



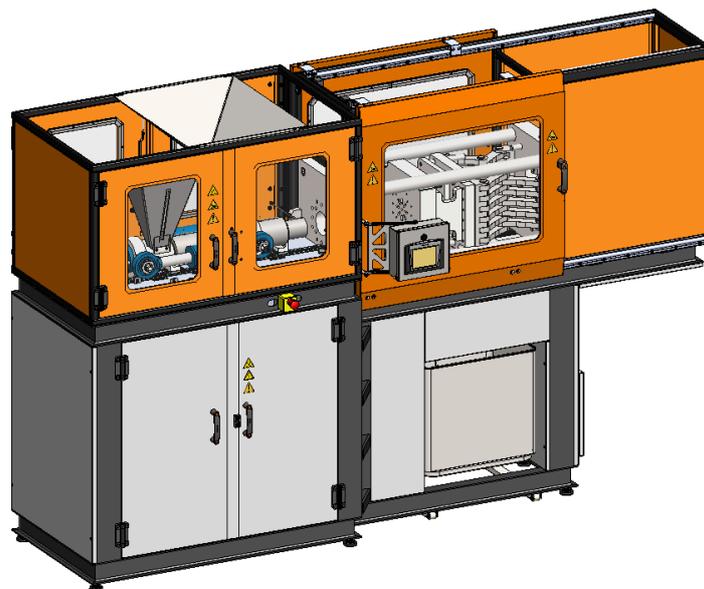
UNIVERSITAT
JAUME I

UNIVERSITAT JAUME I



Máster Universitario en Diseño y Fabricación

INYECTORA DE PLASTICOS DE BAJO COSTE



TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR/A

David Beltran Audí

TUTOR/A

Dr. Pedro Rosado Castellano

Castellón de la Plana, Julio 2020

INDICE DE CONTENIDO

1	Introducción	20
1.1	Antecedentes y justificación	21
1.2	Objeto	22
1.3	Alcance	22
1.4	Justificación académica	23
2	Análisis de producto	23
2.1	Elementos de una máquina inyectora	23
2.2	Estado de la técnica	24
2.2.1	Sistema de alimentación de granza	24
2.2.2	Accionamiento de la unidad de inyección y la unidad de cierre	25
2.2.3	Sistema de cierre del molde	27
2.2.4	Configuración o disposición de la inyectora	28
2.3	Estudio de mercado	28
2.4	Patentes	29
3	Diseño conceptual y preliminar de la máquina	32
3.1	Requisitos y especificaciones	32
3.2	Componentes y estructura básica	34
3.3	Funcionalidad	35
3.4	Alternativas	36
3.4.1	Alternativas unidad de cierre	37
3.4.2	Alternativas unidad de inyección	39
3.5	Análisis de soluciones	41
3.5.1	Unidad de cierre	41
3.5.2	Unidad de inyección	42
3.6	Criterios de diseño preliminar	42
4	Descripción de la máquina	43
4.1	Subconjuntos	45
4.1.1	Subconjunto 1: Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización	45

4.1.2	Subconjunto 2: Unidad de inyección.....	65
4.1.3	Subconjunto 3: Unidad de cierre.....	80
4.1.4	Subconjunto 4: Carro recoge-piezas	90
4.1.5	Subconjunto 5: Unidad de presión	93
4.2	Relación completa de piezas de diseño propio y elementos comerciales	95
4.2.1	Piezas de diseño propio.....	95
4.2.2	Elementos comerciales.....	97
4.3	Selección de materiales y procesos de fabricación	98
4.3.1	Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.	98
4.3.2	Unidad de inyección (UI)	104
4.3.3	Unidad de cierre (UC)	109
4.3.4	Carro	112
4.4	Automatización y control.....	113
4.4.1	Diagrama hidráulico	114
4.4.2	Diagrama eléctrico.....	115
4.4.3	Diagrama de control (Grafcet).....	116
4.5	Análisis CAE de resistencia por método de elementos finitos (MEF).....	124
4.5.1	Estructura bancada.....	124
4.5.2	Barra mecanismo rodillera	130
4.5.3	Columna.....	134
4.5.4	Amarre placas móviles.....	138
4.5.5	Cámara inyección + brida	141
4.6	Acotación dimensional y geométrica	146
4.6.1	Tolerancias generales	146
4.6.2	Acotación GPS.....	147
4.6.3	Taladros	147
4.7	Hoja de operaciones de pieza significativa.....	148
4.7.1	Posiciones en mordazas	148
4.7.2	Listado de herramientas usadas.....	150
4.7.3	Planificación de operaciones	150
4.8	Capacidad de la máquina	152

5	Normativa aplicable	153
6	Seguridad y ergonomía de la máquina	155
6.1	Seguridad. Evaluación de riesgos y soluciones.....	155
6.2	Ergonomía.....	159
7	Mantenimiento	162
7.1	Ficha de fallos	162
7.2	Operaciones de mantenimiento.....	163
8	Viabilidad económica	164
9	Conclusiones.....	166
10	Bibliografía.....	168
11	Anexo de cálculos	171
11.1	Ventaja mecánica mecanismo	171
11.2	Selección del actuador hidráulico de cierre de molde	174
11.3	Selección de los actuadores hidráulicos de inyección	175
11.4	Selección del actuador hidráulico de pre-plastificación.....	176
11.5	Selección del actuador hidráulico de aproximación.....	178
11.6	Selección unidad de presión	180
11.7	Selección guías lineales unidad de inyección	181
11.8	Selección guías lineales unidad de cierre	184
11.9	Selección y cálculo de vida útil de cojinetes biela-manivela	186
11.10	Selección y cálculo de vida útil de cojinetes barra unión	190
11.11	Selección y cálculo de vida útil cojinetes barra accionamiento.....	194
12	Anexo de imágenes y tablas	199
12.1	Seguridad. Evaluación de riesgos.....	199
12.2	Esquema eléctrico.....	200
12.3	Unidad de presión seleccionada.....	201
1	Estado de mediciones	205
2	Presupuesto.....	206
2.1	Piezas a fabricar	207
2.2	Elementos comerciales	209
2.3	Mano de obra.....	210

2.4	Presupuesto final	210
1	Objeto.....	215
2	Condiciones generales y legales.....	215
2.1	Mercado CE	215
2.2	Normativa aplicable	216
3	Garantías	218
3.1	Garantía global de la máquina	218
3.2	Garantía concerniente a los elementos comerciales	219
4	Control de calidad	219
5	Uso de la máquina.....	220
6	Pliego de condiciones.....	220
6.1	Instalación y puesta en marcha	220
6.2	Niveles de producción y capacidad.....	221
6.3	Mantenimiento	221
6.4	Materiales	221
6.5	Expediente técnico de la máquina.....	221
6.6	Acabado e identificación de la máquina.....	222

INDICE DE IMAGENES

Figura 1 - Esquema inyectora con husillo.....	25
Figura 2 - Inyectora disposición vertical de cámara de plastificación.....	25
Figura 3 – Esquema actuador hidráulico	26
Figura 4 – Sistema piñón-cremallera accionado con motor eléctrico.....	26
Figura 5 – Tornillo de potencia	26
Figura 6 – Sistema de cierre con actuador hidráulico directo.....	27
Figura 7 - Sistema de cierre del molde con rodillera simple	27
Figura 8 – Sistema de cierre del molde con rodillera doble.....	28
Figura 9 – Máquina de inyección y molde de apertura doble.....	30
Figura 10 – Esquema molde	31
Figura 11 – Unidad de inyección	31
Figura 12 – Injection molding machine	31
Figura 13 - Conjunto de moldeo por inyección y procedimiento de fabricación.....	32
Figura 14 – Componentes máquina inyectora	35
Figura 15 – Recursos suministrados, proceso o acción y resultados	36
Figura 16 – Subfunciones y relación con recursos suministrados y resultados	36
Figura 17 – Cilindro hidráulico unido directamente a la placa móvil.....	38
Figura 18 - Mecanismo de rodillera simple accionado por cilindro hidráulico	38
Figura 19 - Mecanismo de rodillera doble accionado por cilindro hidráulico	39
Figura 20 - Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en ángulo.....	40
Figura 21 - Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en línea	41
Figura 22 - Máquina de husillo reciprocante.....	41
Figura 23 – Máquina inyectora en vista perspectiva.....	44
Figura 24 – Dimensiones generales.....	44
Figura 25 - Subconjunto 1: Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.....	45
Figura 26 – Estructura bancada	47
Figura 27 – Estructura UI y UC de los resguardos superiores	48
Figura 28 – Resguardos unidad de presión	48

Figura 29 – Resguardos inferiores Unidad de Cierre.....	49
Figura 30 – Resguardos unidad de cierre.	49
Figura 31 – Resguardos unidad de Inyección	50
Figura 32 – Puertas correderas y abatibles	50
Figura 33 – Embudo tolva.....	51
Figura 34 – Brazo abatible y caja PLC+HMI	52
Figura 35 – Carrillón.....	52
Figura 36 – Carrillón bloqueando y desbloqueando puerta.....	53
Figura 37 - Pulsador de emergencia Siemens	53
Figura 38 - Características pulsador de emergencia	54
Figura 39 – Pulsador de emergencia	54
Figura 40 – Bisagras puertas resguardo	55
Figura 41 - Detectores de leva.....	56
Figura 42 – Patas nivelación	56
Figura 43 – Asas	57
Figura 44 - Medidas asas	57
Figura 45 – Caja eléctrica.....	58
Figura 46 – Interruptor seccionador trifásico.....	58
Figura 47 - Características técnicas interruptor seccionador trifásico.....	59
Figura 48 – Interruptor automático máquina inyectora	59
Figura 49 – Características interruptor automático máquina inyectora.....	60
Figura 50 – Contactor resistencias calefactables	60
Figura 51 - Contactor paro de emergencia.....	61
Figura 52 - Características contactor paro de emergencia	61
Figura 53 – Fuente de alimentación	62
Figura 54 - Características fuente de alimentación 24 V.....	62
Figura 55 – Espiral sujeta-cables	63
Figura 56 – Válvula electroválvula de paso de agua Aignep (02F 05 3 03 N 0).....	63
Figura 57 - Datos técnicos válvula	64
Figura 58 – Solenoide electroválvula de paso de agua Aignep (SOL20 024 C 5 000).....	64
Figura 59 - Datos técnicos solenoide.....	64

Figura 60 – PLC+HMI.....	65
Figura 61 – Subconjunto 2: Unidad de inyección	65
Figura 62 – Unidad de inyección con semi-corte	66
Figura 63 – Sección de la máquina donde se observan las dos cámaras	66
Figura 64 – Torpedo calefactado	67
Figura 65 – Dirección de flujo de grana a plástico fundido	67
Figura 66 – Base soporte unidad inyección	69
Figura 67 - Cámaras y otros elementos que entran en contacto con el plástico fundido	69
Figura 68 – Extensor empuje actuación UI.....	70
Figura 69 – Escuadras unión UI y UC	71
Figura 70 - Tolva	71
Figura 71 – Actuadores hidráulicos	72
Figura 72 - Actuator hidráulico Bosch-Rexroth - CDL2MP5/25/14/200C1X/B11CLUMWW y CLCA/10.....	73
Figura 73 - Actuator hidráulico Bosch-Rexroth - CDL2MF3/40/25/200D1X/B11CHUMWW.....	73
Figura 74 – Actuator hidráulico Bosch-Rexroth - CDL2MP5/80/50/150D1X/B11C.....	73
Figura 75 – Guía lineal Hiwin - HGW20CB4R1040Z0C.....	74
Figura 76 – Encoder lineal magnético	74
Figura 77 - Características encoder lineal magnético	75
Figura 78 – Resistencia de banda	75
Figura 79 - Conductividad térmica cámaras fundición plástico	76
Figura 80 - Calor específico Polipropileno (PP)	76
Figura 81 – Lana de roca.....	77
Figura 82 – Boquilla de inyección EMI–N038	77
Figura 83 – Sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S).....	78
Figura 84 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S).....	78
Figura 85 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S).....	78
Figura 86 – Sensor inductivo embolo cámara pre-plastificación	79
Figura 87 - Características sensor inductivo Sick (IME08-02BDSZT0S)	79

Figura 88 - Características sensor inductivo Sick (IME08-02BDSZT0S)	80
Figura 89 – Unidad de Cierre (UC)	81
Figura 90 - Estructura del subconjunto	82
Figura 91 – Elementos de la placa móvil del molde	83
Figura 92 – Mecanismo de rodillera doble.....	84
Figura 93 – Muelles de matricería.....	85
Figura 94 – Guías lineales: Hiwin - EGW15CB3R1000Z0C	86
Figura 95 – Actuador hidráulico: Bosch-Rexroth - CDL2MF3-40-25-370D1X-B11CHUMWW	86
Figura 96 – Sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S).....	87
Figura 97 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S).....	87
Figura 98 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S).....	88
Figura 99 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 303425 E	89
Figura 100 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151725 E	89
Figura 101 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151715 E	89
Figura 102 – Cojinete de fricción SKF de PTFE	90
Figura 103 – Carro recoge-piezas	90
Figura 104 – Estructura del carro	91
Figura 105 – Protección de goma para el borde de chapa.....	92
Figura 106 – Ruedas orientables y con bloqueo Elessa-Ganter - RE.F8-080-SBF-N	92
Figura 107 – Rodillo de Nylon.....	93
Figura 108 – Unidad de presión.....	93
Figura 109 - Bloque de válvulas en serie	94
Figura 110 – Estructura a fabricar con perfiles IPE100 de acero al carbono no aleado	99
Figura 111 – Resguardos a fabricar con chapa de acero al carbono no aleada	99
Figura 112 - Varillas de cierre a fabricar en carilla de acero al carbono no aleada	100
Figura 113 Estructuras de resguardos superiores a fabricar en perfiles y chapa de acero al carbono no aleado	100
Figura 114 – Marcos de ventanas, embudo de tolva y elementos de pantalla a fabricar en AISI 304	100
Figura 115 – Escuadras a fabricar en Aluminio 6035	101

Figura 116 - Ventanas a fabricar en Polimetilmetacrilato (PMMA)	101
Figura 117 - Estructura a fabricar mediante tronzado, taladrado y soldadura.....	101
Figura 118 - Estructura s resguardos superiores a fabricar mediante tronzado, taladrado y soldadura	102
Figura 119 - Resguardos a fabricar mediante corte por láser y plegado de chapa.....	102
Figura 120 - Embudo tolva marcos y elementos de sujeción de pantalla a fabricar mediante corte por láser y plegado de chapa.....	102
Figura 121 - Varilla de cierre conformada mediante tronzado, forja en frio y punzonado	103
Figura 122 - Ventanas de metacrilato conformadas mediante fresado	103
Figura 123 - Escuadras mecanizadas con ingletadora y posterior mecanizado de agujeros mediante taladro.....	103
Figura 124 - Piezas fabricadas con Acero 1.2343	105
Figura 125 - Pieza fabricada en Aluminio 6061	105
Figura 126 - Piezas fabricada con AISI 304	105
Figura 127 - Piezas fabricadas con acero 1.8901.....	106
Figura 128 - Piezas a fabricar por torneado	106
Figura 129 - Piezas a fabricar por mecanizado por torneado, fresado y posterior soldadura	107
Figura 130 – Piezas fabricadas mediante fresado	107
Figura 131 - Piezas fabricados mediante corte y plegado de chapa	108
Figura 132 – Piezas fabricadas en Acero 1.7225	109
Figura 133 - Piezas fabricadas con Acero 1.8901	109
Figura 134 - Piezas fabricadas con Acero 1.2367	110
Figura 135 - Piezas a fabricar mediante torneado y roscado en extremos.....	110
Figura 136 - Piezas a fabricar mediante operaciones de fresado	111
Figura 137 - Piezas a fabricar mediante operaciones de fresado	111
Figura 138 - Carro de recogida	113
Figura 139 - Esquema hidráulico de la máquina	114
Figura 140 – Esquema eléctrico.....	116
Figura 141 - Entradas del PLC con el módulo de conexiones V200-18-E3XB.....	117
Figura 142 - Salidas del PLC con el módulo de conexiones V200-18-E3XB.....	117

Figura 143 - Modulo de expansión de comunicación V200-19-RS4.....	117
Figura 144 - Entradas módulo de conexiones IO-ATC8	118
Figura 145 - Salidas módulo de conexiones IO-ATC8	118
Figura 146 – Unitronics Vision 570.....	118
Figura 147 - VisiLogic™	119
Figura 148 - Entradas, salidas y variables.....	119
Figura 149 – G0-Marcha-paro	121
Figura 150 - G1-Control resistencias	122
Figura 151 - G2-Secuencia de producción.....	123
Figura 152 - Resguardos UI.....	124
Figura 153 – Masa estructura + resguardos UI	125
Figura 154 - Resguardos UC.....	125
Figura 155 – Masa estructura + resguardos UC	126
Figura 156 – Masa UI y UC.....	126
Figura 157 – Sujeciones de geometría fija.....	128
Figura 158 – Cargas aplicadas.....	128
Figura 159 – Condiciones de mallado de la estructura	129
Figura 160 – Tensiones de von Mises (N/mm ²).....	129
Figura 161 – Desplazamientos (mm).....	130
Figura 162 - Barra mecanismo rodillera – L.....	130
Figura 163 – Sujeciones	131
Figura 164 – Fuerza de compresión en barra.....	131
Figura 165 – Fuerza transmitida por la barra de empuje del actuador hidráulico.	132
Figura 166 – Condiciones de mallado de la barra	132
Figura 167 - Tensiones análisis estático (N/mm ²)	133
Figura 168 - Desplazamientos análisis estático.....	133
Figura 169 – Ciclos del análisis a fatiga	134
Figura 170 – Resultados ciclos de fatiga resistidos por la pieza.....	134
Figura 171 – Columnas de tracción en la UC.....	135
Figura 172 – Columna.....	135
Figura 173 – Sujeciones columna	135

Figura 174 - Carga aplicada en columna.....	136
Figura 175 – Condiciones de mallado en columna.....	136
Figura 176 – Resultados del análisis estático de la columna	137
Figura 177 – Condiciones del ensayo de fatiga en la columna.....	137
Figura 178 - Resultados de vida del ensayo a fatiga de la columna.....	138
Figura 179 – Amarre placas móviles en el subconjunto.....	138
Figura 180 - Amarre placas móviles	139
Figura 181 – Sujeciones en amarre placas móviles.....	139
Figura 182 – Cargas aplicadas en amarre placas móviles	139
Figura 183 – Condiciones de mallado en el amarre placas móviles.....	140
Figura 184 - Tensiones amarre placas móviles.....	140
Figura 185 - Desplazamientos amarre placas móviles	141
Figura 186 - Cámara de inyección + brida	141
Figura 187 - Sujeciones cámara de inyección + brida	142
Figura 188 - Presión en cámara de inyección.....	142
Figura 189 - Fuerzas en brida	143
Figura 190 - Condiciones de mallado en cámara de inyección + brida.....	143
Figura 191 - Tensiones en cámara de inyección + brida	144
Figura 192 - Desplazamientos en cámara de inyección + brida	144
Figura 193 - Condiciones ensayo de fatiga.....	145
Figura 194 - Resultados ensayo de fatiga.....	145
Figura 195 – Tolerancias generales respecto a valor nominal (lineales)	146
Figura 196 - Tolerancias generales de ángulos	146
Figura 197 – Tolerancias admisibles según el proceso de fabricación.....	147
Figura 198 – Vistas de la pieza a mecanizar	148
Figura 199 – Posición 1: Alzado	148
Figura 200 – Posición 2: Alzado posterior	149
Figura 201 – Posición 3: Planta inferior.....	149
Figura 202 – Conjunto de resguardos que restringen el acceso a los elementos peligrosos	156
Figura 203 – Resguardos para proteger a los usuarios	156

Figura 204 - Bisagras con detección de apertura	157
Figura 205 - Interruptor de leva	157
Figura 206 - Señalización de los riesgos en cada zona	158
Figura 207 - Interruptor de emergencia.....	158
Figura 208 - Altura de los ojos	159
Figura 209 - Altura de pantalla desde el suelo	160
Figura 210 - Regulación de altura de la pantalla	160
Figura 211 - Alturas codos y hombros.....	161
Figura 212 - Altura del pulsador	161
Figura 213 – Inyectora del mercado de segunda mano Sandretto DEU D150 C3.....	165
Figura 214 - Sandretto Serie Sette.....	165
Figura 215 – Engel E-Mac 50	165
Figura 216 – Modelo del mecanismo generado en Working Model.....	171
Figura 217 - Secuencia movimiento aproximación placas molde	172
Figura 218 – Diámetro canal boquilla.....	178
Figura 219 – Angulo empuje actuador hidráulico aproximación	179
Figura 220 - Unidad de presión seleccionada	181
Figura 221 – Condiciones del centro de masas	182
Figura 222 - Reacciones en los apoyos con la carga aplicada	182
Figura 223 - Magnitud de la reacción en el apoyo R _{by}	182
Figura 224 - Selección de guía y capacidad de carga dinámica.....	183
Figura 225 – Condiciones del centro de masas donde se aplica la carga.....	184
Figura 226 – Reacciones en los apoyos con la carga aplicada.....	184
Figura 227 – Magnitud de la reacción en el punto R _{cy}	185
Figura 228 – Centro de masas en la Unidad de cierre.....	185
Figura 229 – Capacidad de carga dinámica	186
Figura 230 – Ejes con los que friccionan los cojinetes calculados.....	186
Figura 231 - Mitad del ángulo de oscilación.....	187
Figura 232 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 303425 E	187
Figura 233 – Carga específica del rodamiento	188
Figura 234 - Factor de carga	188

Figura 235 - Factor de velocidad	189
Figura 236 - Factor de temperatura	189
Figura 237 - Factor de rugosidad de la superficie	189
Figura 238 – Ejes con los que friccionan los cojinetes calculados.....	190
Figura 239 - Mitad del ángulo de oscilación.....	191
Figura 240 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151725 E	191
Figura 241 – Carga específica del rodamiento	192
Figura 242 - Factor de carga	192
Figura 243 - Factor de velocidad	193
Figura 244 - Factor de temperatura	193
Figura 245 - Factor de rugosidad de la superficie	193
Figura 246 – Ejes con los que friccionan los cojinetes calculados.....	194
Figura 247 - Mitad del ángulo de oscilación.....	195
Figura 248 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151715 E	195
Figura 249 – Carga específica del rodamiento	196
Figura 250 - Factor de carga	196
Figura 251 - Factor de velocidad	197
Figura 252 - Factor de temperatura	197
Figura 253 - Factor de rugosidad de la superficie	197
Figura 254 - Proporciones que debe respetar el mercado CE.....	216

1 Introducción

Este proyecto tiene como finalidad el diseño de una máquina inyectora de plásticos para piezas de pequeño tamaño y productividad moderada. El uso inicial previsto es como inyectora de producción de piezas de plástico reciclado.

El concepto está basado en una iniciativa que se lleva a cabo en la actualidad. Esta consiste en acercar los procesos de conformado del plástico a la sociedad y recibe el nombre de Precious Plastic (<https://preciousplastic.com>). Tiene la finalidad de reducir el impacto de la contaminación de los plásticos en el planeta. Para ello usan los plásticos de envases y de desperdicios y les dan una nueva vida conformando piezas a partir de estos plásticos de desecho. De otro modo, estos desperdicios acabarían en vertederos o en el peor de los casos en contacto directo con el medio ambiente y contaminando el mismo.

Siguiendo las directrices de este proyecto cualquier persona puede construirse una máquina de conformado de plástico y todo el utillaje necesario para fabricar las piezas que deseen.

Las fases del proyecto que tratamos en este documento son el resumen de la fase conceptual y preliminar en primer lugar. Además de la fase final y el desarrollo completo del proyecto cuyo alcance podremos observar en los puntos siguientes.

Las fases del TFM **diseño de una máquina inyectora de bajo coste** se describen a continuación:

- **Fase conceptual**, donde se realiza una búsqueda de información de productos iguales o similares existentes en el mercado. Realizando posteriormente un análisis de alternativas propuestas con la finalidad de escoger la que tenga las características que más se adecuen a nuestro proyecto. Se determinará también los plazos a cumplir en el proyecto y los trabajos a realizar en la siguiente fase.
- **Fase preliminar**, en esta fase se desarrolla el concepto escogido, profundizando en el diseño y la funcionalidad de cada componente, así como escogiendo los elementos comerciales.
- **Fase final**, donde se desarrollará en detalle cada componente y se realizan todos los análisis mecánicos necesarios y otros análisis pertinentes para asegurar la viabilidad técnica del proyecto. En esta fase también se concreta el presupuesto final del proyecto y se elabora toda la documentación técnica del mismo.

1.1 Antecedentes y justificación

El interés de las máquinas de inyección de plástico reside en la versatilidad de piezas que pueden ser conformadas con las mismas, destacando sus buenos acabados y generación de geometrías complejas. Además de un tiempo de conformado notablemente bajo, que incide directamente en el coste de la pieza y, por tanto, del producto final. No obstante, el precio de los utillajes es elevado, por lo que no está justificado el conformado de piezas mediante este proceso para pequeñas series.

Los plásticos, además, son unos materiales de gran interés por su baja conductividad térmica, acústica y eléctrica lo que los hace ideales para ser usados como carcasas o coberturas de aparatos eléctricos y electrónicos. Añadiendo a esto su baja densidad, se pueden crear productos de bajo peso, lo que convierte a estas piezas de alto interés para la mayoría de los productos de consumo. Es por esto por lo que las máquinas de inyección de plásticos están muy extendidas en la industria y en numerosos sectores de producción.

La justificación del proyecto viene dada por el gran problema que supone hoy en día la contaminación del medio ambiente a causa de los residuos plásticos. Este problema es más grave en los mares y océanos, ya que es donde se encuentra la mayor cantidad de contaminación de este tipo.

Para los seres marinos es muy perjudicial este tipo de contaminación ya que en muchas ocasiones ingieren los trozos de plástico al confundirlo con sus presas o se quedan atrapados con estos residuos, llegando a provocar la muerte en numerosos casos.

Por esto, la principal justificación del proyecto es reducir estos desperdicios de plástico, sobre todo envases y embalajes, que son los conocidos como plásticos de un solo uso. Con esto, se consigue eliminar el plástico calificado como basura y dando un nuevo uso al material. No obstante, también se pueden utilizar carcasas de productos electrónicos y electrodomésticos. Y en definitiva cualquier producto o componente de producto que esté fabricado con plástico y que pueda ser procesado por la máquina inyectora.

El sistema de recuperación, tratamiento y preparación del material recuperado para ser conformado como una pieza nueva está siendo desarrollado e implantado por Precious Plastic, por lo que este proyecto no se centrará en este campo.

También cabe destacar que, si cualquier usuario que adquiriera esta máquina de moldeo por inyección quiere usar plásticos vírgenes en forma de granza para conformar sus piezas y no los plásticos reciclados, puede hacerlo. Siempre y cuando sea un plástico apto para ser conformado con la misma. Lo plásticos que puede conformar la máquina se pueden consultar en el punto *3.1 Requisitos y especificaciones*.

1.2 Objeto

El objetivo principal, como se ha comentado, es el de diseñar una máquina para inyección de plásticos. La misma debería de ser capaz de conformar piezas que estén contenidas en la envoltura de un prisma de base cuadrangular referente a el área proyectada del molde de 90 mm de lado, con una altura de 110 mm.

Además de este objetivo principal, se fijan otros adicionales a intentar cumplir si lo permiten las características de la máquina. Estos objetivos son:

- Que se utilicen elementos comerciales de fácil acceso. Este objetivo está enfocado a la intención de que la inyectora pueda construirse en cualquier parte del mundo para conformar piezas de plástico reciclado.
- La intención que se busca en la máquina es que sea escalable, es decir, que cada uno pueda decidir si construir la máquina completa y automatizada, para una productividad más elevada y un mejor control del proceso de inyección. O, por otro lado, prefiere una versión manual, tanto para la inyección del plástico en el molde, como para el cierre del propio molde. Aunque en este proyecto se definirá completamente la versión automatizada.
- Que sea funcional y fácil de utilizar por parte del usuario, intentando buscar elementos y operaciones lo más intuitivas posibles.
- Fácil de desmontar y reparar por parte de un usuario sin grandes conocimientos de mecánica.

1.3 Alcance

El alcance del proyecto es el diseño de una máquina de inyección de plásticos de bajo coste y producción moderada. Teniendo en cuenta toda la selección de materiales, elementos comerciales y realizando todos los análisis y cálculos pertinentes para el correcto funcionamiento de la máquina. En la fase final, que es objeto de este documento se desarrollaran y documentaran las siguientes tareas:

- Análisis del producto, presentando los elementos que componen una máquina de estas características, el estado de la técnica, estudio de mercado y patentes a tener en cuenta a la hora del diseño de la misma.
- Resumen del diseño conceptual y preliminar de la máquina.
- Descripción de la máquina y diseño realizado.
- Selección de materiales y procesos de fabricación para cada uno de los elementos a fabricar.
- Selección de elementos comerciales.
- Diseño de circuitos de control, neumáticos y eléctricos de la máquina.

- Acotación dimensional y geométrica.
- Normativa aplicable.
- Estudio de los apartados ergonómicos y de seguridad de la máquina.
- Mantenimiento de la máquina.
- Análisis de la viabilidad económica del proyecto.
- Estado de mediciones y presupuesto de la máquina.
- Pliego de condiciones.
- Planos del conjunto y las piezas a fabricar.

1.4 Justificación académica

Este proyecto refleja la culminación del Máster Universitario en Diseño y Fabricación. En este, se reflejan todos los conocimientos adquiridos por el alumno en las asignaturas del máster para demostrar las habilidades que este puede desarrollar en el mundo laboral. Todos ellos confluyen en la consecución del proyecto de ingeniería presentado.

2 Análisis de producto

En este apartado se expone toda la búsqueda de información de las máquinas existentes en el mercado y las soluciones aplicadas en cada parte de estas, características de las mismas, estudio de mercado y estado del arte.

Una máquina de moldeo por inyección se podría definir como un elemento de conformado de piezas de plástico que usa calor para conseguir un estado viscoso del material polimérico, para posteriormente inyectarlo en la cavidad del molde y expulsarla una vez se ha enfriado y solidificado el material polimérico y, por tanto, conformado la pieza.

2.1 Elementos de una máquina inyectora

Una máquina inyectora se puede dividir en cuatro partes fundamentalmente:

- **La unidad de control:** Es la parte de la máquina donde se establecen, monitorean y controlan todos los parámetros del proceso: tiempos, temperaturas, presiones y velocidades.
- **La unidad de inyección:** Se encarga de alimentar la cámara de plastificación, de fundir el plástico mediante calentamiento del material polimérico hasta conseguir el estado viscoso deseado y posteriormente inyectarlo en el molde.

- **La unidad de cierre:** Se encarga de fijar el molde en la posición correcta respecto a la unidad de inyección, de la apertura y cierre del molde y la expulsión del molde de la pieza ya conformada.

- **Bancada:** Se encarga de sustentar y mantener la rigidez del sistema para el correcto alineado y fijación de los elementos que componen la máquina.

Además, dentro de estas partes generales, se pueden encontrar numerosos componentes, pero no serán numerados ya que estos pueden variar según el tipo de inyectora de la que se hable.

2.2 Estado de la técnica

Como se ha especificado anteriormente, el antecedente principal que encontramos para este proyecto viene de la iniciativa de Precious Plastic. Más concretamente la inyectora que se diseñó para ser accionada de forma manual.

No obstante, la finalidad que se persigue en este proyecto es la automatización de la máquina e intentar mejorar ciertos parámetros en los que esta inyectora puede acercarse a una mayor eficiencia y productividad. Por ello se realiza una búsqueda de alternativas y del estado de la técnica para conocer mejor que puntos pueden ser mejorados en el diseño de la misma.

2.2.1 Sistema de alimentación de granza

Sistema o elemento mediante el cual se alimenta el material plástico a la cámara donde será introducido para ser fundido y posteriormente inyectado en el molde para conformar la pieza.

- **Tornillo sinfín:** Este es el sistema más comúnmente utilizado en las grandes inyectoras (Figura 1). Con él se consigue una gran productividad, ya que mientras se realiza la inyección de una pieza, se va preparando el material plástico para la siguiente, siendo fundido y posteriormente compactado para que esté en óptimas condiciones para la inyección mientras se expulsa la pieza conformada anteriormente en el molde.

- **Gravedad:** Este sistema consiste en una tolva, donde se almacena el material preparado para ser introducido en la cámara de plastificación, que se encuentra en disposición vertical (Figura 2). Este material es introducido en la cámara al extraer el émbolo de la cámara, cae por gravedad dentro de la misma para ser fundido y posteriormente introducido en la cavidad del molde.

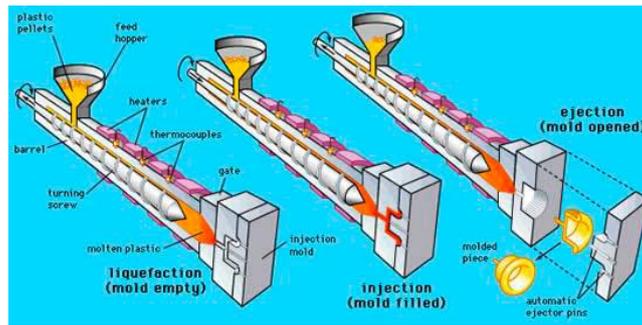


Figura 1 - Esquema inyectora con husillo

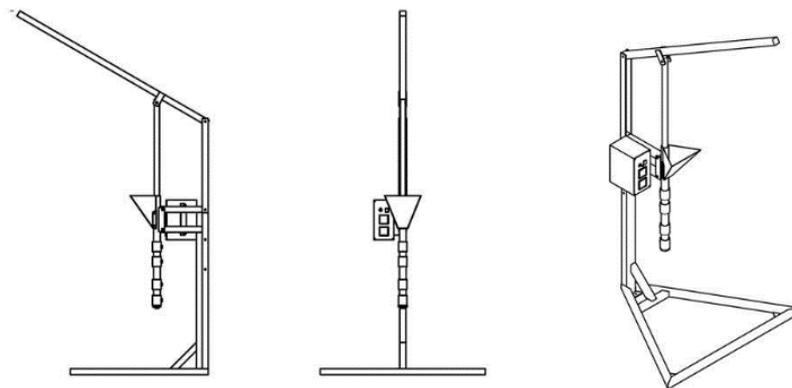


Figura 2 - Inyectora disposición vertical de cámara de plastificación

2.2.2 Accionamiento de la unidad de inyección y la unidad de cierre

Sistema que incluye un actuador que mueve un mecanismo o transmisión mediante la que se empuja el material fundido al interior del molde y con el que se puede accionar el sistema de cierre del molde.

- **Accionamiento hidráulico:** Los actuadores hidráulicos (Figura 3) son elementos de accionamiento que usan la presión generada por una bomba sobre un fluido incompresible (habitualmente aceite), para conseguir el movimiento del émbolo alojado en el interior de un cilindro. En el mundo de las máquinas de moldeo por inyección son usados debido a las altas presiones de inyección que se pueden conseguir, así como por el control del flujo inyectado.

- **Accionamiento neumático:** El sistema es muy similar al anterior (Figura 3), la diferencia principal reside en el fluido que mueve el émbolo, que en este caso se trata de un gas. Normalmente el gas utilizado es aire a presión filtrado para eliminar en la medida de lo posible todas las impurezas que esta contiene. La gran ventaja de este sistema frente al accionamiento hidráulico es que los escapes de fluidos en estas válvulas pueden ser librados al ambiente directamente en caso de usar aire comprimido ya que este no

contamina el medio ambiente ni ensucia la instalación donde se encuentre la unidad de presión (compresor de aire).

- **Accionamiento electromecánico:** Es otro de los sistemas que se puede usar para el empuje del material fundido a la cavidad del molde y para el cierre de este último. Este consiste en un accionamiento eléctrico (normalmente un motor) cuyo movimiento giratorio se convierte en un movimiento lineal mediante un sistema piñón-cremallera (Figura 4) o mediante un tornillo de potencia (Figura 5). Este último es el más habitual.

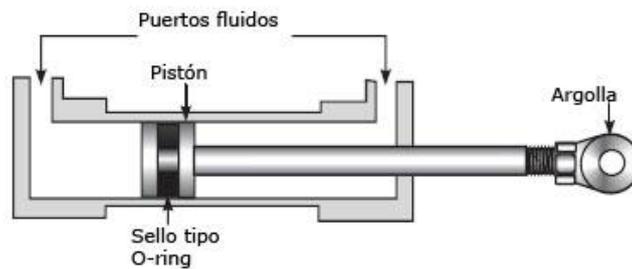


Figura 3 – Esquema actuador hidráulico

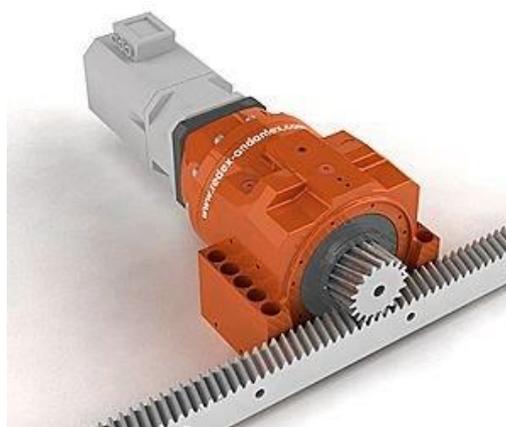


Figura 4 – Sistema piñón-cremallera accionado con motor eléctrico



Figura 5 – Tornillo de potencia

2.2.3 Sistema de cierre del molde

Mecanismo o transmisión para el correcto cierre, con la presión necesaria para que no salga el plástico fundido de la cavidad del molde en la fase de inyección y compactación.

Este punto se centra en el accionamiento mediante cilindros hidráulicos, ya que son los utilizados de forma habitual en las inyectoras.

- **Actuador hidráulico directo:** En este caso la fuerza la realiza directamente el actuador hidráulico (Figura 6). Este se une a la placa móvil del molde y empuja la misma hasta contactar con la otra placa realizando el cierre del molde y generando la cavidad del mismo.
- **Actuador hidráulico con mecanismo:** Este es el sistema más extendido entre las inyectoras por la velocidad y ventaja mecánica que ofrece respecto del actuador hidráulico directo. Además, en este caso, el actuador hidráulico no tiene que mantener la presión de cierre constantemente ya que es el mecanismo el que se encarga de realizar esta operación. Suelen utilizarse dos mecanismos diferentes, uno de rodillera simple (Figura 7) y otro de rodillera doble (Figura 8). Como su nombre indica, consiste en el uso de solamente un mecanismo en el primer caso y de dos iguales dispuestos el uno al lado del otro de forma simétrica en el segundo caso.

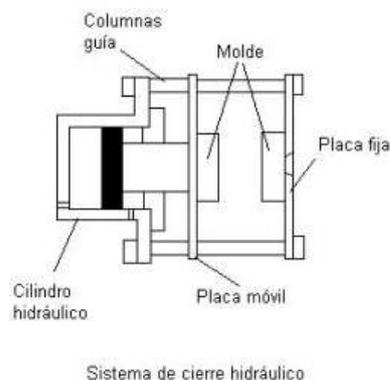


Figura 6 – Sistema de cierre con actuador hidráulico directo

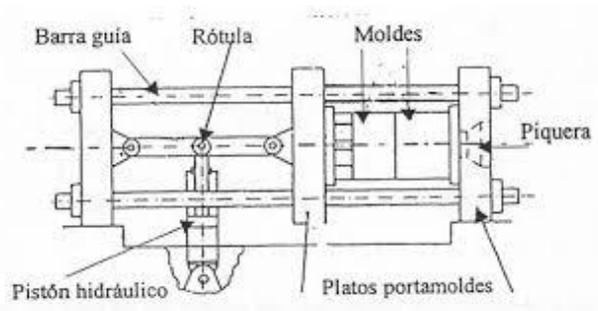


Figura 7 - Sistema de cierre del molde con rodillera simple

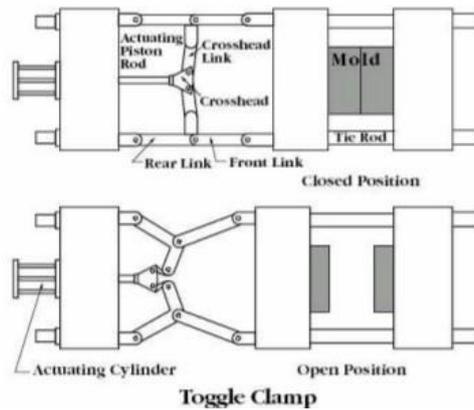


Figura 8 – Sistema de cierre del molde con rodillera doble

2.2.4 Configuración o disposición de la inyectora.

Las dos configuraciones o disposiciones en las que más habitualmente encontramos el barril de inyección son: **vertical** con el movimiento del émbolo y/o husillo en sentido descendente y por otro lado la disposición del barril **horizontal**.

- **Disposición vertical:** Esta disposición de la máquina se suele utilizar para inyectoras de poco tamaño (para conformar monturas de gafas, preformas para botellas conformadas por inyección-soplado, o pequeños tapones y boquillas), llegando a unos 4 metros de alto. Además, también se pueden conformar piezas que incluyen algún tipo de inserto de otro material (como por ejemplo cubiertos de acero inoxidable con el mango de plástico); o en los laboratorios para realizar pruebas de inyección del material y conformar probetas del mismo.
- **Disposición horizontal:** Esta es la disposición más comúnmente usada en estas máquinas, por la flexibilidad y velocidad en la fabricación. Permite crear máquinas mucho más grandes, con actuadores de empuje para la inyección más grandes, y por tanto con mayor presión de inyección, lo que ayuda a disponer de barriles de inyección más grandes, tanto en diámetro como en longitud. Además, permite fabricar moldes con una apertura más natural en el desmoldeo de la pieza, de modo que caiga por gravedad, lo que simplifica esta fase del proceso y por tanto de la máquina.

2.3 Estudio de mercado

En primer lugar, enumeramos los parámetros aproximados sobre los que trabaja la máquina inyectora de Precious Plastic. Como no se encontraban los datos ni la información de los parámetros a los que trabaja esta máquina, incluso preguntando directamente a la gente que está trabajando en esta iniciativa, todos los datos

presentados han sido calculados de forma aproximada a partir de las medidas y parámetros que se ofrecen en los planos y videos ofrecidos en el proyecto:

- Presión de inyección: 700 bar
- Volumen de inyección: 63 cm³
- Accionamiento: Manual
- Precio aproximado: 600€

A continuación, se presentan datos y características técnicas de máquinas de moldeo por inyección comerciales (Tabla 1). Se han seleccionado fabricantes con un buen reconocimiento en el sector. Buscando máquinas inyectoras que trabajen con algunos parámetros similares a la máquina inyectora manual de Precious Plastic. Como algunos datos como la apertura de molde, o la fuerza de cierre no se pueden comparar con la máquina comentada anteriormente por que no dispone de ciertos mecanismos como la apertura automática del molde. Es por esto que no se tienen en cuenta a la hora de la selección de las máquinas de la competencia. Por otro lado, si se consideran a la hora de determinar la fuerza de cierre que debe tener la máquina objeto de este documento y las medidas máximas de la pieza ya que estas afectan a esta apertura del molde.

Modelo	Empresa fabricante	Fuerza de cierre (kN)	Presión de inyección máxima (bar)	Volumen de inyección máximo (cm ³)	Carrera de apertura de molde (mm)	Medidas máximas del molde (mm)		Tipo de accionamiento
						Ancho	Alto	
e-mac 50	ENGEL	500	2400	25	260	370	320	Eléctrico
e-mac 75	ENGEL	750	2400	85	350	460	410	Eléctrico
e-mac 100	ENGEL	1000	2400	85	350	460	410	Eléctrico
HA-35SV	FCS	295	2400	34	230	380	380	Hidráulico
HA-65SV	FCS	590	2400	58	260	460	460	Hidráulico
HA-110SV	FCS	980	2433	190	350	525	525	Hidráulico
HA-140SV	FCS	1230	2423	275	410	600	600	Hidráulico
SI-55-6	TOYO	490	2746	90	270	360	360	Eléctrico
SI-90-6	TOYO	800	2746	200	320	410	410	Eléctrico
SI-110-6	TOYO	980	2746	200	360	460	460	Eléctrico
SI-150-6	TOYO	1335	2746	266	400	510	510	Eléctrico
ET-45HR2	TOYO	400	2352	90	250	350	275	Eléctrico
ET-90HR2	TOYO	800	2352	180	280	400	300	Eléctrico
ET-150HR2	TOYO	1335	2156	266	305	710	430	Eléctrico

Tabla 1 – Características técnicas de las máquinas de moldeo por inyección existentes en el mercado

2.4 Patentes

El mundo industrial debe de proteger sus invenciones y diseños de la competencia, salvaguardando la propiedad intelectual de posibles copias que pueda realizar la competencia de los productos propios. En este apartado mostramos algunas patentes del sector del moldeo por inyección encontradas.

- **Plastic injection machine and molding method:** Máquina para fabricación de piezas de plástico por el moldeo por inyección (Figura 9) con un sistema de apertura de molde de una placa fija central y dos móviles a los lados, que se abren simultáneamente mejorando la cantidad de piezas que pueden ser fabricadas en una operación con un solo molde.

- **Molde de inyección para su uso en un dispositivo de moldeo por inyección:** Molde de inyección para ser conformado a partir de material sinterizado (Figura 10) en una o más partes del mismo, con canales de refrigeración por los que pasaría gas caliente o frío, en función de lo que se precisara en cada momento. Este fluido podría estar también en estado líquido. Esto da como resultado un fuerte enfriamiento del molde. Las mitades del molde están hechas de un material poroso sinterizado, de modo que el medio de enfriamiento puede pasar a través de capilares y canales que conducen libremente al espacio de expansión, y desde allí a través de los poros que están abiertos hacia la superficie de molde.
- **Injection unit:** Esta unidad de inyección (Figura 11) tiene como principal objetivo proveer un ensamblaje del barril de inyección más simple para el uso en la inyectora reduciendo los costes del ensamblaje; así como mejorar el sistema de guiado, mejorar el aislamiento de algunas zonas del barril y reducir las fuerzas axiales recibidas por el mismo.
- **Injection molding machine:** Máquina de moldeo por inyección (Figura 12) que incluye un filtro para el plástico fundido en la fase previa a pasar por la boquilla de inyección. Este filtro tiene la misión de mezclar y reducir impurezas y grana en estado semisólido.
- **Conjunto de moldeo por inyección y su procedimiento de fabricación:** Este conjunto de moldeo por inyección con su procedimiento de fabricación se trata de un molde de características especiales (Figura 13). Provisto de medios para la inyección con un molde que presenta dos partes desplazables y enfrentables entre sí, donde una de las dos partes presenta una cinta sinfín que actúa como contra-molde durante la etapa de inyección y medio de transporte para la pieza tras el desmoldeo. Está enfocado hacia piezas de geometría laminar, es decir, piezas con un espesor muy bajo y con alguna cara plana.

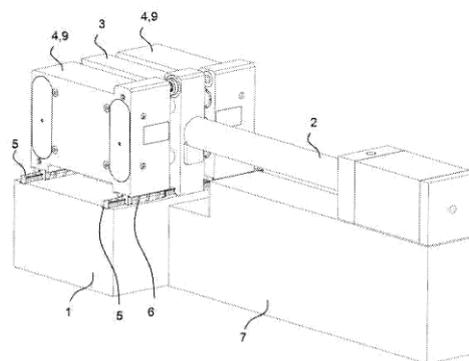


Fig. 1

Figura 9 – Máquina de inyección y molde de apertura doble

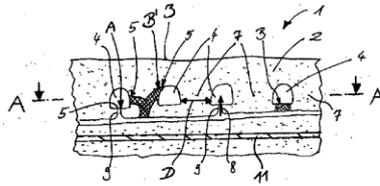


Figura 1

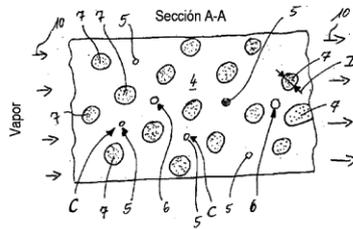


Figura 2

Figura 10 – Esquema molde

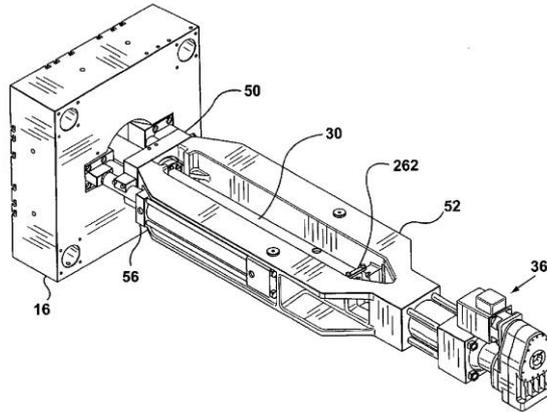


Figura 11 – Unidad de inyección

Fig. 2

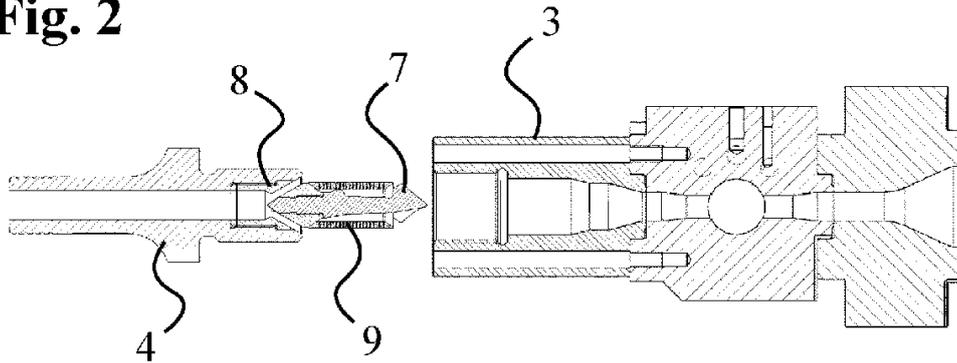


Figura 12 – Injection molding machine

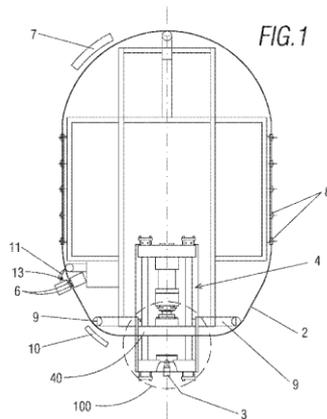


Figura 13 - Conjunto de moldeo por inyección y procedimiento de fabricación

3 Diseño conceptual y preliminar de la máquina

3.1 Requisitos y especificaciones

Para determinar cuales tienen que ser los parámetros a tener en cuenta a la hora de diseñar y escoger los elementos comerciales. Se definen unos requisitos y unas especificaciones, relacionadas estrechamente con los objetivos marcados al principio, para construir un producto apto para las exigencias del proceso. Los requerimientos son los siguientes:

- **Materiales inyectables:** Los materiales que podemos inyectar en esta máquina de moldeo por inyección determinan en gran medida las presiones de inyección necesarias, así como la temperatura que se tiene que alcanzar en la cámara de fundición y en la cámara de inyección. Como la intención es ser utilizada solamente para materiales reciclados, nos centraremos en los plásticos de uso más común y que más fácilmente se pueden encontrar en envases, carcasas y productos de consumo masivo. Los plásticos que se pueden utilizar con esta inyectora son:
 - Polipropileno (PP)
 - Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
 - Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
 - Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
 - Poliestireno (PS)
 - Polietileno Tereftalato (PET)

- **Área proyectada máxima:** Esta se refiere al área que ocuparan las superficies perpendiculares a la dirección de apertura. Este parámetro está estrechamente ligado a la fuerza de cierre necesaria en el sistema. El área proyectada máxima es de **82cm²**.
- **Volumen de inyección:** También conocido como capacidad de plastificación, está directamente relacionado con el tamaño de pieza que se vaya a fabricar. No obstante, no determina la geometría en sí, si no el volumen que tendríamos que ofrecer a la cámara de inyección, canales de alimentación y reducción del volumen de la pieza durante el enfriamiento. El volumen máximo que podrá inyectar teniendo en cuenta estos 3 aspectos será de **80 cm³**.
- **Altura máxima de la pieza:** Esto es la medida máxima que tendría que tener la pieza en la dirección de desmoldeo, ya que es crucial a la hora de diseñar el mecanismo de rodillera y el actuador o sistema que mueve este mecanismo, ya que tiene que permitir que la pieza salga sin problemas del molde. La altura máxima de la pieza es de **110mm**, lo que nos lleva a un desplazamiento entre placas del molde de unos **250-300mm**.
- **Fuerza de cierre:** La fuerza de cierre es la fuerza precisada para cerrar la placa móvil del molde contra la fija. Este debe ser consecuencia del área proyectada y el material a inyectar (a través de la presión de inyección recomendada). El valor de la fuerza de cierre es como máximo de **1000 kN**.
- **Presión de inyección:** La presión de inyección está relacionada con la viscosidad del material, el área de la cavidad del molde y el tiempo en que se quiere realizar el llenado. Y aunque esta presión variará según la geometría de la pieza a conformar, se establece una presión máxima de inyección de **1200bar**, para determinar la capacidad y límites de la máquina.
- **Bajo coste:** Se pretende fabricar una máquina de inyección de bajo coste para el usuario. Por eso se busca el proceso de inyección más barato por su construcción, para que la adquisición de esta máquina sea lo más económica posible. Teniendo también en cuenta que la energía consumida y por tanto el coste de su uso, sea lo más bajo posible. Estableciendo un precio máximo de **16.000€** para el usuario, en la versión con todos los actuadores y automatización del proceso.
- **Seguridad:** La máquina tiene que cumplir con la normativa de seguridad, añadiendo los resguardos fijos y móviles, así como barreras o cualquier otro tipo de elemento que ayude a mejorar la seguridad e integridad de los usuarios frente a los riesgos que presente la máquina.

3.2 Componentes y estructura básica

La máquina debe presentar unos componentes mínimos independientemente del diseño final. Estos elementos (Figura 14) son necesarios para su correcto funcionamiento y son los siguientes:

- **Accionamiento de inyección [1]:** Este elemento se encarga de empujar el material fundido hacia la cavidad del molde.
- **Accionamiento de alimentación [2]:** Para alimentar la cámara de fundición del plástico se precisa de una alimentación del material en la misma. Por este motivo se precisa de algún elemento que empuje el material a dicha cámara desde la tolva de alimentación.
- **Tolva de alimentación [3]:** Para tener disponible material plástico en forma de grana siempre preparado para ser fundido se necesita disponer en la máquina de un elemento de forma cónica o piramidal que permita que el material sea guiado hacia la boca de entrada del barril de inyección o pre-plastificación por efecto de la gravedad.
- **Barril de inyección [4]:** Este elemento se encarga de transmitir el calor de las resistencias al material hasta la temperatura de fundición del mismo y mantenerla hasta que sea empujado a la cámara de inyección o directamente a la cavidad del molde.
- **Soporte de la placa fija [5]:** Para mantener la placa fija del molde en la posición correcta se debe disponer de un soporte con diferentes puntos de amarre para que pueda adaptarse a los diferentes tamaños de molde.
- **Soporte de la placa móvil [6]:** Realiza la misma función que la anterior, pero con la placa móvil del molde.
- **Accionamiento de cierre [7]:** Con la finalidad de generar el correcto cierre de las placas del molde se necesita una gran fuerza y para ello se precisa de un accionamiento que permita juntar las dos placas del molde sin que se separen por la presión ejercida por el plástico fundido forzado en la cavidad.
- **Bancada [8]:** Para soportar todos los elementos y absorber todas las fuerzas generadas por la máquina se precisa de un elemento robusto y rígido que permita mantener todos los elementos en la posición correcta.
- **Control del proceso [9]:** Elemento que se encarga de monitorizar los parámetros del proceso (temperatura, presiones, velocidades, etc.) y de las acciones a realizar en cada momento.
- **Protecciones elementos eléctricos [10]:** Resguardos y pantallas que impiden el acceso directo o contacto de forma accidental de los elementos eléctricos y electrónicos de la máquina, impidiendo de este modo cualquier descarga eléctrica o rotura de algún elemento sensible.

- **Protecciones elementos móviles [11]:** Protección de los elementos móviles de la máquina para evitar choques atrapamientos o pérdida de algún miembro por parte del usuario.

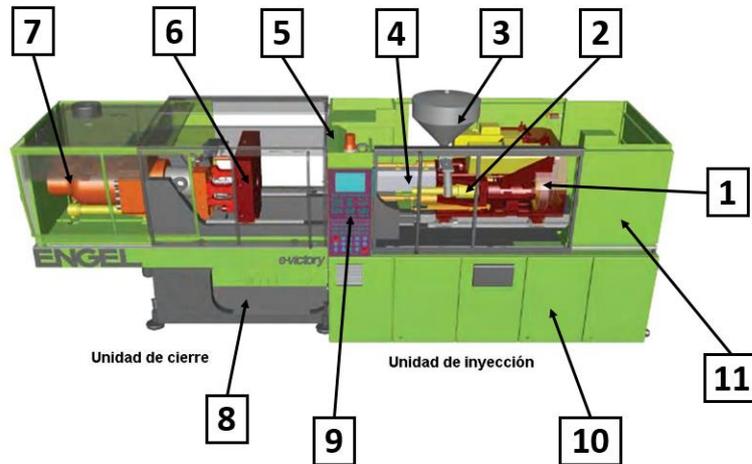


Figura 14 – Componentes máquina inyectora

3.3 Funcionalidad

La funcionalidad de la máquina es analizada mediante la caja negra (Figura 15) que se encarga de definir los recursos que debemos suministrar a la máquina, el proceso o acción realizada por la misma y el resultado de esta acción.

También se realiza un análisis con la caja transparente (Figura 16), para ver todas las operaciones (subfunciones) que realiza la misma para la finalidad que es concebida (conformado de piezas de plástico); y el resultado que nos darían estas operaciones.

La lista de subfunciones u operaciones realizadas por la máquina de moldeo por inyección:

- 1) Encendido/apagado de máquina
- 2) Suministro de electricidad a la inyectora
- 3) Paro de emergencia en posición de circuito cerrado
- 4) Información de encendido de inyectora
- 5) Calentamiento de resistencias de barril de inyección hasta temperatura de trabajo
- 6) Calentamiento de resistencias de molde hasta temperatura de trabajo
- 7) Actuadores en posición de trabajo inicial
- 8) Accionamiento de actuador de alimentación de cámara de pre-plastificación
- 9) Accionamiento de actuador de alimentación de cámara de inyección
- 10) Accionamiento de actuador para cierre de molde

- 11) Aproximación de unidad de inyección a punto de inyección del molde
- 12) Inyección de plástico fundido en cavidad del molde
- 13) Refrigeración hasta temperatura de trabajo
- 14) Retirada de unidad de inyección
- 15) Accionamiento de actuador de apertura de molde
- 16) Expulsión de pieza



Figura 15 – Recursos suministrados, proceso o acción y resultados

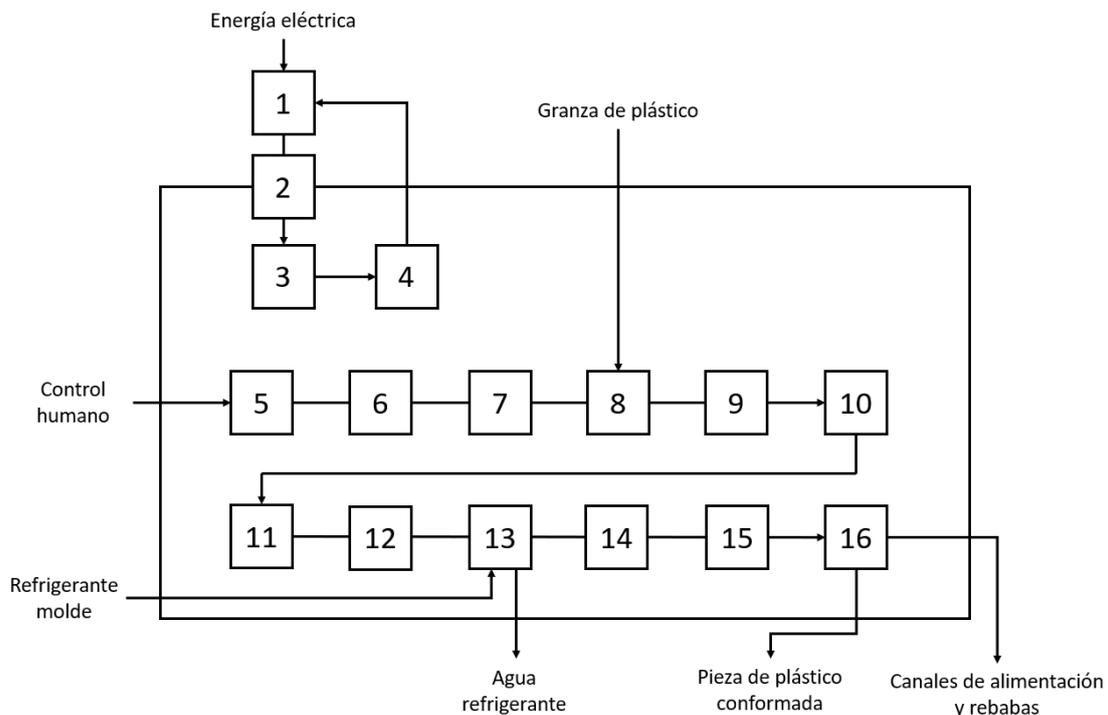


Figura 16 – Subfunciones y relación con recursos suministrados y resultados

3.4 Alternativas

Se proponen alternativas tanto para la unidad de inyección como para la unidad de cierre explicando cuales pueden ser las ventajas e inconvenientes en cada caso. En primer lugar, se explican las alternativas presentadas para la unidad de cierre y posteriormente se realizan las de la unidad de inyección.

3.4.1 Alternativas unidad de cierre

En este apartado se explica cuáles son las alternativas barajadas para el sistema encargado de cerrar el molde de la inyectora, explicando en que puntos sería mejor y peor cada una de ellas.

- **Alternativa 1 - Actuador directo:** En el momento de juntar las dos partes del molde (Figura 17), se acciona un fluido a presión en la cavidad de un cilindro, haciendo empujar un émbolo en su interior que transmite la fuerza del mismo al exterior a través de un vástago. Este vástago es unido a la placa móvil del molde. La fuerza generada por la presión del fluido sobre el émbolo genera el empuje en la placa móvil contra la placa fija. Generando un sello entre las dos caras que contactan.
 - **Ventajas:** Sencillez de construcción.
 - **Desventajas:** Necesidad de usar un cilindro hidráulico de gran tamaño; el propio es el que mantiene la presión sobre la unión de las placas del molde; mayor consumo de energía
- **Alternativa 2 - Mecanismo de rodillera simple accionado por cilindro hidráulico:** En este caso el cilindro hidráulico se dispone de forma perpendicular al movimiento de la placa móvil del molde y este movimiento es transformado en la dirección correcta por el mecanismo de rodillera simple (Figura 18). Este mecanismo, además confiere una ventaja mecánica al disminuir la velocidad de movimiento y aumentar la fuerza que genera el cilindro hidráulico en el momento en que contactan las placas del molde Y es en este momento cuando se precisa una mayor fuerza.
 - **Ventajas:** Mejores características de velocidad y fuerza; precisa un actuador hidráulico más pequeño ya que la fuerza se multiplica con el uso del mecanismo de rodillera; el mecanismo de rodillera es el encargado de mantener la fuerza de cierre en la fase de inyección y no el cilindro hidráulico; recorrido de vástago menor y disminución del riesgo de fallo por pandeo.
 - **Desventajas:** Sistema más complejo y con mayor cantidad de componentes (mayor probabilidad de fallo); parte de la energía se pierde en forma de calor provocada por el rozamiento de la deslizadera al empujar el cilindro contra las columnas guía.
- **Alternativa 3 - Mecanismo de rodillera doble accionado por cilindro hidráulico:** Este sistema es muy similar al anterior, la diferencia reside en que el mecanismo se duplica respecto al anterior y los dispone de forma simétrica, doblándose las dos barras hacia la parte interior (Figura 19). Para el accionamiento se usa un mecanismo auxiliar de 3 barras que ayuda al correcto movimiento, así como multiplicar aún más la fuerza respecto del anterior.

- **Ventajas:** Fuerza mucho mayor en el cierre del molde; buenas características de velocidad y fuerza, similares a la solución de rodillera simple; son las barras del mecanismo las que mantienen la fuerza de cierre, pero repartiendo mejor esta fuerza por toda la placa móvil; no tiene una pérdida de energía tan elevada como en el caso de rodillera simple.
- **Desventajas:** Sistema más complejo de todas las alternativas, ya que es el que más componentes precisa.

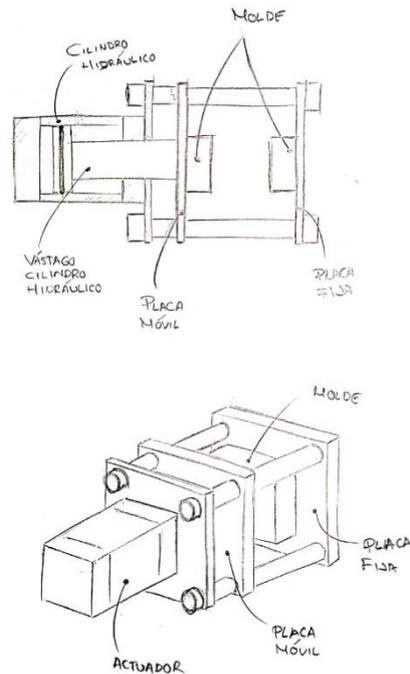


Figura 17 – Cilindro hidráulico unido directamente a la placa móvil

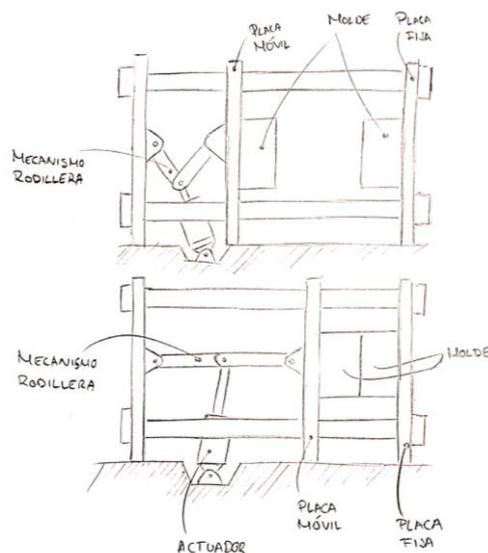


Figura 18 - Mecanismo de rodillera simple accionado por cilindro hidráulico

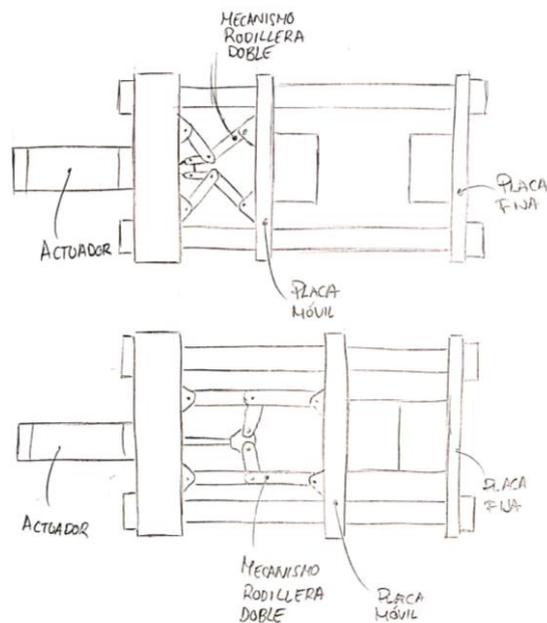


Figura 19 - Mecanismo de rodillera doble accionado por cilindro hidráulico

3.4.2 Alternativas unidad de inyección

En este apartado se explica cuáles son las alternativas barajadas para el sistema encargado de inyectar el plástico en la cavidad del molde, incidiendo en qué puntos sería mejor y peor cada una de ellas.

- **Alternativa 1 - Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en ángulo:** Esta máquina consiste en dos cámaras, una de preparación del material plástico fundiendo la granza para empujarlo a la otra cámara donde se mantiene la temperatura del material fundido y se fuerza a entrar a la cavidad del molde con la presión adecuada (Figura 20).
 - **Ventajas:** Construcción simple, con acceso sencillo a los componentes de la misma.
 - **Desventajas:** Volumen de la unidad de inyección en conjunto bastante grande; se precisan dos estructuras diferentes para cada cámara lo que complica el diseño de la bancada.
- **Alternativa 2 - Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en línea:** Esta alternativa presenta grandes similitudes con la anterior. La diferencia reside en la construcción más compacta. Al encontrar la cámara de plastificación y la cámara de inyección en línea tiene una estructura más contenida. El funcionamiento es similar, la diferencia reside en que el cilindro de la cámara de plastificación actúa también como émbolo en la cámara de inyección, por lo que

se aprovechan elementos para que realicen dos acciones. El funcionamiento de la cámara de plastificación en este caso es igual, incluyendo también un torpedo en el interior para conseguir una uniformidad en la fundición del material (Figura 21).

- **Ventajas:** Estructura más compacta, ayudando a reducir elementos y simplificando el diseño de la bancada; aprovechamiento del calor transmitido a través de la cámara de plastificación en la cámara de inyección.
 - **Desventajas:** Complejidad por el uso de válvula antirretorno. Primordiales para que el flujo del material sea el adecuado entre cámaras y también hacia el molde.
- **Alternativa 3 - Máquina de husillo reciprocante:** La alimentación de la grana a la cámara de inyección se realiza mediante un husillo que retrocede mientras gira para preparar el material fundido (Figura 22). Este movimiento de rotación se consigue con un motor conectado al husillo, mientras que el movimiento lineal lo realiza un cilindro hidráulico. El material, tras pasar por la válvula antirretorno, que se encuentra al final de dicho husillo, queda confinado en la cámara de inyección preparado para llenar la cavidad del molde. Además, la rotación del husillo transforma parte de la energía en calor debido a la fricción generada.
- **Ventajas:** Buena eficiencia térmica del proceso gracias a la fricción que genera calor en la cámara además del aporte de las resistencias.
 - **Desventajas:** Perdidas de par y presión de inyección elevadas por fricción; máquina más cara, principalmente por la construcción del husillo.

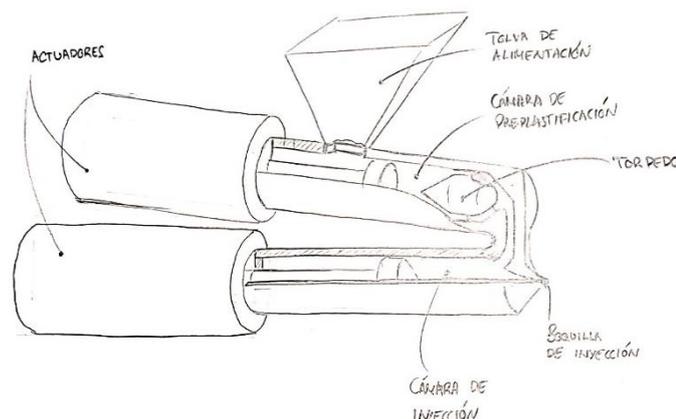


Figura 20 - Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en ángulo

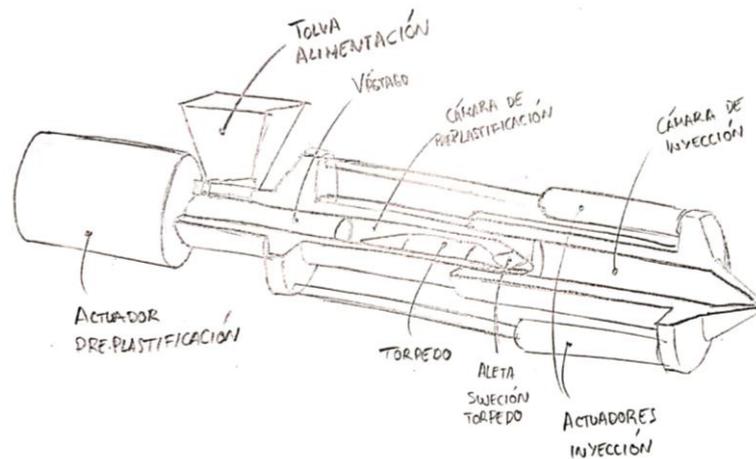


Figura 21 - Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en línea

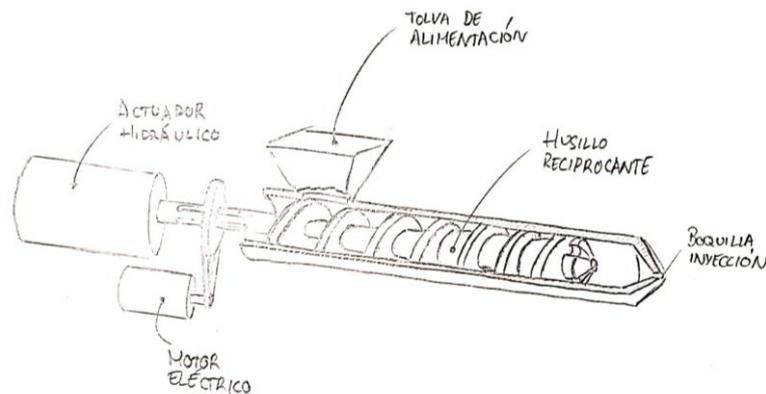


Figura 22 - Máquina de husillo recíprocante

3.5 Análisis de soluciones

En este apartado se realiza el análisis de las alternativas presentadas anteriormente considerando unos criterios que se establecerán en cada unidad. Estos criterios serán puntuados con unos valores entre 1 y 5. Siendo 1 la valoración que menos cumple con el criterio y 5 la que más. A estos criterios mencionados se les aplica un coeficiente según la importancia sobre la máquina, multiplicando el valor que se otorga al criterio por este.

