a reductor		4
19	Siemens 1FK7034-5AF21	Motor		1
20	280-543	Arandela Nylon		2
21	CPJK30-WH-10-12	Acople eje - motor		1
22	MST-40-12-12	Acople barra transmisora-eje		1
23	DIN 7984 - M4 x 14 --- 11.9N	Tornillería brida motor		4
24	EN ISO 4762 M5 x 20 - 20N			4

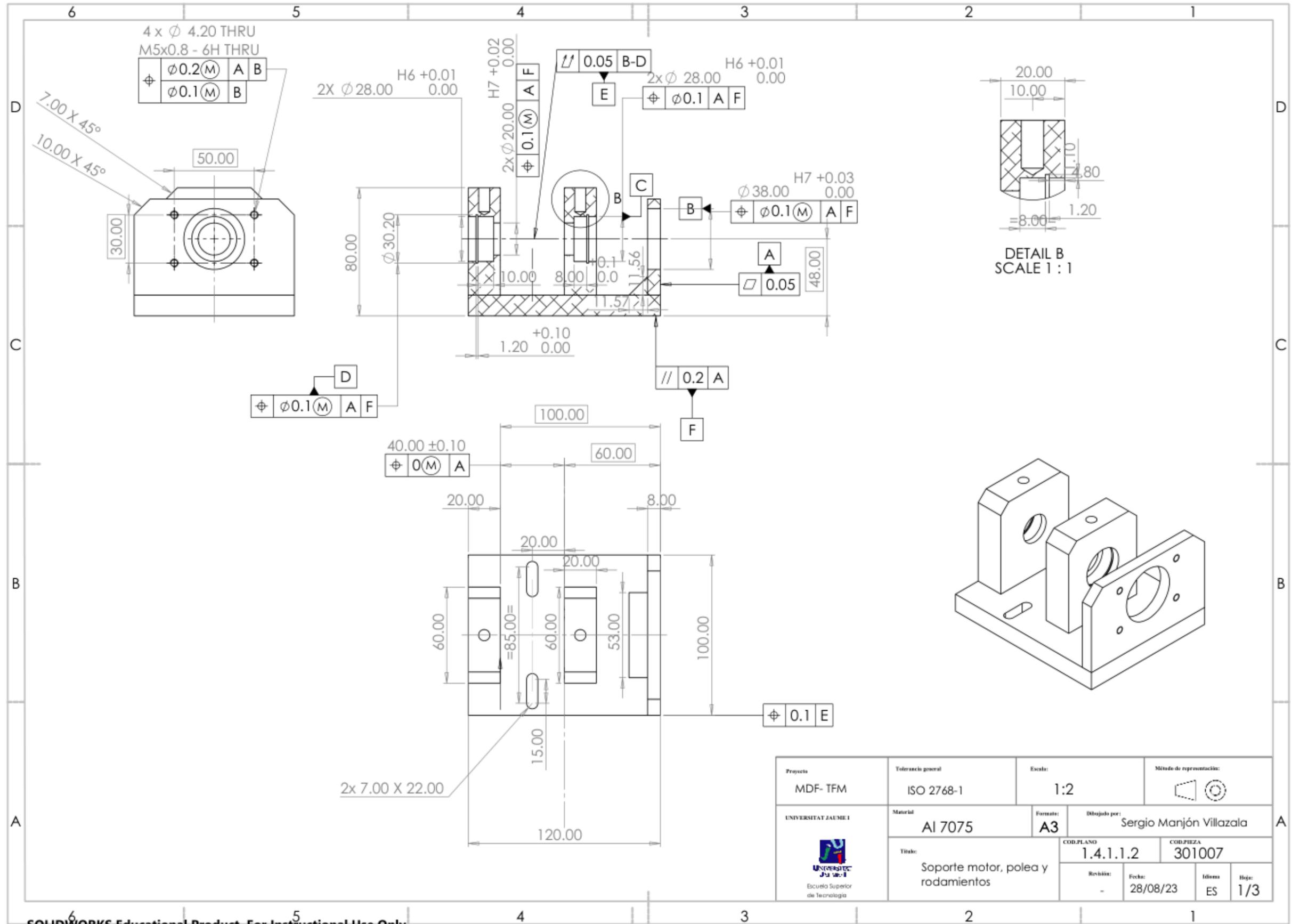
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto motor y soporte		COD.PLANO 1.4.1.1	COD.PIEZA 993001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/2



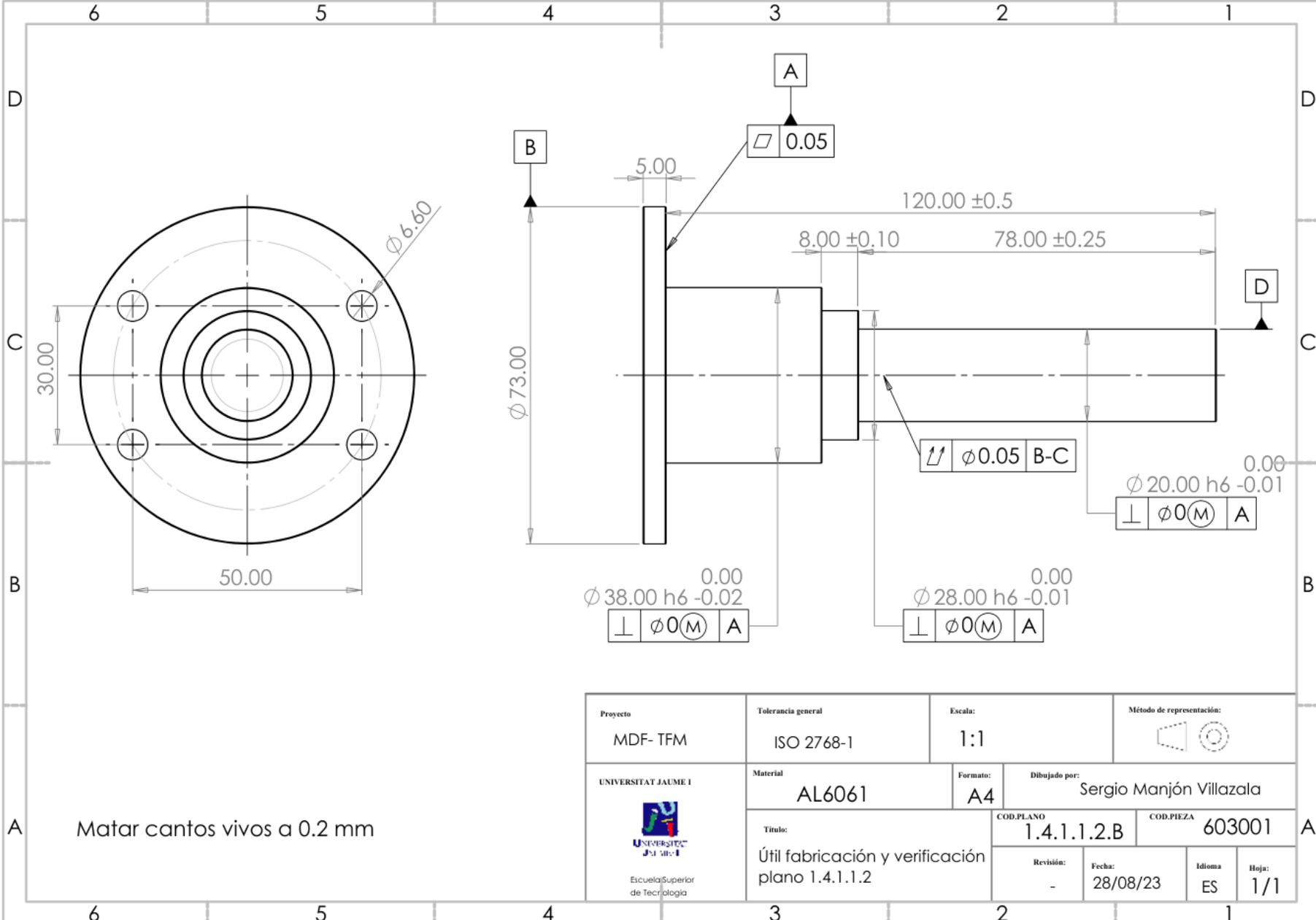
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación: 	
UNIVERSITAT JAUME I  Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala	
Título: Conjunto motor y soporte		COD.PLANO 1.4.1.1	COD.PIEZA 993001	
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES
		Hoja: 2/2		



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL 7075	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Brida conexión motor a base		COD.PLANO 1.4.1.1.1	COD.PIEZA 601006
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma ES
		Hoja: 1/1	

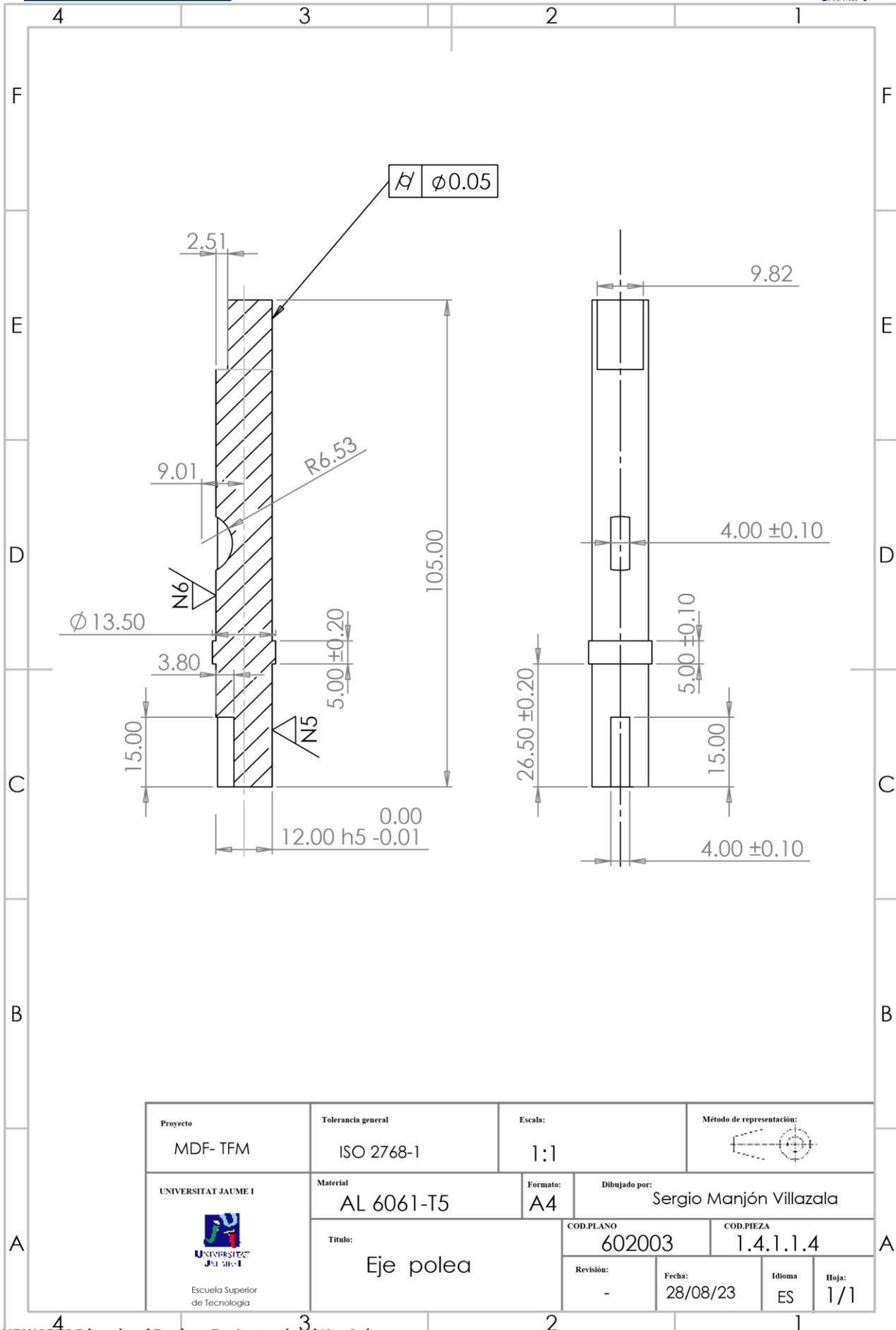


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material Al 7075	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Soporte motor, polea y rodamientos		COD. PLANO 1.4.1.1.2	COD. PIEZA 301007
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Edición: ES	Hoja: 1/3

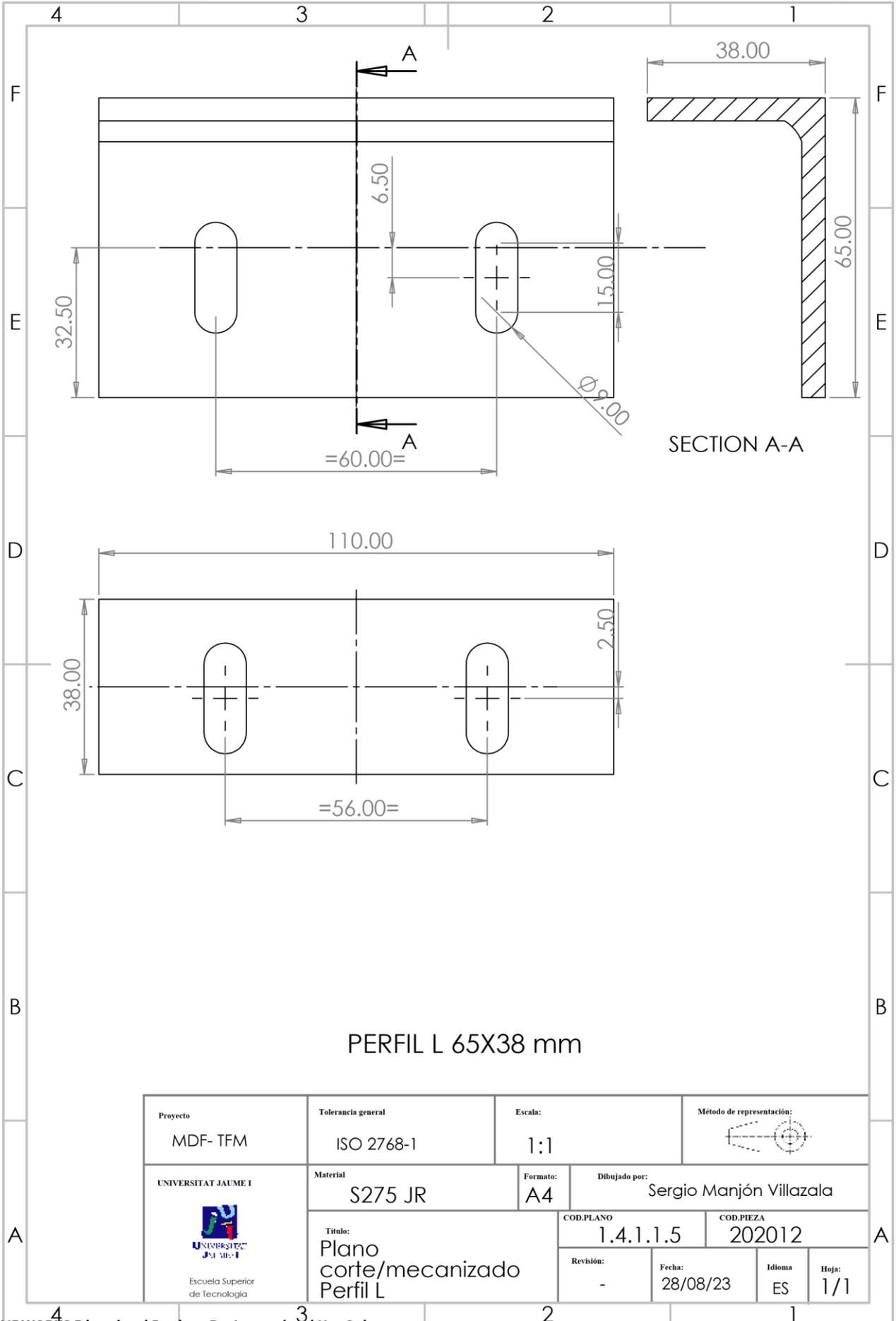


Matar cantos vivos a 0.2 mm

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL6061	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Útil fabricación y verificación plano 1.4.1.1.2	COD.PLANO 1.4.1.1.2.B	COD.PIEZA 603001
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES Hoja: 1/1



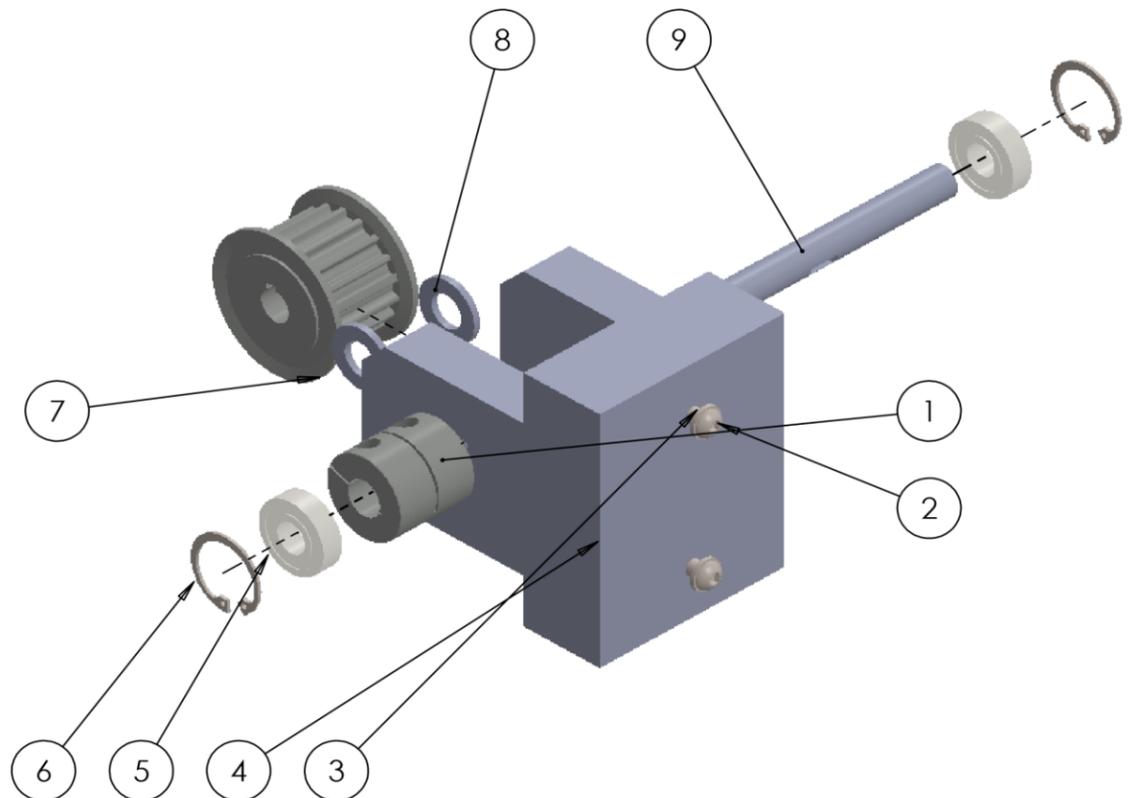
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL 6061-T5	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Eje polea	COD.PLANO 602003	COD.PIEZA 1.4.1.1.4
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma ES	Hoja: 1/1



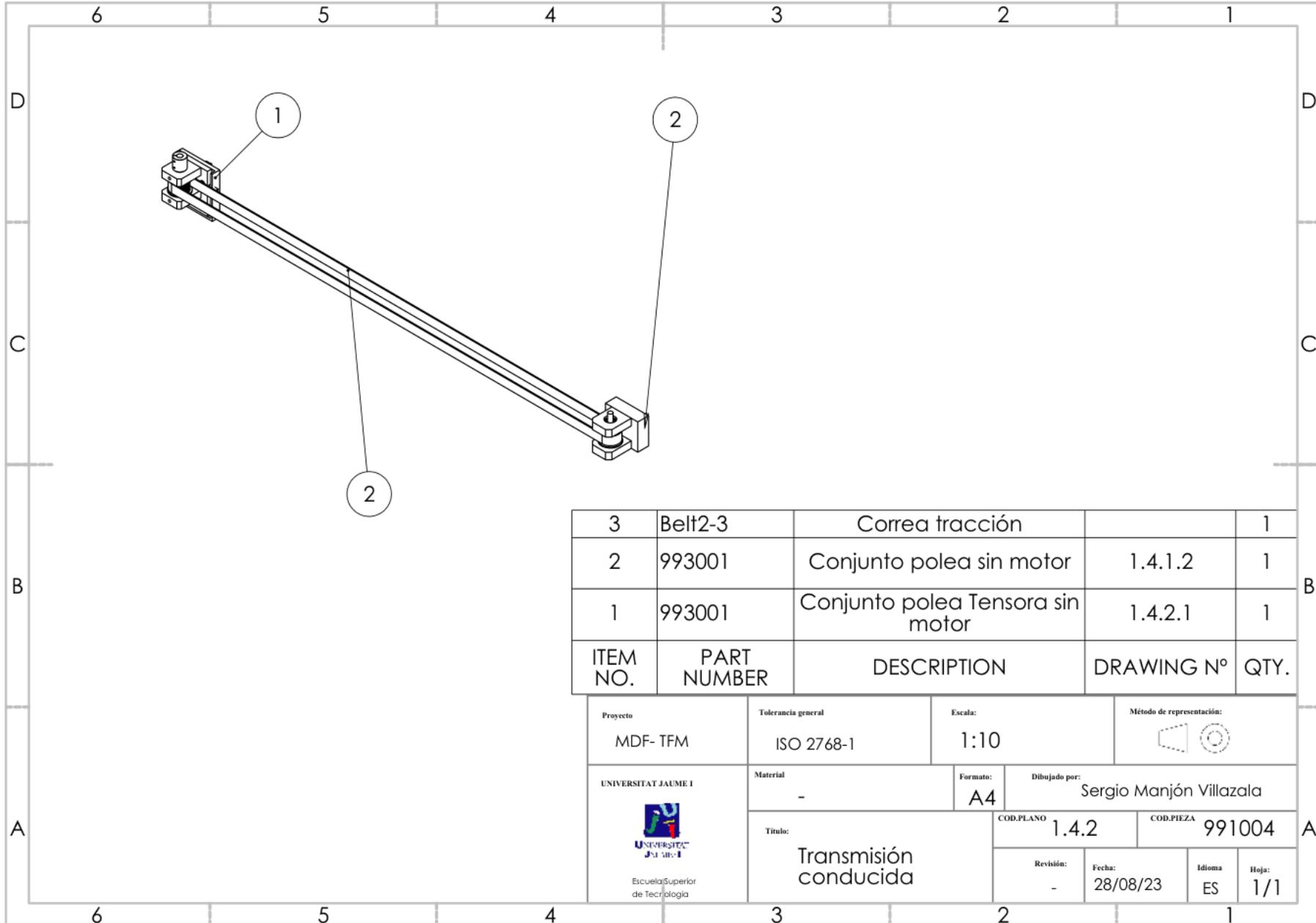
PERFIL L 65X38 mm

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material S275 JR	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Plano corte/mecanizado Perfil L	COD.PLANO 1.4.1.1.5	COD.PIEZA 202012
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma ES
			Hoja: 1/1

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	D_CPRC32-12-14			1
2	ISO 7380 - M6 x 16 - 16N	Tornilleria soporte		2
3	Washer ISO 7091 - 6	Arandela soporte		2
4	301007	Soporte base	1.4.1.2.1	1
5	BB-6001-B180-10-ES	Rodamiento		2
6	Circlip DIN 472 - 28 x 1.2	Circlip rodamiento		2
7	S1-18S8M0250AF-12TOK_(12)	Polea		1
8	280-543	Brida acoplamiento motor		2
9	602005	Eje polea	1.4.1.1.4	1

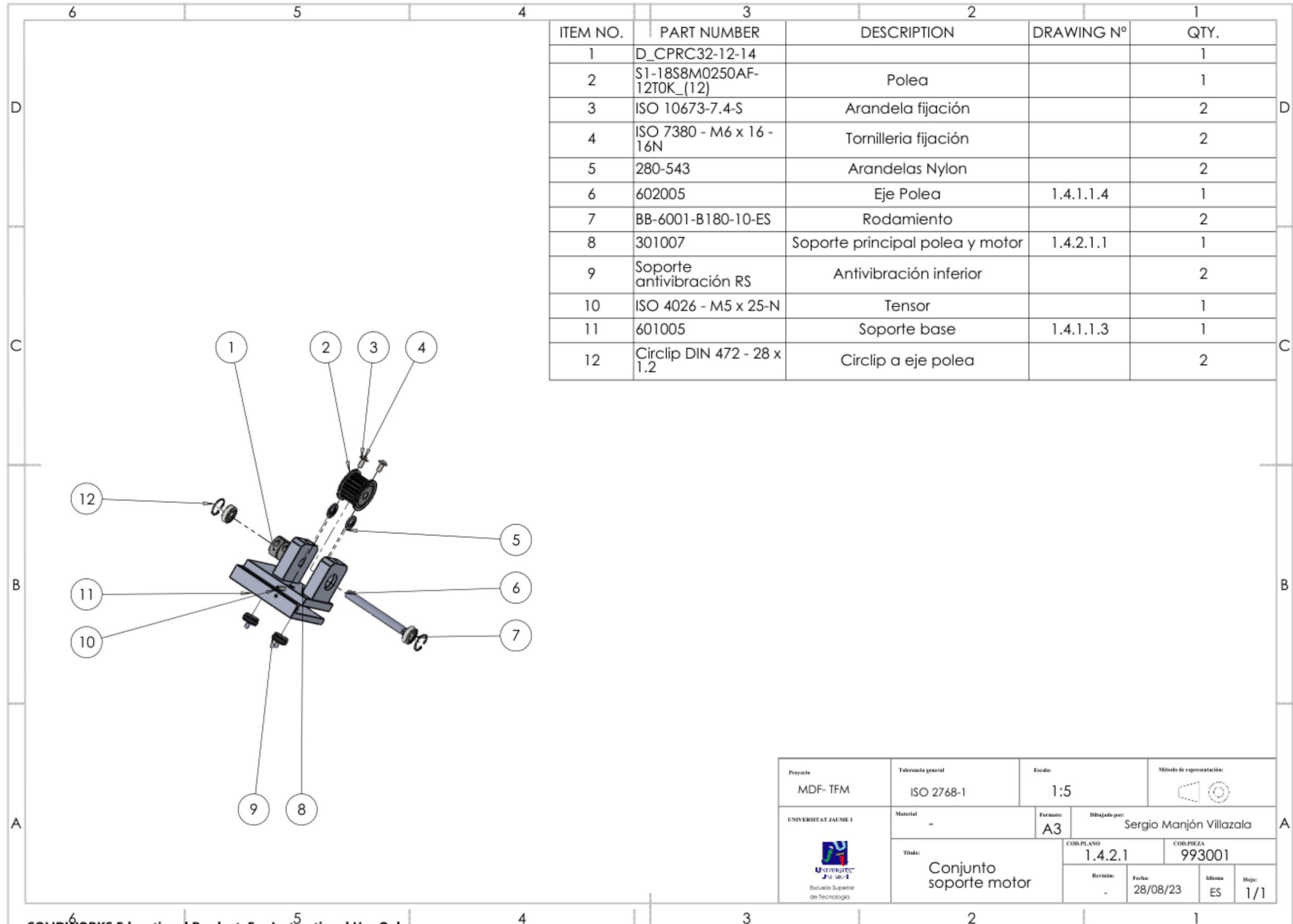


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto polea		COD.PLANO 1.4.1.2	COD.PIEZA 993001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



3	Belt2-3	Correa tracción		1
2	993001	Conjunto polea sin motor	1.4.1.2	1
1	993001	Conjunto polea Tensora sin motor	1.4.2.1	1
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.