3.5.1 Unidad de cierre

Los criterios establecidos con los coeficientes que se aplican a cada uno son: coste (x5), fuerza de cierre (x4), velocidad de cierre (x2), simplicidad (x1). Siendo los resultados de la selección de alternativa de la unidad de cierre los que podemos observar a continuación (Tabla 2).

Alternativas	Coste (X5)	Fuerza de cierre (X4)	Velocidad de cierre (X2)	Simplicidad (X1)	TOTAL
1. Hidraulico directo	5	1	1	5	36
2. Con rodillera simple	4	3	4	3	43
3. Con rodillera doble	4	5	5	1	51

Tabla 2 – Resultados selección unidad de cierre.

La alternativa seleccionada finalmente es la 3, **Mecanismo de rodillera doble accionado por cilindro hidráulico**. En aspectos como el coste es ligeramente superior al actuador hidráulico directo, y aunque el coste es un factor a tener en cuenta, hay aspectos como la fuerza y velocidad de cierre donde mejora ostensiblemente el rendimiento de la unidad. Por eso ha conseguido una mayor puntuación y por eso es la solución escogida.

3.5.2 Unidad de inyección

Los criterios establecidos con los coeficientes que se aplican a cada uno son: coste (x5), presión de inyección (x4), velocidad de inyección (x3), velocidad de plastificación (x2), simplicidad (x1). Siendo los resultados de la selección de alternativa de la unidad de cierre los que podemos observar a continuación (Tabla 3).

Alternativas	Coste (X5)	Presión de inyección (X4)	Velocidad de inyección (X3)	Velocidad de plastificación (X2)	Simplicidad (X1)	TOTAL
1. Pre-plastificación en ángulo	3	5	4	2	4	55
2. Pre-plastificación en línea	5	5	4	3	5	68
3. Husillo recíprocante	2	3	5	5	3	50

Tabla 3 - Resultados selección unidad de inyección

La alternativa seleccionada finalmente es la 2, **Máquina de inyección de pre-plastificación con pistón en línea** la cual tiene una buena valoración en cuanto a coste de construcción de la unidad y un buen equilibrio en los otros criterios. Se ha decidido escoger esta alternativa por las buenas características que presenta, así como una buena respuesta en la inyección para las necesidades de la máquina.

3.6 Criterios de diseño preliminar

Con el objetivo de realizar el diseño de las piezas a fabricar y seleccionar los elementos comerciales se establecen unos criterios para tener en cuenta que cumplan con estos aspectos:

-El primero de los criterios para tener en cuenta es que se pretende fabricar una máquina de inyección de plástico de **bajo coste**. En todo momento se tiene que asegurar la integridad y seguridad de la máquina, pero buscando

fabricar los componentes de la forma más económica posible, seleccionando componentes, materiales y elementos comerciales que tengan el menor impacto posible en el precio final.

-Se precisan **materiales y geometrías rígidas** para favorecer el correcto funcionamiento de la máquina, ya que esta tendrá que soportar altas fuerzas y presiones en gran cantidad de sus componentes. Además, la bancada deberá de ayudar con esta rigidez del conjunto, así como soportar los elementos más pesados de la máquina.

-Se precisa un buen **control del volumen y la presión** a la que se inyecta el plástico fundido en el molde. El control de estos parámetros es de vital importancia en el proceso de inyección para garantizar el correcto conformado de las piezas.

4 Descripción de la máquina

En todo momento se han seguido los criterios establecidos en las fases conceptual y preliminar en el diseño y desarrollo de la máquina. Siendo estos el de buscar la forma más barata de fabricar los componentes, así como seleccionando las alternativas más económicas a la hora de solucionar los problemas de diseño. Teniendo esto en cuenta se han establecido las siguientes consideraciones:

- La máquina se ha dividido en subconjuntos para facilitar el posterior montaje. Cada subconjunto realiza una función en la máquina que explicaremos posteriormente. Estos subconjuntos a su vez se han dividido en otros subensamblajes que ayudan también a la comodidad de montaje de la máquina. Estos últimos no se explican en este apartado para favorecer el entendimiento de los subconjuntos principales.
- Los elementos encargados del accionamiento de la máquina son los actuadores hidráulicos accionados por la unidad de presión, los sensores de posición y encoder lineal, las resistencias que se encargan del calentamiento para la fundición del material plástico. Se ha buscado los elementos que más se adecúen al proceso y que menor coste supongan.
- En cuanto a la estructura se han utilizado perfiles estructurales cortados y soldados ya que ofrecen una gran rigidez con un peso relativamente bajo.
- En las piezas que se han diseñado se ha buscado la mejor resistencia a las altas presiones y fuerzas que van a sufrir las piezas sin subir excesivamente el coste del conjunto.

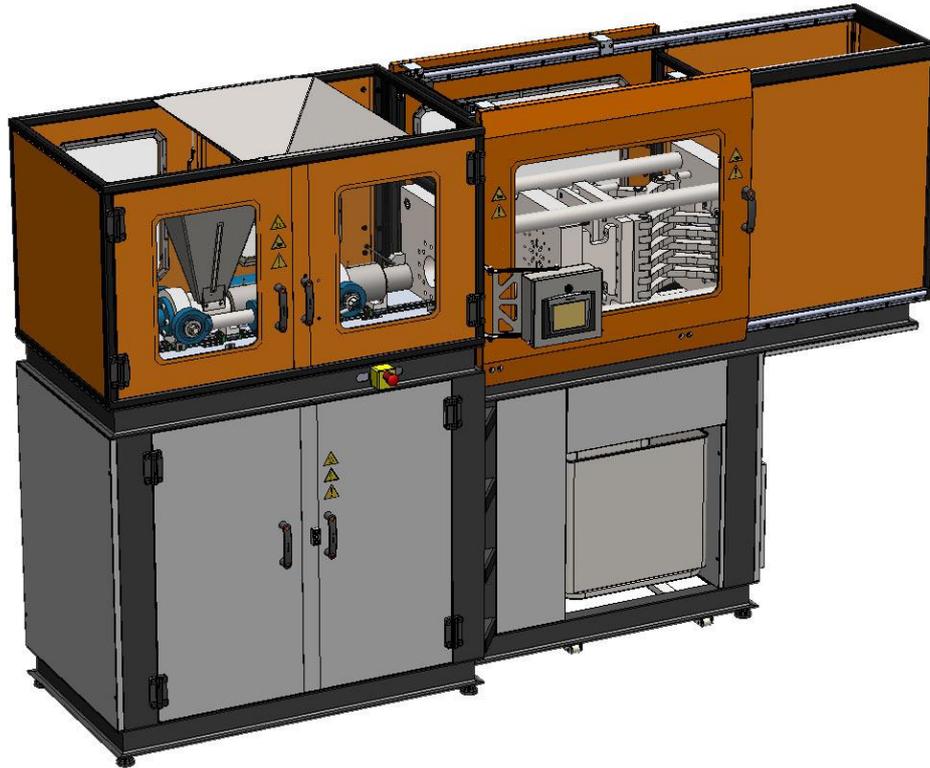


Figura 23 – Máquina inyectora en vista perspectiva

Las medidas generales de la máquina son 3200 x 2100 x 1000 (Figura 24). No se ha tenido en cuenta el módulo de la pantalla y PLC ya que este es abatible y permite ponerlo en los dos lados, ni las puertas correderas que resguardan la unidad de cierre en posición abierta, ya que la posición de trabajo es con estas cerradas.

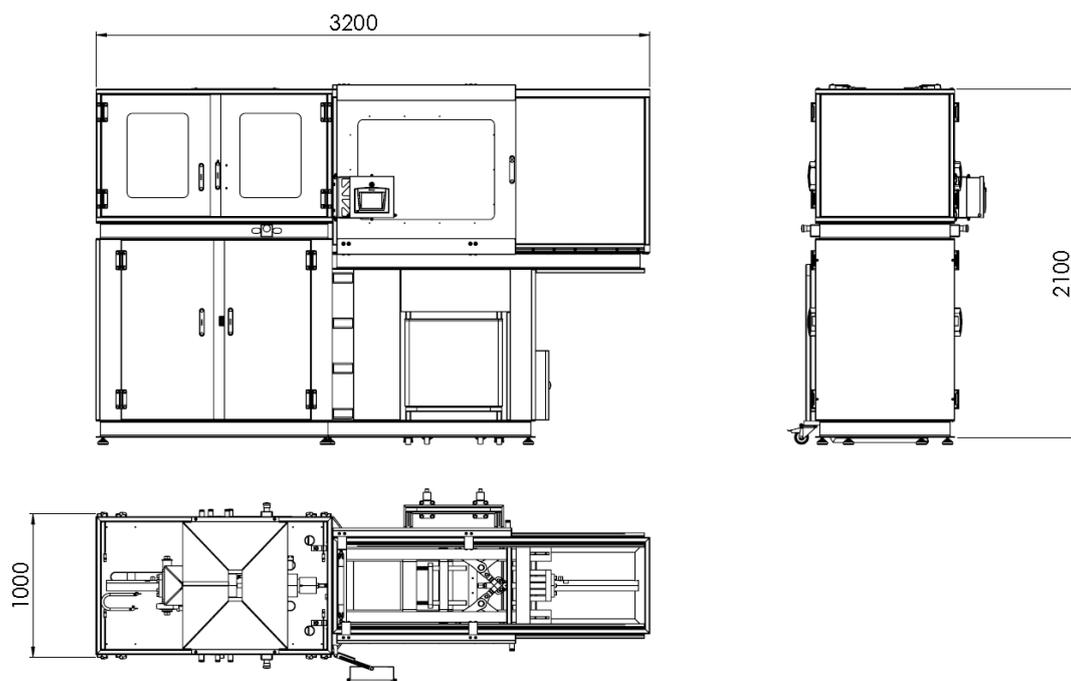


Figura 24 – Dimensiones generales

4.1 Subconjuntos

La máquina está dividida en 5 subconjuntos, cada uno realiza una función o conjunto de funciones en la máquina y con este criterio se decidió dividirlos. Estos subconjuntos son:

1. Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.
2. Unidad de inyección
3. Unidad de cierre
4. Carro recoge-piezas
5. Unidad de presión

A continuación, pasamos a describir los subconjuntos con las piezas a fabricar y elementos comerciales que lo componen, así como la función que realizan en la máquina y otras características.

4.1.1 Subconjunto 1: Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.

Este subconjunto (Figura 25) es el encargado de la sustentación del conjunto de la máquina, confiriendo la suficiente rigidez al conjunto para mantener la alineación de los componentes que así lo precisan. Además, también contiene los elementos de seguridad, como los resguardos, que restringen el acceso a las partes de la máquina que pueden suponer un riesgo para el operario durante su uso.

También se han unido a la estructura los componentes eléctricos, tales como los pulsadores de paro de emergencia y el cuadro eléctrico, que contiene todos los componentes de control de alta tensión de la máquina. Los elementos de control, como son el PLC+HMI también están incluidos en este subconjunto.

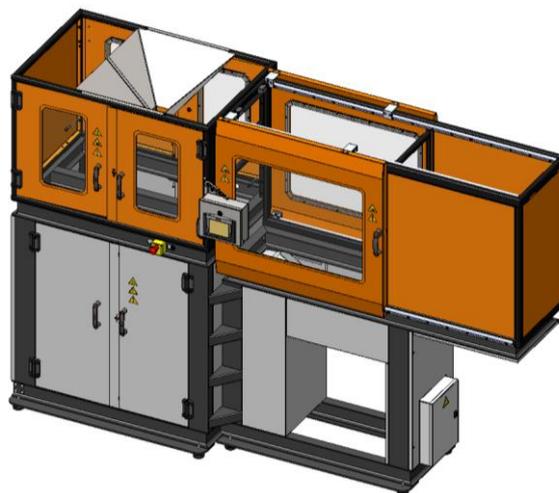


Figura 25 - Subconjunto 1: Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.

Las piezas y sub-ensamblajes que componen este subconjunto principal se pueden observar a continuación (Tabla 4).

Denominación	Plano
CON Máquina de moldeo por inyección	1.00
SCON01_Estructura+resguardos	1.01
SCON01.01_Resguardos inf + bancada	1.01.01
SCON01.01.01_Puerta derecha	1.01.01.01
P37_Resguardo puerta UI 2	1.01.01.01.01
P50_Varilla cierre I	1.01.01.01.02
SCON01.01.02_Puerta izquierda	1.01.01.02
P36_Resguardo puerta UI 1	1.01.01.02.01
P26_Estructura bancada (Cotas generales)	1.01.01.03
P33_Resguardo UI 1	1.01.01.04
P34_Resguardo UI 2	1.01.01.05
P40_Resguardo UC 1	1.01.01.06
P41_Resguardo UC 2	1.01.01.07
P42_Resguardo UC 3	1.01.01.08
P45_Resguardo UC 6	1.01.01.09
SCON01.02_Resguardos UI	1.01.02
SCON01.02.01_Puerta derecha	1.01.02.01
P39_Resguardo puerta UI 4	1.01.02.01.01
P51_Varilla cierre S	1.01.02.01.02
P61_Protector transparente puertas (UI)	1.01.02.01.03
P62_Marco protector transparente puertas (UI)	1.01.02.01.04
SCON01.02.02_Puerta izquierda	1.01.02.02
P38_Resguardo puerta UI 3	1.01.02.02.01
P35_Resguardo UI 3	1.01.02.03
P48_Estructura UI resguardos superiores	1.01.02.04
P56_Embudo tolva	1.01.02.05
SCON01.03_Pantalla	1.01.03
P63_Caja pantalla (Plano corte)	1.01.03.01
P64_Tapa caja pantalla	1.01.03.02
P65_Brazo amarre pantalla	1.01.03.03
P66_Escuadra amarre pantalla	1.01.03.04
SCON01.04_Resguardos UC	1.01.04
SCON01.04.01_Puerta izquierda	1.01.04.01
P46_Resguardo puerta UC 1 (Izquierda)	1.01.04.01.01
P59_Angulo amarre superior puerta corredera	1.01.04.01.02
P60_Angulo amarre inferior puerta corredera	1.01.04.01.03
P61_Protector transparente puertas (UC)	1.01.04.01.04
P62_Marco protector transparente puertas (UC)	1.01.04.01.05
SCON01.04.02_Puerta derecha	1.01.04.02
P46_Resguardo puerta UC 1 (Derecha)	1.01.04.02.01
P43_Resguardo UC 4	1.01.04.03
P44_Resguardo UC 5	1.01.04.04
P47_Estructura UC resguardos superiores	1.01.04.05

Tabla 4 - Piezas Subconjunto 1: Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.

4.1.1.1 Estructura bancada.

Esta es la estructura que se encarga de la sustentación y rigidez del conjunto (Figura 26). Está conformada a partir de perfiles IPE 100, UPN 120, perfil en L de 25 x 25 mm y chapa de 5mm de espesor. Estos perfiles y piezas de chapa están cortados con la medida y acabado deseados. Posteriormente se unen mediante soldadura MIG/MAG para crear una estructura con las características que se han comentado y sin otorgar un excesivo peso a la máquina.



Figura 26 – Estructura bancada

4.1.1.2 Estructura UI y UC de los resguardos superiores

En la imagen que vemos a continuación (Figura 27) se observa en la parte izquierda la estructura que sustenta los resguardos de la Unidad de Inyección (UI). En la parte derecha se observa la estructura que sustenta los resguardos de la Unidad de Cierre (UC). Además, se pueden observar en la parte inferior izquierda como quedarían unidos en el conjunto.

Estas estructuras están conformadas a partir de perfiles cuadrados de 30 x 30 x 2,6 mm y 30 x 50 x 2,6 mm y chapa de 1mm, 2mm y 5mm. Estos elementos son cortados con los acabados deseados y se mecanizan agujeros roscados donde se precisa. Posteriormente a los procesos de mecanizado se sueldan los elementos para conformar las estructuras acabadas.

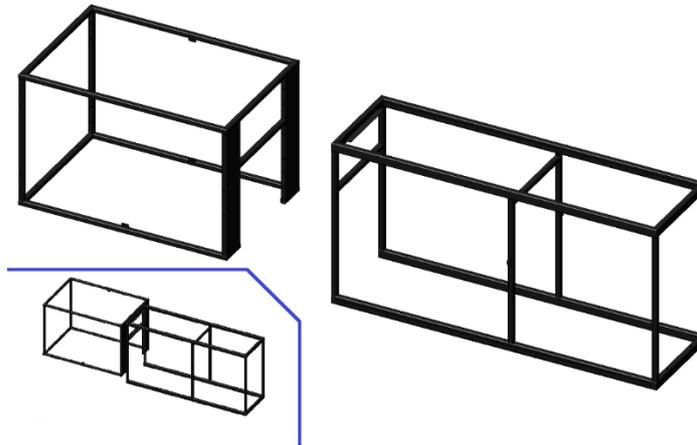


Figura 27 – Estructura UI y UC de los resguardos superiores

4.1.1.3 Resguardos unidad de presión

Estos resguardos (Figura 28) están conformados con chapa de 1mm de espesor, son cortados con la forma adecuada mediante corte por láser y posteriormente se realiza el plegado de las partes que así lo exigen. Estos plegados confieren mayor rigidez, impidiendo que los resguardos se doblen al aplicarles una mínima fuerza. Además, hay algunos resguardos pertenecientes a las puertas que exigen el soldado de una pestaña de chapa mediante soldadura por puntos para impedir que la puerta contigua se abra una vez bloqueada. De este modo solo precisamos del sistema de cierre en una puerta.

La función que realizan en la máquina, es evitar que haya un acceso fácil a la unidad de presión cuando la máquina está en marcha. Por esta parte de la máquina circula alta tensión y es un elemento que se puede calentar mucho. Por esto, se considera imprescindible restringir el acceso.

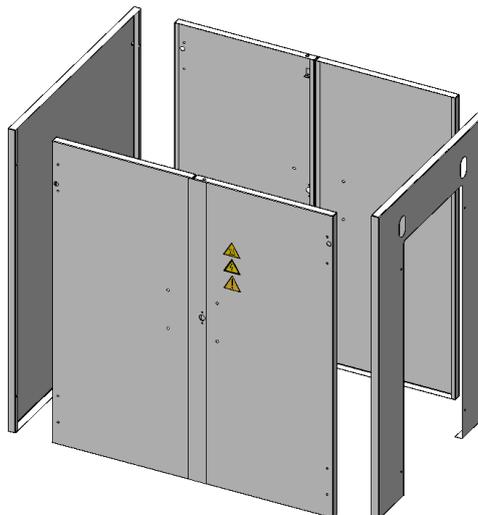


Figura 28 – Resguardos unidad de presión

4.1.1.4 Resguardos inferiores Unidad de Cierre

Estos resguardos (Figura 29) están conformados de la misma forma que los anteriores, aunque cambian las geometrías para adaptarse a las características de forma de la estructura en esta zona. Estos resguardos al igual que los anteriores restringen el acceso a la unidad de presión desde la parte inferior para evitar el aplastamiento de las extremidades, así como quemaduras al tocar las placas del molde.

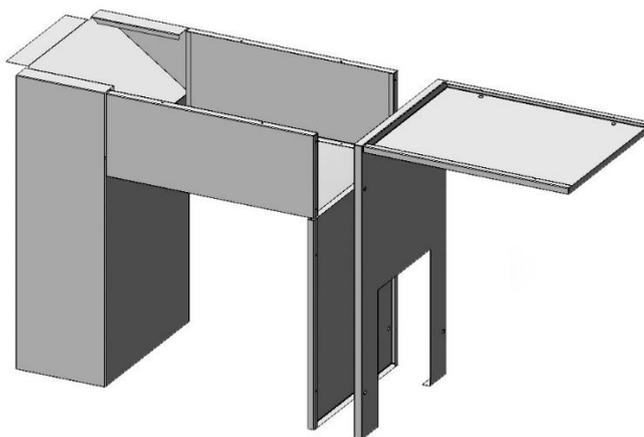


Figura 29 – Resguardos inferiores Unidad de Cierre

4.1.1.5 Resguardos Unidad de Cierre

Estos resguardos (Figura 30) son los encargados de proteger al usuario de los riesgos de quemaduras y aplastamiento. Están conformados de la misma forma que los mencionados anteriormente, con la particularidad de que las puertas tienen unas ventanas por las que se puede observar la unidad de cierre. Estas ventanas son posteriormente tapados con unas planchas de metacrilato mecanizadas a medida y sujetas a la puerta para que no se pueda acceder a la máquina en marcha, pero se pueda observar el correcto funcionamiento de la misma.

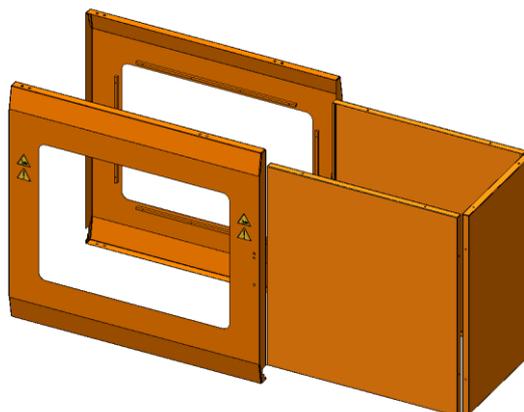


Figura 30 – Resguardos unidad de cierre.

4.1.1.6 Resguardos Unidad de Inyección

Estos resguardos (Figura 31) han sido conformados de la misma forma que los anteriores, con la única diferencia que las puertas en este caso son abatibles en vez de correderas. Se ha realizado las ventanas para la observación de la máquina para realizar el control visual de la misma forma.

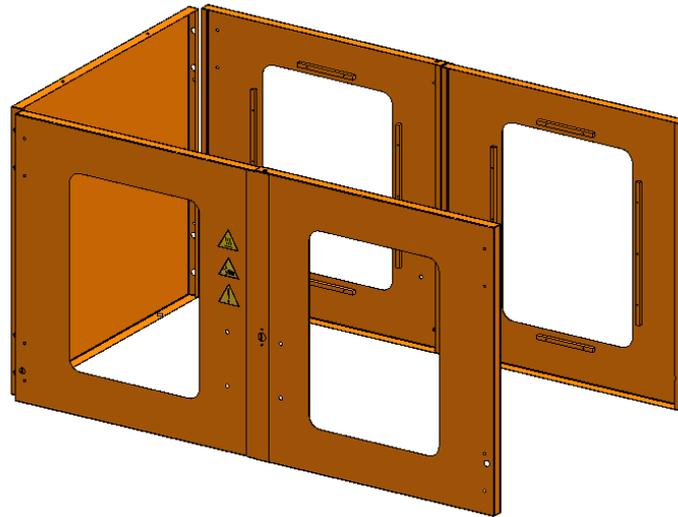


Figura 31 – Resguardos unidad de Inyección

4.1.1.7 Puertas

Estas puertas (Figura 32) permiten el acceso fácil a la máquina en caso de realizar mantenimiento o reparaciones. Incluyen unas ventanas de PMMA sujetas con un marco de chapa de 1mm

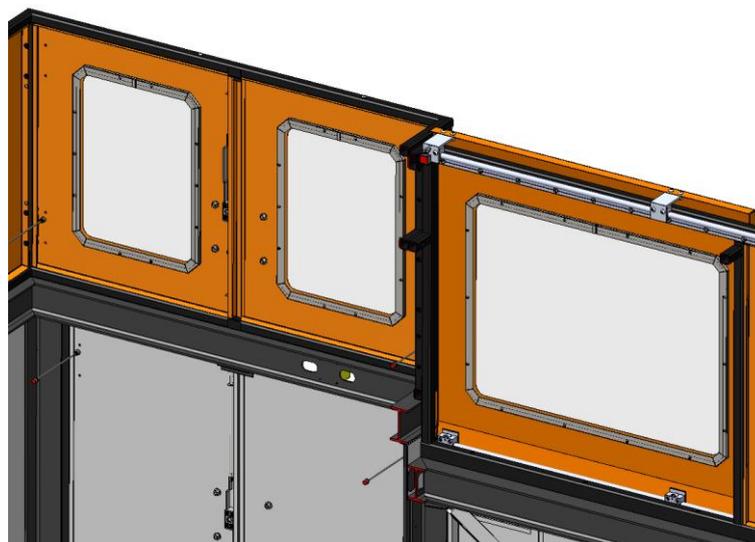


Figura 32 – Puertas correderas y abatibles

4.1.1.8 Embudo tolva

Este embudo (Figura 33) se encarga de dirigir el plástico triturado o en forma de granza a la tolva, de modo que no se precisa un trabajo en altura, si no que con la ayuda de un pequeño escalón se podría introducir cómodamente el plástico en el embudo o añadiendo un sistema de alimentación automático mediante cinta transportadora. Este segundo sistema no se contempla en este proyecto.

El embudo está conformado con chapa de 1mm de espesor cortada con la forma requerida, con la realización de los pliegues correspondientes y posterior soldadura por puntos en la solapa.

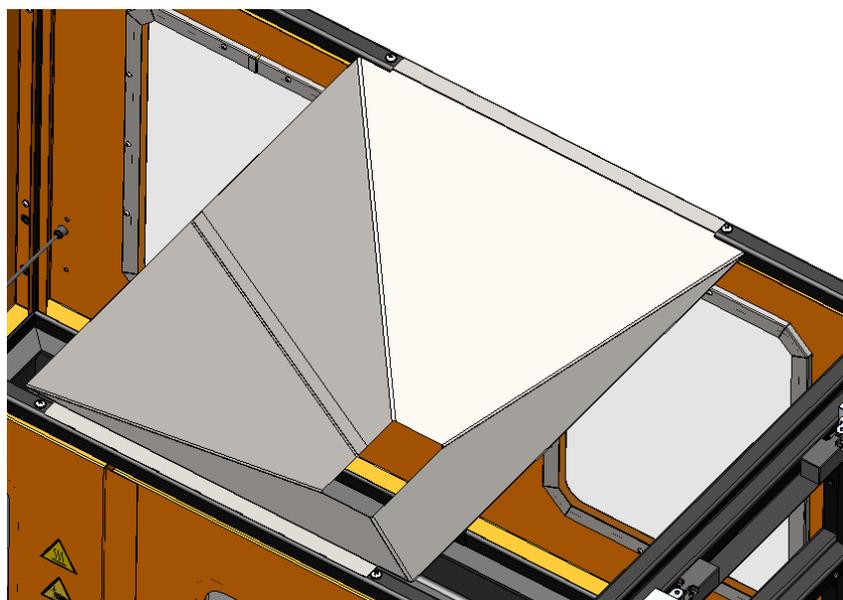


Figura 33 – Embudo tolva

4.1.1.9 Brazo abatible y caja PLC+HMI

A continuación, se observa el conjunto de piezas que conforman la pantalla y el sistema de abatimiento de la misma (Figura 34). El brazo y la escuadra que observamos están conformados con chapa de 3mm de espesor y la caja y la tapa con chapa de 1mm. Estos se encargan de sujetar firmemente la pantalla en su posición e impiden el acceso a las conexiones fácilmente. Además, la construcción permite que la pantalla se abata hacia los lados para facilitar el acceso a la Unidad de Inyección o la unidad de Cierre tal como precise el operario, además de ponerlo de la forma que sea más cómoda para él mismo cuando la máquina esté en la operación de fabricación.

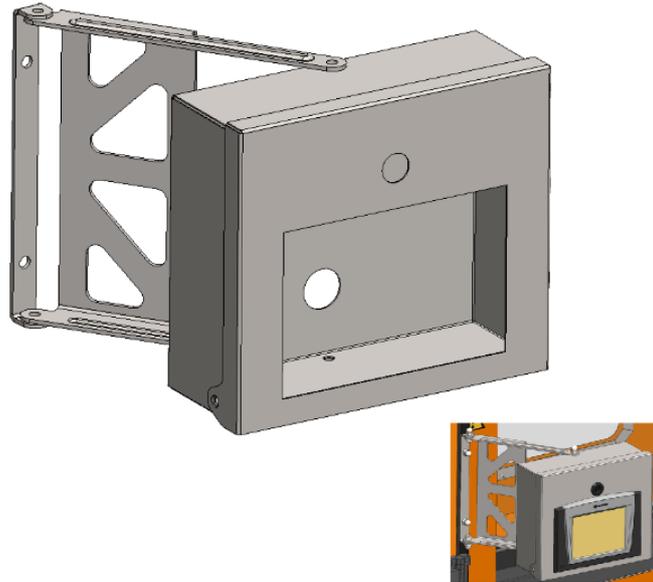


Figura 34 – Brazo abatible y caja PLC+HMI

4.1.1.10 Elementos comerciales

A continuación, explicaremos los elementos comerciales seleccionados detallando la función que realizan en el subconjunto.

4.1.1.10.1 Carrillón

Estas puertas mencionadas anteriormente están cerradas gracias a unos carrillones que son estos sistemas de cierre que vemos más abajo (Figura 35).



Figura 35 – Carrillón

Este sistema funciona accionándose una llave cuadrada que se puede quitar para restringir el acceso a los responsables de proceso. El mecanismo bloquea las puertas al introducir unas varillas en unos agujeros mecanizados en la bancada (Figura 36). Al accionar el mecanismo que mueve las varillas que sobresalen, y retrayéndolas. Conseguimos extraer las varillas de unos agujeros (Figura 36) que sirven de anclaje y así se liberen las puertas. Pudiendo de este modo abrirlas cómodamente.

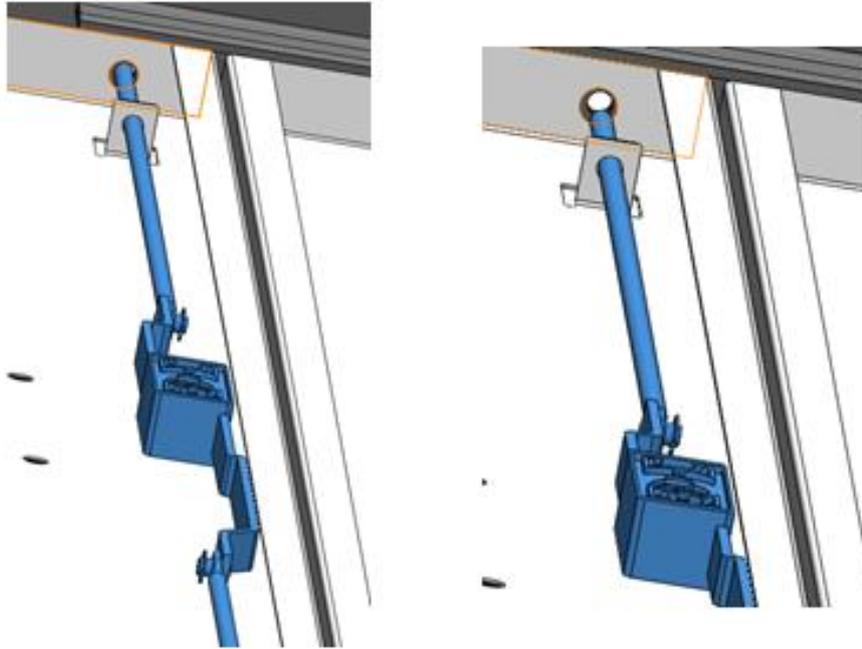


Figura 36 – Carrillón bloqueando y desbloqueando puerta

4.1.1.10.2 Pulsador paro de emergencia

Para el paro repentino de la máquina cuando el operario encuentra un riesgo o un peligro para su integridad o el de la máquina, se incluyen unos pulsadores que cortan el paso de corriente eléctrica (Figura 37), bloqueando inmediatamente el funcionamiento de la máquina.



Figura 37 - Pulsador de emergencia Siemens

Atributo	Valor
Tipo de Montaje	Montaje en panel
Método de Reinicio	Girar para desbloquear
Configuración Normal del Estado	2 NC
Corriente de suministro	10 A
Contactos Auxiliares	2
Índice de Protección IP	IP66, IP67, IP69, IP69K
Actuación del Botón Pulsador	Enclavamiento
Tensión de Alimentación	500 V ac / dc
Estilo del Cabezal	Redondo
Diámetro del Cabezal	40mm
Longitud	85mm
Profundidad	89.4mm
Material de Botón Pulsador	Plástico
Anchura	109mm
Material de la Carcasa	Metal
Color	Amarillo
Serie	SIRIUS ACT
Dimensiones	85 x 109 x 89,4 mm

Figura 38 - Características pulsador de emergencia

En la siguiente imagen (Figura 39) se puede observar cómo iría fijado en la bancada, quedando uno en cada lado de la máquina cerca de la pantalla de control, con lo que el acceso al mismo sería rápido reduciendo el tiempo de reacción en caso de necesitar su accionamiento por cualquier causa que lo justifique.

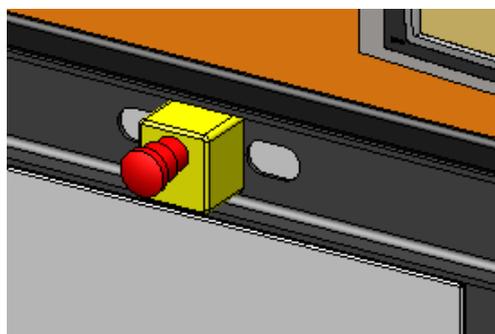


Figura 39 – Pulsador de emergencia

4.1.1.10.3 Bisagras puertas resguardo

En cada puerta abatible de la unidad de cierre y las que protegen el acceso a la unidad de presión encontramos dos bisagras (Figura 40), una con detector de posición (inferior), para saber si la puerta se encuentra abierta y una sin detección (superior) se decide poner solamente una bisagra con detección por que el movimiento de la puerta hace que las dos bisagras se muevan simultáneamente y no se precisa tener las dos con detección. Con estas bisagras podemos saber si la máquina está totalmente cerrada al operario y por tanto puede ponerse en marcha para fabricar las piezas que se desean.

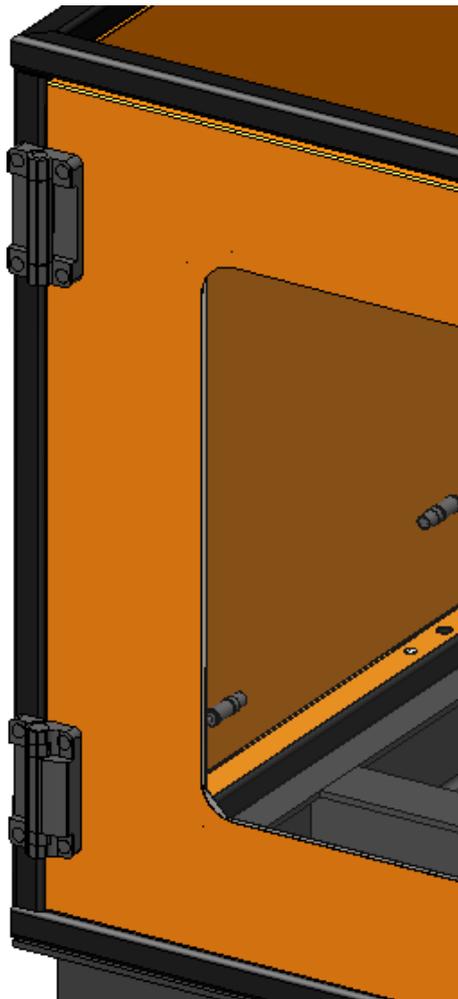


Figura 40 – Bisagras puertas resguardo

4.1.1.10.4 Detectores de leva

Como en las puertas correderas no se podían incluir bisagras con detección ya que estas deslizan y, por tanto, no incluyen bisagras, se decidió usar detectores de leva (Figura 41) que son accionados por los perfiles que sujetan la puerta a las guías lineales.

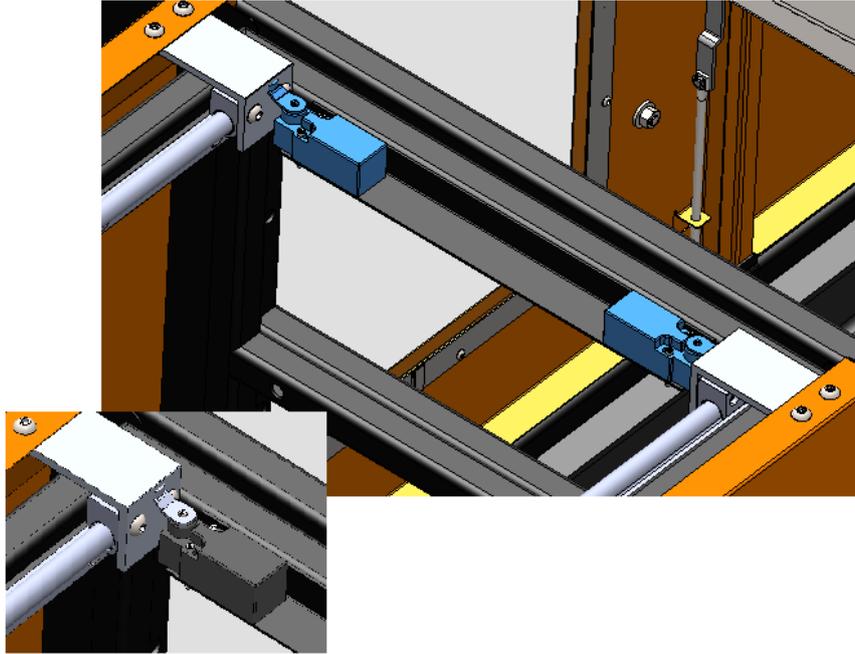


Figura 41 - Detectores de leva

4.1.1.10.5 Patas nivelación

Estas patas (Figura 42) sirven para nivelar la máquina y que la estructura no sufra en exceso soportando solicitaciones por el peso mal repartido en el contacto de la estructura con el suelo. Nivelándolas se consigue que todas contacten en el suelo de manera uniforme, repartiendo bien la masa y que el conjunto esté equilibrado. Están conformadas a partir de acero inoxidable con una rosca M8 y las piezas que contactan el suelo de caucho duro.

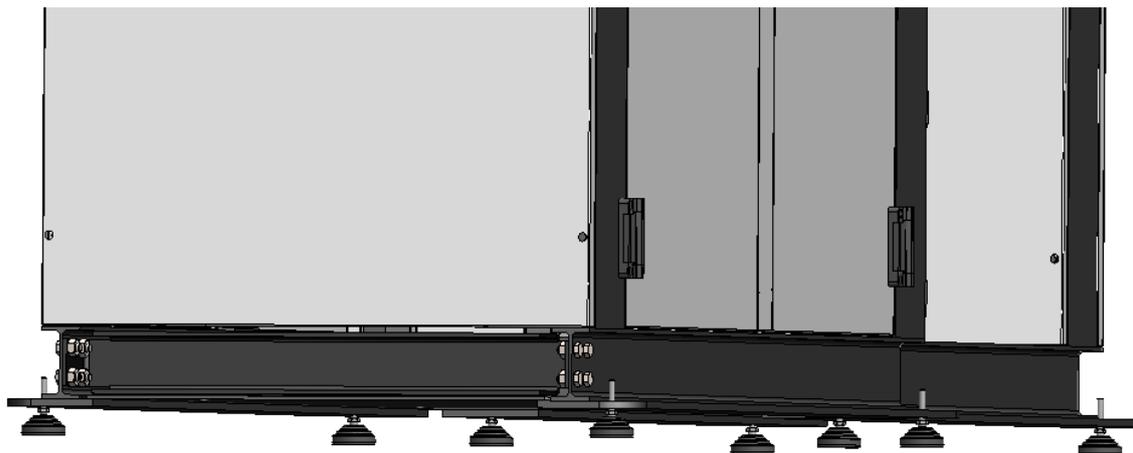


Figura 42 – Patas nivelación

4.1.1.10.6 Asas

Para facilitar la apertura se incluyen unas asas en cada puerta. De este modo el operario las puede abrir cómodamente. Encontramos dos tipos de asas en la imagen inferior (Figura 43), la de la izquierda es simple, la de la derecha tiene un sistema de bloqueo con un vástago que se puede dejar retraído o extraído. En la segunda de las posiciones, el vástago se enclava en un agujero y así evita que las puertas correderas se puedan mover lateralmente. Con esto se mantiene la Unidad de cierre totalmente resguardada y la máquina puede funcionar sin riesgos para el operario.



Figura 43 – Asas

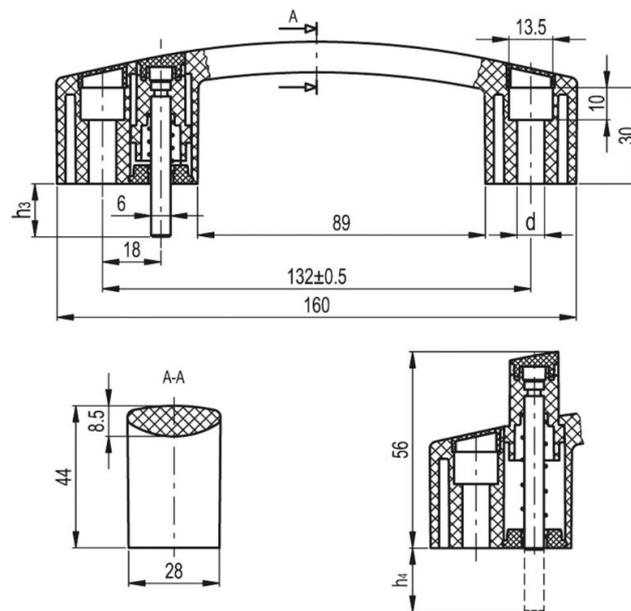


Figura 44 - Medidas asas

4.1.1.10.7 Caja del cuadro eléctrico

Esta caja metálica (Figura 45) contiene todos los elementos eléctricos que deben estar protegidos. Las medidas de la misma son 300 x 400 x 210 mm.



Figura 45 – Caja eléctrica

4.1.1.10.8 Interruptor general trifásico

Este es el interruptor que permite dar paso a la corriente que entra a la máquina (Figura 46). Desde la parte exterior de la caja eléctrica se puede accionar y con ello la máquina se inicia para poder empezar con los preparativos para la fabricación. Con una potencia nominal de 37kW Este interruptor seccionador de seguridad está preparado para aguantar una corriente de 63 A y 600 V máximo.



Figura 46 – Interruptor seccionador trifásico

Todas las características técnicas del interruptor están reflejadas en la siguiente tabla (Figura 47).

Atributo	Valor
Número de Polos	3
Corriente Máxima	63 A
Tipo de Montaje	Bastidor cerrado
Configuración Normal del Estado	NA
Potencia Nominal	37 kW
Índice de Protección IP	IP65
Admite Candados	Sí
Tensión Nominal	440 Vac
Contactos Auxiliares Disponibles	Sí
Fase Eléctrica	3
Rango del Interruptor	1.260 A
Longitud	65mm
Anchura	48mm
Profundidad	96mm
Tipo de Terminal	Rosca
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+50°C
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-25°C
Configuración de vías	Simple
Color del tirador	Rojo

Figura 47 - Características técnicas interruptor seccionador trifásico

4.1.1.10.9 Interruptor automático trifásico

Para mantener la seguridad del circuito y que el sistema no sufra una sobrecarga eléctrica este mismo interruptor cortaría la corriente en caso de subida de corriente repentina. Puede trabajar a 400 V y una corriente de 63 A con lo que está dimensionado para la potencia de la máquina.



Figura 48 – Interruptor automático máquina inyectora

Especificaciones

Atributo	Valor
Rango	XEffect
Serie	FAZ
Número de Polos	3
Corriente Nominal	63 A
Características de Disparo	Tipo C
Tensión AC Nominal	240 → 415 V
Capacidad de Ruptura	10 kA
Longitud	54mm
Anchura	84.7mm
Profundidad	72.6mm

Figura 49 – Características interruptor automático máquina inyectora

4.1.1.10.10 Contactores

Los contactores (Figura 50) funcionan al igual que un interruptor, con la particularidad de que el accionamiento el mismo se realiza haciendo pasar corriente eléctrica a una bobina, la cual funciona como un electroimán que cierra el circuito. Con lo que se consigue dar paso a los 220V para alimentar las resistencias calefactables a partir de la corriente de 24V de salida del PLC. El contactor seleccionado es utilizado en la máquina para conmutar la salida del PLC que activará las resistencias calefactables de banda y las del molde que funcionan a 230V.



Figura 50 – Contactor resistencias calefactables

En el caso de los paros de emergencia se usan también contactores, realizando el corte de corriente alterna monofásica a trifásica. En el momento en que se acciona la seta de paro de emergencia esta deja de permitir el paso de corriente por la misma, y por tanto el paso de corriente por el contactor, con lo que el circuito se abre y para toda la alimentación que recibe la unidad de presión y todos los accionamientos que conllevan peligros graves para el usuario.



Figura 51 - Contactor paro de emergencia

Atributo	Valor
Tensión de la Bobina	230 V ac
Número de Polos	3
Corriente Nominal de los Contactos	65 A
Potencia Nominal	30 kW
Rango	XStart
Serie	DILM
Configuración Normal del Estado	3NO
Tensión Nominal de los Contactos	400 V ac
Tipo de Terminal	Screw
Anchura	77mm
Profundidad	147mm
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+45°C
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-25°C
Longitud	115mm

Figura 52 - Características contactor paro de emergencia

4.1.1.10.11 Fuente de alimentación 24V

Para suministrar electricidad a la tensión adecuada al sistema de control (PLC+HMI) se incluye una fuente de alimentación (Figura 53) en la caja eléctrica que alimenta a los componentes nombrados.



Figura 53 – Fuente de alimentación

Principal

Gama de producto	Phaseo Dedicated
Tipo de producto o componente	Alimentación
Tipo fuente de alimentación	Modo de encendido regulado
Potencia nominal en W	100 W
Tensión de entrada	AC monofásica CC
Tensión de salida	24 V CC
Corriente de salida de alimentación	4,2 A
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Resistencia a las vibraciones	2 gn (f = 9...150 Hz) acorde a EN/IEC 61131-2 3.5 mm (f = 5...9 Hz) acorde a EN/IEC 61131-2
Nombre de la prueba	Interferencia conducida acorde a EN 61000-4-8 nivel_4 Descargas electrostáticas acorde a EN/IEC 61000-4-2 nivel_3 Campo electromagnético inducido acorde a EN/IEC 61000-4-6 nivel_3 Campo electromagnético radiado acorde a EN/IEC 61000-4-3 nivel_3 Trans. rápido acorde a IEC 61000-4-4 nivel_3 Emisiones conducidas/radiadas acorde a EN 55022 clase B Emisiones conducidas/radiadas acorde a EN/IEC 55011 Emisión acorde a EN/IEC 61000-6-3 Parada primaria acorde a IEC 61000-4-11 Sobrvol acorde a EN/IEC 61000-4-5

Complementario

Límites de tensión de entrada	85...264 V
Frecuencia de red	47...63 Hz
Corriente de entrada	50 A en 115 V AC 100 A en 230 V AC
Cos phi	0,65
Eficacia	80 %
Disipación de potencia en W	25 W
Consumo de corriente	0.7 A en 240 V

Figura 54 - Características fuente de alimentación 24 V

4.1.1.10.12 Espiral sujeta-cables

Para que los cables que salen del PLC se manipulen juntos y no se enreden se usa esta espiral de plástico flexible (Figura 55) que ayuda a protegerlos y que estén todos juntos.



Figura 55 – Espiral sujeta-cables

4.1.1.10.13 Electroválvula de paso de agua

Para refrigerar los moldes cuando la cavidad ha sido llenada con el plástico fundido, se hace pasar agua por el circuito de refrigeración. Esta circulación de agua se consigue abriendo paso mediante una electroválvula (Figura 56 y Figura 58) que funciona como una llave de paso normal del agua. No obstante, no se acciona una maneta, sino un electroimán que abre la misma para dejar pasar el agua en el momento preciso y que los moldes bajen su temperatura hasta el punto de solidificación del plástico. La válvula utilizada es la **Aignep (02F 05 3 03 N 0)**.



Figura 56 – Válvula electroválvula de paso de agua Aignep (02F 05 3 03 N 0)

Codice Code Nummer Code Código Código	Guarnizioni Seals Dichtungen Joints Juntas Vedações	Misura Thread Size Gewinde Filetage Tamaño Tamanho	Ø mm		Viscosità Viscosity Viskosität Viscosité Viscosidad Viscosidade	Kv m ³ /h		Potenza Power Leistung Puissance Potencia Potência		ΔP bar	
			IN	EXH		IN	EXH	DC W	AC VA	min	max
02F 05 3 03 N 0	NBR	ISO228			Max cSt			8	-	0	10
02F 05 3 03 V 0	FKM	1/2"	3	1.9	53	0.21	0.10	14	-	0	10
02F 05 3 03 E 0	EPDM							22	-	0	10
								-	14	0	10
								-	21	0	10
								-	31	0	10

Figura 57 - Datos técnicos válvula

El solenoide seleccionado es el **Aignep (SOL20 024 C 5 000)**:



Figura 58 – Solenoide electroválvula de paso de agua Aignep (SOL20 024 C 5 000)

Codice Code Nummer Code Código Código	Diametro operatore Operator diameter Durchmesser Führungsrohr Diamètre tube de pilotage Diámetro operador Diâmetro do operador	Taglia Size Grösse Dimensions Talla Tamanho	Tensione Voltage Leistung Tension Tensión Tensão	Potenza Function Leistung Puissance Potencia Potência
SOL20 024 C 5 000	13	30	24V DC	8 w

Figura 59 - Datos técnicos solenoide

4.1.1.10.14 PLC+HMI

Con la finalidad de que la configuración y control de los parámetros que maneja la máquina se puedan realizar de forma correcta, se provee a esta con un sistema de PLC comunicado con una pantalla, para observar y seleccionar todos los parámetros nombrados. Ese PLC+HMI es de la marca Unitronics, modelo Vision 570.



Figura 60 – PLC+HMI

4.1.2 Subconjunto 2: Unidad de inyección

Este subconjunto (Figura 61) es el encargado de preparar el material para ser inyectado, mantener el plástico en estado fundido e inyectarlo con la presión correcta dentro de la cavidad del molde.

Para la correcta alimentación de material en forma de granza se ayuda de una tolva de para facilitar el llenado desde la parte superior y con gran capacidad para no precisar el llenado con intervalos cortos de tiempo.

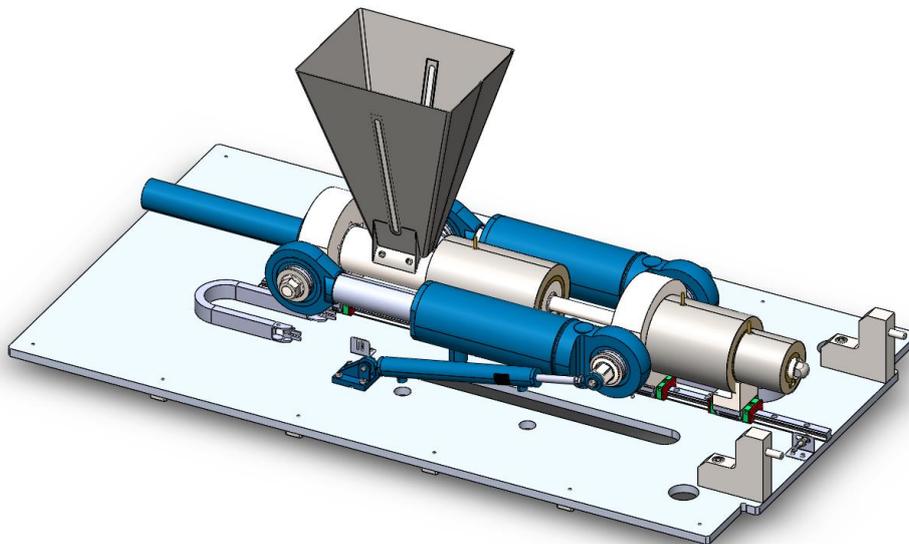


Figura 61 – Subconjunto 2: Unidad de inyección

Para que se pueda entender mejor como está construido este subconjunto se incluye un semi-corte en la vista en perspectiva de tal forma que se observan todos los componentes que lo conforman.

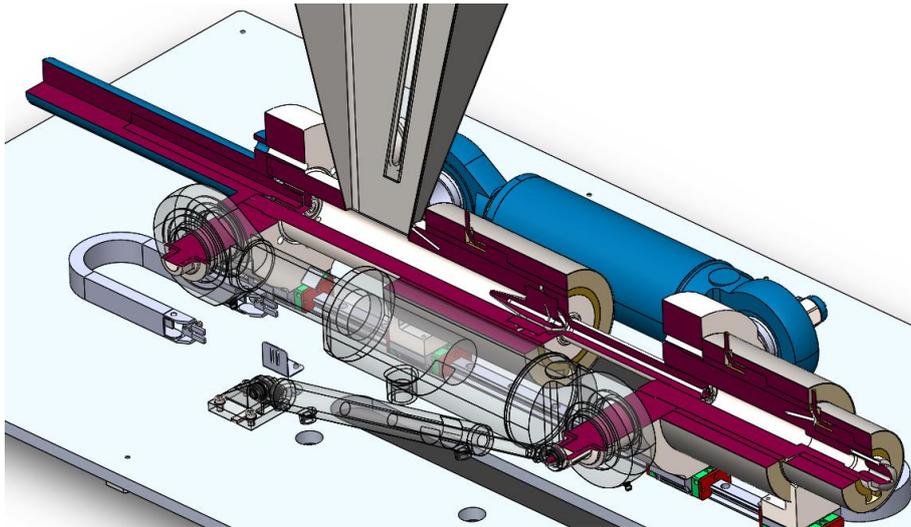


Figura 62 – Unidad de inyección con semi-corte

Cuenta con una cámara de pre-plastificación (Figura 63), donde un actuador empuja el material a través de esta y la misma se encarga de fundirlo para llenar posteriormente la cámara de inyección (Figura 63). Esta última es la que se encarga de mantener fundido el material y de inyectarlo con la ayuda del émbolo en el molde con la presión adecuada.

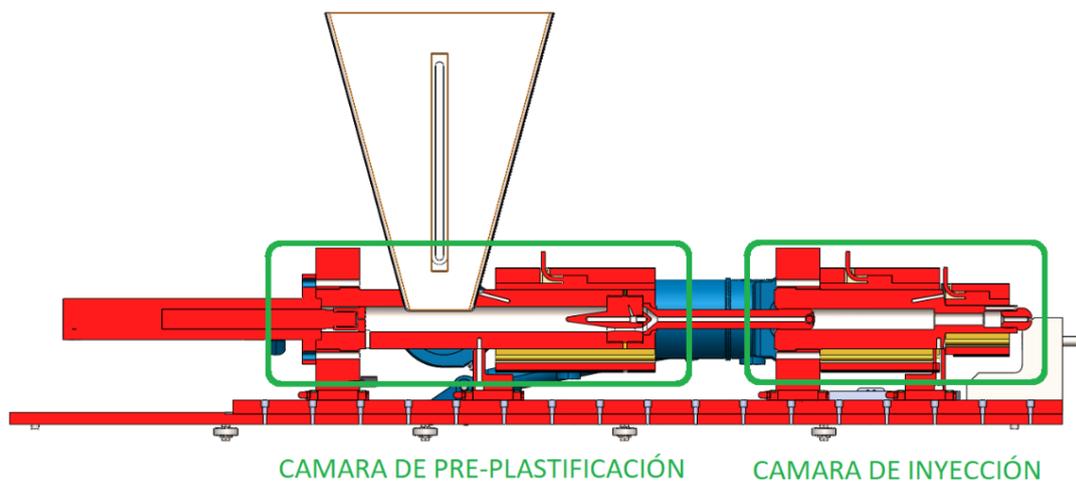


Figura 63 – Sección de la máquina donde se observan las dos cámaras

Además, cuenta con un torpedo calefactado (Figura 64) para reducir la sección por la que tiene que fluir el plástico, ayudando de este modo a fundir más rápidamente y de forma más homogénea el mismo.

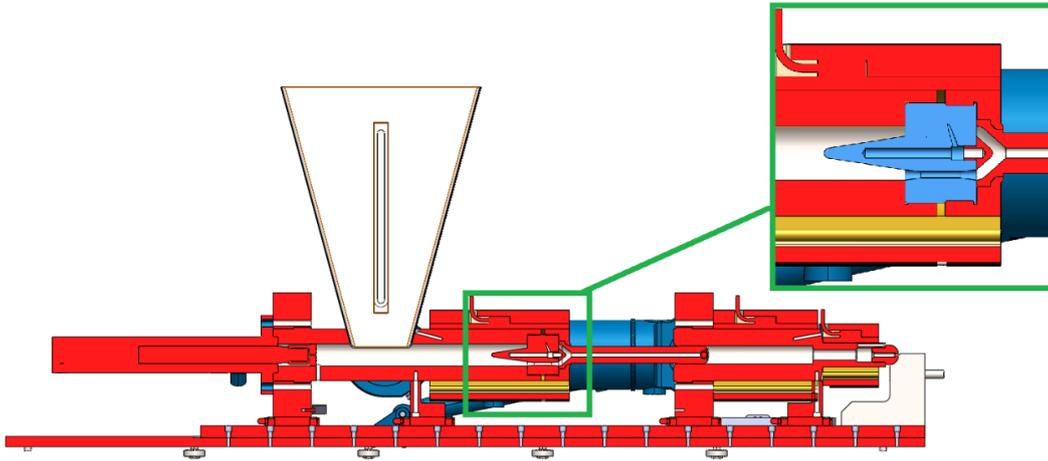


Figura 64 – Torpedo calefactado

El flujo que realizaría el plástico y que ha sido descrito anteriormente se puede observar a continuación (Figura 65), la dirección del flujo y como iría calentándose (color rojo) y fundiendo a su paso por el interior de la unidad de inyección.

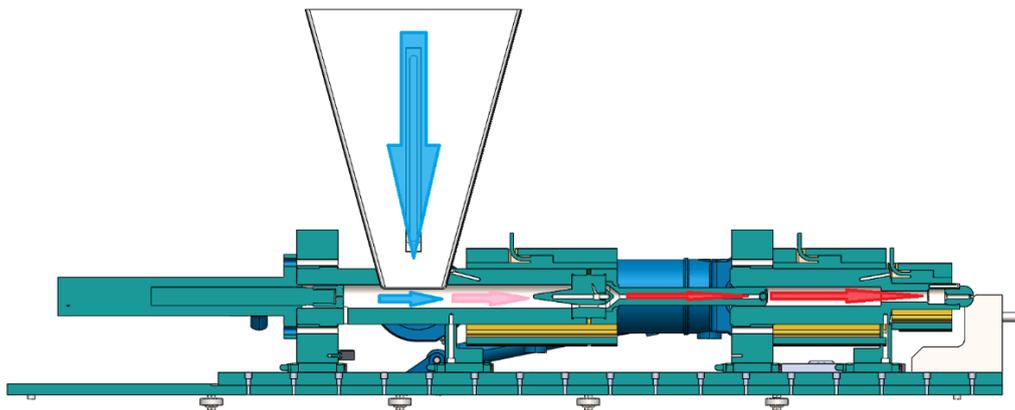


Figura 65 – Dirección de flujo de grana a plástico fundido

A continuación, se incluye una tabla donde se especifican las piezas que conforman el subconjunto (Tabla 5). Así como los sub-ensamblajes del que está compuesto el mismo.

Denominación	Plano
SCON02_Unidad de inyección	1.02
SCON02.01_Soportes	1.02.01
P18_Base soporte unidad inyección	1.02.01.01
P21_Amarre de palanca UI y UC	1.02.01.02
P49_Escuadra cadena portacables (Fija)	1.02.01.03
P52_Escuadra sensor posición UI	1.02.01.04
P55_Escuadra unión UI-UC	1.02.01.05
SCON02.02_Inyección	1.02.02
P07_Cámara inyección + brida	1.02.02.01
SP02_Cámara inyección	1.02.02.01.01
SP03_Brida actuadores inyección (Inyección)	1.02.02.01.02
P23_Soporte unidad de inyección-patín	1.02.02.02
P25_Carcasa aislante resistencias (Corta)	1.02.02.03
P25_Carcasa aislante resistencias (Diámetro pequeño)	1.02.02.04
P49_Escuadra cadena portacables (Móvil)	1.02.02.05
SCON02.03_Pre-plastificación	1.02.03
P01_Camara preplastificación + brida	1.02.03.01
SP01_Camara preplastificación	1.02.03.01.01
SP03_Brida actuadores inyección (Preplastificación)	1.02.03.01.02
P02_Torpedo	1.02.03.02
P03_Brida embolo inyección	1.02.03.03
P04_Embolo inyección	1.02.03.04
P05_Tolva	1.02.03.05
P06_Tope valvula embolo	1.02.03.06
P22_Tapa torpedo	1.02.03.07
P23_Soporte unidad de inyección-patin	1.02.02.02
P24_Recoge-granza protector rail	1.02.03.08
P25_Carcasa aislante resistencias (Larga)	1.02.03.09
P49_Escuadra cadena portacables (Móvil)	1.02.02.05
P58_Embolo pre-plastificación	1.02.03.10
SCON02.04_Actuador de aproximación	1.02.04
P08_Extensor empuje aproximación UI	1.02.04.01

Tabla 5 – Piezas Subconjunto 2: Unidad de inyección

4.1.2.1 Placa de soporte

El elemento al que se unen casi todos los componentes y que funciona de soporte para toda la unidad es la **Base soporte unidad inyección**, que se observa a continuación (Figura 66). En ella están mecanizadas todas las geometrías y agujeros roscados destinados a la unión de los componentes.

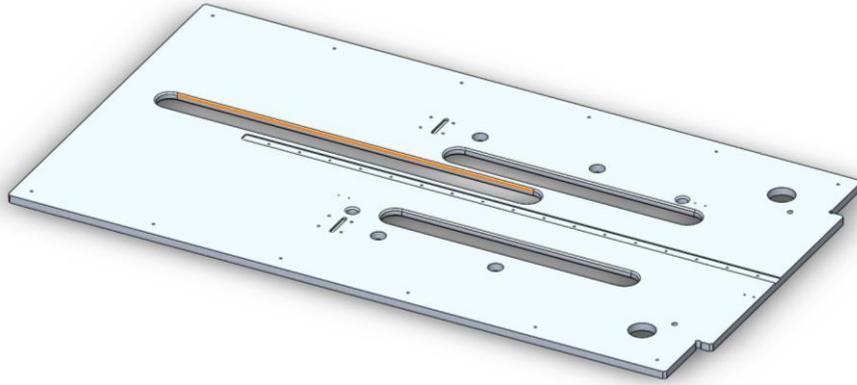


Figura 66 – Base soporte unidad inyección

4.1.2.2 Cámaras y otros elementos que entran en contacto con el plástico fundido

A continuación (Figura 67) vemos las piezas aisladas que están en contacto directo con el plástico fundido o que va a ser fundido.

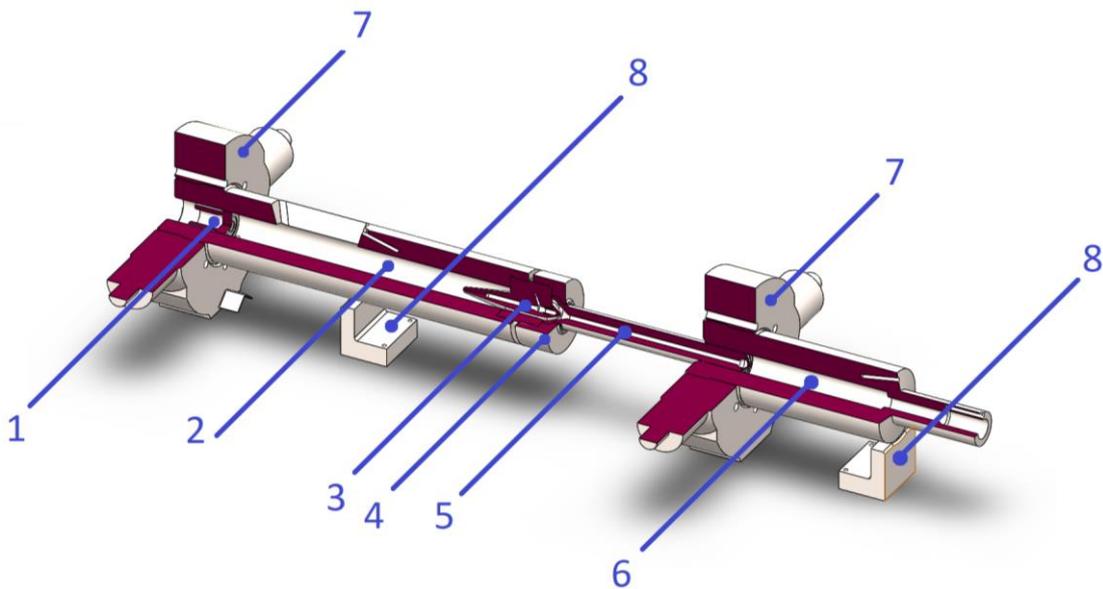


Figura 67 - Cámaras y otros elementos que entran en contacto con el plástico fundido

1. Este elemento es el **émbolo de pre-plastificación** que empuja la granza a través de la cámara de pre-plastificación. Es accionado por el actuador hidráulico de pre-plastificación.
2. La segunda pieza es la **cámara de pre-plastificación**, la cual se encarga de mantener la temperatura correcta para la preparación del plástico, fundiéndolo hasta conseguir el estado viscoso del material deseado. Además, contiene el punto de acceso de la alimentación de la unidad a través de la abertura que tiene en la parte superior y que está comunicada con la tolva.

3. El **torpedo calefactado**, como se ha nombrado anteriormente, se encarga de reducir la sección por la que tiene que fluir el plástico y al estar calefactado funde desde el interior de la sección del flujo, con lo que se consigue una mayor homogeneidad.
4. La **brida del émbolo de inyección** es la que aprieta el émbolo contra el torpedo calefactado manteniendo el sellado de las dos piezas para evitar fugas de plástico fundido.
5. El **émbolo de inyección** realiza la conducción del material fundido desde la cámara de pre-plastificación por su interior a la cámara de inyección, además del empuje del material fundido a través de esta última.
6. La **cámara de pre-plastificación** es la que se encarga de mantener el material plástico fundido en el estado viscoso deseado, así como inyectar con la ayuda de los actuadores hidráulicos de inyección con la presión y flujo correctos el plástico fundido dentro de la cavidad del molde.
7. Las **bridas de actuadores de inyección** son las que transmiten la fuerza de los actuadores de inyección por todo el cuerpo de la UI y hasta el émbolo que es el que realiza el empuje.
8. El **soporte de la unidad de inyección**, sirve de unión entre el patín de la guía lineal y las cámaras de pre-plastificación y de inyección de la UI.

4.1.2.3 Unión brida actuador de acercamiento

Para que los actuadores hidráulicos de aproximación de la UI tengan de donde empujar para hacer contacto y buen sello con el bebedero se incluyen unas piezas que van fijadas a la brida de los actuadores de inyección. Estas piezas se pueden observar a continuación resaltado de color azul (Figura 68).

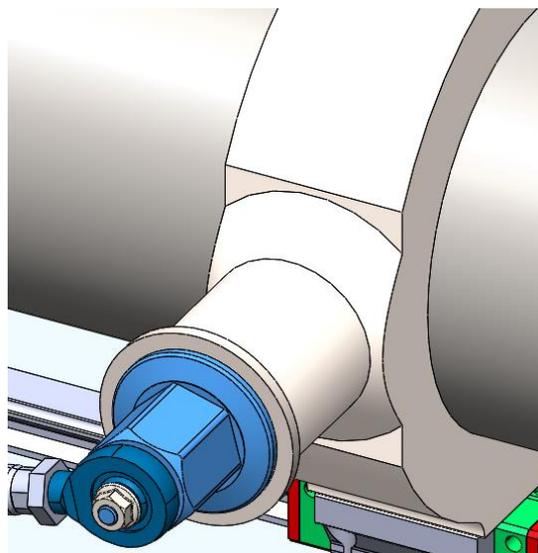


Figura 68 – Extensor empuje actuación UI

4.1.2.4 Escuadras unión UI y UC

Estas escuadras (Figura 69) sirven para unir las dos unidades (inyección y cierre) para evitar que por la fuerza de los actuadores hidráulicos de aproximación de la UI se separen y la boquilla no realice un correcto sellado con el bebedero

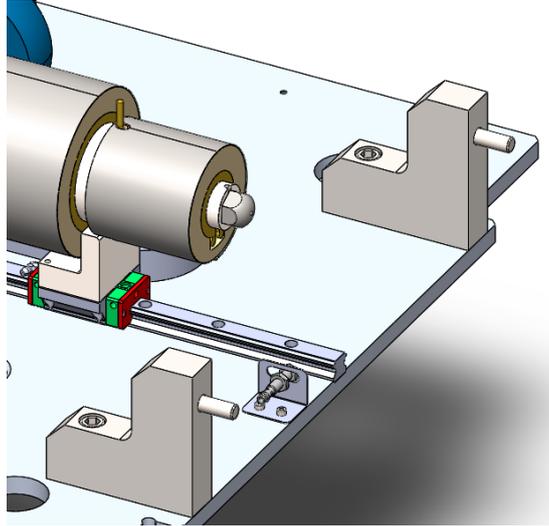


Figura 69 – Escuadras unión UI y UC

4.1.2.5 Tolva

Este elemento es el que almacena y dirige el material plástico virgen para ser fundido en la UI. Está fabricada con chapa metálica de 1mm de espesor y tiene unas pequeñas ventanillas de metacrilato pegadas a la tolva que permiten observar el nivel al que se encuentra el plástico en su interior para verificación del material remanente.

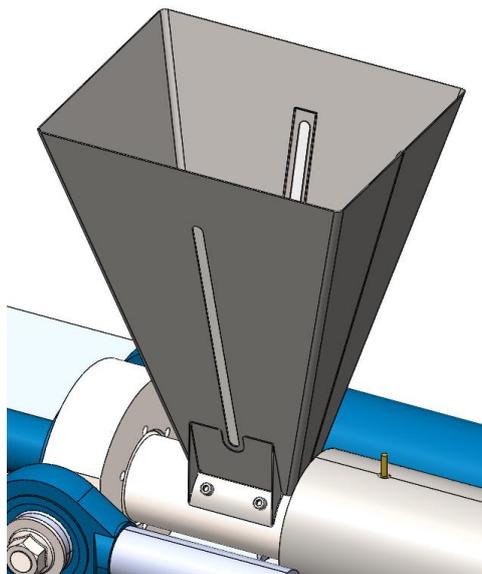


Figura 70 - Tolva

4.1.2.6 Elementos comerciales

4.1.2.6.1 Actuadores hidráulicos

Estos actuadores hidráulicos (Figura 71) son los que se encargan de realizar todos los movimientos de la unidad de inyección. Son accionados mediante la unidad de presión que empuja el fluido (aceite) al interior de la cámara empujando el émbolo para extraer o retraer el vástago.

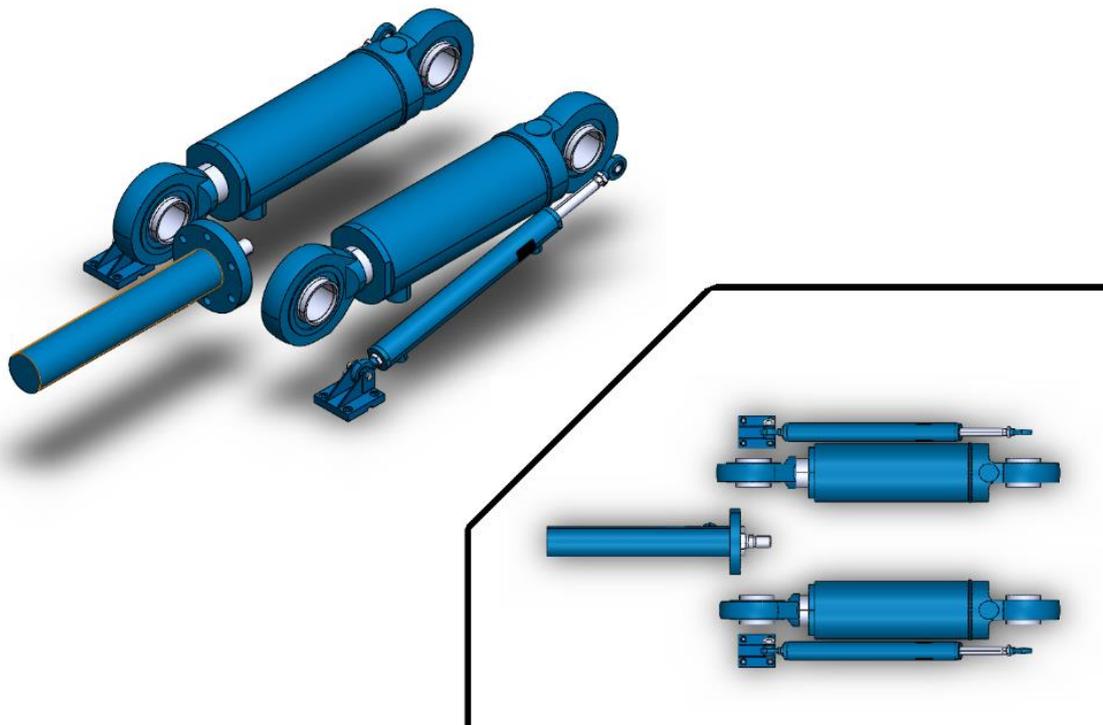


Figura 71 – Actuadores hidráulicos

Encontramos 5 actuadores hidráulicos divididos en 3 grupos diferentes:

El primer modelo de actuador hidráulico formando un grupo de 2 actuadores en total es el **Bosch-Rexroth - CDL2MP5/25/14/200C1X/B11CLUMWW** combinado con una horquilla de amarre **CLCA/10** (Figura 72). Este se encarga del acercamiento de la Unidad de Inyección (UI) al bebedero del molde.