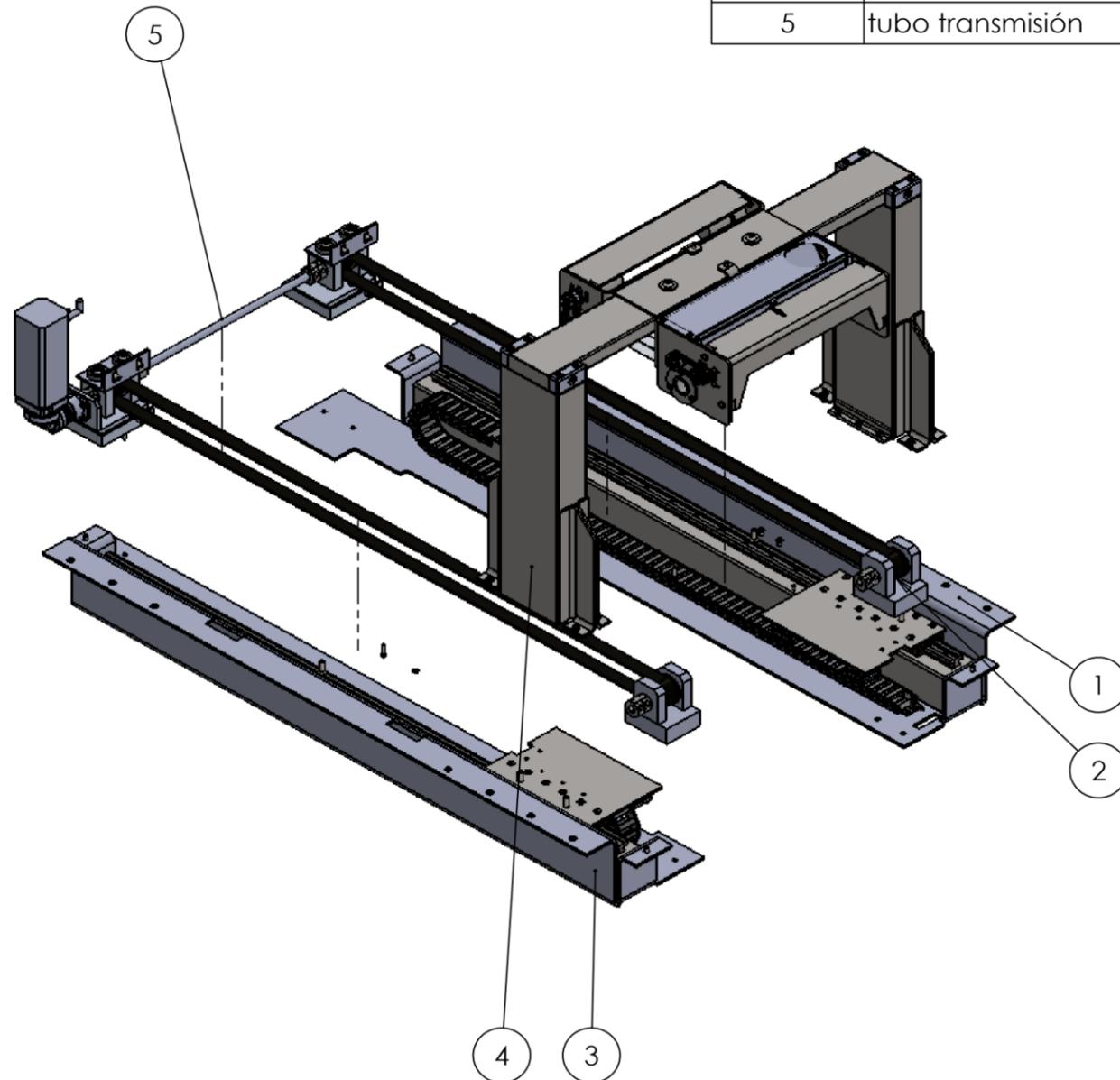
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Transmisión conducida		COD.PLANO 1.4.2	COD.PIEZA 991004
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



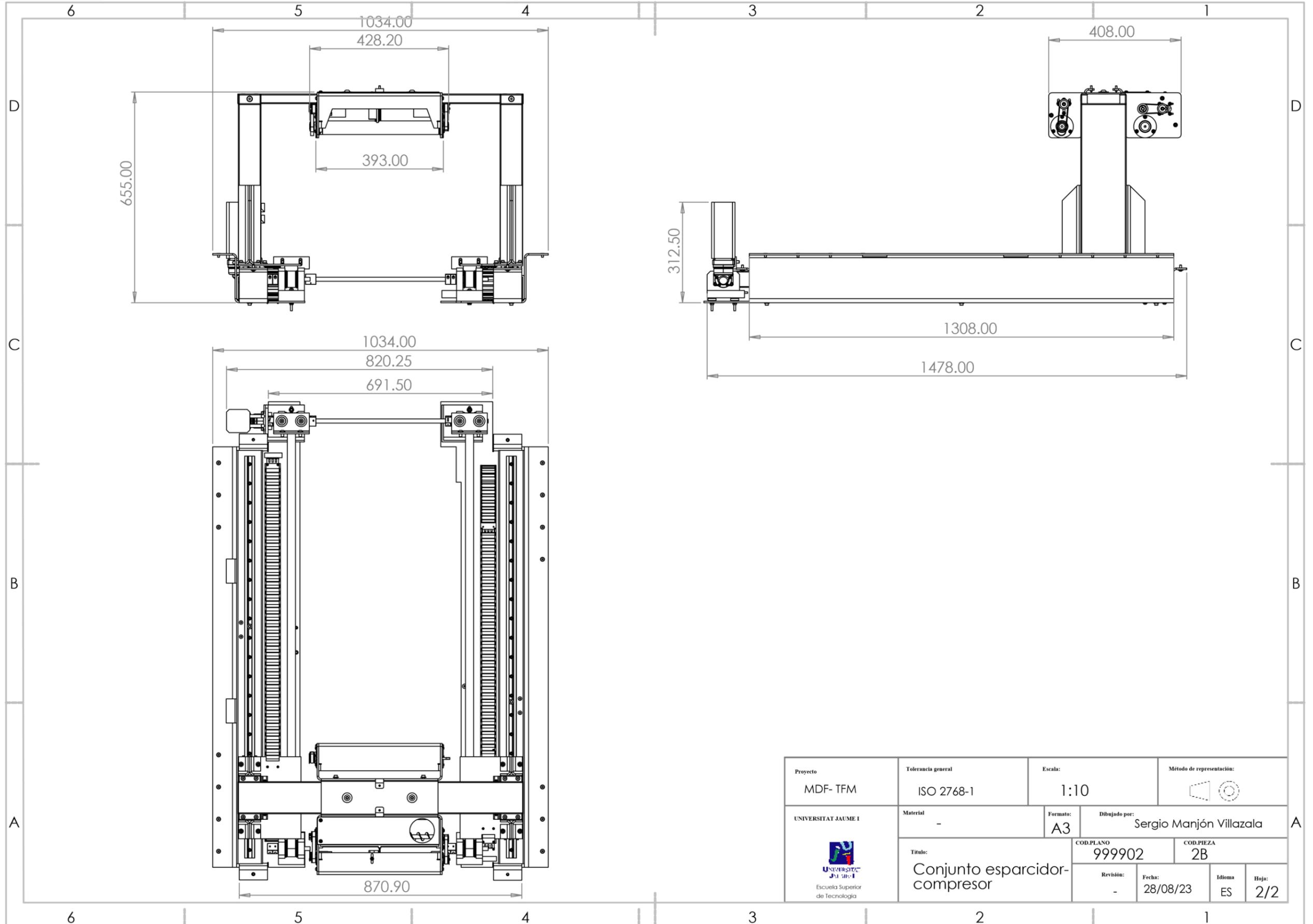
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	D_CPRC32-12-14			1
2	S1-18S8M0250AF-12T0K_(12)	Polea		1
3	ISO 10673-7.4-S	Arandela fijación		2
4	ISO 7380 - M6 x 16 - 16N	Tornillería fijación		2
5	280-543	Arandelas Nylon		2
6	602005	Eje Polea	1.4.1.1.4	1
7	BB-6001-B180-10-ES	Rodamiento		2
8	301007	Soporte principal polea y motor	1.4.2.1.1	1
9	Soporte antivibración RS	Antivibración inferior		2
10	ISO 4026 - M5 x 25-N	Tensor		1
11	601005	Soporte base	1.4.1.1.3	1
12	Circlip DIN 472 - 28 x 1.2	Circlip a eje polea		2

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto soporte motor		COD. PLANO 1.4.2.1	COD. PIEZA 993001
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma: ES	Hoja: 1/1

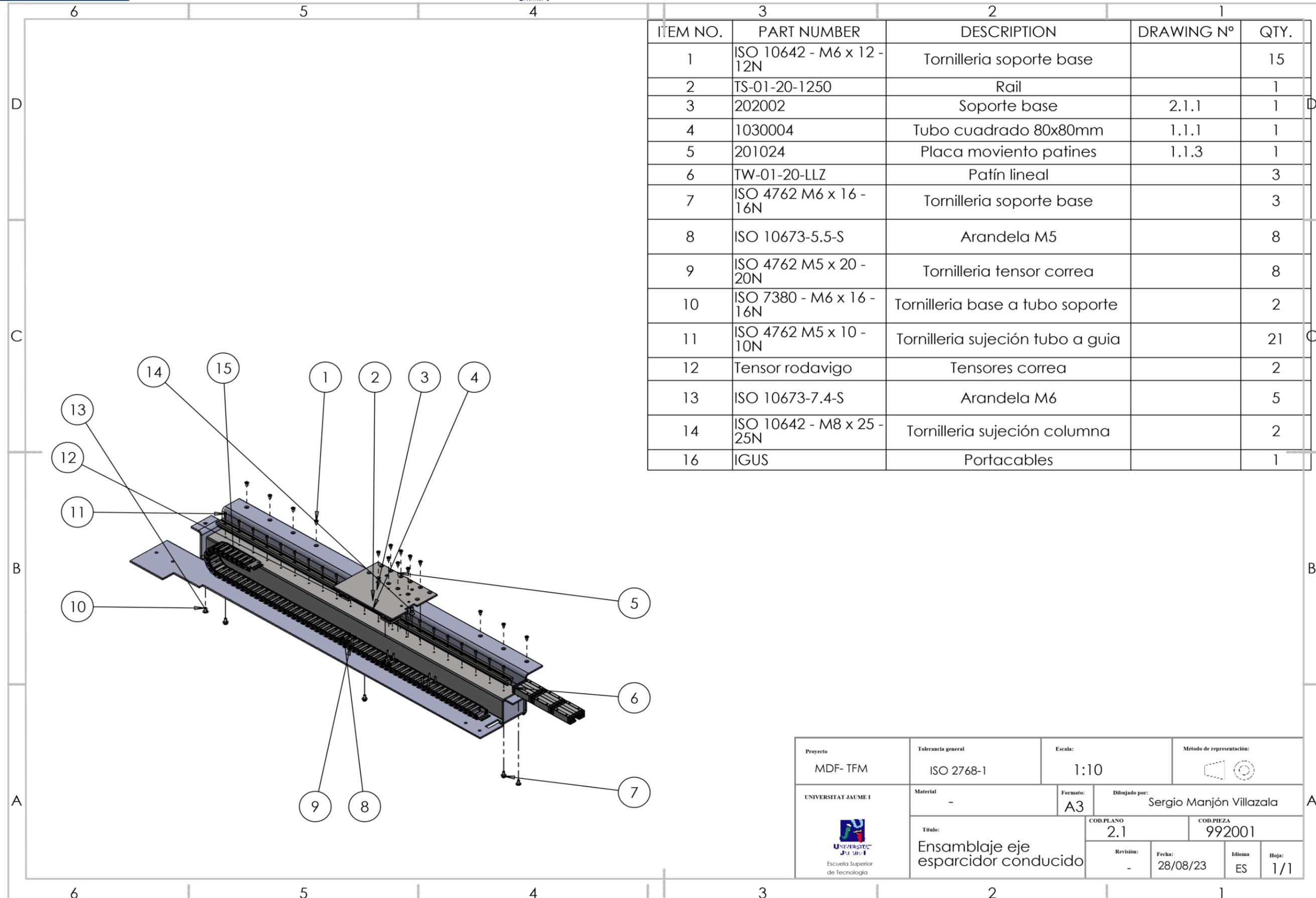
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	992001	Ensamblaje eje esparcidor conducido	2.1	1
2	991099	Conjunto motor	1.4	1
3	992001	Ensamblaje eje esparcidor conductor	2.3	1
4	998099	Conjunto compresor - esparcidor	2.4	1
5	tubo transmisión	Tubo transmisión		1



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto esparcidor- compresor		COD.PLANO 999902	COD.PIEZA 2
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/2

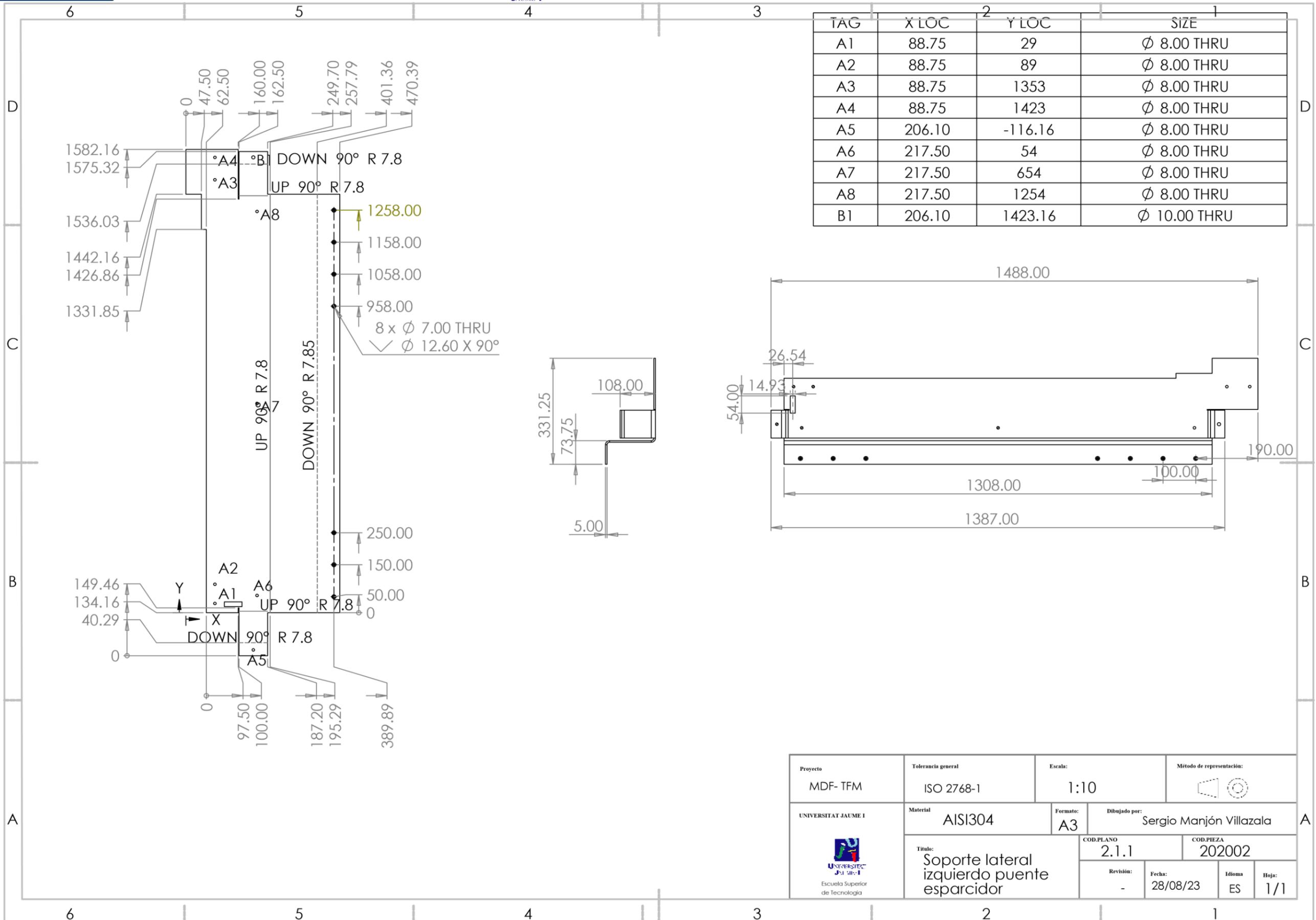


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Conjunto esparcidor- compresor		COD.PLANO 999902	COD.PIEZA 2B
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 2/2

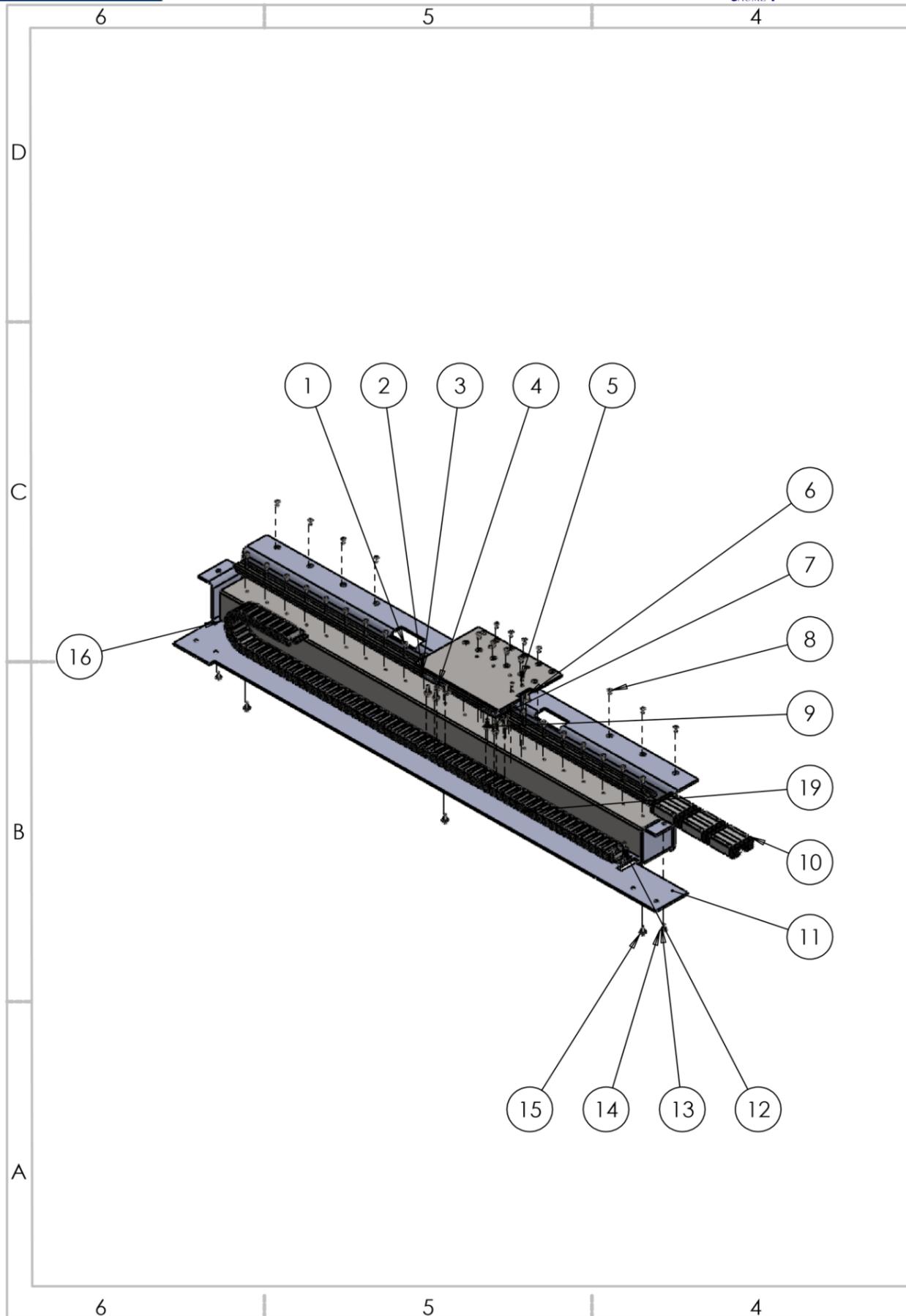


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	ISO 10642 - M6 x 12 - 12N	Tornilleria soporte base		15
2	TS-01-20-1250	Rail		1
3	202002	Soporte base	2.1.1	1
4	1030004	Tubo cuadrado 80x80mm	1.1.1	1
5	201024	Placa movimiento patines	1.1.3	1
6	TW-01-20-LLZ	Patín lineal		3
7	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	Tornilleria soporte base		3
8	ISO 10673-5.5-S	Arandela M5		8
9	ISO 4762 M5 x 20 - 20N	Tornilleria tensor correa		8
10	ISO 7380 - M6 x 16 - 16N	Tornilleria base a tubo soporte		2
11	ISO 4762 M5 x 10 - 10N	Tornilleria sujeción tubo a guia		21
12	Tensor rodavigo	Tensores correa		2
13	ISO 10673-7.4-S	Arandela M6		5
14	ISO 10642 - M8 x 25 - 25N	Tornilleria sujeción columna		2
16	IGUS	Portacables		1

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Ensamblaje eje esparcidor conducido		COD.PLANO 2.1	COD.PIEZA 992001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

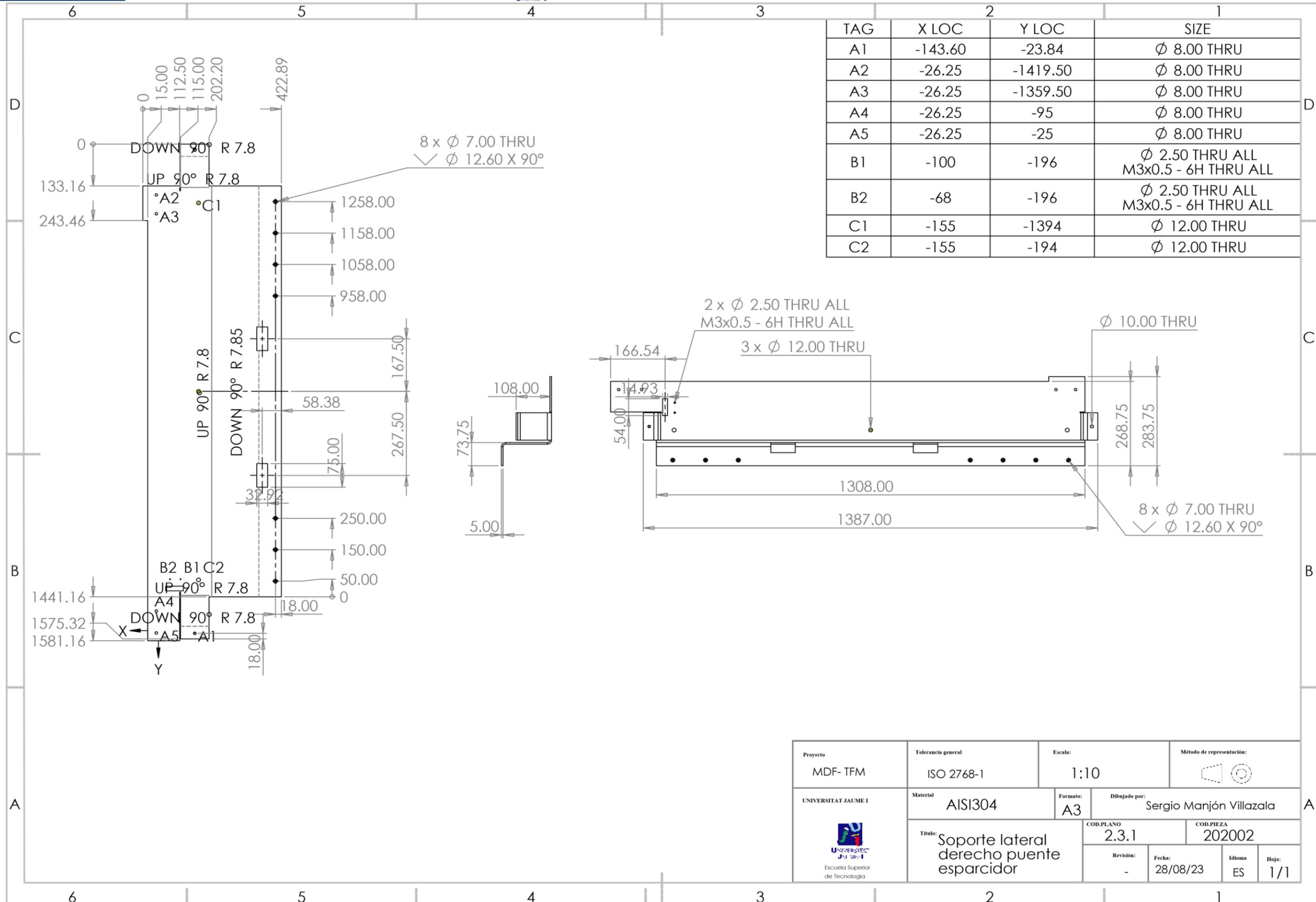


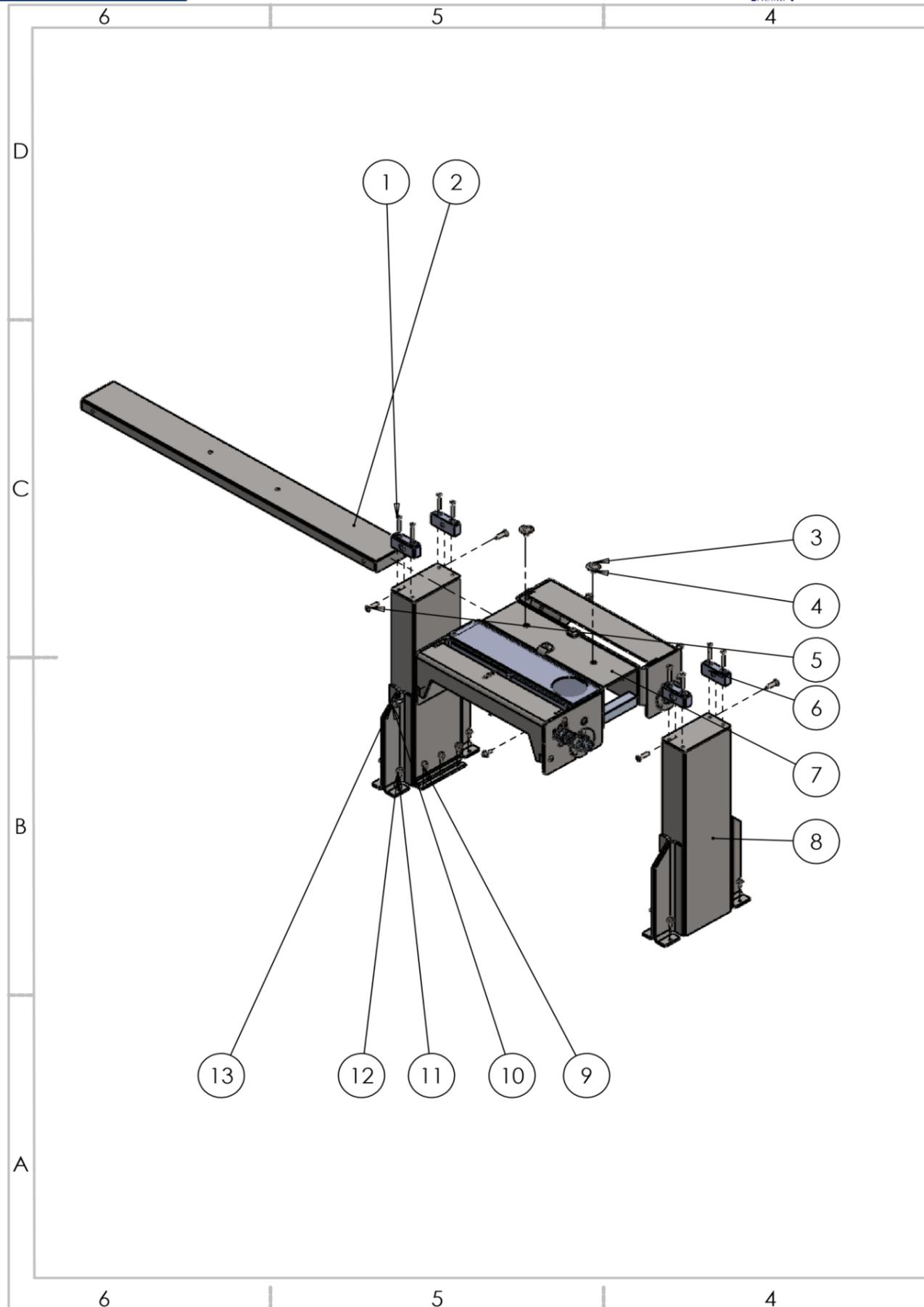
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material AISI304	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Soporte lateral izquierdo puente esparcidor		COD.PLANO 2.1.1	COD.PIEZA 202002
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	ISO 4762 M5 x 10 - 10N	Tornilleria sujeción tubo a guia		21
2	Tensor rodavigo	Tensores correa		2
3	201024	Placa moviento patines	1.1.3	1
4	ISO 4762 M5 x 20 - 20N	Tornilleria tensor correa		8
5	ISO 10642 - M3 x 10 - 10N	Tornilleria sujeción portacables		2
6	ISO 10642 - M8 x 25 - 25N	Tornilleria sujeción Columna		2
7	TS-01-20-1250	Rail		1
8	ISO 10642 - M6 x 12 - 12N	Tornilleria fijación placa base		16
9	ISO 10669-5.4-N	Arandela fijación correa		8
10	TW-01-20-LLZ	Patín lineal		3
11	202002	Soporte base	2.3.1	1
12	ISO 10642 - M3 x 12 - 12N	Tornilleria sujeción portacables		2
13	ISO 7380 - M6 x 16 - 16N	Tornilleria sujeción placa base		2
14	ISO 10673-7.4-S	Arandela sujeción placa base		5
15	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	Tornilleria placa base		3
16	1030004	Tubo cuadrado 80x80	1.1.1	1

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Ensamblaje eje esparcidor conductor		COD.PLANO 2.3	COD.PIEZA 992001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



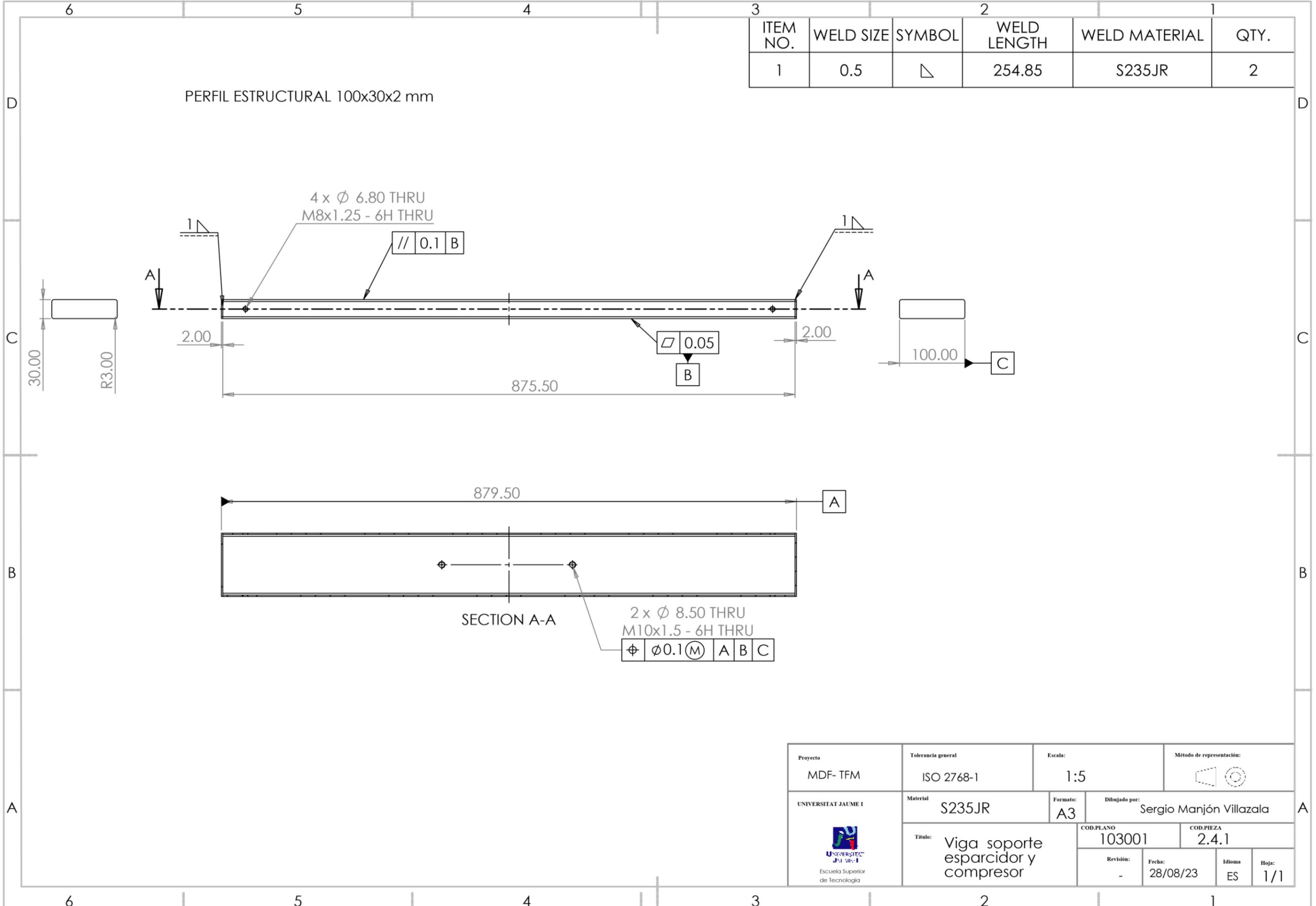


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	ISO 10642 - M6 x 40 - 24N	Tornilleria conector		8
2	103001	Viga soporte esparcidor y compresor	2.4.1	1
3	Washer ISO 7093 - 10	Arandela soporte		2
4	ISO 7380 - M10 x 16 - 16N	Tornilleria soporte		2
5	ISO 10642 - M8 x 30 - 30N	Tornilleria conector		4
6	6010003	Conector viga-columna	2.4.2	4
7	996099	Conjunto esparcidor-Compresor	2.4.3	1
8	998001	Columna esparcidor compresor	2.4.4	2
9	ISO 4762 M6 x 12 - 12N	Tornilleria perfil columna		6
10	ISO 4762 M6 x 20 - 20N	Tornilleria viga soporte		4
11	ISO 10669-5.4-N	Arandela columna		8
12	ISO 4762 M5 x 16 - 16N	Tornilleria columna		8
13	ISO 10669-7.15-N	Arandela viga soporte		4