Figura 72 - Actuador hidráulico Bosch-Rexroth - CDL2MP5/25/14/200C1X/B11CLUMWW y CLCA/10

El segundo modelo es el **Bosch-Rexroth - CDL2MF3/50/32/190D1X/B11CHUMWW**. Este se encarga de empujar la granza para la pre-plastificación (Figura 73).

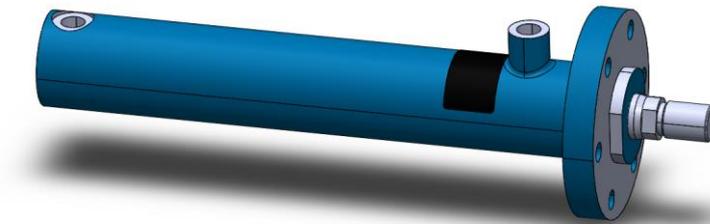


Figura 73 - Actuador hidráulico Bosch-Rexroth - CDL2MF3/40/25/200D1X/B11CHUMWW

El tercer modelo (Figura 74) formando un grupo de 2 actuador es el de inyección. Se trata del modelo **Bosch-Rexroth - CDL2MP5/80/50/150D1X/B11C**.

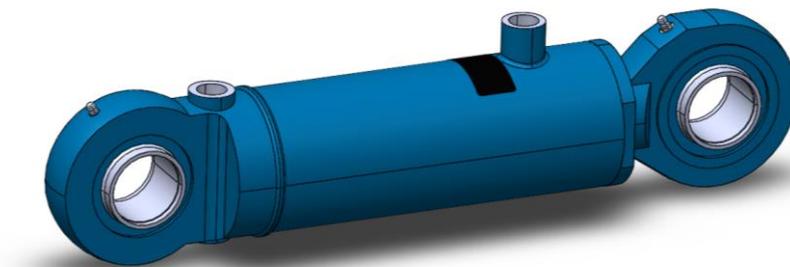


Figura 74 – Actuador hidráulico Bosch-Rexroth - CDL2MP5/80/50/150D1X/B11C

4.1.2.6.2 Guía lineal

El soporte que hace que todo el conjunto se mueva en la dirección correcta es la guía lineal que se puede observar a continuación (Figura 75). Esta guía **Hiwin - HGW20CB4R1040Z0C** es la encargada de la orientación y alineación permitiendo todos los movimientos que precisa la UI en el proceso de preparación e inyección del material plástico.

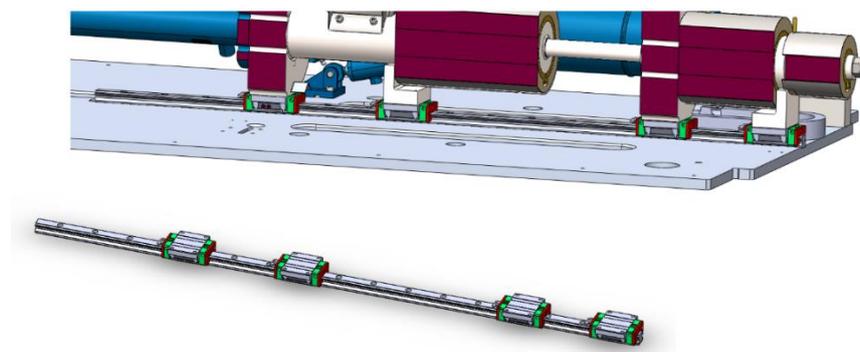


Figura 75 – Guía lineal Hiwin - HGW20CB4R1040Z0C

4.1.2.6.3 Encoder lineal para guía

En uno de los patines de la guía lineal nombrada, encontramos un encoder Hiwin magnético PG20 (Figura 76) especialmente pensado para controlar el movimiento de este modelo de guía lineal y conocer en todo momento la posición para saber el volumen de plástico que se está inyectando en el molde. Además, gracias a este encoder se pueden configurar diferentes velocidades por tramos cuando la sección de la pieza cambia y de así evitar defectos en las piezas por cizalladura interna del material al aumentar la velocidad del frente de flujo.



Figura 76 – Encoder lineal magnético

Pole Pitch	1mm	
Available gap⁽¹⁾	0.4mm	
Signal format	Analogue	Digital
Output signal	SIN/COS 1Vp-p	5V TTL/RS422
Resolution	1mm	1µm
Repeatability⁽²⁾	± 3µm	± 2µm
Reference signal	1 mm/pulse	
Maximum travel speed	10m/sec	5m/sec
Input voltage	5VDC ± 5%	
Operating temperature	0°C-50°C	
Storage temperature	-5°C-70°C	
Protection class	IP67	

Figura 77 - Características encoder lineal magnético

4.1.2.6.4 Resistencias de banda

Las resistencias de banda (Figura 78) envuelve las cámaras de pre-plastificación y de inyección calentando y manteniendo la temperatura del material hasta ser inyectado.



Figura 78 – Resistencia de banda

Para el correcto calentamiento del material plástico hay que indicar al fabricante los siguientes datos:

- Las medidas necesarias de la resistencia.
- El calor específico del material a calentar.
- La transmisión térmica del material del que está hecho la cámara de fundición (Figura 79).
- Tensión eléctrica.

Con estos datos el fabricante nos provee la resistencia que más se adecua a nuestras necesidades, con la potencia necesaria para el trabajo que tienen que realizar.

A continuación, se observa la conductividad térmica del material con el que están conformadas las cámaras de inyección y pre-plastificación, es decir, los elementos que tienen que transmitir el calor generado por las resistencias calefactables al plástico.

Facilitando estos datos nombrados conseguiríamos la temperatura necesaria para fundir el plástico de forma adecuada.

Unidades: SI - N/m² (Pa)

Categoría: DIN Acero (para trabajos en calie)

Nombre: 1.2343 (X38CrMoV5-1)

Descripción: X 38 CrMoV 5 1

Origen: El límite elástico y el límite de tracción varían según i

Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	191000000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	191000000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.1e-05	/K
Conductividad térmica	14	W/(m·K)
Calor específico	440	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Figura 79 - Conductividad térmica cámaras fundición plástico

Descripción:

Origen:

Sostenibilidad: Definido

Propiedad	Valor	Unidades
Densidad de masa	890	kg/m ³
Límite de tracción	27600000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico		N/m ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.147	W/(m·K)
Calor específico	1881	J/(kg·K)
Cociente de amortiguamiento del material		N/D

Aplicar Cerrar Guardar Config... Ayuda

Figura 80 - Calor específico Polipropileno (PP)

4.1.2.6.5 Lana de roca

Para aislar las resistencias del exterior y que la energía calorífica se transmita a las cámaras donde se plastifica y se mantiene el estado viscoso del material, se recubren en la parte exterior con lana de roca (Figura 81). Esta aguanta temperaturas muy elevadas y realiza un buen aislamiento con lo que se mejora la eficiencia energética. El espesor de la misma es de 20 mm y se puede cortar con la geometría deseada fácilmente y de este modo adaptarlo a las exigencias de la Unidad de Inyección.



Figura 81 – Lana de roca

4.1.2.6.6 Boquilla inyectora

El elemento de la inyectora que une con el molde, a través del bebedero es la boquilla. Para esta máquina se ha seleccionado una boquilla de la empresa **EMI modelo N038**.



Figura 82 – Boquilla de inyección EMI-N038

4.1.2.6.7 Detector inductivo posición UI

Al final de la carrera de la unidad de inyección se incluyen un detector inductivo en unas ranuras (Figura 83) para saber en qué posición se encuentra de cara a la automatización de la máquina, ya que estos sirven para pasar a la siguiente fase del proceso. Los sensores inductivos seleccionados son los **Sick (IME08-04NDSZT05)**.

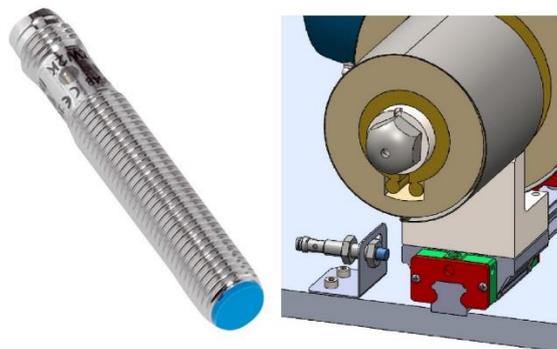


Figura 83 – Sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S)

— CARACTERÍSTICAS	
Ejecución	Diseño métrico
Forma de la carcasa	Standard
Tamaño de rosca	M8 x 1
Diámetro	Ø 8 mm
Alcance de detección S_n	4 mm
Distancia de conmutación asegurada S_a	3,24 mm
Instalación en metal	No enrasado
Frecuencia de conmutación	4.000 Hz
Tipo de conexión	Conector M8 de 3 polos
Función de salida	Normalmente abierto
Características eléctricas	C.c. 2 hilos
Grado de protección	IP67 ¹⁾

¹⁾ Conforme a EN 60529.

Figura 84 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S)

— MECÁNICA/ELECTRÓNICA	
Tensión de alimentación	10 V DC ... 30 V DC
Ondulación	≤ 10 %
Caída de tensión	≤ 4 V ¹⁾ ≤ 4,5 V ²⁾
Demora antes de disponibilidad	≤ 100 ms
Histéresis	5 % ... 15 %
Reproducibilidad	≤ 2 % ³⁾ ⁴⁾
Desviación de temperatura (de S_r)	± 10 %
CEM	Conforme a EN 60947-5-2
Intensidad permanente I_a	≤ 100 mA
Corriente residual	≤ 0,8 mA
Corriente de carga mín.:	≥ 3 mA
Protección contra cortocircuitos	✓
Protección frente a inversión de polaridad	✓
Impulso de arranque	≤ 5 ms
Resistente a impactos y oscilaciones	30 g, 11 ms/10 Hz ... 55 Hz, 1 mm
Operación a temperatura ambiente	-25 °C ... +75 °C
Material de la carcasa	Latón, Niquelado
Material, superficie activa	Plástico, PA 66
Longitud de caja	50 mm
Longitud de rosca utilizable	30 mm
Par de apriete	≤ 5 Nm
Elementos suministrados	Tuerca de fijación, latón, niquelado PTFE (2 x)
N.º de archivo UL	NRKH.E181493

¹⁾ Con $I_a = 30$ mA.

²⁾ Con I_a max.

³⁾ U_b y T_a constantes.

⁴⁾ De S_r .

Figura 85 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT0S)

4.1.2.6.8 Detector inductivo posición UI

Al final de la carrera de la unidad de inyección se incluyen un detector inductivo en unas ranuras (Figura 87) para saber en qué posición se encuentra de cara a la automatización de la máquina, ya que estos sirven para pasar a la siguiente fase del proceso. Los sensores inductivos seleccionados son los **Sick (IME08-02BDSZT0S)**.

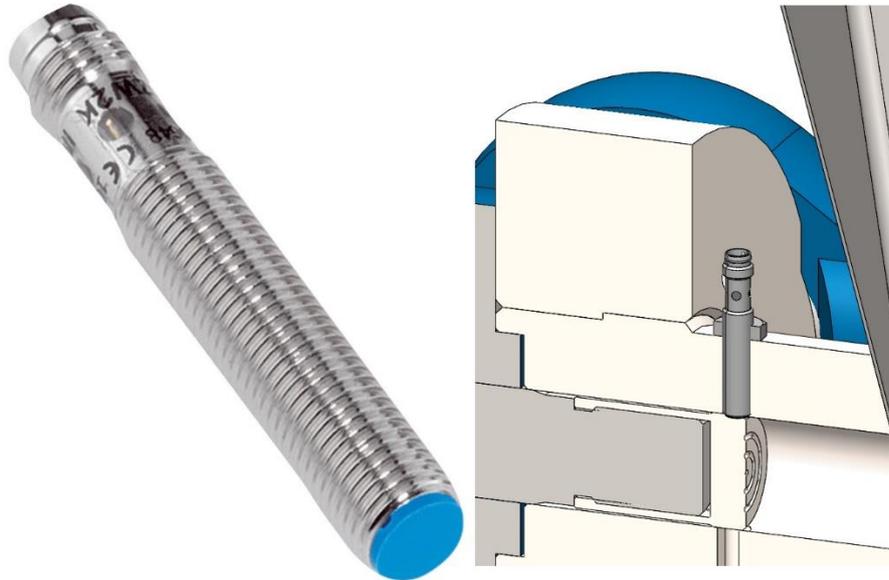


Figura 86 – Sensor inductivo embolo cámara pre-plastificación

— CARACTERÍSTICAS

Ejecución	Diseño métrico
Forma de la carcasa	Standard
Tamaño de rosca	M8 x 1
Diámetro	Ø 8 mm
Alcance de detección S_n	2 mm
Distancia de conmutación asegurada S_a	1,62 mm
Instalación en metal	Enrasado
Frecuencia de conmutación	4.000 Hz
Tipo de conexión	Conector M8 de 3 polos
Función de salida	Normalmente abierto
Características eléctricas	C.c. 2 hilos
Grado de protección	IP67 ¹⁾

¹⁾ Conforme a EN 60529.

Figura 87 - Características sensor inductivo Sick (IME08-02BDSZT0S)

MECÁNICA/ELECTRÓNICA

Tensión de alimentación	10 V DC ... 30 V DC
Ondulación	≤ 10 %
Caída de tensión	≤ 4 V ¹⁾ ≤ 4,5 V ²⁾
Demora antes de disponibilidad	≤ 100 ms
Histéresis	5 % ... 15 %
Reproducibilidad	≤ 2 % ³⁾ ⁴⁾
Desviación de temperatura (de S _r)	± 10 %
CEM	Conforme a EN 60947-5-2
Intensidad permanente I _a	≤ 100 mA
Corriente residual	≤ 0,8 mA
Corriente de carga mín.:	≥ 3 mA
Protección contra cortocircuitos	✓
Protección frente a inversión de polaridad	✓
Impulso de arranque	≤ 5 ms
Resistente a impactos y oscilaciones	30 g, 11 ms/10 Hz ... 55 Hz, 1 mm
Operación a temperatura ambiente	-25 °C ... +75 °C
Material de la carcasa	Latón, Niquelado
Material, superficie activa	Plástico, PA 66
Longitud de caja	50 mm
Longitud de rosca utilizable	34 mm
Par de apriete	≤ 5 Nm
Elementos suministrados	Tuerca de fijación, latón, niquelado PTFE (2 x)
N.º de archivo UL	NRKH.E181493

¹⁾ Con I_a = 30 mA.

²⁾ Con I_a max.

³⁾ U_b y T_a constantes.

⁴⁾ De S_r.

Figura 88 - Características sensor inductivo Sick (IME08-02BDSZT05)

4.1.3 Subconjunto 3: Unidad de cierre

La unidad de cierre (Figura 89) es la encargada de mantener las placas del molde en correcto alineamiento, mantener la fuerza de cierre para que la unión entre placas sea optima y el plástico no rebose por las caras de contacto y una vez conformada la pieza facilitar la apertura del molde y la extracción de la pieza.

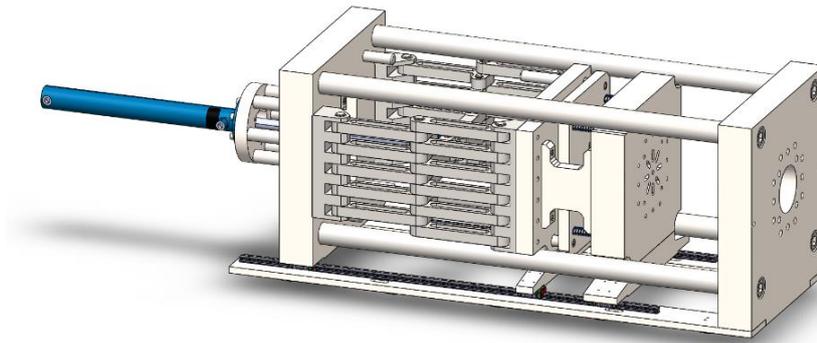


Figura 89 – Unidad de Cierre (UC)

A continuación, se incluye una tabla donde se especifican las piezas que conforman el subconjunto (Tabla 6). Así como los sub-ensamblajes del que está compuesto el mismo.

Denominación	Plano
SCON03_Unidad de cierre	1.03
SCON03.01_ Elementos fijos	1.03.01
P09_Placa fija	1.03.01.01
P10_Columna	1.03.01.02
P13_Barra accionamiento mecanismo	1.03.01.03
P14_Placa amarre actuador	1.03.01.04
P17_Placa actuador cierre	1.03.01.05
P21_Amarre de palanca UI y UC	1.02.01.02
P32_Tope columna empuje	1.03.01.06
P53_Soporte guías placa movil	1.03.01.07
P54_Unión placa movil molde-patines (Estrecho)	1.03.01.08
P54_Unión placa movil molde-patines (Ancho)	1.03.01.09
P57_Separador placas actuador cierre	1.03.01.10
SCON03.02_Conjunto placa móvil	1.03.02
P11_Placa movil de empuje	1.03.02.01
P28_Placa móvil	1.03.02.02
P29_Placa tope sistema expulsión	1.03.02.03
P30_Columna empuje	1.03.02.04
P31_Amarre placas moviles	1.03.02.05
SCON03.03_Mecanismo rodillera	1.03.03
P12_Barra mecanismo rodillera (Recta)	1.03.03.01
P12_Barra mecanismo rodillera (L)	1.03.03.02
P15_Bisagra mecanismo (Movil)	1.03.03.03
P15_Bisagra mecanismo (Fija)	1.03.03.04
P16_Barra union	1.03.03.05
P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Medio)	1.03.03.06
P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Largo)	1.03.03.07
P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Corto)	1.03.03.08
P20_Eje mecanismo rodillera 15 (Largo)	1.03.03.09
P20_Eje mecanismo rodillera 15 (Corto)	1.03.03.10

Tabla 6 - Piezas Subconjunto 3: Unidad de cierre

4.1.3.1 Piezas fijas o estructura del subconjunto

Las piezas que vemos a continuación (Figura 90) son las que no tienen movimiento relativo grande respecto al conjunto. El posible movimiento vendría dado por las deformaciones sufridas por estos componentes, causadas por las grandes fuerzas. Estas podrían considerarse la estructura del mismo subconjunto.

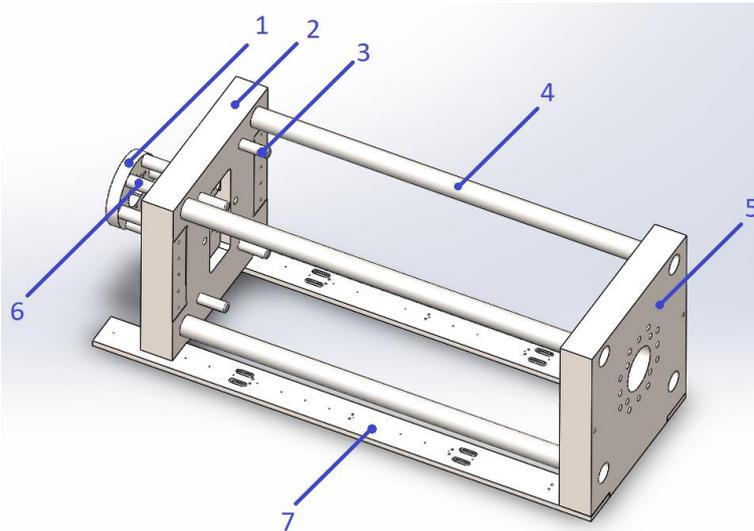


Figura 90 - Estructura del subconjunto

Los elementos que vemos en la imagen anterior (Figura 90) son descritos a continuación:

1. Esta pieza, la **placa del actuador de cierre** se encarga de amarrar el actuador hidráulico al conjunto.
2. La **placa de amarre del actuador** es la placa fija sobre la que transmite la fuerza el actuador de cierre. Tiene una geometría ligeramente compleja que se adapta a los movimientos del mecanismo de rodillera doble, para conseguir que las partes móviles de este no choquen y realicen el recorrido completo. Está montada sobre patines para permitir la flexión de todos los elementos del subconjunto a los cuales afectan las grandes fuerzas del sistema. De este modo se consigue que el paralelismo entre placas sea el óptimo.
3. Los **topes de las columnas de empuje** son los elementos contra los que contactan las columnas del sistema de expulsión de las piezas ya conformadas.
4. Las **columnas** son las que amortiguan el mayor porcentaje de las deformaciones sufridas por el sistema. Están fabricadas con una sección y materiales que permiten una buena rigidez del sistema, pero sin llegar a un peso excesivo.
5. La **placa fija** es donde se fijará la placa fija del molde. Esta permite la introducción a través de ella de la boca de inyección de la Unidad de Inyección (UI) para contactar con el bebedero.

6. El **separador de las placas del actuador** se encarga de mantener la fuerza de tracción que genera el actuador hidráulico al accionar el mecanismo de rodillera doble y proporcionar la separación adecuada entre la placa de amarre del actuador y la placa del actuador para que al retraer el vástago las manivelas de accionamiento del mecanismo tengan el espacio suficiente.
7. El **soporte de las guías de la placa móvil** es el encargado de fijar las guías lineales que soportan el peso de la mayoría de elementos móviles, así como la fijación de algunos elementos de sensorización que veremos más adelante

4.1.3.2 Elementos de fijación de la placa móvil del molde

Los elementos que van unidos a la placa móvil del molde los podemos ver a continuación (Figura 91).

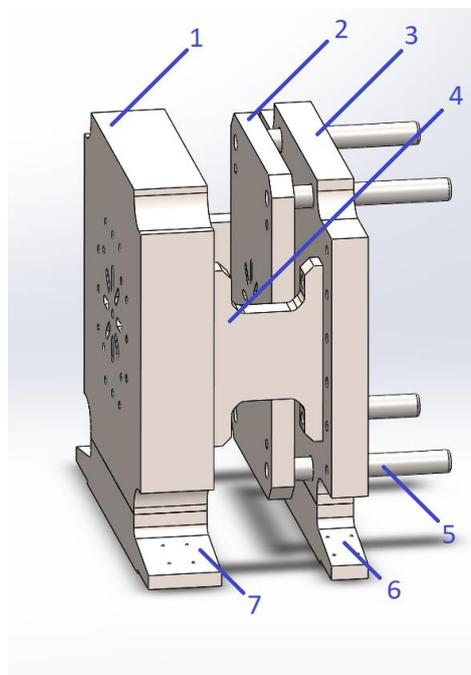


Figura 91 – Elementos de la placa móvil del molde

Estos elementos son descritos a continuación:

1. La **placa móvil** de la unidad de cierre es donde se amarra la placa móvil del molde y la que permite a través de unas ranuras mecanizadas en la misma el paso de los expulsores. Es la que soporta el peso de la placa móvil del molde y lo transmite a los patines de la guía lineal.
2. La **placa tope del sistema de expulsión** tiene mecanizadas las mismas ranuras que la anterior para facilitar la fijación de los expulsores en esta. Además, es la que empuja los expulsores y estos a su vez a la pieza ya conformada para ser extraída del molde y poder conformar la siguiente pieza.

3. La **placa móvil de empuje** es la encargada de transmitir el movimiento generado por el actuador hidráulico a través del mecanismo de rodillera doble.
4. El **amarre de las placas móviles** es el elemento de sujeción y transmisión entre la placa móvil y la placa móvil de empuje.
5. La **columna de empuje** es la que realiza la transmisión del movimiento de empuje a la placa móvil de empuje. Esta realiza el contacto con los topes que se han comentado en el apartado anterior.
6. La **unión de la placa móvil con los patines** es el elemento que une las dos placas (móvil y móvil de empuje) con los patines, la única diferencia es el espesor, que difiere para adaptarse al espesor de la placa a la que sujetan.
7. Este elemento es el mismo que el anterior (numero 6), como se ha comentado difiere el espesor.

4.1.3.3 Mecanismo de rodillera doble

El mecanismo de rodillera doble (Figura 92) es el encargado de transformar el movimiento generado por el actuador hidráulico y generando una mayor ventaja mecánica. Con ello se consigue una gran fuerza con un actuador mucho menor del que se precisaría si fuera un empuje directo del mismo. Además de esto, cuando llega al punto de presión máxima entre placas del molde, las barras quedan totalmente alineadas y la unidad de presión no tiene que trabajar para mantener la fuerza de cierre. Con todo esto acaba mejorándose de forma ostensible la eficiencia del conjunto y esto se traduce en un menor consumo de energía de la máquina durante todo su uso.

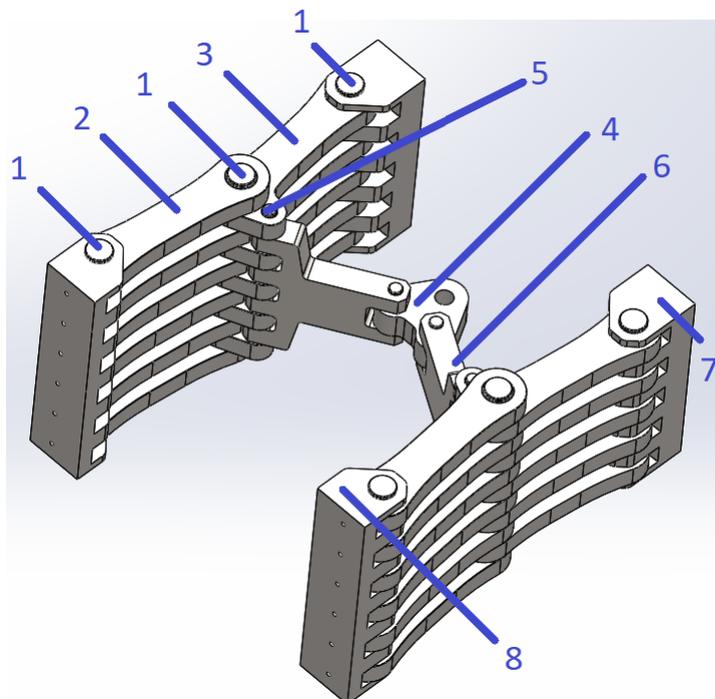


Figura 92 – Mecanismo de rodillera doble

Los elementos que vemos en la imagen anterior (Figura 92) son descritos a continuación:

1. El **eje mecanismo rodillera 20** es la unión de par cinemático de revolución entre las barras del mecanismo de rodillera y las bisagras que se unen a las placas del actuador y a la placa móvil de empuje.
2. La **barra mecanismo rodillera (recta)** es la que realiza el movimiento de biela en el mecanismo.
3. La **barra mecanismo rodillera (L)** realiza el movimiento de manivela.
4. La **barra de accionamiento del mecanismo** es la que conecta el actuador hidráulico con la barra de unión.
5. El **eje mecanismo rodillera 15** une la barra de accionamiento y la barra unión formando un par cinemático.
6. La **barra de unión**, movida por la barra de accionamiento es la que transmite el movimiento a los dos mecanismos de rodillera simétricos.
7. La **bisagra mecanismo (fija)** es la que une la placa del actuador con el mecanismo. Realiza la función de punto fijo del mecanismo de rodillera doble.
8. La **bisagra mecanismo (móvil)** es la que une el mecanismo de rodillera doble con la placa móvil de empuje.

4.1.3.4 Elementos comerciales

4.1.3.4.1 Muelles de matricería

El sistema de expulsión de la pieza, una vez esta ha sido conformada, para que la placa tope del sistema de expulsión vuelva al punto inicial y los expulsores se retraigan, se incluyen estos muelles de matricería (Figura 93) que mueven la misma. De este modo no se precisa hacerlo de una forma más compleja y se realiza de forma automática.

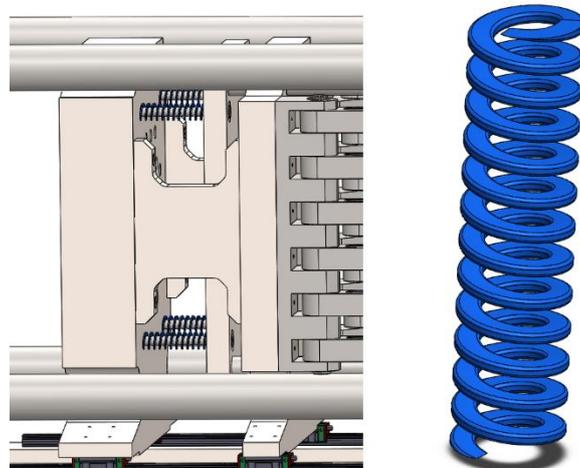


Figura 93 – Muelles de matricería

4.1.3.4.2 Guías lineales

Las guías lineales (Figura 94) se usan para que el movimiento sea lo más suave y el guiado lo más preciso, ayudando a que el conjunto se mueva en la dirección correcta. En este caso se han usado unas guías lineales **Hiwin - EGW15CB3R1000Z0C**.

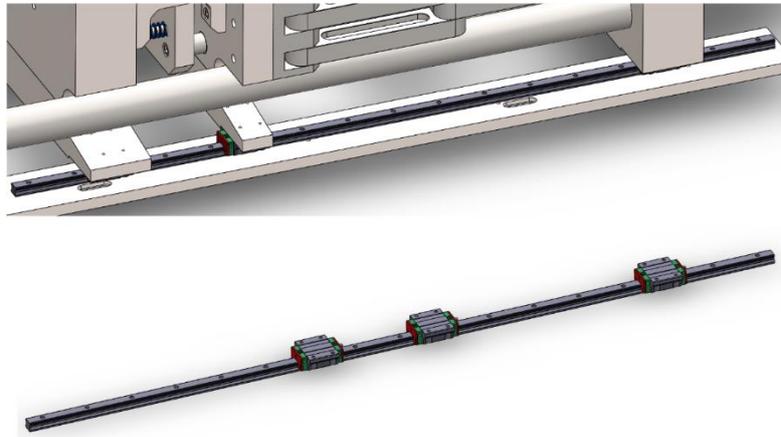


Figura 94 – Guías lineales: Hiwin - EGW15CB3R1000Z0C

4.1.3.4.3 Actuador hidráulico

Para el accionamiento del cierre del molde como se ha dicho anteriormente se usa un actuador hidráulico, este lo podemos ver a continuación (Figura 95). Concretamente se trata del **Bosch-Rexroth. CDL2MF3-40-25-370D1X-B11CHUMWW**.

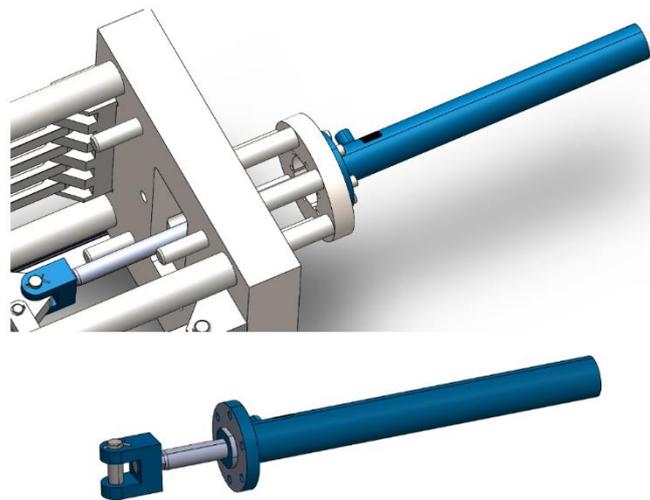


Figura 95 – Actuador hidráulico: Bosch-Rexroth - CDL2MF3-40-25-370D1X-B11CHUMWW

4.1.3.4.4 Detector de posición inductivo

Al principio y al final de la carrera de la placa móvil se incluyen unos detectores inductivos en unas ranuras (Figura 96) para saber en qué posición se encuentra de cara a la automatización de la máquina, ya que estos sirven para pasar a la siguiente fase del proceso. Los sensores inductivos seleccionados son los **Sick (IME08-04NDSZT05)**.

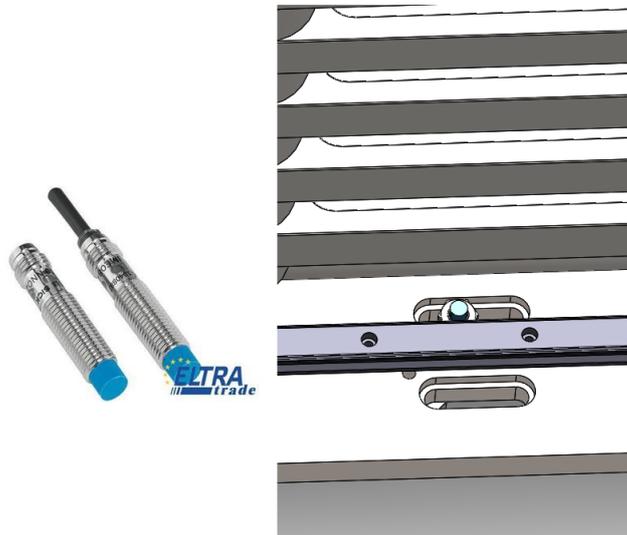


Figura 96 – Sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT05)

— CARACTERÍSTICAS

Ejecución	Diseño métrico
Forma de la carcasa	Standard
Tamaño de rosca	M8 x 1
Diámetro	Ø 8 mm
Alcance de detección S_n	4 mm
Distancia de conmutación asegurada S_a	3,24 mm
Instalación en metal	No enrasado
Frecuencia de conmutación	4.000 Hz
Tipo de conexión	Conector M8 de 3 polos
Función de salida	Normalmente abierto
Características eléctricas	C.c. 2 hilos
Grado de protección	IP67 ¹⁾

¹⁾ Conforme a EN 60529.

Figura 97 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZT05)

MECÁNICA/ELECTRÓNICA

Tensión de alimentación	10 V DC ... 30 V DC
Ondulación	≤ 10 %
Caída de tensión	≤ 4 V ¹⁾ ≤ 4,5 V ²⁾
Demora antes de disponibilidad	≤ 100 ms
Histéresis	5 % ... 15 %
Reproducibilidad	≤ 2 % ³⁾ ⁴⁾
Desviación de temperatura (de S _r)	± 10 %
CEM	Conforme a EN 60947-5-2
Intensidad permanente I _a	≤ 100 mA
Corriente residual	≤ 0,8 mA
Corriente de carga mín.:	≥ 3 mA
Protección contra cortocircuitos	✓
Protección frente a inversión de polaridad	✓
Impulso de arranque	≤ 5 ms
Resistente a impactos y oscilaciones	30 g, 11 ms/10 Hz ... 55 Hz, 1 mm
Operación a temperatura ambiente	-25 °C ... +75 °C
Material de la carcasa	Latón, Niquelado
Material, superficie activa	Plástico, PA 66
Longitud de caja	50 mm
Longitud de rosca utilizable	30 mm
Par de apriete	≤ 5 Nm
Elementos suministrados	Tuerca de fijación, latón, niquelado PTFE (2 x)
N.º de archivo UL	NRKH.E181493

¹⁾ Con I_a = 30 mA.

²⁾ Con I_a max.

³⁾ U_b y T_a constantes.

⁴⁾ De S_r.

Figura 98 - Características sensor inductivo Sick (IME08-04NDSZTOS)

4.1.3.4.5 Cojinetes de fricción

En las zonas donde hay un movimiento de rotación o traslación entre ejes, columnas y las barras se añaden los siguientes cojinetes (Figura 102) para evitar que el desgaste se realice en la pieza, además de que estos bajan la resistencia al movimiento ya que reducen la fricción con el uso del PTFE. Los cojinetes son de la empresa SKF y se adjunta una tabla (Tabla 7) a continuación con los modelos y donde van alojados.

PCM 151715 E	Barra union barra accionamiento
PCM 151725 E	Union barra mecanismo rodillera - barra union
PCM 252850 E	Columnas guia de empuje de la placa de expulsión
PCM 303425 E	Barras mecanismo rodillera

Tabla 7 – Cojinetes y disposición en el conjunto

A continuación, se pueden observar las dimensiones de los cojinetes y las capacidades de carga dinámicas y estáticas:

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D ₁	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
mm				C	C ₀	C _a	C _{0a}	
^	+	+	+	+	+	+	+	+
25	28	50		98	310			PCM 252850 E

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D ₁	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
mm				C	C ₀	C _a	C _{0a}	
^	+	+	+	+	+	+	+	+
30	34	25		58.5	180			PCM 303425 E

Figura 99 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 303425 E

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D ₁	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
mm				C	C ₀	C _a	C _{0a}	
^	+	+	+	+	+	+	+	+
15	17	25		30	93			PCM 151725 E

Figura 100 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151725 E

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D ₁	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
mm				C	C ₀	C _a	C _{0a}	
^	+	+	+	+	+	+	+	+
15	17	15		18	56			PCM 151715 E

Figura 101 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151715 E



Figura 102 – Cojinete de fricción SKF de PTFE

4.1.4 Subconjunto 4: Carro recoge-piezas

Después del conformado de la pieza en el molde, es expulsada. Tras esto, caen por gravedad y aquí es donde encontraríamos el carro que se encarga de recoger las mismas (Figura 103) y que queden todas en un mismo lugar, así como poder ser transportadas de forma cómoda a la fase de retirada de los canales de alimentación que no forman parte de la pieza final.

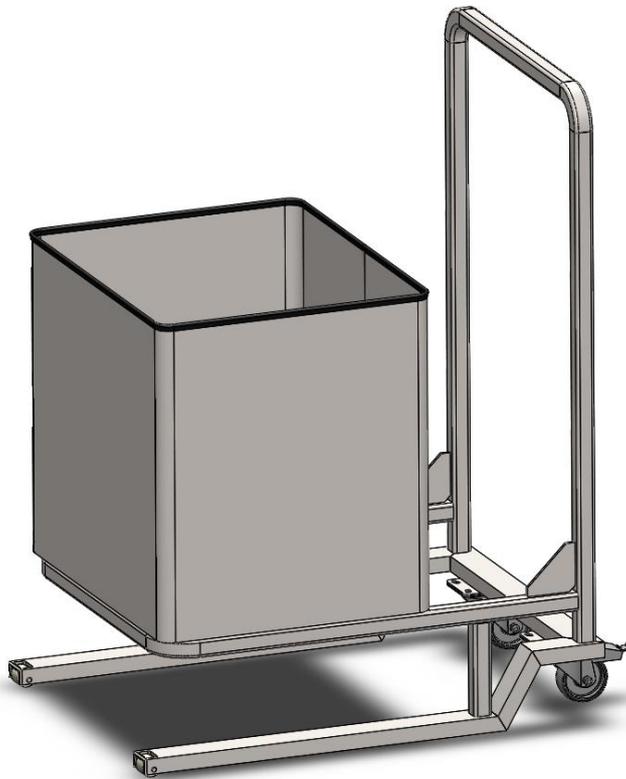


Figura 103 – Carro recoge-piezas

Los componentes que conforman este subconjunto se encuentran a continuación (Tabla 8):

Denominación	Plano
SCON04_Carro	2.01
P27_Carro recogida (Elementos estructurales)	2.01.01

Tabla 8 - Piezas Subconjunto 4: Carro recoge-piezas

4.1.4.1 Estructura

El carro está básicamente formado por la estructura (Figura 104), conformada a partir de perfiles cuadrados de 30 mm x 30 mm x 2,6 mm, perfil en U de 50 mm x 25 mm y chapa metálica de 5 mm, 3 mm y 1 mm. El espacio que queda entre la caja de recogida y los perfiles en U donde van los rodillos de nylon está pensado para salvar el espacio de la estructura bancada de la máquina.

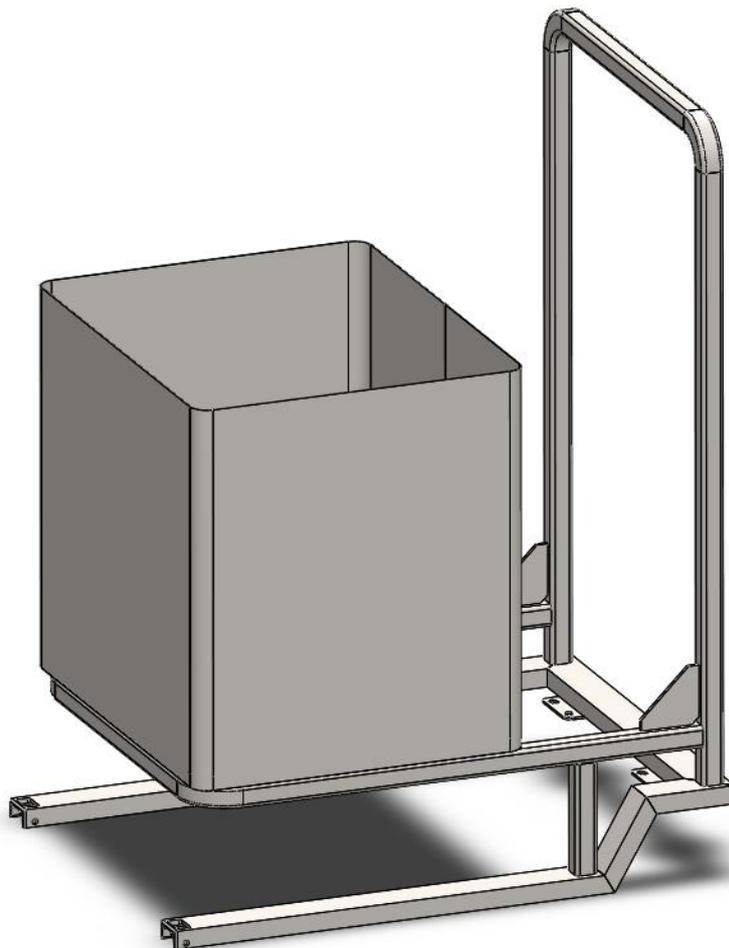


Figura 104 – Estructura del carro

4.1.4.2 Elementos comerciales

4.1.4.2.1 Goma de protección del borde de chapa

Para proteger al operario de cortes y heridas se añade en el borde que se observa en la imagen (Figura 105) esta protección pensada precisamente para casos de este tipo.

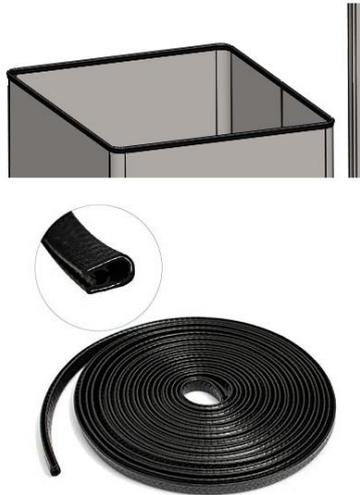


Figura 105 – Protección de goma para el borde de chapa

4.1.4.2.2 Ruedas giratorias y con freno de bloqueo

Para trasladar fácilmente pudiendo hacer girar y bloquear el carro cuando está en el lugar de recogida o para vaciarlo, se incluyen las ruedas **Elesa-Ganter. RE.F8-080-SBF-N**. Estas ruedas (Figura 106) nos permiten realizar todas las acciones mencionadas de forma sencilla.

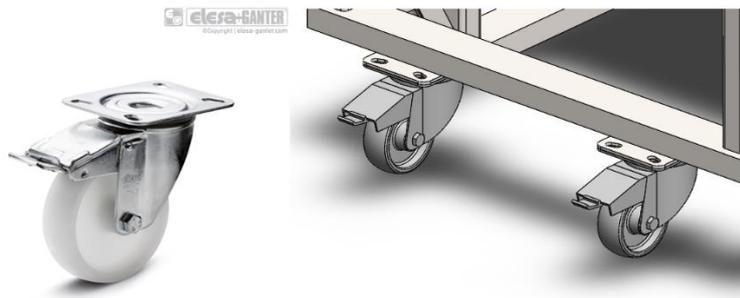


Figura 106 – Ruedas orientables y con bloqueo Elesa-Ganter - RE.F8-080-SBF-N

4.1.4.2.3 Rodillos de nylon

En la parte frontal se han usado unos rodillos de nylon (Figura 107), los cuales amortiguan levemente las imperfecciones del terreno, pero sobre todo destacan por tener una gran durabilidad.

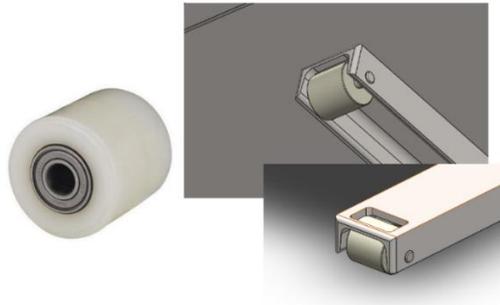


Figura 107 – Rodillo de Nylon

4.1.5 Subconjunto 5: Unidad de presión

La unidad de presión (Figura 108) es la que se encarga de ofrecer el caudal y la presión correctas al sistema. Es uno de los elementos de más importancia en el conjunto por la cantidad de trabajo que realiza y el coste que supone en el total de la máquina. La conmutación entre los dos circuitos del actuador para extraer o retraer el vástago no se pueden realizar estas operaciones. De esto se encargan las electroválvulas, que son las que realizan la operación de conmutar entre las dos vías para realizar los dos movimientos básicos de los actuadores. Estas van incluidas en la unidad de presión, y se indica el número de electroválvulas en el momento de realizar el pedido. Estas son suministradas como bloques de válvulas en serie como se ve en la imagen siguiente (Figura 109).



Figura 108 – Unidad de presión



Figura 109 - Bloque de válvulas en serie

La unidad de presión seleccionada es la **ABPAC-0160-1-A-VL3-020-015-0-0-0-E-00000** con la bomba **PGH4** y motor de **15kW**. Esta nos ofrece una presión eficiente de **216bar** y un caudal de **60 l/min**.

ABPAC hydraulic power unit configurations with Sytronix FCP 5020

Pumps						Motors					
$n_{max} = 3,000$ (PGH); $3,600$ (PGF) rpm						4	5,5	7,5	11	15	P_{non} [kW]
Typ	Size	P_{cont} [bar]	P_{max} [bar]	Q_{peff} [l/min]	Q_{max} [l/min]	4,000	4,000	4,000	3,800	3,800	n_{max} [rpm]
PGF2	8.0	210	250	19	29	139					
Tank Size						100					
PGF2	13.0	210	250	31	47		119				
Tank Size							100 160				
PGF2	19.0	210	250	46	68		84	114			
Tank Size							160	160 250			
PGH2	8.0	315	350	19	24	143	198	269			
Tank Size						100	100	100			
PGH3	13.0	315	350	31	39	88	122	166	244		
Tank Size						100 160	100 160	100 160	160		
PGH4	20.0	315	350	48	60		79	108	168	216	
Tank Size							160	160 250	160 250	160 250	
PGH4	32.0	315	350	77	98				99	135	
Tank Size									250	250 400	
PGH4	50.0	250	310	120	152					86	
Tank Size										400	

Tabla 9 - Unidad de presión seleccionada

Nota: Si se precisa consultar la tabla en un tamaño mayor se puede realizar en el anexo de imágenes 12.3 Unidad de presión seleccionada

4.2 Relación completa de piezas de diseño propio y elementos comerciales

4.2.1 Piezas de diseño propio

PIEZAS A FABRICAR				
Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
SP01	Camara preplastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP02	Camara inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP03.1	Brida actuadores inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP03.2	Brida actuadores preplastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P01	Camara preplastificación+brida	Acero 1.2343	Mecanizado + Soldadura	1
P02	Torpedo	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P03	Brida embolo inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P04	Embolo inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P05	Tolva	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa + Soldadura	1
P06	Tope valvula embolo	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P07	Camara inyección+brida	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P08	Extensor empuje aproximación UI	Acero 1.2343	Mecanizado	2
P09	Placa fija	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P10	Columna	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P11	Placa movil de empuje	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P12.1	Barra mecanismo rodillera - L	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	10
P12.2	Barra mecanismo rodillera - Recta	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	12
P13	Barra accionamiento mecanismo	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	1
P14	Placa amarre actuador	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P15.1	Bisagra mecanismo - Movil	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P15.2	Bisagra mecanismo - Fija	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P16	Barra union	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P17	Placa actuador cierre	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P18	Base soporte unidad inyección	Aluminio 6061	Mecanizado	1
P19.1	Eje mecanismo rodillera 30 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P19.2	Eje mecanismo rodillera 30 - Medio	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P19.3	Eje mecanismo rodillera 30 - Largo	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P20.1	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P20.2	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P21	Amarre de palanca UI y UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	18
P22	Tapa torpedo	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P23	Soporte unidad de inyección-patin	Acero 1.2343	Mecanizado	4
P24	Recoge-granza protector rail	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.1	Carcasa aislante resistencias - Larga	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.2	Carcasa aislante resistencias - Corta	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.3	Carcasa aislante resistencias - Diametro pequeño	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P26	Estructura bancada	Acero al carbono no aleado	Corte, soldadura y taladrado	1
P27	Carro recogida	Acero al carbono no aleado	Corte perfiles + corte y plegado de chapa + Soldadura + Pintado	1
P28	Placa móvil	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P29	Placa tope sistema expulsión	Acero 1.2367	Mecanizado	1

Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
P30	Columna empuje	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P31	Amarre placas móviles	Acero 1.2367	Mecanizado	2
P32	Tope columna empuje	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P33	Resguardo UI 1	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P34	Resguardo UI 2	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P35	Resguardo UI 3	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P36	Resguardo puerta UI 1	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P37	Resguardo puerta UI 2	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P38	Resguardo puerta UI 3	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P39	Resguardo puerta UI 4	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P40	Resguardo UC 1	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P41	Resguardo UC 2	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P42	Resguardo UC 3	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P43	Resguardo UC 4	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P44	Resguardo UC 5	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P45	Resguardo UC 6	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P46.1	Resguardo puerta UC 1 - Derecha	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P46.2	Resguardo puerta UC 1 - Izquierda	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P47	Estructura UC resguardos superiores	Acero al carbono no aleado	Corte, soldadura y taladrado	1
P48	Estructura UI resguardos superiores	Acero al carbono no aleado	Corte, soldadura y taladrado	1
P49.1	Escuadra cadena portacables - Fija	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P49.2	Escuadra cadena portacables - Móvil	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P50	Varilla cierre I	Acero al carbono no aleado	Corte, forjado en frío y punzonado	4
P51	Varilla cierre S	Acero al carbono no aleado	Corte, forjado en frío y punzonado	4
P52	Escuadra sensor posición UI	Acero 1.2343	Mecanizado	2
P53	SopORTE guías placa móvil	Acero 1.2367	Mecanizado	2
P54.1	Unión placa móvil molde-patines - Ancho	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P54.2	Unión placa móvil molde-patines - Estrecho	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P55	Escuadra unión UI-UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P56	Embudo tolva	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa + Soldadura	1
P57	Separador placas actuador cierre	Acero 1.7225	Mecanizado	6
P58	Embolo pre-plastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P59	Ángulo amarre superior puerta corredera	Aluminio 6063-T5	Mecanizado	4
P60	Ángulo amarre inferior puerta corredera	Aluminio 6063-T5	Mecanizado	4
P61.1	Protector transparente puertas - UC	Polimetilmetacrilato (PMMA)	Mecanizado	2
P61.2	Protector transparente puertas - UI	Polimetilmetacrilato (PMMA)	Mecanizado	4
P62.1	Marco protector transparente puertas - UC	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P62.2	Marco protector transparente puertas - UI	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	4
P63	Caja pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P64	Tapa caja pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P65	Brazo amarre pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P66	Escuadra amarre pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1

Tabla 10 – Piezas a fabricar

4.2.2 Elementos comerciales

ELEMENTOS COMERCIALES			
Nº	Descripción	Denominación comercial	Cantidad
1	Actuador hidráulico aproximación	Bosch-Rexroth (CDL2MP5_25_14_200C1X_B11CLUMw/w)	2
2	Actuador hidráulico cierre	Bosch-Rexroth (CDL2MF3_40_25_370D1X_B11CHUMw/w)	1
3	Actuador hidráulico inyección	Bosch-Rexroth (CDL2MP5_80_50_150D1X_B11C)	2
4	Actuador hidráulico pre-plastificación	Bosch-Rexroth (CDL2MF3_50_32_190D1X_B11CHUMw/w)	1
5	Asa de apertura	Elesa-Ganter (EBR.150-8-C2)	4
6	Asa de apertura con bloqueo	Elesa-Ganter (EBR.150-CH-6-52-C2)	4
7	Carrillón	Elesa-Ganter (CAR-M-347)	4
8	Pata niveladoras	Elesa-Ganter (L.V.A-60-14-AS-M8x43)	8
9	Bisagra con detección de apertura	Elesa-Ganter (CFSw.110-6-2ND+2NC-FC-B)	8
10	Rueda orientable con bloqueo	Elesa-Ganter (RE.F8-080-SBF-N)	2
11	Bloqueo de puerta con llave triangular	Elesa-Ganter (GN 115-DK-4)	2
12	Bisagra	Elesa-Ganter (CFMw.110-SH-6)	8
13	Encoder lineal magnetico	Hiwin (PGH20)	1
14	Guía lineal de bolas recirculantes	Hiwin (HGw20CB4R1040Z0C)	1
15	Guía lineal de bolas recirculantes	Hiwin (EGw15CB3R1000Z0C)	2
16	Sensor inductivo	Sick. IME08-02BDSZT0S	1
17	Sensor inductivo	Sick. IME08-04NDSZT0S	3
18	Cuerpo electroválvulas hidráulicas en serie	Bosch-Rexroth (Multistation mani. 5HSR16M-40/01D)	1
19	Electroválvula de paso de agua	Aignep (02F 05 3 03 N 0 / SOL20 024 C 5 000)	1
20	Unidad de presión	ABPAC-0160/1A/VL3/032/015/w/0/0/E/00000	1
21	Resistencia de banda	Maxiw att Ø75x210	1
22	Resistencia de banda	Maxiw att Ø75x140	1
23	Resistencia de banda	Maxiw att Ø35x80	1
24	Resistencia de cartucho	Maxiw att Ø6x55	1
25	Sonda de temperatura	Maxiw att Ø6x56	3
26	Muelles sistema de expulsión	Steel-Mefobo (L1S19076)	4
27	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 151715 E)	4
28	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 151725 E)	10
29	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 303425 E)	62
30	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 252850 E)	4
31	Contactores resistencias	Finder Relays (22.32.0.024.1520)	5
32	Alarma	Klaxon (Sonos LED Beacon (DC)PSB-0009)	1
33	Guía lineal puertas correderas	Igus (w/S-16-1770-2)	4
34	Cadena portacables	Igus. 400mm E06.20.038.0 - E06.20.12PZ.A2	2
35	PLC + Pantalla de control (PLC+HMI)	Unitronics Visión (570 - V200-18-E3XB)	1
36	Módulo de comunicación	Unitronics (V200-19-RS4)	1
37	Módulo de conexiones	Unitronics (IO-ATC8)	1
38	Final de carrera pulsador de leva	RS Pro (302-6856)	2
39	Interruptor general de aislamiento 37kV	Eaton (P3-63/W/SVB)	1
40	Pulsador de emergencia	Siemens (3SU1851-0NB00-2AA2)	2
41	Boquilla inyectora	EMI (N038)	1
42	Caja eléctrica	RS Pro (775-5312)	1
43	Bola válvula antiretorno Ø9mm	-	1
44	Lana de roca 530cm ³ x 2cm	-	1
45	Protector borde chapa	-	1
46	Rodillo Ø35mmx30mm	-	2
47	Tapones agujeros 12mm	-	24
48	Cableado	-	-
49	Manguera con conexiones actuador aproximación	Parker (301TCEAEA44-900-0)	4
50	Manguera con conexiones actuador inyección	Parker (301TCEAEA88-800-0)	4
51	Manguera con conexiones actuador pre-plastificación	Parker (301TCEAEA66-800-0)	2
52	Manguera con conexiones actuador cierre	Parker (301TCEAEA55-2800-0)	2

Tabla 11 - Elementos comerciales

4.3 Selección de materiales y procesos de fabricación

Las piezas que se han diseñado han sido pensadas en el proceso de creación de la máquina teniendo en cuenta unos materiales según las condiciones a las que van a ser soportados y la función que desempeñaran en el conjunto.

Se han especificado materiales que cumplan con las condiciones a las que se verán sometidos, los elementos más desfavorables por las condiciones de fuerza y presión que tienen que soportar se han comprobado paralelamente mediante análisis estáticos y dinámicos para verificar su resistencia y rigidez.

Los materiales y procesos utilizados se enumeran a continuación dividiendo las piezas por subconjuntos.

4.3.1 Estructura, resguardos, sistema eléctrico y de automatización.

Este subconjunto es el que se encarga de sustentar la máquina ofreciendo una buena rigidez al conjunto para evitar deformaciones y sus consiguientes errores de alineamiento. Para ello se emplean perfiles estructurales.

Por otra parte, también se encarga de ofrecer al usuario la seguridad necesaria de cara a los posibles riesgos de accidente producidos por los movimientos de los componentes de la máquina, electrocuciones, quemaduras, aplastamientos, atrapamientos, etc.

Estos peligros serán expuestos posteriormente y se explicará el porqué del uso de resguardos en el conjunto.

- **Materiales**

Las piezas que se observan a continuación (Figura 110), están pensadas para ser conformadas con perfiles **IPE100 de Acero al carbono no aleado**. Estos perfiles conforman una bancada de gran rigidez y con capacidad de sustentar el peso del conjunto de la máquina.

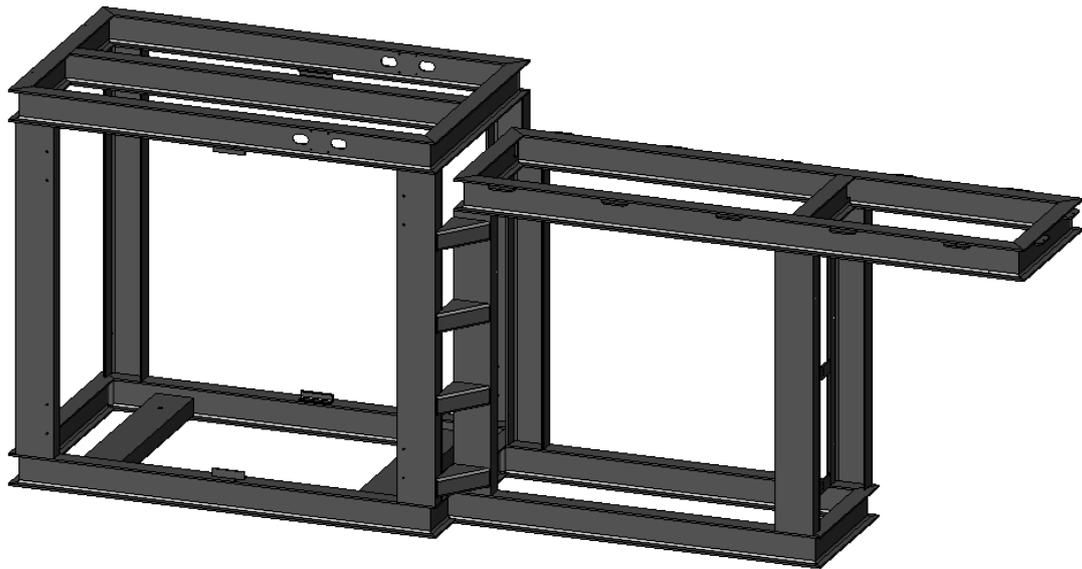


Figura 110 – Estructura a fabricar con perfiles IPE100 de acero al carbono no aleado

Las piezas que se observan a continuación (Figura 111), están pensadas para ser conformadas con chapa de acero al carbono no aleado. Se elige este material por tener buena respuesta al corte por láser, así como al plegado. Como la resistencia a la corrosión no es buena, se mejora aplicando una capa de pintura para proteger la pieza y darle una buena presencia estética.

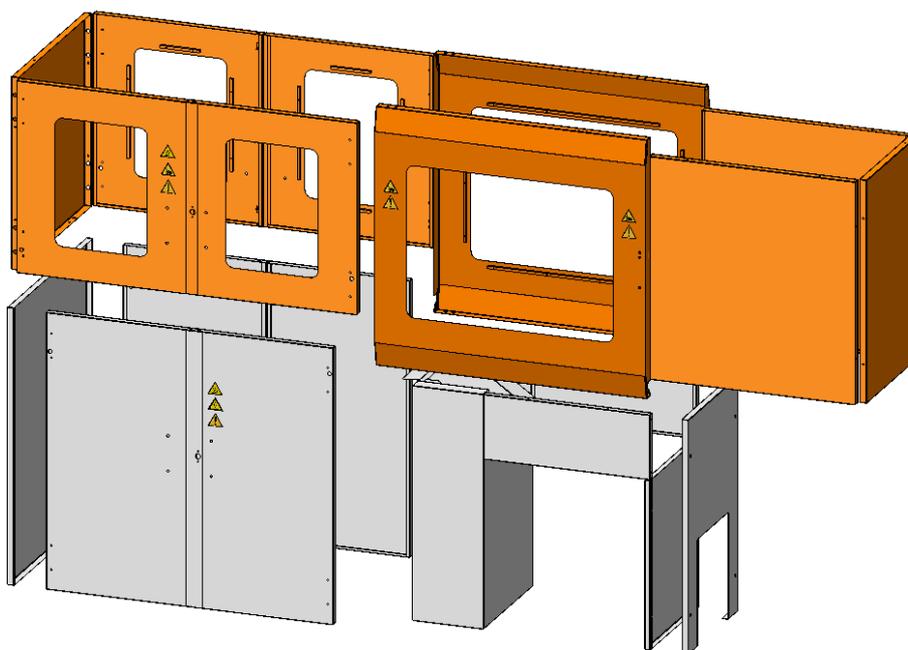


Figura 111 – Resguardos a fabricar con chapa de acero al carbono no aleado

Las piezas que se observan a continuación (Figura 112), están pensadas para ser conformadas con **Acero al carbono no aleado**.



Figura 112 - Varillas de cierre a fabricar en carilla de acero al carbono no aleado

Las piezas que se observan a continuación (Figura 113), están pensadas para ser conformadas con chapa de 1 y 2mm, pletina de 5x25mm, perfiles cuadrados de 30x30x2,6mm y perfiles rectangulares de 50x30x2,6mm de **Acero al carbono no aleado**. Se elige este material por la facilidad que permite a la hora de tronzarlos y soldarlos. Además, se puede conformar una estructura muy rígida con un coste y peso relativamente bajos

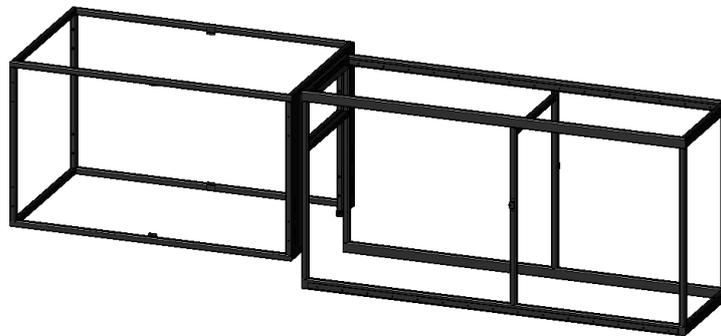


Figura 113 Estructuras de resguardos superiores a fabricar en perfiles y chapa de acero al carbono no aleado

Los marcos de las ventanas de las puertas, el embudo de la tolva y los elementos que sujetan al PLC+HMI (Figura 114), están pensados para ser conformadas con chapa de acero inoxidable **AISI 304**. Se elige este material por tener buena respuesta al corte por láser, así como al plegado. Además, la resistencia a la corrosión es buena.

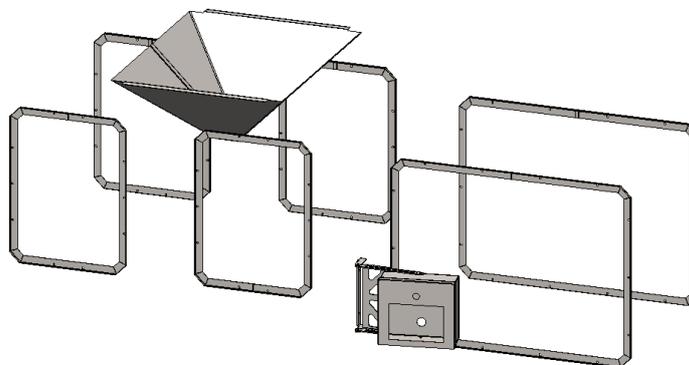


Figura 114 – Marcos de ventanas, embudo de tolva y elementos de pantalla a fabricar en AISI 304

Los ángulos que sujetan las puertas (Figura 115), a las guías están fabricados de **Aluminio 6035**.

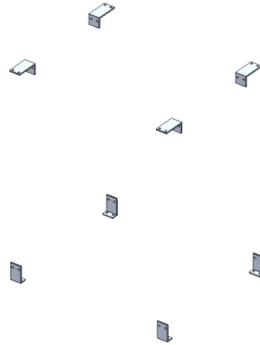


Figura 115 – Escuadras a fabricar en Aluminio 6035

Las ventanas de las puertas (Figura 116), están fabricadas de **polimetilmetacrilato (PMMA)**.

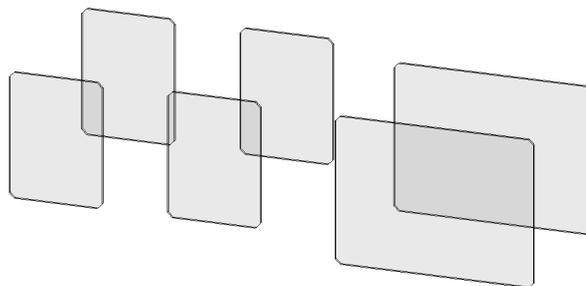


Figura 116 - Ventanas a fabricar en Polimetilmetacrilato (PMMA)

• **Procesos de fabricación**

Las piezas que se ven a continuación (Figura 117 y Figura 118), están conformadas mediante operaciones de **tronzado y taladrado** en las zonas que lo exigen y **soldadura** para unir los diferentes perfiles cortados con la longitud y acabado exigidos.

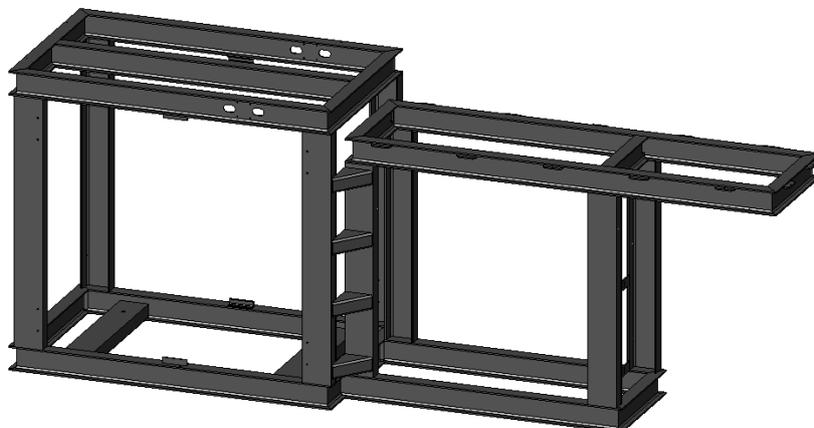


Figura 117 - Estructura a fabricar mediante tronzado, taladrado y soldadura

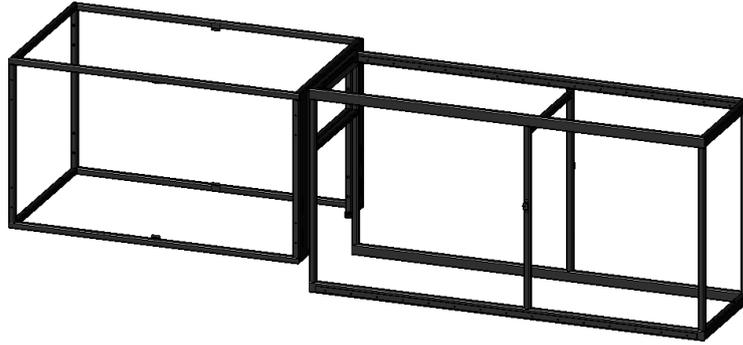


Figura 118 - Estructura s resguardos superiores a fabricar mediante tronzado, taladrado y soldadura

Las piezas que pueden ser observadas a continuación (Figura 119 y Figura 120), están conformadas mediante **corte por láser y plegado de chapa** considerando este un proceso de bajo coste y que confiere la suficiente entidad a los resguardos para que protejan correctamente al usuario.

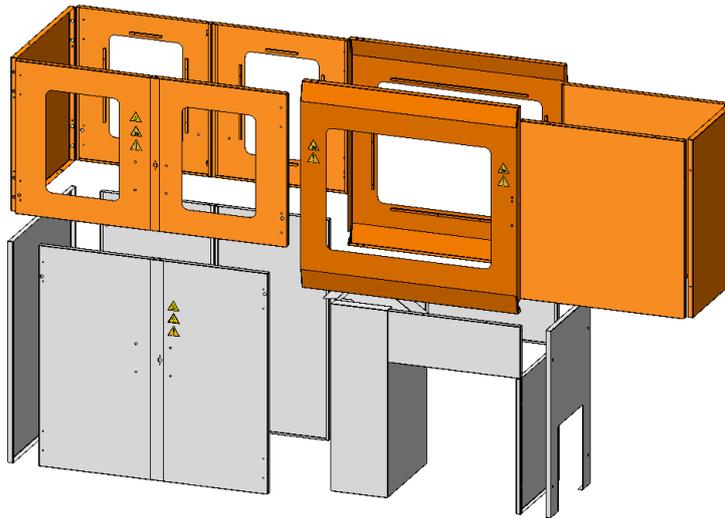


Figura 119 - Resguardos a fabricar mediante corte por láser y plegado de chapa

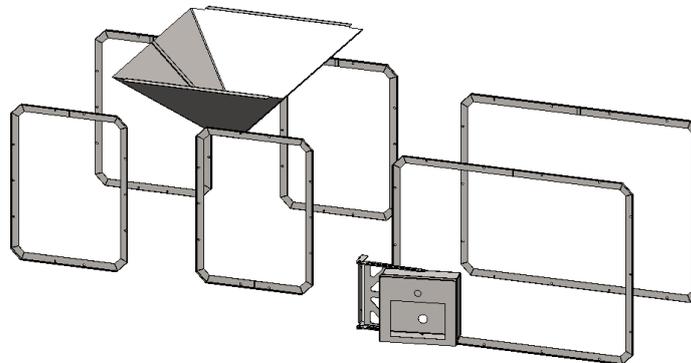


Figura 120 - Embudo tolvá marcos y elementos de sujeción de pantalla a fabricar mediante corte por láser y plegado de chapa

Las piezas que pueden ser observadas a continuación (Figura 121), están conformadas mediante **tronzado** de una varilla y posterior trabajo de **forja en frío y punzonado** para conformar la parte plana con el agujero y que de este modo pueda ser unida al carrillón que realiza el bloqueo de las puertas. En el extremo, se realiza un acabado en punta para que la varilla entre mejor en el alojamiento.



Figura 121 - Varilla de cierre conformada mediante tronzado, forja en frío y punzonado

Las ventanas de metacrilato (Figura 122) están conformadas mediante **fresado** sin refrigerante, para evitar que este contamine o ataque la superficie y genere un mal acabado.

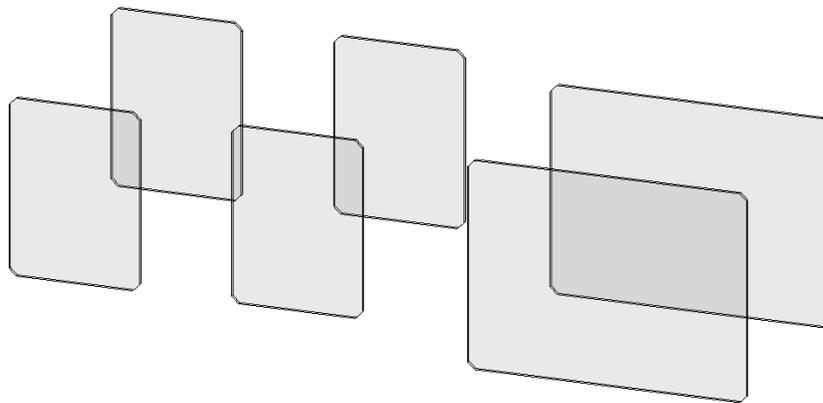


Figura 122 - Ventanas de metacrilato conformadas mediante fresado

Las escuadras (Figura 123) se mecanizan con ingletador de sierra circular, ya que deja un gran acabado en los extremos **tronzados**. Posteriormente se mecanizan los agujeros con **taladro**.

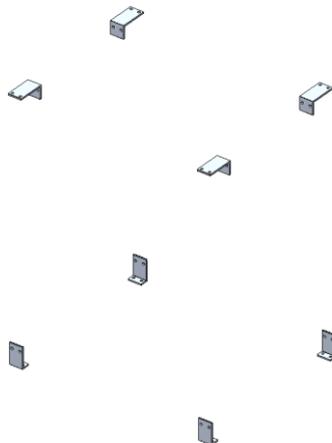


Figura 123 - Escuadras mecanizadas con ingletadora y posterior mecanizado de agujeros mediante taladro.

A modo de resumen adjuntamos la siguiente tabla donde se observan las piezas de diseño propio con el material y proceso/s de fabricación mediante los que se conforman y la cantidad de cada una:

PIEZAS PARA FABRICAR ESTRUCTURA + RESGUARDOS				
Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
P26	Estructura bancada	Acero al carbono no al	Corte, soldadura y taladrado	1
P33	Resguardo UI 1	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P34	Resguardo UI 2	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P35	Resguardo UI 3	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P36	Resguardo puerta UI 1	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P37	Resguardo puerta UI 2	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P38	Resguardo puerta UI 3	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P39	Resguardo puerta UI 4	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P40	Resguardo UC 1	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P41	Resguardo UC 2	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P42	Resguardo UC 3	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P43	Resguardo UC 4	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P44	Resguardo UC 5	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P45	Resguardo UC 6	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	2
P46.1	Resguardo puerta UC 1 - Derecha	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P46.2	Resguardo puerta UC 1 - Izquierda	Acero galvanizado	Corte y plegado de chapa	1
P47	Estructura UC resguardos superiores	Acero al carbono no al	Corte, soldadura y taladrado	1
P48	Estructura UI resguardos superiores	Acero al carbono no al	Corte, soldadura y taladrado	1
P49.1	Escuadra cadena portacables - Fija	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P49.2	Escuadra cadena portacables - Móvil	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P50	Varilla cierre I	Acero al carbono no al	Corte, forjado en frío y punzonado	4
P51	Varilla cierre S	Acero al carbono no al	Corte, forjado en frío y punzonado	4
P56	Embudo tolva	Acero Inox. AISI 304	Soldadura	1
P59	Ángulo amarre superior puerta corredera	Aluminio 6063-T5	Mecanizado	4
P60	Ángulo amarre inferior puerta corredera	Aluminio 6063-T5	Mecanizado	4
P61.1	Protector transparente puertas - UC	Polimetilmetacrilato (PMMA)	Mecanizado	2
P61.2	Protector transparente puertas - UI	Polimetilmetacrilato (PMMA)	Mecanizado	4
P62.1	Marco protector transparente puertas - UC	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P62.2	Marco protector transparente puertas - UI	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	4
P63	Caja pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P64	Tapa caja pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P65	Brazo amarre pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P66	Escuadra amarre pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1

Tabla 12 – Piezas, materiales y procesos de fabricación de la Estructura + resguardos

4.3.2 Unidad de inyección (UI)

- **Materiales**

Las piezas que se ven en la continuación (Figura 124), están pensadas para ser conformadas con **Acero 1.2343**. Este es un acero muy indicado para trabajos en caliente (entre 200°C y 350°C). Las condiciones de temperatura a las que se verán expuestos estos componentes estarán comprendidas en este rango por lo que se considera una buena opción para el conformado de las mismas.

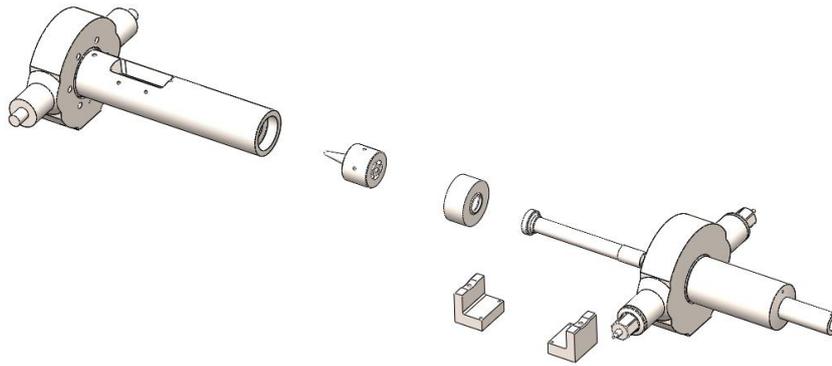


Figura 124 - Piezas fabricadas con Acero 1.2343

La pieza que se observa a continuación (Figura 125), está pensada para ser conformada con **Aluminio 6061**. Se ha elegido Aluminio por su facilidad para ser mecanizado, además de la ligereza que puede dar a una pieza que no va a tener que soportar grandes deformaciones al estar apoyada en perfiles IPE100.

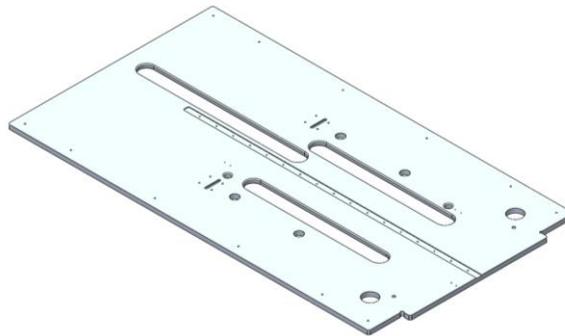


Figura 125 - Pieza fabricada en Aluminio 6061

Las piezas que se encuentran a continuación (Figura 126), están pensadas para ser conformadas con **Acero inoxidable AISI 304**. Se ha elegido este material para que pueda resistir la humedad y por su buen comportamiento en el corte por láser y el plegado de chapa. Además, a la tolva se le añaden unas ventanas de metacrilato pegadas para poder observar el nivel de plástico en granza que queda en la misma.

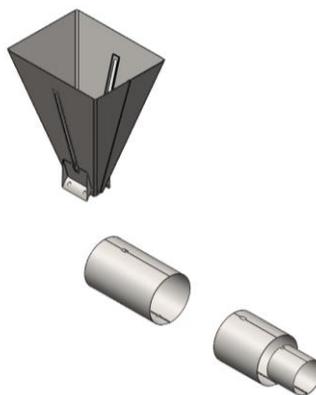


Figura 126 - Piezas fabricada con AISI 304

A continuación, se observa las piezas (Figura 127) fabricadas en acero 1.8901. se ha seleccionado por las condiciones mecánicas a las que se van a ver sometidas.

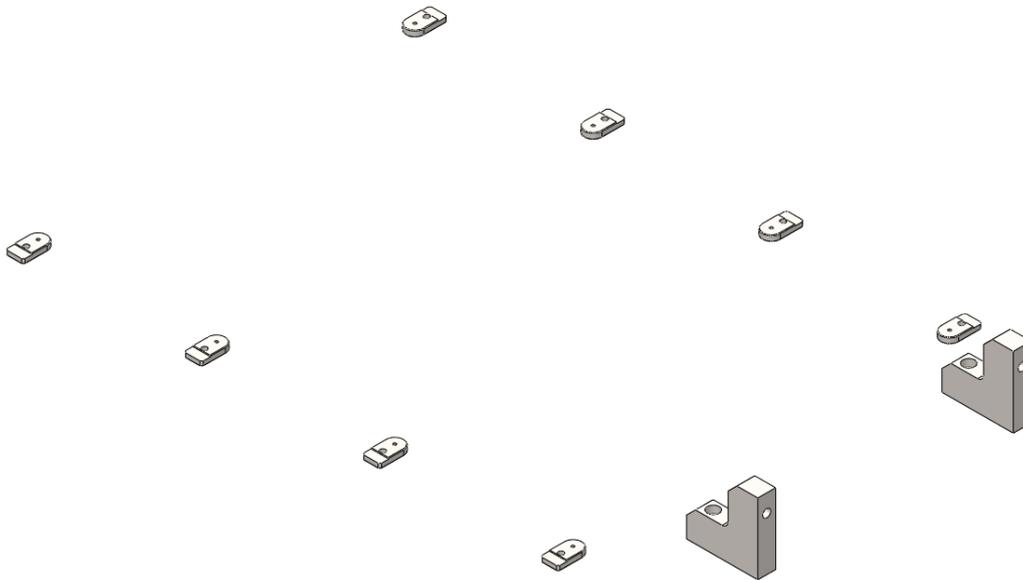


Figura 127 - Piezas fabricadas con acero 1.8901

• Procesos de fabricación

Las piezas que hay a continuación (Figura 128), están pensadas para ser conformadas mediante **torneado** y algunos acabados realizados mediante mecanizado por fresado. Se eligen estos procesos por las buenas tolerancias geométricas y dimensionales que se pueden conseguir y por la posibilidad de generar geometrías relativamente complejas.

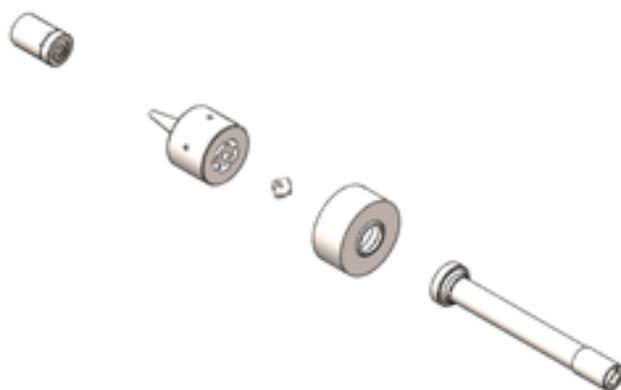


Figura 128 - Piezas a fabricar por torneado

Las piezas que se observan a continuación (Figura 129), están pensadas para ser conformadas mediante **mecanizado por torneado y fresado**. Se trata de dos piezas que posteriormente se unen mediante soldadura para conseguir la pieza final que se observa

en la imagen. Así se evita desechar gran cantidad de material en el mecanizado reduciendo costes y generando un menor impacto ambiental.

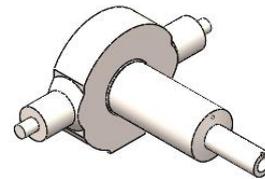
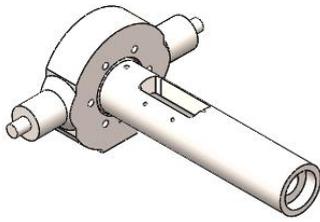


Figura 129 - Piezas a fabricar por mecanizado por torneado, fresado y posterior soldadura

Las piezas que se ven a continuación (Figura 130), están pensadas para ser conformadas mediante **procesos de mecanizado por fresado**. Debido a las geometrías se considera la mejor forma de fabricar las piezas guardando unas buenas tolerancias dimensionales y geométricas para facilitar el ensamblaje con el resto de las piezas.

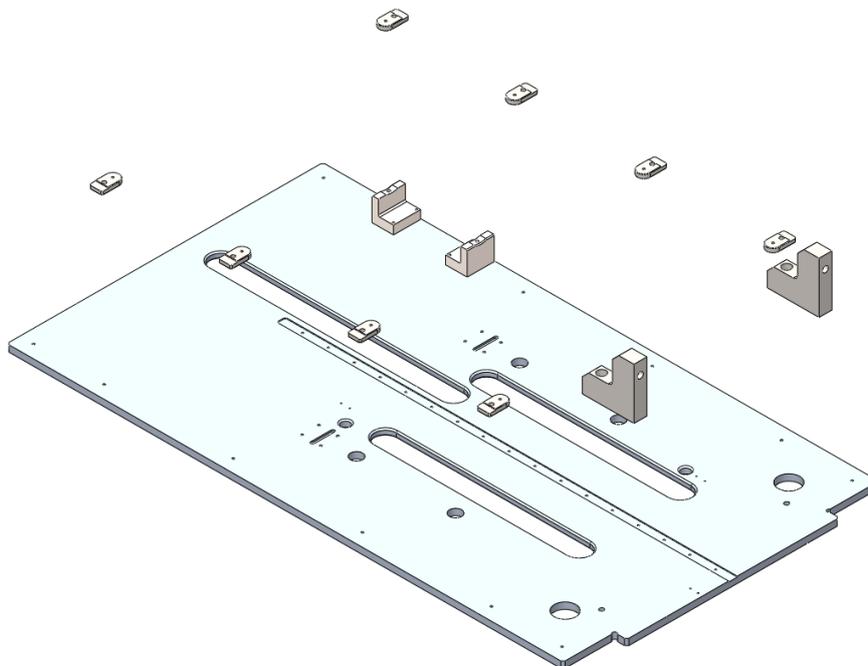


Figura 130 – Piezas fabricadas mediante fresado

Las piezas que se ven a continuación (Figura 131), están conformadas mediante **corte por láser y doblado de chapa**. En el caso de la tolva, además, se realiza una unión por soldadura de los bordes que quedan solapados y se unen las dos partes que se cortan y pliegan por separado para desechar el mínimo material.

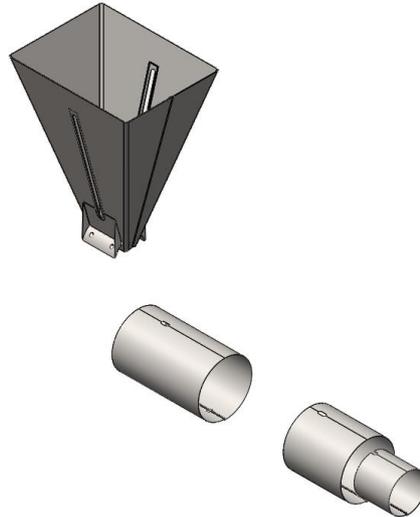


Figura 131 - Piezas fabricados mediante corte y plegado de chapa

A modo de resumen adjuntamos la siguiente tabla donde se observan las piezas de diseño propio con el material y proceso/s de fabricación mediante los que se conforman y la cantidad necesaria de cada una para la máquina:

PIEZAS PARA FABRICAR UNIDAD DE INYECCIÓN				
Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
SP01	Camara preplastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP02	Camara inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP03.1	Brida actuadores inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP03.2	Brida actuadores preplastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P01	Camara preplastificación+brida	Acero 1.2343	Mecanizado + Soldadura	1
P02	Torpedo	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P03	Brida embolo inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P04	Embolo inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P05	Tolva	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa + Soldadura	1
P06	Tope valvula embolo	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P07	Camara inyección+brida	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P08	Extensor empuje aproximación UI	Acero 1.2343	Mecanizado	2
P18	Base soporte unidad inyección	Aluminio 6061	Mecanizado	1
P21	Amarre de palanca UI y UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	18
P22	Tapa torpedo	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P23	Soporte unidad de inyección-patin	Acero 1.2343	Mecanizado	4
P24	Recoge-granza protector rail	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.1	Carcasa aislante resistencias - Larga	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.2	Carcasa aislante resistencias - Corta	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.3	Carcasa aislante resistencias - Diametro pequeño	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P52	Escuadra sensor posición UI	Acero 1.2343	Mecanizado	2
P55	Escuadra unión UI-UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P58	Embolo pre-plastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1

Tabla 13 – Piezas, materiales y procesos de fabricación de la Unidad de Inyección

4.3.3 Unidad de cierre (UC)

Este subconjunto está formado por numerosos componentes y algunos de ellos son elementos comerciales. Al estar sometidos a cargas grandes para conseguir el correcto sellado de las placas del molde la selección del material ha sido una parte muy importante del proceso de diseño. A continuación, se procede a describir por grupos los aspectos comentados.

- **Materiales**

Las piezas que se observan a continuación (Figura 132), están pensadas para ser conformadas con **Acero 1.7225**. Un material que se utiliza para barras rectificadas y con un buen comportamiento a tracción. Es muy usado para ejes y columnas guía y como se puede ver en la imagen todos estos elementos cumplen esas funciones.

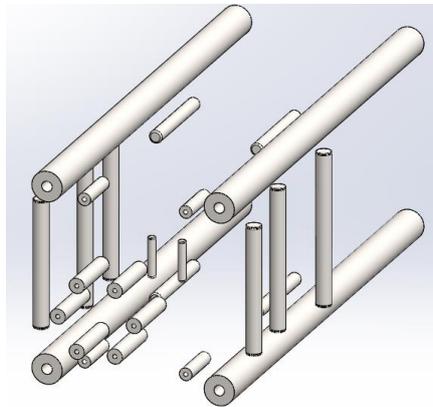


Figura 132 – Piezas fabricadas en Acero 1.7225

Las piezas que se ven a continuación (Figura 133), están pensadas para ser conformadas con **Acero 1.8901**. Un material con un gran módulo de Young. Teniendo en cuenta que estas piezas van a tener que soportar grandes esfuerzos de compresión se considera una buena opción para mantener la integridad de cada pieza y del conjunto.

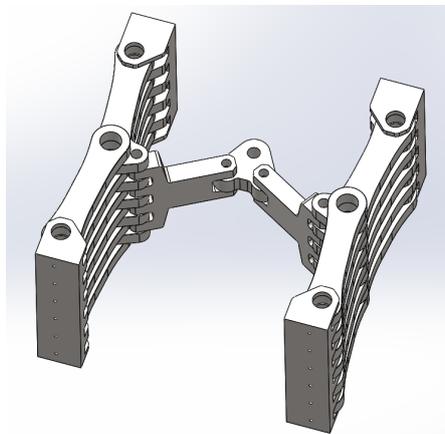


Figura 133 - Piezas fabricadas con Acero 1.8901

Las piezas que se encuentran a continuación (Figura 134), están pensadas para ser conformadas con **Acero 1.2367**, un material comúnmente utilizado para la construcción de placas de molde y las placas de amarre de estos mismos debido a su gran dureza y alto Modulo de Young.

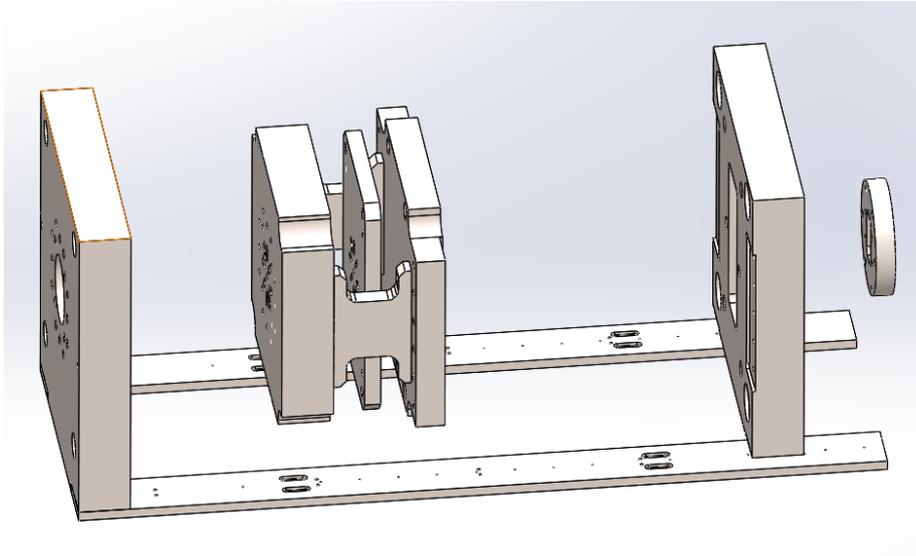


Figura 134 - Piezas fabricadas con Acero 1.2367

- **Procesos de fabricación**

Las piezas que se observan a continuación (Figura 135), están pensadas para ser conformadas mediante **torneado** para dividir los redondos rectificadas en las piezas necesarias, y más concretamente mediante **tronzado** y posterior **taladrado** y **conformado de rosca** en sus extremos, para poder amarrar los elementos a las placas y otros componentes.

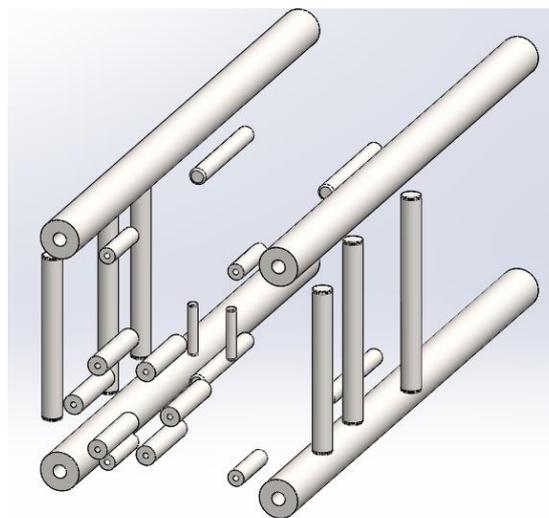


Figura 135 - Piezas a fabricar mediante torneado y roscado en extremos

Las piezas que se observan a continuación (Figura 136 y Figura 137) están pensadas para ser conformadas mediante diferentes **operaciones de fresado**, para conseguir buenas tolerancias dimensionales y geométricas. Principalmente las tolerancias geométricas, dimensionales y de posición más necesarias de aplicar serán las que afecten a la unión con los moldes ya que estos deben de tener un buen posicionado de las placas que contactan.

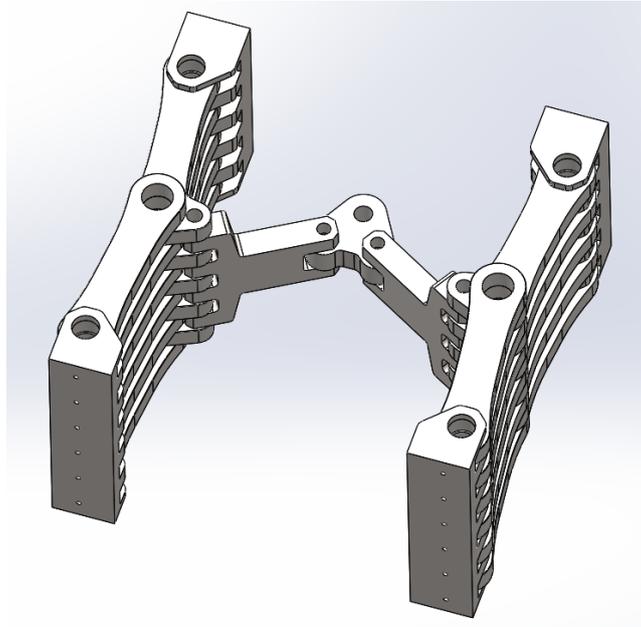


Figura 136 - Piezas a fabricar mediante operaciones de fresado

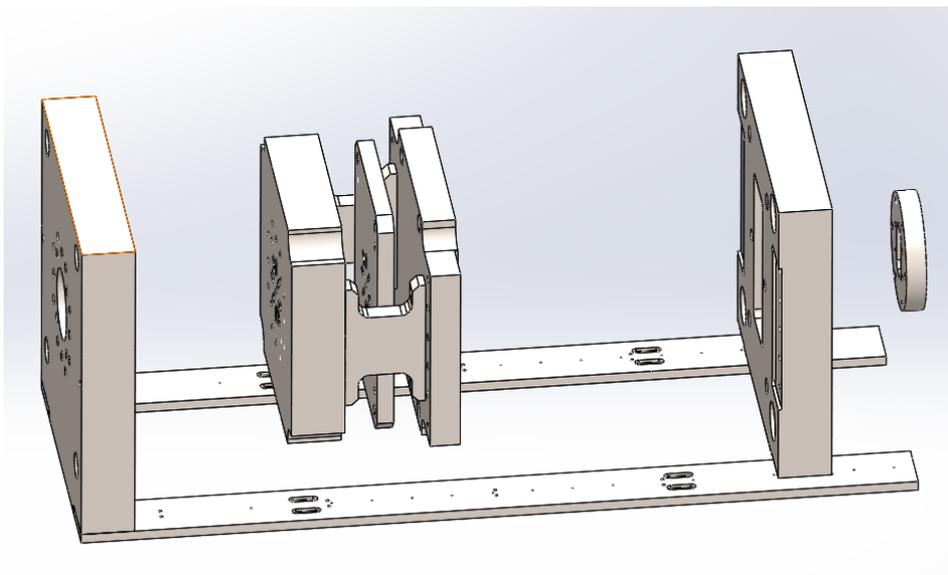


Figura 137 - Piezas a fabricar mediante operaciones de fresado

A modo de resumen adjuntamos la siguiente tabla donde se observan las piezas de diseño propio con el material y proceso/s de fabricación mediante los que se conforman y la cantidad de cada una:

PIEZAS PARA FABRICAR UNIDAD DE CIERRE				
Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
P09	Placa fija	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P10	Columna	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P11	Placa móvil de empuje	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P12.1	Barra mecanismo rodillera - L	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	10
P12.2	Barra mecanismo rodillera - Recta	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	12
P13	Barra accionamiento mecanismo	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	1
P14	Placa amarre actuador	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P15.1	Bisagra mecanismo - Móvil	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P15.2	Bisagra mecanismo - Fija	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P16	Barra union	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P17	Placa actuador cierre	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P19.1	Eje mecanismo rodillera 30 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P19.2	Eje mecanismo rodillera 30 - Medio	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P19.3	Eje mecanismo rodillera 30 - Largo	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P20.1	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P20.2	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P21	Amarre de palanca UI y UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	18
P28	Placa móvil	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P29	Placa tope sistema expulsión	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P30	Columna empuje	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P31	Amarre placas móviles	Acero 1.2367	Mecanizado	2
P32	Tope columna empuje	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P53	Soporte guías placa móvil	Acero 1.2367	Mecanizado	2
P54.1	Unión placa móvil molde-patines - Ancho	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P54.2	Unión placa móvil molde-patines - Estrecho	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P57	Separador placas actuador cierre	Acero 1.7225	Mecanizado	6

Tabla 14 – Piezas, materiales y procesos de fabricación de la Unidad de Cierre

4.3.4 Carro

Este subconjunto solo tiene una pieza a conformar (Figura 138), ya que el resto de elementos son componentes comerciales. Está formado por diferentes elementos de perfilaría y chapa los cuales son cortados doblados y soldados entre sí para formar la estructura.

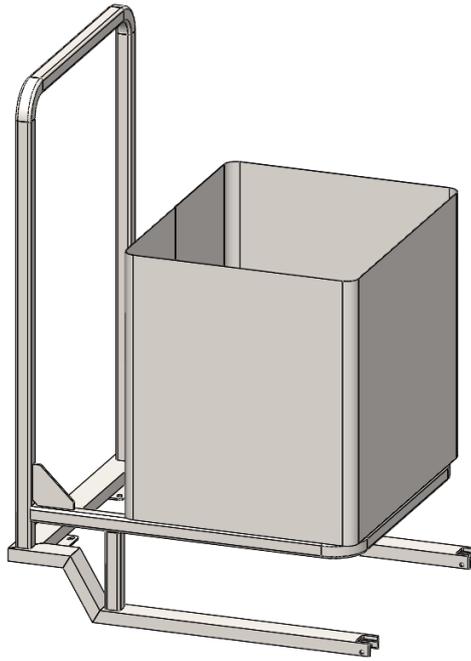


Figura 138 - Carro de recogida

- **Material**

Está conformado con perfiles cuadrados de 30x30mm, chapa de 1, 3 y 5mm y perfil en U de 50x25mm. Estos están compuestos todos por **acero al carbono no aleado**.

- **Procesos de fabricación**

Se conforman los perfiles cuadrados tronzándolos y realizando el doblado con una dobladora de tubos a los que así lo exigen. Las chapas se cortan con láser. Los perfiles en U se cortan con sierra ingletadora, y mediante fresado en el extremo para generar el espacio que precisan los rodillos de Nylon. Posteriormente todos los elementos se unen mediante soldadura MIG/MAG. Para finalizar, solo quedaría pintar el carro para proteger de la corrosión y estaría acabado a falta de ensamblarlo con los componentes que le corresponden.

4.4 Automatización y control

Para el correcto funcionamiento de la máquina de forma autónoma se precisa de un sistema eléctrico (con la correcta conexión de todos los componentes y accionamientos eléctricos), los accionamientos hidráulicos, y el sistema de control que hace funcionar los anteriores de forma autónoma y controlando que se fabriquen de forma correcta.

4.4.1 Diagrama hidráulico

A continuación, se presenta el diagrama hidráulico de la máquina, donde se puede observar un esquema de como estarían dispuestos los actuadores hidráulicos en la inyectora y cuáles son las válvulas que los accionan. Se pueden ver en la parte superior de la imagen (Figura 139) los actuadores y a que parte de la máquina pertenecen y trabajo que realizan, más abajo los elementos de control (electro-válvulas), y en la parte inferior de la máquina los elementos de alimentación y potencia del circuito.

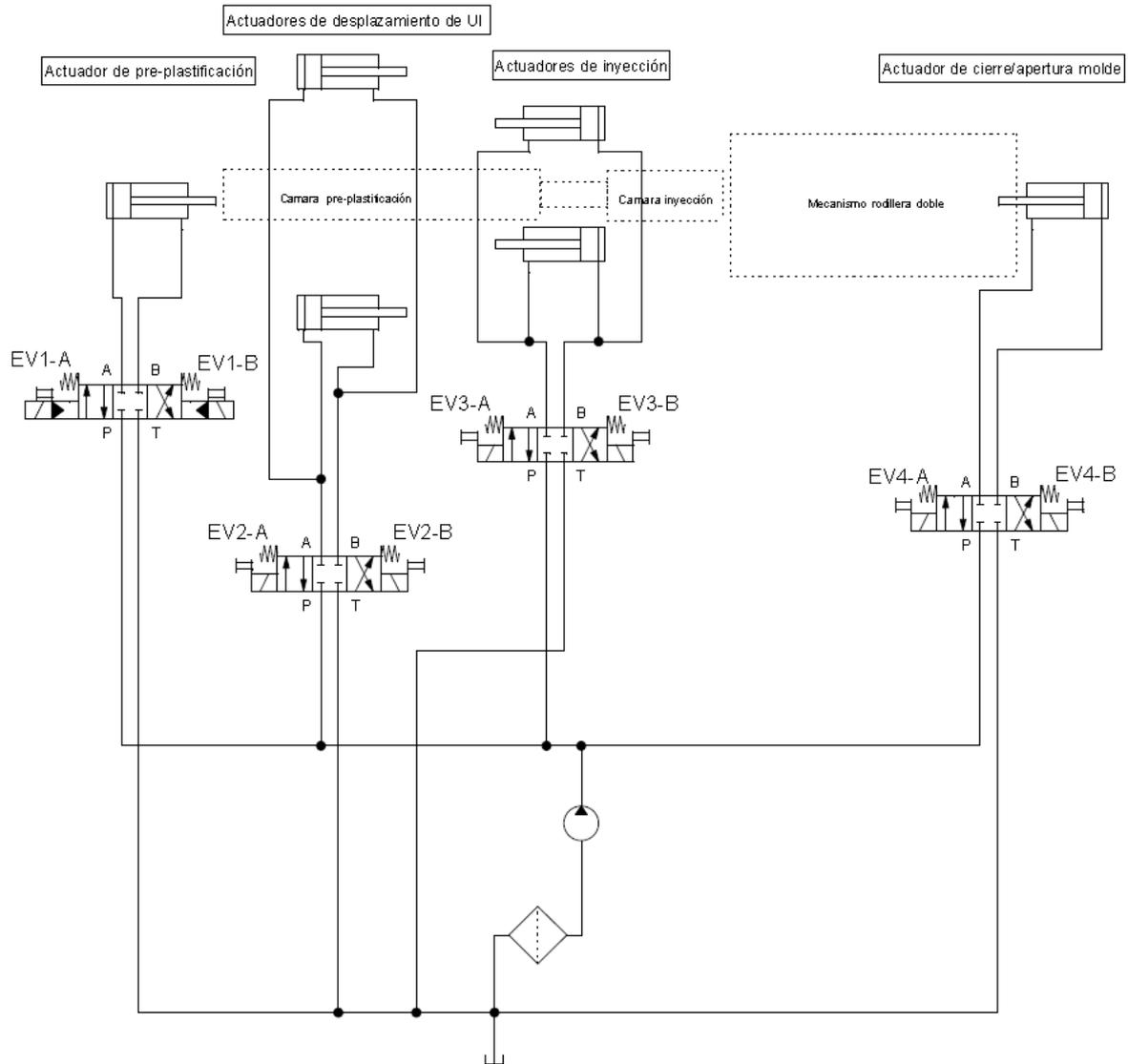


Figura 139 - Esquema hidráulico de la máquina

4.4.2 Diagrama eléctrico

El diagrama eléctrico (Figura 140) representa todos los elementos accionados eléctricamente en el conjunto. Se puede observar que existen 3 tensiones diferentes usadas en la máquina.

En primer lugar, la alimentación general a la máquina que es la trifásica para la unidad de presión que exige una potencia más elevada. En segundo lugar, 220V en monofásica para las resistencias calefactables. Y por último encontramos el resto de elementos que están alimentados a 24V.

Se ha usado un transformador que alimenta al PLC y el resto de elementos son alimentados por el mismo PLC.

A continuación, se puede ver una tabla con la identificación de cada elemento:

Elemento	Identificador
Sondas de temperatura	TS1: Temperatura Pre-plastificación
	TS2: Temperatura Inyección
	TS3: Temperatura Boca Inyección
	TS4: Temperatura Placa Fija Molde
	TS5: Temperatura Placa Movil Molde
Sensores inductivos	SI1: UI en posición de trabajo
	SI2: Molde abierto
	SI3: Molde cerrado
	SI4: Actuador Pre-plastificación retraído
Detectores puertas	DP1: Puertas UI abiertas
	DP2: Puertas UP abiertas
	DP3: Puertas UC abiertas
Resistencias calefactables	R1: Pre-plastificación
	R2: Inyección
	R3: Boca Inyección
	R4: Placa Fija Molde
	R5: Placa Movil Molde
Accionamiento electroválvula	EV1-A: Empuje plástico pre-plastificación
	EV1-B: Retracción vástago pre-plastificación
	EV2-A: Acercamiento unidad de inyección a posición de trabajo
	EV2-B: Retirada unidad de inyección a posición de reposo
	EV3-A: Inyección plástico en cavidad molde
	EV3-B: Llenado cámara inyección
	EV4-A: Apertura molde
	EV4-B: Cierre molde
Alarma	ALM
Electro válvula de refrigeración	EVR

Tabla 15 – Identificación elementos esquema eléctrico

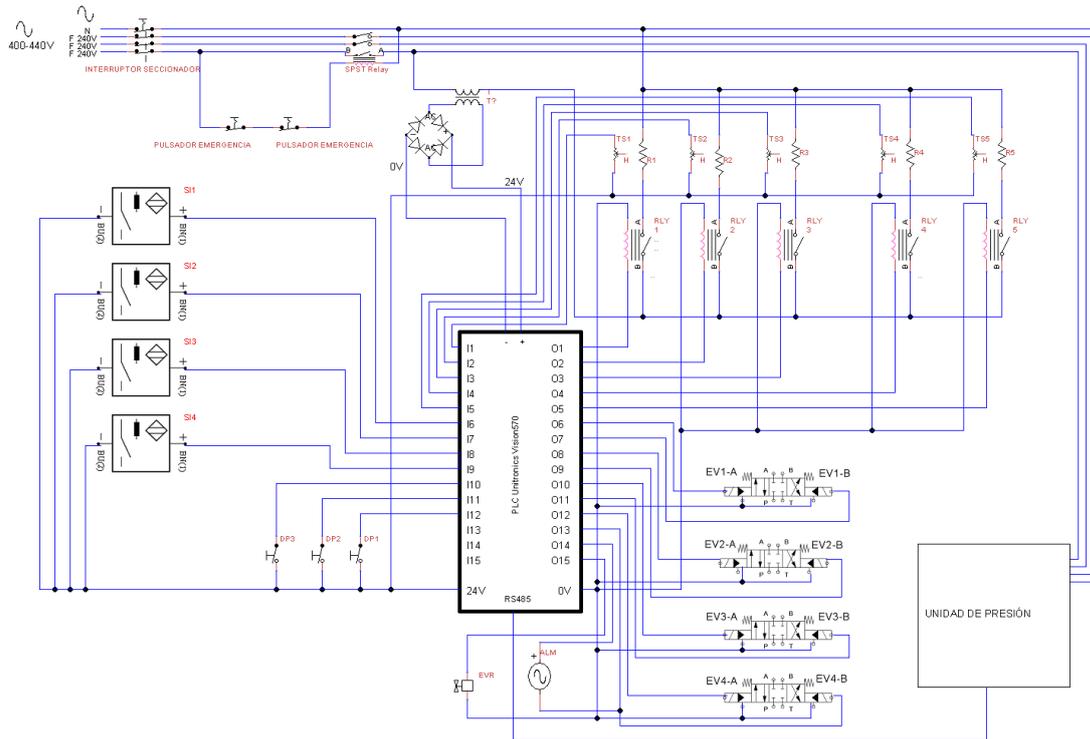


Figura 140 – Esquema eléctrico

Nota: Si se precisa la imagen en un tamaño mayor se puede consultar en el anexo de imágenes 12.2 Esquema eléctrico.

4.4.3 Diagrama de control (Grafcet)

Una máquina de moldeo por inyección como la tratada en este documento debe ser capaz de funcionar de forma autónoma mediante la comunicación del PLC con todos los elementos de la misma, así como con el operario, a través de la pantalla HMI.

Para la programación y funcionamiento de la máquina se ha seleccionado un PLC+HMI de la marca **Unihtronics**, como se ha comentado anteriormente. En concreto es el modelo **Vision 570** (Figura 146) con el módulo de conexiones **V200-18-E3XB** (Figura 141 y Figura 142). Se ha seleccionado esta marca y modelo porque además permite instalar módulos que amplían el número de conexiones y entradas y salidas en caso de ser necesario.

Inputs				
Snap-in I/O Modules	Digital (isolated) ¹	HSC/Shaft-encoder ¹	Analog	Temperature Measurement
V200-18-E3XB	18 pnp/npn	2 10kHz 32-bit	4 (Isolated) Thermocouple, PT100, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA 14-bit	

Figura 141 - Entradas del PLC con el módulo de conexiones V200-18-E3XB

Outputs				
Transistor (isolated) ²	PWM/HSO ²	Relay	Analog	Operating Voltage
2 pnp/npn	2 pnp 0.5kHz nnp 50kHz	15	4 (Isolated) 0-10 V, 4-20mA 12-bit	24VDC

Figura 142 - Salidas del PLC con el módulo de conexiones V200-18-E3XB

Los módulos de expansión seleccionados son el módulo de comunicación **V200-19-RS4** para conectar el PLC con el variador de frecuencia que controla la presión y el caudal de la misma.

Models	Ethernet	RS232/RS485
SAMBA	V100-17-ET2	V100-17-RS4
V130, V350, V430 ¹	V100-17-ET2 V100-S-ET2 ³	V100-17-RS4
V570, V560, V1040, V1210 ²	V200-19-ET2	V200-19-RS4

Figura 143 - Modulo de expansión de comunicación V200-19-RS4

Para finalizar con la configuración del PLC+HMI el módulo de conexiones **IO-ATC8** para tener suficientes conexiones analógicas para las sondas de temperatura y sensores de posición.

Inputs					
Expansion Modules	Digital ⁵	HSC ⁵	Analog	Temperature Measurement	Weight Measurement
IO-ATC8	None	None	8 Thermocouple, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA 14-bit		None

Figura 144 - Entradas módulo de conexiones IO-ATC8

Outputs				
Transistor ⁶	PWM/HSO ₆	Relay	Analog	Operating Voltage
None	None	None	None	Not relevant

Figura 145 - Salidas módulo de conexiones IO-ATC8



Figura 146 – Unitronics Vision 570

Este PLC se programa mediante el Software VisiLogic™. Programa de la misma Unitronics y optimizado para el mismo. Es por esta razón se ha escogido este para el funcionamiento del PLC+HMI.



Figura 147 - VisiLogic™

• Entradas, salidas y variables

A continuación, mostramos cuales son las entradas y salidas del sistema de control Grafcet.

Entradas	Salidas	Variables
TS1: Temperatura Sonda Pre-plastificación	R1: Resistencia Pre-plastificación	UPP: Presión Unidad de Presión
TS2: Temperatura Sonda Inyección	R2: Resistencia Inyección	UPC: Caudal Unidad de Presión
TS3: Temperatura Sonda Boca Inyección	R3: Resistencia Boca Inyección	ENC: Encoder guía lineal
TS4: Temperatura Sonda Placa Fija Molde	R4: Resistencia Placa Fija Molde	
TS5: Temperatura Sonda Placa Movil Molde	R5: Resistencia Placa Movil Molde	
SI1: Sensor inductivo UI en posición de trabajo	EV1-A: Empuje plastico pre-plastificación	
SI2: Sensor Inductivo Molde abierto	EV1-B: Retracción vastago pre-plastificación	
SI3: Sensor Inductivo Molde cerrado	EV2-A: Acercamiento unidad de inyección a posición de trabajo	
SI4: Sensor Inductivo Actuador Pre-plastificación retraído	EV2-B: Retirada unidad de inyección a posición de reposo	
DP1: Detector puertas UI abiertas	EV3-A: Inyección plastico en cavidad molde	
DP2: Detector puertas UP abiertas	EV3-B: Llenado camara inyección	
DP3: Detector puertas UC abiertas	EV4-A: Apertura molde	
M: Marcha	EV4-B: Cierre molde	
P: Paro	ALM: Alarma	
PP: Paro producción	EVR: Electro-valvula Refrigeración	

Figura 148 - Entradas, salidas y variables

- **Entradas:** Aquí se incluyen las sondas que miden la temperatura de la unidad de inyección, en las dos cámaras y en la boca por la que pasa el plástico fundido justo antes de entrar en los conductos que comunican con la cavidad del molde. Tenemos también los sensores inductivos que detectan la posición de la placa móvil del molde y el émbolo de pre-plastificación. Los detectores de las puertas, para saber si se abren y parar automáticamente la máquina. Y, por último, pulsadores en pantalla para Marcha, Paro y el Paro de la producción.

- **Salidas:** Las salidas están compuestas por el grupo de resistencias que calientan el plástico para ser fundido en la Unidad de Inyección, así como el molde en la Unidad de Cierre. Controlan los accionamientos de las electroválvulas de los actuadores hidráulicos. La alarma que avisa en caso de que se abra una puerta mientras la máquina está trabajando y produciendo piezas. Y por último controla la electroválvula de paso de agua que refrigera el molde cuando el plástico está inyectado.
- **Variables:** Estas son la medida de la presión y caudal de la unidad de presión, para no sobrecargar la misma se usan dos perfiles diferentes, tanto de presión como de caudal. Uno para el trabajo normal en la secuencia y otro para el momento de la inyección, donde incluso, podremos poner perfiles de inyección variables en este proceso para que permita realizar una velocidad del frente de flujo lo más constante posible. Esto se hace para evitar defectos de pieza, adaptándose a las geometrías variables de la misma. Además de la medida del encoder, ya que esta va variando constantemente y tenemos que saber dónde se encuentra el émbolo de inyección para conocer el volumen inyectado y/o el que se va a inyectar en ese momento. Es una medición muy importante para tener en cuenta en todo momento para controlar correctamente la inyección.

La automatización de la máquina se realiza mediante diagramas de control Grafcet. En el caso de esta máquina se hace funcionar la misma con un total de 3 Grafcet. Cada uno tiene una finalidad para el correcto funcionamiento general de la máquina.

El primero se encarga del control de marcha y paro y de controlar que ninguna puerta se abra. En caso de apertura de cualquier puerta, pararía todos los movimientos de la máquina.

El segundo, se encarga de controlar constantemente la temperatura de las resistencias, de modo que la viscosidad del material plástico es la óptima en todo momento.

Por último, encontramos el tercero que es el encargado de la secuencia de producción de la inyectora, y que va repitiéndose tantas veces como piezas queremos fabricar.

A continuación, se presentan los grafcet explicando su funcionamiento.

● **G0 – Marcha - paro**

Este grafcet (Figura 149) se encarga de controlar los otros dos grafcet, al mismo tiempo que pararía el funcionamiento de la máquina en caso de apertura de una puerta. Tras la etapa 0, hasta que no pulsemos Marcha, no se iniciaría el grafcet, con lo que no empezaría ni a calentar las resistencias ni, claro está, la producción. Las etapas 1 y 2 corresponden a la activación de los otros grafcet y a continuación, las transiciones DP1,

DP2 y DP3 corresponden a los interruptores de las puertas. Estas activarían el paro de la máquina y con ello el salto de la alarma que avisaría de que hay una puerta abierta.

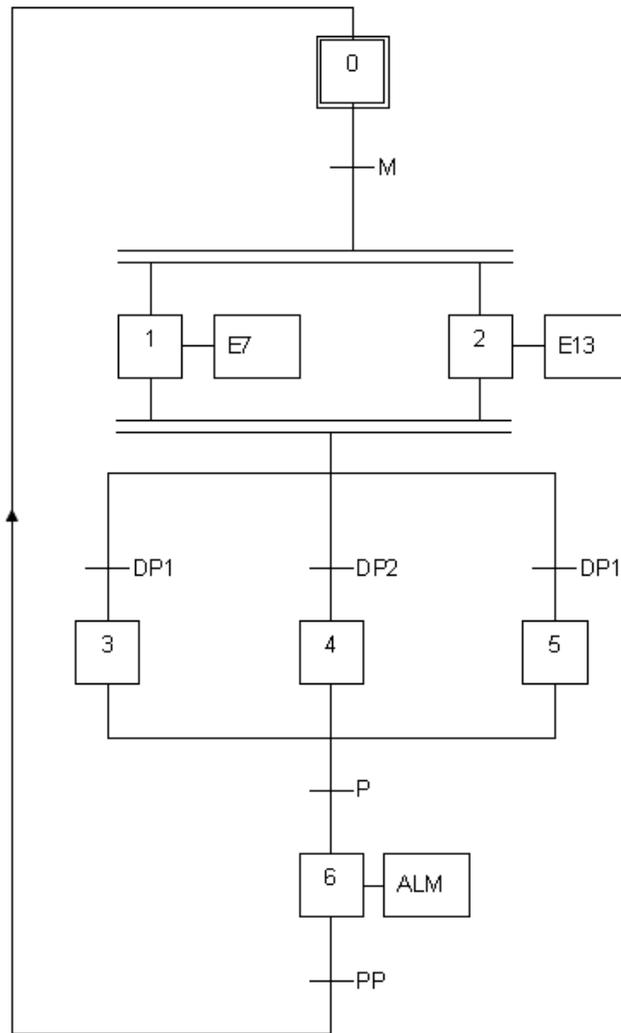


Figura 149 – G0-Marcha-paro

• G1 – Control resistencias

Este graficet (Figura 150) se encarga de controlar que la temperatura en todos los puntos es la correcta. La etapa 7 es activada a partir del graficet G0 y empezaría controlando si la temperatura es la correcta o se encuentra por debajo. Si detecta que es menor de lo indicado (2°C por debajo de la temperatura indicada) activaría la resistencia hasta que esta se encuentre en el valor de 2°C por encima de la temperatura indicada. Con esto nos aseguramos que hay un margen por encima y por debajo de la temperatura para que las resistencias no estén continuamente encendiendo y apagándose.

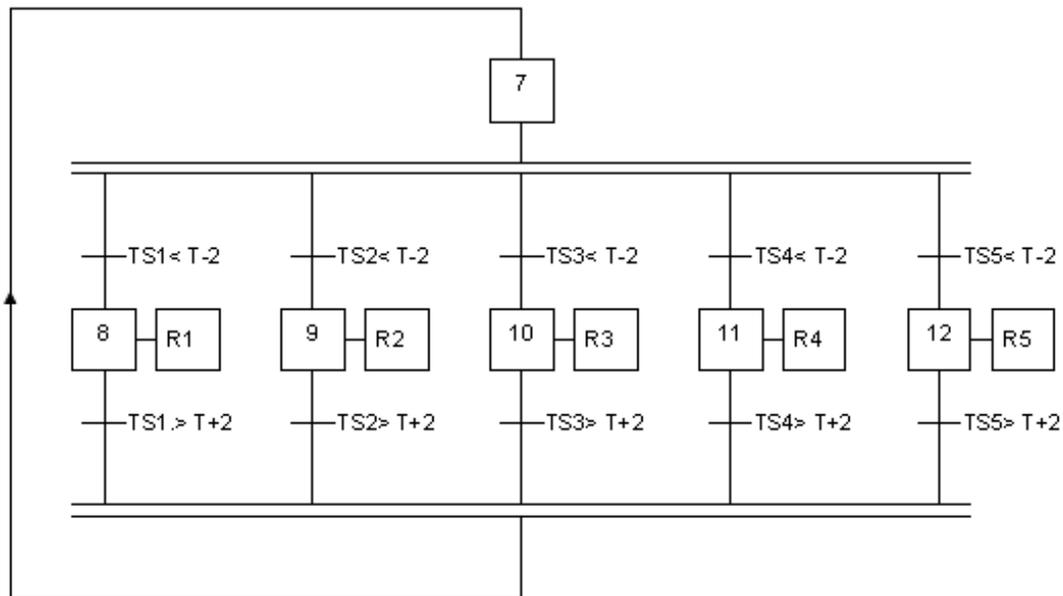


Figura 150 - G1-Control resistencias

• G2 – Secuencia de producción

La etapa 13 es activada desde el G0 (Figura 151). En la parte izquierda del graficet se observa una transición de condición, por la que si no se ha parado la producción y la unidad de inyección no está en posición de trabajo, se activan los actuadores hidráulicos hasta que esta contacta con el molde.

Posteriormente si ya está en posición de trabajo y no se ha parado la producción, empezaría la secuencia de fabricación de piezas. Cerrando el molde en primer lugar hasta que esté cerrado completamente. Posteriormente inyectaría el plástico en la cavidad del molde hasta la cantidad correcta que sería medida por el encoder. Para posteriormente pasar a 3 etapas en paralelo, que corresponden a la compactación del material inyectado con la fuerza que ejerce la pre-plastificación, el enfriamiento del molde hasta la temperatura correcta y tras 2 segundos, empezaría a llenar la cavidad de la cámara de inyección para la siguiente pieza, hasta llegar a la cantidad de plástico a inyectar medida por el encoder. Con lo que tras el tiempo de enfriamiento y compactación el molde se abriría, al mismo tiempo que el émbolo de pre-plastificación se retiraría para la siguiente fase.

En caso de que se activara el pulsador de paro de producción, tras iniciarse el cierre del molde se pararían todas las fases y la unidad de inyección se retiraría a la posición de reposo. En caso de que se quisiera reanudar, se activaría la marcha hasta que pase el tiempo pertinente de control de calentamiento de las resistencias, con lo que se podría iniciar la producción.

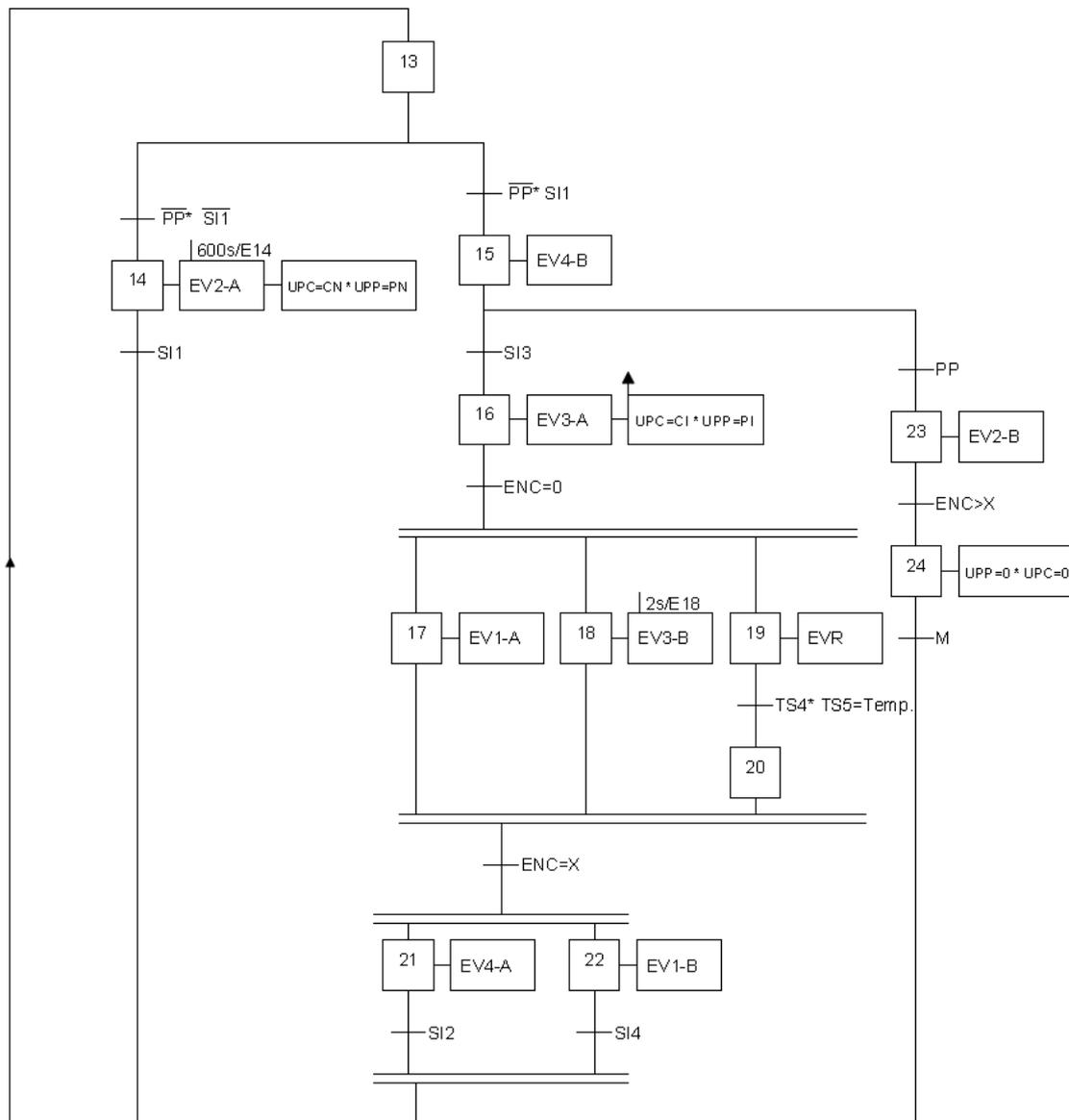


Figura 151 - G2-Secuencia de producción

Además de todo esto, desde la pantalla tendríamos acceso a un menú manual para accionar los actuadores hidráulicos en caso de que se necesite, con lo que podríamos realizar todos los movimientos hasta la posición que se desee, y de este modo poder realizar mejor el mantenimiento, limpieza y reparaciones. Este menú se desactivará en el momento que se abra cualquier puerta, por lo que habría que posicionar donde se desee el actuador y tras esto acceder al interior de la máquina.

4.5 Análisis CAE de resistencia por método de elementos finitos (MEF)

Estos análisis se realizan para asegurar que las piezas, subconjuntos y, por tanto, toda la máquina va a funcionar de forma mecánicamente correcta, sin que ningún componente falle por no poder resistir los esfuerzos estáticos y dinámicos generados por el peso, los actuadores y otros factores que afectan a los mismos.

Para esto se han eliminado los elementos comerciales ya que sobre estos se realizan cálculos con los datos técnicos proporcionados por el fabricante. También se eliminan de los análisis los elementos que se sabe que no van a tener que soportar esfuerzos tan grandes y por tanto no van a fallar.

Para analizar la resistencia de las piezas y subconjuntos se ha usado el complemento Simulation del programa Solid Works 2018

4.5.1 Estructura bancada

Para conocer la rigidez de la Estructura bancada y como podrá resistir el peso de los resguardos superiores y la Unidad de Inyección (UI) y la Unidad de Cierre (UC) se procede a calcular las masas de todos estos elementos.

En primer lugar, la estructura y resguardos de la UI se calculan mediante SolidWorks, ya que se ha aplicado el material a cada componente de diseño propio y con la densidad de cada material el programa nos calcula la masa total del conjunto.

En primer lugar, calculamos la masa de la estructura y los resguardos de la UI como se ve en la imagen (Figura 153) es de $67,618 \text{ kg} \times 9,81 = 663,33 \approx \mathbf{664N}$

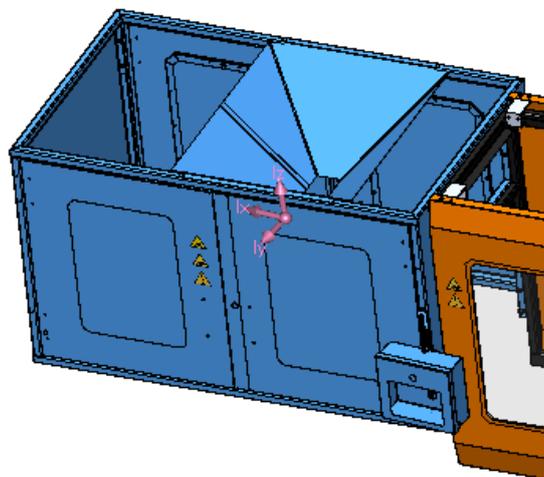


Figura 152 - Resguardos UI

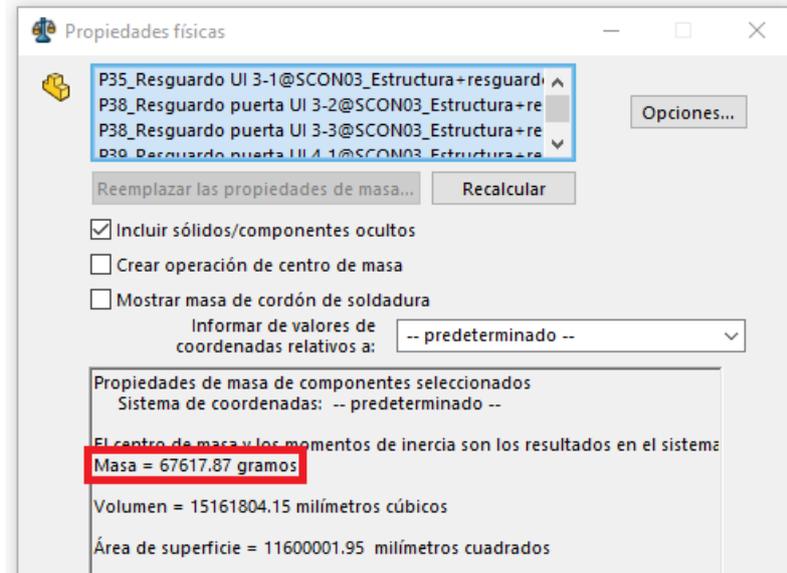


Figura 153 – Masa estructura + resguardos UI

En segundo lugar, calculamos la masa de la estructura y los resguardos de la UC como se ve en la imagen (Figura 155) es de $89,085 \text{ kg} \times 9.81 = 873,92\text{N} \approx \mathbf{874 \text{ N}}$

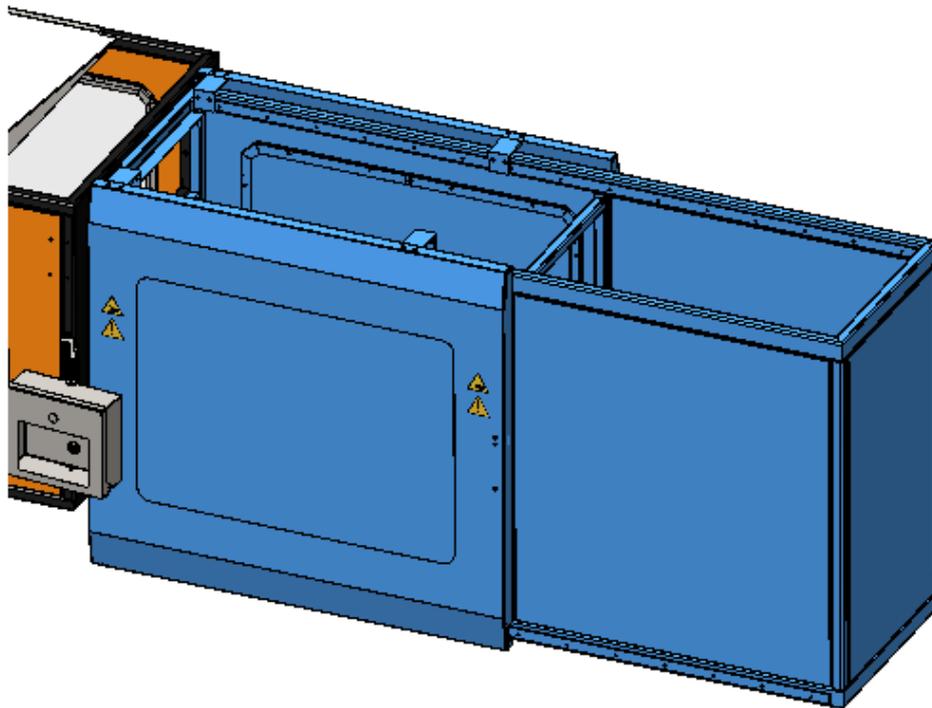


Figura 154 - Resguardos UC

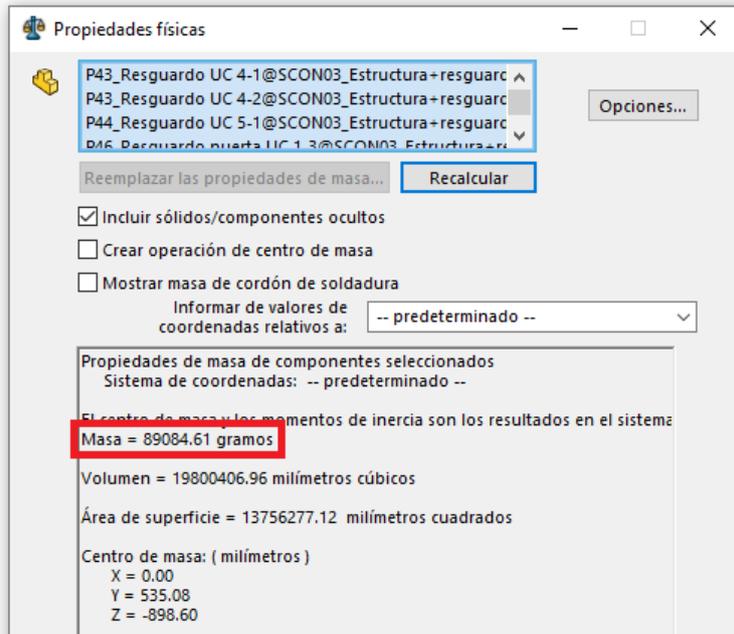


Figura 155 – Masa estructura + resguardos UC

A continuación, faltaría calcular las unidades de cierre y de inyección que se pueden observar en la siguiente imagen (Figura 156). Que son de 155626 g \approx **156 kg** en la UI y de 586182 g \approx **586 kg**.

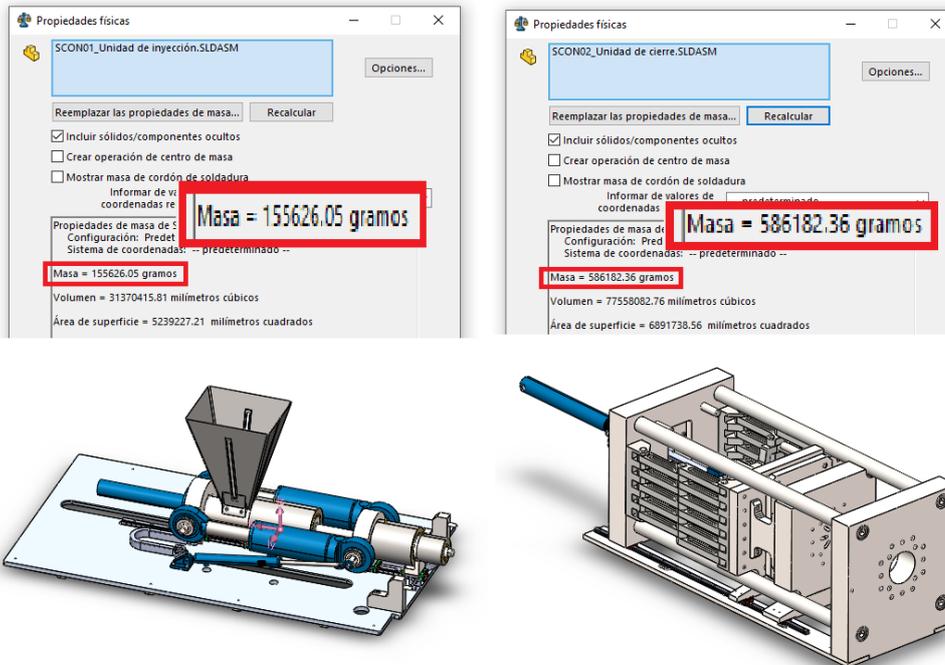


Figura 156 – Masa UI y UC

Además, faltaría añadir el **peso del molde en la UC** que será de unos **125 kg** y del **plástico en la UI** seleccionando PET ya que es el que mayor densidad de los plásticos inyectables será de unos **18 kg**. Además de estos pesos se añadirán unos coeficientes de seguridad por elementos que no se han podido calcular y por el aceite del circuito hidráulico. De este modo estaríamos del lado del caso más desfavorable y si la estructura aguanta, con un peso menor aguantará también.

Con los datos anteriores tendríamos que aplicar las siguientes fuerzas en cada zona:

Unidad de inyección (UI) + resguardos UI

- Masa: $156 + 18 = 174$ kg
- Aplicando coeficiente de seguridad (1,3): $174 \times 1,3 = 226,2$ kg
- Conversión a Newton: $226,2 \times 9,81 = 2219,02$ N
- Añadiendo la masa de los resguardos: $2219,02 + 664 = 2883,02 \approx$
2,88 kN

Unidad de cierre (UC)

- Masa: $586 + 125 = 711$ kg
- Aplicando coeficiente de seguridad (1,3): $711 \times 1,2 = 853,2$ kg
- Conversión a Newton: $853,2 \times 9,81 = 8369,9 \approx$
8,37 kN

4.5.1.1 Condiciones del análisis

Se han definido las sujeciones, cargas aplicadas y condiciones de mallado que vemos a continuación como parámetros que definen el análisis.

• Sujeciones

En el lugar donde van alojadas las patas se han aplicado unas sujeciones con restricción geométrica fija (Figura 157) simulando el contacto de las mismas con el suelo.

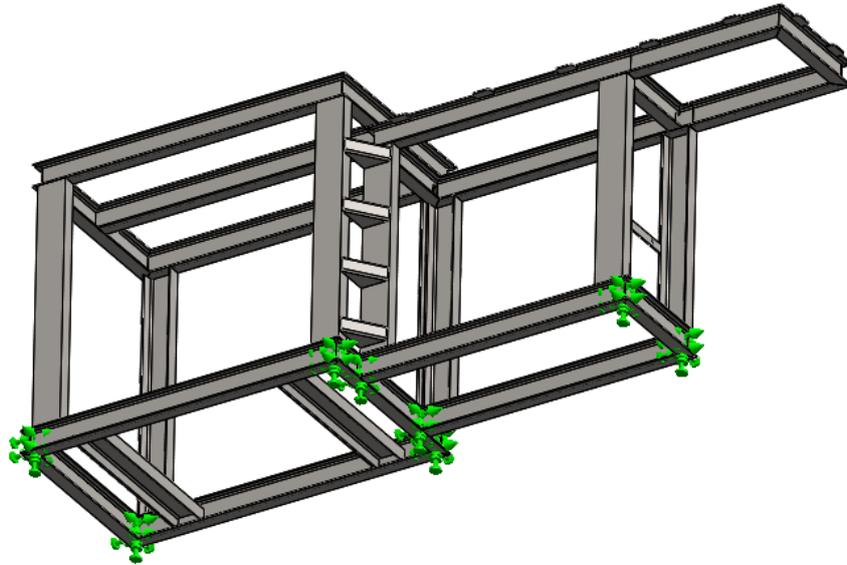


Figura 157 – Sujeciones de geometría fija

• Cargas aplicadas

Se han aplicado cargas simulando el peso de los componentes en las zonas en que contactan con la estructura (Figura 158). Para cada zona se han calculado anteriormente la carga aplicada. Son las siguientes:

- UI: 2,88 kN
- Unidad de Presión: 3000 N
- UC: 8,37 kN
- Resguardos y estructura UC: 874 N

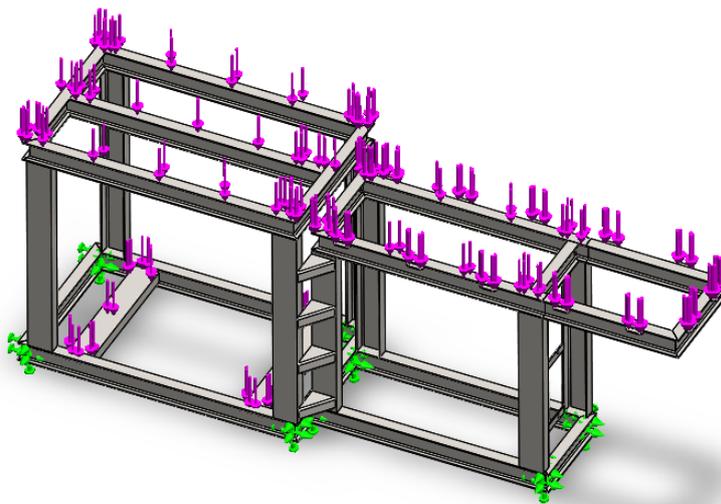


Figura 158 – Cargas aplicadas

• Condiciones de mallado

Se ha generado una malla aplicando las condiciones de mallado que se ven en la imagen (Figura 159).

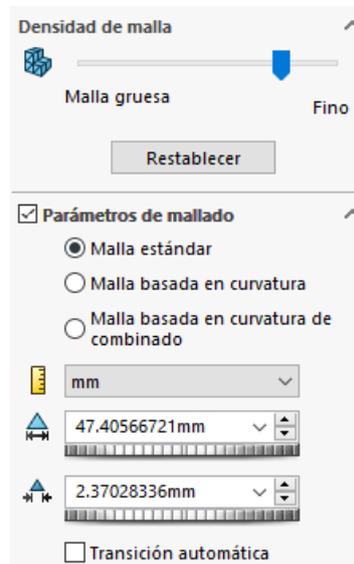


Figura 159 – Condiciones de mallado de la estructura

4.5.1.2 Resultados del análisis estático

A continuación, se observan los resultados de las tensiones y deformaciones sufridas por la estructura con las cargas aplicadas:

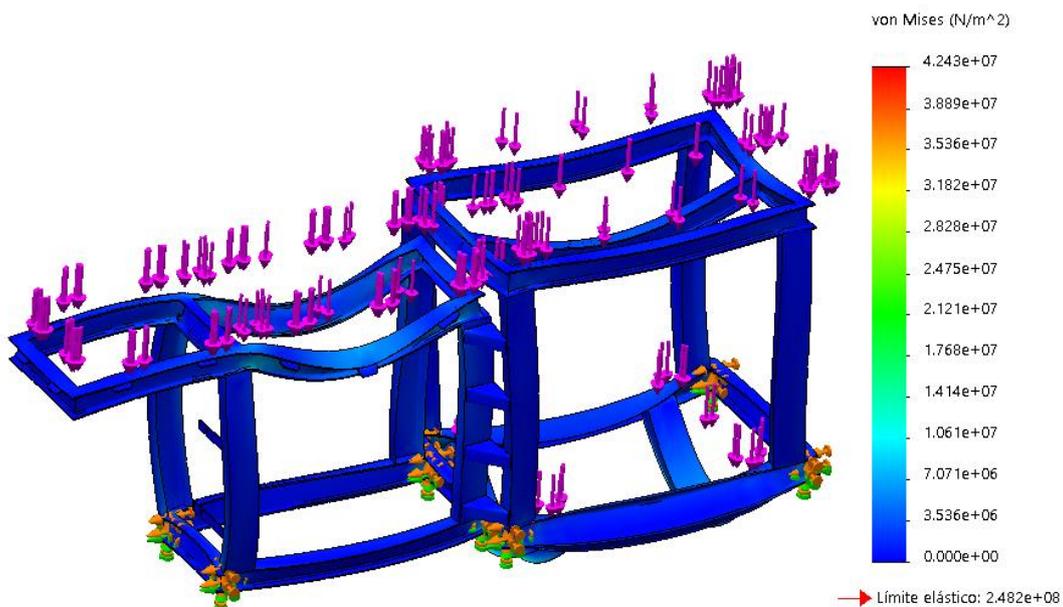


Figura 160 – Tensiones de von Mises (N/mm²)

Como se puede observar, el valor máximo de las tensiones (Figura 160) es de $4,24 \cdot 10^7$ N/mm² cuando el límite elástico se sitúa en $2,482 \cdot 10^8$ N/mm², con lo que las tensiones están lejos de ser problemáticas para la integridad de la estructura, y por tanto de toda la máquina. Además, los desplazamientos sufridos por la estructura (Figura 161) son de 0,114 mm con lo que se puede afirmar que la rigidez de la estructura bancada es correcta.