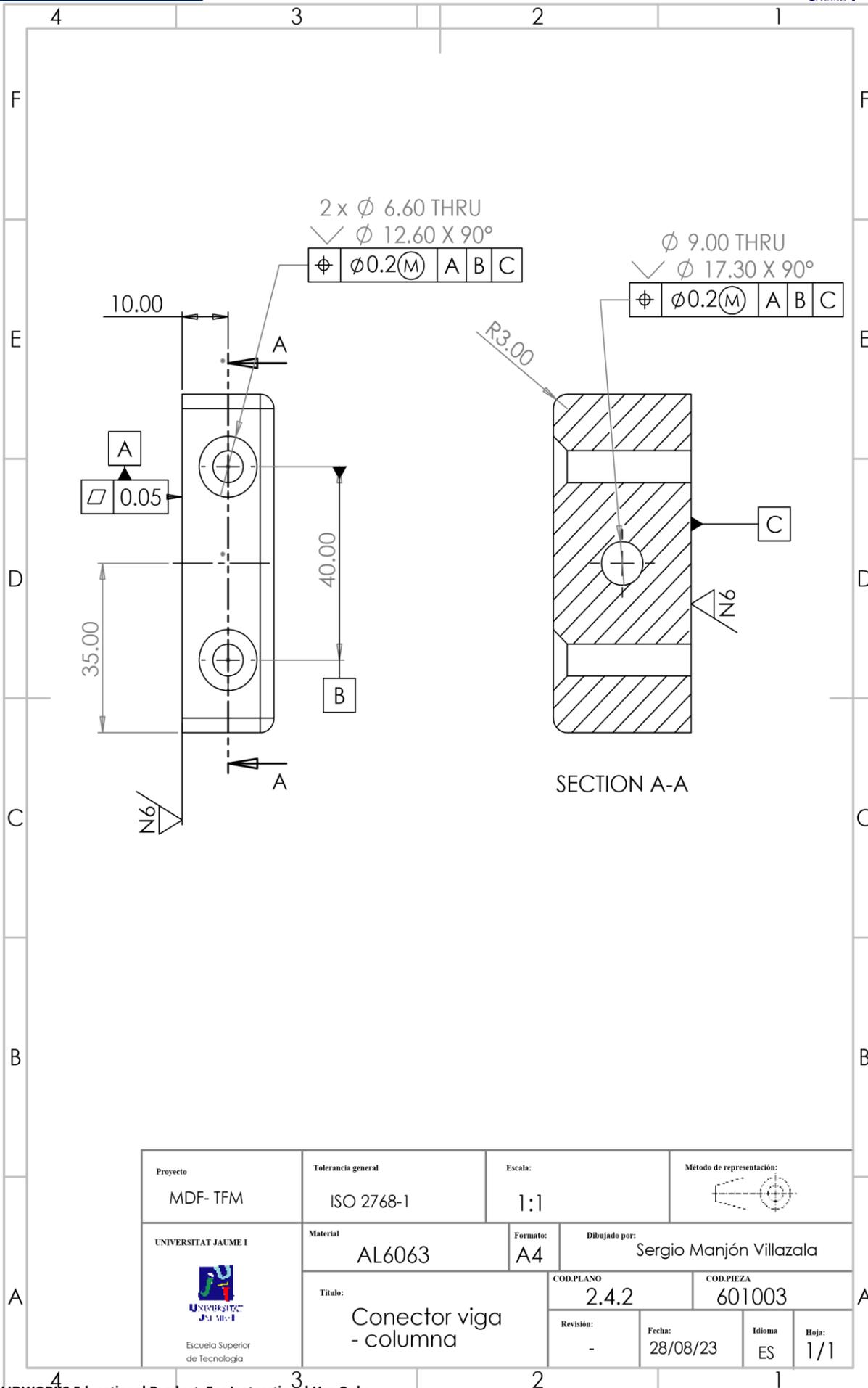
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnologia	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Conjunto compresor - esparcidor		COD.PLANO 2.4	COD.PIEZA 998099
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

ITEM NO.	WELD SIZE	SYMBOL	WELD LENGTH	WELD MATERIAL	QTY.
1	0.5		254.85	S235JR	2

PERFIL ESTRUCTURAL 100x30x2 mm

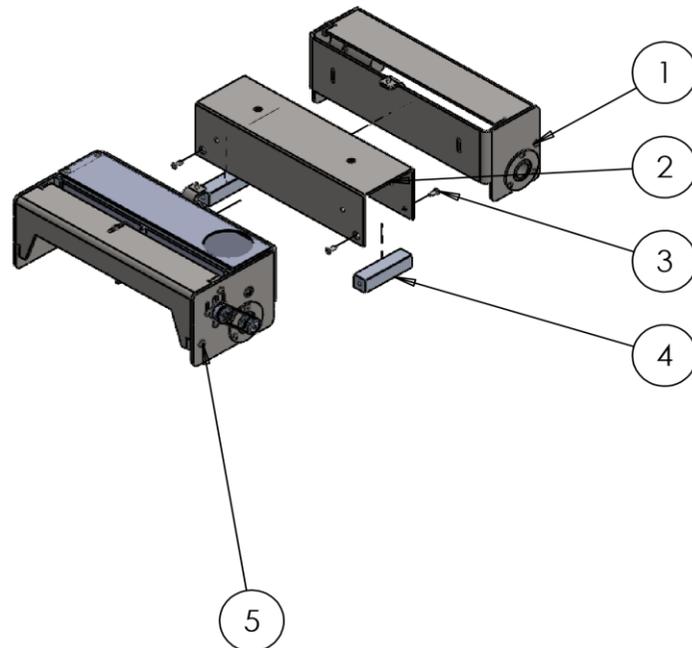


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material S235JR	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Viga soporte esparcidor y compresor		COD.PLANO 103001	COD.PIEZA 2.4.1
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

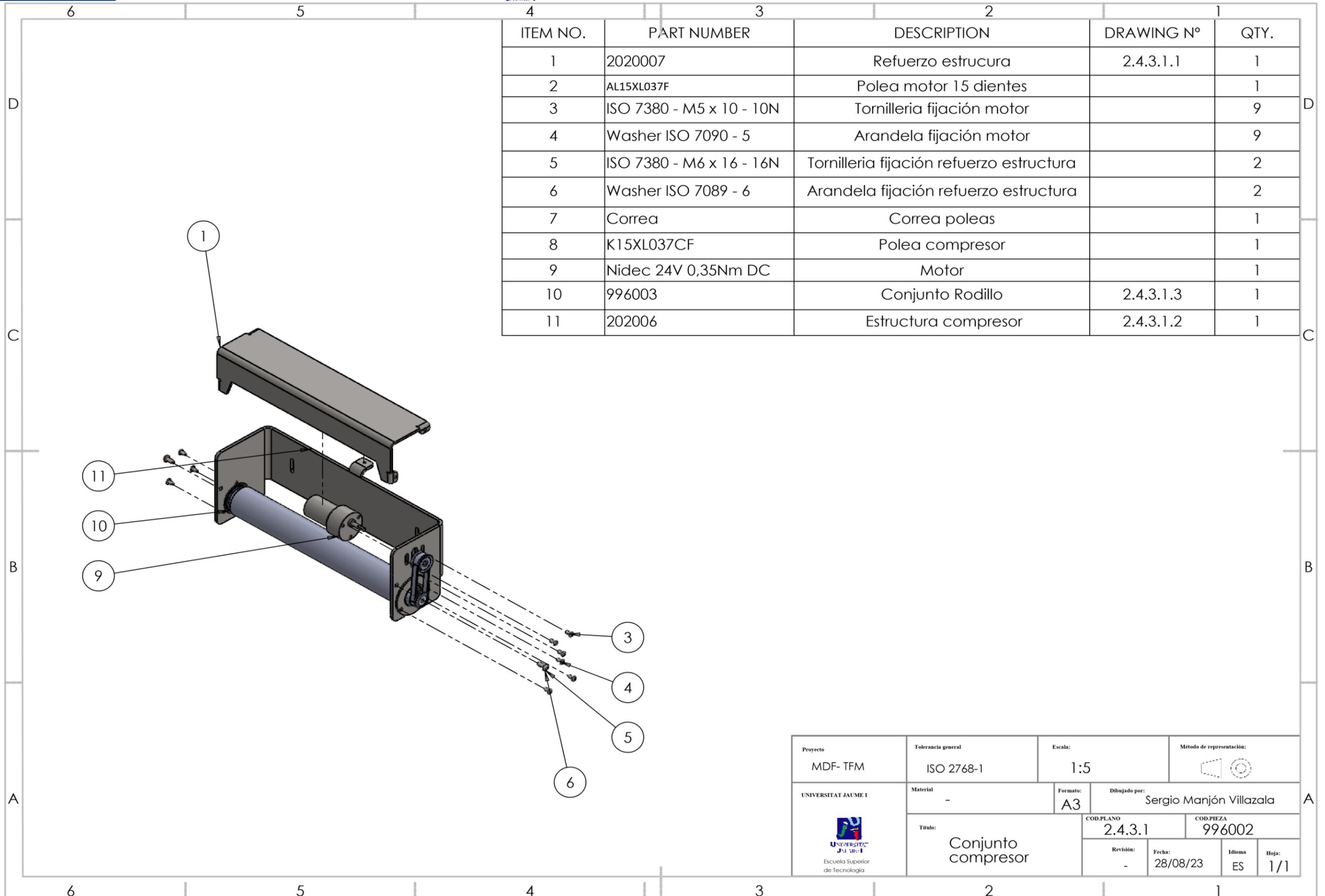


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL6063	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Conector viga - columna	COD.PLANO 2.4.2	COD.PIEZA 601003
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES Hoja: 1/1

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	996002	Conjunto compresor	2.4.3.1	1
2	301002	Soporte compresor-esparcidor	2.4.3.2	1
3	ISO 10642 - M6 x 16 - 16N	Tornillería uniñn soporte-refuerzo		4
4	601004	Refuerzo soporte	2.4.3.3	2
5	996001	Conjunto esparcidor	2.4.3.4	1

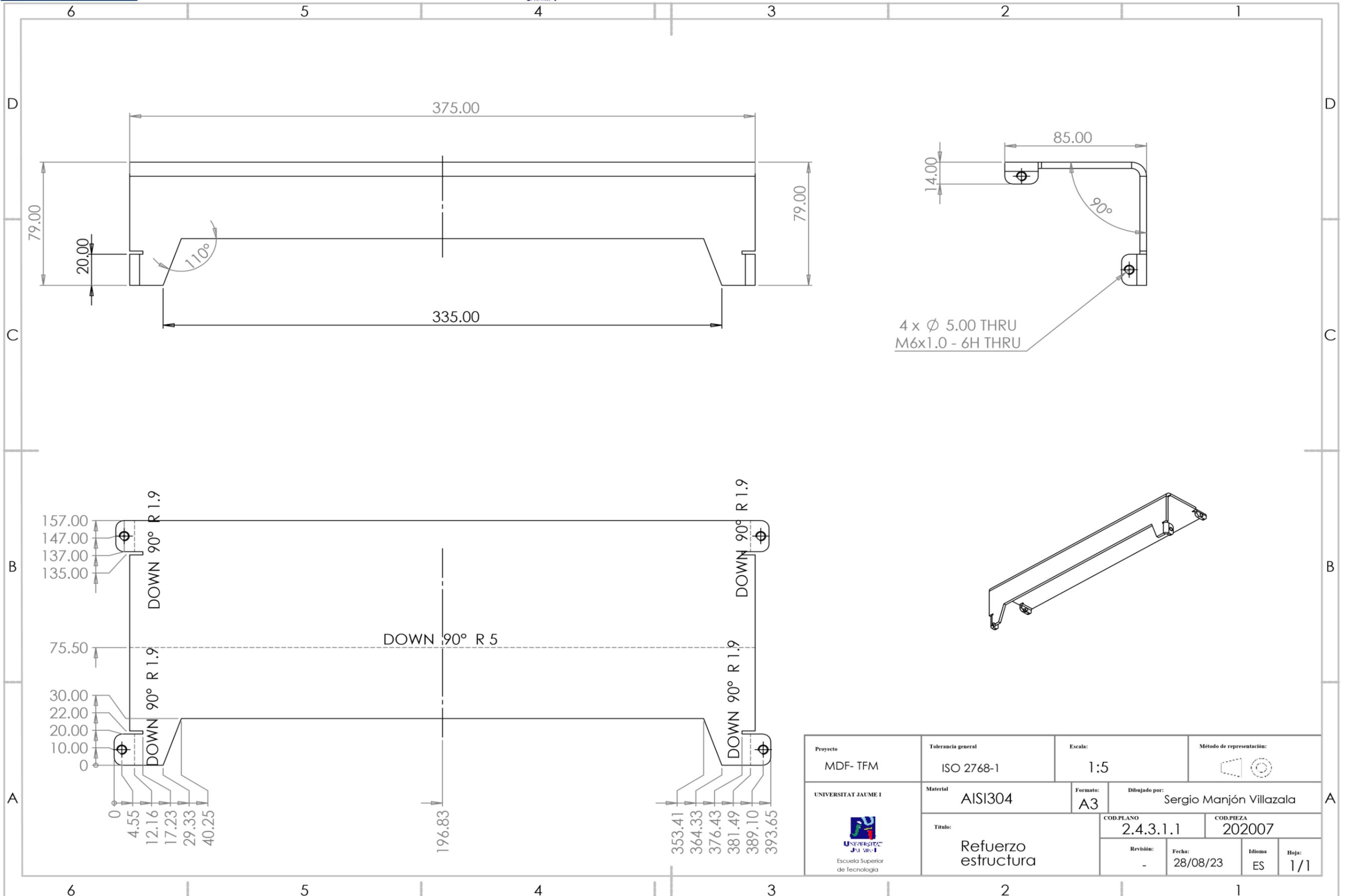


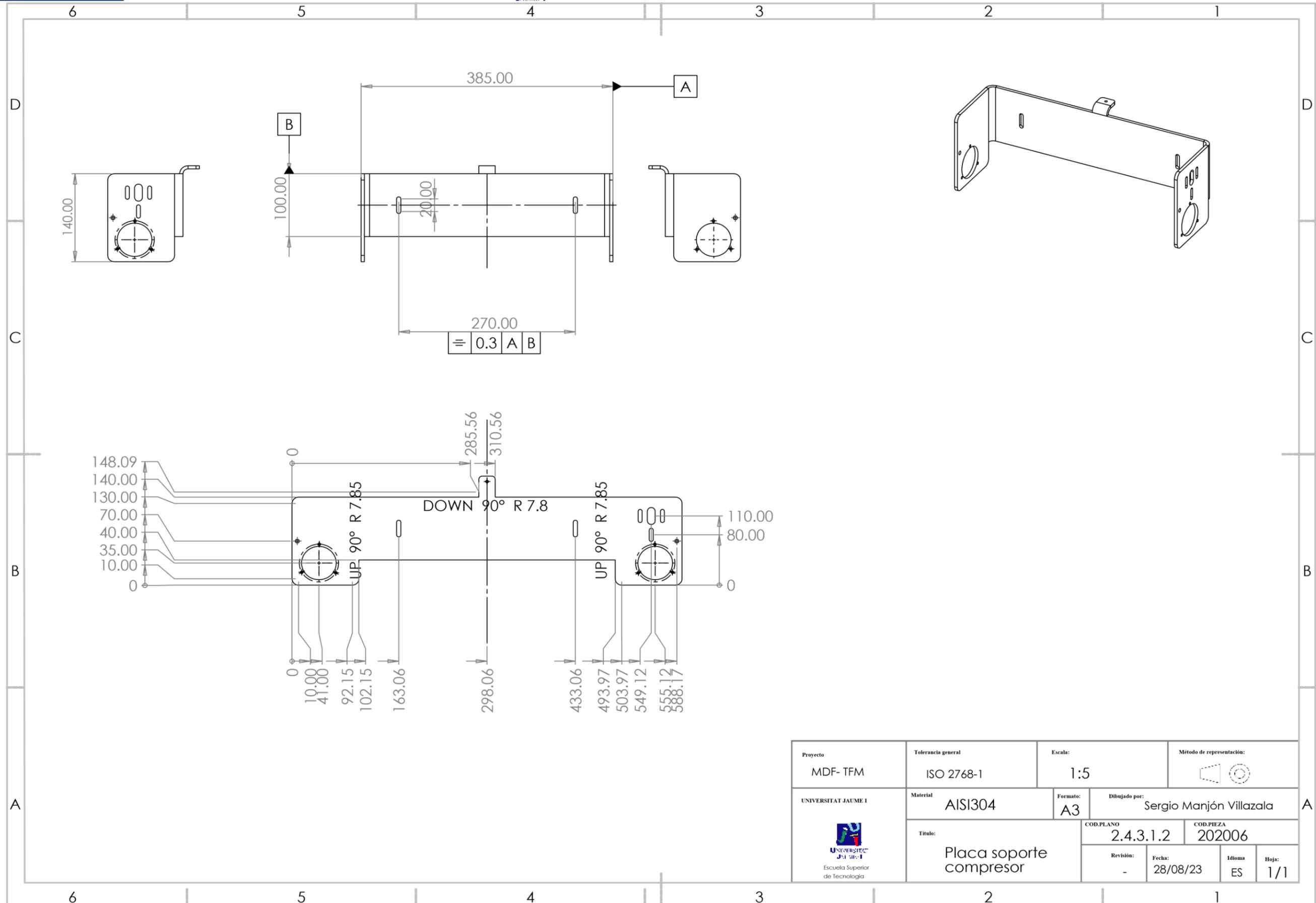
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Conjunto esparcidor-compresor		COD.PLANO 2.4.3 COD.PIEZA 996099
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES Hoja: 1/1



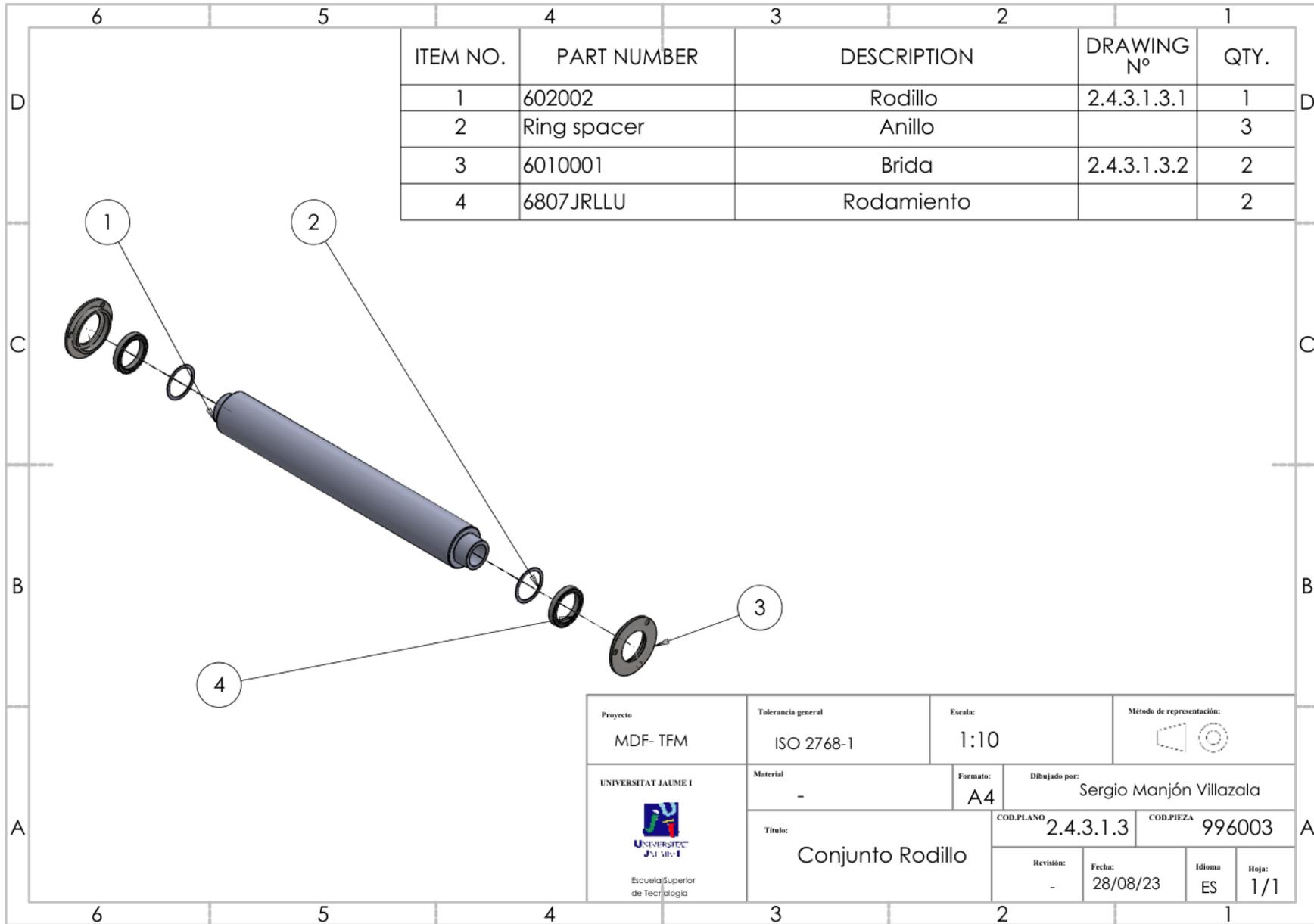
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	2020007	Refuerzo estrucura	2.4.3.1.1	1
2	AL15XL037F	Polea motor 15 dientes		1
3	ISO 7380 - M5 x 10 - 10N	Tornilleria fijación motor		9
4	Washer ISO 7090 - 5	Arandela fijación motor		9
5	ISO 7380 - M6 x 16 - 16N	Tornilleria fijación refuerzo estructura		2
6	Washer ISO 7089 - 6	Arandela fijación refuerzo estructura		2
7	Correa	Correa poleas		1
8	K15XL037CF	Polea compresor		1
9	Nidec 24V 0,35Nm DC	Motor		1
10	996003	Conjunto Rodillo	2.4.3.1.3	1
11	202006	Estructura compresor	2.4.3.1.2	1

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto compresor		COD.PLANO 2.4.3.1	COD.PIEZA 996002
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



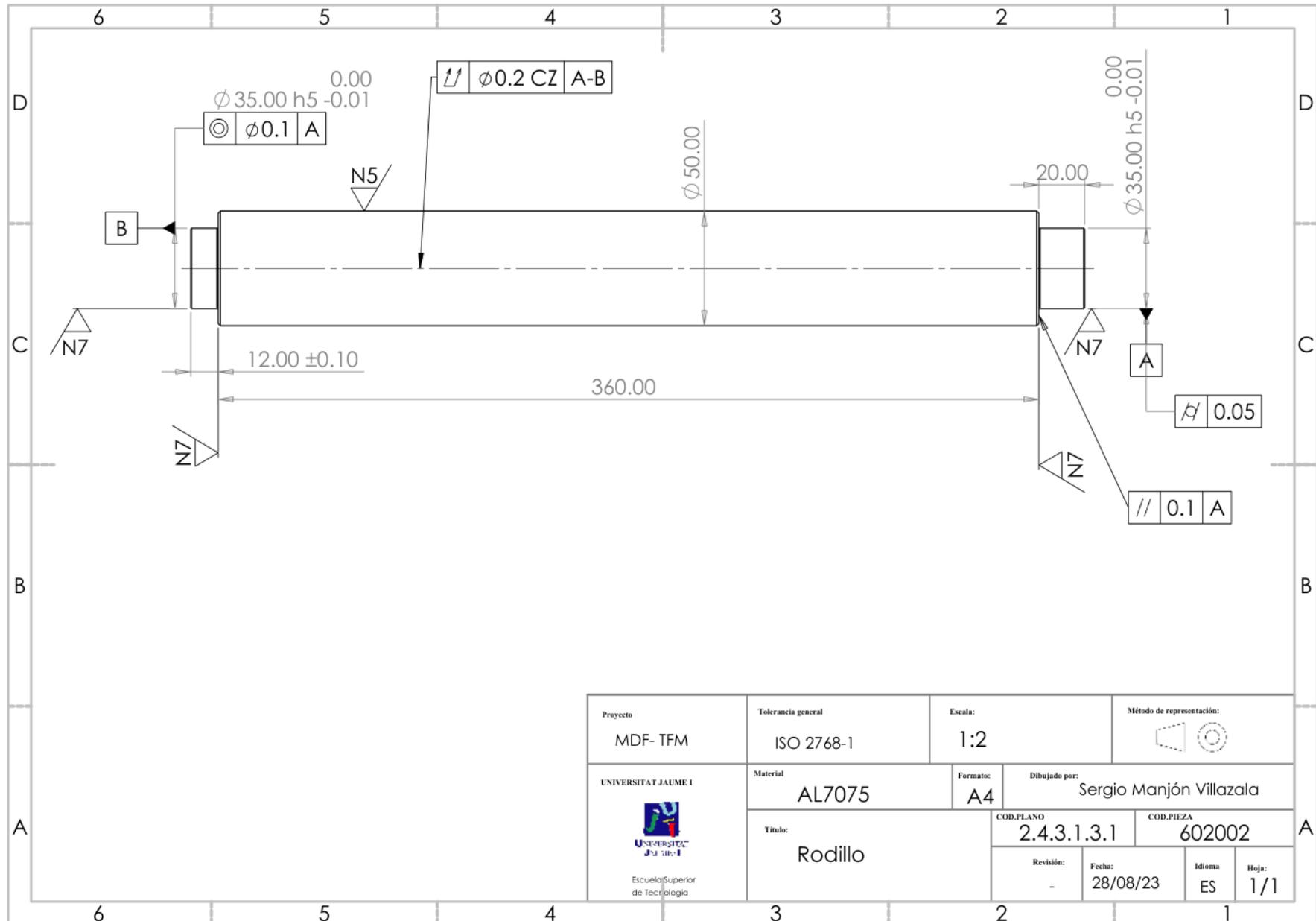


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AISI304	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Placa soporte compresor		COD.PLANO 2.4.3.1.2	COD.PIEZA 202006
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