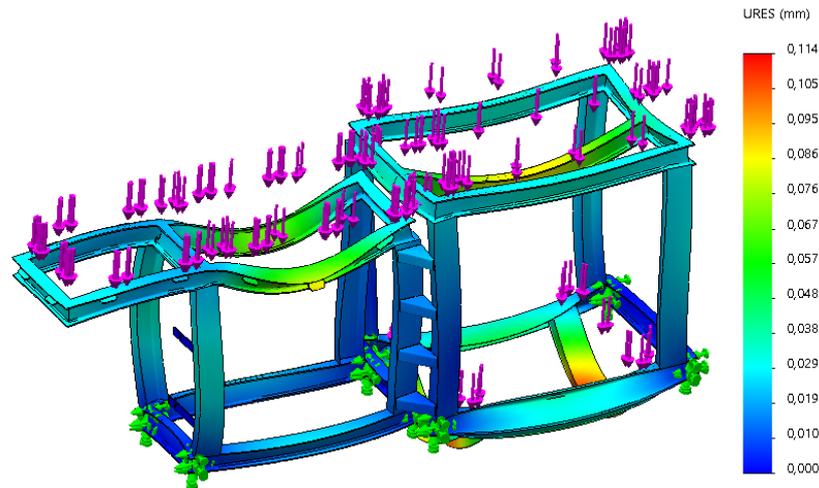


Figura 161 – Desplazamientos (mm)

4.5.2 Barra mecanismo rodillera

Uno de los elementos de la unidad de cierre que sufre una fuerza mayor son las barras del mecanismo de rodillera. Al precisar una fuerza de cierre de 1000kN esta se distribuye entre las barras, pero aun así continúa siendo una carga considerable para el elemento.

En este caso, se ha escogido la barra con configuración en L (Figura 162) ya que además de transmitir la fuerza del actuador hidráulico a través de las barras de empuje, es la que menor número de elementos iguales contiene, por lo que la fuerza y deformación sufrida por las mismas es mayor. Por esto, al ser una barra que va a soportar mayor cantidad de fuerzas y fuerzas mayores es por lo que se ha escogido. A continuación, se presentan las condiciones del análisis.

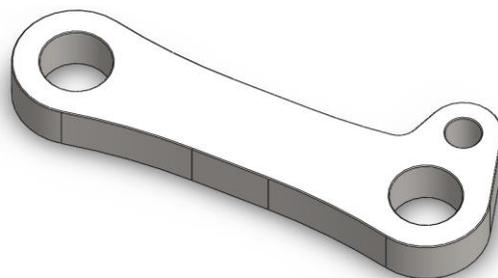


Figura 162 - Barra mecanismo rodillera – L

Sujeciones

Se han añadido los ejes sobre los que rota la barra, para simular las superficies de los pares cinemáticos de rotación, así como para simular la presencia de un elemento que reducirá las deformaciones existentes.

Se ha aplicado restricción de bisagra fija en el eje y control deslizante en la pared (Figura 163) para evitar tensiones y desplazamientos irreales en el estudio ya que estas barras van guiadas por el movimiento del mecanismo y los grados de libertad están muy restringidos.

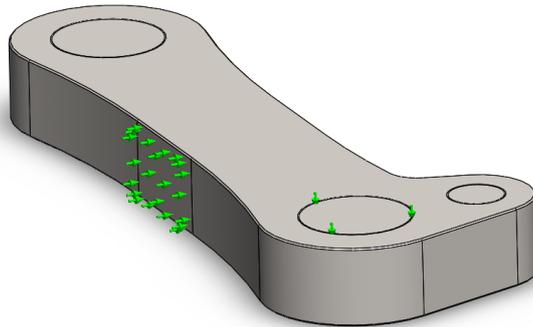


Figura 163 – Sujeciones

Cargas aplicadas

Se ha aplicado la carga proporcional a lo que tendrán que soportar estas barras. Son las que tienen una situación más desfavorable ya que en el caso de la manivela hay 2 más en el conjunto del mecanismo. Es por esto que tienen que soportar una carga mayor cada una de ellas.

En el caso de las barras que se están estudiando, como hay un total de 10, la fuerza de cierre total (1000 kN) se distribuye entre este número de barras. Por esto se observa una carga de compresión (Figura 164) de **100 kN** por barra.

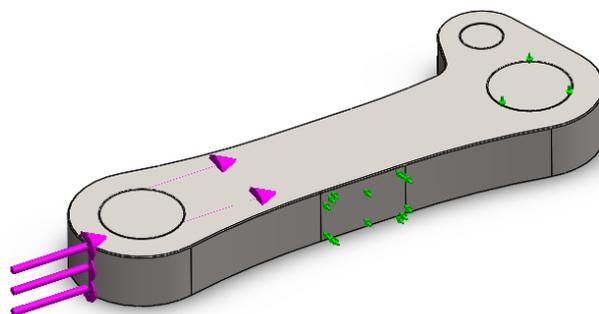


Figura 164 – Fuerza de compresión en barra

Además, y como se ha comentado, esta barra también soporta la fuerza transmitida por la barra de empuje accionada por el actuador hidráulico (Figura 165). Esta fuerza, es del orden de magnitud de 20 kN de valor máximo. Siguiendo el mismo criterio que anteriormente, al estar repartida entre 10 barras, el valor final aplicado en la barra es de **2 kN**.

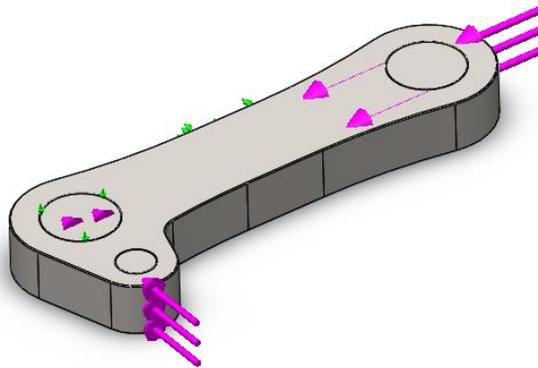


Figura 165 – Fuerza transmitida por la barra de empuje del actuador hidráulico.

• Condiciones de mallado

Se ha generado una malla aplicando las condiciones de mallado que se ven en la imagen (Figura 166).

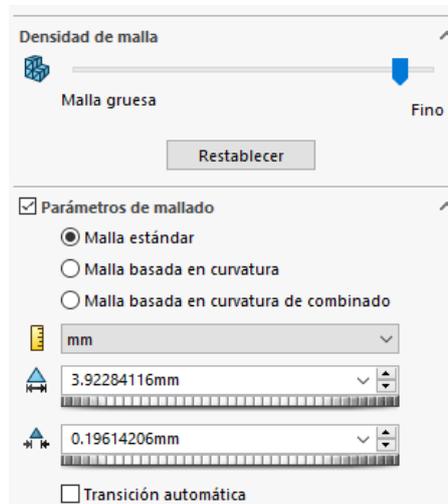


Figura 166 – Condiciones de mallado de la barra

4.5.2.1 Resultados del análisis estático

Tras ejecutar el análisis con las condiciones anteriormente descritas encontramos los siguientes resultados de tensiones y desplazamientos.

Se han obtenido unas tensiones máximas (Figura 167) soportadas en algunos puntos de la pieza de $1,626 \cdot 10^8 \text{ N/mm}^2$, siendo el límite elástico de $3,8 \cdot 10^8 \text{ N/mm}^2$. Con lo que se considera un comportamiento correcto frente a las cargas aplicadas.

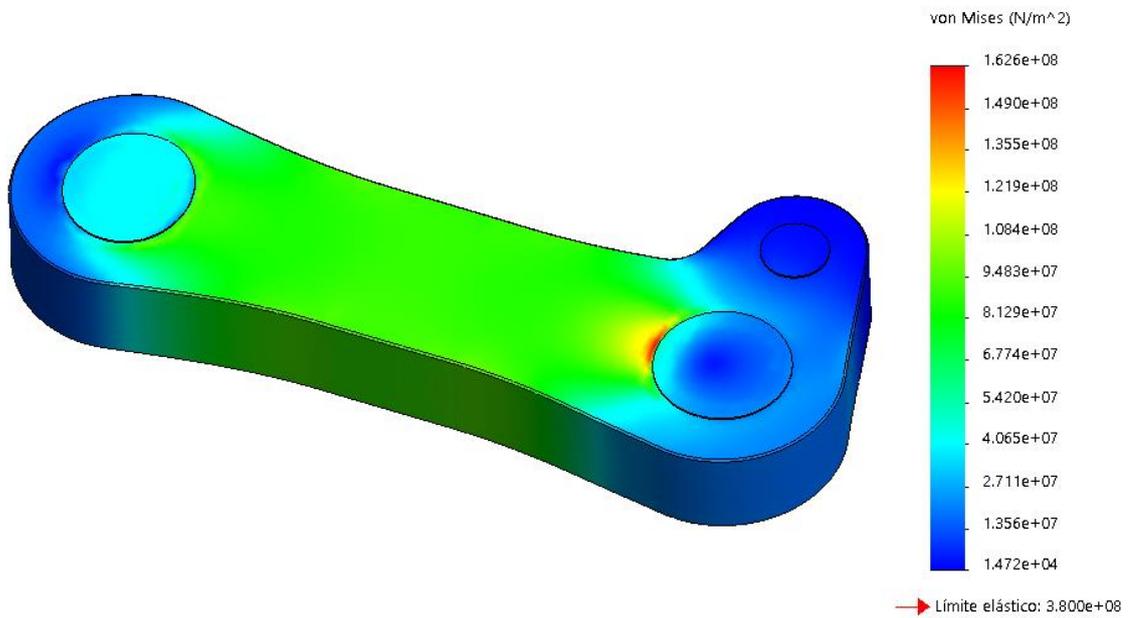


Figura 167 - Tensiones análisis estático (N/mm²)

Los desplazamientos sufridos por la pieza al deformarse con la aplicación de las cargas son de 0.07mm en el punto más desfavorable (Figura 168), por lo que se considera un comportamiento correcto también y el cual no generaría un gran error de posicionamiento y presión de cierre en las caras de contacto de las placas del molde.

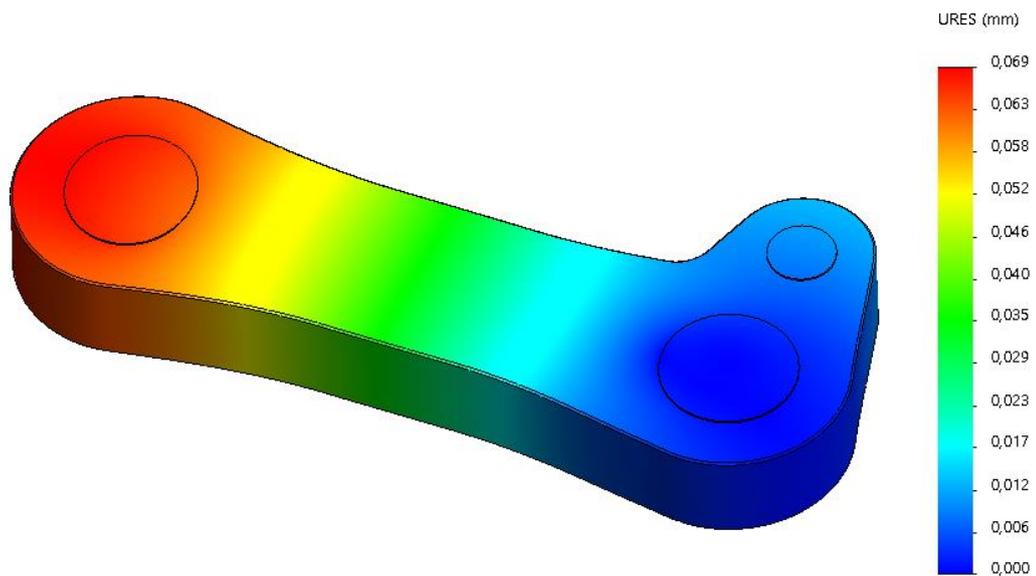


Figura 168 - Desplazamientos análisis estático

4.5.2.2 Resultados del análisis de fatiga

Tras introducir las condiciones del análisis en cuanto a número de ciclos (Figura 169)

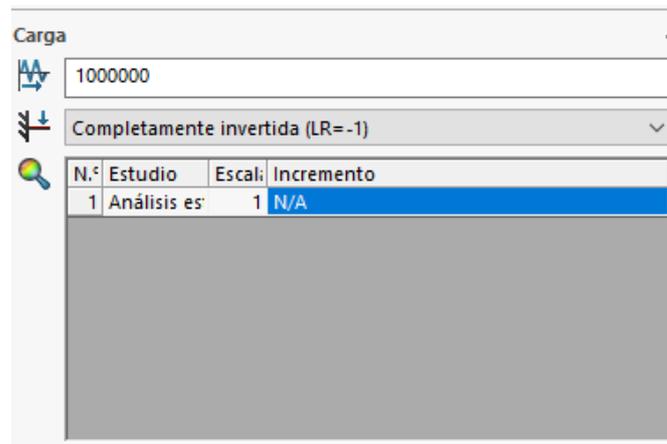


Figura 169 – Ciclos del análisis a fatiga

Se obtiene que aplicando **1·10⁶ ciclos**, que es a partir del cual se considera vida infinita, la pieza aguantaría sin problemas (Figura 170).

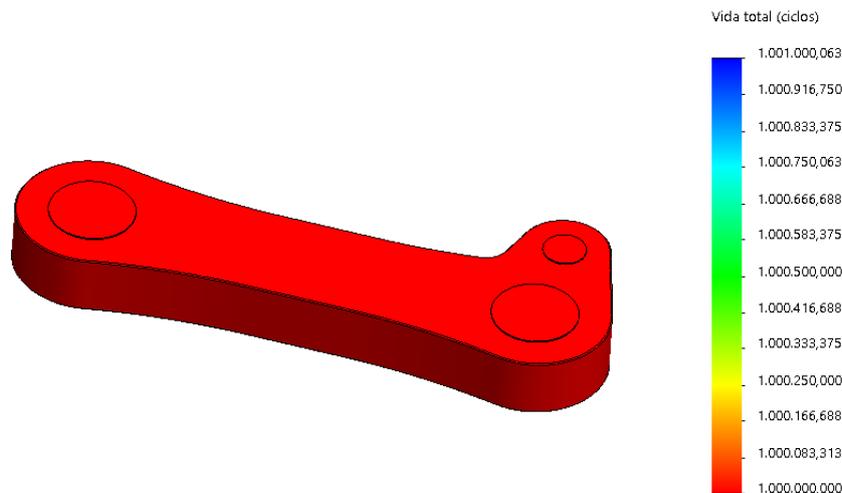


Figura 170 – Resultados ciclos de fatiga resistidos por la pieza

4.5.3 Columna

Estas piezas son las que aguantan toda la tracción generada por el conjunto en el momento del cierre de las placas del molde. Como se ve en la imagen (Figura 171) tenemos 4 unidades de esta repartidas en las 4 esquinas de las placas formando una estructura sólida que resiste las tracciones generadas por el cierre del molde en estas columnas.

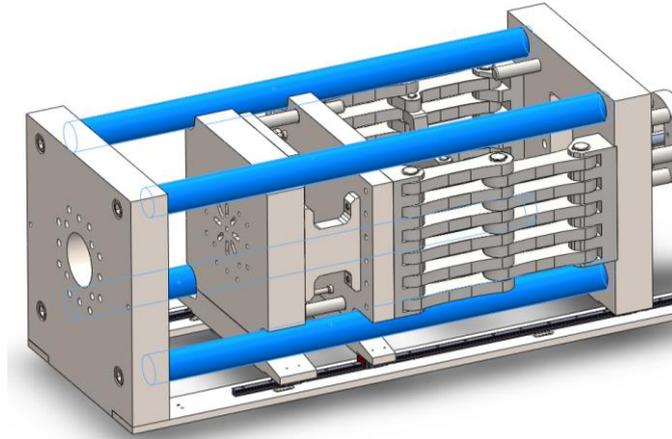


Figura 171 – Columnas de tracción en la UC

El elemento en cuestión puede ser observado en la imagen que se ve a continuación (Figura 172), aislado del subconjunto. Al tener un total de 4 columnas, estas resistirán unos 250kN cada una, ya que se encuentran equidistantes de todos los elementos que contactan. Esto se ha hecho con el propósito, precisamente, de que aguanten la fuerza de tracción repartida de forma equitativa. A continuación, se presentan las condiciones del análisis.

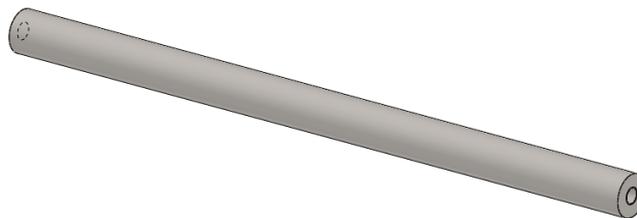


Figura 172 – Columna

• Sujeciones

La pieza, al ser totalmente simétrica, se ha escogido uno de los extremos y se han aplicado sujeciones deslizantes en el agujero roscado, contrarias a la fuerza de tracción y en la cara de contacto con la placa fija (Figura 173).

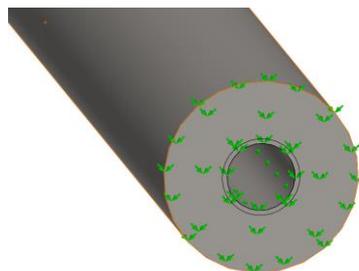


Figura 173 – Sujeciones columna

• Cargas aplicadas

Las cargas aplicadas han sido en el otro extremo en sentido opuesto a la sujeción anterior, es decir, en sentido de tracción de la pieza (Figura 174). El valor de la carga, como se ha comentado anteriormente es de **250 kN**.

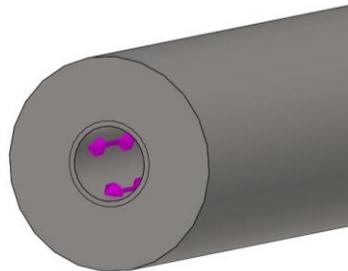


Figura 174 - Carga aplicada en columna

• Condiciones de mallado

Las condiciones del mallado generado en la pieza se pueden ver a continuación (Figura 175).

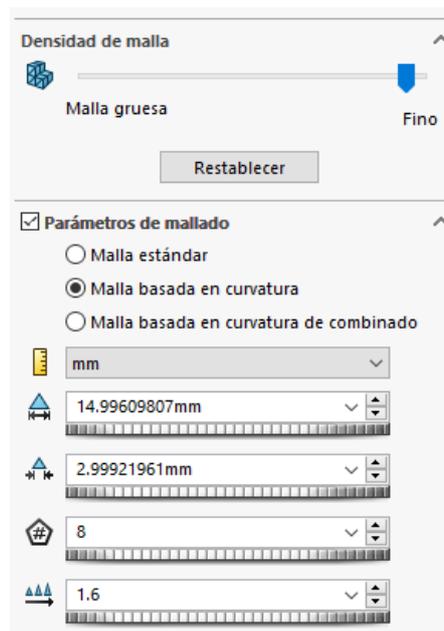


Figura 175 – Condiciones de mallado en columna

4.5.3.1 Resultados del análisis estático

Tras ejecutar el análisis con las condiciones anteriormente presentadas obtenemos los resultados donde se observa que en el interior del agujero roscado tenemos las tensiones de valor más elevado (Figura 176). Estas tensiones alcanzan los $3,172 \cdot 10^8$ N/mm². El límite elástico del material se sitúa en $7,85 \cdot 10^8$ N/mm², con lo que se puede considerar un valor aceptable ya que se encuentra por debajo de la mitad de este límite.

No obstante, en el siguiente ensayo de fatiga determinaremos si la pieza es válida con la geometría y dimensiones que tiene.

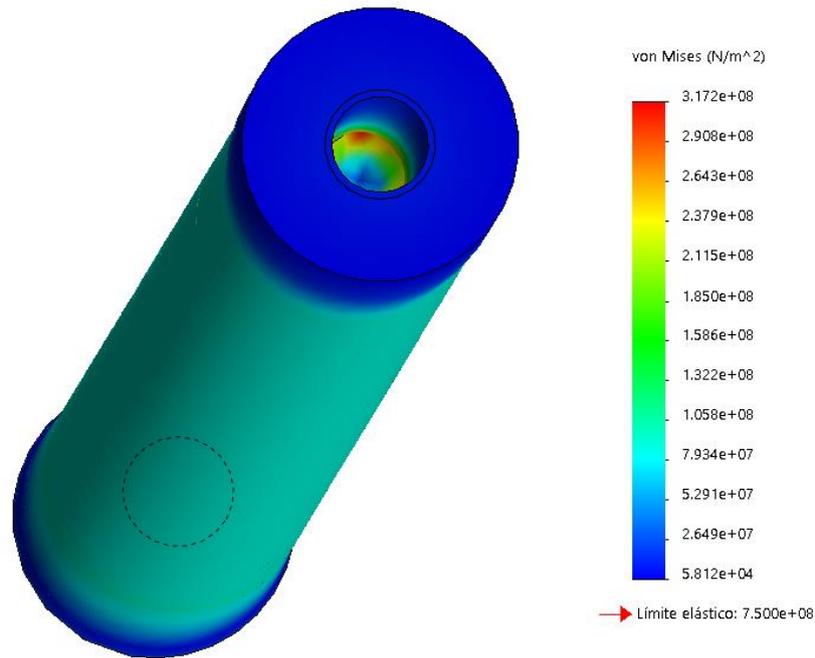


Figura 176 – Resultados del análisis estático de la columna

4.5.3.2 Resultados del análisis de fatiga

Partiendo del análisis estático, se le aplica el número de ciclos (1 millón) a partir del cual se puede considerar que la vida de la pieza es infinita (Figura 177), generamos los resultados del ensayo.

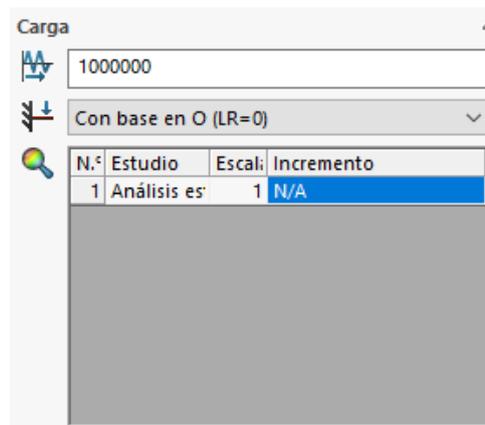


Figura 177 – Condiciones del ensayo de fatiga en la columna

Tras aplicar y generar el ensayo se desprenden los siguientes resultados de vida de la pieza (Figura 178), con lo que observamos que toda la pieza podría **aguantar más de 1·10⁶ ciclos**, y por tanto podríamos afirmar que la pieza tendría vida infinita.

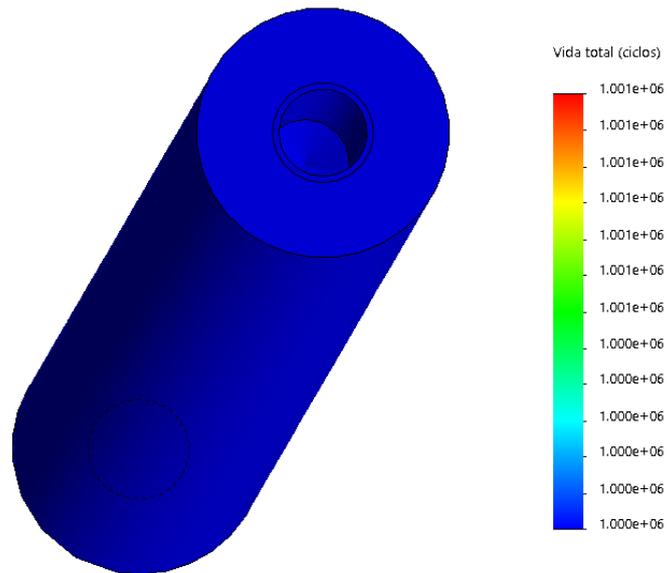


Figura 178 - Resultados de vida del ensayo a fatiga de la columna

4.5.4 Amarre placas móviles

Estas piezas son las encargadas de transmitir la fuerza entre las dos placas móviles de la UC, es la unión que existe entre ellas. Como vemos en la imagen las piezas resaltadas en azul (Figura 179) hay una a cada lado, por lo que la fuerza se dividirá entre estas dos.

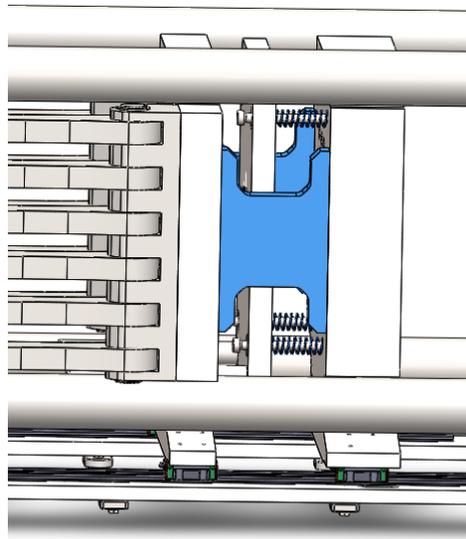


Figura 179 – Amarre placas móviles en el subconjunto

Las piezas aisladas del subconjunto se verían de esta forma (Figura 180). A continuación, se presentan las condiciones del análisis.

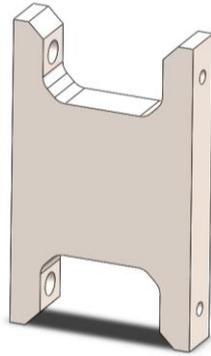


Figura 180 - Amarre placas móviles

- **Sujeciones**

Para el ensayo se han añadido los espesores de las placas que unen para que simulen la unión con estas y la deformación que sufrirían juntas (Figura 181). Aplicando las sujeciones de geometría fija en el lado derecho de la imagen, lo que es la placa que amarra directamente la placa móvil del molde.

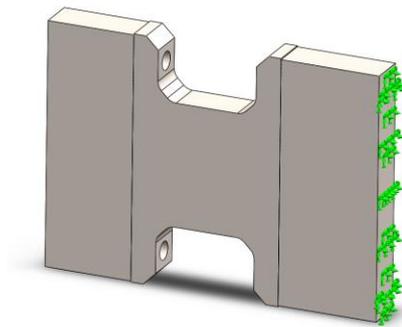


Figura 181 – Sujeciones en amarre placas móviles

- **Cargas aplicadas**

Las cargas se aplican en el otro extremo, que es la placa fijada al mecanismo de rodillera doble (Figura 182). La fuerza aplicada es de **500 kN**, porque la fuerza total se repartiría entre los dos amarres de las placas móviles como se ha comentado anteriormente.

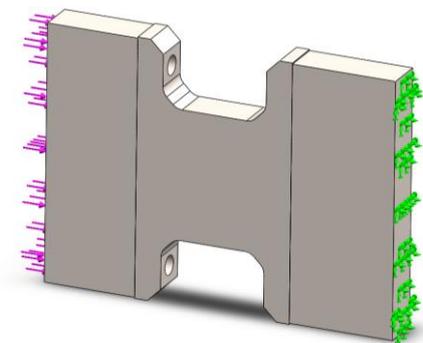


Figura 182 – Cargas aplicadas en amarre placas móviles

- **Condiciones de mallado**

Las condiciones de mallado que se han aplicado se pueden observar a continuación (Figura 183).

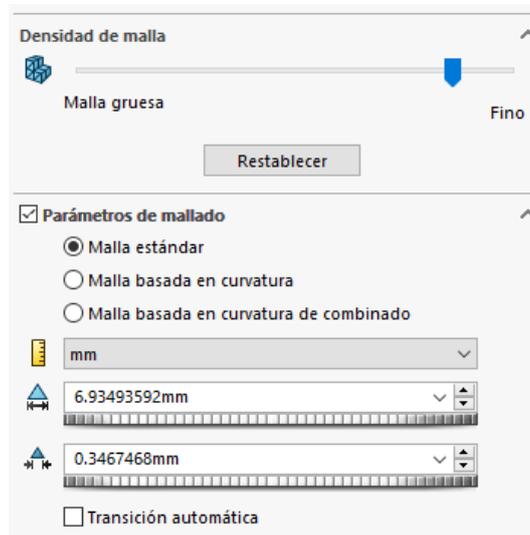


Figura 183 – Condiciones de mallado en el amarre placas móviles

4.5.4.1 Resultados del análisis estático

Los resultados del análisis estático se pueden observar a continuación. Obteniendo una tensión máxima en ciertos puntos de $3,99 \cdot 10^8 \text{ N/mm}^2$ (Figura 184) cuando el límite elástico se sitúa en $1,12 \cdot 10^9 \text{ N/mm}^2$

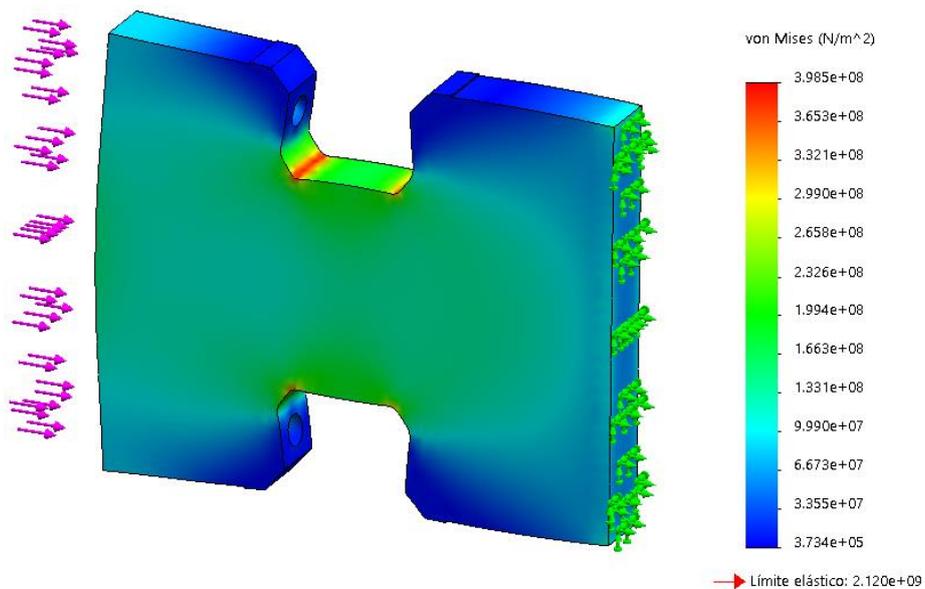


Figura 184 - Tensiones amarre placas móviles

La deformación sufrida en algunas zonas (Figura 185) es de 0,19mm, lo que se considera una deformación aceptable para esta pieza.

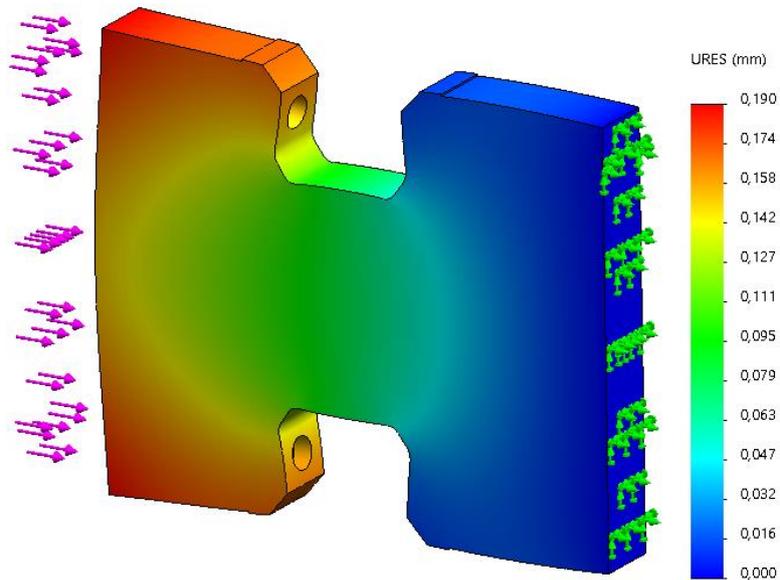


Figura 185 - Desplazamientos amarre placas móviles

4.5.5 Cámara inyección + brida

La cámara de inyección, junto con la brida (Figura 186) es el elemento que más va a sufrir en la Unidad de Inyección (UI) ya que tiene que resistir grandes fuerzas en momentos puntuales para la inyección, así como presiones altas para favorecer el correcto llenado del molde. Es por esto que es objeto de estudio para analizar la resistencia a las cargas a las que va a ser sometida. A continuación, se presentan las condiciones del análisis.

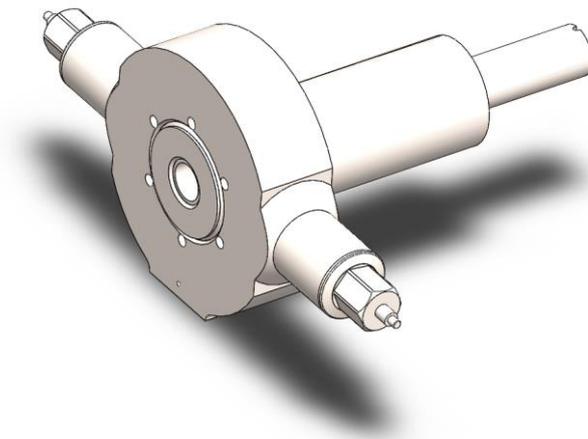


Figura 186 - Cámara de inyección + brida

- **Sujeciones**

Se han aplicado sujeciones en la boca donde se fijará la boquilla de inyección, ya que esta parte estará en contacto con el molde, será un punto de apoyo y la sujeción se ha direccionado hacia el cuerpo de la cámara de inyección (Figura 187).

Por otra parte, en el punto en que encontramos el émbolo de empuje de la cámara se ha aplicado la otra sujeción en la cara para que la cámara no se desvíe en ningún otro sentido, de este modo las deformaciones producidas por las cargas se aproximan a la realidad.

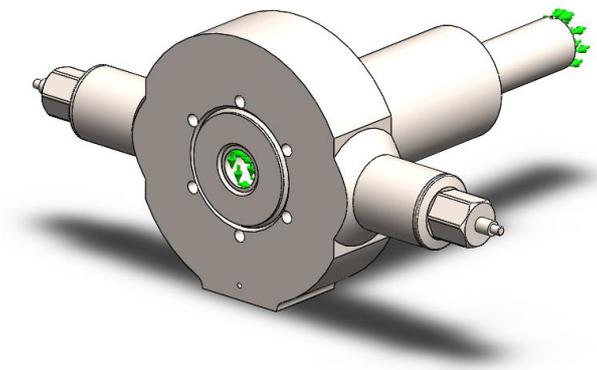


Figura 187 - Sujeciones cámara de inyección + brida

- **Cargas aplicadas**

Este conjunto de piezas va a sufrir numerosas cargas y presiones como se ha comentado anteriormente. En este punto pasamos a explicar cuáles son.

En primer lugar, encontramos la presión de 200 MPa (2000 bar) que tiene que soportar la cámara de inyección (Figura 188). Esta presión ha sido estimada como la máxima para generar una presión de inyección de 1200 bar. Teniendo en cuenta las pérdidas se sabe que pueden ser de un 30% aproximadamente. No obstante, se ha tenido en cuenta que pueden ser mayores y se ha aplicado un coeficiente de seguridad aumentando esta presión a la de 200 MPa que se ha comentado.

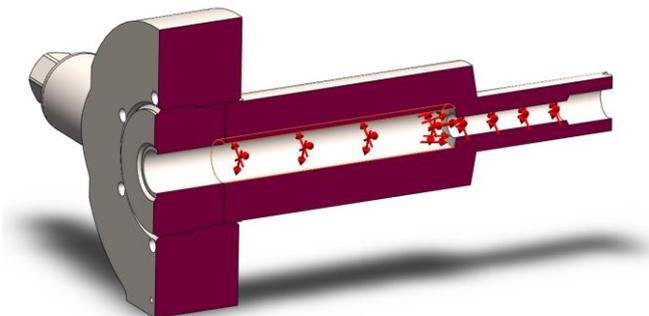


Figura 188 - Presión en cámara de inyección

Por otro lado, la brida y los extensores de empuje para aproximar la UI a la boca del bebedero también están sometidos a cargas por parte de los actuadores hidráulicos. En la imagen siguiente (Figura 189) encontramos estas fuerzas, siendo de unos 24,55kN (suma de las dos fuerzas de los extremos) en los extremos de los extensores, para presionar con la fuerza correcta la boquilla contra el bebedero.

Por otra parte, se encontraría la fuerza ejercida por los actuadores hidráulicos para conseguir la presión de inyección correcta. Que son las que se observan más pegadas a la cámara de inyección, la cual sería de la magnitud de 153,2 kN.

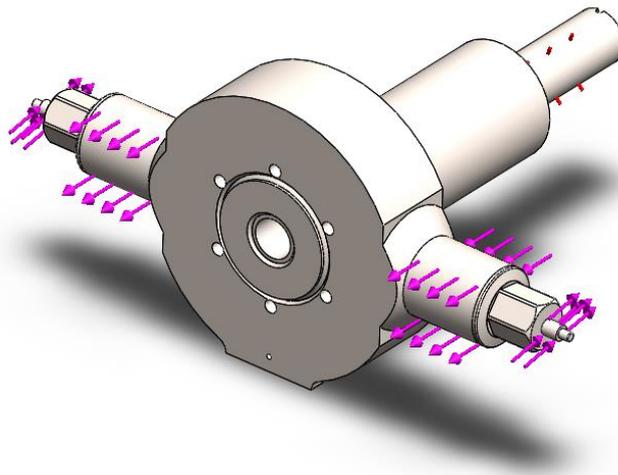


Figura 189 - Fuerzas en brida

• Condiciones de mallado

Las condiciones del mallado pueden ser observadas en la imagen siguiente (Figura 190).

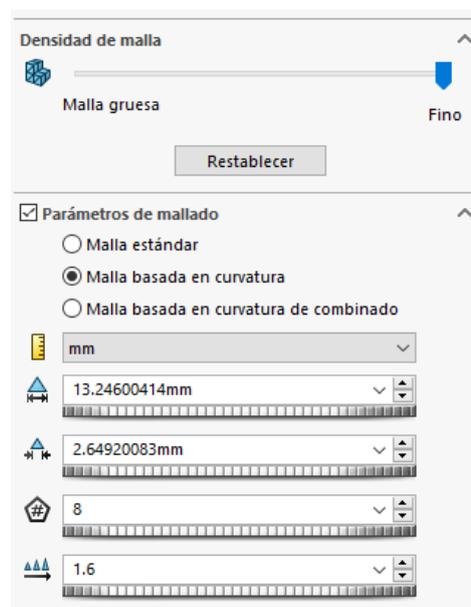


Figura 190 - Condiciones de mallado en cámara de inyección + brida

4.5.5.1 Resultados del análisis estático

Pueden ser observadas las tensiones en el conjunto cámara de inyección + brida en la siguiente imagen (Figura 191), donde las tensiones alcanzan un valor máximo de $6,78 \cdot 10^8 \text{ N/mm}^2$, un valor lejano de la tensión del límite elástico, que se sitúa en $1,91 \cdot 10^9 \text{ N/mm}^2$.

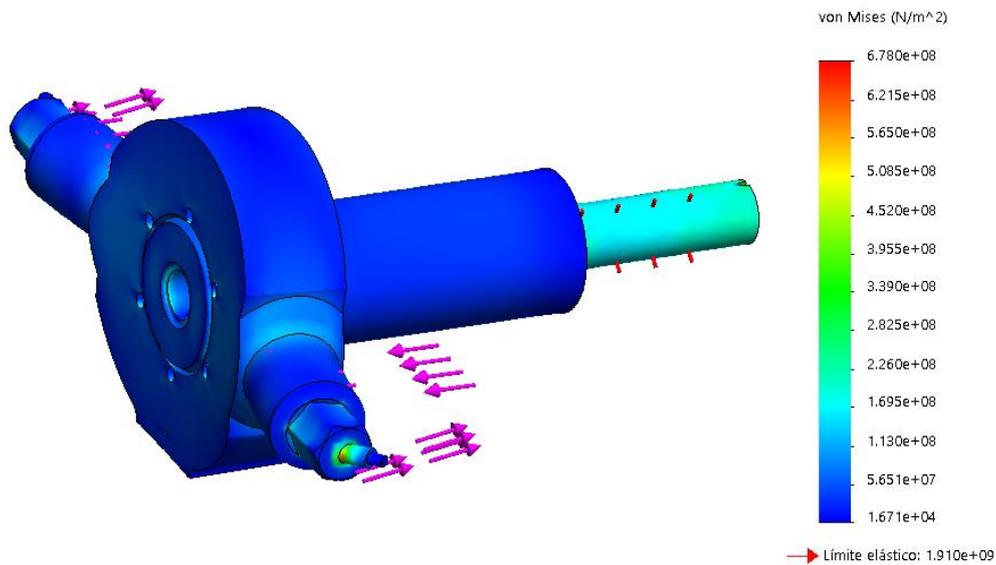


Figura 191 - Tensiones en cámara de inyección + brida

Los desplazamientos máximos se observan en los extremos de los vástagos de la brida (Figura 192), con unos valores de 0,24mm.

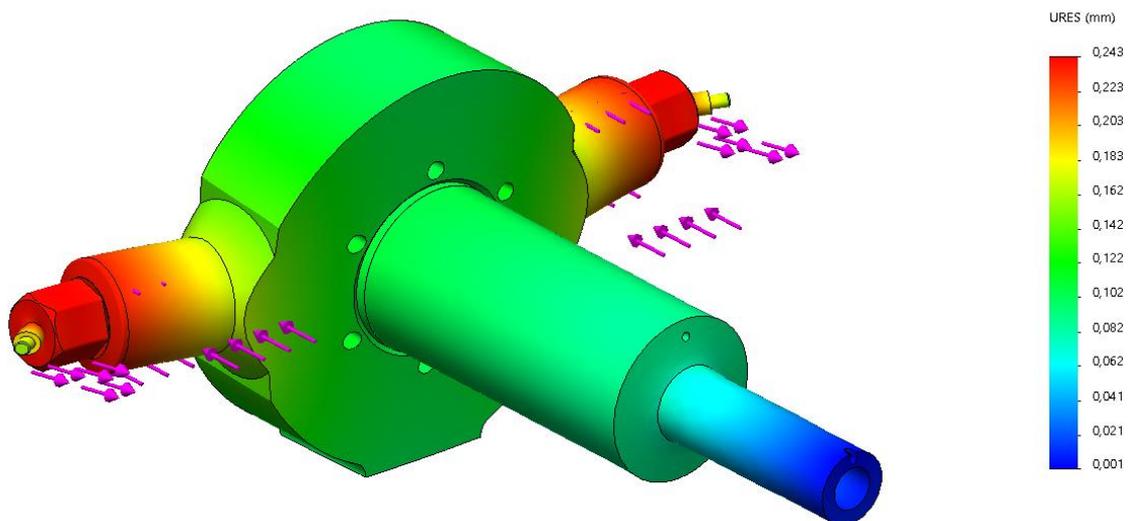


Figura 192 - Desplazamientos en cámara de inyección + brida

4.5.5.2 Resultados del análisis de fatiga

Por último, se generó un análisis de fatiga a partir del análisis estático anterior. Con los valores que se ven a continuación (Figura 193).

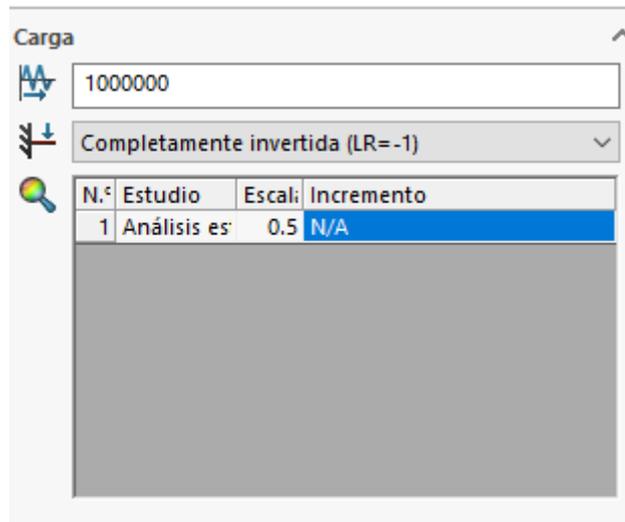


Figura 193 - Condiciones ensayo de fatiga

Con estos parámetros, se generó el ensayo y los resultados fueron los siguientes (Figura 194). Donde se observa que las zonas que no aguantarían el millón de ciclos precisamente están afectadas por la fuerza de acercamiento y presión necesaria entre boquilla y bebedero. Esta fuerza no será alternada de forma constante, sino que se realizará el acercamiento de la Unidad de Inyección al molde y permanecerá ahí hasta el final de fabricación de la serie, a una pausa por mantenimiento o si hay que realizar una reparación o comprobación. Por esto no se consideran unos resultados críticos para la integridad de la pieza.

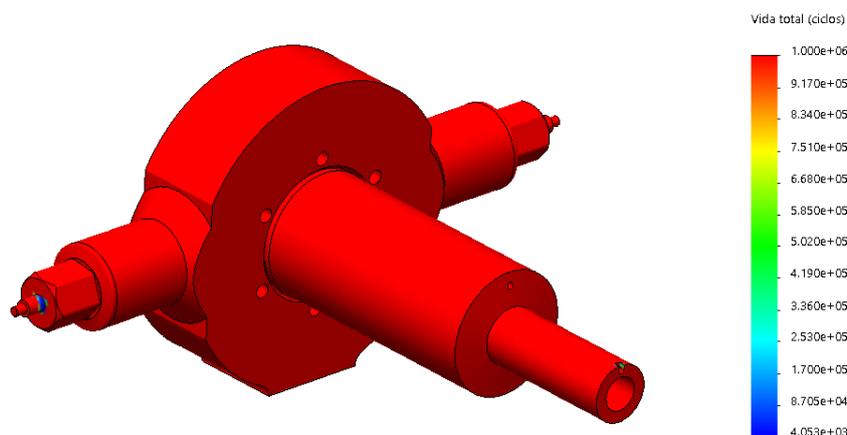


Figura 194 - Resultados ensayo de fatiga

4.6 Acotación dimensional y geométrica

4.6.1 Tolerancias generales

Para definir las tolerancias en las dimensiones que no requieren un ajuste especial, ya sea por no ser medidas funcionales o no poder tener un control específico sobre ellas, se ha empleado como norma general la UNE-EN 22768 que refleja las tolerancias generales dimensionales a aplicar en caso de no existir otra indicación. De esta forma se evita dejar dimensiones sin tolerancia o a la interpretación del operario de fabricación.

Los valores de las tolerancias generales corresponden a las clases de precisión habituales del taller. Existen 4 clases de tolerancias dependiendo de su ajuste: de más fino a más basto. En este caso se ha empleado en todas las piezas la calidad media (m). Los valores de las tolerancias se pueden observar a continuación (Figura 195 y Figura 196)

medidas en milímetros

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal							
Designación	Descripción	0,5 hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000
f	fina	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
m	media	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
c	grosera	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
v	muy grosera	-	±0,5	±1	±1,15	±2,5	±4	±6	±8

Figura 195 – Tolerancias generales respecto a valor nominal (lineales)

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles en función de la longitud del lado menor del ángulo considerado, en milímetros				
Designación	Descripción	hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400
f	fina	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
m	media	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
c	grosera	±1°30'	±1°	±0°30'	±0°15'	±0°10'
v	muy grosera	±3°	±2°	±1°	±0°30'	±0°20'

Figura 196 - Tolerancias generales de ángulos

4.6.2 Acotación GPS

Junto con las tolerancias dimensionales tradicionales, se han empleado tolerancias geométricas con el objetivo de garantizar el correcto ensamblaje de las piezas críticas y para reducir en todo lo posible la incertidumbre en la medición producida por posibles fallos de fabricación y, consecuentemente, de montaje.

Los criterios seguidos para seleccionar las tolerancias aplicadas son los siguientes:

- Las piezas a las que se le ha aplicado tolerancias dimensionales son aquellas que sirven de soporte para elementos de transmisión o guiado (sujeciones de guías, apoyo de las varillas superiores, etc).
- Como datum principales se han empleado las superficies de apoyo mecanizadas con su correspondiente tolerancia de forma, mientras que los taladros o agujeros donde se posicionan elementos tales como columnas han servido como datum secundarios. En caso de no haber superficie principal de apoyo, se han tomado como datum los planos medios de las piezas.

Proceso	Tolerancia Dimensional	Tolerancias de forma	Tolerancias de Orientación	Tolerancias de Situación / Posición
Taladrado	IT9-IT12	0,1-0,2	Económico: 0,1-0,3 Mayor coste: 0,03-0,1	Económico: 0,2-0,5 Mayor coste: 0,1-0,2
Escariado	IT7-IT8	0,01-0,025		
Fresado	IT7-IT10	0,01-0,05		
Torneado	IT6-IT9	0,01-0,02		
Mandrinado	IT6-IT7	<0,01		
Rectificado	IT4-IT7	<0,01		
Especiales de acabado	IT01-IT4	<0,005		

Figura 197 – Tolerancias admisibles según el proceso de fabricación

4.6.3 Taladros

Se han posicionado todos los agujeros pasantes y roscados para facilitar así el montaje de la máquina. Aquellos agujeros pasantes cuyo objetivo es alojar tornillos tienen una holgura que, pese a la incertidumbre posicional, garantiza que se puedan instalar las piezas a unir.

Para ellos, se han seleccionado tolerancias dimensionales tipo H (con mayor o menor margen según su funcionalidad, desde H7 a H10) cuyo límite inferior es la medida nominal, permitiendo así el juego. En el caso de los alojamientos de las columnas se ha buscado un encaje con apriete que evite que éstas nos den un mal posicionamiento y alineación entre agujeros que deben ser lo más concéntricos posible.

4.7 Hoja de operaciones de pieza significativa

En el proyecto se encuentran un gran número de piezas pensadas para ser fabricadas mediante mecanizado. Se ha elegido una de estas piezas como significativa ya que tiene numerosas operaciones que se realizan en la misma en el centro de mecanizado. Esta pieza es la P14_Placa amarre actuador que se puede observar a continuación (Figura 198).

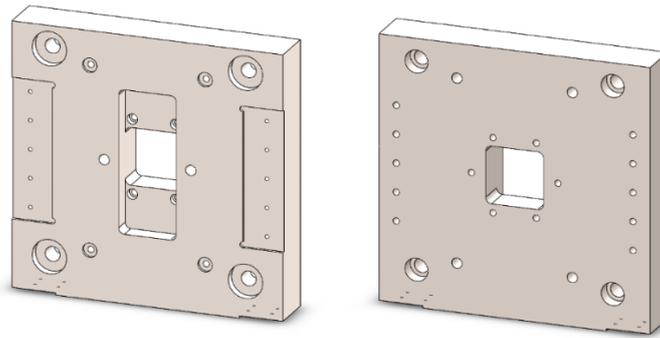


Figura 198 – Vistas de la pieza a mecanizar

A continuación, se realizará el resumen de operaciones de mecanizado y posicionado de la pieza en los elementos de fijación que se tienen que aplicar a la misma.

4.7.1 Posiciones en mordazas

Se ha escogido una mordaza Gerardi XL porque permite sujetar piezas de gran tamaño, ideal para el caso de la pieza que estamos tratando. Las posiciones en que se sujetará la pieza para realizar los procesos de mecanizado son:

1. La cara en la que se fijan las columnas de tracción que unen las dos placas fijas del conjunto hacia arriba (Figura 199). De este modo se podrán mecanizar todos los cajeados, y escuadrados necesarios, así como los avellanados para los tornillos M10.

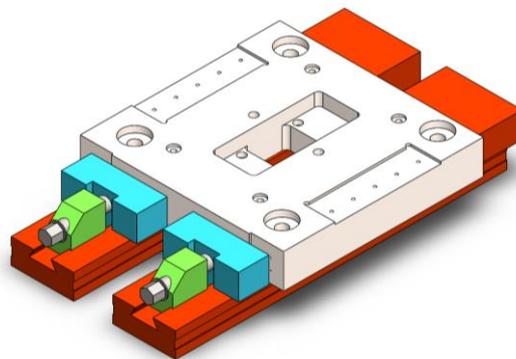


Figura 199 – Posición 1: Alzado

2. La cara contraria hacia arriba (Figura 200) para mecanizar la perforación cuadrada, así como todos los cajeados y avellanados cilíndricos existentes en esta cara.

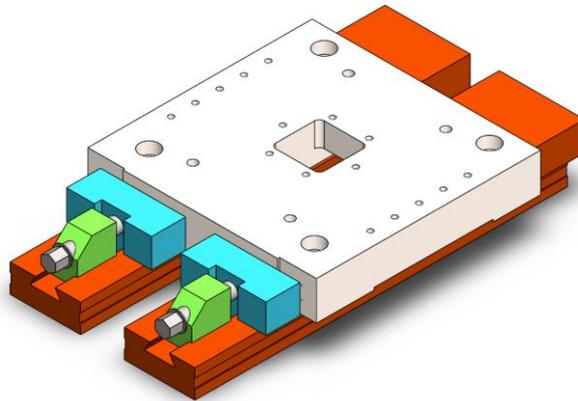


Figura 200 – Posición 2: Alzado posterior

3. Posición de cara inferior (en posición de montaje en el subconjunto) hacia arriba (Figura 201) para poder mecanizar correctamente los rebajes que ayudan después al posicionado de los patines de la guía lineal. Además, se mecanizarán en esta posición los agujeros roscados con los que se fijan los patines de estas guías mencionadas.

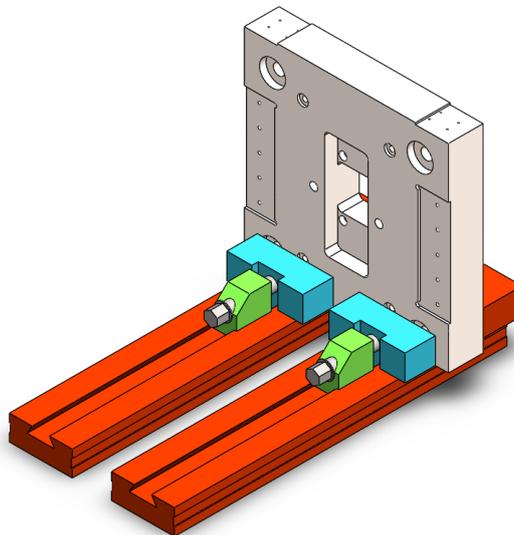


Figura 201 – Posición 3: Planta inferior

Con estas 3 posiciones conseguiríamos acceder a todas las partes que necesitan mecanizado ya que el bruto de partida vendría con las dimensiones exactas y las caras rectificadas para ahorrar las operaciones de planeado y desbaste de los lados de la pieza.

4.7.2 Listado de herramientas usadas

Para el mecanizado de todas las geometrías exigidas en el diseño de la pieza se han seleccionado las herramientas que vemos a continuación (Tabla 16).

Tipo de herramienta	Tamaño	Posición y referencia
Fresa para planera/escuadrar	∅50 mm	T1 (PP-PL-4P-50-MDSR)
Fresa cilíndrica enteriza	∅19,05	T2 (1P260-1905-XA 1620)
Fresa cilíndrica enteriza	∅10	T3 (1P360-1000-XA 1620)
Broca HSS	∅3,3	T4 (HSS-R) 4341 DIN340 - ∅3,3)
Broca HSS	∅6,6	T5 (HSS-R) 4341 DIN340 - ∅6,6)
Broca HSS	∅11	T6 (HSS-R) 4341 DIN340 - ∅11)
Macho de roscar	∅4	T7 (HSS M4 (∅3,3 mm) DIN 352)
Avellanador cilíndrico para M6	∅11	T8 (HSS M6 (∅11) DIN 373)
Avellanador cilíndrico para M10	∅18	T9 (HSS M10 (∅18) DIN 373)

Tabla 16 – Herramientas empleadas en el mecanizado de la pieza significativa

Las herramientas seleccionadas como se ve en la tabla anterior son una fresa para planear, dos fresas cilíndricas enterizas para realizar los cajeados, brocas para los agujeros pasantes, macho de roscar de M4 y avellanador cilíndrico para generar el espacio suficiente para que la cabeza de los tornillos DIN 912 quede dentro de la pieza.

4.7.3 Planificación de operaciones

El cálculo de los parámetros de corte se ha realizado combinando tablas de cálculos proporcionada en la asignatura de Fabricación Asistida por Ordenador II y verificando con una aplicación de cálculo de estos parámetros, de la empresa fabricante de herramientas para mecanizado **Sandvik**, en su página web. Donde introduciendo las dimensiones de la geometría que se quiere conseguir, esta aplicación nos ofrece todos los datos necesarios.

Las características del material en cuanto a *presión específica* (kc_1) y *factor de corrección* (mc) pueden observarse a continuación (Tabla 17).

Material	Acero 1.2367 (X38CrMoV5-3)
kc_1 (N/mm ²)	1950
mc	0,25

Tabla 17 – Material y características relativas al mecanizado del mismo

Las operaciones con todos los parámetros de corte de las herramientas empleadas se pueden observar en la siguiente tabla:

Subf.	Op.	Designación	Utilillaje -		Nº pasadas	Vc m/min	sz mm/diente	N r.p.m	s' mm/min	aa mm	ar mm	a mm
			Herramienta									
1	11	Sujetar pieza con la cara donde se fijan las columnas hacia arriba	Mordaza									
	12	Escuadrado de rebaje para bisagras mecanismo	T3 (1P360-1000-XA 1620)		1	170	0,0519	5410	843			5
	13	Taladrado tornillos M10	T6 (HSS-R) 4341 DIN340 - Ø11)		2	135	0,101	2400	370			
	14	Avellanado cilíndrico M10	T9 (HSS M10 (Ø18) DIN 373)		2	120	0,101	2220	365			
	15	Cajeado largo para alojar las barras de union del mecanismo	T2 (1P260-1905-XA 1620)		2	144	0,101	2410	365			3
	16	Cajeado redondo columnas de tracción	T2 (1P260-1905-XA 1620)		4	133	0,101	2220	558			3,75
	17	Cajeado redondo tope columnas de empuje	T2 (1P260-1905-XA 1620)		5	174	0,0923	2900	319			1
	18	Cajeado cilíndrico tornillos M24	T2 (1P260-1905-XA 1620)		29	169	0,0914	2820	344			1,41
2	21	Sujetar pieza con la cara donde se fijan las columnas hacia abajo	Mordaza									
	22	Avellanado tornillos M24 columnas de tracción	T2 (1P260-1905-XA 1620)		7	133	0,101	2220	560			3,54
	23	Perforado cuadrado	T2 (1P260-1905-XA 1620)		7	132	0,101	2210	557			7,14
	24	Taladrado para tornillos M6	T5 (HSS-R) 4341 DIN340 - Ø6,6)		2	111	0,153	5420	829			2
	25	Avellanado cilíndrico M6	T8 (HSS M6 (Ø11) DIN 373)		1	133	0,101	2220	365			2
3	31	Sujetar la pieza con la parte inferior hacia arriba	Mordaza									
	32	Rebajes laterales de lado inferior	T1 (PP-PL-4P-50-MDSR)			80	0,1	509	204	2	37,5	5
	33	Pre-taladrado M4	T4 (HSS-R) 4341 DIN340 - Ø3,3)		2	111	0,153	5420	829			
	34	Roscado M4	T7 (HSS M4 (Ø3,3 mm) DIN 352)		3	55	0,02	500	105			

Tabla 18 – Operaciones realizadas

● Fase 1

En la primera fase se empieza por situar la pieza en la Posición 1 (Figura 199). Donde la cara donde se fijan las columnas queda orientada hacia arriba y se fija con las mordazas. Con la pieza fijada en su posición se pasa a realizar las operaciones pertinentes:

- En primer lugar, se realiza un escuadrado rebajando 5 mm la zona a la que se van a amarrar las bisagras fijas del mecanismo. Para ello se usa la fresa enteriza de 10mm de diámetro.
- Se realiza el cambio de herramienta a la broca para realizar los agujeros pasantes para los tornillos DIN-912 M10.
- Después, se vuelve a cambiar la herramienta por una especial para mecanizar los avellanados cilíndricos de los anteriores agujeros pasantes.
- Posteriormente se cambia la herramienta a la fresa de 19mm de diámetro. Y se conforma el cajeado donde irán alojadas las partes más anchas de las barras de unión del mecanismo. La herramienta sigue un movimiento helicoidal, con lo que va bajando paulatinamente a como se desplaza realizando el movimiento circular. Con esto se ahorra en sucesivas pasadas y solo hay que rematar el acabado con una última.
- A continuación, y con la misma herramienta, se mecanizan los cajeados redondos más grandes pertenecientes a los alojamientos para las columnas de tracción.

- Después, y con la misma herramienta, se mecanizan los alojamientos de las otras columnas. Estos son los topes de las columnas de empuje pertenecientes al sistema de expulsión de las piezas conformadas.
- Por último, se realiza el mecanizado de los 2 agujeros pasantes para los tornillos DIN-912 M24, con la misma herramienta de $\varnothing 19\text{mm}$.

● Fase 2

En la segunda fase se empieza por situar la pieza en la Posición 2 (Figura 200). Volteando la pieza para mecanizar las geometrías del otro lado.

- Continuando con la fresa que teníamos montada, la de $\varnothing 19\text{mm}$, se mecanizan los avellanados cilíndricos de los tornillos DIN-912 M24.
- Pasamos a la perforación de forma cuadrada, a través del cual pasan las barras unión del mecanismo cuando las placas del molde están totalmente separadas o el vástago del actuador hidráulico cuando las placas están en contacto total.
- Se realiza un cambio de herramienta por la broca $\varnothing 6,6$ para hacer los agujeros pasantes para los tornillos DIN-912 M6.
- Se realiza el cambio de herramienta a la fresa especial para avellanado cilíndrico. Este avellanado está destinado a alojar la cabeza de tornillo.

● Fase 3

En la tercera fase se empieza por situar la pieza en la Posición 3 (Figura 201) donde la parte inferior se orienta hacia arriba para facilitar el mecanizado de los rebajes y taladros roscados.

- Se empieza por el cambio de herramienta para mecanizar los rebajes con la herramienta de planear/escuadrar de $\varnothing 50\text{mm}$. Se realiza este rebaje en cada lado y pasos al mecanizado de los agujeros roscados.
- Para el mecanizado de los agujeros roscados se realiza un taladro con la dimensión del diámetro interior de las roscas.
- Se cambia a la herramienta del macho de roscar y se realiza el avance por vuelta igual al paso de rosca.

Con esto tendríamos la pieza acabada y lista para ser ensamblada en el subconjunto y posteriormente en la máquina.

4.8 Capacidad de la máquina

Con los datos obtenidos a través de cálculos presentes en los anexos y a los análisis CAE de resistencia por método de elementos finitos (MEF). Se establece que la capacidad de la máquina es:

- **Materiales inyectables:** Los plásticos que se pueden utilizar con esta inyectora son:
 - Polipropileno (PP)
 - Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
 - Polietileno de Baja Densidad (LDPE)
 - Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
 - Poliestireno (PS)
 - Polietileno Tereftalato (PET)

- **Área proyectada máxima:** El área proyectada máxima se fija en **82 cm²**.
- **Volumen de inyección:** El volumen máximo que podrá inyectar teniendo en cuenta el propio volumen de la pieza, los canales de alimentación y la reducción del volumen de la pieza durante el enfriamiento será de **80 cm³**.
- **Altura máxima de la pieza:** El desplazamiento entre placas del molde es de unos **270-300mm**. Por lo que la altura máxima de la pieza es de **110mm**.
- **Fuerza de cierre:** El valor de la fuerza de cierre es de **1000 kN**.
- **Presión de inyección:** La presión de inyección máxima es de **1200bar**.

5 Normativa aplicable

Para la certificación de la máquina de inyección de plásticos se tienen que cumplir unos criterios para garantizar la conformidad con el usuario de unos estándares nacionales y/o internacionales. Con esta conformidad aceptamos el cumplimiento de la reglamentación elaborada por autoridades de certificación, además de con los fabricantes y usuarios. Estos últimos son los que más directamente les puede afectar una incorrecta decisión o un incumplimiento de estas normas, ya que un error de concepto, fabricación, seguridad, ergonomía, etc. puede derivar en lesiones de diversa consideración para el mismo.

Por lo que respecta a la redacción y elaboración del proyecto, se debe cumplir la norma **UNE 157001:2014 - Criterios generales para la elaboración de proyectos**. Donde se recogen todas las recomendaciones y directrices para definir el proyecto y que sea entendido, así como garantizar que pueda ser fabricada la máquina.

Para que nuestra máquina cumpla las normas de seguridad aplicadas específicamente a ella, se consulta la norma **UNE-EN 201:2010 - Maquinaria de plásticos y caucho. Máquinas de moldeo por inyección. Requisitos de seguridad**. Donde se determinan las especificaciones de seguridad que debe cumplir la máquina.

Para el diseño del molde, aunque no va a ser competencia de este proyecto se precisa determinar la contracción del moldeo por la disminución de temperatura. Para tal fin se

consulta la normativa **UNE-EN ISO 294-4:2003 - Plásticos. Moldeo por inyección de probetas de materiales termoplásticos. Parte 4: Determinación de la contracción de moldeo.**

Además de las normativas aplicables directamente a las máquinas de moldeo por inyección también se consideran importantes las siguientes para el diseño de la inyectora:

- UNE-EN 13861:2011 - Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- UNE-EN ISO 12100:2012 - Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

Además de las normas específicas acerca de las máquinas de moldeo por inyección, también se ha tenido en cuenta la aplicación de las siguientes normas sobre seguridad general de máquinas:

- UNE-EN 13861:2011 - Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- UNE-EN ISO 12100:2012 - Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- Directiva de Seguridad de Máquinas 2006/42/CE.
- UNE-EN 954-1 - Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- UNE-EN 981 - Seguridad de las máquinas. Sistema de señales de peligro y de información auditivas y visuales.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.
- Certificación de calidad ISO 9001.
- Certificación ISO 14001 sobre el sistema de gestión medioambiental.
- Ley 31/1995 del 8 de noviembre, prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1338/1984 del 4 de julio, medidas de seguridad en entidades y emplazamientos públicos y privados.
- UNE-EN ISO 13857:2008 - Distancias de seguridad para prevenir el atrapamiento en los miembros superiores e inferiores: Para evitar atrapamiento por el movimiento del sistema de transmisión del movimiento.
- UNE-EN 349:1994+A1:2008 - Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano: Para evitar atrapamiento por el movimiento del sistema de transmisión del movimiento.

- UNE-EN ISO 14119:2014 - Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección: Para la protección del transportador curvo de banda y seguridad del personal.
- Ley 54/2003 de Prevención de riesgos laborales.
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo.

Para una correcta realización del proyecto se debe consultar la última versión de las normas y directivas citadas. En caso de discrepancia o contradicción entre normas se aplicará la más restrictiva y actualizada.

6 Seguridad y ergonomía de la máquina

6.1 Seguridad. Evaluación de riesgos y soluciones

Por lo que respecta a la **Seguridad**, para conocer los peligros que conlleva la máquina tanto en su uso como en su transporte se realiza una estimación de riesgos mediante una tabla creada para tal fin (Tabla 19). Con esta tabla vamos asignando a cada riesgo una probabilidad y una gravedad de las consecuencias que puedan derivarse de un accidente de esta índole. Con ello observamos en la parte derecha la valoración del riesgo al que se está expuesto con el uso, transporte e instalación de la máquina.

Nº orden	Explicación clara y concreta del evento que podría ocurrir y que genera el riesgo	Tipo de peligro	Fase del ciclo vida de la máquina (transporte, montaje, uso, mantenimiento, limpieza, retirada)	Probabilidad	Severidad	Riesgo para cada peligro (0-100)	Valoración del riesgo
1	Atrapamiento de extremidad entre las placas del molde	Mecánico: atrapamiento	Uso	Media	Grave	40	Alto
2	Atrapamiento de extremidades en el mecanismo de rodillera doble	Mecánico: atrapamiento	Uso	Media	Grave	40	Alto
3	Quemaduras con las resistencias de calentamiento de las camaras	Quemadura	Uso	Media	Moderada	25	Intermedio
4	Atrapamiento en la unidad de inyección	Mecánico: atrapamiento	Uso	Media	Moderada	25	Intermedio
5	Sección de extremidad por la geometría del molde que realiza un efecto de cizalla	Mecánico: sección de extremidad	Uso	Media	Muy grave	50	Alto
6	Sección de extremidad en el mecanismo de rodillera doble	Mecánico: sección de extremidad	Uso	Media	Muy grave	50	Alto
7	Quemadura en unidad de presión	Quemadura	Uso	Media	Leve	10	Intermedio
8	Electrocución en elementos electricos como las resistencias de calentamiento	Eléctrico	Uso	Baja	Moderada	10	Intermedio
9	Aplastamiento durante el transporte de la máquina e instalación	Mecánico: aplastamiento	Transporte e instalación	Baja	Grave	16	Intermedio

Tabla 19 - Estimación de los riesgos de la máquina

Nota: Si se precisa de una observación mejor de la tabla puede ser consultada en el apartado de anexo de imágenes y tablas (12.1).

En esta tabla se pueden observar valoraciones de los riesgos y donde se tiene que intervenir en mayor medida. Los peligros más graves son los de **atrapamiento** y **sección de extremidades**, no tanto por la probabilidad, si no por las consecuencias y resultado que se pueden derivar de los mismos.

En general se observan riesgos altos que suman un total de **266 puntos**, lo que se traduce en un riesgo general de la máquina muy elevado. Es por ello que se decide aplicar algunas medidas de seguridad para proteger a los usuarios que podemos observar a continuación:

Se decide instalar resguardos que protejan el acceso a la máquina desde todos los puntos (Figura 202). De este modo restringimos el acceso a las partes móviles y las conductoras de electricidad para evitar al máximo estos riesgos (Figura 203).

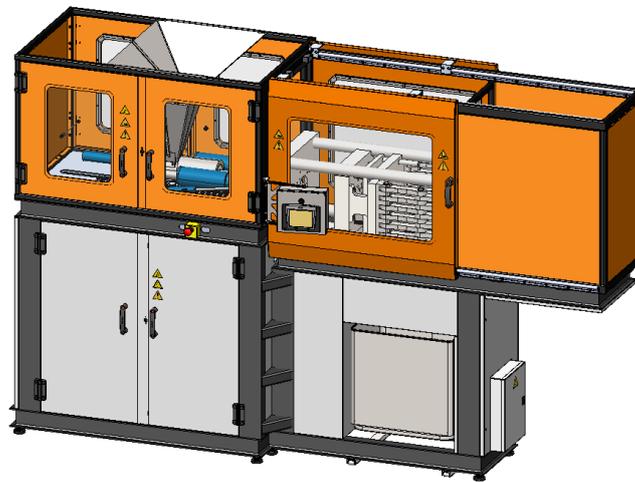


Figura 202 – Conjunto de resguardos que restringen el acceso a los elementos peligrosos

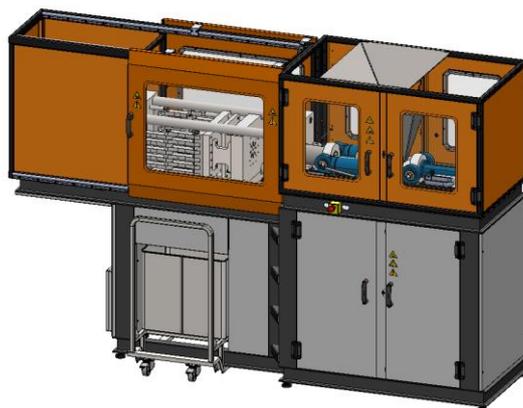


Figura 203 – Resguardos para proteger a los usuarios

Por otro lado, si la máquina tiene resguardos, pero puede funcionar, aunque las puertas se encuentren abiertas, estas no realizarían ninguna función de protección del usuario. Es por esto que se añaden interruptores en todas las puertas, que al cortar el paso de corriente indican al PLC que una puerta está abierta y que, por tanto, no debe de moverse ningún elemento de la máquina que pueda suponer un riesgo para el usuario.

Para el caso de las puertas de la Unidad de Inyección y la Unidad de presión se incluyen bisagras con detección de apertura (Figura 204), las cuales están explicadas en el apartado de elementos comerciales del subconjunto estructura + resguardos.