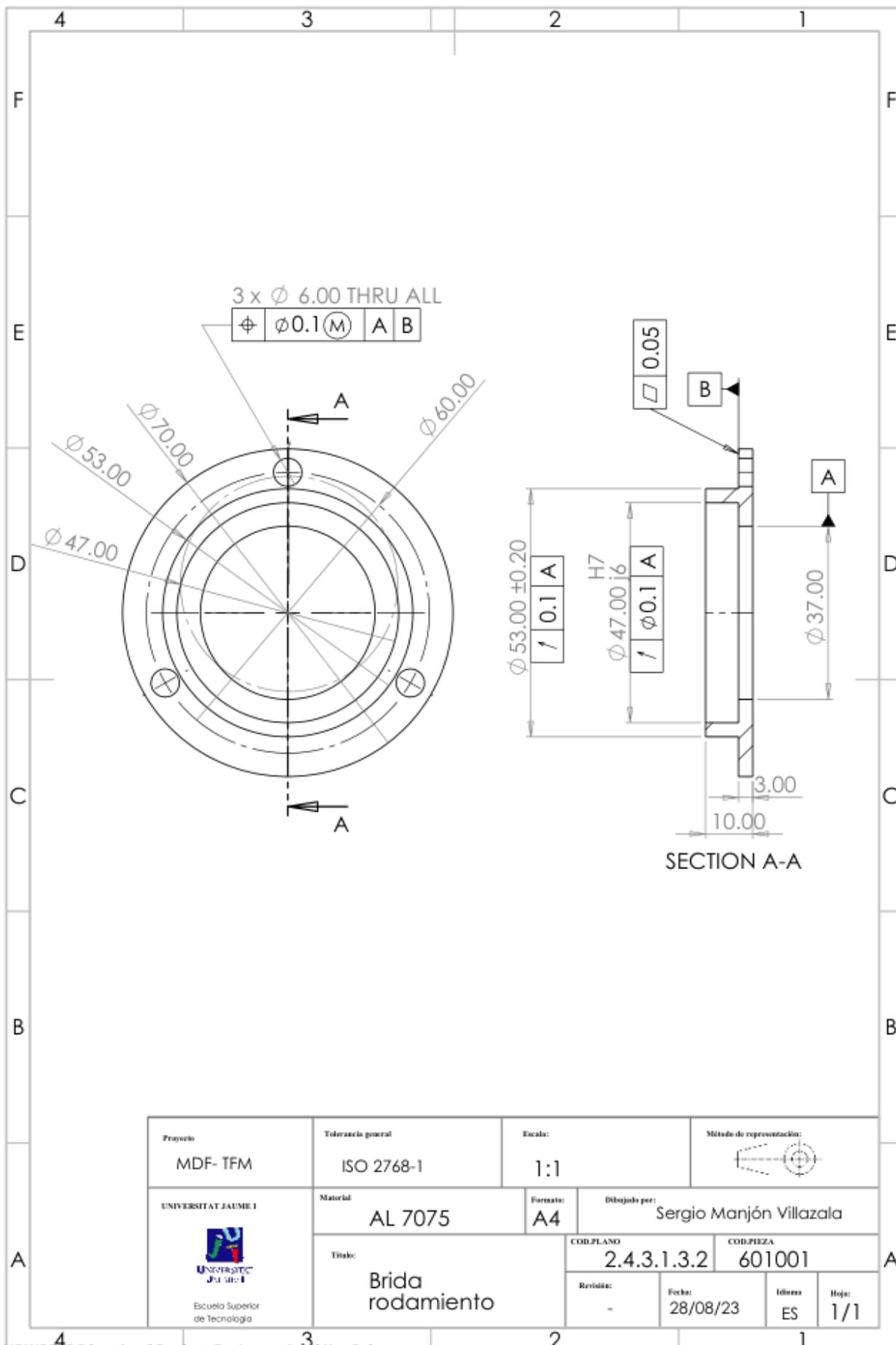


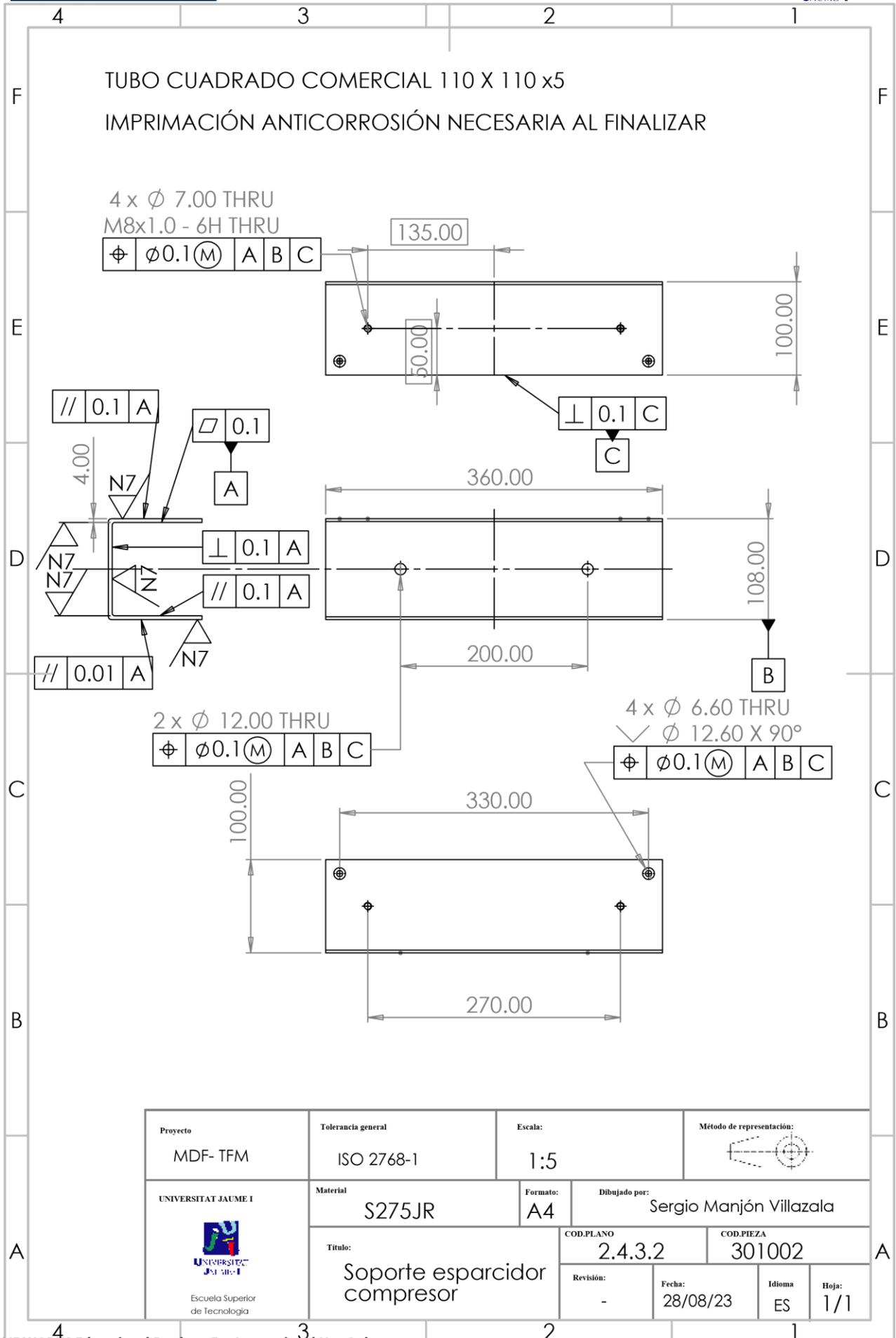
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	602002	Rodillo	2.4.3.1.3.1	1
2	Ring spacer	Anillo		3
3	6010001	Brida	2.4.3.1.3.2	2
4	6807JRLLU	Rodamiento		2

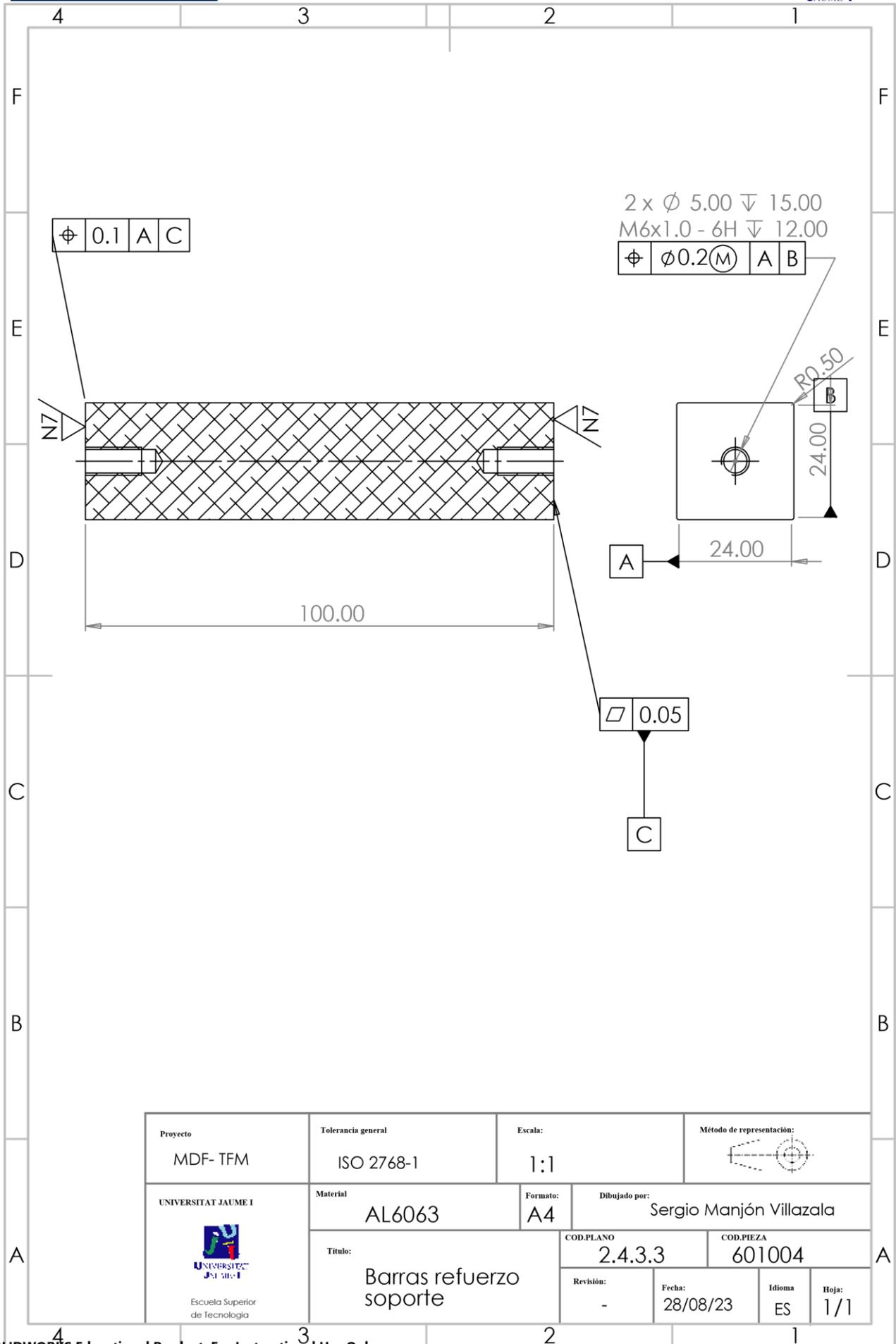
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto Rodillo		COD.PLANO 2.4.3.1.3	COD.PIEZA 996003
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



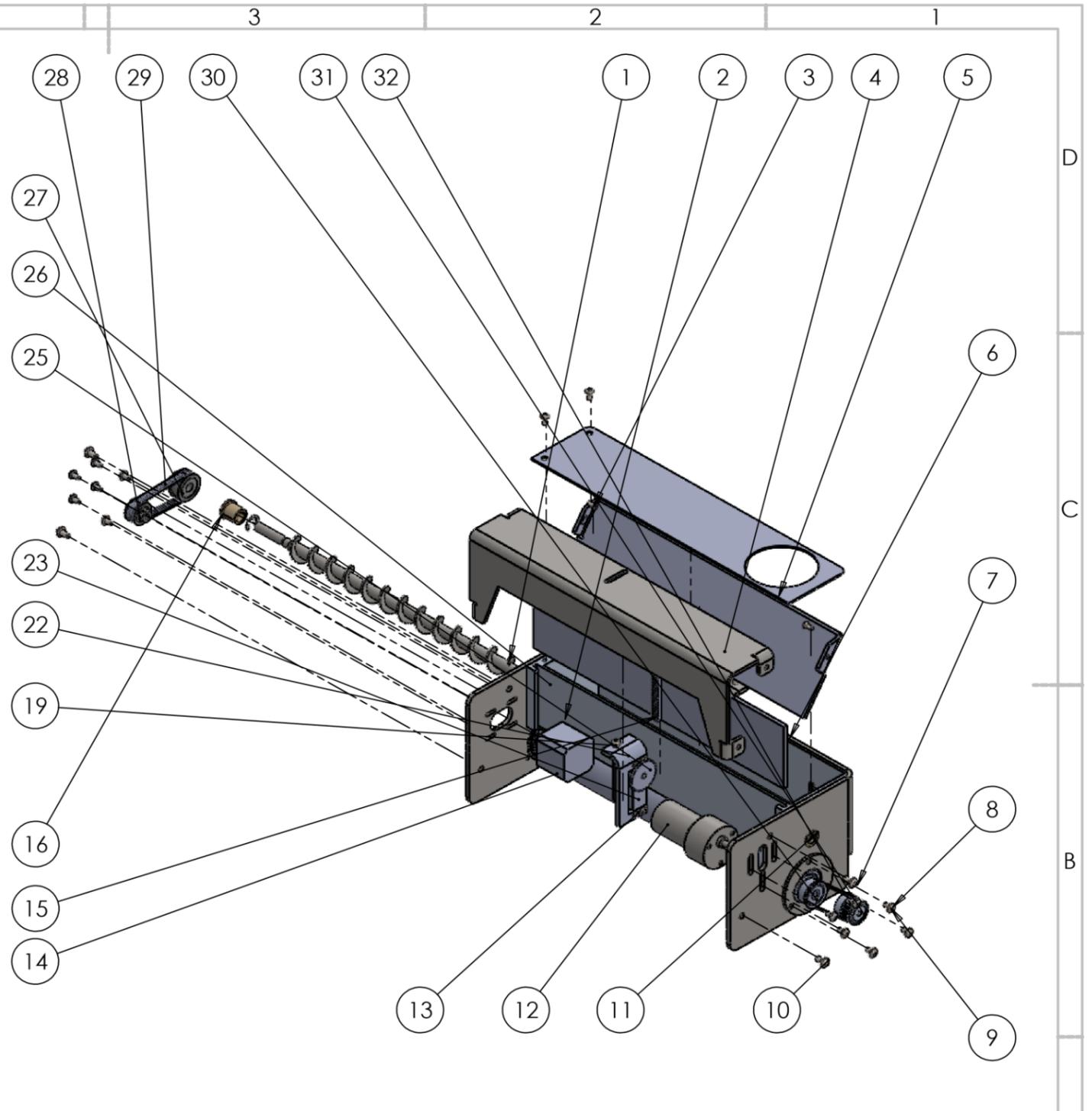
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL7075	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Rodillo	COD.PLANO 2.4.3.1.3.1	COD.PIEZA 602002
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23 Idioma: ES Hoja: 1/1



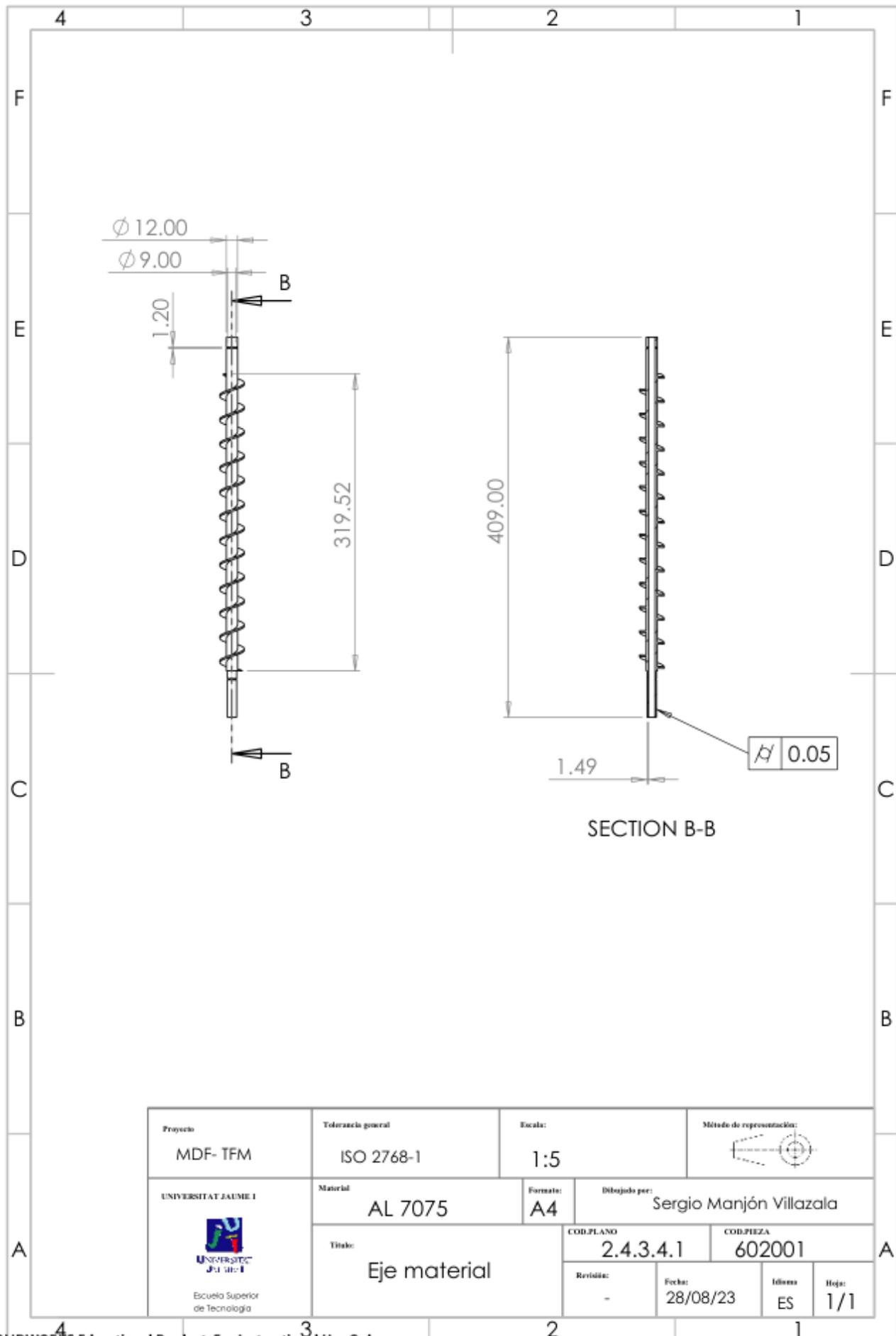


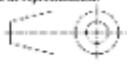


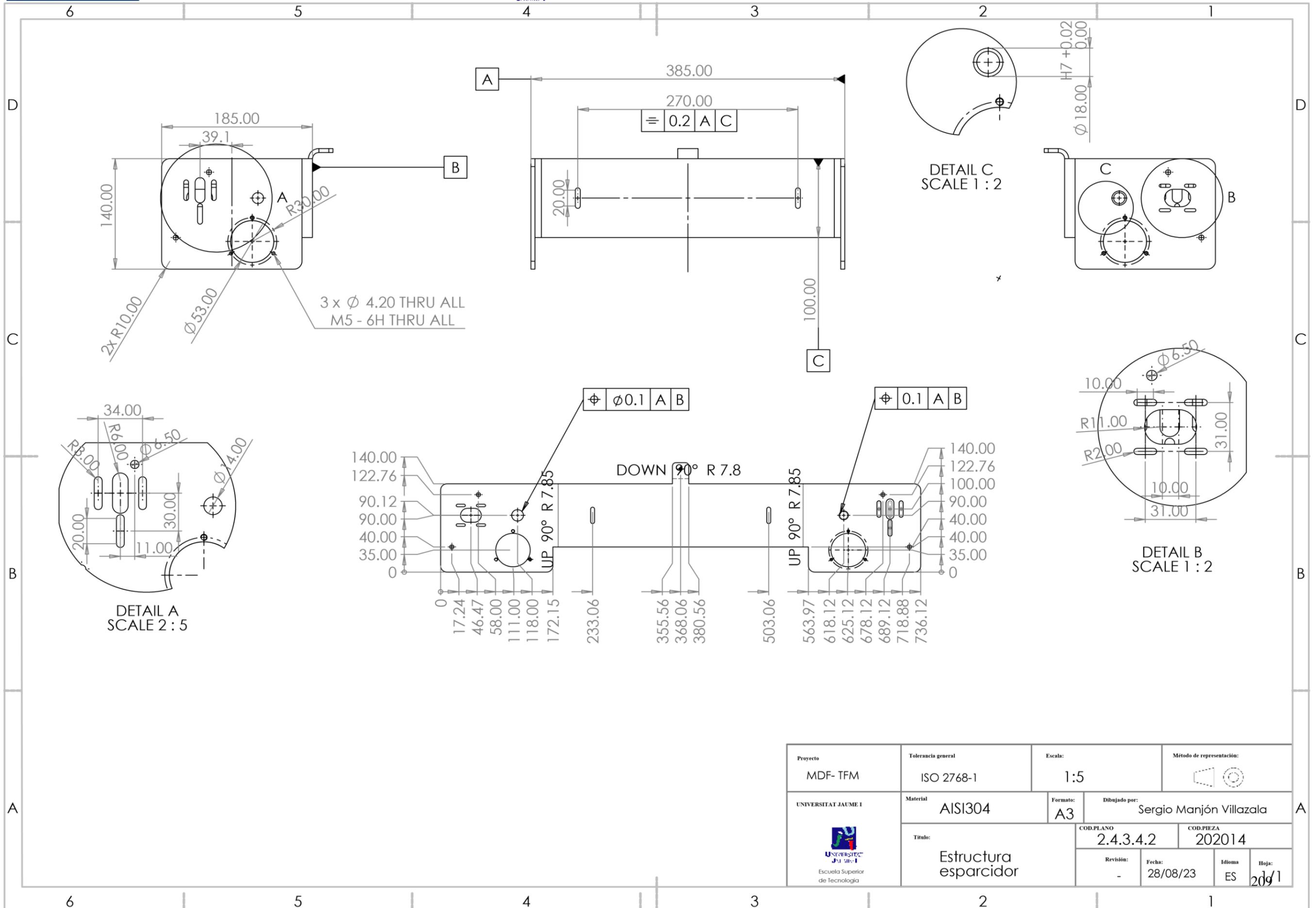
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	602001	Eje material	2.4.3.4.1	1
2	996003	Conjunto Rodillo	2.4.3.1.3	1
3	ISO 10642 - M4 x 10 - 10N	Tornilleria placa		2
4	202005	Refuerzo estructura esparcidor		1
5	201015	Tapa superior material		1
6	202014	Estructura esparcidor	2.4.3.4.2	1
7	Washer ISO 7089 - 6	Arandela refuerzo estructura		4
8	ISO 7380 - M5 x 10 - 10N	Tornilleria brida		16
9	ISO 10673-5.5-S	Arandela brida		9
10	ISO 7380 - M6 x 12 - 12N	Tronilleria refuerzo estructura		4
11	JFM_121418_045_1	Cojinete fricción		1
12	Nidec 24V 0,35Nm DC	Motor eje esparcidor		1
13	ISO 7380 - M4 x 10 - 10N	Tornilleria motor elevador		4
14	Stepper motor 0.4N	Motor eje material		1
15	401002	Puerta esparcidor	2.4.3.4.3	1
16	JFM_1218_20_1	Cojinete fricción		1
17	201026	Tapa depósito	2.4.3.4.4	1
19	Washer ISO 7089 - 5	Arandela motor elevador		7
20	DIN 914 - M5 x 20-N	Calibrador altura		1
22	202017	Soporte motor elevador	2.4.3.4.5	1
23	Motor	Motor servo elevador		1
25	402007	Polea motor elevador	2.4.3.4.6	1
26	401001	Deposito polvo	2.4.3.4.7	1
27	P30-3GT-BLP-9C-10	Polea distribuidor polvo		1
28	P24-3GT-BLP-9C-5	Polea motor		1
29	Belt2-18	Correa distribuidor polvo		1
30	AL15XL037F	Polea motor 15 dientes		1
31	K15XL037CF	Polea eje		1
32	Correa	Correa dentada		1



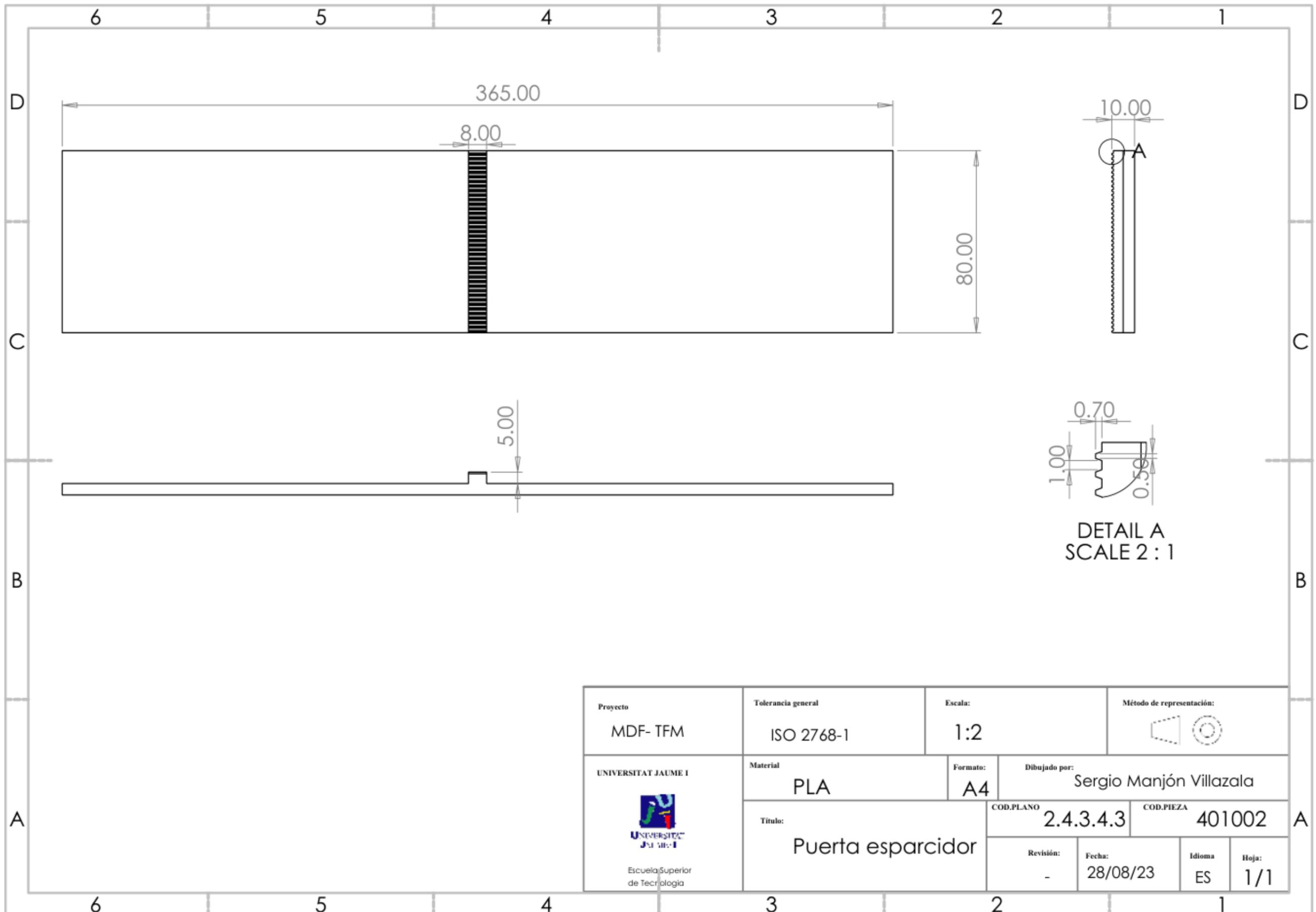
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto esparcidor		COD.PLANO 2.4.3.4	COD.PIEZA 996001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación: 
UNIVERSITAT JAUME I  Escola Superior de Tecnologia	Material AL 7075	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Eje material	COD.PLANO 2.4.3.4.1	
		COD.PIEZA 602001	
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES	Hoja: 1/1

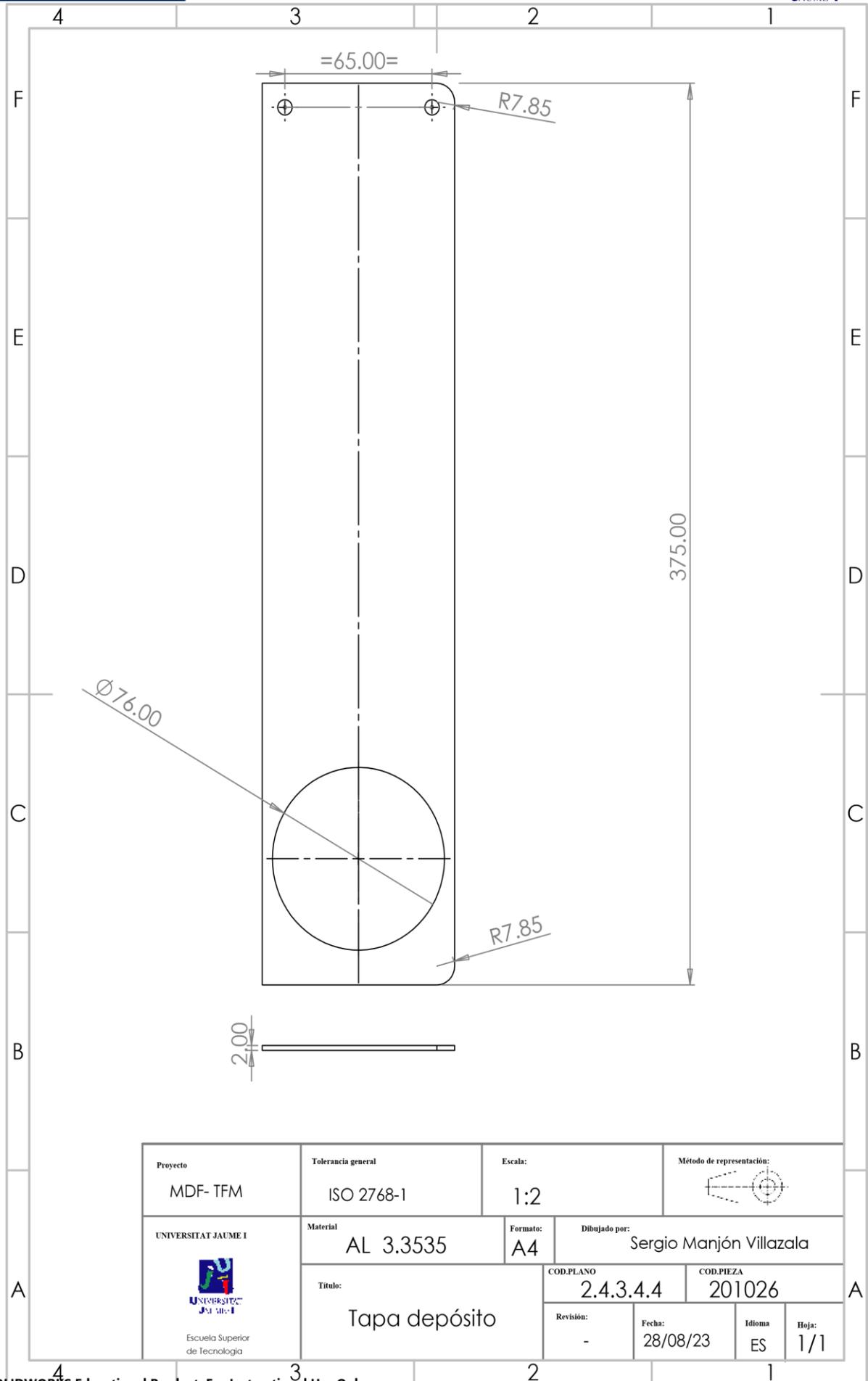


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material AISI304	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Estructura esparcidor		COD.PLANO 2.4.3.4.2	COD.PIEZA 202014
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 209/1