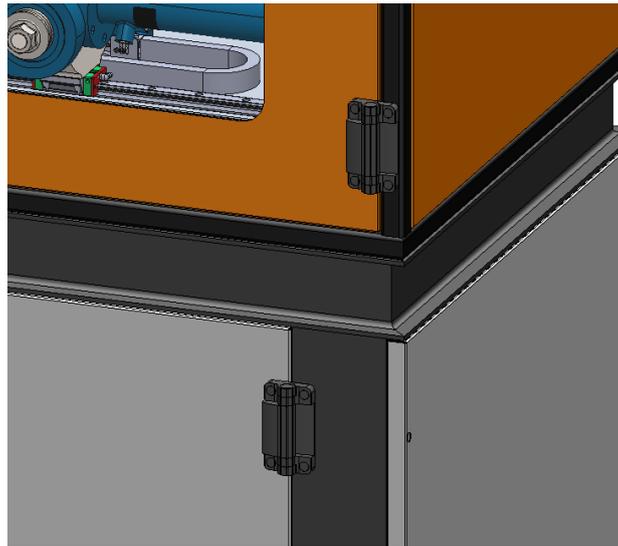


Figura 204 - Bisagras con detección de apertura

En el caso de las puertas correderas de la Unidad de Cierre, llevan unos interruptores de leva que contactan con las escuadras (Figura 205) de amarre de la puerta a las guías lineales. De este modo protegemos a los usuarios y que puedan acceder a los elementos interiores de la máquina con seguridad de que los riesgos peligrosos como el aplastamiento se minimizan.

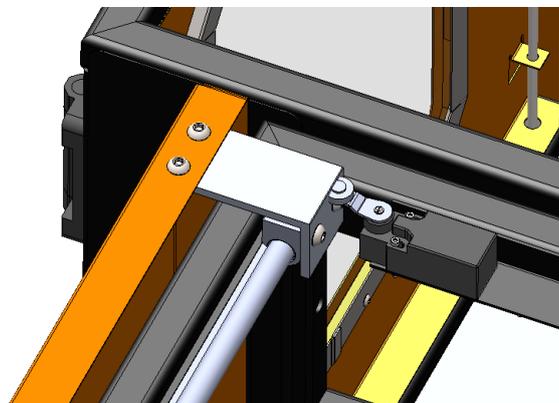


Figura 205 - Interruptor de leva

Aunque existan estas medidas de seguridad se añaden en todos los puntos de acceso señalización de los riesgos existentes en cada zona (Figura 206), como recordatorio y para que el usuario exteme las precauciones a la hora de manipular, reparar o realizar el pertinente mantenimiento a los elementos y accionamientos interiores.

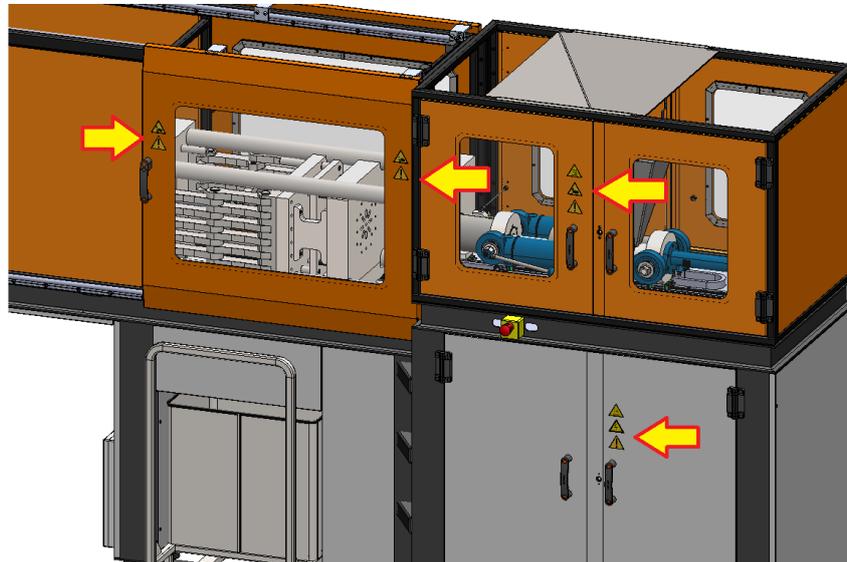


Figura 206 - Señalización de los riesgos en cada zona

Además, cuando se detecte un mal funcionamiento o riesgo para algún operario en la máquina, se añaden unos pulsadores de emergencia (Figura 207) que desactivan la máquina al cortar la corriente que circula por la misma. De este modo se desactivan todos los accionamientos de la máquina. Con esto evitamos que los operarios se vean expuestos a estos riesgos en la medida de lo posible a la hora de acceder a las partes peligrosas de la máquina.

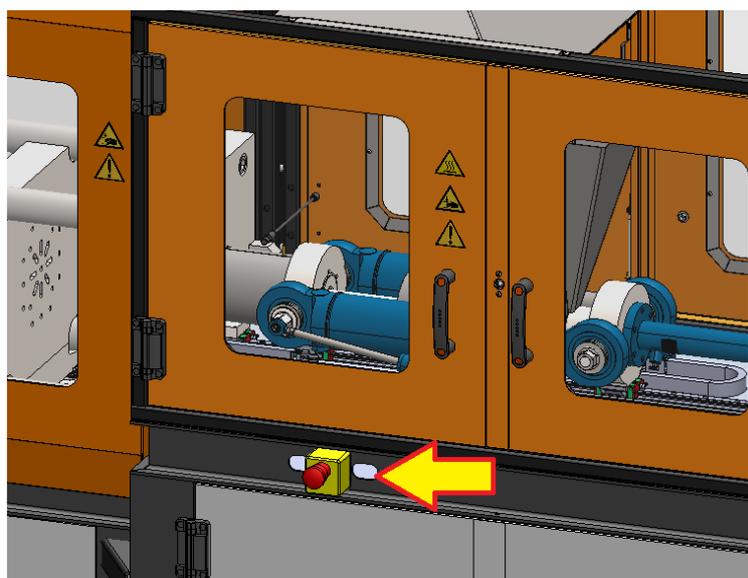


Figura 207 - Interruptor de emergencia

6.2 Ergonomía

Como la máquina será operada desde la pantalla conectada al PLC con programación específica, se indica la necesidad de usar símbolos y tamaño de letra perfectamente legibles a una distancia de unos 400mm. De este modo se reduce la necesidad de forzar la vista y la fatiga ocular asociada.

Para un correcto uso de la máquina evitando posibles lesiones por un uso continuado adoptando posiciones poco adecuadas se realiza el estudio ergonómico de la máquina, para esto se ha tenido en cuenta el sector laboral de España que se sitúa principalmente entre los 19 y 65 años. Dentro de este extenso grupo se ha delimitado al sexo masculino, ya que se observa que suelen ocupar el mayor porcentaje de operarios de maquinaria en la industria. Más aún si se trata de maquinaria pesada.

Para conocer las medidas antropométricas se han consultado los apuntes facilitados en la asignatura Seguridad y Ergonomía de máquinas. En el apartado de ergonomía se han consultado las tablas pertenecientes a las medidas antropométricas de la población española.

Como el usuario controlará y accionará la máquina de pie se han medido los elementos de control hasta el suelo. Para ello se ha centrado el cálculo en la altura de los ojos del usuario más pequeño ya que una posición de la cabeza mirando hacia arriba es incorrecta para la comodidad del usuario. Sabiendo esto, buscamos la medida del percentil 5 (Figura 208), por lo que, si nos fijamos en los de una estatura superior, los que tengan la altura de ojos más pequeña estarán incómodos al usar la máquina. Por esto la altura de los ojos máxima debe ser de **1498mm**.

Dimensiones antropométricas de la población española.
(Obtenidas por el método de estimación proporcional).
Dimensiones en mm.

19-65 años	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
1. Estatura	1605	1735	1845	72,0	1499	1599	1709	66,4
2. Altura de los ojos.	1498	1616	1734	71,9	1388	1495	1602	65,3
3. Altura de los hombros.	1500	1619	1725	69,7	1459	1561	1669	68,4
4. Altura de los codos.	992	1081	1169	54,2	917	998	1079	49,3
5. Altura de la cadera.	827	912	997	52,1	729	804	880	46,1
6. Altura de los nudillos.	678	748	819	42,7	652	715	778	38,6
7. Altura de la yema de los dedos.	584	649	714	39,6	554	621	687	40,7
8. Altura desde el asiento.	841	902	964	37,5	783	844	906	37,5
9. Altura ojos-asiento.	723	783	843	36,5	677	735	793	35,3
10. Altura hombros-asiento.	535	590	645	33,3	497	551	606	33,2
11. Altura codos-asiento.	190	243	296	32,3	182	233	284	31,1
12. Espesor del muslo.	133	159	184	15,6	124	154	184	18,2
13. Longitud nalga-rodilla.	537	590	643	32,3	513	566	619	32,1
14. Longitud nalga-popliteo.	436	491	545	33,3	424	477	529	32,1
15. Altura de la rodilla.	486	540	595	33,3	449	497	544	28,9
16. Altura popliteo-	297	326	356	30,7	280	307	335	29,0

Figura 208 - Altura de los ojos

Como se observa en la siguiente imagen (Figura 209) esta altura es superior a la altura a la que se encuentra la pantalla, que es de **1412 mm**.

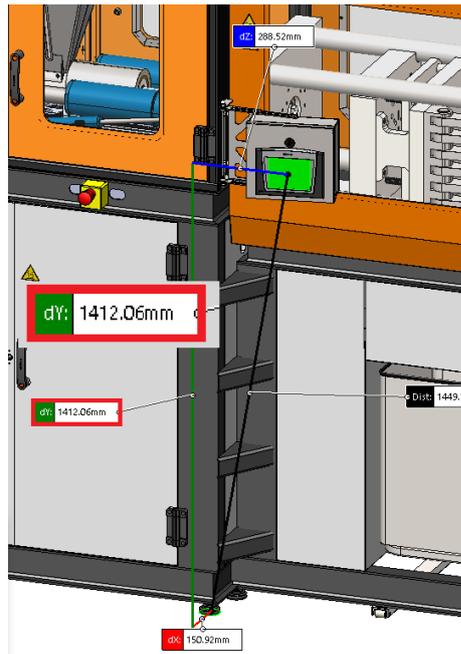


Figura 209 - Altura de pantalla desde el suelo

Aunque de este modo se cumpla la comodidad para los usuarios en general, también se ha decidido añadir unas ranuras (Figura 210) donde se fija la pantalla a la estructura de la Unidad de Inyección, para que el operario pueda adaptar la altura de la misma a sus necesidades y estatura. Estas ranuras permiten una regulación hacia arriba de 130 mm, lo que puede ayudar a la comodidad en el uso de la máquina para los operarios más altos.

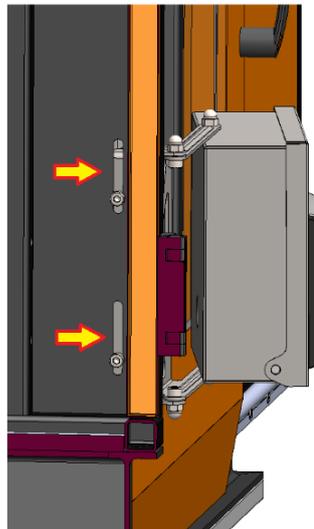


Figura 210 - Regulación de altura de la pantalla

Por lo que respecta al pulsador de emergencia, otro de los elementos de mando y seguridad, de gran importancia en caso de emergencia. Se busca que este se encuentre entre la altura de los hombros de los usuarios más pequeños y de los codos de los usuarios más grandes. De este modo todos los operarios podrán pulsar de forma

cómoda el mismo en caso de observar un mal funcionamiento de la máquina, accidente o cualquier motivo que justifique su uso.

En la siguiente imagen (Figura 211) se observan las medidas que se necesitan para determinar la altura correcta del pulsador. Se selecciona la altura de los hombros para el percentil 5, la cual es de 1300 mm y la altura de los codos del percentil 95 que es de 1169 mm. Con estas medidas sabemos que el rango en que se tendría que mover la altura del pulsador debería ser entre **1169 mm a 1300 mm**.

Dimensiones antropométricas de la población española.
(Obtenidas por el método de estimación proporcional).
Dimensiones en mm.

19-65 años	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
1. Estatura.	1605	1725	1845	72,9	1490	1599	1708	66,4
2. Altura de los ojos.	1408	1616	1724	71,0	1288	1405	1497	65,2
3. Altura de los hombros.	1300	1413	1525	68,7	1199	1301	1403	62,1
4. Altura de los codos.	992	1081	1169	54,2	917	998	1079	49,3
5. Altura de la muñeca.	887	948	997	58,4	802	864	888	46,4
6. Altura de los nudillos.	678	748	819	42,7	652	715	778	38,6
7. Altura de la yema de los dedos.	584	649	714	39,6	554	621	687	40,7
8. Altura desde el asiento.	841	902	964	37,5	783	844	906	37,5
9. Altura ojos-asiento.	723	783	843	36,5	677	735	793	35,3
10. Altura hombros-asiento.	535	590	645	33,3	497	551	606	33,2
11. Altura codos-asiento.	190	243	296	32,3	182	233	284	31,1
12. Espesor del muslo.	133	159	184	15,6	124	154	184	18,2
13. Longitud nalga-rodilla.	537	590	643	32,3	513	566	619	32,1
14. Longitud nalga-popliteo.	436	491	545	33,3	424	477	529	32,1
15. Altura de la rodilla.	486	540	595	33,3	449	497	544	28,9
16. Altura muñeca.	297	326	356	20,7	280	307	335	20,0

Figura 211 - Alturas codos y hombros

A continuación (Figura 212) puede observarse a que altura se sitúa el pulsador, que es de **1252,5 mm** en el centro del mismo, con lo que se puede afirmar que cumpliría desde el punto de vista de la ergonomía.

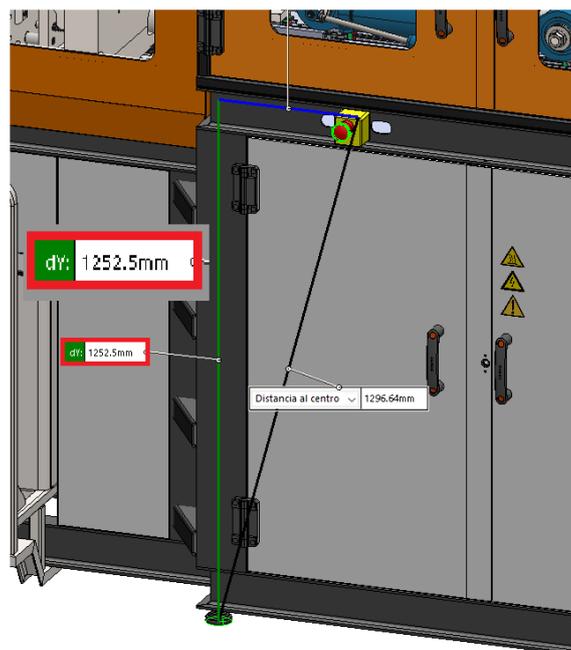


Figura 212 - Altura del pulsador

7 Mantenimiento

Para que la máquina funcione de forma correcta durante toda su vida útil, precisa que se realice un buen mantenimiento de sus componentes, así como conocer los posibles fallos que pueden surgir en su funcionamiento. Es por esto que a continuación se presentan las fichas de posibles fallos y de mantenimiento periódico a realizar en la misma.

7.1 Ficha de fallos

Se presenta a continuación la ficha de posibles fallos (Tabla 20) que pueden surgir en la máquina y como solucionarlos. En caso de no dar con el mismo contactar con el servicio técnico de la máquina.

Posible fallo	Causa	Solución
La máquina no se pone en marcha al accionar el interruptor de encendido	Fallo en la red eléctrica o falta de suministro	Revisar si en otros puntos de acceso a la red eléctrica de la instalación industrial en la que se encuentre la máquina si hay corriente eléctrica
	Fallo en la conexión a la red eléctrica	Revisar el conector de potencia trifásico de la máquina que conecta con la red eléctrica que alimenta a la instalación donde se encuentra la máquina. Revisar el cableado por si hay una rotura, quemadura o cualquier problema de integridad del aislante o cualquier parte del mismo
	Fallo en el interruptor o la caja de conexiones de la propia máquina	Revisar si el interruptor se encuentra en buenas condiciones o presenta signos de quemadura interna o haber sufrido algún tipo de fallo. Revisar si es necesario las conexiones del cableado que pasa por el mismo
Pérdida de presión en los actuadores hidráulicos	Mangueras y tuberías conductoras del fluido hidráulico rotas	Revisar si hay alguna pérdida de fluido hidráulico en las mangueras que conducen el aceite
	Fallo en otro elemento del circuito hidráulico	Revisar todo el circuito hidráulico y si alguno de los elementos está estropeado. Sustituirlo en caso afirmativo
	Fallo del motor de la bomba	Revisar si el motor de la bomba está sobrecalentado o si hay algún problema de funcionamiento en el mismo
	Fallo en cualquier otro elemento eléctrico	Revisar todos los elementos eléctricos de la unidad de presión para observar si hay algún fallo de sobrecalentamiento o rotura de los mismos
	Temperatura elevada del aceite	Revisar si los sensores de temperatura del aceite están rotos y sustituirlo en caso afirmativo
	Fallo de calidad del aceite	Revisar si el aceite contiene demasiadas impurezas y sustituir los filtros en caso de ser así

Posible fallo	Causa	Solución
El plástico sobresale por la línea de partición en la pieza y se crean rebabas muy grandes	Fallo en la fuerza de cierre del molde	Revisar si la unidad de presión está funcionando correctamente o el circuito hidráulico tiene alguna fuga
	Fallo del sensores de posición inductivo de cierre del molde	Revisar si el funcionamiento es el correcto y por tanto están detectando cuando el molde esta totalmente cerrado, de forma que el conformado de la pieza es el correcto
La pieza no es expulsada correctamente	Fallo en el sensor inductivo de apertura del molde	Revisar el funcionamiento del sensor inductivo y sustituirlo si el funcionamiento no es el correcto
Temperatura del molde incorrecta	Fallo en la temperatura del molde	Revisar las resistencias y sondas de temperatura de las placas del molde para observar si estas están sufriendo algún fallo
	Fallo de refrigeración del molde	Revisar si la electroválvula de paso del agua está funcionando correctamente
Temperatura incorrecta en la unidad de inyección	Fallo de la calefacción de las cámaras	Revisar el estado de las resistencias
	Temperatura de las cámaras incorrectas	Revisar si el funcionamiento de las sondas de temperatura es el correcto
Pieza defectuosa o mal llenada	Presión de inyección incorrecta	Revisar si es un fallo de la bomba, de las mangueras, de los actuadores o si es el bloque de válvulas
	Presión de empaquetado incorrecta	Revisar si la presión de empaquetado es la correcta
Salida del plástico en el punto de contacto de la boquilla y el bebedero	Fuerza ejercida entre los dos elementos insuficiente	Revisar si los actuadores de aproximación ejercen la fuerza correcta en el avance y contacto de la boquilla y el bebedero
Mala alimentación de la cámara de pre-plastificación	No hay suficiente plástico en la tolva	Revisar el nivel de material plástico existente en la tolva y llenarla si es necesario
	Hay una obstrucción en la alimentación de la cámara de pre-plastificación	Eliminar la obstrucción

Tabla 20 – Ficha de fallos

7.2 Operaciones de mantenimiento

Para evitar los posibles fallos previniéndolos, es mejor realizar un mantenimiento y revisión de los componentes de forma periódica. Estas operaciones de mantenimiento se especifican a continuación.

Operación de mantenimiento	Periodicidad
Limpieza de la granza de plástico y polvo que se haya podido acumular por las unidades de accionamiento principales (UI y UC)	Diariamente tras el paro de la máquina aspirando todas las zonas que tengan suciedad
Vaciado de las cámaras de la mayor cantidad posible del plástico que queda en su interior	Diariamente, antes de apagar la máquina
Limpieza del deposito de granza que se encuentra debajo de la cámara de preplastificación. Este deposito recoge la granza que cae por la ranura mecanizada en la cámara de pre-plastificación y que ha sido arrastrado por el embolo hacia atrás	Diariamente
Limpieza de los sensores inductivos con un trapo húmedo para evitar errores de medición	Semanalmente
Revisión del estado del aislamiento de lana de roca de las resistencias eléctricas	Mensualmente
Limpieza a fondo de la máquina y engrasado de todos los elementos que lo precisen	Mensualmente
Verificar el funcionamiento de la unidad de presión	Mensualmente
Limpieza y engrasado de las guías lineales	Cada 6 meses
Verificar el estado de la unidad de cierre y los componentes, ya que está sometida a grandes esfuerzos y alguna pieza podría presentar algún problema de integridad	Cada 6 meses
Desmontaje de toda la unidad de inyección y limpieza de todos los componentes prestando especial atención a las partes interiores que pueden tener cantidades grandes de plástico	Anualmente
Revisión exhaustiva de todos los componentes de la máquina	Anualmente

Tabla 21 - Operaciones de mantenimiento y periodicidad

8 Viabilidad económica

Para establecer si la máquina objeto de este documento es viable económicamente se analizan máquinas en el mercado con similares prestaciones. Por ello se realiza una búsqueda de posibles máquinas de la competencia y sus precios. Aunque es complicado establecer el precio ya que no se encuentran en las páginas web de los fabricantes, se pueden establecer precios aproximados a partir del mercado de segunda mano.

En primer lugar, se encuentra una máquina inyectora de características ligeramente superiores, del fabricante Sandretto, modelo DEU D150 C3 (Figura 213) por **42000 €**.



Figura 213 – Inyectora del mercado de segunda mano Sandretto DEU D150 C3

Por otro lado, tenemos una de similares características del fabricante Sandretto Serie Sette (Figura 214) de 950 kN de fuerza de cierre por **8000€** en segunda mano. Por lo que se observa del anuncio esta máquina tiene muchos años de uso y su valor habrá bajado ostensiblemente respecto al momento de compra. Por lo que podría llegar a multiplicar su valor por 5 o 6 siendo totalmente nueva.



Figura 214 - Sandretto Serie Sette

Una inyectora de nueva fabricación como la Engel E-Mac 50 (Figura 215) puede rondar los **40.000€-50.000€** teniendo algunas prestaciones sensiblemente inferiores a la inyectora objeto de este documento.



Figura 215 – Engel E-Mac 50

Con este análisis se puede determinar que las inyectoras que pueden competir más directamente con la inyectora objeto de este documento se establecen en precios que rondan los **40.000 y 50.000€**. Tras el cálculo del presupuesto, y precisando de 10.447,19€ para la fabricación de la máquina y un precio de venta de **13.059€ + IVA**. Si aplicamos el IVA de España (21%) la máquina se situaría en un precio de adquisición de **15801.39€**. Por lo que sería competente frente a las máquinas contra las que se enfrenta y se cumple el precio máximo que se había fijado en **16.000€**.

9 Conclusiones

El concepto que se planteó en un principio para esta máquina era una inyectora de bajo coste para pequeñas series y ensayos. Posteriormente, se observó que podía ser interesante buscar una productividad ligeramente mayor para poder hacer frente a producción en serie de piezas de plástico. A poder ser este plástico debe ser reciclado ya que es la finalidad que se busca con este proyecto. Y que la máquina fuera lo más barata posible para el cliente en el segmento en el que se iba a enmarcar esta máquina.

El coste final era un elemento a tener en cuenta ya que el proyecto del que se partía (Precious Plastic). Un proyecto que lo que busca es democratizar el conformado de piezas en cualquier parte del mundo para, de esta forma, conseguir reducir la cantidad de contaminación producida por los mismos. De este modo, con el reciclaje de los plásticos de un solo uso y conseguir así reducir el impacto de los desechos poliméricos en el medio ambiente.

La inyectora se planteó buscando los materiales que mejor cumplieran con las fuerzas, presiones y, en definitiva, todas las condiciones a las que serían sometidas. Empezando por las unidades de inyección y cierre. Estas eran las que iban a tener la mayor cantidad de componentes sufriendo las condiciones adversas del proceso de conformado.

Una vez diseñados estos dos subconjuntos se inició el diseño de la bancada que tenía que soportar el peso de los anteriores y los esfuerzos generados por la unidad de presión y transmitidos por los actuadores hidráulicos. En dicha estructura se generó el espacio necesario para la unidad de presión seleccionada que cumplía con los requisitos marcados en la fase conceptual. Así como todos los elementos de protección para el usuario. En todo momento, se busca proteger la integridad de este y evitar cualquier tipo de lesión. De modo que se incluyen todos los resguardos fijos necesarios, así como los elementos de corte de energía incluidos en los resguardos móviles para que la máquina pare en caso de apertura de cualquiera de estos últimos.

Las piezas que podían sufrir mayores deformaciones por las cargas aplicadas se analizaron mediante análisis por el método de elementos finitos (MEF), de modo que la integridad de las piezas durante su vida útil esté garantizada.

Por lo que respecta a los elementos eléctricos y de control se buscó simplificar ambos de tal forma que generen los mínimos fallos posibles. Siguiendo el principio de que un sistema cuando más simple, menos probabilidades de fallo, debido al menor número de componentes que lo conforman. Esta simplicidad se buscaba sin dejar de lado en ningún momento la seguridad. Ya que es una máquina en que se alcanzan fuerzas y presiones tan elevadas, el peligro de una lesión grave se tenía en cuenta en todo momento, siendo una prioridad la seguridad de los usuarios y su integridad, reduciendo los riesgos de la máquina como se ha comentado anteriormente.

La ergonomía también se analizó para buscar que la comodidad del usuario durante la manipulación, accionamiento, control, mantenimiento y cualquier acción realizada en la misma se hiciera con la debida comodidad, sin que produzca lesiones por malas posiciones al operario.

Como resultado se ha conseguido una máquina que cumple con los requisitos planteados en la fase conceptual para la finalidad planteada. Esta puede usarse para un ámbito industrial, de producción en serie, y para realizar pruebas de parámetros de inyección de piezas y resultados que se consiguen con las mismas, pudiendo ser usada también para probetas de análisis de resistencia de plásticos.

En definitiva, se ha generado un proyecto en el que se demuestra todo lo aprendido en el Master en Diseño y Fabricación en el ámbito de la fabricación, análisis de resistencias, síntesis de mecanismos, ergonomía y seguridad, automatización, accionamientos eléctricos, accionamientos neumáticos e hidráulicos, transmisiones y elementos de guiado, CAD, CAM, CAE, etc. Desde el principio se buscaba un proyecto que cumpliera con la mayoría de materias aprendidas en el master y se han podido aplicar prácticamente todas las materias aprendidas en este.

10 Bibliografía

• Software

- SolidWorks 2018
- Word 2019
- Excel 2019
- Festo FluidSIM
- Adobe Acrobat DC
- Working Model
- TinyCAD

• Catálogos de elementos comerciales

- Bloque de válvulas. Bosch Rexroth, https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re51159_2016_01.pdf?db=brmv2&lvid=1193236&mvid=14434&clid=20&sid=6D9FEA6E37D38671458C853689451742.s142-vm&sch=M&id=14434,20,1193236 (04/01/2020)
- Pulsador de emergencia IDEM, <https://docs.rs-online.com/7a49/0900766b81634aef.pdf> (15/01/2020)
- Caja eléctrica RS Pro, <https://docs.rs-online.com/b04e/0900766b8157c4dd.pdf> (17/01/2020)
- Cojinetes de fricción SKF, <https://www.skf.com/binary/76-120169/0901d19680090e01-SKF-bushings-thrust-washers-and-strips-1-EN.pdf> (19/01/2020)
- Muelles para matricería, <https://www.steelmefobo.com/catalogo.pdf> (20/01/2020)
- Contactores, <https://gfinder.findernet.com/public/attachments/22/EN/S22EN.pdf> (29/01/2020)
- Interruptor general trifásica, <https://docs.rs-online.com/2135/0900766b81667e17.pdf> (29/01/2020)
- Interruptor automático trifásica, <https://docs.rs-online.com/0d1e/0900766b813e1377.pdf> (30/01/2020)
- Accesorios actuadores hidráulicos, https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re17042_2013-07.pdf?db=brmv2&lvid=1173864&mvid=14424&clid=20&sid=B1396F9A2DB6B1B9D6176491D38E2028.s142-vm&sch=M&id=14424,20,1173864 (30/01/2020)

- Fuente de alimentación 24V, <https://www.se.com/es/es/product/download-pdf/ABL1REM24042> (31/01/2020)
- Driver syntronix para unidad de presión, https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/R999000332_Sytronix_Kat_2019_EN_media.pdf?db=brmv2&lvid=1198771&mvid=14434&clid=20&sid=35BF83F4B654D1EC64A107114B4C8811.s142-vm&sch=M&id=14434,20,1198771 (02/02/2020)
- Señalización luminosa y acústica <https://docs.rs-online.com/3db2/0900766b8134bbc2.pdf> (03/02/2020)
- Drivers Syntronix para Central hidráulica, https://dc-us.resource.bosch.com/media/us/products_13/systems_and_modules/pdfs_9/R999000332_Sytronix_Cat_2016_AE_media.pdf (05/02/2020)
- Alarma Acústica y luminosa, <https://docs.rs-online.com/2686/0900766b80f6d768.pdf> (05/02/2020)
- Encoder lineal magnético Hiwin, https://www.hiwin.com/pdf/positioning_measurement_systems.pdf (10/02/2020)
- Interruptor general de aislamiento <https://docs.rs-online.com/d243/0900766b81401b5e.pdf> (29/01/2020)
- Boquilla inyectora, <https://www.emicorp.com/images/items/injection-molding/pdfs/removeable-nozzle-tips.pdf> (05/02/2020)

● Páginas web

- **Precious Plastic**, Pagina web dedicada al proyecto de reciclaje de plásticos <https://preciousplastic.com/> (13/11/2018)
- **YouTube**, Ejemplo de inyectora de pequeño tamaño, <https://youtu.be/zTjbs3Hg2PA> (13/11/2018)
- **YouTube**, Contaminación de océanos y mares, <https://www.youtube.com/watch?v=kOYJSzpfipU> (13/11/2018)
- **Tendencias RD**, Cómo afecta el plástico que desechamos en el océano, <https://tendenciasrd.com/como-afecta-el-plastico-que-desechamos-en-el-oceano/> (13/11/2018)
- **YouTube**, Mini-máquina inyectora, <https://www.youtube.com/watch?v=IgPpLZaJYPk> (16/11/2018)
- **Google Images**, Esquema de mecanismo de cierre para molde, http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/sub-paginas/Moldes/INYECTORA_files/image005.jpg
- **Tecnología de los plásticos**, Blog dedicado a los materiales plásticos, características, usos, fabricación, procesos de transformación y reciclado, <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com> (16/11/2018)

- **Universidad de Alicante**, Tema de inyección y diferentes tipos de inyectoras, <http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf> (15/02/2019)
- **Maruka USA**, Proveedor de maquinaria entre las que se encuentran máquinas inyectoras, <https://www.marukausa.com/> (14/02/2019)
- **Cicrosa**, Proveedor de cilindros y componentes hidráulicos, www.cicrosa.com (15/06/2019)
- **Elesa-Ganter**, Proveedor de todo tipo de productos industriales, tales como patas niveladoras, sistemas de cierre, manetas y tiradores, bloqueadores, etc. <https://www.elesa-ganter.es/es/esp> (28/06/2019)
- **RS**, Suministradora de todo tipo de elementos comerciales para la industria, <https://es.rs-online.com/web/> (20/12/2019)
- **Bosch Rexroth**, Actuadores industriales (principalmente hidráulicos y eléctricos), <https://www.boschrexroth.com/es/es> (20/01/2020)
- **Maxiwatt**, Resistencias de cartucho y de banda, <https://www.resistencias.com/esp/stock.php> (23/01/2020)
- **Interempresas**, datos sobre presión de inyección y relación con presión de los actuadores, [https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220558-Presion-de-inyeccion-\(III\).html](https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220558-Presion-de-inyeccion-(III).html) (02/02/2020)
- **Sandvik**, herramientas para mecanizado, <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/pages/default.aspx> (02/02/2020)
- **Unitronics**, PLC+HMI seleccionado donde se pueden consultar los módulos disponibles para el mismo, <https://unitronicsplc.com/vision-series-vision570/> (02/02/2020)
- **Aignep**, electroválvulas para fluidos, <https://www.aignep.com/es/Electrovalvulas-para-Fluidos-FLUIDITY/Serie-02F> (02/02/2020)

11 Anexo de cálculos

11.1 Ventaja mecánica mecanismo

En los requisitos y especificaciones se establece una fuerza de cierre en su valor máximo de 1000 kN. Para conseguir esta fuerza de cierre se proponen varias alternativas para conseguir tal rendimiento. Finalmente, la alternativa seleccionada es la del mecanismo de rodillera doble accionado con actuador hidráulico. Para conocer la fuerza que tendrá que ejercer dicho actuador hidráulico, se precisa conocer la ventaja mecánica del mecanismo. Esta ventaja mecánica es la relación entre la fuerza de entrada y la de salida en el propio mecanismo.

Para conocer esta relación se genera un modelo aproximado del mecanismo en el software Working Model que puede verse a continuación:

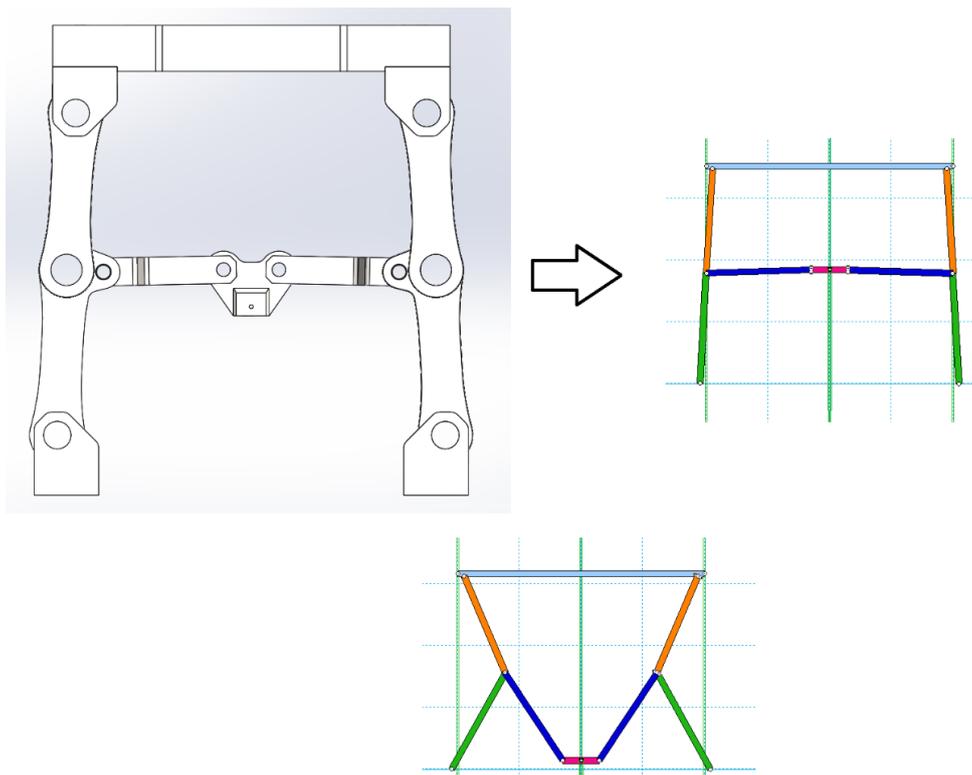


Figura 216 – Modelo del mecanismo generado en Working Model

Pueden identificarse las barras coloreadas de un color diferente cada una. Y se puede apreciar que la barra manivela en forma de L se ha simplificado ya que no genera un gran cambio en el análisis. Esto se debe a que el momento en que genera la ventaja mecánica es justo a partir del contacto entre placas del molde. Esto se da al final del recorrido y los ejes de la barra en L se encuentran alineados, por lo que no arrojaría unos datos dispares a los que genera este análisis.

Con este modelo generado se añade un actuador que empuja la barra de color rosa con una velocidad constante de 50 m/s. Con esto se observa una velocidad de desplazamiento constante de la barra de color rosa, pero la barra de color azul claro que trabaja como placa móvil del molde, lo hará con una velocidad decreciente tal como vaya aproximándose a la placa fija del molde.

La secuencia del movimiento en la aproximación entre placas se puede observar a continuación:

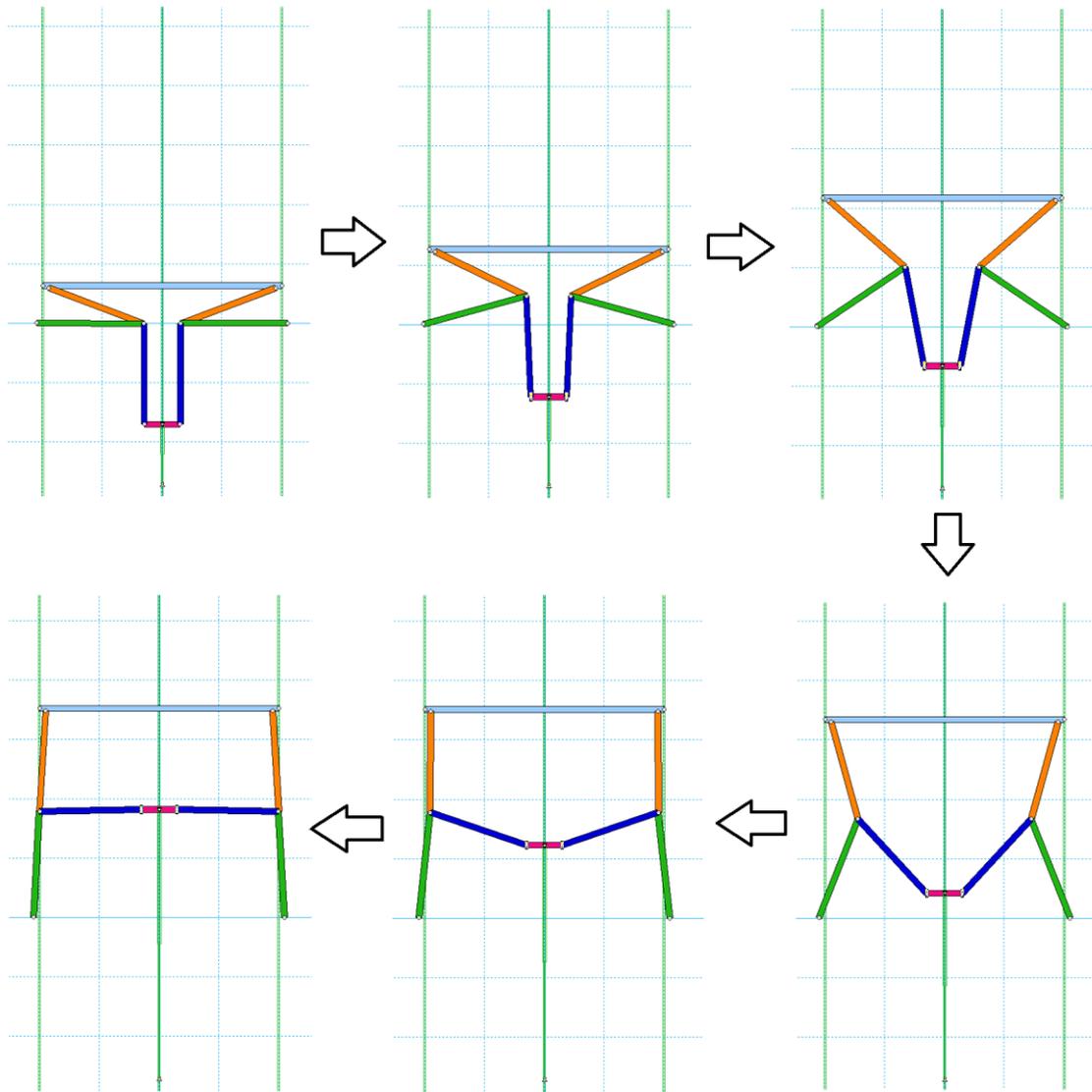


Figura 217 - Secuencia movimiento aproximación placas molde

Con todos los parámetros aplicados, se ejecuta el análisis que arroja unos resultados en el software que pueden ser exportados a una tabla y escoger los que se precisen.

En el caso que se está tratando se han escogido los últimos 3mm del desplazamiento de la placa móvil del molde (Tabla 22), ya que es donde se considera el contacto y por tanto donde se quiere conocer la ventaja mecánica del propio mecanismo. En la tabla se puede

observar que hay un salto entre datos ya que se habían recogido un numero grande de puntos de control, para conseguir la mayor exactitud en la selección de los puntos de interés para el estudio y de esta forma calcular con mayor exactitud. No obstante, no son necesarios todos los datos.

Posición placa móvil del molde		Posición barra accionamiento	
Tiempo (s)	Desplazamiento en y (mm)	Tiempo (s)	Desplazamiento en y (mm)
5.210	349.179	5.210	90.339
5.220	349.248	5.220	90.839
5.230	349.316	5.230	91.339
5.240	349.383	5.240	91.839
5.250	349.448	5.250	92.339
5.260	349.513	5.260	92.839
5.270	349.576	5.270	93.339
5.280	349.638	5.280	93.839
5.290	349.699	5.290	94.339
5.300	349.759	5.300	94.839
5.310	349.818	5.310	95.339
5.320	349.876	5.320	95.839
5.330	349.933	5.330	96.339
...			
6.890	352.200	6.890	174.339
6.900	352.200	6.900	174.839
6.910	352.200	6.910	175.339
6.920	352.200	6.920	175.839
6.930	352.200	6.930	176.339
6.940	352.200	6.940	176.839
6.950	352.200	6.950	177.339
6.960	352.200	6.960	177.839
6.970	352.200	6.970	178.339
6.980	352.200	6.980	178.839
6.990	352.200	6.990	179.339
7.000	352.200	7.000	179.839
7.010	352.200	7.010	180.339

Tabla 22 – Desplazamiento placa móvil del molde – barra accionamiento

Por lo que se observa en la tabla anterior, mientras que la posición de la placa móvil varia de 350,2 mm a 352,21 mm, la barra de accionamiento avanza de 98,75 mm a 180,75mm. Por tanto, los desplazamientos serían:

- Desplazamiento placa móvil: $352,2 - 349,18 = 3,02$ mm
- Desplazamiento barra accionamiento: $180,34 - 90,34 = 90$ mm

Con estos datos podríamos calcular la Ventaja Mecánica como:

$$V.M. = \frac{Desp. S}{Desp. E} = \frac{3,02}{90} = \mathbf{0.034}$$

Siendo:

- $Desp. S$: El desplazamiento de la placa móvil.
- $Desp. E$: El desplazamiento de la barra de accionamiento.

11.2 Selección del actuador hidráulico de cierre de molde

Tras los cálculos realizados en el apartado anterior se procede a los cálculos pertinentes para la selección del actuador hidráulico para la **Unidad de Cierre**.

Conociendo el valor de la ventaja mecánica calculado anteriormente. Se puede saber cuál es la fuerza que va a tener que ejercer el actuador hidráulico. Para ello multiplicamos la ventaja mecánica a la fuerza de cierre a conseguir (1000 kN), aplicando un coeficiente de seguridad para sobredimensionar el actuador y que cumpla con garantías y sin temor a posible fallo del sistema:

$$F_{AC} = 1000 \text{ kN} * V.M. * n_s = 1000 * 0.034 * 1,4 = \mathbf{47,6 \text{ kN}}$$

Siendo:

- F_{AC} : Fuerza de actuador de cierre
- n_s : Coeficiente de seguridad
- V.M. : Ventaja mecánica

Conociendo la fuerza necesaria y sabiendo que los actuadores hidráulicos de la marca Bosch-Rexroth serie CDL2 pueden trabajar a 25 MPa (250 bar). Se realiza el cálculo de cuál debería ser el diámetro a escoger:

$$F_{AC} = A_E * P$$

$$A_E = \left(\frac{D_E}{2}\right)^2 * \pi$$

$$D_E = \sqrt{\frac{F_{AC} * 2}{P * \pi}}$$

$$D_E = \sqrt{\frac{47600 \text{ N} * 4}{25 * \pi}} = 49,23 \text{ mm}$$

Siendo:

- F_{AC} : Fuerza de actuador de cierre
- A_E : Área del émbolo
- D_E : Diámetro émbolo
- P : Presión en actuador hidráulico

Se busca un actuador hidráulico que cumpla un diámetro próximo y superior a los 49,23 mm y se decide escoger el siguiente actuador:

Empresa fabricante: **Bosch-Rexroth**

Modelo: **CDL2MF3-50-32-370D1X-B11CHUMWW**

El cual dispone de un émbolo de 50 mm de diámetro y un vástago de 32 mm de diámetro.

11.3 Selección de los actuadores hidráulicos de inyección

Para saber los actuadores que se deben escoger se realiza un cálculo de la fuerza que tendrán que ejercer para conseguir la presión de inyección adecuada. A continuación, exponemos los cálculos realizados para esta selección.

En primer lugar, se tiene que conocer cuál es la presión que se quiere alcanzar en la cámara de inyección. Para ello, se empieza por el cálculo del área del émbolo de la cámara de inyección ($D = 26 \text{ mm}$).

$$A_{EI} = 13^2 * \pi = 530,93 \text{ mm}^2$$

Conociendo esto, se calcula la fuerza mínima necesaria para alcanzar la presión de inyección de 1200 bar, que es la presión que se quiere conseguir.

$$F_{Min. Act. Iny} = 530,93 \text{ mm}^2 * 120 \text{ MPa} = 63,712 \text{ kN}$$

Se aplica un coeficiente de seguridad de 2 para asegurarse de que se consigue la presión de inyección correcta. Este coeficiente de seguridad responde a las pérdidas que se dan por el rozamiento del plástico y del propio émbolo dentro de la cámara.

$$F_{Act. Iny} * n_s = 63,712 * 2 = 95,57 \text{ kN} \approx 127,42 \text{ kN}$$

-Posteriormente se realiza una iteración mediante una tabla para averiguar la combinación de vástago y émbolo que nos diera un área suficiente para llegar a la fuerza necesaria. A continuación, se muestra la formula aplicada para el cálculo del área útil del actuador a aplicar en dicha iteración:

$$A_{Util} = \left(\left(\frac{D_{Embolo}}{2} \right)^2 * \pi \right) - \left(\left(\frac{D_{Vastago}}{2} \right)^2 * \pi \right)$$

Teniendo en cuenta que se van a utilizar dos actuadores se realiza el cálculo mediante la tabla de cálculos con los siguientes resultados:

Diam. Embolo (mm)	Diam. Vastago (mm)	Area util (mm ²)	Fuerza máxima a 250 bar de presión (N)	Fuerza de 2 actuadores
40	25	765,76305	19144,07625	38288,1525
50	32	1159,247448	28981,1862	57962,3724
63	40	1860,607862	46515,19655	93030,3931
80	50	3063,0522	76576,305	153152,61

Tabla 23 – Iteración para seleccionar actuadores hidráulicos inyección

Tras estos cálculos se selecciona el actuador y sabiendo que el primer actuador que cumple es el que tiene un émbolo de 80 mm y un vástago de 50 mm se realiza la búsqueda seleccionando el actuador hidráulico siguiente:

Empresa fabricante: **Bosch-Rexroth**

Modelo: **CDL2MP5-80-50-150D1X-B11C**

Con un diámetro del émbolo de 80 mm, vástago de 50 mm y una carrera de 150 mm.

11.4 Selección del actuador hidráulico de pre-plastificación

El actuador de preclasificación es el encargado de empujar el material plástico a través de la cámara que funde el mismo. Hay que considerar que, además, los actuadores de inyección ejercerán fuerza al mismo tiempo que el de preclasificación, para retraer el émbolo de inyección e ir generando paulatinamente el espacio necesario para que se llene de plástico fundido.

Añadido a esto, como se trata de un material que al estar fundido presenta un estado viscoso, la fuerza que generan los actuadores en el llenado, se traduce en una presión negativa en la cámara de pre-plastificación que ayuda a reducir la fuerza necesaria a ejercer por este actuador. Por todo lo comentado, se considera un buen dato de partida el valor de **600 bar** de presión que tendrán que ejercer en esta cámara de pre-

plastificación. Esta presión es del orden de magnitud de la mitad de la presión ejercida durante la inyección.

Con estos datos pasamos al cálculo para la selección del actuador hidráulico.

En primer lugar, se tiene que conocer cuál es la presión que se precisa alcanzar en la cámara de pre-plastificación, para ello se empieza por el cálculo del área del émbolo de la cámara de pre-plastificación ($D = 32 \text{ mm}$).

$$A_{EI} = 16^2 * \pi = 804,25 \text{ mm}^2$$

Conociendo esto, se calcula la fuerza mínima necesaria para alcanzar la presión de pre-plastificación de 600 bar.

$$F_{Min. Act. Iny} = 804,25 \text{ mm}^2 * 60 \text{ MPa} = 48,25 \text{ kN}$$

Conociendo la fuerza necesaria y sabiendo que los actuadores hidráulicos de la marca Bosch-Rexroth serie CDL2 pueden trabajar a 25 MPa (250 bar). Se realiza el cálculo para saber cuál debería ser el diámetro a escoger:

$$F_{AP} = A_E * P$$

$$A_E = \left(\frac{D_E}{2} \right)^2 * \pi$$

$$D_E = \sqrt{\frac{F_{AC} * 2}{P * \pi}}$$

$$D_E = \sqrt{\frac{48250 \text{ N} * 4}{25 * \pi}} = 49,57 \text{ mm}$$

Siendo:

- F_{AP} : Fuerza de actuador de pre-plastificación
- A_E : Área del émbolo
- D_E : Diámetro del émbolo
- P : Presión en actuador hidráulico

Se busca un actuador hidráulico que cumpla un diámetro próximo y superior a los 49,23 mm y se decide escoger el siguiente actuador:

Empresa fabricante: **Bosch-Rexroth**

Modelo: **CDL2MF3-50-32-190D1X-B11CHUMWW**

Este dispone de un émbolo de 50mm de diámetro, un vástago de 32mm y una carrera de 190 mm, que es la que se necesita para empujar el material plástico a través de la cavidad de la cámara.

11.5 Selección del actuador hidráulico de aproximación

Para la aproximación y separación de la unidad de inyección se usan también unos actuadores hidráulicos, los cuales ejercen la fuerza necesaria para que el plástico no desborde en la conexión entre la boquilla y el bebedero. Como los dos tienen la misma geometría y el contacto es completo, el único punto en el que genera presión el plástico inyectado es el canal que comunica ambos. Este canal es del tamaño que se observa a continuación (Figura 218). Con lo que la presión generada en esa área producirá una fuerza contraria a los actuadores. Conociendo esta fuerza se podrán seleccionar correctamente los mismos.

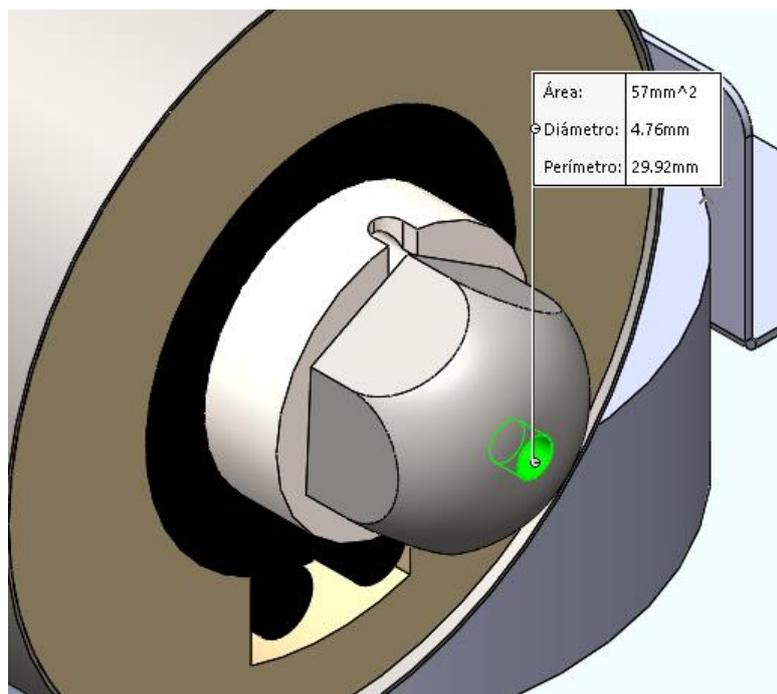


Figura 218 – Diámetro canal boquilla

Conociendo el diámetro del canal de la boquilla, aplicamos la fórmula de la fuerza que genera la presión de inyección. De esta forma se conoce la fuerza mínima que tendrán que generar los actuadores hidráulicos de aproximación:

$$A_{\text{Canal Boquilla}} = (4,76/2)^2 * \pi = 17,8 \text{ mm}^2$$

$$F_{\text{Min. Act. Aprox.}} = 17,8 \text{ mm}^2 * 120 \text{ MPa} = 2,14 \text{ kN}$$

Conociendo esta fuerza se buscan los actuadores que mejor funcionarán y como los que tienen un tamaño menor es de 25 mm de émbolo y 14 mm de vástago, funcionando a 16 MPa (160 bar) de presión máxima calculamos la fuerza que generan estos:

$$A_E = (25/2)^2 * \pi = 490,9 \text{ mm}^2$$

$$F_{Act. Aprox.} = 490,9 \text{ mm}^2 * 16 \text{ MPa} = 7,854 \text{ kN}$$

Estos actuadores tienen un ángulo de actuación de 9º como se puede ver en la siguiente imagen (Figura 219).

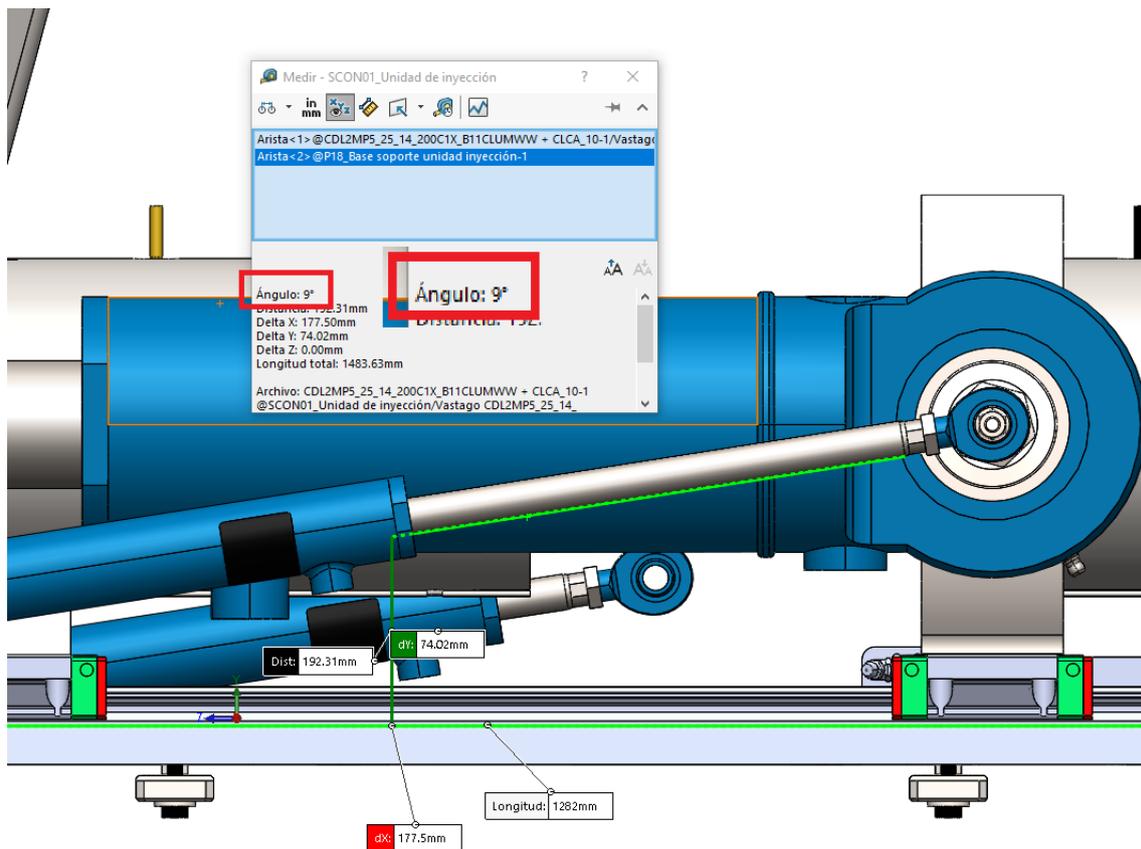


Figura 219 – Ángulo empuje actuador hidráulico aproximación

Por lo que la fuerza final es:

$$F_{Act. Aprox. 9º} = \cos 9º * 7,854 \text{ kN} = 7,75 \text{ kN}$$

Es una fuerza mucho mayor, solamente con un actuador hidráulico. Teniendo en cuenta que en la inyectora se usan 2, incluso con el más pequeño de los actuadores de la serie CDL2 cumple su cometido.

El actuador hidráulico seleccionado es el siguiente:

Empresa fabricante: **Bosch-Rexroth**

Modelo: **CDL2MP5-25-14-200C1X-B11CHUMWW**

Se ha incluido una horquilla para amarrar el mismo a la Placa horizontal de la unidad de inyección. El modelo de la misma es **CLCA-10**

11.6 Selección unidad de presión

Para la selección de la unidad de presión, se establecen 3 requisitos principales:

- Que consiga la presión de **250 bar**, que es la presión máxima a la que pueden llegar los actuadores, ya que muchos elementos están dimensionados para que trabajen a esta presión para generar la fuerza necesaria.
- Que el caudal de la máquina permita **inyectar la pieza** como máximo **en 1 segundo**.
- Que la **presión y el caudal sean variables**, para poder adaptar mejor estos parámetros a las necesidades de la inyección.

Para conseguir el caudal necesario necesitamos saber el volumen de los actuadores de inyección en el sentido en que actúan para inyectar el plástico fundido dentro de la cavidad. Estos actuadores realizan la fuerza en tracción, es decir, retrayendo el vástago, por tanto, el volumen a llenar en el actuador que se necesita conocer es el siguiente:

$$V_{Act. Inyección} = A_{Util} * Z (Carrera)$$

$$A_{Util} = \left(\left(\frac{D_{Embolo}}{2} \right)^2 * \pi \right) - \left(\left(\frac{D_{Vastago}}{2} \right)^2 * \pi \right)$$

$$A_{Util} = \left(\left(\frac{80}{2} \right)^2 * \pi \right) - \left(\left(\frac{50}{2} \right)^2 * \pi \right) = 3063,05 \text{ mm}^2$$

$$V_{Act. Inyección} = 3063,05 * 150 = 4,6 * 10^5 \text{ mm}^3$$

En la inyección realizan la fuerza 2 actuadores, así que el volumen final será:

$$V_{Act. Inyección x2} = 4,59 * 10^5 * 2 = 9,19 * 10^5 \text{ mm}^3$$

Como se necesita conocer el caudal mínimo que precisamos por parte de la unidad de presión y este se ofrece en l/min. Se realiza la conversión:

$$V_{Act. Inyección x2} = \frac{9,19 * 10^5 \text{ mm}^3}{1 * 10^6} = 0.92 \text{ l}$$

$$\mathbf{Caudal_{mínimo} = 0.92 \text{ l/1s}}$$

Con estos requisitos se realiza la búsqueda en el catálogo de unidades de presión de la empresa Bosch-Rexroth, ya que permite en algunos modelos una gran configuración.

Se opta por centrar la búsqueda en la serie ABPAC por la posibilidad de configurar los elementos para que se adapten a las necesidades de la máquina y por la capacidad aceptable para las necesidades del proyecto.

ABPAC hydraulic power unit configurations with Sytronix FCP 5020

Pumps						Motors					
$n_{max} = 3,000$ (PGH); $3,600$ (PGF) rpm						4	5,5	7,5	11	15	P_{nom} [kW]
Typ	Size	P_{coat} [bar]	P_{max} [bar]	Q_{perf} [l/min]	Q_{max} [l/min]	4,000	4,000	4,000	3,800	3,800	n_{max} [rpm]
PGF2	8.0	210	250	19	29	139					
Tank Size						100					
PGF2	13.0	210	250	31	47		119				
Tank Size							100 160				
PGF2	19.0	210	250	46	68		84	114			
Tank Size							160	160 250			
PGH2	8.0	315	350	19	24	143	198	269			
Tank Size						100	100	100			
PGH3	13.0	315	350	31	39	88	122	166	244		
Tank Size						100 160	100 160	100 160	160		
PGH4	20.0	315	350	48	60		79	108	168	216	
Tank Size							160	160 250	160 250	160 250	
PGH4	32.0	315	350	77	98			99	135		
Tank Size									250	250 400	
PGH4	50.0	250	310	120	152					86	
Tank Size										400	

Figura 220 - Unidad de presión seleccionada

Nota: Si se precisa consultar la tabla en un tamaño mayor se puede realizar en el anexo de imágenes 12.3 Unidad de presión seleccionada

Se selecciona la unidad de presión **ABPAC** con la configuración **PGH4** y una presión eficiente de **216 bar**. Esta nos ofrece un caudal de **60 l/min**. Esto, traducido sería 1 l/s. Que es ligeramente superior al caudal mínimo que se ha calculado anteriormente.

El modelo exacto tras la configuración es el siguiente: **ABPAC-0160-1-A-VL3-020-015-0-0-0-E-00000**

11.7 Selección guías lineales unidad de inyección

Para la selección de las guías lineales de recirculación de bolas adecuadas hay que tener en cuenta las cargas aplicadas en las mismas, así como la vida esperada.

Se empieza por calcular la carga aplicada en el centro de masas de la unidad sin tener en cuenta las piezas que no van a soportar. Los patines que se pueden apreciar desde la cara lateral de la unidad de inyección, como se puede observar en la siguiente imagen (Figura 221).

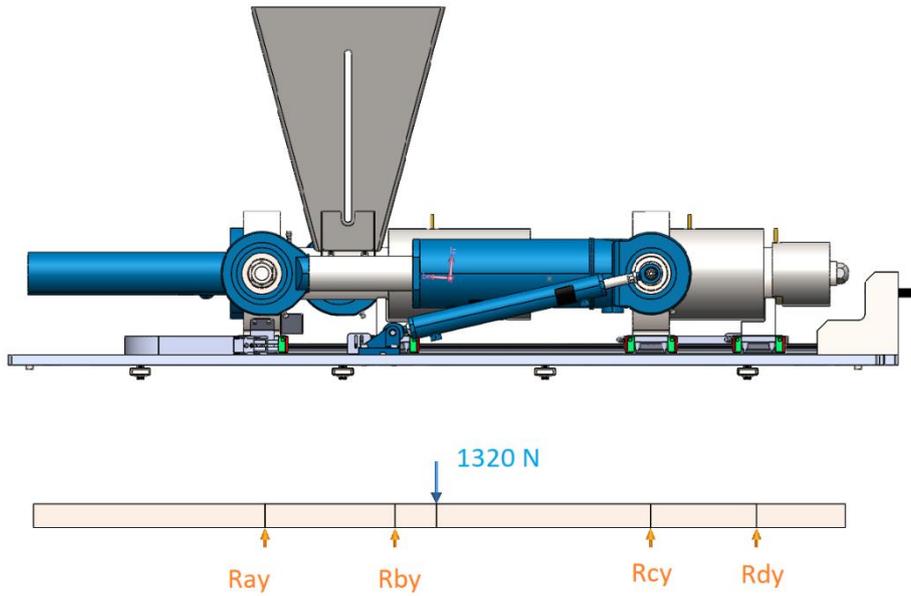


Figura 221 – Condiciones del centro de masas

En el punto del centro de masas la carga es de 134,55 kg, es decir **1320 N**.

A continuación, se genera un modelo para calcular las reacciones en los apoyos (Figura 222) y ver cuál es el que está soportando una carga mayor:

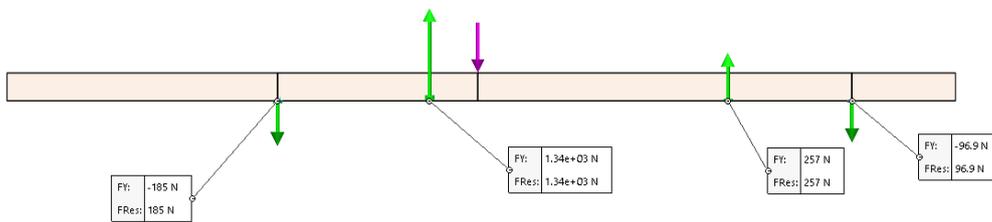


Figura 222 - Reacciones en los apoyos con la carga aplicada

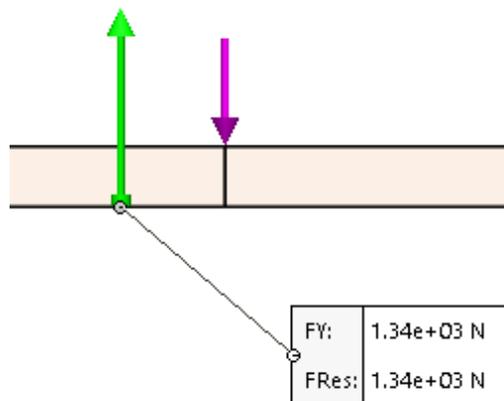


Figura 223 - Magnitud de la reacción en el apoyo Rby

Conociendo que el que soporta una carga mayor es el apoyo R_{by} , se selecciona la reacción a la carga aplicada de **1,34 kN** y se pasa a la selección de la guía lineal.

Se decide escoger la serie HG20CC de la empresa Hiwin por ser una serie que permite usar el encoder lineal PG de posicionamiento para saber la cantidad de plástico inyectado. Además de ser la más ligera de las que lo permiten.

Tras esto, y ya conociendo la carga soportada de los patines, se necesita saber si aguantaran la vida esperada para los mismos. Por ello se calcula la vida mediante la siguiente ecuación, que calcula la distancia total que realizan dichos patines durante 10 años:

$$L = \frac{Dist}{Ciclo} (0.0003Km) * \frac{Ciclos}{Dia} (3000) * Dias\ año (255) * Años\ totales (5)$$

$$= 1147,5\ km$$

Y con esto se puede conocer la capacidad de carga dinámica mínima mediante la siguiente ecuación:

$$C = \sqrt[3]{\frac{L * P^3}{L_{ref}}} = \sqrt[3]{\frac{1147,5 * 1,34^3}{50}} = 3,8kN$$

Siendo L_{ref} de valor 50 para patines de recirculación de bolas.

Modelo N°.	Dimensiones (mm)			Dimensiones del Patín (mm)														Dimensiones del Raíl (mm)										Tornillo de Montaje (mm)	Capacidad de Carga Dinámica C (kN)	Capacidad de Carga Estática C ₀ (kN)	Máximo Momento Estático			Peso	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	M	T	T ₁	T ₂	H ₃	W ₄	H ₄	D	h	d	P	E	M _x	M _y	M _z				Patín	Raíl			
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg				kg	kg	kg		
HGW15CC	24	4.3	16	47	38	4.5	30	39.4	61.4	8	4.85	5.3	M5	6	8.9	6.95	3.95	3.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	11.38	16.97	0.12	0.10	0.10	0.17	1.45		
HGW20CC	30	4.6	21.5	63	53	5	40	50.5	77.5	10.25	6	12	M6	8	10	9.5	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	17.75	27.76	0.27	0.20	0.20	0.40	2.21		
HGW20HC								65.2	92.2	17.6																		21.18	35.90	0.35	0.35	0.35	0.52		
HGW25CC	36	5.5	23.5	70	57	6.5	45	58	84	11.8	6	12	M8	8	14	10	6	5	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	26.48	36.49	0.42	0.33	0.33	0.59	3.21		
HGW25HC								78.6	104.6	22.1																		32.75	49.44	0.56	0.57	0.57	0.80		
HGW30CC	42	6	31	90	72	9	52	70	97.4	14.25	6	12	M10	8.5	16	10	6.5	10.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	38.74	52.19	0.66	0.53	0.53	1.09	4.47		

Figura 224 - Selección de guía y capacidad de carga dinámica

Con estos datos, se puede considerar más que correcta la selección, ya que la capacidad de carga dinámica está muy por encima de las exigencias.

Por tanto, la guía que mejor se adapta a la Unidad de inyección, y por tanto la seleccionada es la **Hiwin - HGW20CB4R1040Z0C**

11.8 Selección guías lineales unidad de cierre

Al igual que en el caso anterior para la selección de las guías lineales de recirculación de bolas adecuadas hay que tener en cuenta las cargas aplicadas en las mismas, así como la vida esperada.

Se empieza por calcular la carga aplicada en el centro de masas de la unidad sin tener en cuenta las piezas que no van a soportar los patines que se podrían apreciar desde la cara lateral del de la unidad de inyección, como se puede observar en la siguiente imagen

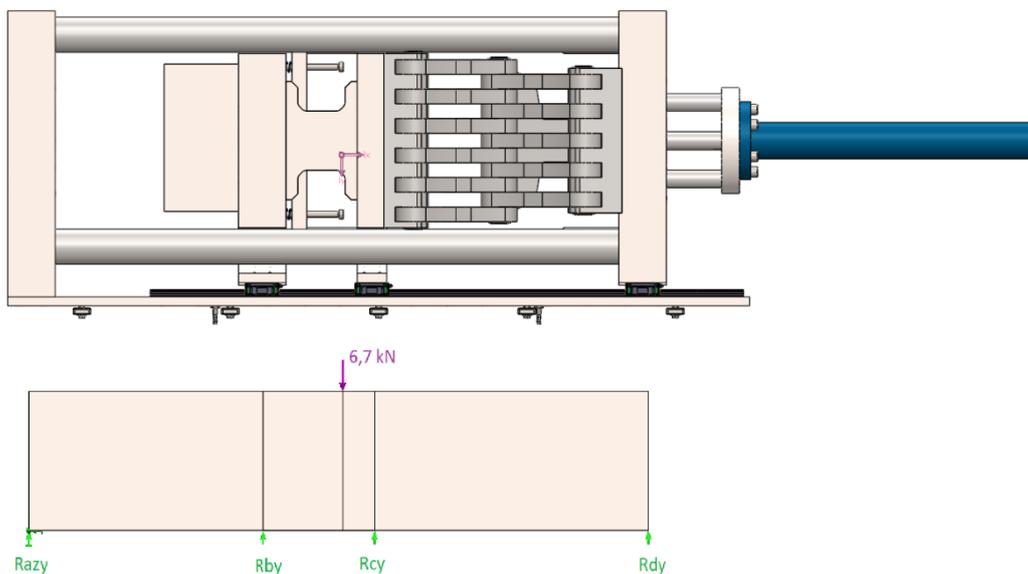


Figura 225 – Condiciones del centro de masas donde se aplica la carga

En el punto del centro de masas la carga es de 682 kg, que son un total de **6,7 kN**.

A continuación, se genera un modelo para calcular las reacciones en los apoyos y ver cuál es el que está soportando una carga mayor:

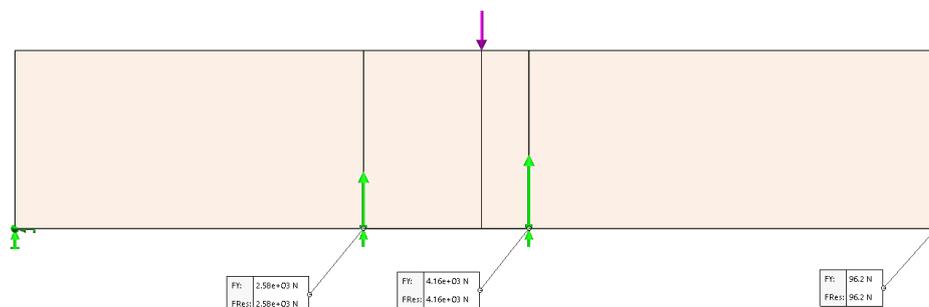


Figura 226 – Reacciones en los apoyos con la carga aplicada

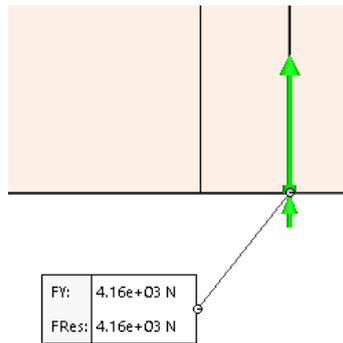


Figura 227 – Magnitud de la reacción en el punto R_{cy}

Sabiendo que el apoyo que soporta una carga mayor es el patín situado en R_{cy} se selecciona la reacción a la carga aplicada de **4,16 kN** y se pasa a la selección de la guía lineal.

Como la carga se aplica en el centro de gravedad de las piezas analizadas que afectan a los patines y esta está centrada en el modelo, esta carga de 4,16kN se repartirá equitativamente entre los pares de patines. Por lo que la carga se dividirá, siendo de **2,08 kN**.

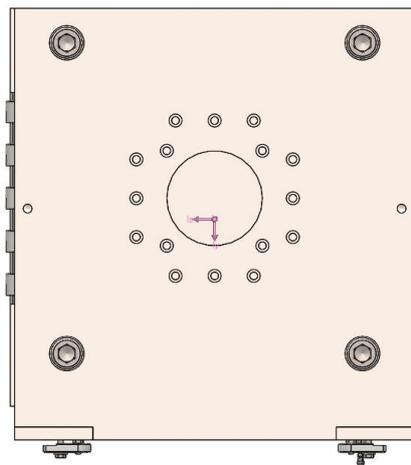


Figura 228 – Centro de masas en la Unidad de cierre

Se decide escoger la serie **EG15CA** de la empresa **Hiwin** por ser una serie con buenas capacidades de carga estática y dinámica a pesar de no ser de las series más pesadas.