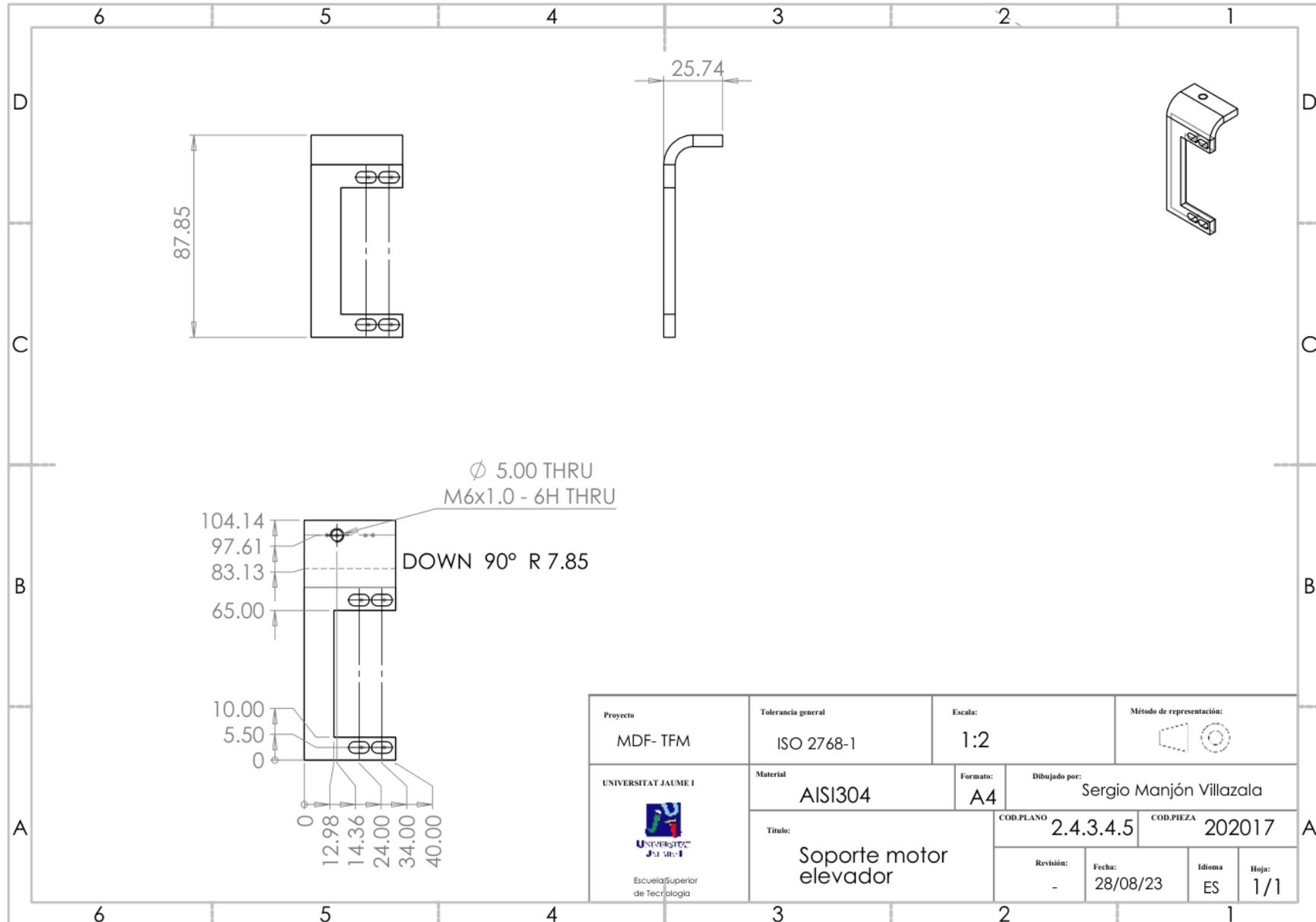


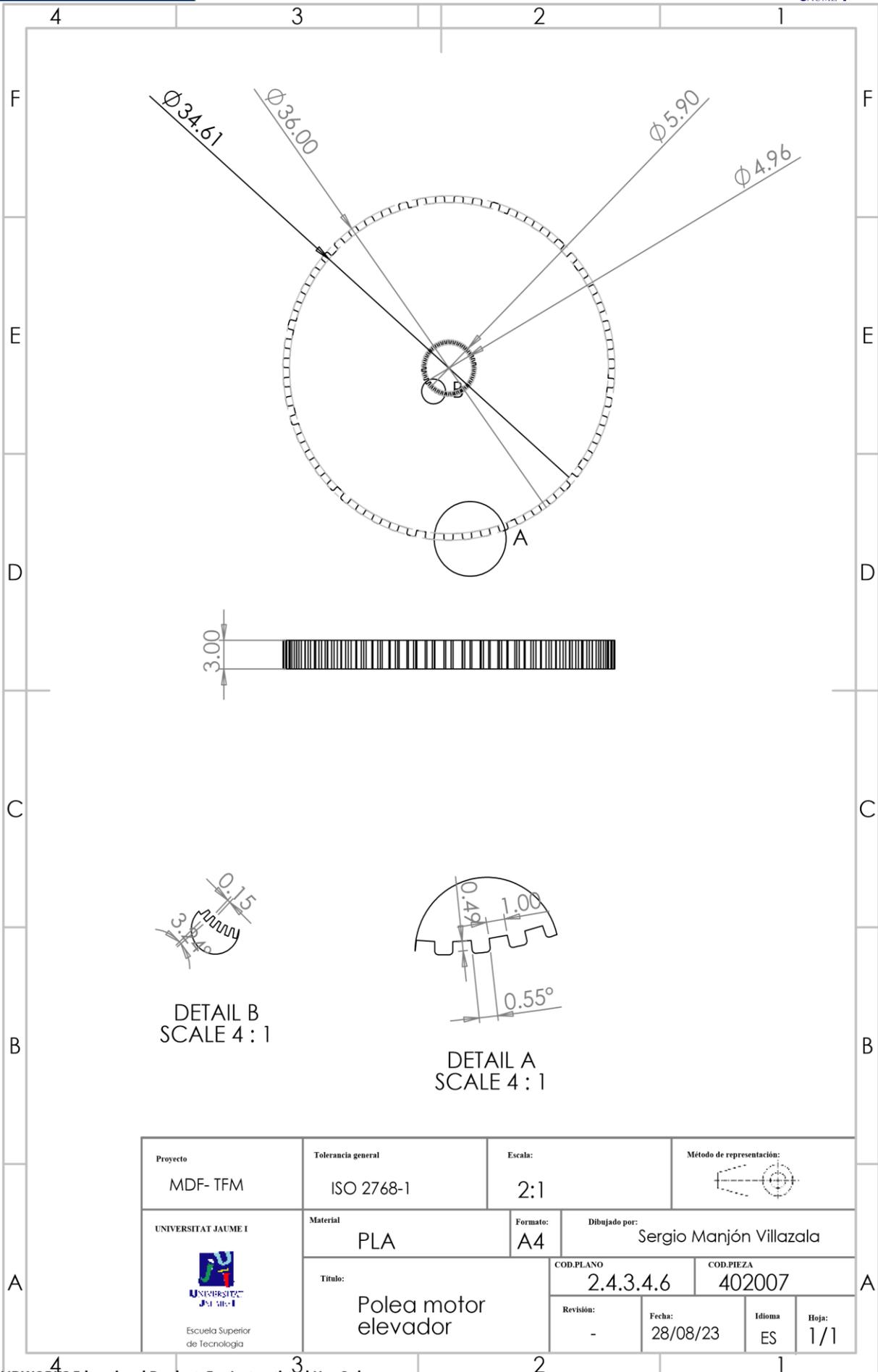
DETAIL A
SCALE 2 : 1

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material PLA	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Puerta esparcidor	COD.PLANO 2.4.3.4.3	COD.PIEZA 401002
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES
			Hoja: 1/1

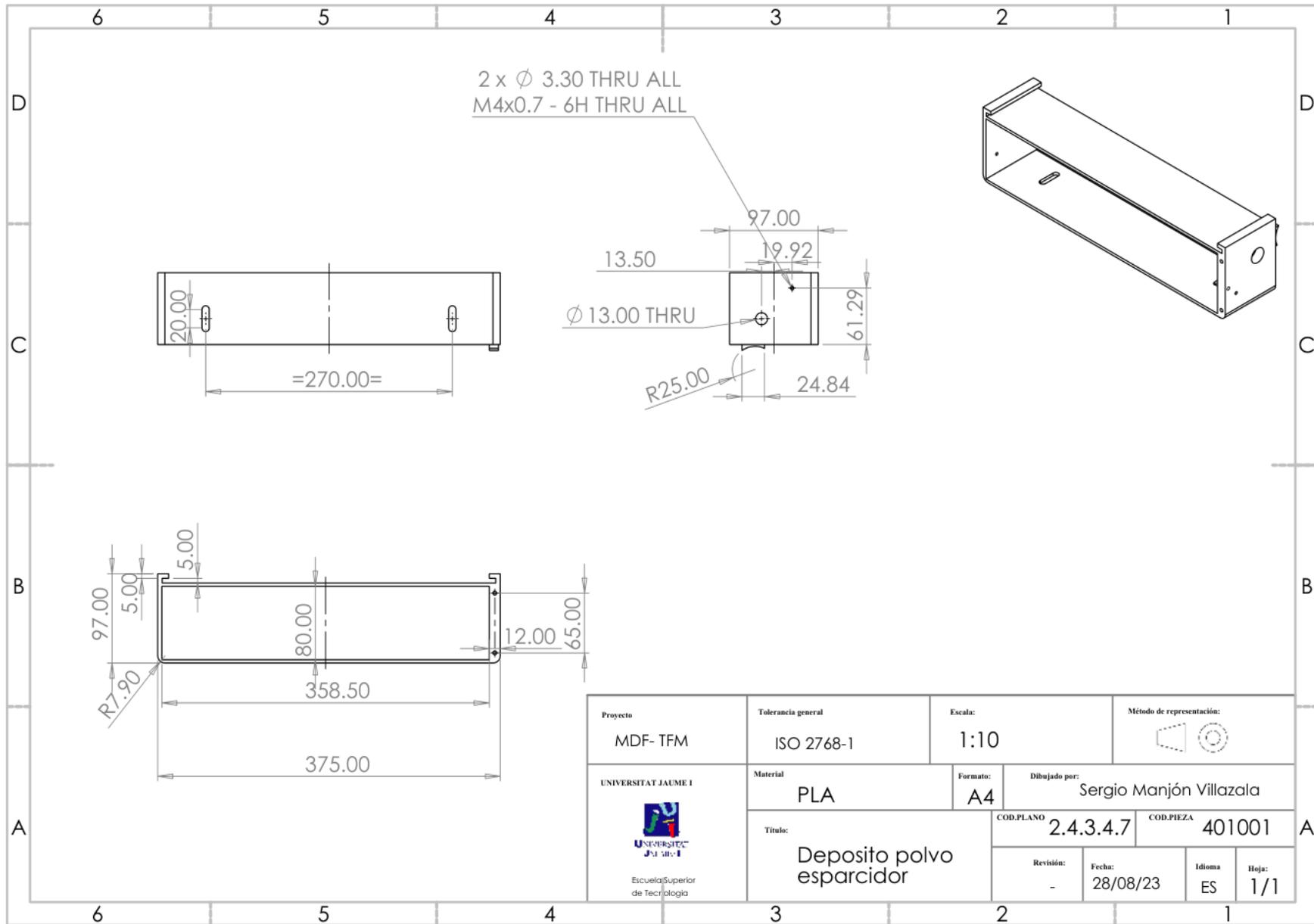


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación: 
UNIVERSITAT JAUME I  Escuela Superior de Tecnología	Material AL 3.3535	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Tapa depósito		COD.PLANO 2.4.3.4.4	COD.PIEZA 201026
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
		Hoja: 1/1	

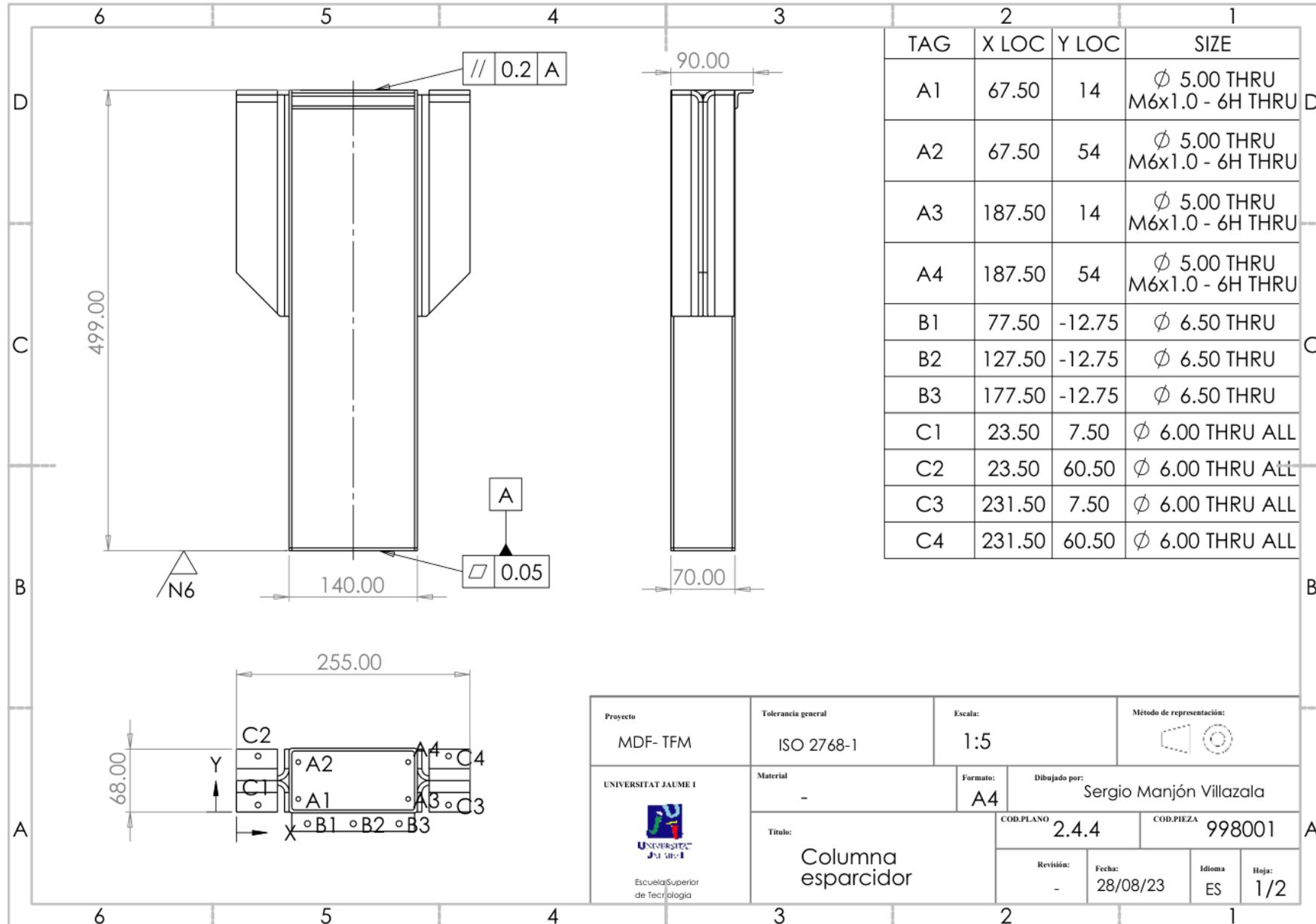




Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 2:1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material PLA	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Polea motor elevador		COD.PLANO 2.4.3.4.6	COD.PIEZA 402007
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma ES	Hoja: 1/1

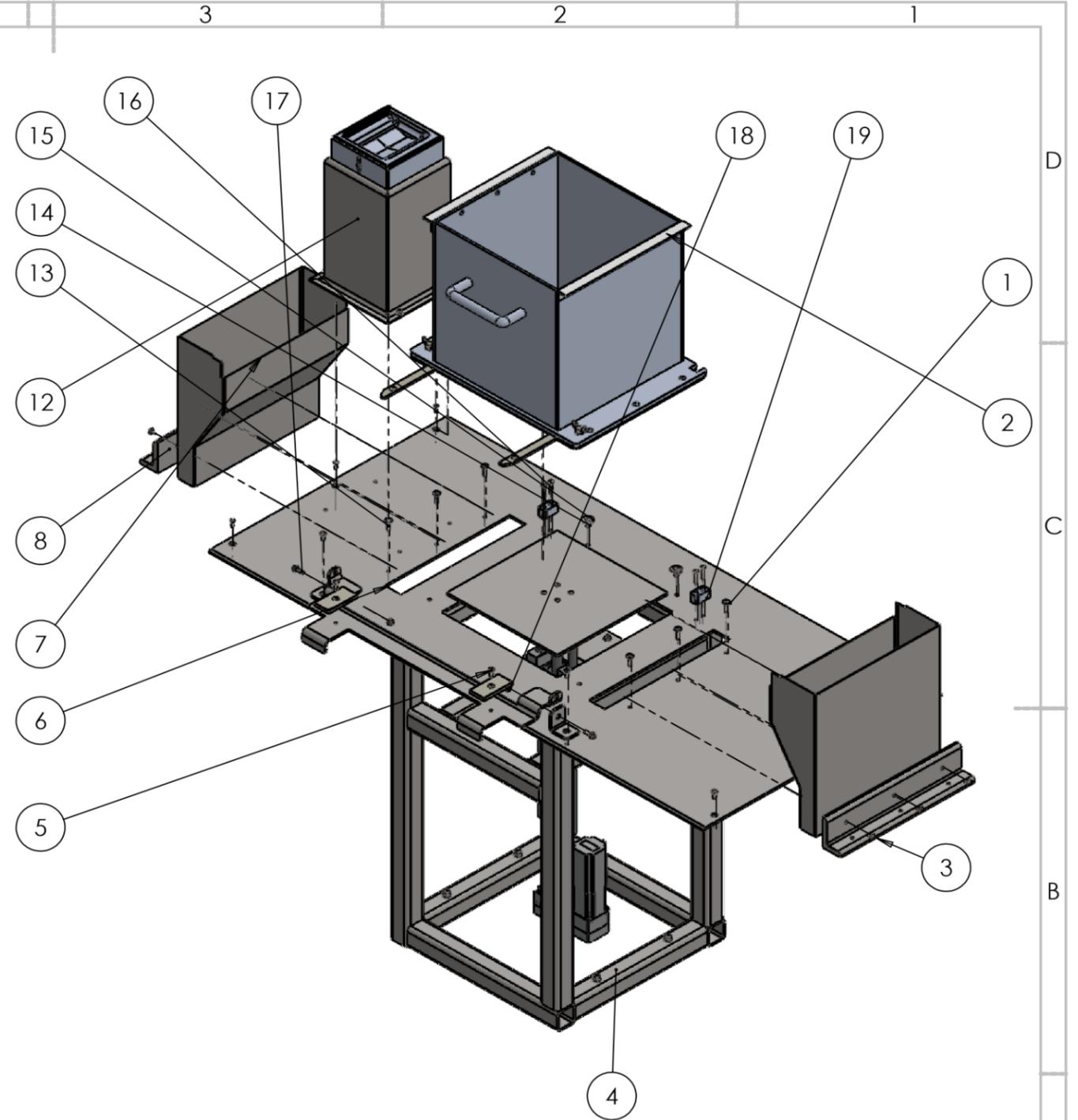


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material PLA	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Deposito polvo esparcidor		COD.PLANO 2.4.3.4.7	COD.PIEZA 401001
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma ES
		Hoja: 1/1	

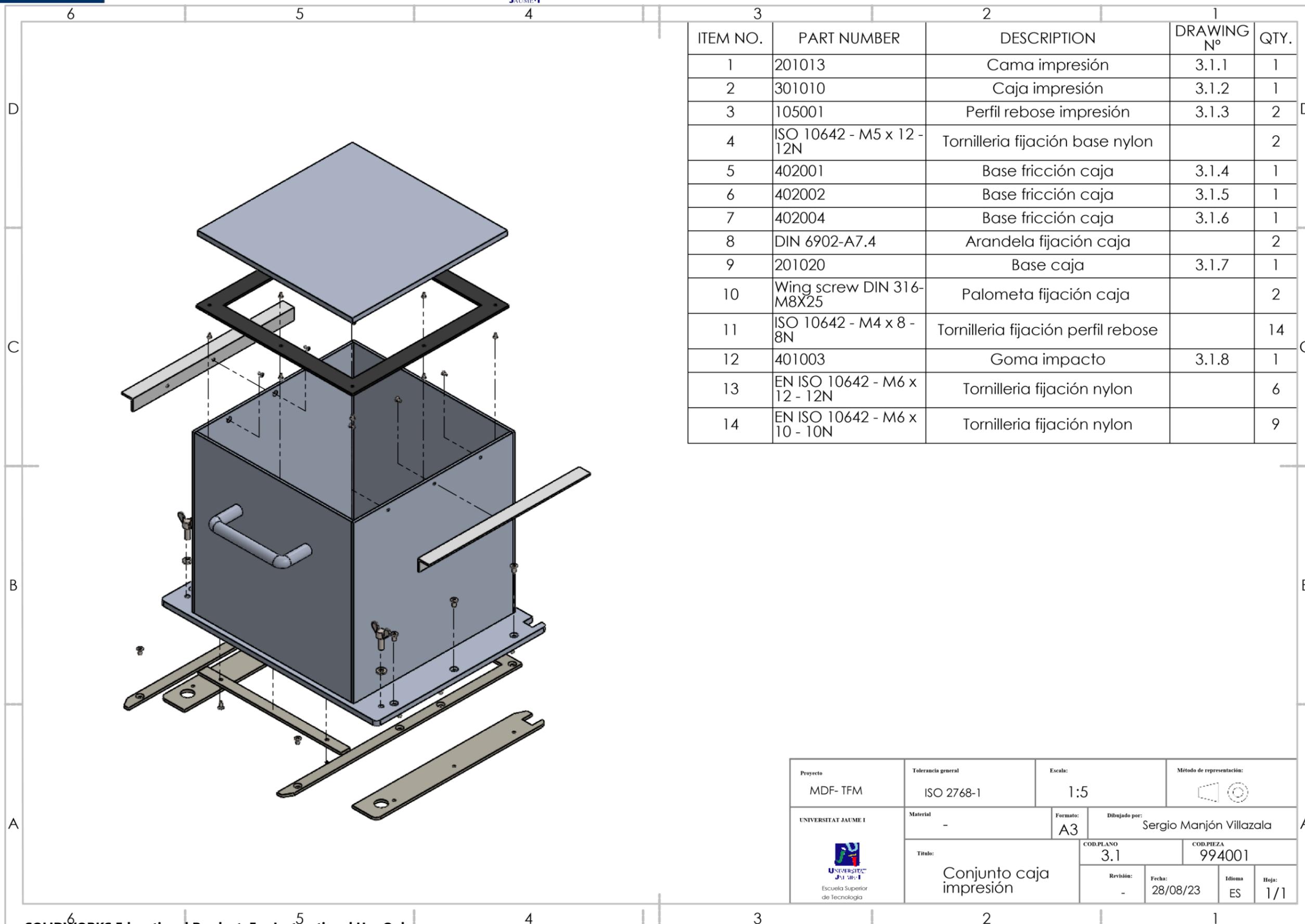


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Columna esparcidor		COD.PLANO 2.4.4	COD.PIEZA 998001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/2

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	ISO 10669-5.4-N	Arandela fijación rail a base		12
2	994001	Conjunto caja impresión	3.1	1
3	ISO 7380 - M5 x 12 - 12N	Tornillería fijación perfil		6
4	997001	Ensamblaje eje Z	3.2	1
5	ISO 10642 - M6 x 16 - 16N	Tornillería fijación palcas fricción		10
6	201011	Placa base	3.3	1
7	301003	Chapa caída polvo	3.4	2
8	105002	Perfil sujeción chapa caída polvo	3.5	2
9	201014	Rampa extracción cubo	3.6	1
10	402003	Placa fricción	3.7	2
11	2020010	Soporte guía rampa	3.8	2
12	995002	Purgador	3.9	1
13	ISO 7380 - M5 x 25 - 25N	Tornillería fijación perfil a base		6
14	ISO 7380 - M8 x 16 - 16N	Tornillería fijación placa base		2
15	Washer ISO 7093 - 8	Arandela fijación placa base		2
16	ISO 10642 - M5 x 30 - 30N	Tornillería fijación tope caja		4
17	ISO 4162 - M6 x 20 x 20-N	Tornillo bisagra rampa		2
18	ISO - 4161 - M6 - N	Tuerca bisagra rampa		2
19	201012	Tope caja impresión	3.10	2

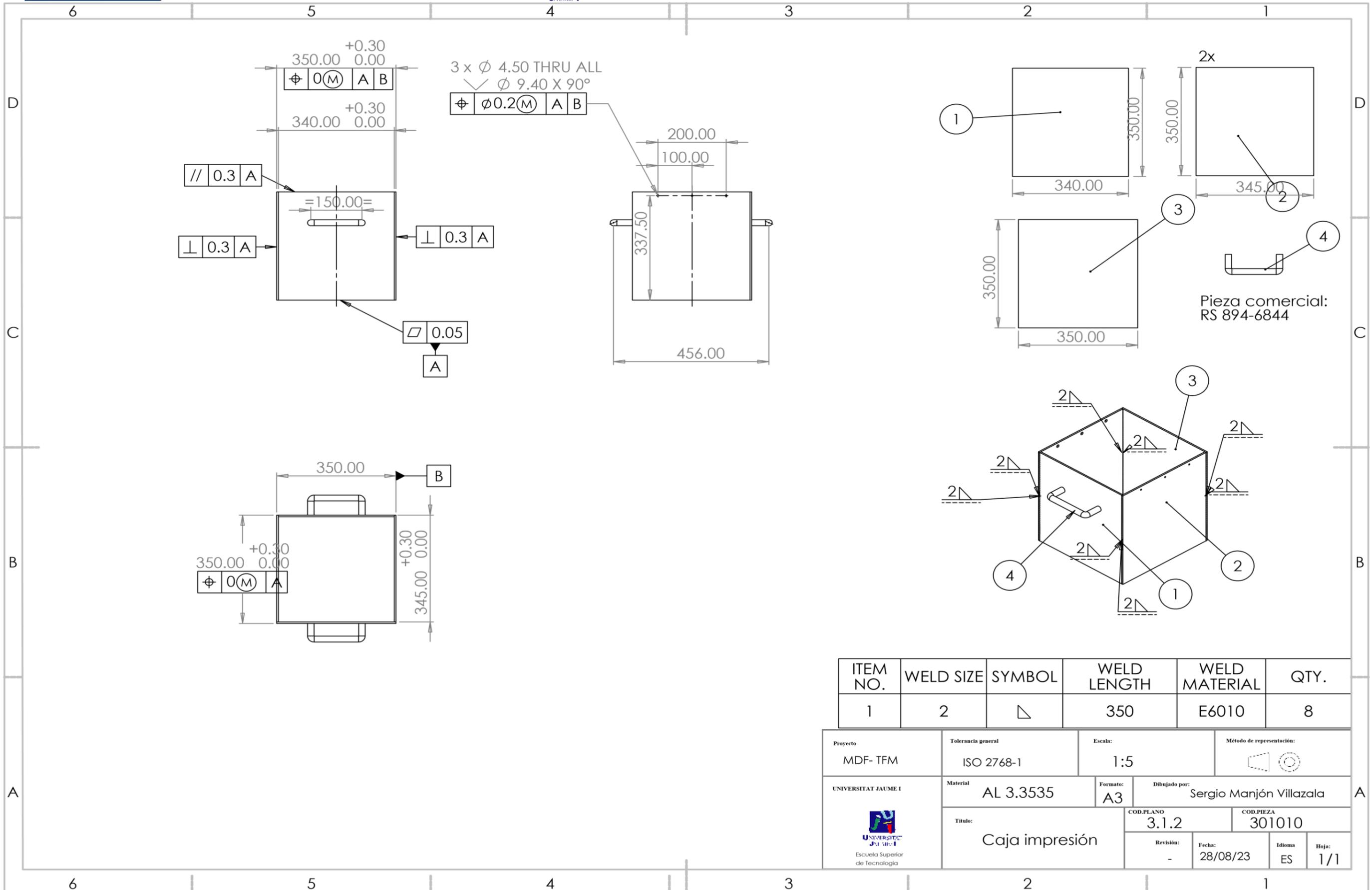


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Conjunto caja y eje vertical		COD.PLANO 3	COD.PIEZA 999003
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



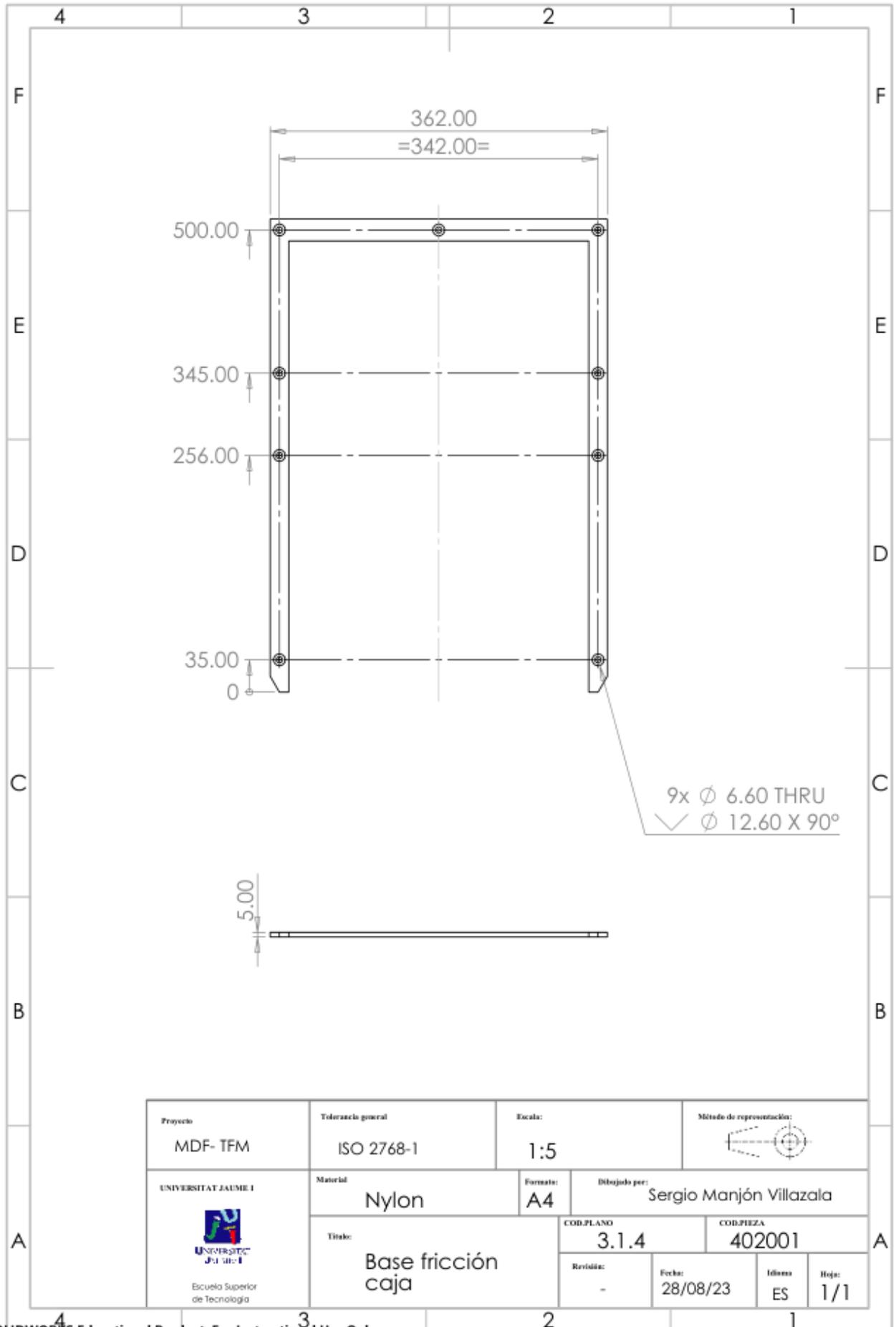
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	201013	Cama impresión	3.1.1	1
2	301010	Caja impresión	3.1.2	1
3	105001	Perfil rebose impresión	3.1.3	2
4	ISO 10642 - M5 x 12 - 12N	Tornillería fijación base nylon		2
5	402001	Base fricción caja	3.1.4	1
6	402002	Base fricción caja	3.1.5	1
7	402004	Base fricción caja	3.1.6	1
8	DIN 6902-A7.4	Arandela fijación caja		2
9	201020	Base caja	3.1.7	1
10	Wing screw DIN 316-M8X25	Palometa fijación caja		2
11	ISO 10642 - M4 x 8 - 8N	Tornillería fijación perfil rebose		14
12	401003	Goma impacto	3.1.8	1
13	EN ISO 10642 - M6 x 12 - 12N	Tornillería fijación nylon		6
14	EN ISO 10642 - M6 x 10 - 10N	Tornillería fijación nylon		9