Tras esto, y ya conociendo la carga soportada de los patines se necesita saber si aguantaran la vida esperada para los mismos. Por ello se calcula la vida mediante la siguiente ecuación que calcula la distancia total que realizan dichos patines durante 10 años:

$$L = \frac{Dist}{Ciclo} (0.00058Km) * \frac{Ciclos}{Dia} (3000) * Dias\ año (255) * Años\ totales (5)$$

$$= 2218,5\ km$$

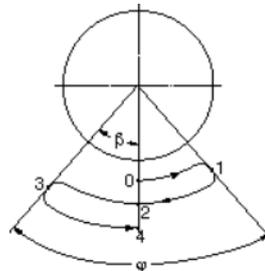
Datos del diseño:

Diámetro del eje $d = 30 \text{ mm}$

Rugosidad de la superficie del pasador $R_a = 0,2 \text{ }\mu\text{m}$

Datos de funcionamiento:

- Carga radial en el acoplamiento:
 - Durante el cierre del molde se alcanza un máximo de 0,17 kN por cojinete de fricción
 - En el momento de cierre del molde, la carga estática llega a 100 kN por cojinete de fricción
- Mitad del ángulo de oscilación $b = 40^\circ$



$\varphi = \text{angle of oscillation} = 2\beta$
 A complete oscillation is from
 point 0 to point 4 ($= 4\beta$)

Figura 231 - Mitad del ángulo de oscilación

- Frecuencia de oscilación máxima $f = 12 \text{ min}^{-1}$
- Temperatura de funcionamiento $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

En función de las características de diseño, se eligen los cojinetes de fricción de material compuesto de PTFE PCM 303425 E, que presentan una capacidad de carga dinámica básica $C = 58,5 \text{ kN}$.

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D_1	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
				C	C_0	C_a	C_{0a}	
mm				kN				
▲	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
30	34	25		58.5	180			PCM 303425 E

Figura 232 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 303425 E

Como una primera comprobación confirma que el tamaño del rodamiento es adecuado (Figura 233), se calcula la carga específica del rodamiento p en función del factor de carga específico $K = 80 \text{ N/mm}^2$ para material compuesto de PTFE, mediante la fórmula:

$$p = K * F/C = 80 * 0,17/58,5 = 0,23 \text{ N/mm}^2$$

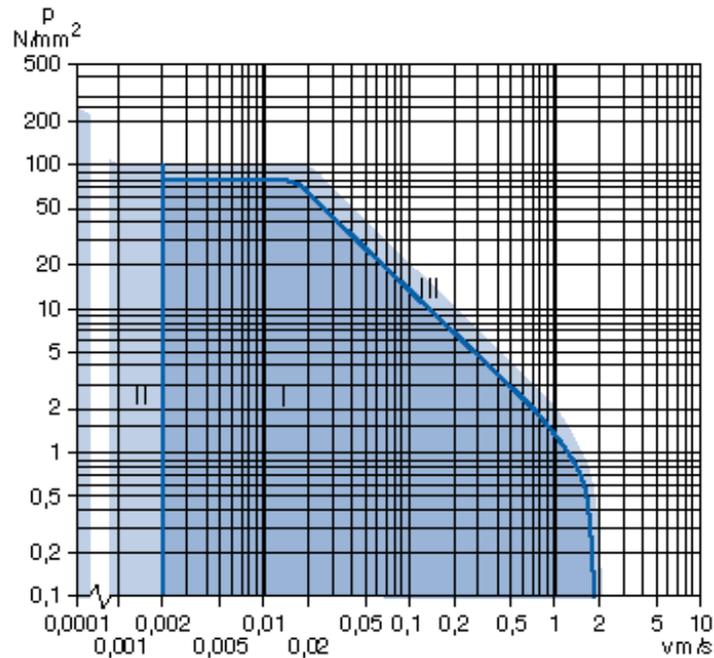


Figura 233 – Carga específica del rodamiento

La velocidad de deslizamiento se calcula mediante la fórmula:

$$v = 5,82 * 10^{-7} * d * b * f = 5,82 * 10^{-7} * 30 * 60 * 12 = 1,26 * 10^{-2} \text{ m/s}$$

Estos valores se encuentran dentro del rango I del diagrama pv para rodamientos de material compuesto de PTFE.

Además, los factores se aplican del modo siguiente:

- Factor de carga $c_1 = 1,3$

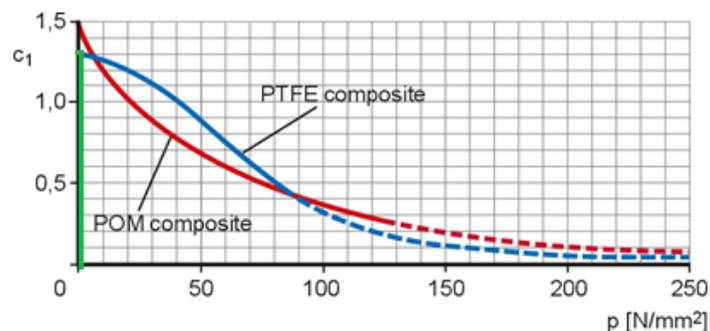


Figura 234 - Factor de carga

- Factor de velocidad $c_2 = 1$

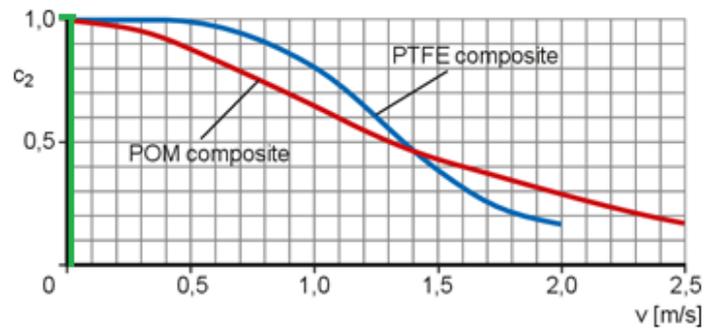


Figura 235 - Factor de velocidad

- Factor de temperatura $c_3 = 1$

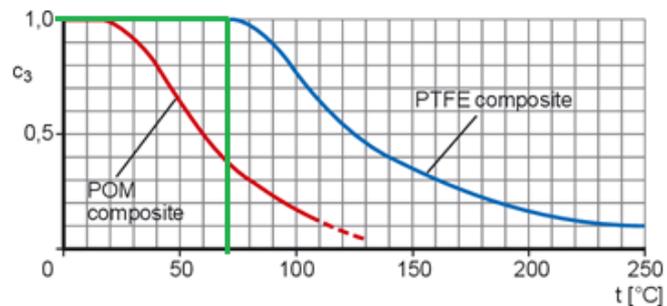


Figura 236 - Factor de temperatura

- Factor de rugosidad de la superficie $c_4 = 0,96$

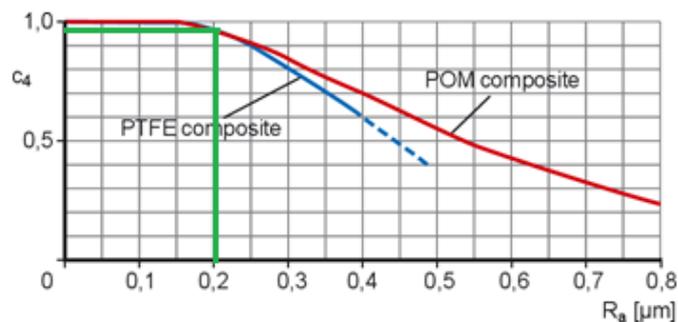


Figura 237 - Factor de rugosidad de la superficie

- Factor para el tipo de carga $c_5 = 1,5$ (porque la carga gira y no es aplicada siempre en el mismo punto del cojinete)
- Exponente $n = 1$ (material compuesto de PTFE)
- Valor $p_v = 0,025$ que se debe aplicar como p_v de producto = $0,23 \times 0,012 = 0,003$, que es inferior al valor límite de 0,025 para el material compuesto de PTFE

Usando el factor de tipo de rodamiento y material $KM = 480$ para cojinetes de fricción de material compuesto de PTFE, se puede calcular la vida nominal básica para los cojinetes de fricción elegidos con la fórmula:

$$Gh = c1 * c2 * c3 * c4 * c5 * K * M / (p * v)^n$$
$$Gh = 1,3 * 1 * 1 * 0,96 * 1,5 * 480 / (0,23 * 1,26 * 10^{-2})^1$$
$$= 310062 \text{ horas de funcionamiento}$$

Esto supone un total de: **121 años.**

Con una frecuencia $f = 12 \text{ min}^{-1}$, los ciclos de trabajo ascienden hasta más de 223 millones.

La carga estática de 100 kN se encuentra por debajo de la capacidad de carga estática de $C_0 = 180 \text{ kN}$.

Por tanto, los cojinetes de fricción elegidos satisfacen los requisitos.

11.10 Selección y cálculo de vida útil de cojinetes barra unión

Para los ejes que se observan a continuación sombreados de azul (Figura 238) se realizan los cálculos para comprobar que son correctos para el trabajo que van a realizar y las cargas que van a soportar. Para saber cuál será su vida útil, también se calcula la vida esperada en los mismos.

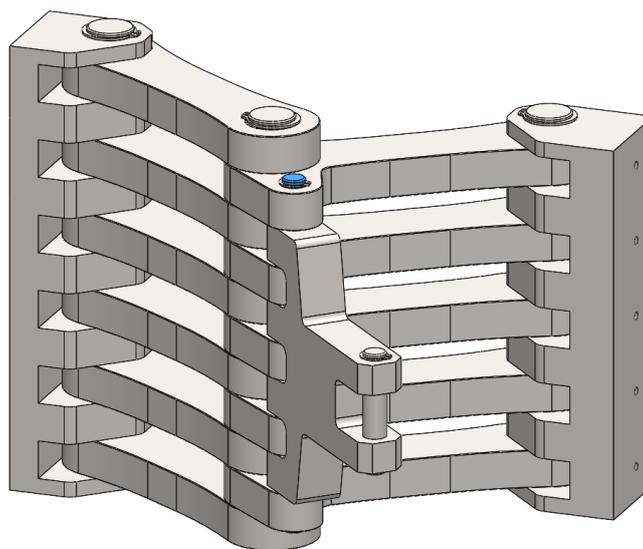


Figura 238 – Ejes con los que friccionan los cojinetes calculados

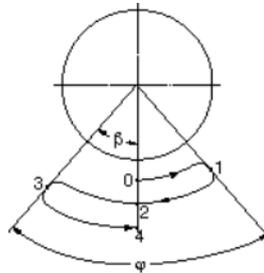
Datos del diseño:

Diámetro del eje $d = 15 \text{ mm}$

Rugosidad de la superficie del pasador $Ra = 0,2 \text{ }\mu\text{m}$

Datos de funcionamiento:

- Carga radial en el acoplamiento:
 - Durante el cierre del molde se alcanza un máximo de 0,17 kN por cojinete de fricción
 - En el momento de cierre del molde, la carga estática llega a 2 kN por cojinete de fricción
- Mitad del ángulo de oscilación $b = 21^\circ$



$\phi = \text{angle of oscillation} = 2\beta$
 A complete oscillation is from point 0 to point 4 ($= 4\beta$)

Figura 239 - Mitad del ángulo de oscilación

- Frecuencia de oscilación máxima $f = 12 \text{ min}^{-1}$
- Temperatura de funcionamiento $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

En función de las características de diseño, se eligen los cojinetes de fricción de material compuesto de PTFE PCM 151725 E, que presentan una capacidad de carga dinámica básica $C = 30 \text{ kN}$.

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D_1	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
mm				kN				
15	17	25		30	93			PCM 151725 E

Figura 240 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151725 E

Como una primera comprobación confirma que el tamaño del rodamiento es adecuado (Figura 241), se calcula la carga específica del rodamiento p en función del factor de carga específico $K = 80 \text{ N/mm}^2$ para material compuesto de PTFE, mediante la fórmula:

$$p = K * F/C = 80 * 0,17/30 = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

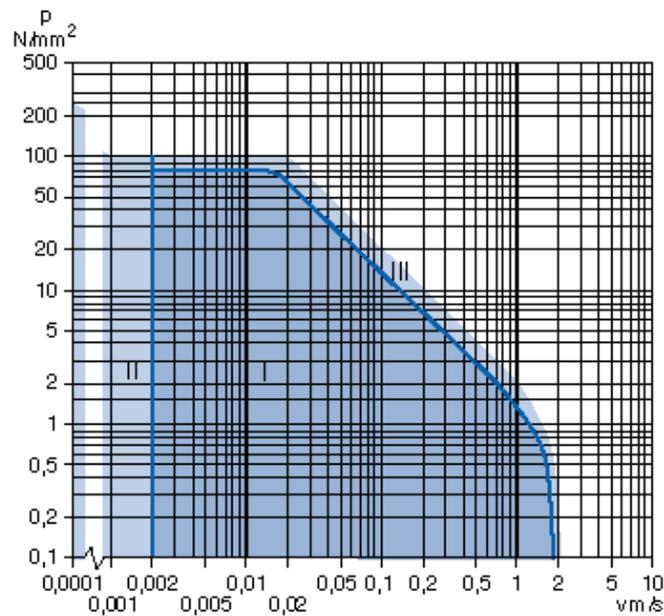


Figura 241 – Carga específica del rodamiento

La velocidad de deslizamiento se calcula mediante la fórmula:

$$v = 5,82 * 10^{-7} * d * b * f = 5,82 * 10^{-7} * 15 * 21 * 12 = 2,2 * 10^{-3} \text{ m/s}$$

Estos valores se encuentran dentro del rango I del diagrama pv para rodamientos de material compuesto de PTFE

Además, los factores se aplican del modo siguiente:

- Factor de carga $c_1 = 1,3$

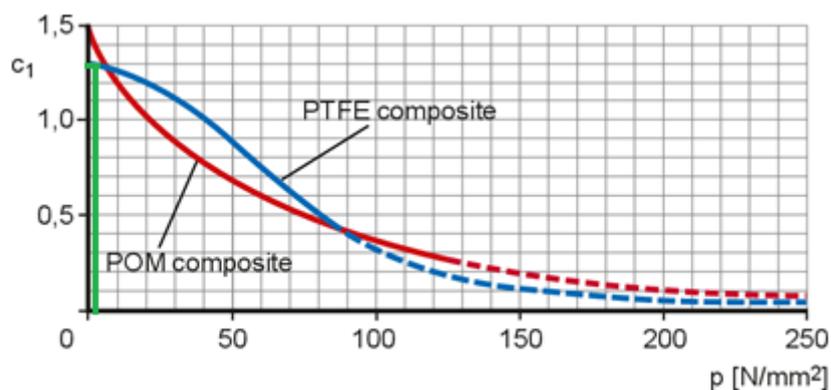


Figura 242 - Factor de carga

- Factor de velocidad $c_2 = 1$

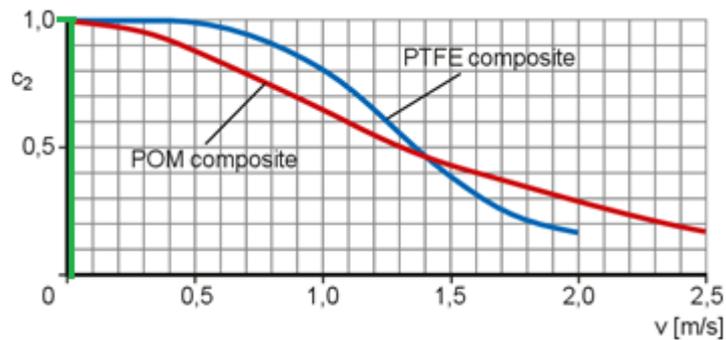


Figura 243 - Factor de velocidad

- Factor de temperatura $c_3 = 1$

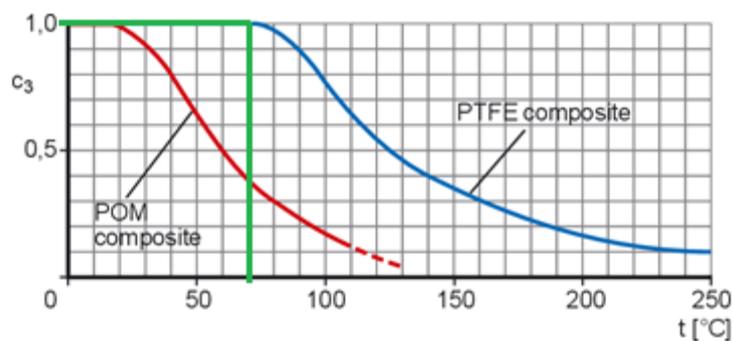


Figura 244 - Factor de temperatura

- Factor de rugosidad de la superficie $c_4 = 0,96$

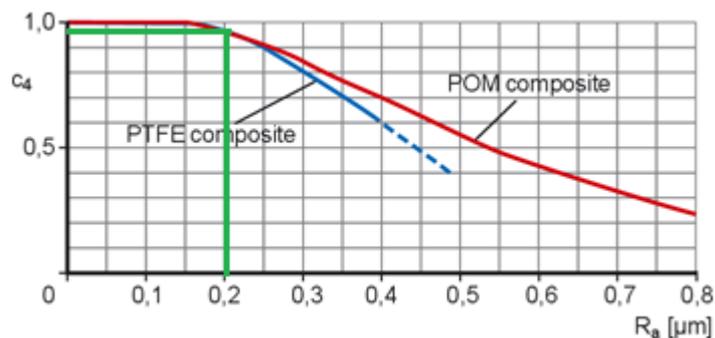


Figura 245 - Factor de rugosidad de la superficie

- Factor para el tipo de carga $c_5 = 1,5$ (porque la carga gira y no es aplicada siempre en el mismo punto del cojinete)
- Exponente $n = 1$ (material compuesto de PTFE)
- Valor $p_v = 0,025$ que se debe aplicar como p_v de producto = $0,45 \times 0,0022 = 9,9 \times 10^{-4}$, que es inferior al valor límite de $0,025$ para el material compuesto de PTFE

Usando el factor de tipo de rodamiento y material $KM = 480$ para cojinetes de fricción de material compuesto de PTFE, se puede calcular la vida nominal básica para los cojinetes de fricción elegidos con la fórmula:

$$Gh = c1 * c2 * c3 * c4 * c5 * K * M / (p * v)^n$$
$$Gh = 1,3 * 1 * 1 * 0,96 * 1,5 * 480 / (0,45 * 2,2 * 10^{-3})^1$$
$$= \mathbf{907636,4 \text{ horas de funcionamiento}}$$

Esto supone una vida total de: **356 años.**

Con una frecuencia $f = 12 \text{ min}^{-1}$, los ciclos de trabajo ascienden a más de 653 millones.

La carga estática de 2 kN se encuentra dentro de la capacidad de carga dinámica $C = 30 \text{ kN}$ y está muy por debajo de la capacidad de carga estática de $C_0 = 93 \text{ kN}$.

Por lo tanto, los cojinetes de fricción elegidos satisfacen los requisitos.

11.11 Selección y cálculo de vida útil cojinetes barra accionamiento

Para los ejes que se observan a continuación sombreados de azul (Figura 246) se realizan los cálculos para comprobar que son correctos para el trabajo que van a realizar y las cargas que van a soportar. Para saber cuál será su vida útil, también se calcula la vida esperada en los mismos.

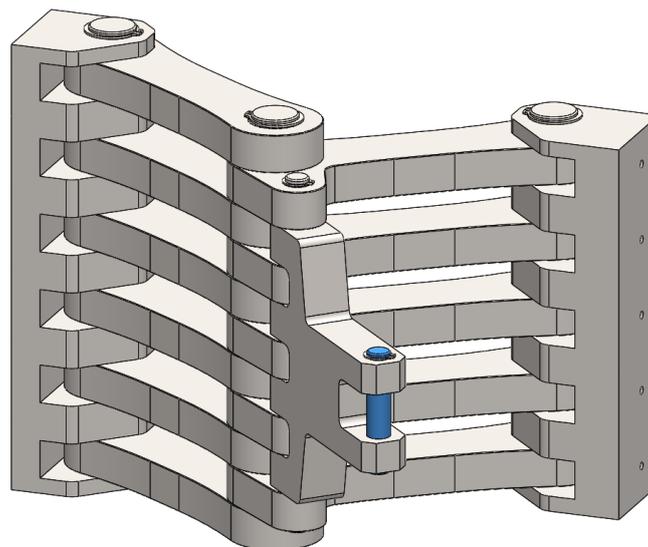


Figura 246 – Ejes con los que friccionan los cojinetes calculados

Datos del diseño:

Diámetro del eje $d = 15 \text{ mm}$

Rugosidad de la superficie del pasador $Ra = 0,2 \text{ }\mu\text{m}$

Datos de funcionamiento:

- Carga radial en el acoplamiento:
 - Durante el cierre del molde se alcanza un máximo de 0,17 kN por cojinete de fricción
 - En el momento de cierre del molde, la carga estática llega a 5 kN por cojinete de fricción
- Mitad del ángulo de oscilación $b = 45^\circ$

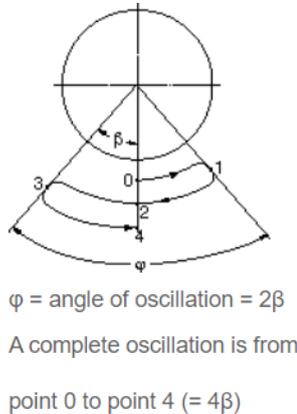


Figura 247 - Mitad del ángulo de oscilación

- Frecuencia de oscilación máxima $f = 12 \text{ min}^{-1}$
- Temperatura de funcionamiento $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

En función de las características de diseño, se eligen los cojinetes de fricción de material compuesto de PTFE PCM 151715 E, que presentan una capacidad de carga dinámica básica $C = 18 \text{ kN}$.

Dimensiones principales				Capacidad de carga básica				Designación
d	D	B	D_1	dinámica radial	estática radial	dinámica axial	estática axial	
mm				kN				
15	17	15	18	18	56			PCM 151715 E

Figura 248 - Características cojinete de fricción PTFE PCM 151715 E

Como una primera comprobación confirma que el tamaño del rodamiento es adecuado (Figura 249), se calcula la carga específica del rodamiento p en función del factor de carga específico $K = 80 \text{ N/mm}^2$ para material compuesto de PTFE, mediante la fórmula:

$$p = K * F/C = 80 * 0,17/18 = 0,75 \text{ N/mm}^2$$

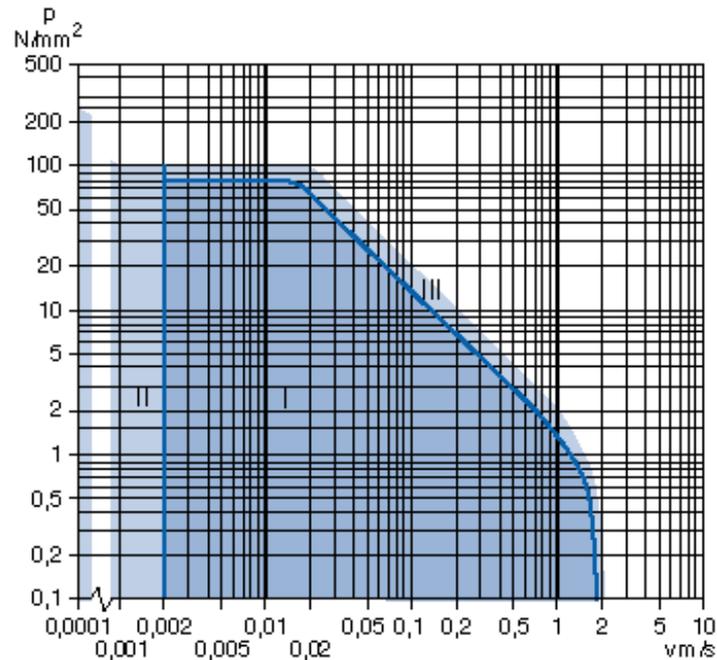


Figura 249 – Carga específica del rodamiento

La velocidad de deslizamiento se calcula mediante la fórmula:

$$v = 5,82 * 10^{-7} * d * b * f = 5,82 * 10^{-7} * 15 * 45 * 12 = 4,7 * 10^{-3} \text{ m/s}$$

Estos valores se encuentran dentro del rango I del diagrama pv para rodamientos de material compuesto de PTFE

Además, los factores se aplican del modo siguiente:

- Factor de carga $c_1 = 1,3$

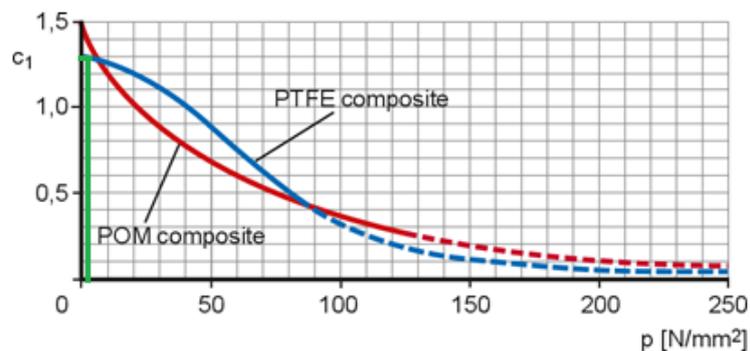


Figura 250 - Factor de carga

- Factor de velocidad $c_2 = 1$

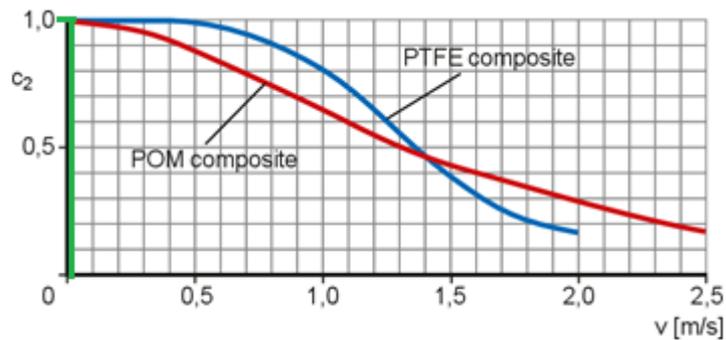


Figura 251 - Factor de velocidad

- Factor de temperatura $c_3 = 1$

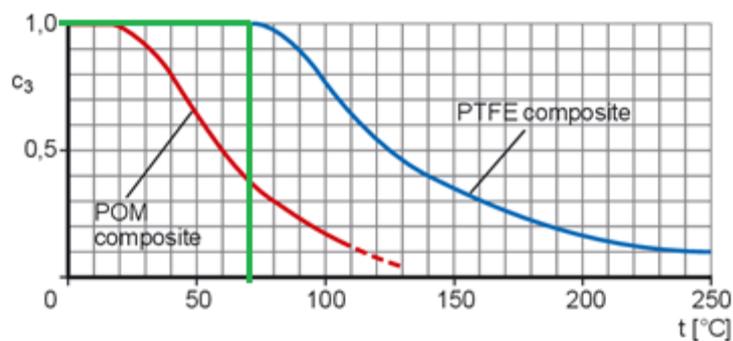


Figura 252 - Factor de temperatura

- Factor de rugosidad de la superficie $c_4 = 0,96$

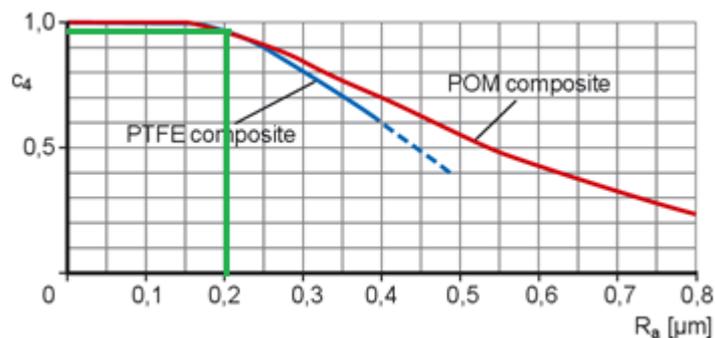


Figura 253 - Factor de rugosidad de la superficie

- Factor para el tipo de carga $c_5 = 1,5$ (porque la carga gira y no es aplicada siempre en el mismo punto del cojinete)
- Exponente $n = 1$ (material compuesto de PTFE)
- Valor $p_v = 0,025$ que se debe aplicar como p_v de producto = $0,75 \times 0,0047 = 3,5 \times 10^{-3}$, que es inferior al valor límite de 0,025 para el material compuesto de PTFE

Usando el factor de tipo de rodamiento y material $KM = 480$ para cojinetes de fricción de material compuesto de PTFE, se puede calcular la vida nominal básica para los cojinetes de fricción elegidos con la fórmula:

$$Gh = c1 * c2 * c3 * c4 * c5 * K * M / (p * v)^n$$
$$Gh = 1,3 * 1 * 1 * 0,96 * 1,5 * 480 / (0,75 * 4,7 * 10^{-3})^1$$
$$= 254910,6 \text{ horas de funcionamiento}$$

Esto supone una vida total de: **100 años.**

Con una frecuencia $f = 12 \text{ min}^{-1}$, los ciclos de trabajo ascienden a más de 183 millones.

La carga estática de 5 kN se encuentra dentro de la capacidad de carga dinámica $C = 18$ kN y está muy por debajo de la capacidad de carga estática de $C_0 = 58$ kN.

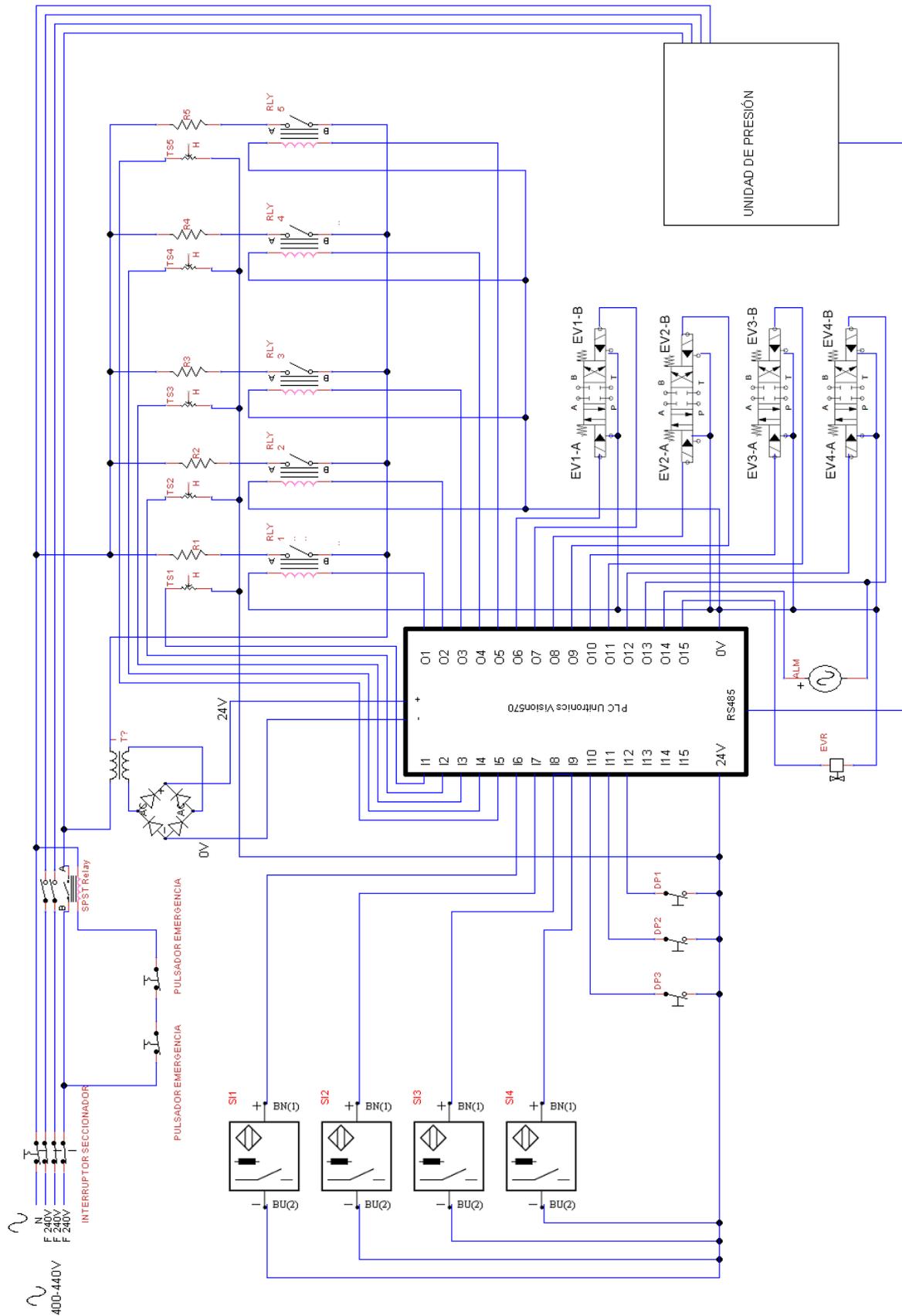
Por lo tanto, los cojinetes de fricción elegidos satisfacen los requisitos.

12 Anexo de imágenes y tablas

12.1 Seguridad. Evaluación de riesgos.

Nº orden	Explicación clara y concreta del evento que podría ocurrir y que genera el riesgo	Tipo de peligro	Fase del ciclo vida de la máquina (transporte, montaje, uso, mantenimiento, limpieza, retirada)	Probabilidad	Severidad	Riesgo para cada peligro (0-100)	Valoración del riesgo
1	Atrapamiento de extremidad entre las placas del molde	Mecánico: atrapamiento	Uso	Media	Grave	40	Alto
2	Atrapamiento de extremidades en el mecanismo de rodillera doble	Mecánico: atrapamiento	Uso	Media	Grave	40	Alto
3	Quemaduras con las resistencias de calentamiento de las cámaras	Quemadura	Uso	Media	Moderada	25	Intermedio
4	Atrapamiento en la unidad de inyección	Mecánico: atrapamiento	Uso	Media	Moderada	25	Intermedio
5	Sección de extremidad por la geometría del molde que realiza un efecto de cizalla	Mecánico: sección de extremidad	Uso	Media	Muy grave	50	Alto
6	Sección de extremidad en el mecanismo de rodillera doble	Mecánico: sección de extremidad	Uso	Media	Muy grave	50	Alto
7	Quemadura en unidad de presión	Quemadura	Uso	Media	Leve	10	Intermedio
8	Electrocución en elementos eléctricos como las resistencias de calentamiento	Eléctrico	Uso	Baja	Moderada	10	Intermedio
9	Aplastamiento durante el transporte de la máquina e instalación	Mecánico: aplastamiento	Transporte e instalación	Baja	Grave	16	Intermedio

12.2 Esquema eléctrico



12.3 Unidad de presión seleccionada

ABPAC hydraulic power unit configurations with Sytronix FCP 5020

Pumps		Motors									
		$n_{max} = 3,000$ (PGH); 3,600(PGF) rpm									
Type	Size	P_{cont} [bar]	P_{max} [bar]	Q_{perf} [l/min]	Q_{max} [l/min]	4	5,5	7,5	11	15	P_{nom} [kW]
						4,000	4,000	4,000	3,800	3,800	n_{max} [rpm]
PGF2	8.0	210	250	19	29	139					
Tank Size						100					
PGF2	13.0	210	250	31	47		119				
Tank Size							100 160				
PGF2	19.0	210	250	46	68		84	114			
Tank Size							160	160 250			
PGH2	8.0	315	350	19	24	143	198	269			
Tank Size						100	100	100			
PGH3	13.0	315	350	31	39	88	122	166	244		
Tank Size						100 160	100 160	100 160	160		
PGH4	20.0	315	350	48	60		79	108	158	216	
Tank Size							160	160 250	160 250	160 250	
PGH4	32.0	315	350	77	98				99	135	
Tank Size									250	250 400	
PGH4	50.0	250	310	120	152					86	
Tank Size										400	

ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1 Estado de mediciones

A continuación, se pueden observar todos los componentes diseñados a lo largo del proyecto y que forman parte de la máquina. Estas piezas vienen acompañadas del material y proceso de fabricación que se usara para la obtención de la forma final de las mismas.

PIEZAS A FABRICAR				
Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
SP01	Cámara pre-plastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP02	Cámara inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP03.1	Brida actuadores inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
SP03.2	Brida actuadores preplastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P01	Cámara pre-plastificación + brida	Acero 1.2343	Mecanizado + Soldadura	1
P02	Torpedo	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P03	Brida embolo inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P04	Émbolo inyección	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P05	Tolva	Acero Inox. AISI 304	Soldadura	1
P06	Tope válvula émbolo	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P07	Cámara inyección + brida	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P08	Extensor empuje aproximación UI	Acero 1.2343	Mecanizado	2
P09	Placa fija	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P10	Columna	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P11	Placa móvil de empuje	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P12.1	Barra mecanismo rodillera - L	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	10
P12.2	Barra mecanismo rodillera - Recta	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	12
P13	Barra accionamiento mecanismo	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	1
P14	Placa amarre actuador	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P15.1	Bisagra mecanismo - Móvil	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P15.2	Bisagra mecanismo - Fija	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P16	Barra unión	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P17	Placa actuador cierre	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P18	Base soporte unidad inyección	Aluminio 6061	Mecanizado	1
P19.1	Eje mecanismo rodillera 30 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P19.2	Eje mecanismo rodillera 30 - Medio	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P19.3	Eje mecanismo rodillera 30 - Largo	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P20.1	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P20.2	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	Acero 1.7225	Mecanizado	2
P21	Amarre de palanca UI y UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	18
P22	Tapa torpedo	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P23	Soporte unidad de inyección-patín	Acero 1.2343	Mecanizado	4
P24	Recoge-granza protector rail	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.1	Carcasa aislante resistencias - Larga	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.2	Carcasa aislante resistencias - Corta	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P25.3	Carcasa aislante resistencias - Diámetro pequeño	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P26	Estructura bancada	Acero al carbono no aleado	Corte, soldadura y taladrado	1
P27	Carro recogida	Acero al carbono no aleado	Corte perfiles + corte y plegado de chapa + Soldadura	1
P28	Placa móvil	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P29	Placa tope sistema expulsión	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P30	Columna empuje	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P31	Amarre placas móviles	Acero 1.2367	Mecanizado	2
P32	Tope columna empuje	Acero 1.7225	Mecanizado	4
P33	Resguardo UI 1	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P34	Resguardo UI 2	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P35	Resguardo UI 3	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P36	Resguardo puerta UI 1	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2

Nº	Denominación	Material	Proceso de fabricación	Cantidad
P37	Resguardo puerta UI 2	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P38	Resguardo puerta UI 3	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P39	Resguardo puerta UI 4	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P40	Resguardo UC 1	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P41	Resguardo UC 2	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P42	Resguardo UC 3	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P43	Resguardo UC 4	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P44	Resguardo UC 5	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P45	Resguardo UC 6	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	2
P46.1	Resguardo puerta UC 1 - Derecha	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P46.2	Resguardo puerta UC 1 - Izquierda	Acero al carbono no aleado	Corte y plegado de chapa	1
P47	Estructura UC resguardos superiores	Acero al carbono no aleado	Corte, soldadura y taladrado	1
P48	Estructura UI resguardos superiores	Acero al carbono no aleado	Corte, soldadura y taladrado	1
P49.1	Escuadra cadena porta cables - Fija	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P49.2	Escuadra cadena porta cables - Móvil	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P50	Varilla cierre I	Acero al carbono no aleado	Corte, forjado en frío y punzona	4
P51	Varilla cierre S	Acero al carbono no aleado	Corte, forjado en frío y punzona	4
P52	Escuadra sensor posición UI	Acero 1.2343	Mecanizado	2
P53	Soporte guías placa móvil	Acero 1.2367	Mecanizado	2
P54.1	Unión placa móvil molde-patines - Ancho	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P54.2	Unión placa móvil molde-patines - Estrecho	Acero 1.2367	Mecanizado	1
P55	Escuadra unión UI-UC	Acero 1.8901 (S460N)	Mecanizado	2
P56	Embudo tolva	Acero Inox. AISI 304	Soldadura	1
P57	Separador placas actuador cierre	Acero 1.7225	Mecanizado	6
P58	Embolo pre-plastificación	Acero 1.2343	Mecanizado	1
P59	Ángulo amarre superior puerta corredera	Aluminio 6063-T5	Mecanizado	4
P60	Ángulo amarre inferior puerta corredera	Aluminio 6063-T5	Mecanizado	4
P61.1	Protector transparente puertas - UC	Polimetilmetacrilato (PMMA)	Mecanizado	2
P61.2	Protector transparente puertas - UI	Polimetilmetacrilato (PMMA)	Mecanizado	4
P62.1	Marco protector transparente puertas - UC	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P62.2	Marco protector transparente puertas - UI	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	4
P63	Caja pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P64	Tapa caja pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
P65	Brazo amarre pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	2
P66	Escuadra amarre pantalla	Acero Inox. AISI 304	Corte y plegado de chapa	1
TOTAL				

Tabla 24 - Piezas a fabricar

2 Presupuesto

Este se ha dividido en diferentes aspectos a tener en cuenta, ya sea implicación de coste de piezas o de mano de obra. A continuación, detallamos estos apartados:

- **Piezas a fabricar:** Aquí están incluidas todas las piezas de diseño y fabricación propias, teniendo en cuenta el coste del material.
- **Elementos comerciales:** Se incluyen todos los elementos que se compran ya terminados, comprobados y funcionales con las especificaciones que el proveedor nos ofrece.
- **Mano de obra:** En este apartado influyen tanto la mano de obra del diseño como de la fabricación y montaje de la máquina. Esto hace referencia al salario que perciben las personas que realizan estos trabajos.

- **Costes indirectos:** Estos costes hacen referencia a posibles imprevistos, gastos de energía y pequeños elementos que no se hayan tenido en cuenta. Se considera como un 10% del total.

2.1 Piezas a fabricar

A continuación, se especifican todas las piezas que se han diseñado y serán fabricadas:

PIEZAS A FABRICAR				
Nº	Denominación	Cantidad	Precio/Ud. (€)	Precio Total (€)
SP01	Cámara pre-plastificación	1	97	97
SP02	Cámara inyección	1	86	86
SP03.1	Brida actuadores inyección	1	51	51
SP03.2	Brida actuadores preplastificación	1	57	57
P01	Cámara pre-plastificación + brida	1	13	13
P02	Torpedo	1	172	172
P03	Brida embolo inyección	1	64	64
P04	Émbolo inyección	1	91	91
P05	Tolva	1	22	22
P06	Tope válvula émbolo	1	1,5	1,5
P07	Cámara inyección + brida	1	13	13
P08	Extensor empuje aproximación UI	2	9	18
P09	Placa fija	1	312	312
P10	Columna	4	42	168
P11	Placa móvil de empuje	1	282	282
P12.1	Barra mecanismo rodillera - L	10	19	190
P12.2	Barra mecanismo rodillera - Recta	12	17	204
P13	Barra accionamiento mecanismo	1	15	15
P14	Placa amarre actuador	1	41	41
P15.1	Bisagra mecanismo - Móvil	2	40	80
P15.2	Bisagra mecanismo - Fija	2	38	76
P16	Barra unión	2	48	96
P17	Placa actuador cierre	1	58	58
P18	Base soporte unidad inyección	1	103	103
P19.1	Eje mecanismo rodillera 30 - Corto	2	6	12
P19.2	Eje mecanismo rodillera 30 - Medio	2	6	12
P19.3	Eje mecanismo rodillera 30 - Largo	2	6	12
P20.1	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	2	5	10
P20.2	Eje mecanismo rodillera 15 - Corto	2	2	4
P21	Amarre de palanca UI y UC	18	2	36
P22	Tapa torpedo	1	7	7
P23	Soporte unidad de inyección-patín	4	4	16
P24	Recoge-granza protector rail	1	4	4
P25.1	Carcasa aislante resistencias - Larga	1	3	3
P25.2	Carcasa aislante resistencias - Corta	1	3	3
P25.3	Carcasa aislante resistencias - Diámetro pequeño	1	3	3
P26	Estructura bancada	1	512	512
P27	Carro recogida	1	163	163
P28	Placa móvil	1	282	282
P29	Placa tope sistema expulsión	1	113	113

Nº	Denominación	Cantidad	Precio/Ud. (€)	Precio Total (€)
P30	Columna empuje	4	15	60
P31	Amarre placas móviles	2	37	74
P32	Tope columna empuje	4	2	8
P33	Resguardo UI 1	1	8	8
P34	Resguardo UI 2	1	6,5	6,5
P35	Resguardo UI 3	1	7,9	7,9
P36	Resguardo puerta UI 1	2	8,5	17
P37	Resguardo puerta UI 2	2	9	18
P38	Resguardo puerta UI 3	2	6	12
P39	Resguardo puerta UI 4	2	7	14
P40	Resguardo UC 1	1	6,5	6,5
P41	Resguardo UC 2	2	4,5	9
P42	Resguardo UC 3	1	7	7
P43	Resguardo UC 4	2	8	16
P44	Resguardo UC 5	1	9	9
P45	Resguardo UC 6	2	11	22
P46.1	Resguardo puerta UC 1 - Derecha	1	12	12
P46.2	Resguardo puerta UC 1 - Izquierda	1	12	12
P47	Estructura UC resguardos superiores	1	32	32
P48	Estructura UI resguardos superiores	1	29	29
P49.1	Escuadra cadena porta cables - Fija	2	2	4
P49.2	Escuadra cadena porta cables - Móvil	2	2	4
P50	Varilla cierre I	4	1	4
P51	Varilla cierre S	4	1	4
P52	Escuadra sensor posición UI	2	1	2
P53	Soporte guías placa móvil	2	23	46
P54.1	Unión placa móvil molde-patines - Ancho	1	62	62
P54.2	Unión placa móvil molde-patines - Estrecho	1	51	51
P55	Escuadra unión UI-UC	2	14	28
P56	Embudo tolva	1	8	8
P57	Separador placas actuador cierre	6	7	42
P58	Embolo pre-plastificación	1	8	8
P59	Ángulo amarre superior puerta corredera	4	5	20
P60	Ángulo amarre inferior puerta corredera	4	5	20
P61.1	Protector transparente puertas - UC	2	20	40
P61.2	Protector transparente puertas - UI	4	12	48
P62.1	Marco protector transparente puertas - UC	2	8	16
P62.2	Marco protector transparente puertas - UI	4	6	24
P63	Caja pantalla	1	10	10
P64	Tapa caja pantalla	1	8	8
P65	Brazo amarre pantalla	2	12	24
P66	Escuadra amarre pantalla	1	8	8
			TOTAL	4363,4

Tabla 25 - Coste piezas a fabricar

2.2 Elementos comerciales

A continuación, se especifican los elementos comerciales, la cantidad que se precisa de cada uno para el montaje de una máquina completa y el precio unitario y total de cada uno.

ELEMENTOS COMERCIALES					
Nº	Descripción	Denominación comercial	Cantidad	Precio/Ud. (€)	Precio Total (€)
1	Actuador hidráulico aproximación	Bosch-Rexroth (CDL2MP5_25_14_200C1X_B11CLUMw/w)	2	149,8	299,6
2	Actuador hidráulico cierre	Bosch-Rexroth (CDL2MF3_40_25_370D1X_B11CHUMw/w)	1	205,3	205,3
3	Actuador hidráulico inyección	Bosch-Rexroth (CDL2MP5_80_50_150D1X_B11C)	2	190,3	380,6
4	Actuador hidráulico pre-plastificación	Bosch-Rexroth (CDL2MF3_50_32_190D1X_B11CHUMw/w)	1	182,7	182,7
5	Asa de apertura	Elesa-Ganter (EBR.150-8-C2)	4	4,5	18
6	Asa de apertura con bloqueo	Elesa-Ganter (EBR.150-CH-6-S2-C2)	4	4,5	18
7	Carillón	Elesa-Ganter (CAR-M-347)	4	8,9	35,6
8	Pata niveladoras	Elesa-Ganter (LV.A-60-14-AS-M8x43)	8	8	64
9	Bisagra con detección de apertura	Elesa-Ganter (CFSw.110-6-2ND+2NC-FC-B)	8	8,9	71,2
10	Rueda orientable con bloqueo	Elesa-Ganter (RE.F8-080-SBF-N)	2	7,9	15,8
11	Bloqueo de puerta con llave triangular	Elesa-Ganter (GN.115-DK-4)	2	5,8	11,6
12	Bisagra	Elesa-Ganter (CFMw.110-SH-6)	8	4,5	36
13	Encoder lineal magnético	Hiwin (PGH20)	1	62,3	62,3
14	Guía lineal de bolas recirculantes	Hiwin (HGW20CB4R104020C)	1	119,9	119,9
15	Guía lineal de bolas recirculantes	Hiwin (EGW15CB3R100020C)	2	107,9	215,8
16	Sensor inductivo	Sick. IME08-02BDS2T0S	1	61,8	61,8
17	Sensor inductivo	Sick. IME08-04NDS2T0S	3	61,8	185,4
18	Cuerpo electroválvulas hidráulicas en serie	Bosch-Rexroth (Multistation mani. 5HSR16M-40/01D)	1	179,5	179,5
19	Electroválvula de paso de agua	Aignep (02F 05 3 03 N 0 / SOL20 024 C 5 000)	1	22	22
20	Unidad de presión	ABPAC-0160/H1A/VL3/032/015/w/010/E/00000	1	2033	2033
21	Resistencia de banda	Maxiw att Ø75x210	1	24,8	24,8
22	Resistencia de banda	Maxiw att Ø75x140	1	16,9	16,9
23	Resistencia de banda	Maxiw att Ø35x80	1	12,6	12,6
24	Resistencia de cartucho	Maxiw att Ø6x55	1	28,9	28,9
25	Sonda de temperatura	Maxiw att Ø6x56	3	22,5	67,5
26	Muelles sistema de expulsión	Steel-Mefobo (L1S19076)	4	20	80
27	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 151715 E)	4	1,99	7,96
28	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 151725 E)	10	3,25	32,5
29	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 303425 E)	62	2,37	146,94
30	Cojinetes de fricción	SKF (PCM 252850 E)	4	3,15	12,6
31	Contactores resistencias	Finder Relays (22.32.0.024.1520)	5	11,9	59,5
32	Alarma	Klaxon (Sonos LED Beacon (DC)PSB-0009)	1	52,3	52,3
33	Guía lineal puertas correderas	Igus (WS-16-1770-2)	4	33	132
34	Cadena porta cables	Igus. 400mm E06.20.038.0 - E06.20.12PZ.A2	2	33,7	67,4
35	PLC + Pantalla de control (PLC+HMI)	Unitronics Visión (570 - V200-18-E3XB)	1	224,5	224,5
36	Módulo de comunicación	Unitronics (V200-13-RS4)	1	57	57
37	Módulo de conexiones	Unitronics (ID-ATC8)	1	32	32
38	Final de carrera pulsador de leva	RS Pro (902-6856)	2	21,42	42,84
39	Interruptor general de aislamiento 37k/w	Eaton (P3-63/WSVB)	1	63,3	63,3
40	Pulsador de emergencia	Siemens (3SU1851-0NB00-2AA2)	2	35,3	70,6
41	Boquilla inyectora	EMI (N038)	1	13,53	13,53
42	Caja eléctrica	RS Pro (775-5312)	1	48,6	48,6
43	Bola válvula antirretorno Ø9mm	-	1	0,5	0,5
44	Lana de roca 530cm ² x 2cm	-	1	3,3	3,3
45	Protector borde chapa	-	1	3	3
46	Rodillo Ø35mmx30mm	-	2	5,2	10,4
47	Tapones agujeros 12mm	-	24	0,1	2,4
48	Cableado	-	-	-	50
49	Manguera con conexiones actuador aproximación	Parker (301TCEAEA44-900-0)	4	32	128
50	Manguera con conexiones actuador inyección	Parker (301TCEAEA88-800-0)	4	38	151
51	Manguera con conexiones actuador pre-plastificación	Parker (301TCEAEA66-800-0)	2	37	74
52	Manguera con conexiones actuador cierre	Parker (301TCEAEA55-2800-0)	2	42	84
				TOTAL	5886,97

Tabla 26 - Coste total elementos comerciales

2.3 Mano de obra

Dentro de este apartado, como se ha comentado anteriormente, entraría todo lo relacionado con el tiempo invertido en el diseño, fabricación, montaje y salarios percibidos por la gente que ha realizado esos trabajos. Se han aplicado retribuciones salariales por hora, basándose en los salarios percibidos por cada profesión o una similar y realizando una estimación.

DISEÑO				
Nº	Concepto	Horas totales	Precio unitario (€/h)	Precio total (€)
1	Ingeniero diseñador de maquinaria	390	17	6630
TOTAL				6630

Tabla 27 – Coste diseño

FABRICACIÓN Y MONTAJE				
Nº	Concepto	Horas totales	Precio unitario (€/h)	Precio total (€)
1	Operario ensamblaje	230	9,3	2139
2	Operario fabricación	320	9,5	3040
TOTAL				5179

Tabla 28 – Coste mano de obra de fabricación y montaje

Tras conocer cuál es el coste de la mano de obra, se aplica una división entre las 60 unidades que se piensa producir. Sumando los dos conceptos obtendríamos el coste unitario de la mano de obra en cada máquina.

MANO DE OBRA - TOTAL		
Nº	Concepto	Precio total (€)
1	Diseño	110,5
2	Fabricación y montaje	86,3166667
TOTAL		196,8166667

Tabla 29 – Coste mano de obra total

2.4 Presupuesto final

Sumando todos los costes desglosados anteriormente obtenemos un coste y presupuesto final de la máquina de **10.447,19€** (Tabla 30).

PRESUPUESTO TOTAL		
Nº	Concepto	Precio total (€)
1	Piezas a fabricar	4363,4
2	Elementos comerciales	5886,97
3	Mano de obra (Ensamblaje)	196,8166667
4	Otros gastos	1044,72
TOTAL		10.447,19

Tabla 30 – Presupuesto total

A este precio solo faltaría aplicar el porcentaje de beneficio que se quiere sacar de la máquina que sería del 25%. Con lo que se quedaría en **13.059€ + IVA**. Si aplicamos el IVA de España (21%) y se redondea el resultado, la máquina se situaría en un precio de adquisición de **15800€**.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1 Objeto

En este pliego de condiciones técnicas se encuentra la normativa aplicada según los distintos tipos de producto, los elementos legales referentes al proyecto y los diferentes preceptos de carácter general. Además, se abarcan las condiciones técnicas relacionadas con el proyecto y los materiales utilizados en la fabricación y diseño del mismo.

En el interior de este apartado indicamos las responsabilidades otorgadas a todos aquellos que intervienen en el proyecto de forma directa o indirecta; fabricantes, proveedores, clientes, intermediarios y personas físicas o jurídicas. En el mismo, se determinan todas aquellas condiciones relacionadas con el ámbito legal en caso de disensión originada a partir de posibles disconformidades en relación a cualquier apartado del proyecto.

Adjuntos al documento y junto al pliego de condiciones se presentan los planos. Estos tienen carácter contractual frente al fabricante. Con lo que se determina el acuerdo en cuanto a dimensiones y tolerancias exigidas, acabados, procesos de fabricación y montaje de la máquina.

2 Condiciones generales y legales

2.1 Mercado CE

Mediante el pliego de condiciones se garantiza el cumplimiento de las normas, decretos y directivas expuestas. A través del cumplimiento de todas las normas y directivas anteriormente expuestas, el fabricante declara y asegura frente a las autoridades pertinentes y competentes que, tras un examen previo por un organismo notificado, el equipo o producto comercializado cumple con la legislación vigente y obligatoria en materia de directivas a aplicar por sus características y/o tipología.

El marcado y señalización del producto se realizará siguiendo las siguientes directrices:

- Ha de ser visible, legible e indeleble en la máquina y/o en su placa descriptiva.
- El logotipo CE no puede ir sin indicar el número de identificación del organismo concesor de la conformidad con el cumplimiento de todas las normativas, directrices y reglamentos referentes a la máquina.

- Solamente se colocará al final de la producción de la máquina y tras los ensayos pertinentes que comprueben que el funcionamiento y uso de la máquina son los correctos y deseados.
- Solo el fabricante o representante del mismo puede colocar dicho indicativo
- Las proporciones del logotipo deben ser las mostradas a continuación.

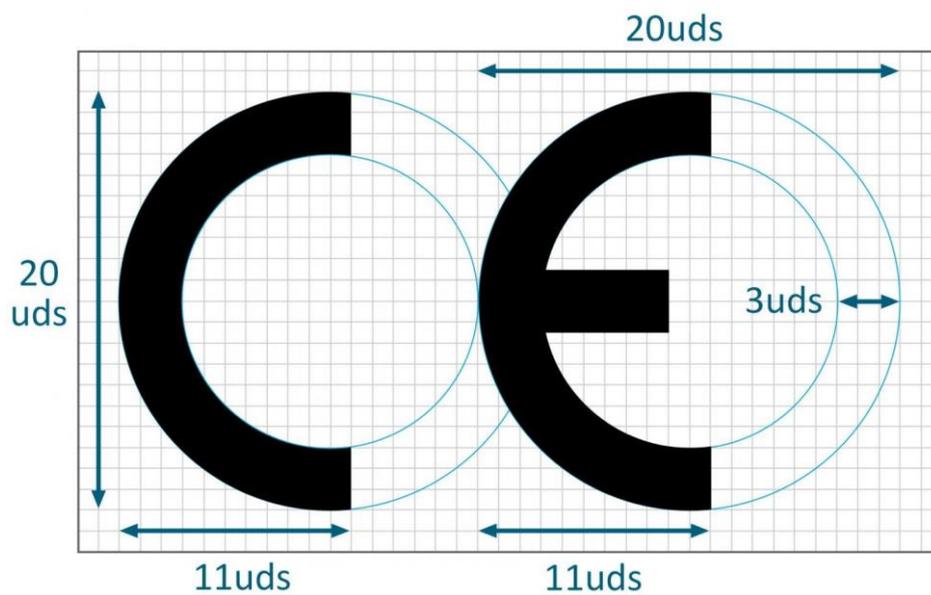


Figura 254 - Proporciones que debe respetar el marcado CE

Queda estrictamente prohibida la colocación de otros logotipos que puedan ser confundidos por el logotipo del marcado CE.

En acuerdo con la conformidad del marcado CE, una vez adquirido este y mientras esté vigente, ningún miembro de la Unión Europea puede prohibir la libre venta y circulación del producto.

2.2 Normativa aplicable

Para la certificación de la máquina de inyección de plásticos se tienen que cumplir unos criterios para garantizar la conformidad con el usuario de unos estándares nacionales y/o internacionales. Con esta conformidad aceptamos el cumplimiento de la reglamentación elaborada por autoridades de certificación, además de con los fabricantes y usuarios. Estos últimos son los que más directamente les puede afectar una incorrecta decisión o un incumplimiento de estas normas.

Por lo que respecta a la redacción y elaboración del proyecto, se debe cumplir la norma **UNE 157001:2014 - Criterios generales para la elaboración de proyectos**. Donde se recogen todas las recomendaciones y directrices para definir el proyecto y que sea entendido, así como garantizar que pueda ser fabricada la máquina.

Para que nuestra máquina cumpla las normas de seguridad aplicadas específicamente a ella, se consulta la norma **UNE-EN 201:2010 - Maquinaria de plásticos y caucho. Máquinas de moldeo por inyección. Requisitos de seguridad.** En esta norma se establecen las especificaciones de seguridad que debe cumplir la máquina.

Para el diseño del molde, aunque no va a ser competencia de este proyecto, se precisa determinar la contracción del moldeo por la disminución de temperatura. Para tal fin se consulta la normativa **UNE-EN ISO 294-4:2003 - Plásticos. Moldeo por inyección de probetas de materiales termoplásticos. Parte 4: Determinación de la contracción de moldeo.**

Además de las normativas aplicables directamente a las máquinas de moldeo por inyección también se consideran importantes las siguientes para el diseño de la inyectora:

- UNE-EN 13861:2011 - Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- UNE-EN ISO 12100:2012 - Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.

Además de las normas específicas acerca de las máquinas de moldeo por inyección, también se ha tenido en cuenta la aplicación de las siguientes normas sobre seguridad general de máquinas:

- UNE-EN 13861:2011 - Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- UNE-EN ISO 12100:2012 - Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- Directiva de Seguridad de Máquinas 2006/42/CE
- UNE-EN 954-1 - Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- UNE-EN 981 - Seguridad de las máquinas. Sistema de señales de peligro y de información auditivas y visuales.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.
- Certificación de calidad ISO 9001.
- Certificación ISO 14001 sobre el sistema de gestión medioambiental.
- Ley 31/1995 del 8 de noviembre, prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1338/1984 del 4 de julio, medidas de seguridad en entidades y emplazamientos públicos y privados.

- UNE-EN ISO 13857:2008 - Distancias de seguridad para prevenir el atrapamiento en los miembros superiores e inferiores: Para evitar atrapamiento por el movimiento del sistema de transmisión del movimiento.
- UNE-EN 349:1994+A1:2008 - Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano: Para evitar atrapamiento por el movimiento del sistema de transmisión del movimiento.
- UNE-EN ISO 14119:2014 - Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección: Para la protección del transportador curvo de banda y seguridad del personal.
- Ley 54/2003 de Prevención de riesgos laborales.
- RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo.

Para una correcta realización del proyecto se debe consultar la última versión de las normas y directivas citadas. En caso de discrepancia o contradicción entre normas se aplicará la más restrictiva y actualizada.

3 Garantías

3.1 Garantía global de la máquina

El fabricante de la máquina se compromete a un funcionamiento correcto de la máquina con una garantía de un periodo de 2 años a contar desde la instalación de la misma. Si la máquina sufre daño o desperfecto durante este periodo de tiempo, el fabricante asume toda la responsabilidad sobre el coste de la reparación o sustitución del componente o componentes que hayan sufrido algún daño. Con esto, también se incluyen todos los gastos de transporte y mantenimiento derivados de tal fallo. Para que un producto sea aceptado para ser reparado entrando en el periodo de garantía, la empresa proveedora y/o el cliente deberán entregar un justificante de venta y/o instalación donde conste la fecha y lugar en que fue instalada la máquina.

En caso de no existir la posibilidad de reparación del producto, este será sustituido por uno nuevo. El plazo de garantía del producto nuevo será el restante del plazo de garantía del producto anterior siempre que este no sea inferior a 6 meses. En caso de que el periodo restante sea inferior a este plazo anteriormente citado, la garantía restante será de 6 meses.

Si el fabricante desea proponer algún cambio o modificación en la máquina, el cliente será el que deberá dar permiso para tales modificaciones una vez ya haya sido adquirida la máquina. Además, este cambio supondrá una prolongación en la garantía del producto de 6 meses. Si estos cambios no generan el cambio esperado, el fabricante asume todos los gastos derivados de revertirlos o solucionarlos.

Si el cliente lo desea, el proveedor puede ofrecer el transporte e instalación de la máquina, siempre que se lleve a cabo por personal profesional y cualificado.

3.2 Garantía concerniente a los elementos comerciales

La garantía de los elementos comerciales recae sobre el fabricante del mismo, siendo siempre igual o superior a los 2 años desde la recepción de la máquina por parte del cliente.

4 Control de calidad

El fabricante se compromete a realizar todos los controles de calidad pertinentes para asegurar el correcto funcionamiento y calidad de los componentes, realizando pruebas a los mismos uno a uno, así como a la máquina en conjunto. Si la calidad de los componentes no es la estipulada en los ensayos y pruebas realizadas, el fabricante asume toda la responsabilidad de los efectos negativos que estos puedan acarrear al cliente.

Toda pieza, además, deberá pasar un control dimensional y de tolerancias exigidas para asegurar el correcto funcionamiento. Por cada máquina que se fabrique, el fabricante se compromete a:

- Hacer la primera puesta en marcha realizando las primeras pruebas de fabricación de piezas para comprobar el correcto funcionamiento de esta.
- Hacer las comprobaciones de todos los elementos de seguridad, ya sea de elementos eléctricos de seguridad como los pulsadores de emergencia, los elementos de seguridad pasivos y la resistencia de los resguardos.
- Poner a prueba los límites de la máquina para asegurar que, incluso llegando a estos, la máquina resiste y puede trabajar sin problemas.

5 Uso de la máquina

El cliente tiene derecho a reclamar la información necesaria de la máquina. Ya sea esta referente al uso de la máquina, especificaciones técnicas o cualquier otra información que sea de su interés.

Si un mal uso de la máquina, desactivación o anulación de los sistemas de seguridad o negligencia en la manipulación de cualquier elemento; será el cliente el que asumirá todas las responsabilidades derivadas de tales acciones.

6 Pliego de condiciones

6.1 Instalación y puesta en marcha

El montaje de la máquina, con todos los elementos comerciales y piezas fabricadas se presenta de forma inequívoca. Estas indicaciones vienen adjuntas con la documentación de la máquina.

Todos los procesos de ensamblaje y fabricación deberán de realizarse en conformidad con la normativa legal aplicada a dicha actividad.

Las uniones atornilladas se materializarán siguiendo la normativa *UNE 17-108-81: tornillos y tuercas de acero, momentos de apriete*. Con la finalidad de garantizar la correcta unión con la precisión que requiere y evitar posibles fallos en las piezas atornilladas.

El montaje y puesta a punto en la instalación del cliente se hará en una superficie firme. Deberá de contar con una instalación según normativa referente a alta tensión. Cualquier defecto derivado en la máquina durante la instalación de esta en el lugar que indique el cliente, cuando provenga de un defecto de los elementos presentes en las instalaciones, responsabilizará al cliente de todos ellos, y será este el que tendrá que hacer frente a las consecuencias que de ello se derive. De no ser así, y si la instalación cumple todos los requisitos y ocurre algún fallo proveniente del defecto de la máquina, será responsabilidad del fabricante y este tendrá que asumir la misma haciendo frente a los costes de reparación o sustitución.

La máquina se pondrá a prueba durante 2 semanas en las instalaciones del cliente para verificar que el funcionamiento es el correcto. A partir de este momento el cliente podrá hacer uso total de la misma.

6.2 Niveles de producción y capacidad

La máquina es capaz de funcionar 255 días al año, 10 horas al día. Esta exigencia de uso será siempre y cuando se mantengan unas buenas prácticas de uso y exigencia a la máquina, y como no, un correcto mantenimiento y limpieza de todos los componentes siguiendo las indicaciones y periodicidad establecidas en este documento.

6.3 Mantenimiento

Se seguirán en todo momento las indicaciones del fabricante en cuanto a correcto mantenimiento de la máquina. En caso de desperfectos que se deriven de una mala praxis de tales indicaciones, el fabricante no se hace responsable de las consecuencias que de ello se deriven.

Con esto se perderán los beneficios de garantía ofrecidos por el fabricante, al no poder asegurar este, que las condiciones para la máquina han sido las previstas y ensayadas por él mismo.

6.4 Materiales

El fabricante adquiere el compromiso de no usar materiales químicos nocivos para el medio ambiente y el ser humano. Según lo establecido en el reglamento REACH de la Unión Europea con referencia 1907/2006.

Por lo que respecta a los elementos comerciales, el fabricante se compromete a analizar los certificados presentados por los proveedores, referentes a dichos materiales nombrados anteriormente

6.5 Expediente técnico de la máquina

El expediente técnico de la máquina deberá de adjuntar las siguientes partes:

- Descripción general de la máquina.
- Plano de conjunto de la máquina.
- Plano de subconjuntos principales y secundarios.
- Normativa aplicada referente a la salud y seguridad y conformidad con la misma.
- Evaluación de riesgos
- Manual de instrucciones de uso.
- Copia de la declaración de conformidad CE.

6.6 Acabado e identificación de la máquina

Todas las máquinas deben de estar correctamente identificadas y señalizadas mediante la placa identificativa en la que figuraran:

- Nombre, CIF, dirección y teléfono del fabricante
- Potencia de consumo de la máquina
- Tensión nominal
- Presión y caudal máximos
- Numero de referencia de la máquina
- Fecha de fabricación
- Propietario del utillaje

Dicha placa deberá ser visible y fijada de forma segura y rígida a algún miembro estructural de la máquina. Deberá de presentar buena resistencia a ataques mecánicos, físicos y/o químicos que pongan a prueba su desgaste.