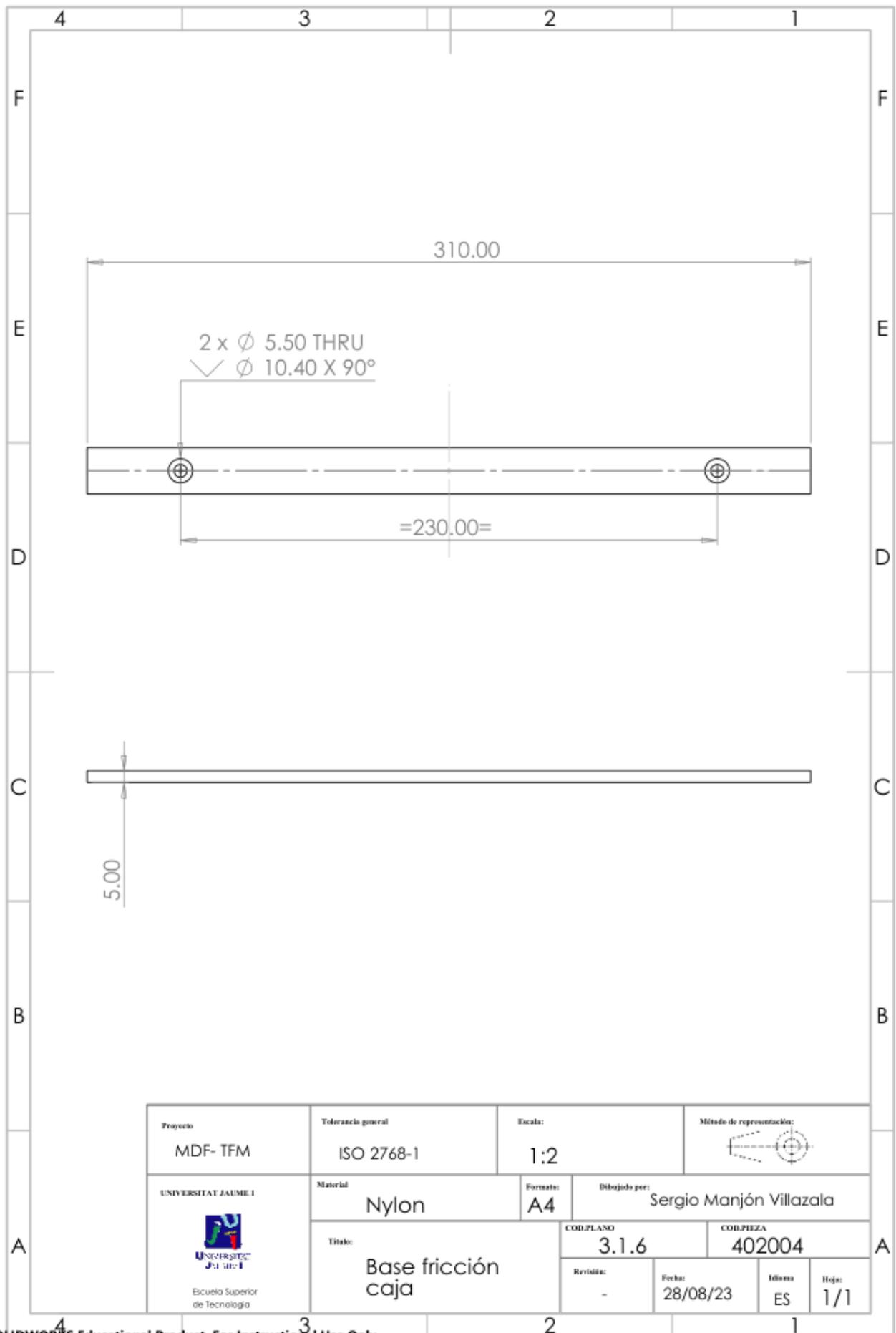
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Conjunto caja impresión		COD. PLANO 3.1
			COD. PIEZA 994001
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES
			Hoja: 1/1

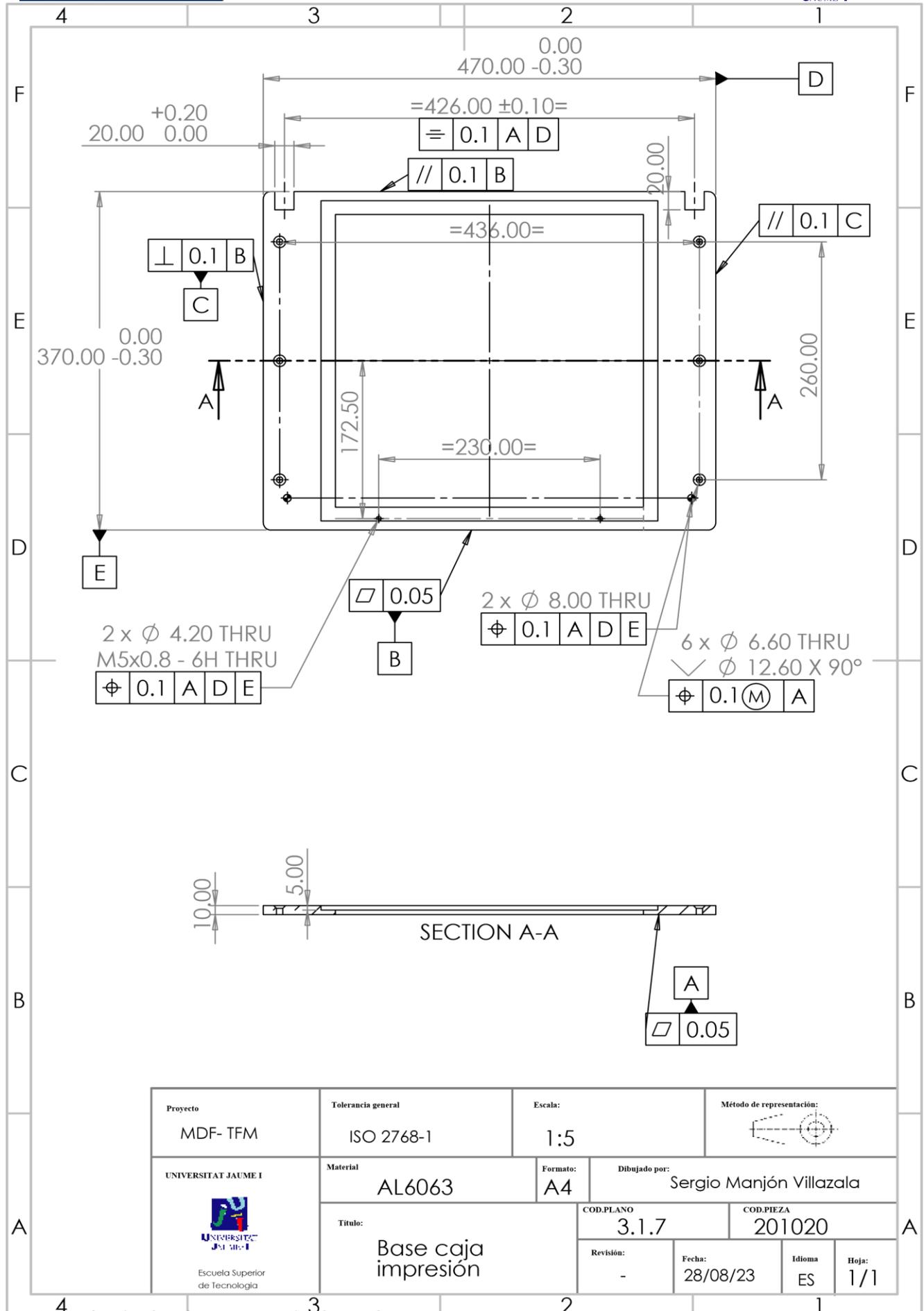


ITEM NO.	WELD SIZE	SYMBOL	WELD LENGTH	WELD MATERIAL	QTY.
1	2		350	E6010	8

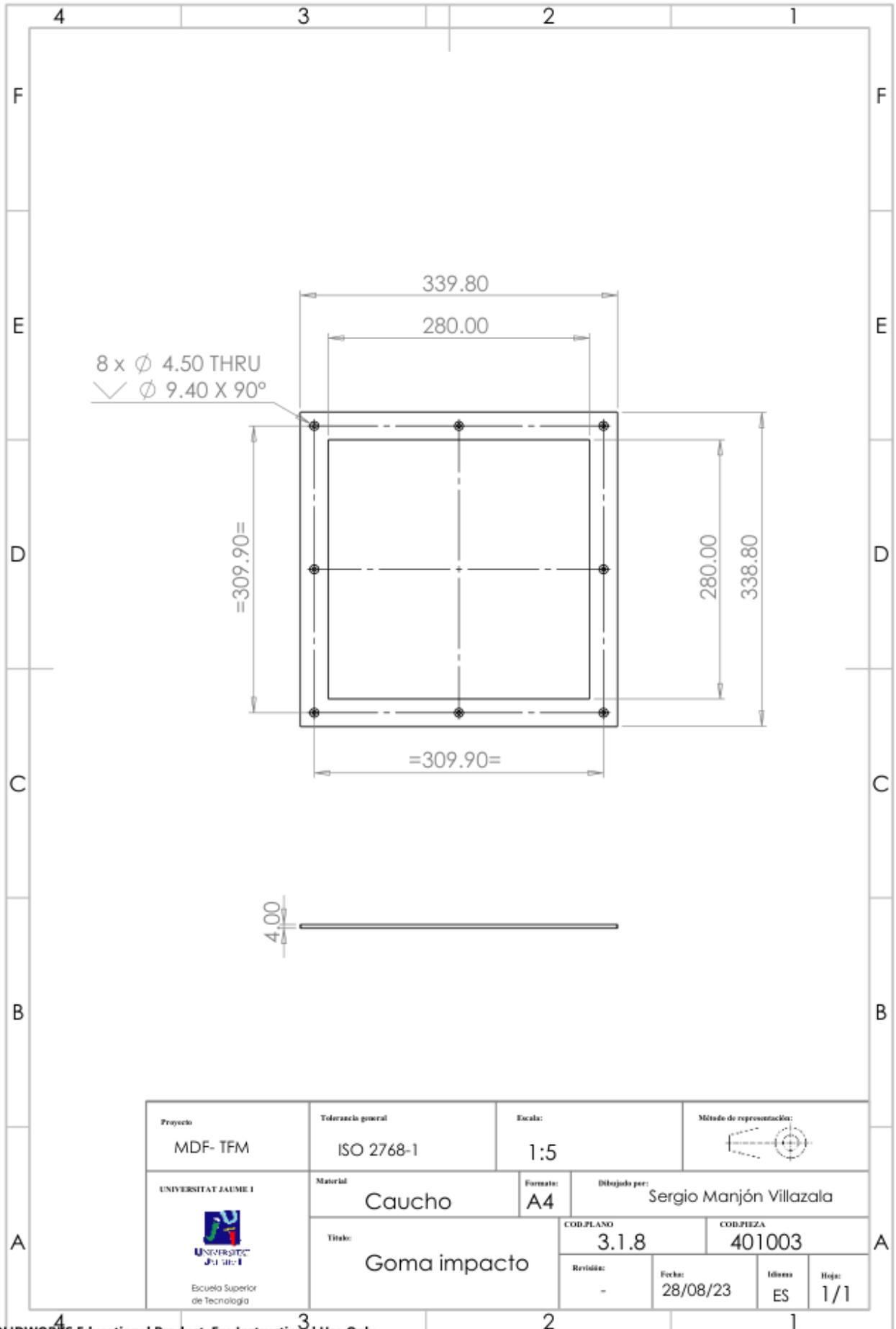
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material AL 3.3535	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Caja impresión	COD.PLANO 3.1.2	COD.PIEZA 301010
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
			Hoja: 1/1

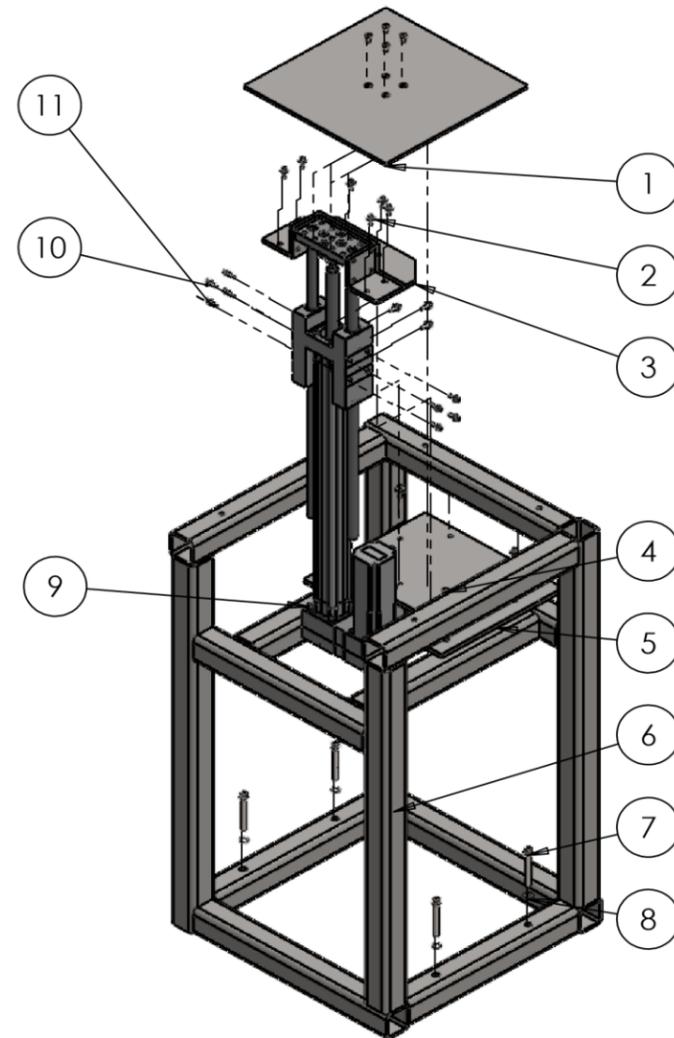






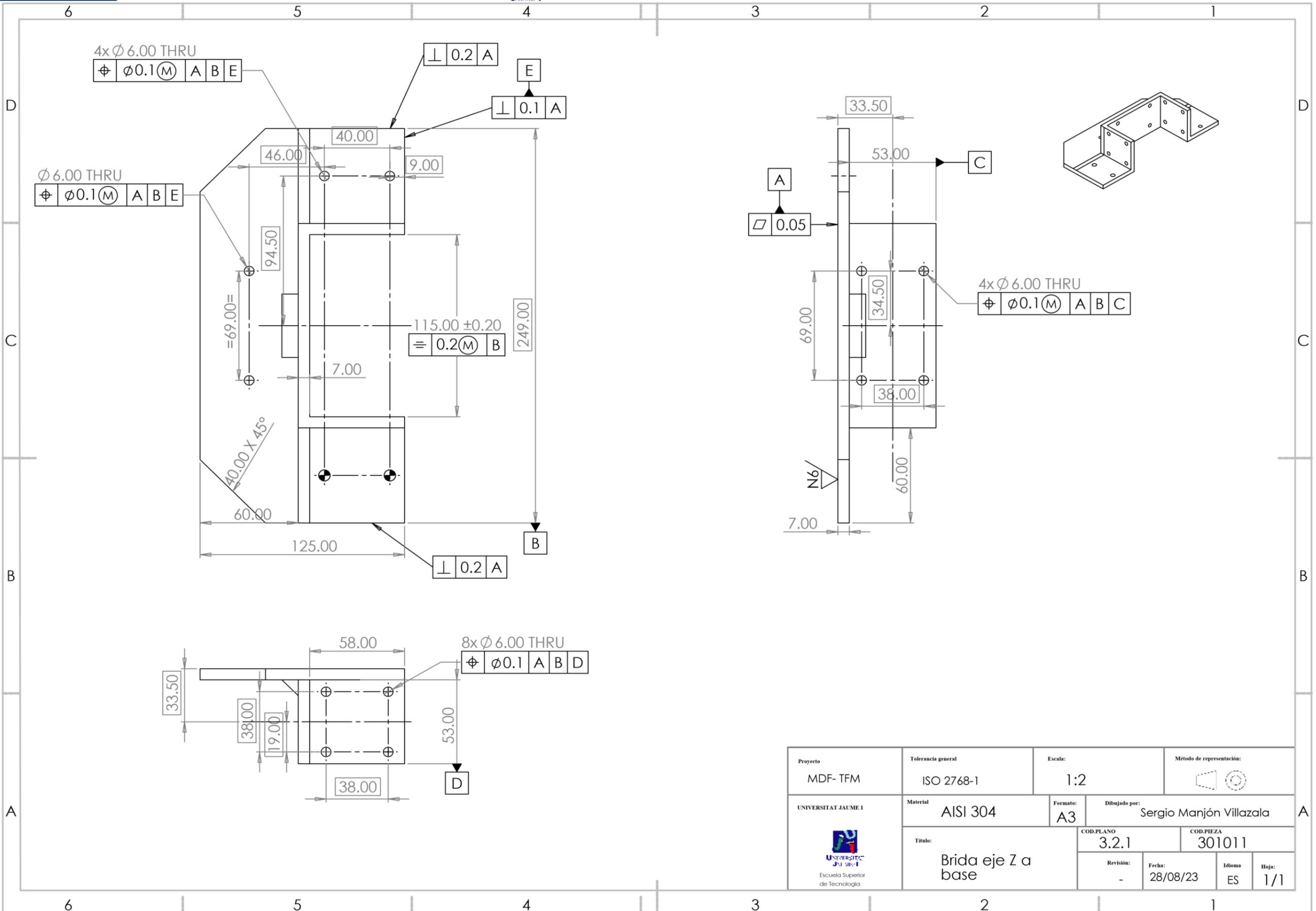
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escola Superior de Tecnologia	Material AL6063	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Base caja impresión		COD.PLANO 3.1.7
		COD.PIEZA 201020	
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma ES	Hoja: 1/1



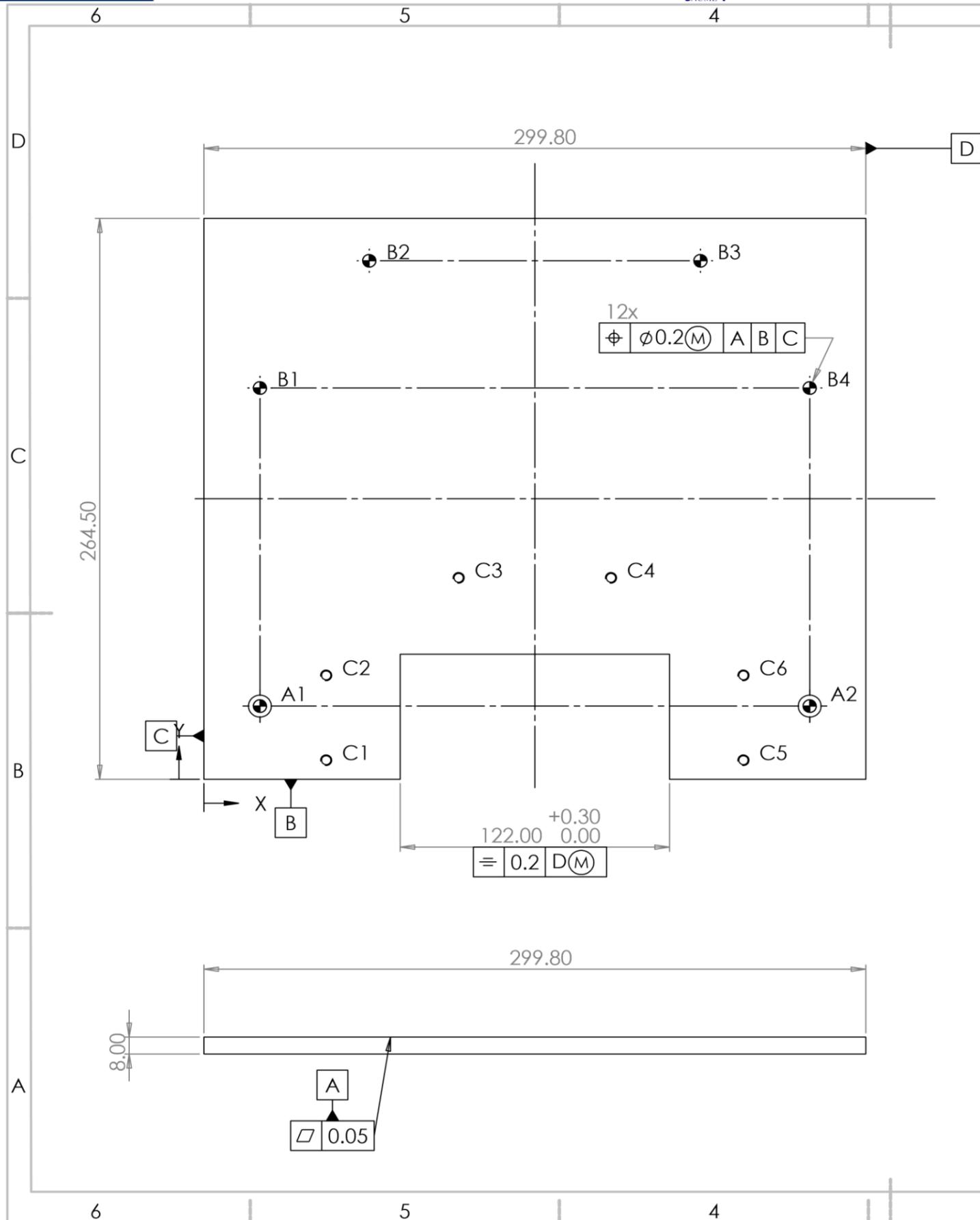


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	201010	Placa elevación eje Z	3.2.4	1
2	ISO 10669-5.4-N	Arandela fijación base a estructura		14
3	301011	Brida eje Z a base	3.2.1	1
4	ISO 10642 - M5 x 12 - 12N	Tornilleria fijación base a estructura		7
5	201007	Placa base eje Z	3.2.2	1
6	102002	Estructura eje Z	3.2.3	1
7	ISO 4762 M8 x 65 - 28N	Tornilleria fijación estructura		4
8	Washer ISO 7090 - 8	Arandela fijación estructura		4
9	KSTM-16	Eje Z Festo		1
10	ISO 10673-5.5-S	Arandela fijación brida		8
11	ISO 4762 M5 x 16 - 16N	Tornilleria fijación brida		22

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Conjunto eje Z		COD.PLANO 3.2	COD.PIEZA 997001
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1

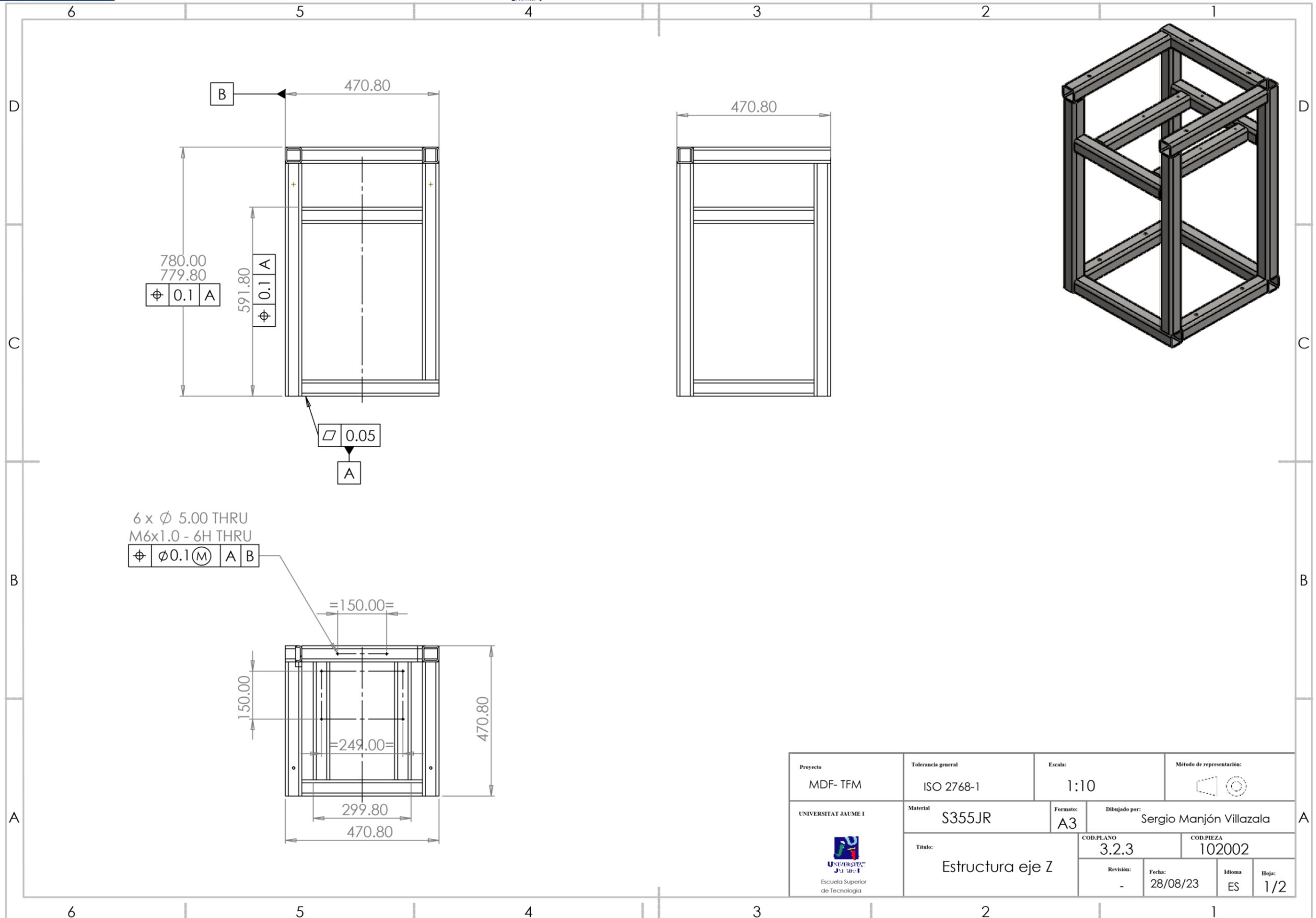


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material AISI 304	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Brida eje Z a base	COD.PLANO 3.2.1	COD.PIEZA 301011
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
			Hoja: 1/1

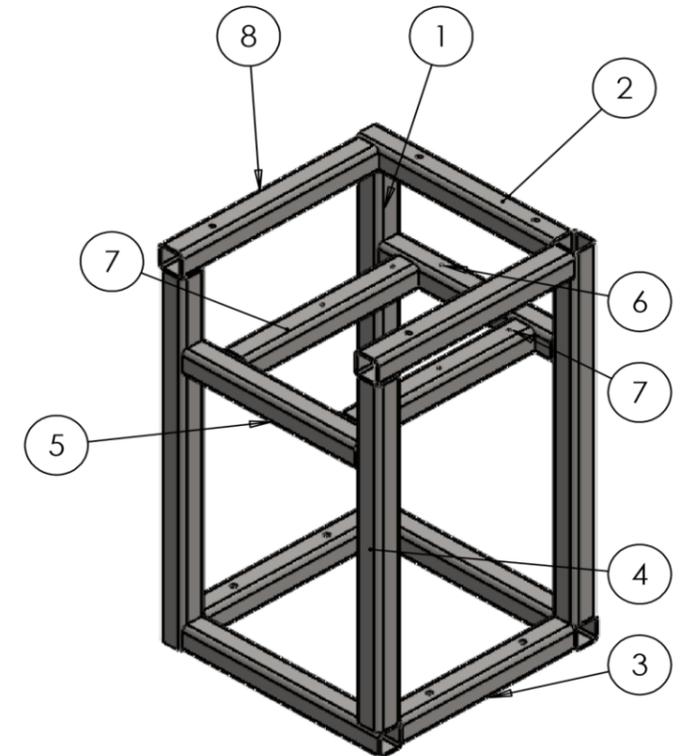
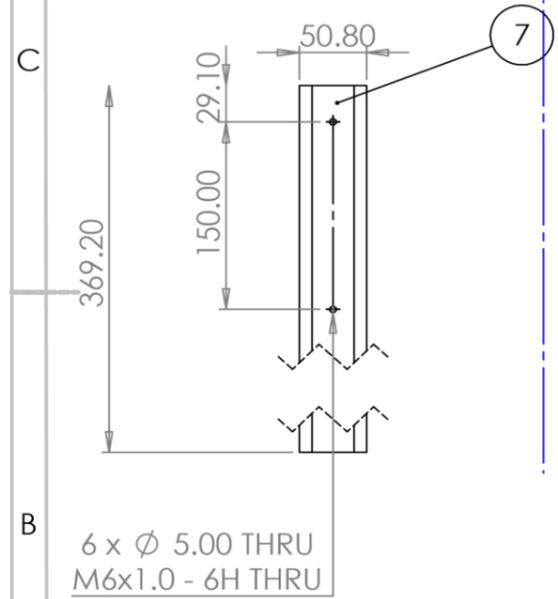
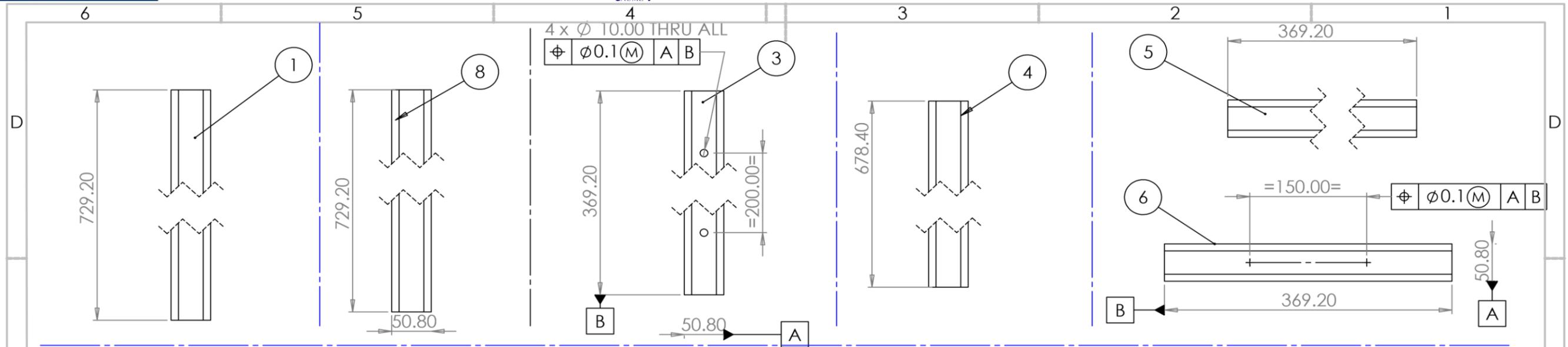


TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	25.40	34.50	\checkmark ϕ 5.50 THRU ϕ 10.40 X 90°
A2	274.40	34.50	\checkmark ϕ 5.50 THRU ϕ 10.40 X 90°
B1	25.40	184.50	ϕ 6.00 THRU
B2	74.90	244.50	ϕ 6.00 THRU
B3	224.90	244.50	ϕ 6.00 THRU
B4	274.40	184.50	ϕ 6.00 THRU
C1	55.40	9	ϕ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
C2	55.40	49	ϕ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
C3	115.40	95	ϕ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
C4	184.40	95	ϕ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
C5	244.40	9	ϕ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
C6	244.40	49	ϕ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material AISI 304	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Placa base Eje Z	COD.PLANO 3.2.2	COD.PIEZA 201007
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES Hoja: 1/1

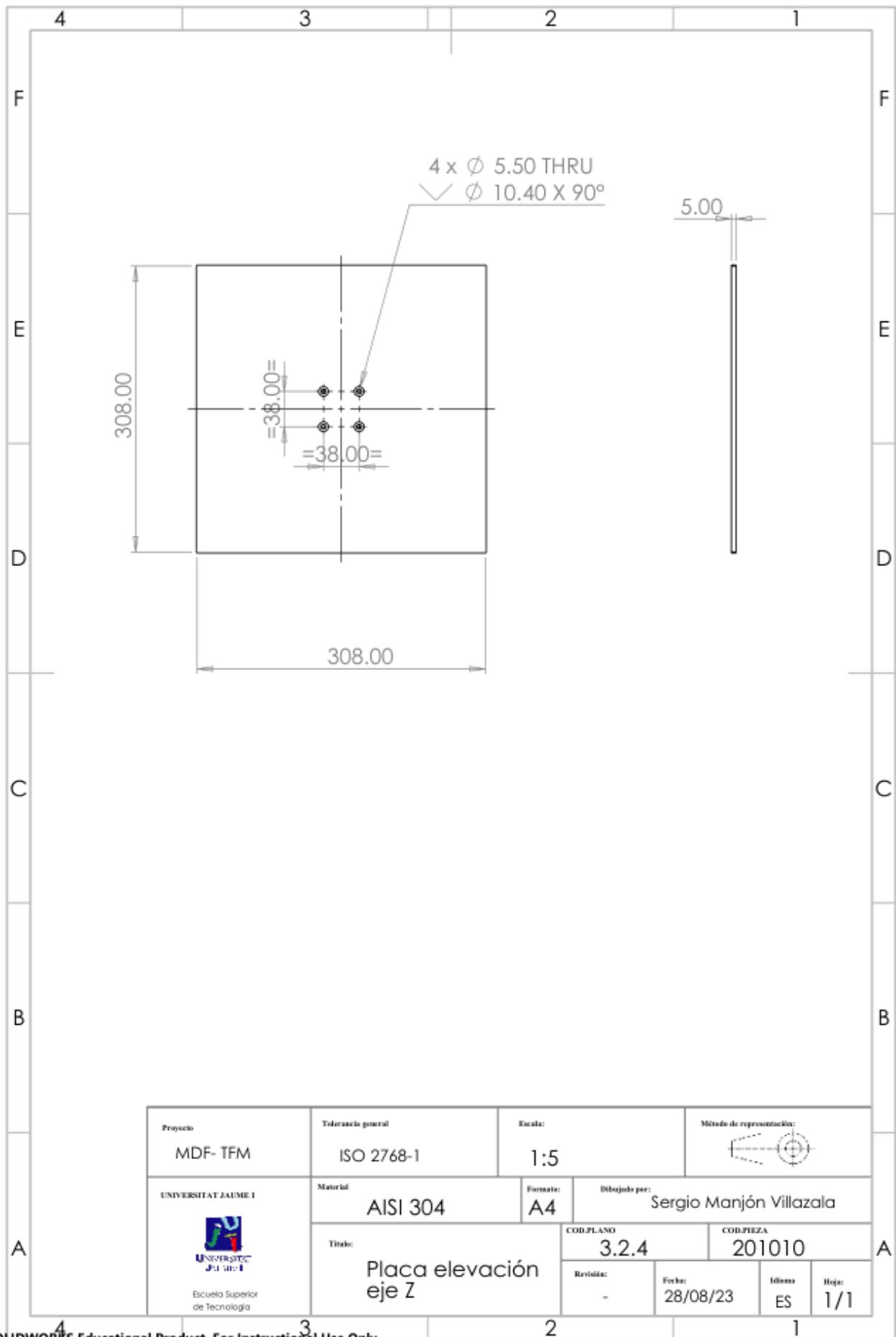


Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material S355JR	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Estructura eje Z		COB.PLANO 3.2.3	COB.PIEZA 102002
Revisión: -		Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
		Hoja: 1/2	

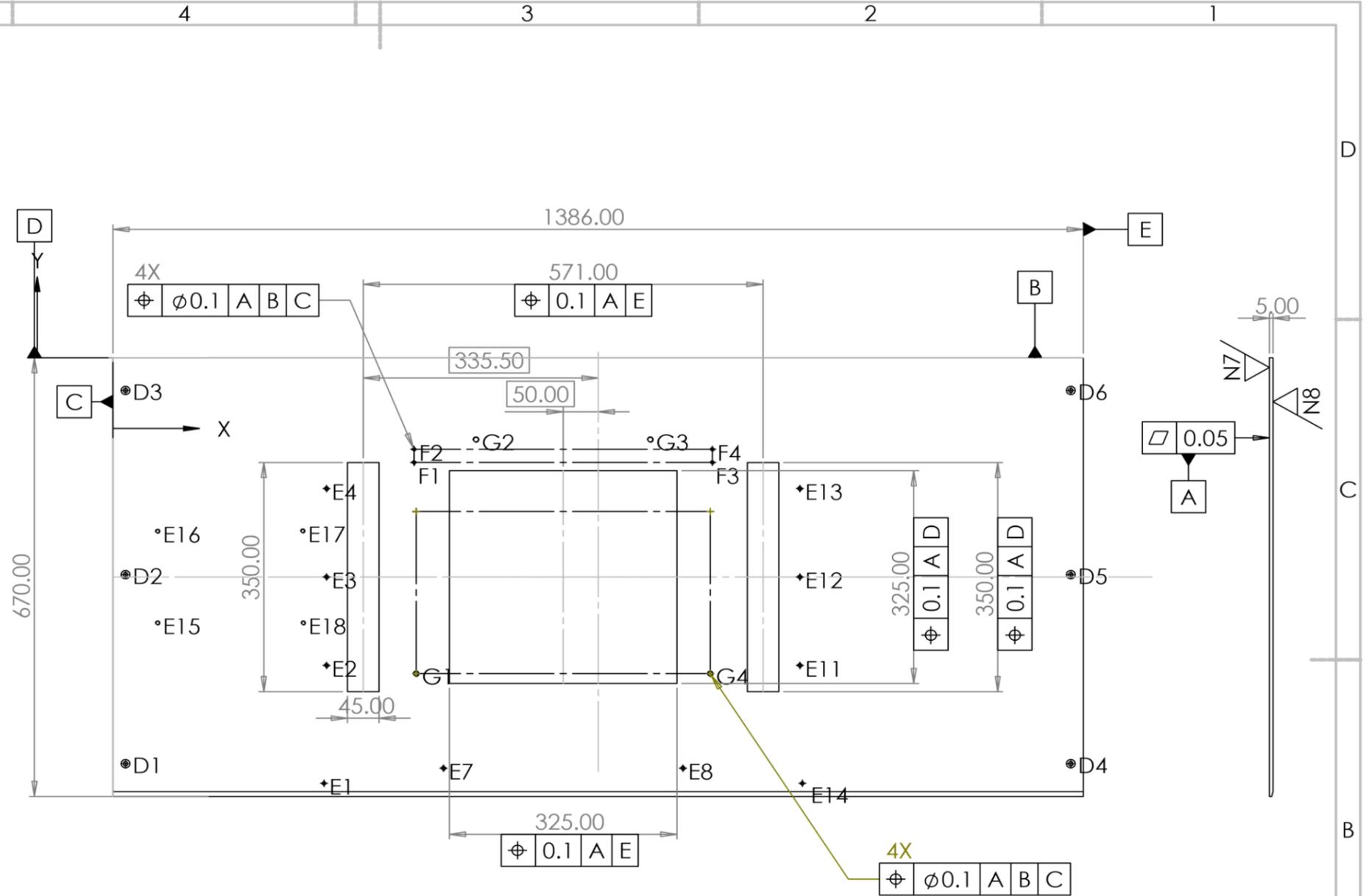


ITEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	LENGTH
1	3	TS2x2x0.1875	729.2
2	1	TS2x2x0.1875	420
3	2	TS2x2x0.1875	369.2
4	1	TS2x2x0.1875	678.4
5	1	TS2x2x0.1875	369.2
6	1	TS2x2x0.1875	369.2
7	2	TS2x2x0.1875	369.2
8	2	TS2x2x0.1875	420
9	2	TS2x2x0.1875	420

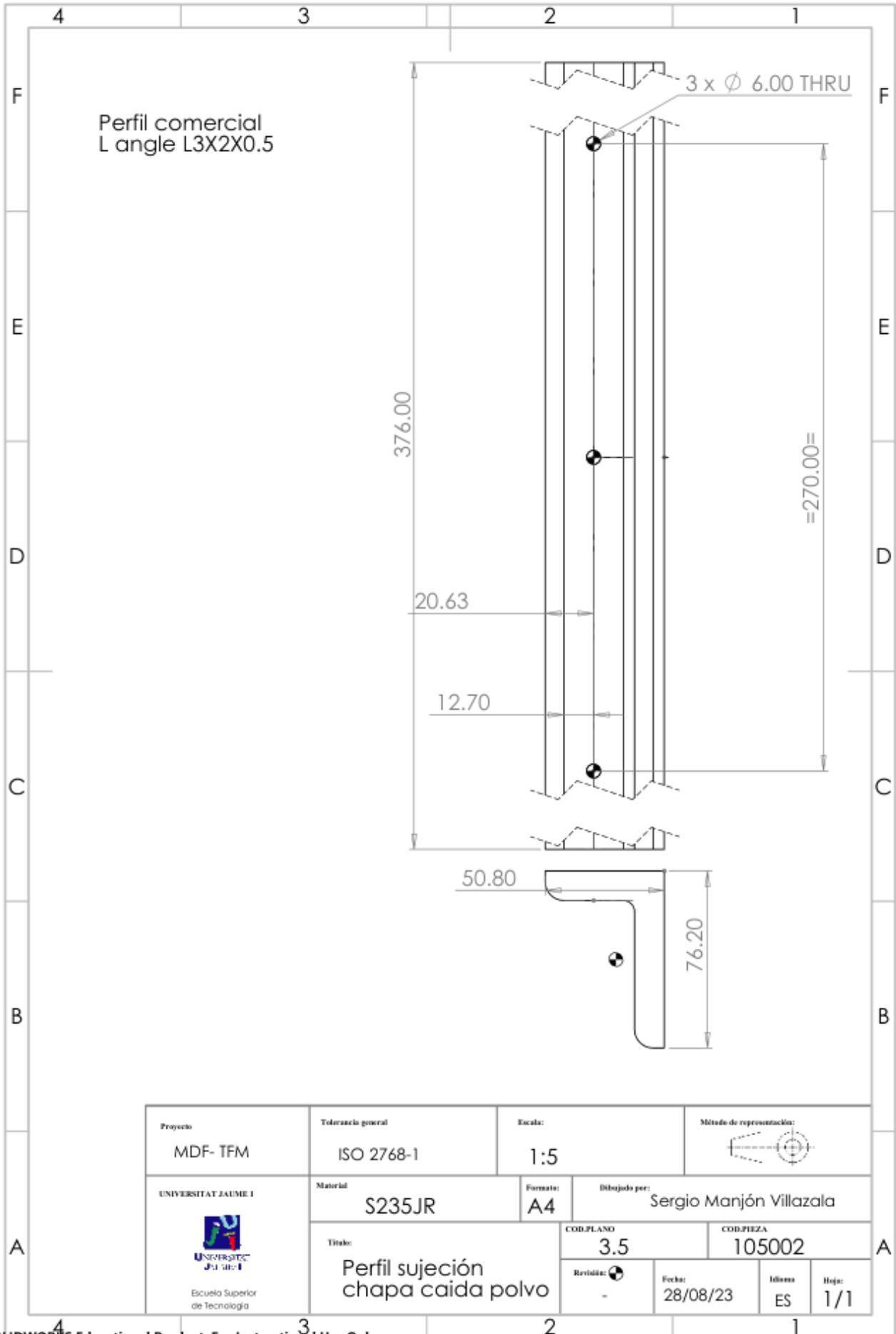
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material S355JR	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Estructura eje Z		COD.PLANO 3.2.3	COD.PIEZA 102002
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 2/2

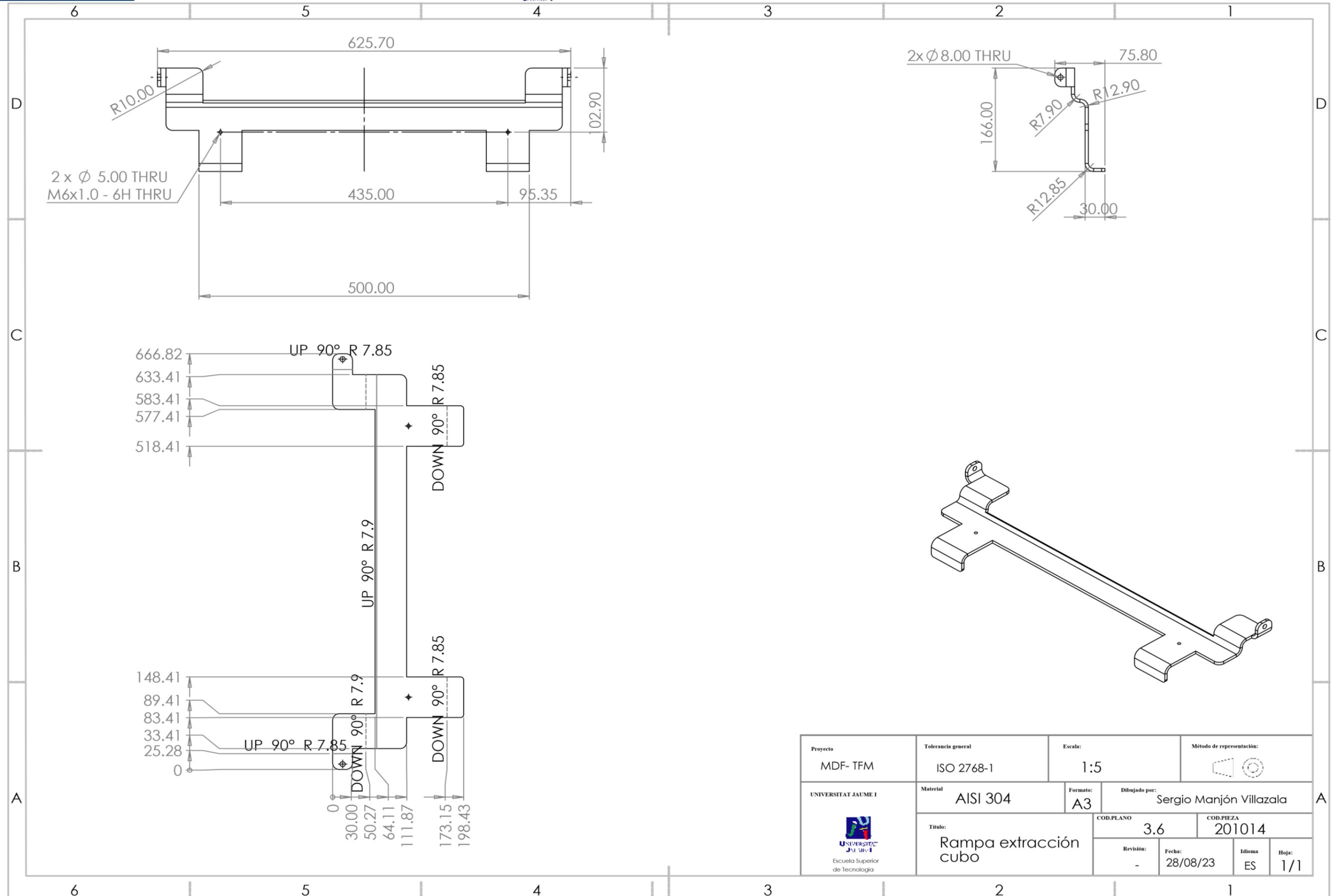


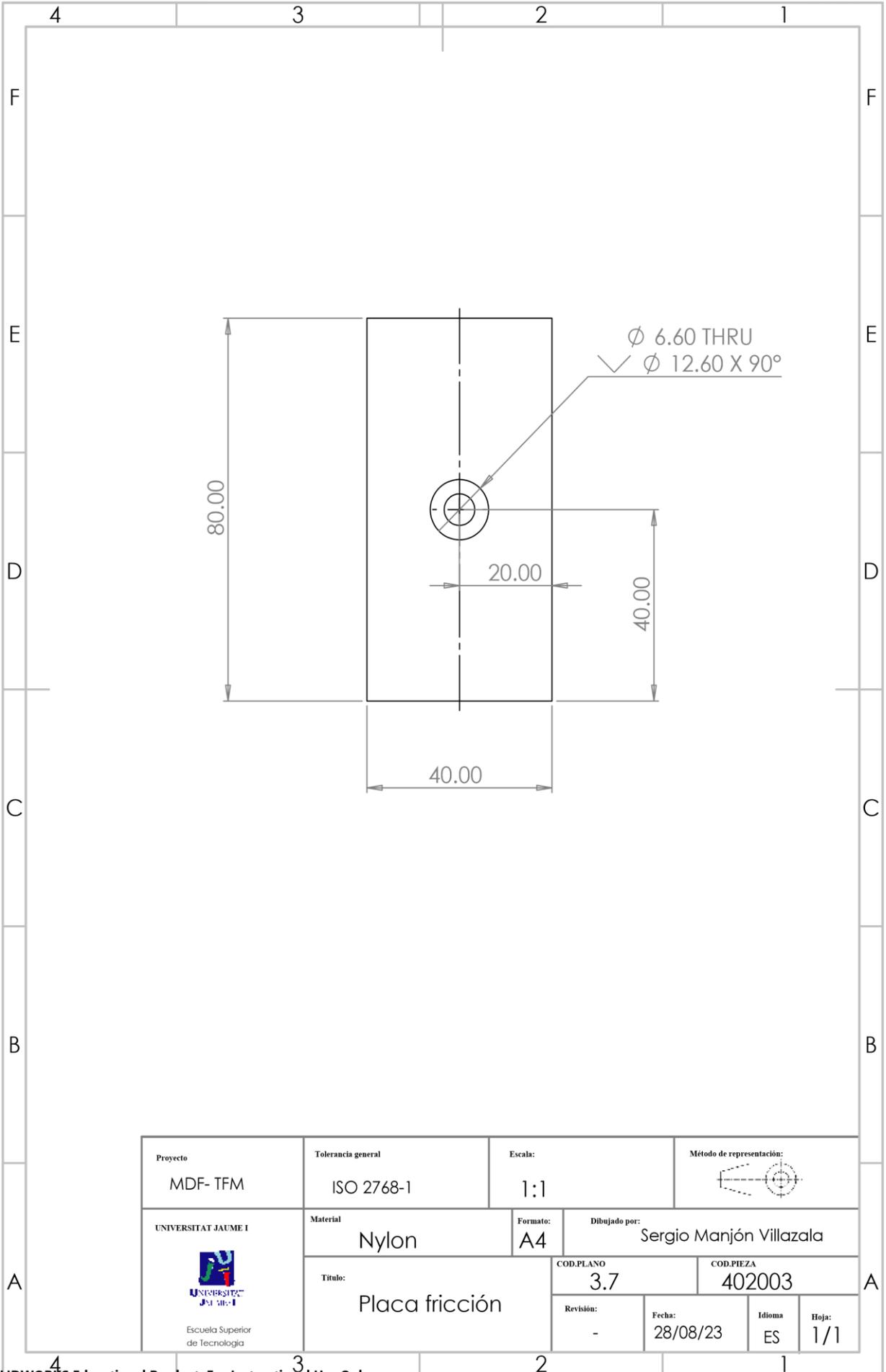
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
D1	18	-620	∅ 6.60 THRU ALL ∇ ∅ 12.60 X 90°
D2	18	-331.27	∅ 6.60 THRU ALL ∇ ∅ 12.60 X 90°
D3	18	-50	∅ 6.60 THRU ALL ∇ ∅ 12.60 X 90°
D4	1368	-620	∅ 6.60 THRU ALL ∇ ∅ 12.60 X 90°
D5	1368	-331.27	∅ 6.60 THRU ALL ∇ ∅ 12.60 X 90°
D6	1368	-50	∅ 6.60 THRU ALL ∇ ∅ 12.60 X 90°
E1	301.45	-650	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E2	305	-470	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E3	305	-335	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E4	305	-200	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E7	472	-627	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E8	814	-627	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E11	981	-470	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E12	981	-335	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E13	981	-200	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E14	984.55	-650	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E15	63.89	-405	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E16	63.89	-265	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E17	271.19	-264.50	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
E18	271.89	-405	∅ 5.00 THRU M6x1.0 - 6H THRU
F1	430	-160	∅ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
F2	430	-140	∅ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
F3	856	-160	∅ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
F4	856	-140	∅ 4.20 THRU M5x0.8 - 6H THRU
G1	433	-482.50	∅ 7.00 THRU M8x1.0 - 6H THRU
G2	518.50	-125	∅ 7.00 THRU M8x1.0 - 6H THRU
G3	767.50	-125	∅ 7.00 THRU M8x1.0 - 6H THRU
G4	853	-482.50	∅ 7.00 THRU M8x1.0 - 6H THRU



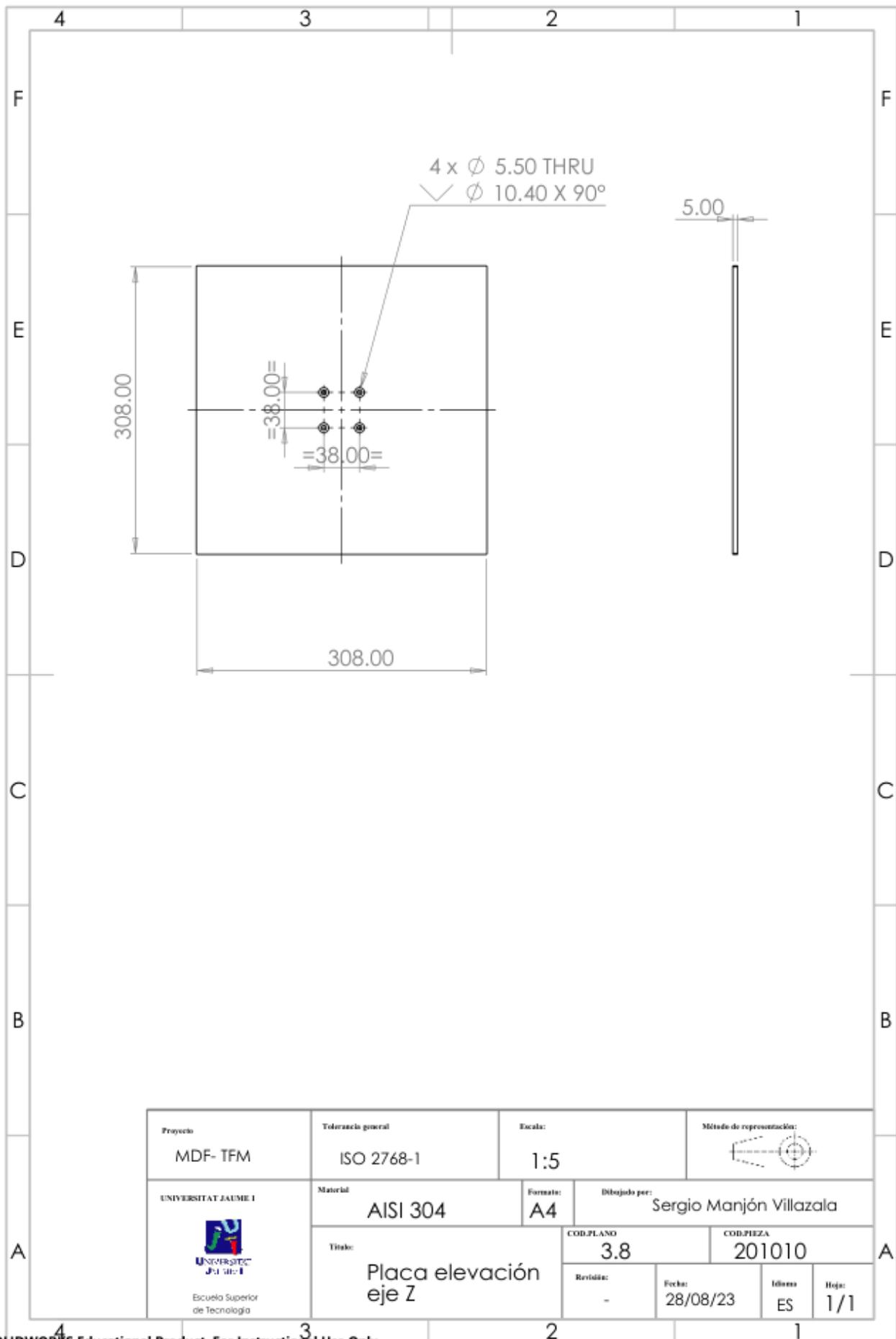
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:10	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I	Material AISI 304	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Escuela Superior de Tecnología	Título: Placa base	COD.PLANO 3.3	COD.PIEZA 201011
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma ES	Hoja: 1/1



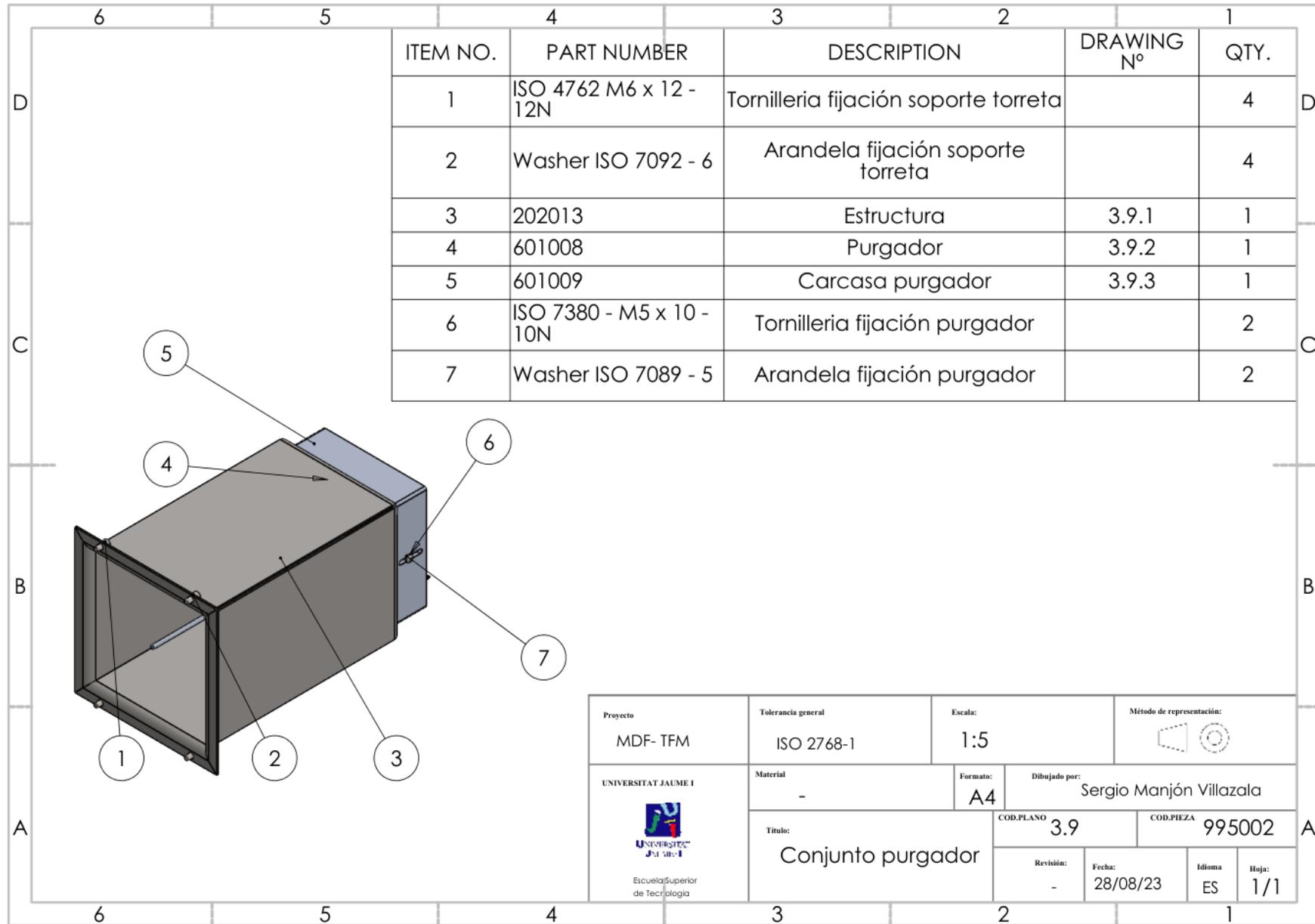


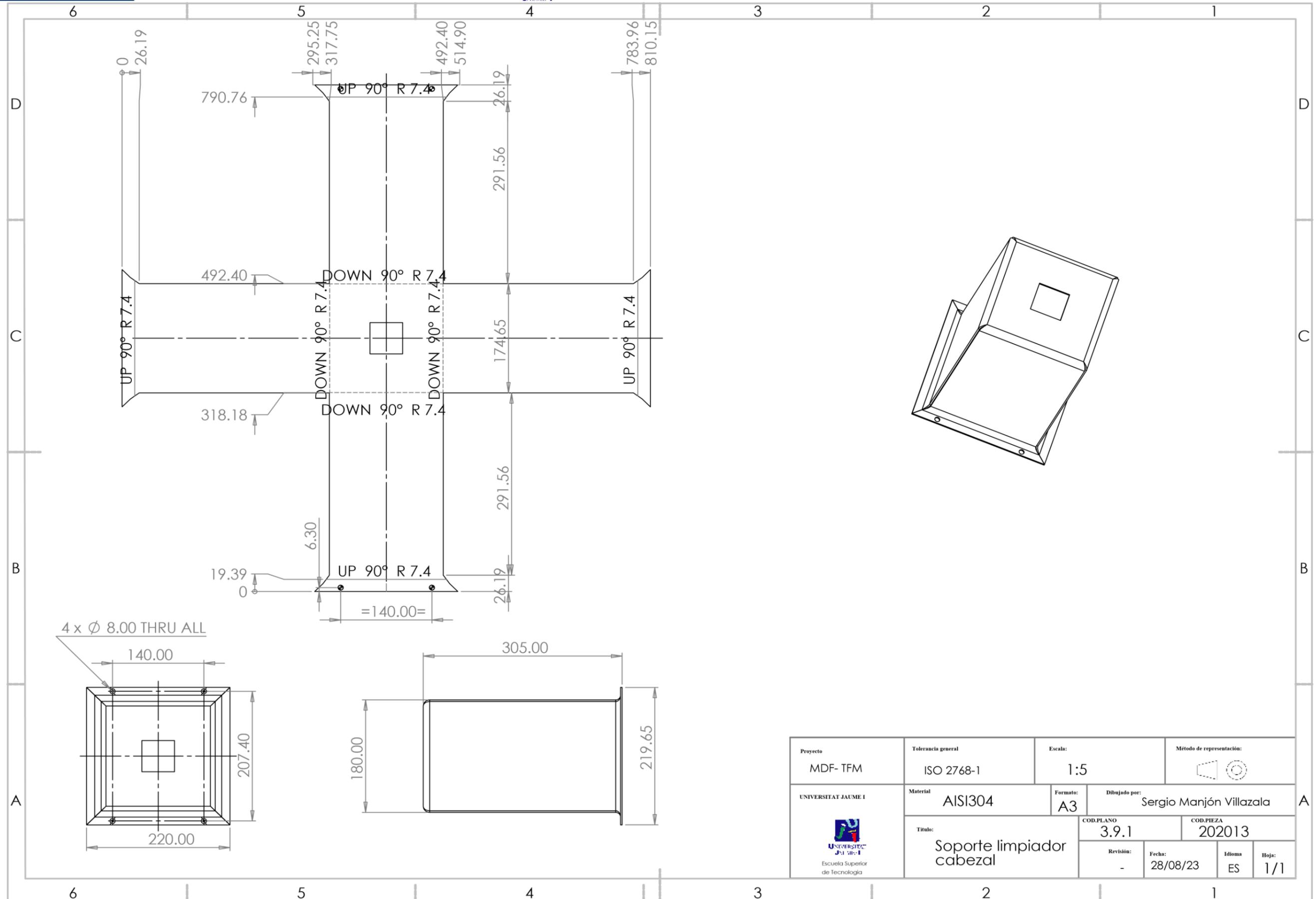


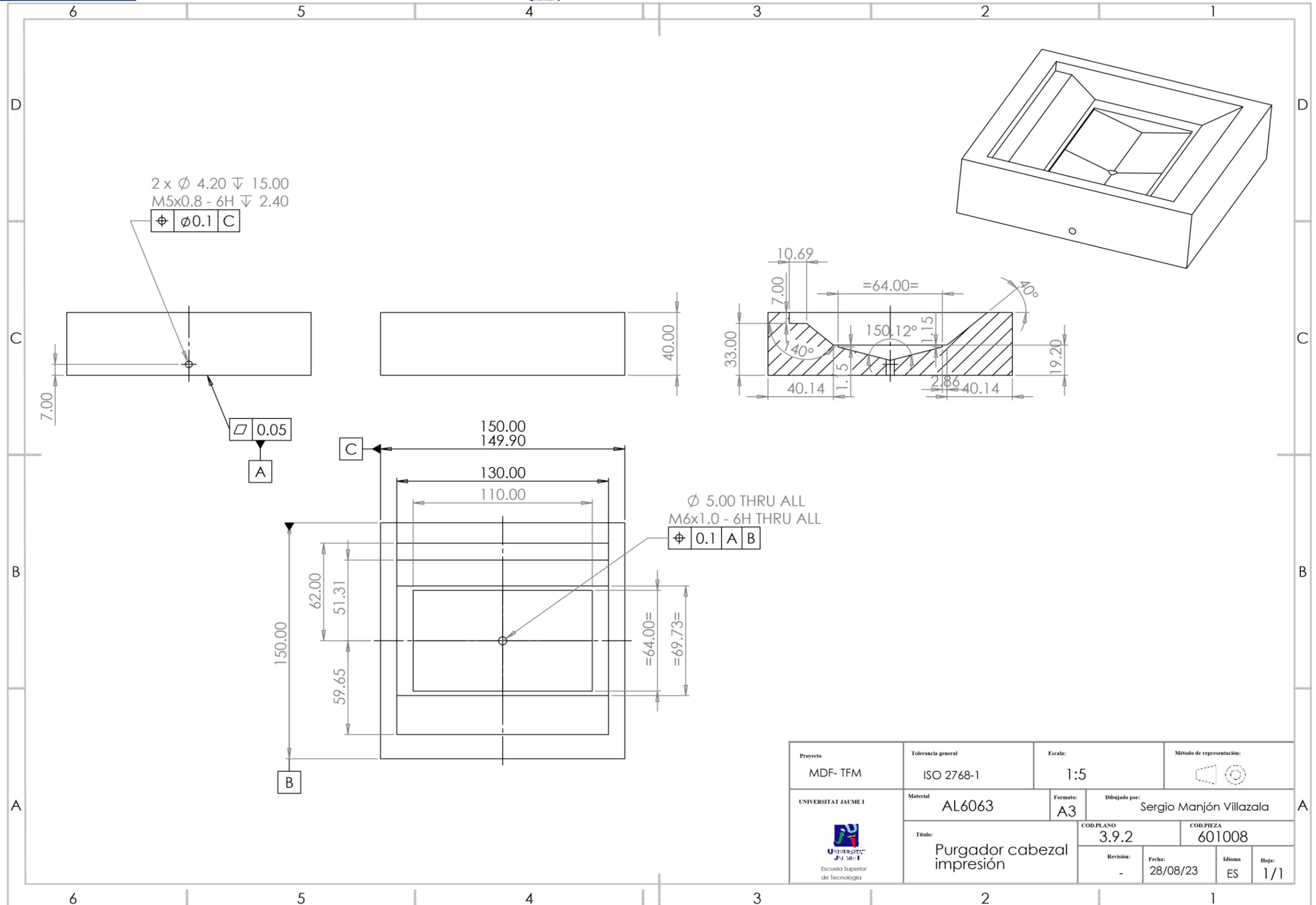
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:1	Método de representación: 
UNIVERSITAT JAUME I  Escuela Superior de Tecnología	Material Nylon	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Placa fricción	COD.PLANO 3.7	COD.PIEZA 402003
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES
			Hoja: 1/1



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación: 	
UNIVERSITAT JAUME I  Escola Superior de Tecnologia	Material AISI 304	Formato: A4	Dibujo per: Sergio Manjón Villazala	
	Título: Placa elevación eje Z		COD.PLANO 3.8	COD.PIEZA 201010
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Edició: ES	Hoja: 1/1

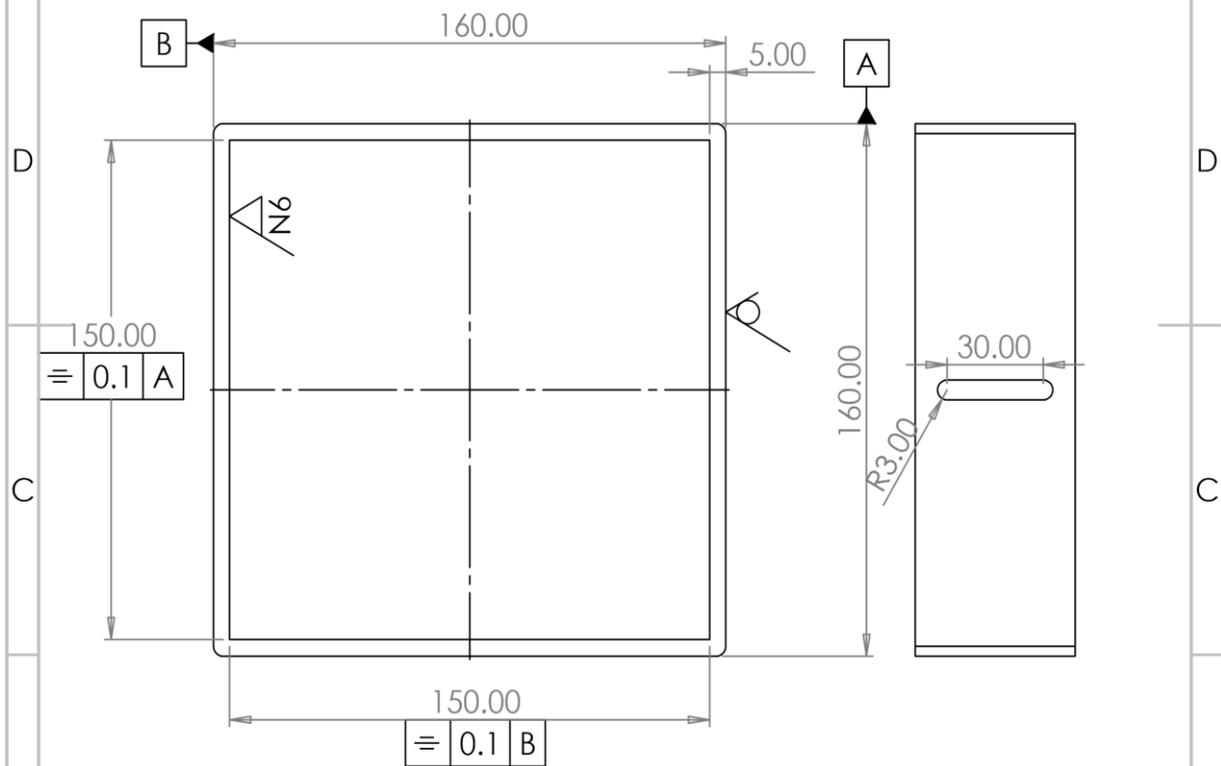
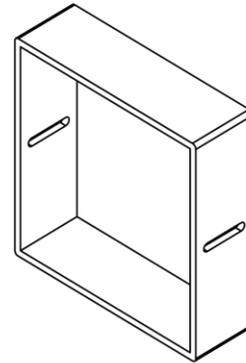






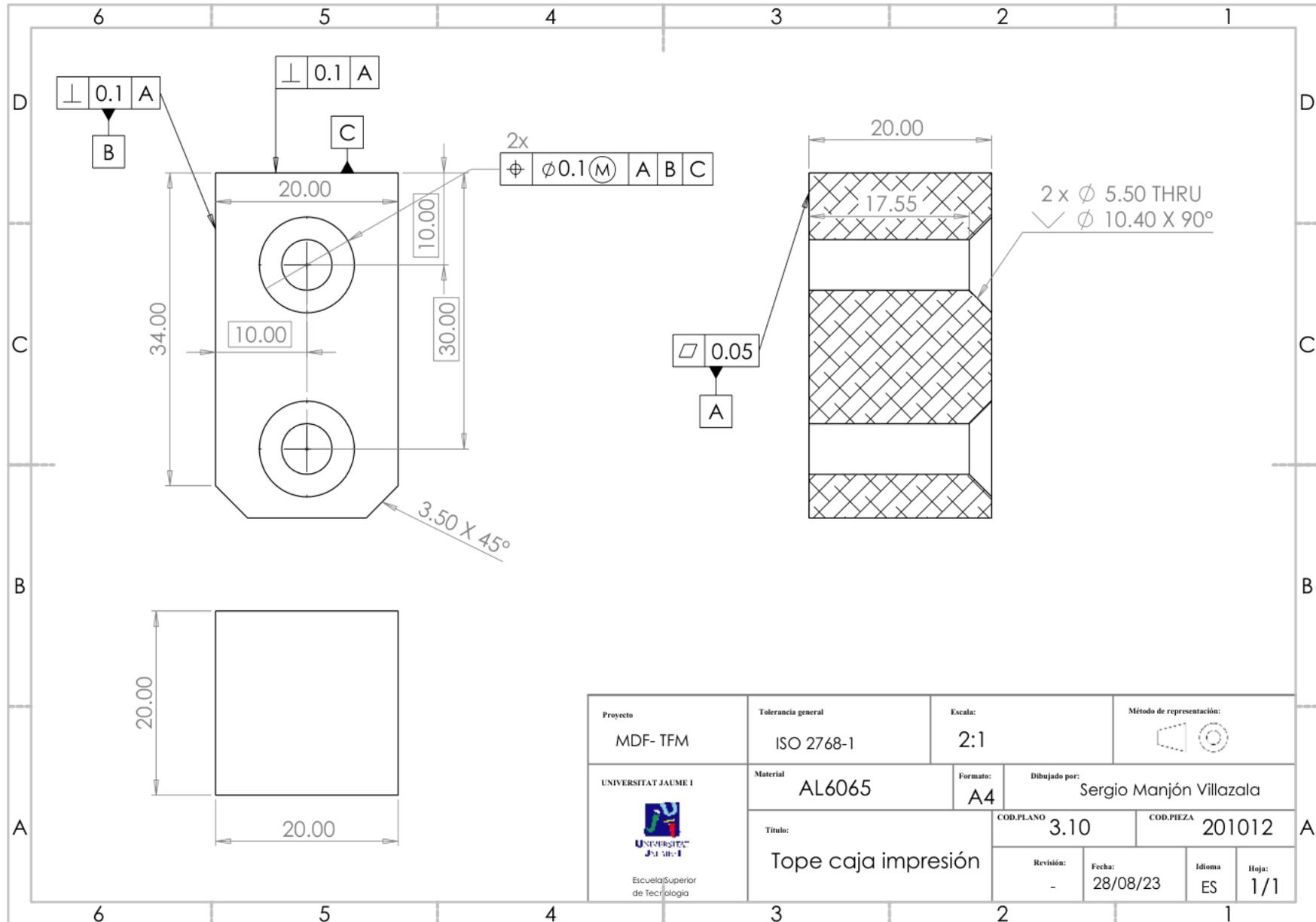
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:5	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL6063	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Purgador cabezal impresión	COD.PLANO 3.9.2	COD.PIEZA 601008
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
			Hoja: 1/1

NOTA: Imprimación final necesaria

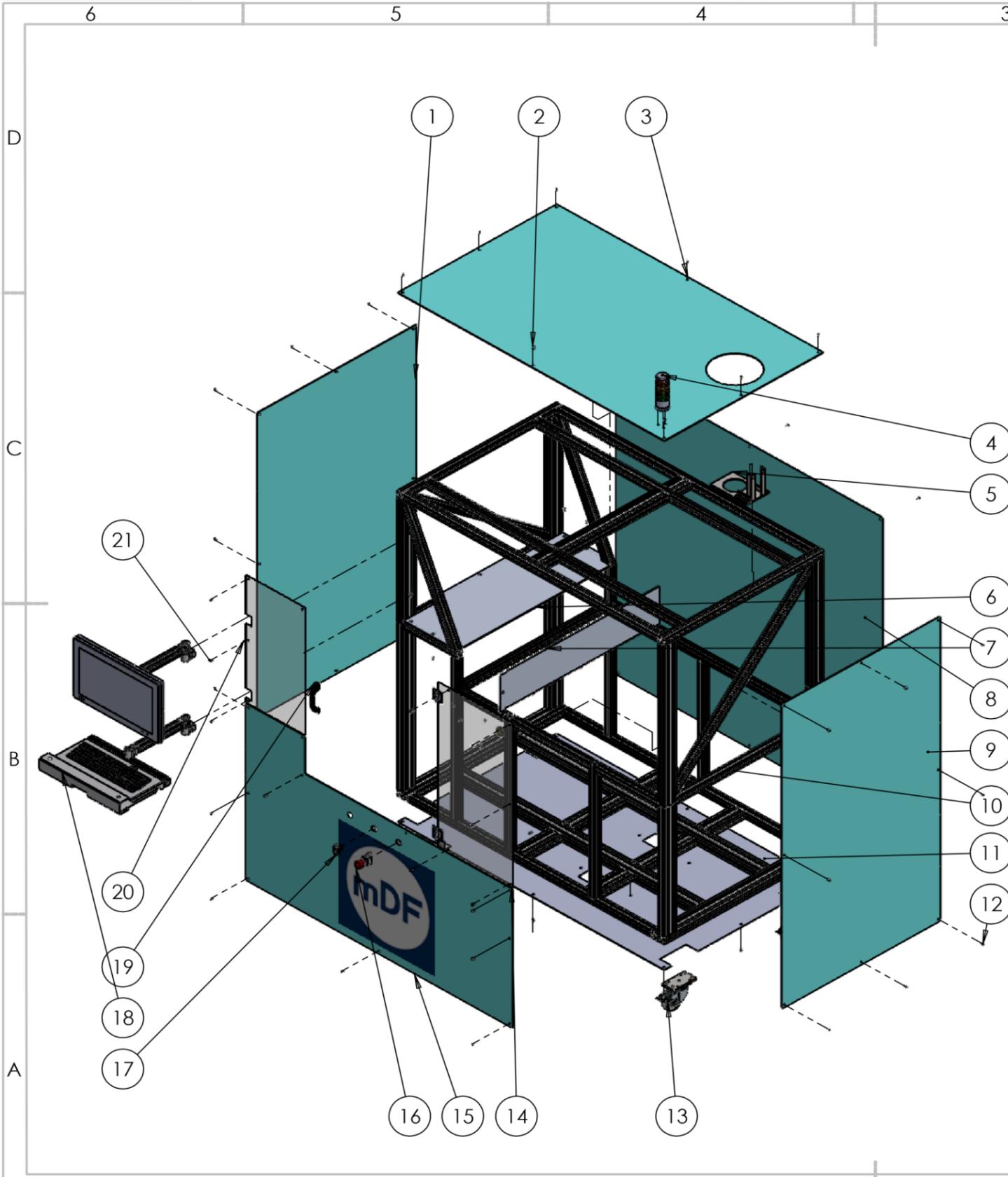


PERFIL ESTRUCTURAL 160X160X8 mm

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material S-355	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Carcasa encaje purgador		COD.PLANO 3.9.3	COD.PIEZA 601009
		Revisión: -	Fecha: 28/08/23
		Idioma ES	Hoja: 1/1



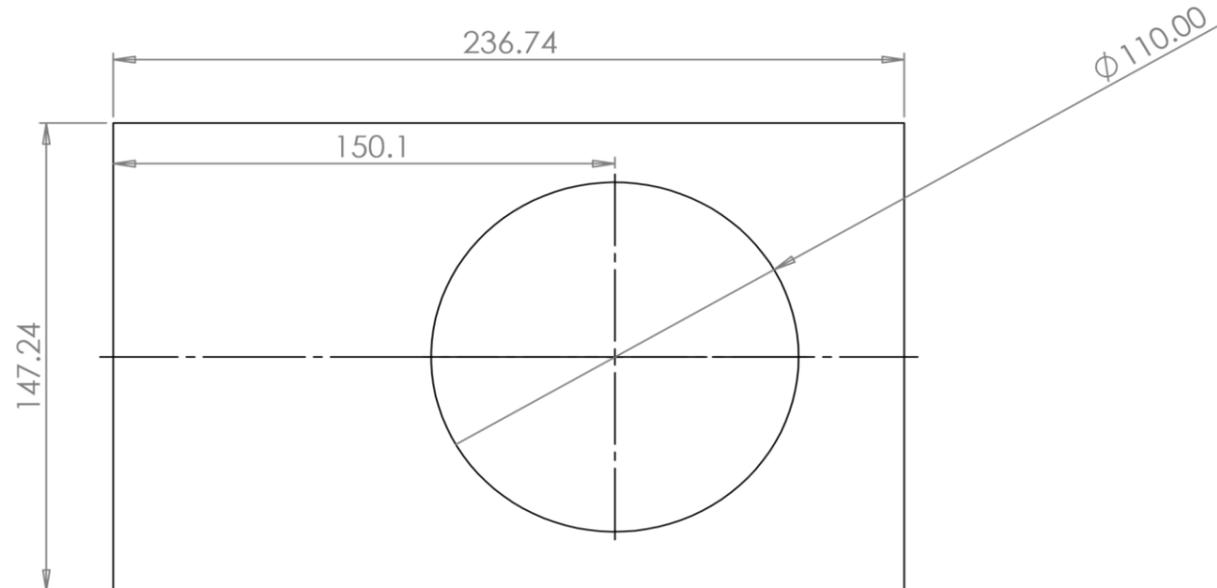
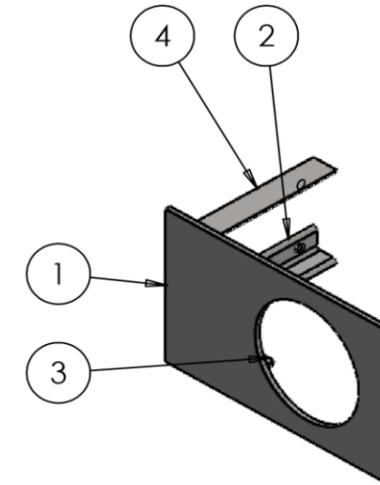
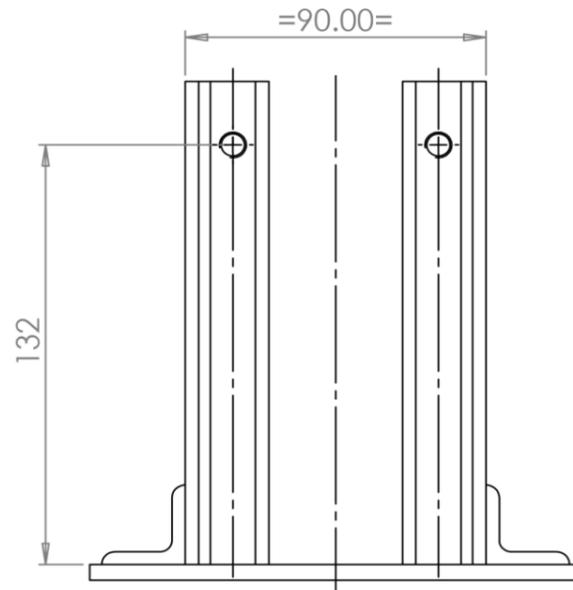
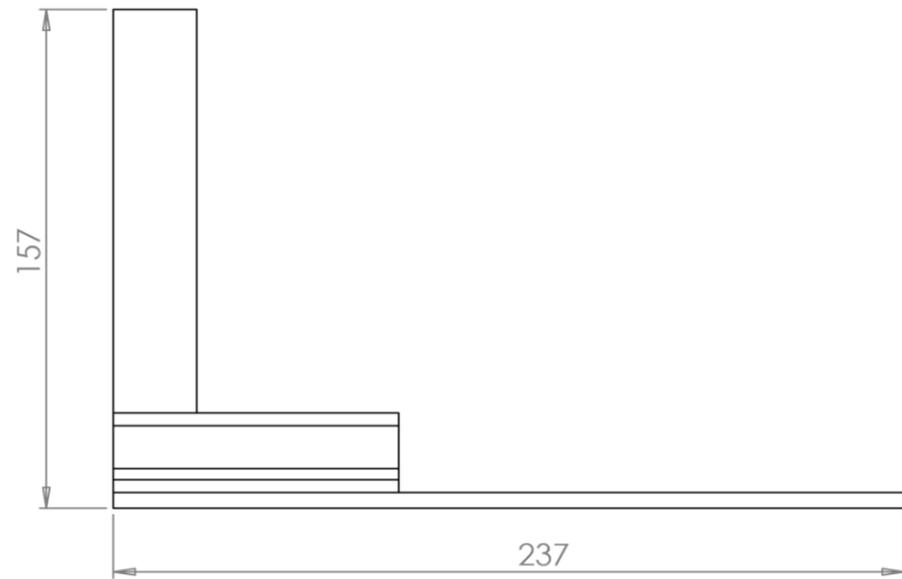
Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 2:1	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material AL6065	Formato: A4	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Tope caja impresión		COD.PLANO 3.10	COD.PIEZA 201012
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



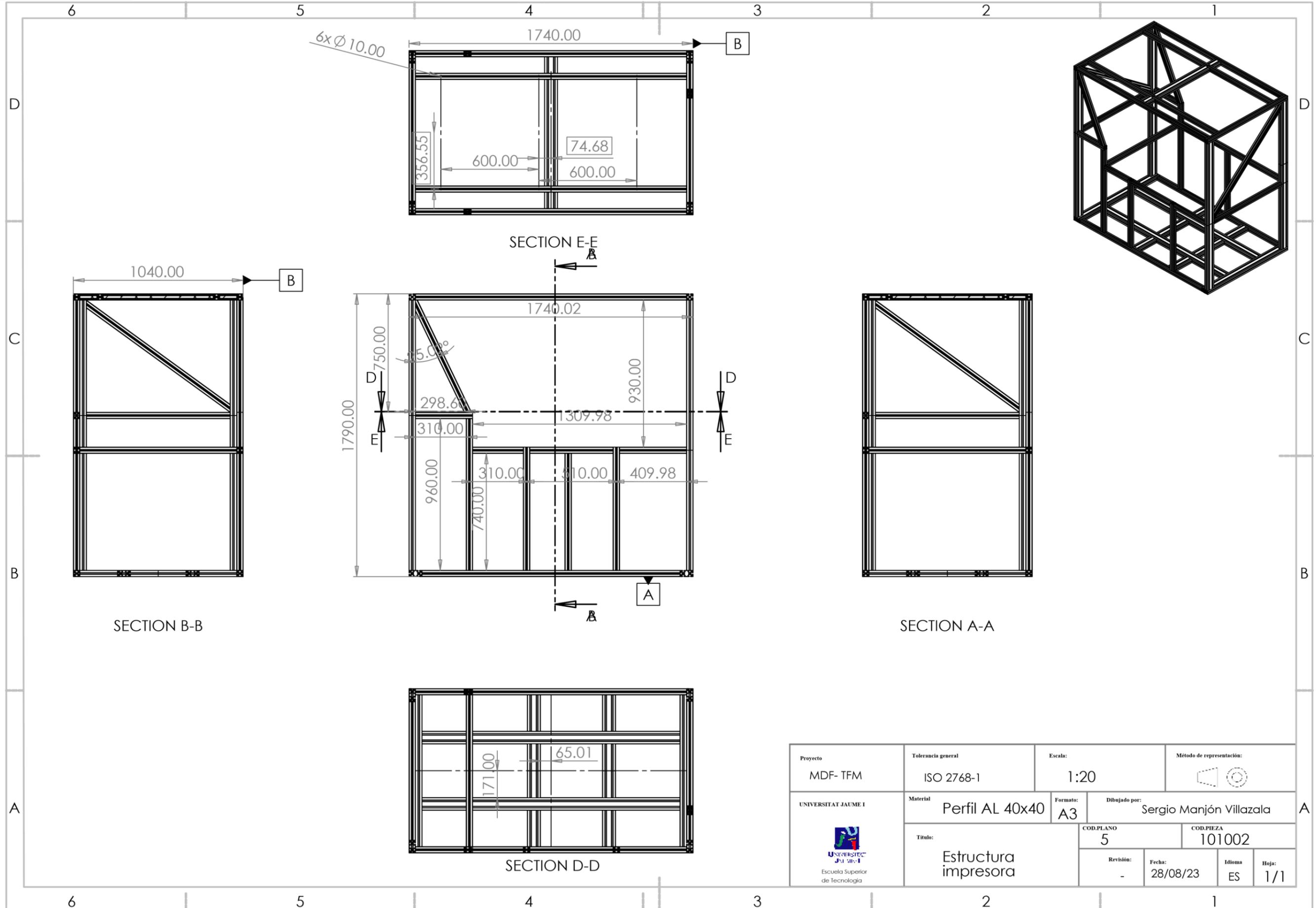
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	DRAWING N°	QTY.
1	1040002	Cubierta lateral izquierda		1
2	Washer ISO 7091 - 6	Arandelas fijación		43
3	104005	Cubierta superior		1
4	Semáforo	Indicador estado de funcionamiento		1
5	301005	Soporte tolva	4.1	1
6	201021	Cubierta interior horizontal		1
7	201022	Cubierta interior vertical		1
8	104003	Cubierta trasera		1
9	104004	Cubierta lateral		1
10	101002	Estructura Impresora		1
11	104009	Cubierta inferior		1
12	ISO 7380 - M6 x 12 - 12N	Tornillería fijación cubiertas		65
13	509901	Rueda con base		6
14	104007	Cubierta frontal derecha		1
15	104001	Cubierta frontal inferior		1
16	a02esi3b102ix0	Pulsador emergencia		1
17	3su10303ab660an0	Pulsador subida y bajada eje Z		1
18	Conjunto TV	Conjunto soportes con monitor y teclado		1
19	109902	Puerta fronta		1
20	1040006	Cubierta frontal izquierda		1
21	Washer ISO 7089 - 6	Arandelas fijación		23
24	a9pfa1y2dj3	Pulsador funcionamiento/paro		1

Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:20	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material -	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Título: Carcasas y componentes auxiliares		COD.PLANO 4	COD.PIEZA 109901
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES	Hoja: 1/1

TEM NO.	QTY.	DESCRIPTION	LENGTH
1	1	Placa 237 x 147 x 5	
2	1	L 25.00 X 25.00 X 4.000	152.03
3	2	L 25.00 X 25.00 X 4.000	85.45
4	1	L 25.00 X 25.00 X 4.000	152.03



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:2	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I Escuela Superior de Tecnología	Material S235JR	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
Titulo: Soporte tolva		COD.PLANO 4.1	COD.PIEZA 301005
Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma ES	Hoja: 1/1



Proyecto MDF- TFM	Tolerancia general ISO 2768-1	Escala: 1:20	Método de representación:
UNIVERSITAT JAUME I 	Material Perfil AL 40x40	Formato: A3	Dibujado por: Sergio Manjón Villazala
	Título: Estructura impresora	COD.PLANO 5	COD.PIEZA 101002
	Revisión: -	Fecha: 28/08/23	Idioma: ES
			Hoja: 1/1