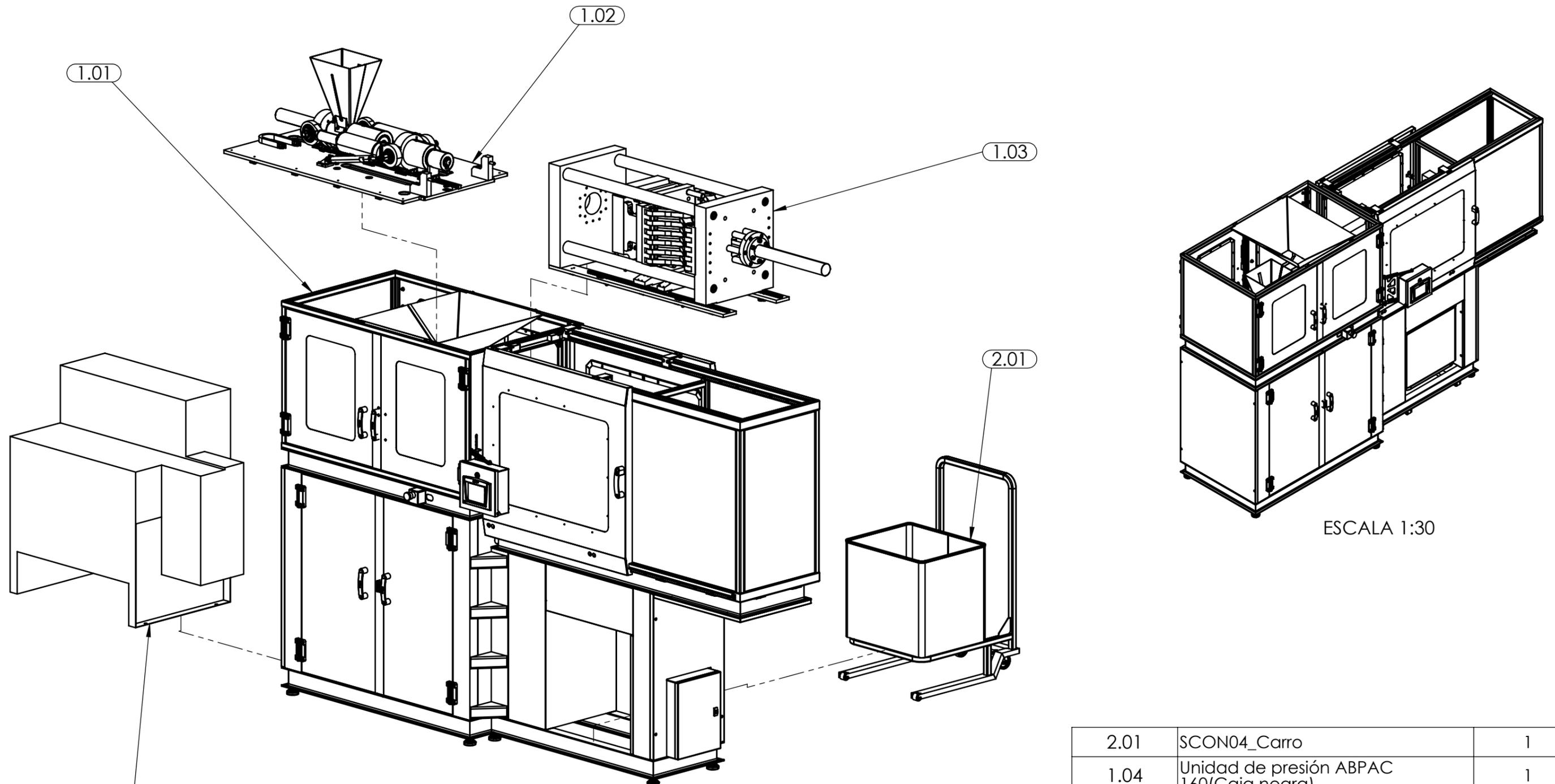
PLANOS

El listado completo de planos con la información del número de plano y la hoja en la que se encuentra cada uno se puede encontrar a continuación:

Hoja	Denominación	Plano
1	CON Máquina de moldeo por inyección	1.00
2	SCON01_Estructura+resguardos	1.01
3	SCON01.01_Resguardos inf + bancada	1.01.01
4	SCON01.01.01_Puerta derecha	1.01.01.01
5	P37_Resguardo puerta UI 2 (Conjunto)	1.01.01.01.01A
6	P37_Resguardo puerta UI 2 (Sin pestaña)	1.01.01.01.01B
7	P50_Varilla cierre I	1.01.01.01.02
8	SCON01.01.02_Puerta izquierda	1.01.01.02
9	P36_Resguardo puerta UI 1	1.01.01.02.01
10	P26_Estructura bancada (Cotas generales)	1.01.01.03A
11	P26_Estructura bancada (Cotas agujeros roscados)	1.01.01.03B
12	P33_Resguardo UI 1	1.01.01.04
13	P34_Resguardo UI 2	1.01.01.05
14	P40_Resguardo UC 1 (Plano corte)	1.01.01.06A
15	P40_Resguardo UC 1 (Esquema de plegado)	1.01.01.06B
16	P40_Resguardo UC 1 (Pieza plegada)	1.01.01.06C
17	P41_Resguardo UC 2	1.01.01.07
18	P42_Resguardo UC 3	1.01.01.08
19	P45_Resguardo UC 6	1.01.01.09
20	SCON01.02_Resguardos UI	1.01.02
21	SCON01.02.01_Puerta derecha	1.01.02.01
22	P39_Resguardo puerta UI 4 (Conjunto)	1.01.02.01.01A
23	P39_Resguardo puerta UI 4 (Sin piezas soldadas)	1.01.02.01.01B
24	P51_Varilla cierre S	1.01.02.01.02
25	P61_Protector transparente puertas (UI)	1.01.02.01.03
26	P62_Marco protector transparente puertas (UI)	1.01.02.01.04
27	SCON01.02.02_Puerta izquierda	1.01.02.02
28	P38_Resguardo puerta UI 3	1.01.02.02.01
29	P35_Resguardo UI 3	1.01.02.03
30	P48_Estructura UI resguardos superiores (Dimensiones generales)	1.01.02.04A
31	P48_Estructura UI resguardos superiores (Dimensiones agujeros)	1.01.02.04B
32	P56_Embudo tolva	1.01.02.05
33	SCON01.03_Pantalla	1.01.03
34	P63_Caja pantalla (Plano corte)	1.01.03.01A
35	P63_Caja pantalla (Pieza plegada)	1.01.03.01B
36	P64_Tapa caja pantalla	1.01.03.02
37	P65_Brazo amarre pantalla	1.01.03.03
38	P66_Escuadra amarre pantalla	1.01.03.04
39	SCON01.04_Resguardos UC	1.01.04
40	SCON01.04.01_Puerta izquierda	1.01.04.01

Hoja	Denominación	Plano
41	P46_Resguardo puerta UC 1 (Izquierda)	1.01.04.01.01
42	P59_Angulo amarre superior puerta corredera	1.01.04.01.02
43	P60_Angulo amarre inferior puerta corredera	1.01.04.01.03
44	P61_Protector transparente puertas (UC)	1.01.04.01.04
45	P62_Marco protector transparente puertas (UC)	1.01.04.01.05
46	SCON01.04.02_Puerta derecha	1.01.04.02
47	P46_Resguardo puerta UC 1 (Derecha)	1.01.04.02.01
48	P43_Resguardo UC 4	1.01.04.03
49	P44_Resguardo UC 5	1.01.04.04
50	P47_Estructura UC resguardos superiores	1.01.04.05
51	SCON02_Unidad de inyección	1.02
52	SCON02.01_Soportes	1.02.01
53	P18_Base soporte unidad inyección (Dimensiones generales)	1.02.01.01A
54	P18_Base soporte unidad inyección (Agujeros)	1.02.01.01B
55	P21_Amarre de palanca UI y UC	1.02.01.02
56	P49_Escuadra cadena portacables (Fija)	1.02.01.03
57	P52_Escuadra sensor posición UI	1.02.01.04
58	P55_Escuadra unión UI-UC	1.02.01.05
59	SCON02.02_Inyección	1.02.02
60	P07_Cámara inyección + brida	1.02.02.01
61	SP02_Cámara inyección	1.02.02.01.01
62	SP03_Brida actuadores inyección (Inyección)	1.02.02.01.02
63	P23_Soporte unidad de inyección-patín	1.02.02.02
64	P25_Carcasa aislante resistencias (Corta)	1.02.02.03
65	P25_Carcasa aislante resistencias (Diámetro pequeño)	1.02.02.04
66	P49_Escuadra cadena portacables (Móvil)	1.02.02.05
67	SCON02.03_Pre-plastificación	1.02.03
68	P01_Cámara preplastificación + brida	1.02.03.01
69	SP01_Cámara preplastificación	1.02.03.01.01
70	SP03_Brida actuadores inyección (Preplastificación)	1.02.03.01.02
71	P02_Torpedo	1.02.03.02
72	P03_Brida embolo inyección	1.02.03.03
73	P04_Embolo inyección	1.02.03.04
74	P05_Tolva	1.02.03.05
75	P06_Tope valvula embolo	1.02.03.06
76	P22_Tapa torpedo	1.02.03.07
77	P24_Recoge-granza protector rail	1.02.03.08
78	P25_Carcasa aislante resistencias (Larga)	1.02.03.09
79	P58_Embolo pre-plastificación	1.02.03.10
80	SCON02.04_Actuador de aproximación	1.02.04

Hoja	Denominación	Plano
81	P08_Extensor empuje aproximación UI	1.02.04.01
82	SCON03_Unidad de cierre	1.03
83	SCON03.01_Elementos fijos	1.03.01
84	P09_Placa fija	1.03.01.01
85	P10_Columna	1.03.01.02
86	P13_Barra accionamiento mecanismo	1.03.01.03
87	P14_Placa amarre actuador (Dimensiones generales)	1.03.01.04A
88	P14_Placa amarre actuador (Dimensiones agujeros)	1.03.01.04B
89	P17_Placa actuador cierre	1.03.01.05
90	P32_Tope columna empuje	1.03.01.06
91	P53_Soporte guias placa movil	1.03.01.07
92	P54_Unión placa movil molde-patines (Estrecho)	1.03.01.08
93	P54_Unión placa movil molde-patines (Ancho)	1.03.01.09
94	P57_Separador placas actuador cierre	1.03.01.10
95	SCON03.02_Conjunto placa móvil	1.03.02
96	P11_Placa movil de empuje	1.03.02.01
97	P28_Placa móvil	1.03.02.02
98	P29_Placa tope sistema expulsión	1.03.02.03
99	P30_Columna empuje	1.03.02.04
100	P31_Amarre placas moviles	1.03.02.05
101	SCON03.03_Mecanismo rodillera	1.03.03
102	P12_Barra mecanismo rodillera (Recta)	1.03.03.01
103	P12_Barra mecanismo rodillera (L)	1.03.03.02
104	P15_Bisagra mecanismo (Movil)	1.03.03.03
105	P15_Bisagra mecanismo (Fija)	1.03.03.04
106	P16_Barra union	1.03.03.05
107	P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Medio)	1.03.03.06
108	P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Largo)	1.03.03.07
109	P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Corto)	1.03.03.08
110	P20_Eje mecanismo rodillera 15 (Largo)	1.03.03.09
111	P20_Eje mecanismo rodillera 15 (Corto)	1.03.03.10
112	SCON04_Carro	2.01
113	P27_Carro recogida (Elementos estructurales)	2.01.01A
114	P27_Carro recogida (Dimensiones)	2.01.02B

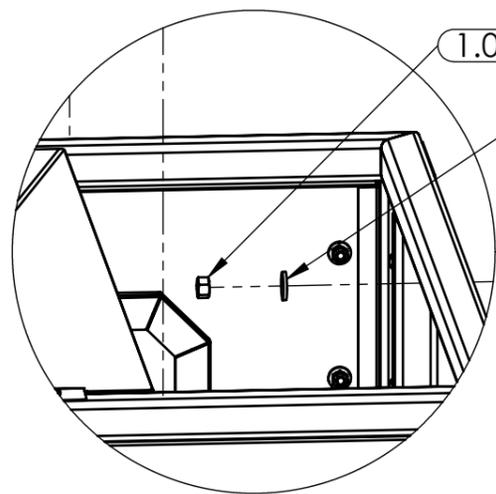


ESCALA 1:30

2.01	SCON04_Carro	1
1.04	Unidad de presión ABPAC 160(Caja negra)	1
1.03	SCON03_Unidad de cierre	1
1.02	SCON02_Unidad de inyección	1
1.01	SCON01_Estructura+resguardos	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

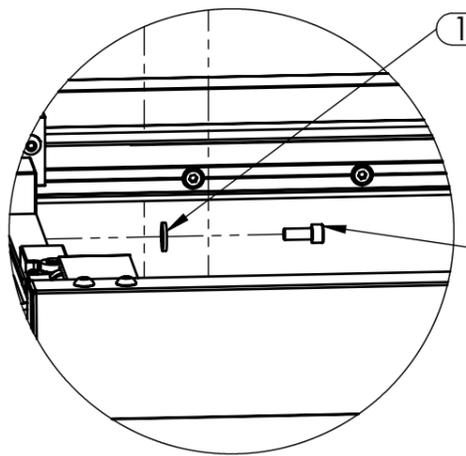
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: CON_Máquina de moldeo por inyección		Material:		Plano nº: 1.00	
Escala: 1:20		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 1	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal evaluador		Fecha: 13/02/2020	
						Formato: A3	



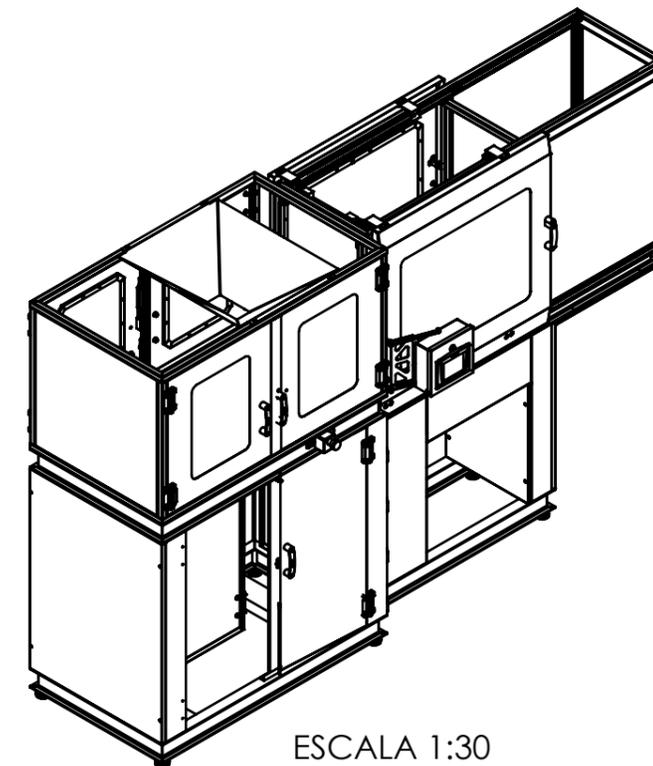
DETALLE B

ESCALA 1:5

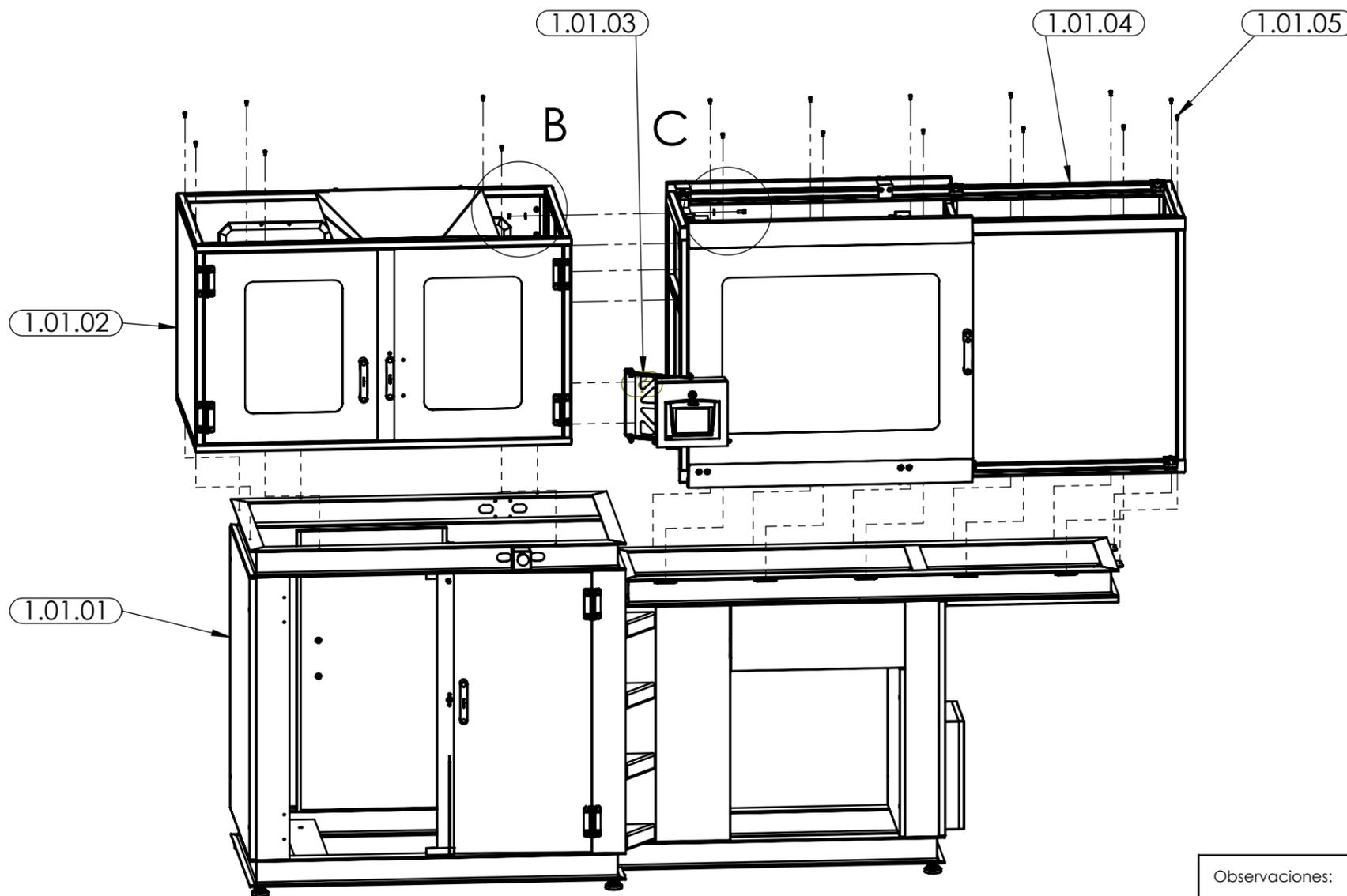


DETALLE C

ESCALA 1:5



ESCALA 1:30

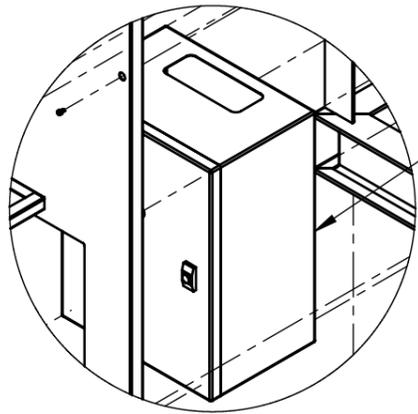


1.01.08	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	6
1.01.07	DIN 6902-A9.3	12
1.01.06	DIN 912 M8 x 20 --- 20N	6
1.01.05	DIN 912 M6 x 10 --- 10N	18
1.01.04	SCON01.04_Resguardos UC	1
1.01.03	SCON01.03_Pantalla	1
1.01.02	SCON01.02_Resguardos UI	1
1.01.01	SCON01.01_Resguardos inf + bancada	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

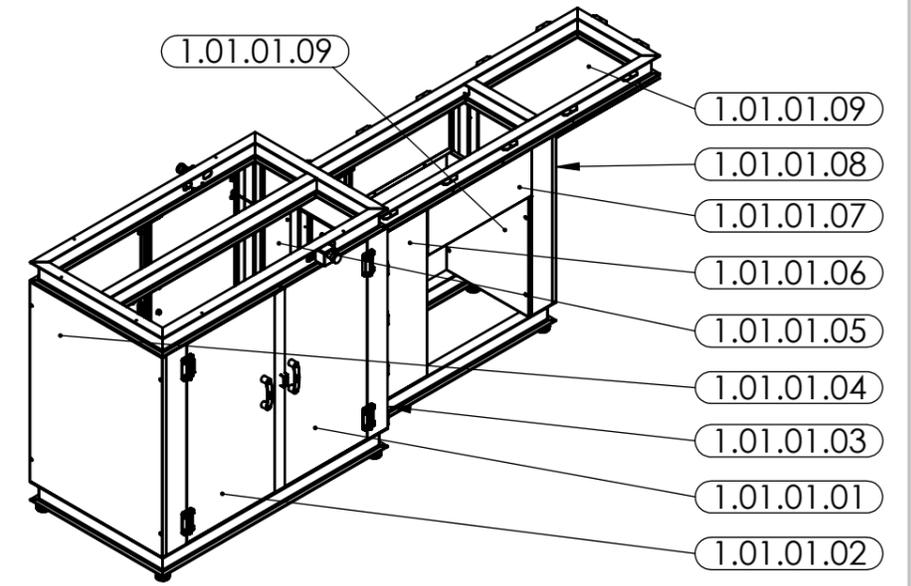
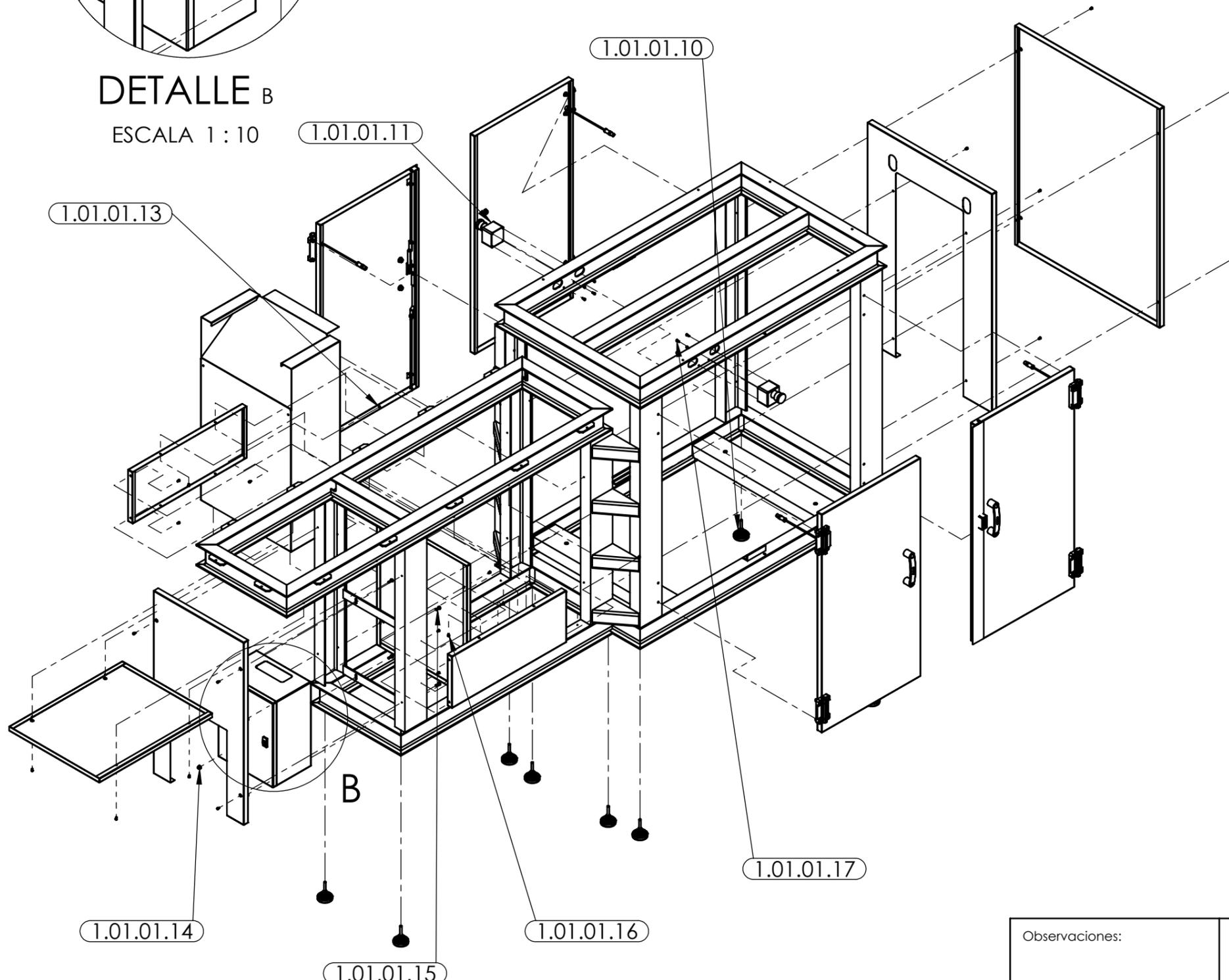
Observaciones:	Denominación: SCON01_Estructura+resguardos	Material:	Plano nº: 1.01
Escala: 1:20	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 2
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 13/02/2020
		Formato: A3	





DETALLE B

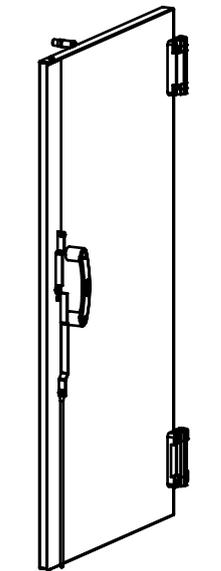
ESCALA 1 : 10



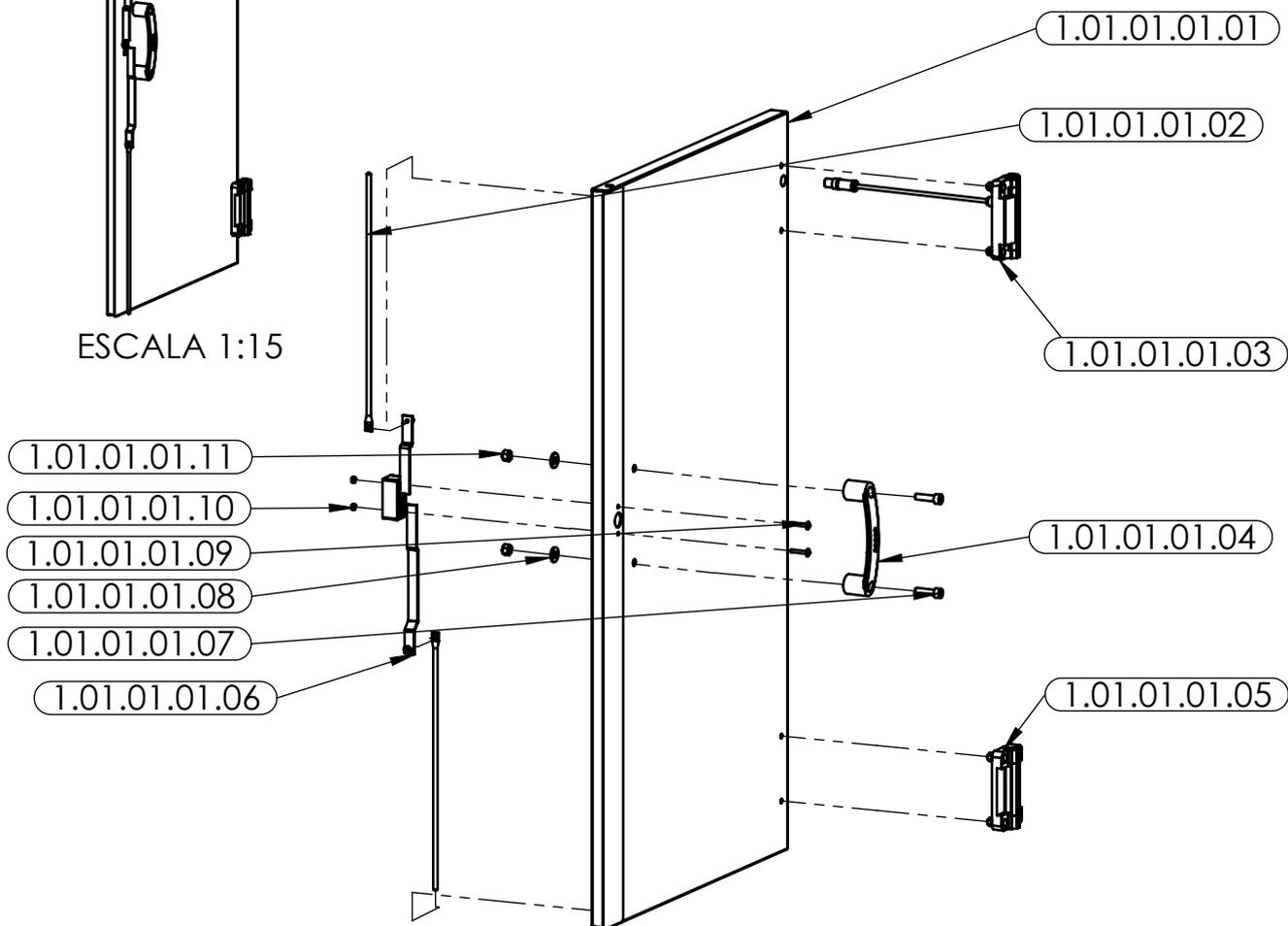
1.01.01.17	DIN 912 M4 x 10 --- 10N	8
1.01.01.16	DIN 912 M4 x 6 --- 6N	38
1.01.01.15	DIN EN 24017 - M6 x 16-N	4
1.01.01.14	DIN EN 1663 - M6 - N	4
1.01.01.13	Hexagon Thin Nut ISO 4035 - M4 - N	2
1.01.01.12	Caja electrica RS Pro. 775-5312	1
1.01.01.11	Pulsador Emergencia IDEM	2
1.01.01.10	Elesa-Ganter. LV.A-60-14-AS-M8x43	8
1.01.01.09	P45_Resguardo UC 6	2
1.01.01.08	P42_Resguardo UC 3	1
1.01.01.07	P41_Resguardo UC 2	2
1.01.01.06	P40_Resguardo UC 1	1
1.01.01.05	P34_Resguardo UI 2	1
1.01.01.04	P33_Resguardo UI 1	1
1.01.01.03	P26_Estructura bancada	1
1.01.01.02	SCON01.01.02_Puerta izquierda	2
1.01.01.01	SCON01.01.01_Puerta derecha	2
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:	Denominación: SCON01.01_Resguardos inf + bancada	Material:	Plano nº: 1.01.01
Escala: 1:18	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 3
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 22/04/2020
			Formato: A3

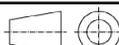


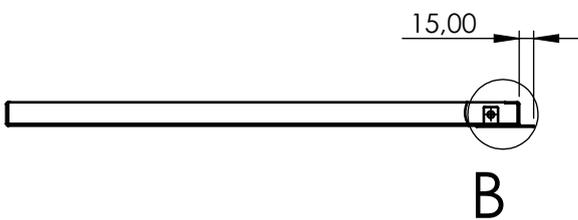
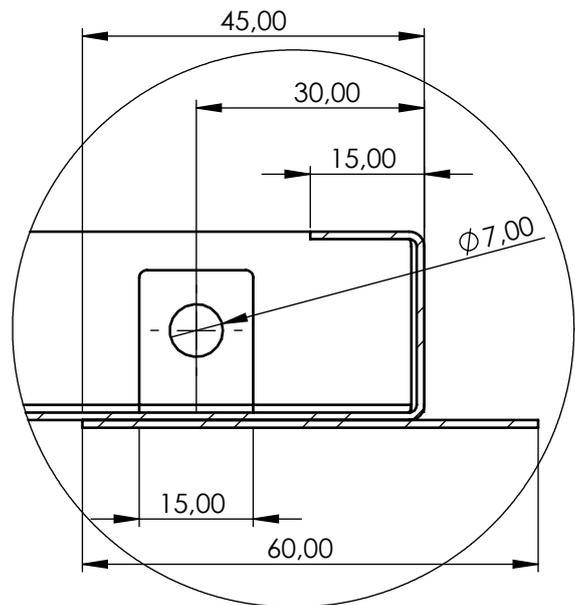
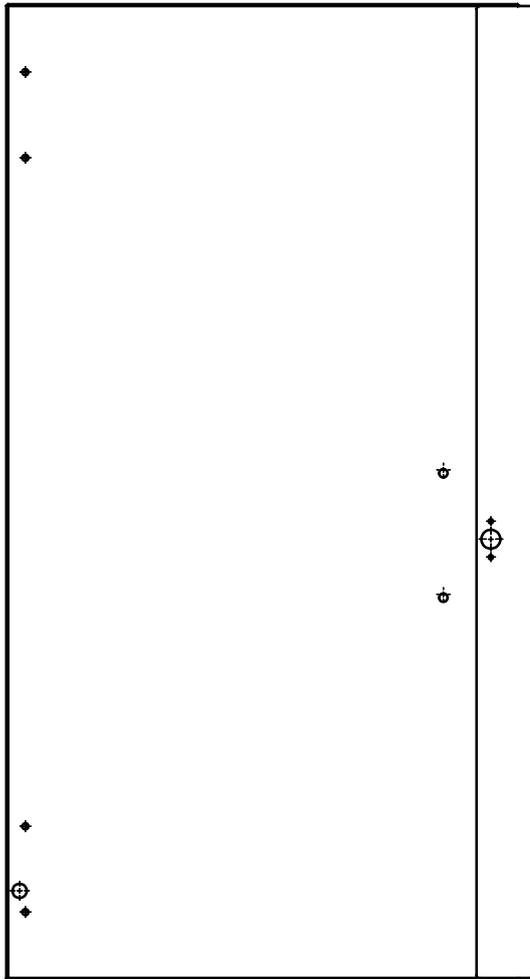
ESCALA 1:15



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

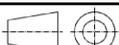
1.01.01.01.11	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	2
1.01.01.01.10	Hexagon Nut ISO 4032 - M4 - D - N	2
1.01.01.01.09	DIN 967 - M4 x 25 - Z --- 23.6N	2
1.01.01.01.08	DIN 6902-A9.3	2
1.01.01.01.07	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	2
1.01.01.01.06	Elesa-Ganter. CAR-M-347	1
1.01.01.01.05	CFMW.110-SH-6	1
1.01.01.01.04	Elesa-Ganter. EBP.150-8-C2	1
1.01.01.01.03	CFSW.110-6-2NO+2NC-FC-B	1
1.01.01.01.02	P50_Varilla cierre I	2
1.01.01.01.01	P37_Resguardo puerta UI 2	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

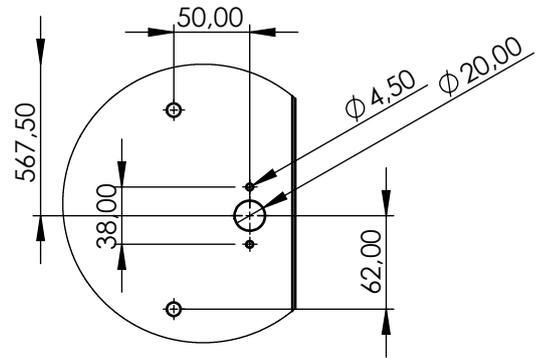
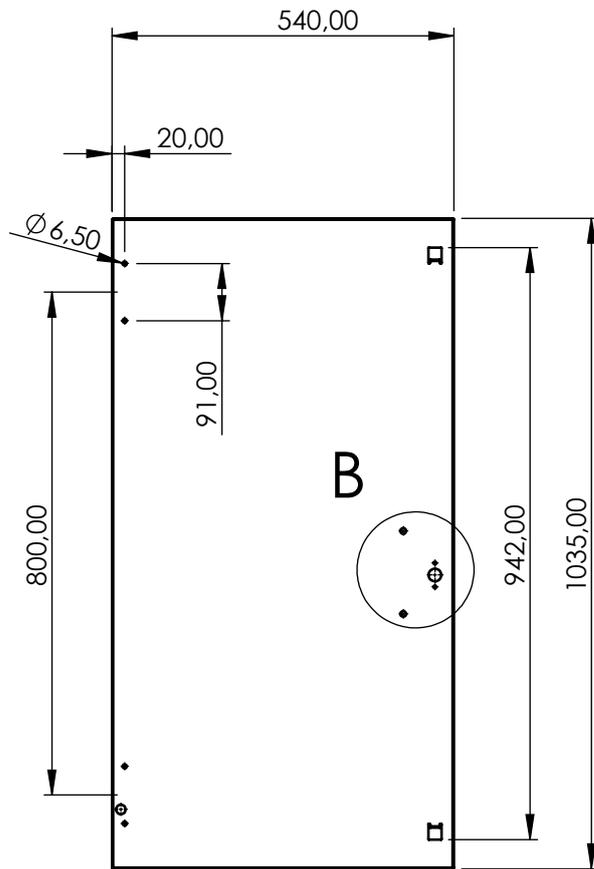
Observaciones:		Denominación:	Material:	Plano nº: 1.01.01.01
		SCON01.01.01_Puerta derecha		Hoja nº: 4
Escala: 1:10	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 19/05/2020
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador	Formato: A4



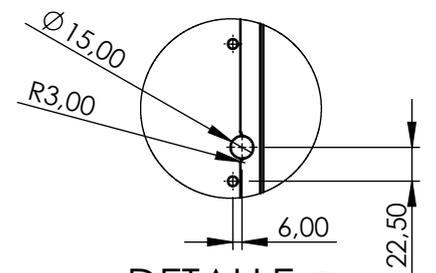
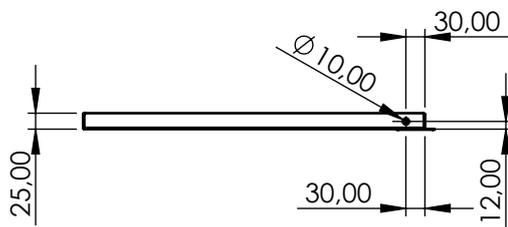
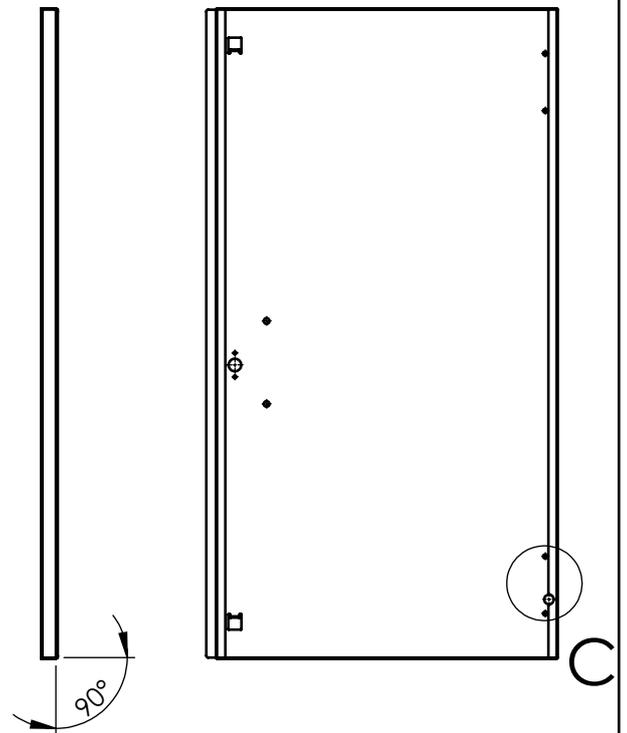
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P37_Resguardo puerta UI2 (Conjunto)		Material: Chapa 1 mm de acero	Plano nº: 1.01.01.01.01A
Escala: 1:8		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 5
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I	Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020
					Formato: A4

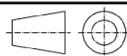


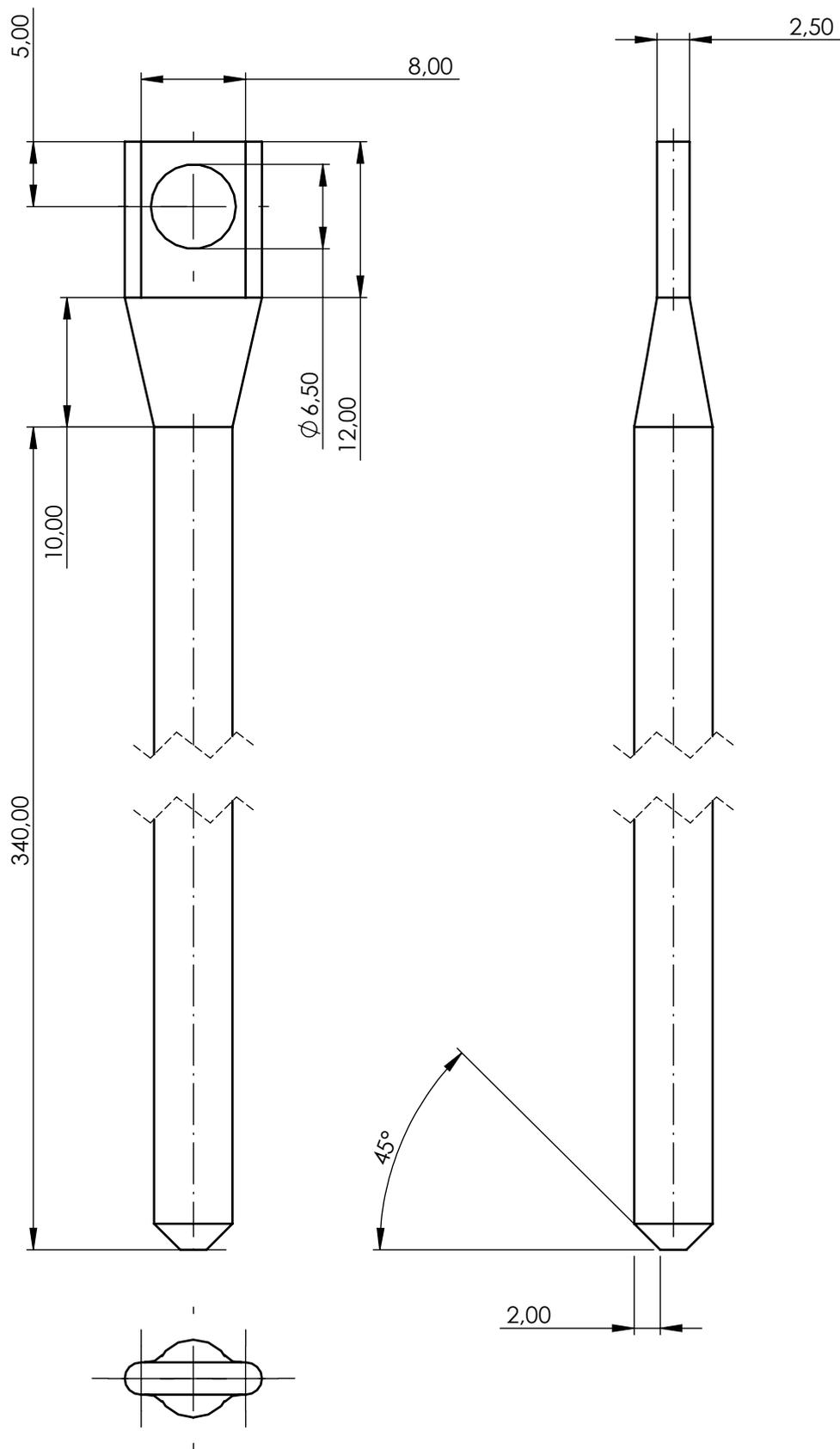
DETALLE B
ESCALA 1 : 5



DETALLE C
ESCALA 1 : 5

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

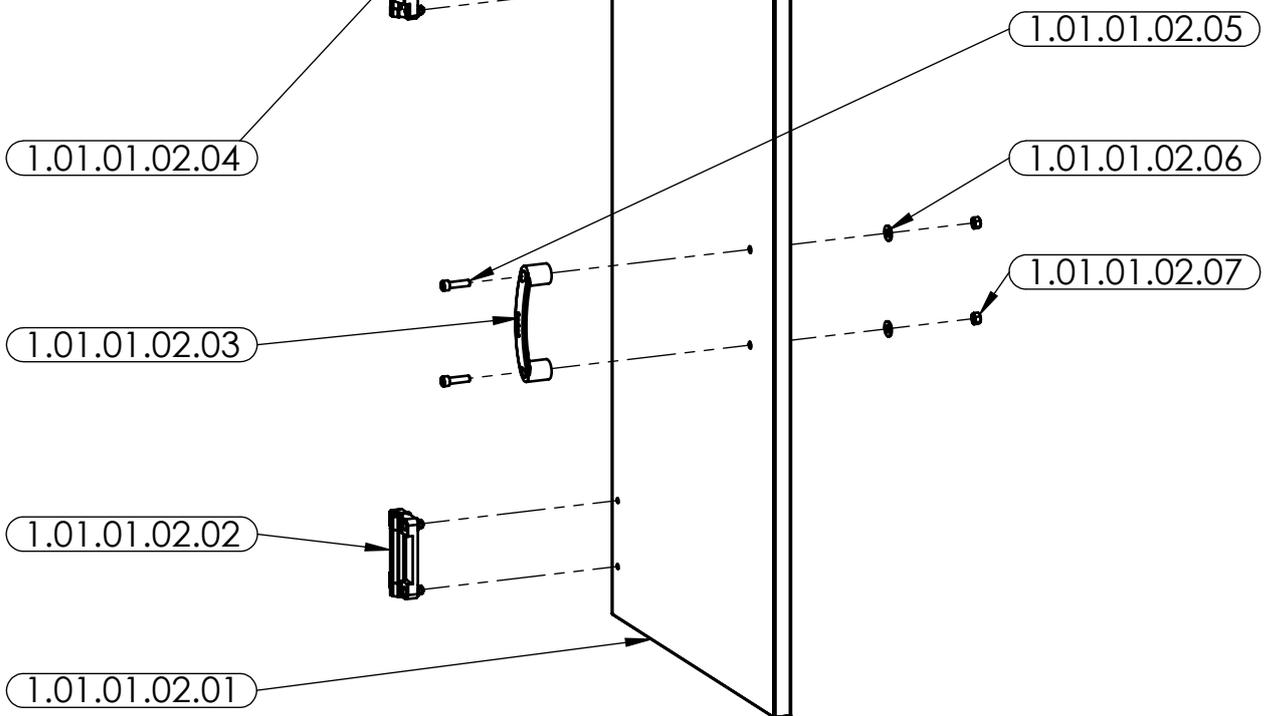
Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C	Denominación: P37_Resguardo puerta UI2 (Sin pestaña)	Material: Chapa 1mm de acero	Plano nº: .01.01.01.01B Hoja nº: 6
Escala: 1:12 Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 29/05/2020
Idioma: ES 		Comprobado por: Tribunal Evaluador	Formato: A4



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

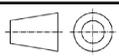
Observaciones:		Denominación: P50_Varilla cierre I		Material: Acero al carbono no aleado	Plano nº: 1.01.01.01.02
Escala: 2:1		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 7
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020
					Formato: A4

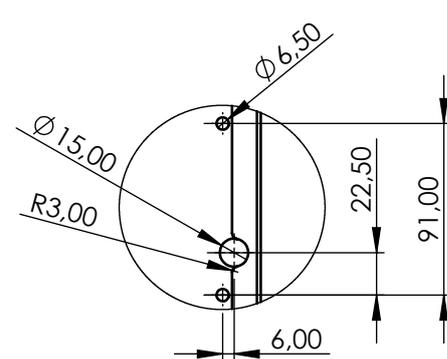
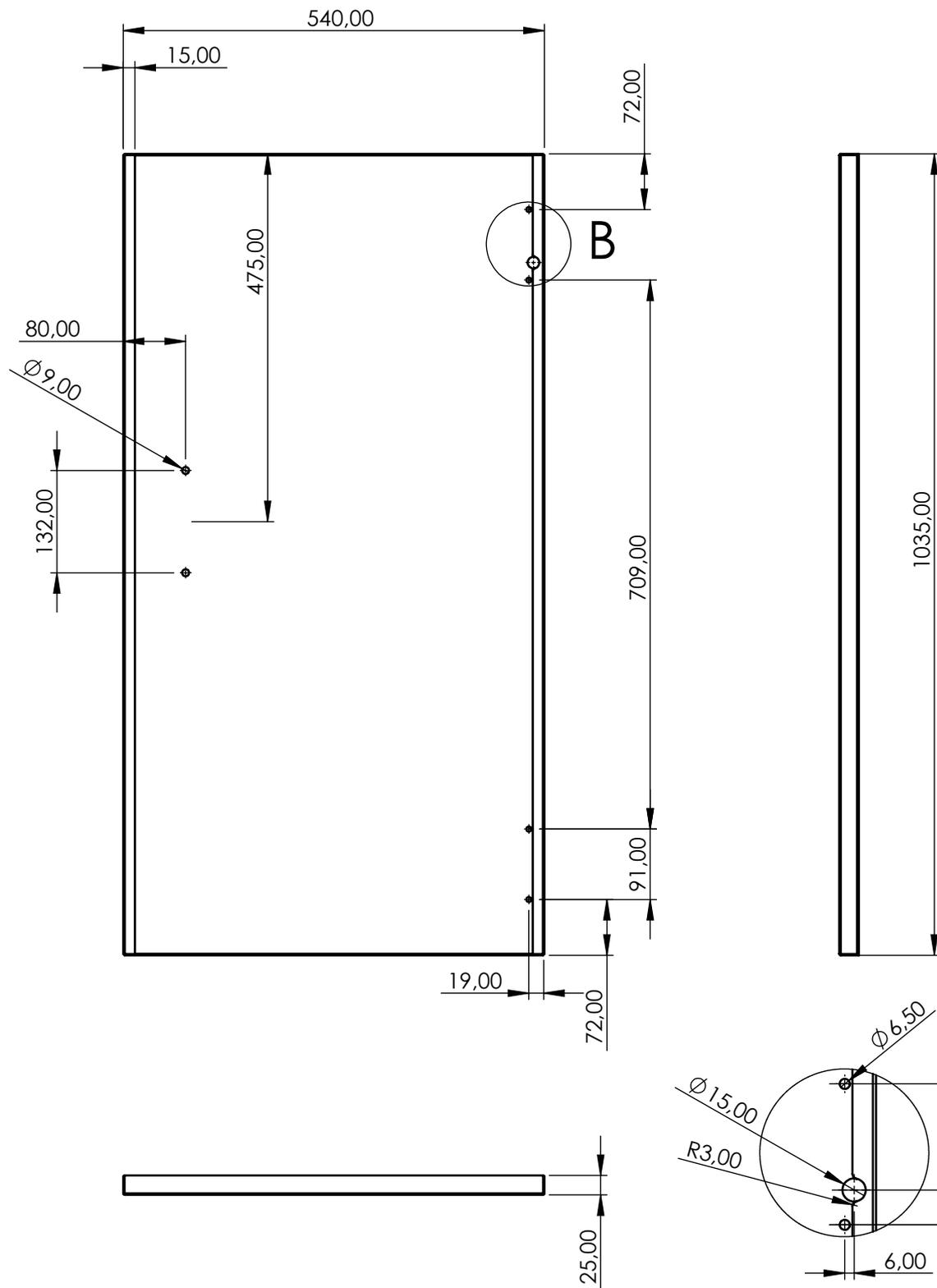
ESCALA 1:15



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

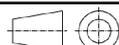
1.01.01.02.07	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	2
1.01.01.02.06	DIN 6902-A9.3	2
1.01.01.02.05	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	2
1.01.01.02.04	CFSW.110-6-2NO+2NC-FC-B	1
1.01.01.02.03	Elesa-Ganter. EBP.150-8-C2	1
1.01.01.02.02	CFMW.110-SH-6	1
1.01.01.02.01	P36_Resguardo puerta UI 1	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

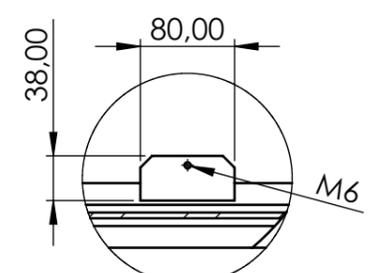
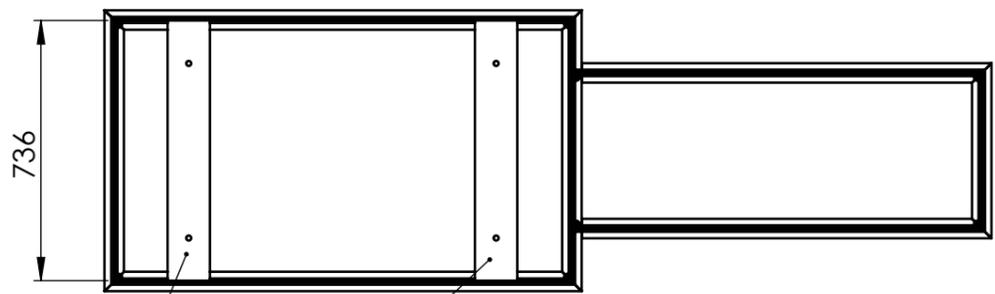
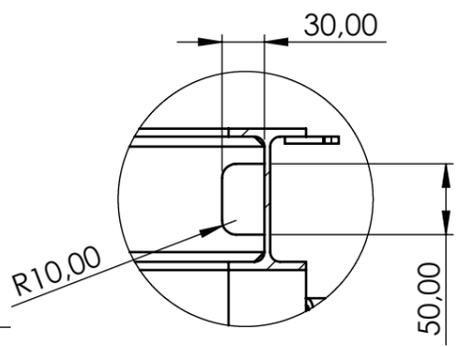
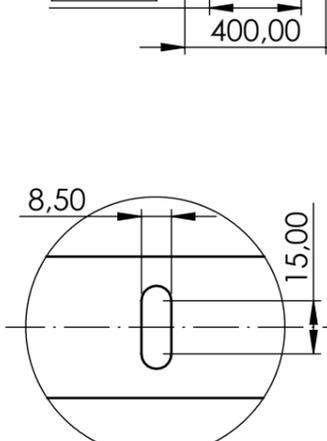
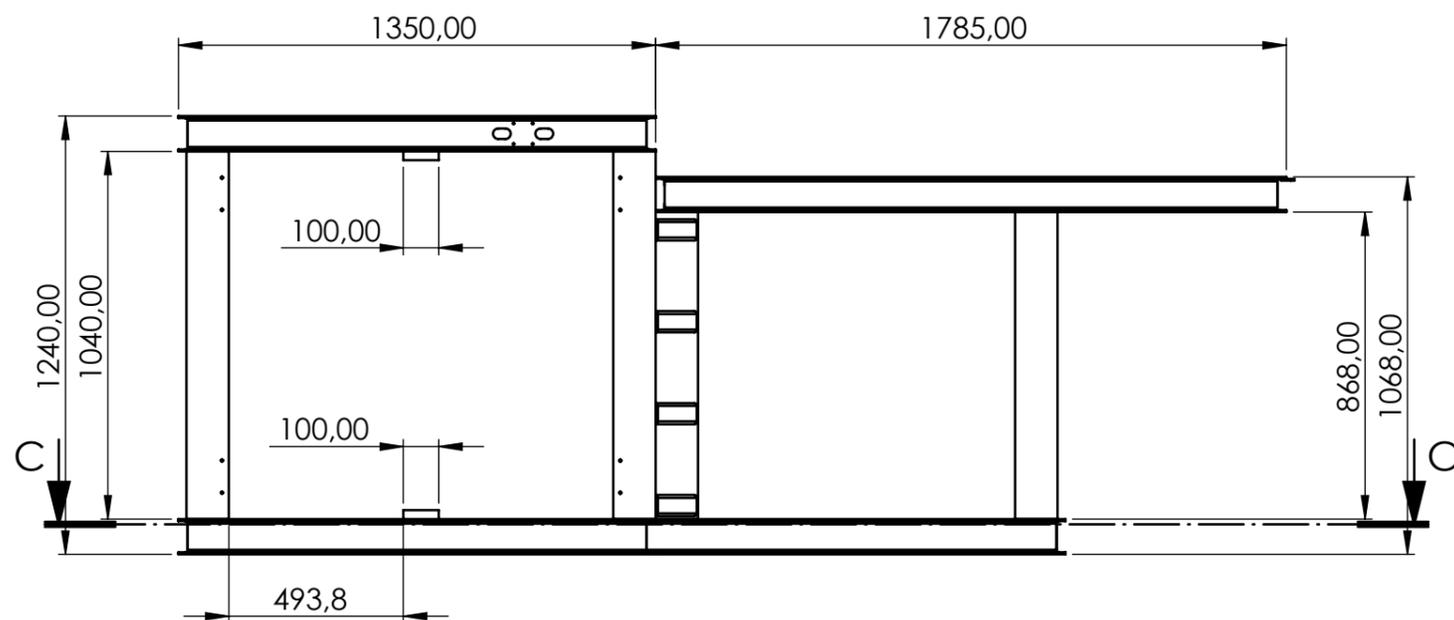
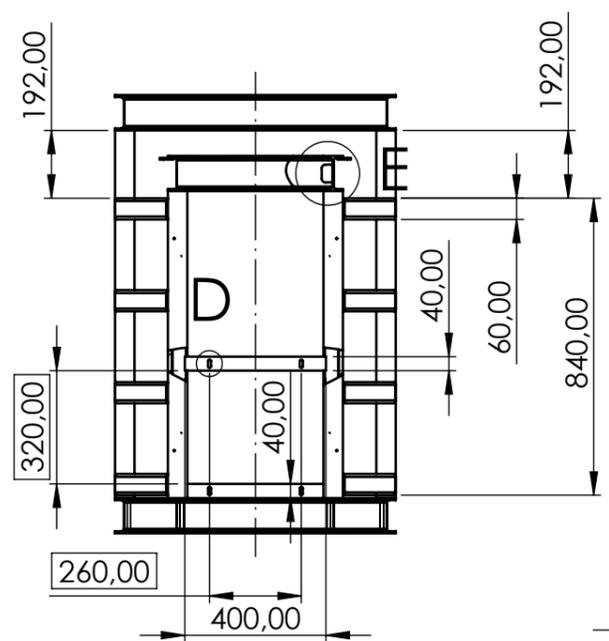
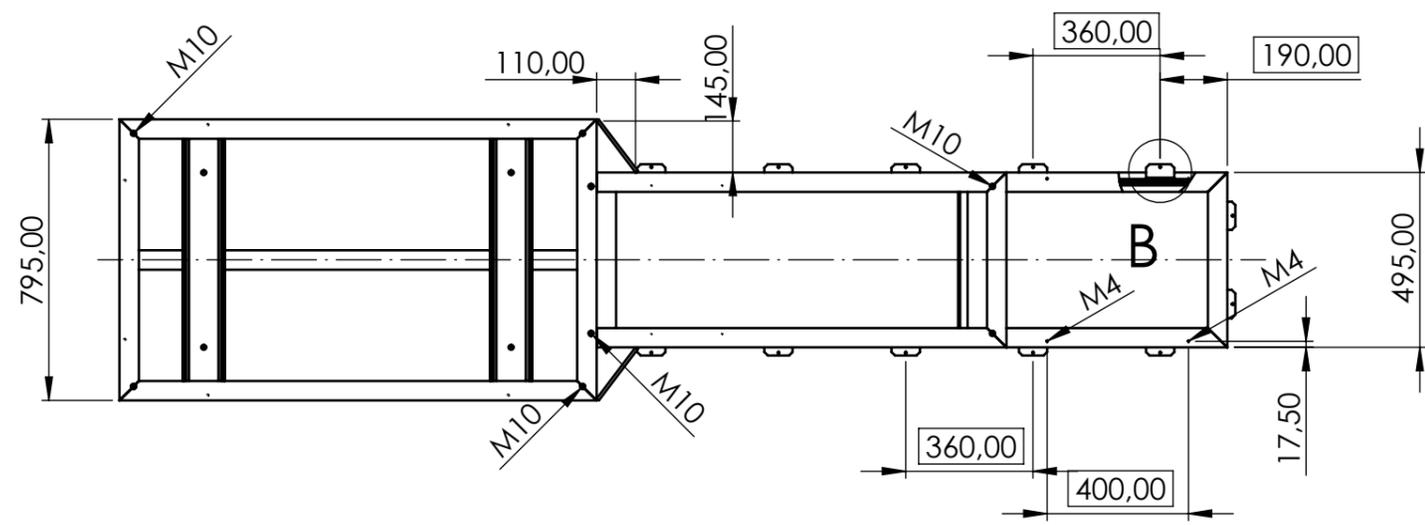
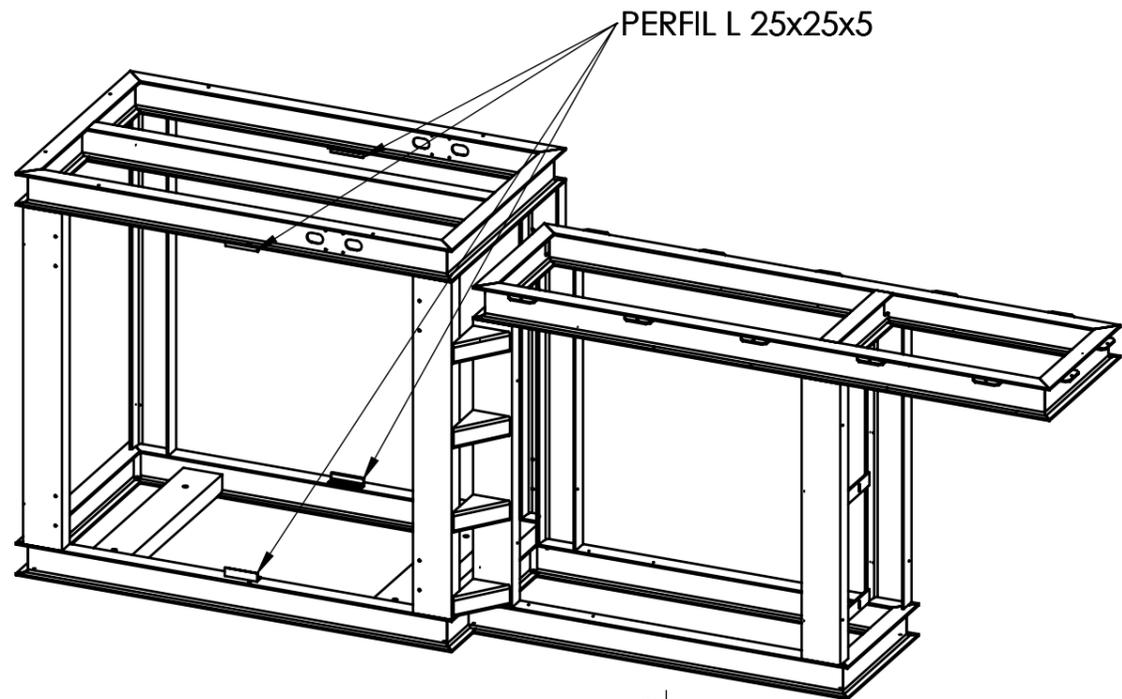
Observaciones:		Denominación:	Material:	Plano nº: 1.01.01.02
		SCON01.01.02_Puerta izquierda		Hoja nº: 8
Escala: 1:10	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 19/05/2020
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador	Formato: A4



DETALLE B
ESCALA 1 : 4

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P36_Resguardo puerta UI 1		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.01.02.01	
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 9	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



DETALLE D
ESCALA 1 : 2

DETALLE E
ESCALA 1 : 5

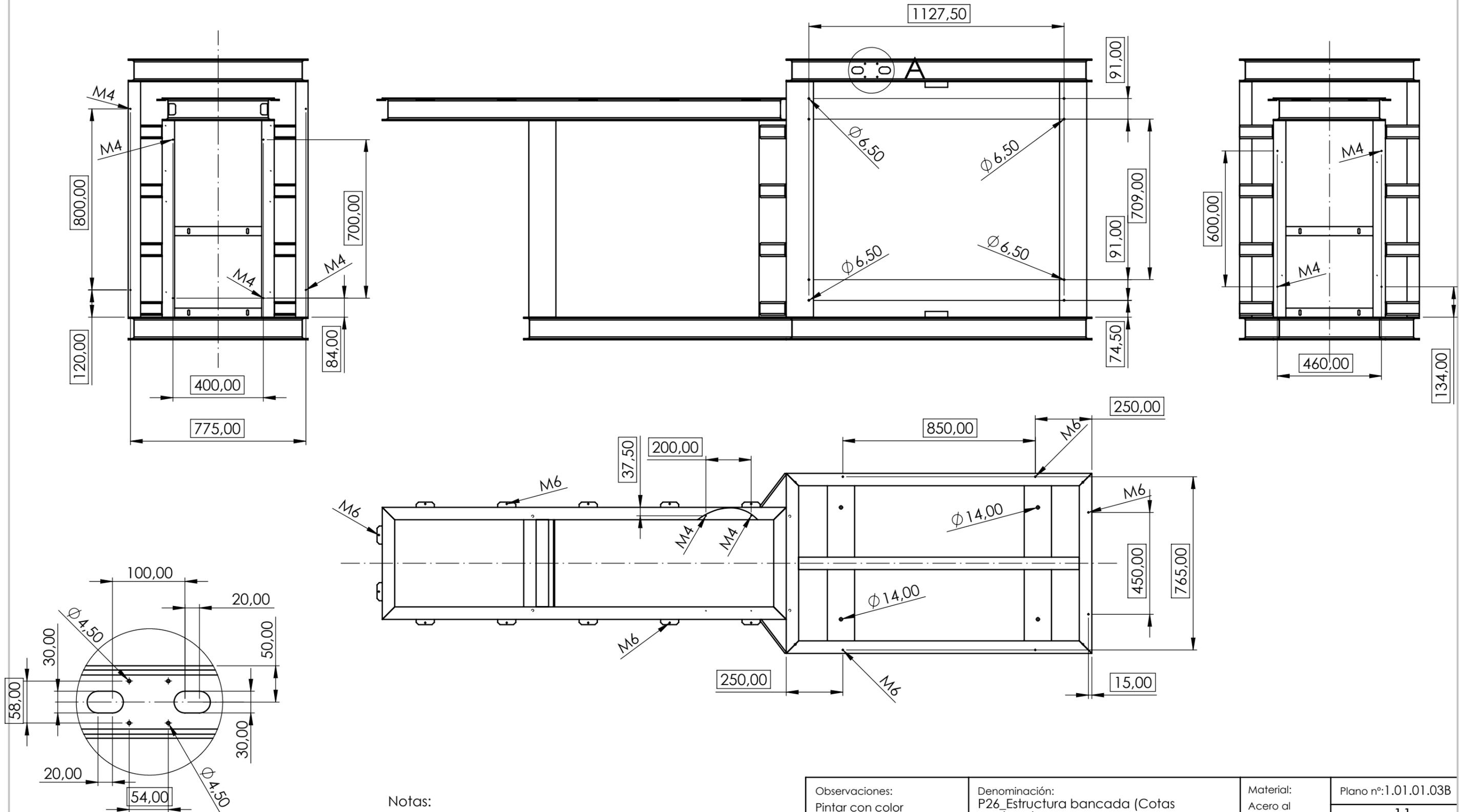
PERFIL UPN 120

SECCIÓN C-C

DETALLE B
ESCALA 1 : 6

- Notas:
- Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m
 - Todos los agujeros pasantes
 - Perfiles verticales UPN 120
 - Perfiles horizontales IPE 100 excepto indicados en croquis

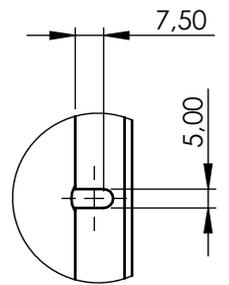
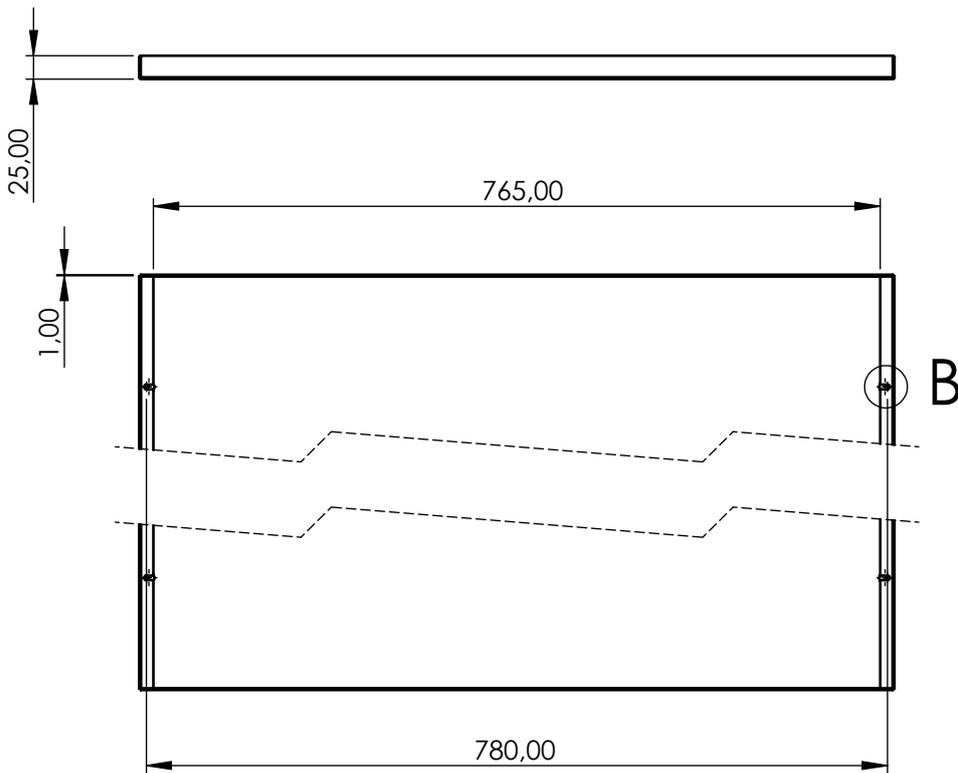
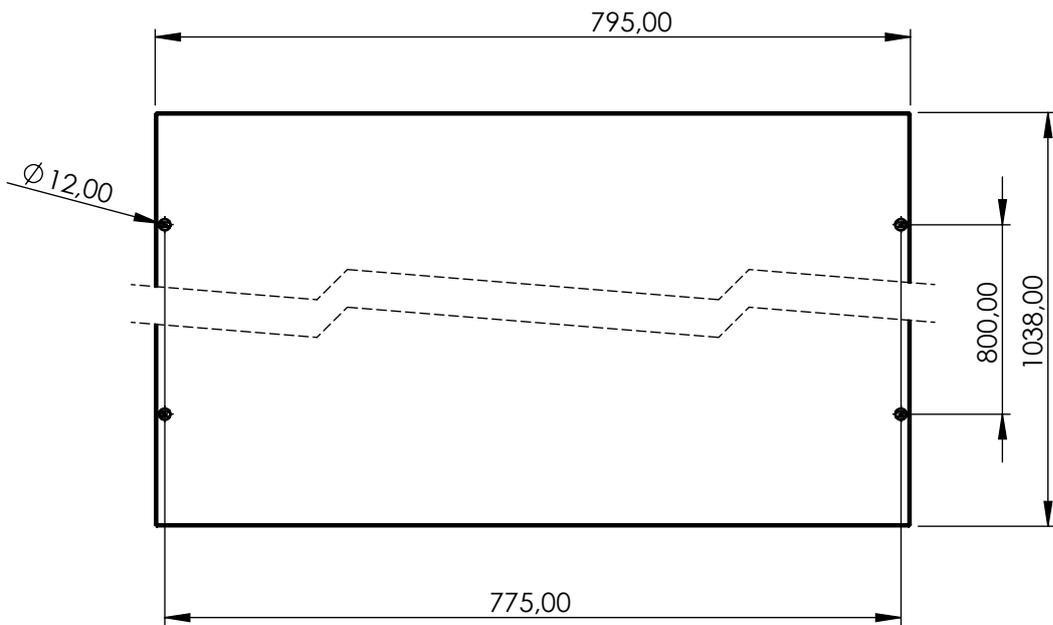
Observaciones: Pintar con color PANTONE 433 C		Denominación: P26_Estructura bancada (Cotas generales)		Material: Acero al carbono no aleado		Plano nº:1.01.01.03A	
Escala: 1:20	Un. dim. mm			Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 10	
Idioma: ES	 			Comprobado por: Tribunal evaluador		Fecha: 01/06/2020	
						Formato: A3	



DETALLE A
ESCALA 1 : 5

- Notas:
- Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m
 - Todos los agujeros pasantes
 - Perfiles verticales UPN 120
 - Perfiles horizontales IPE 100 excepto indicados en croquis

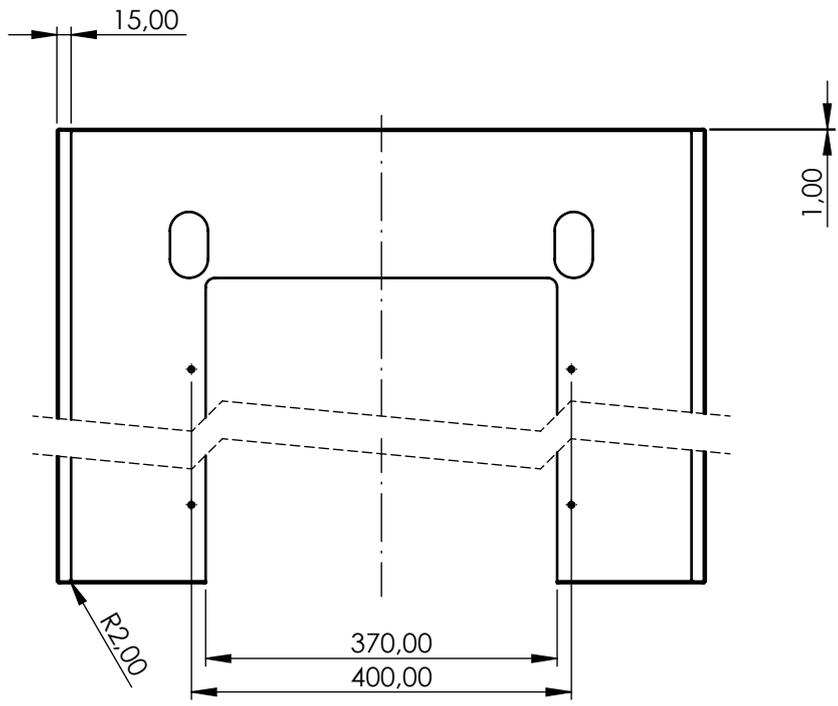
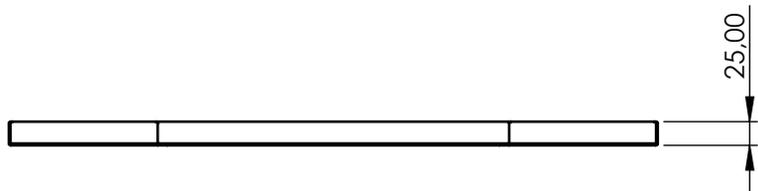
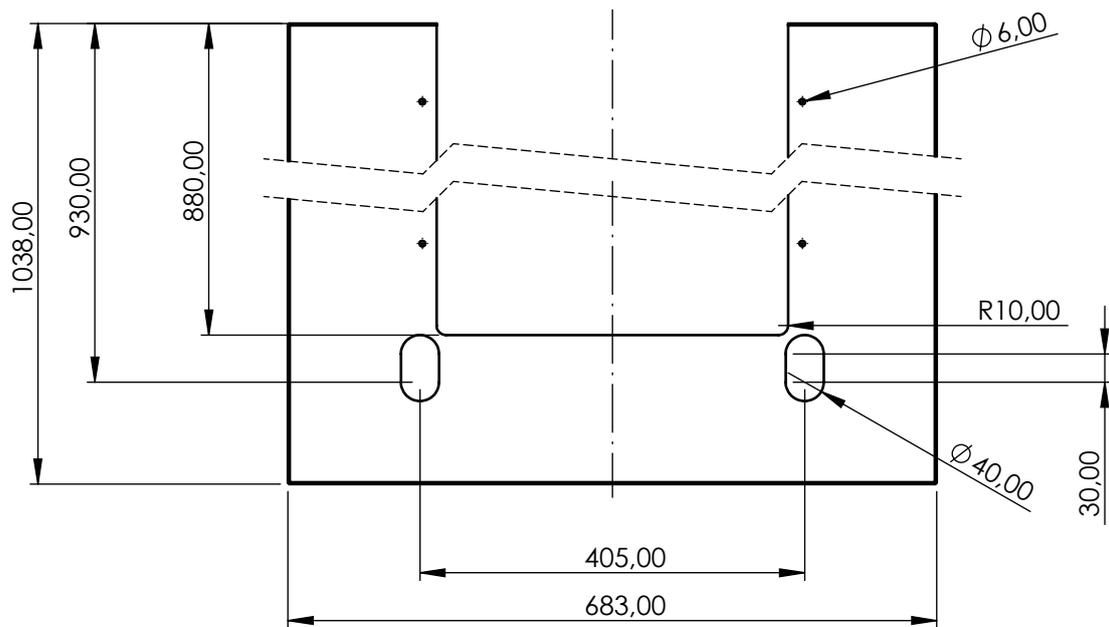
Observaciones: Pintar con color PANTONE 433 C	Denominación: P26_Estructura bancada (Cotas agujeros)	Material: Acero al carbono no aleado	Plano nº: 1.01.01.03B
Escala: 1:16 Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 11
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 01/06/2020
		Formato: A3	



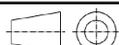
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

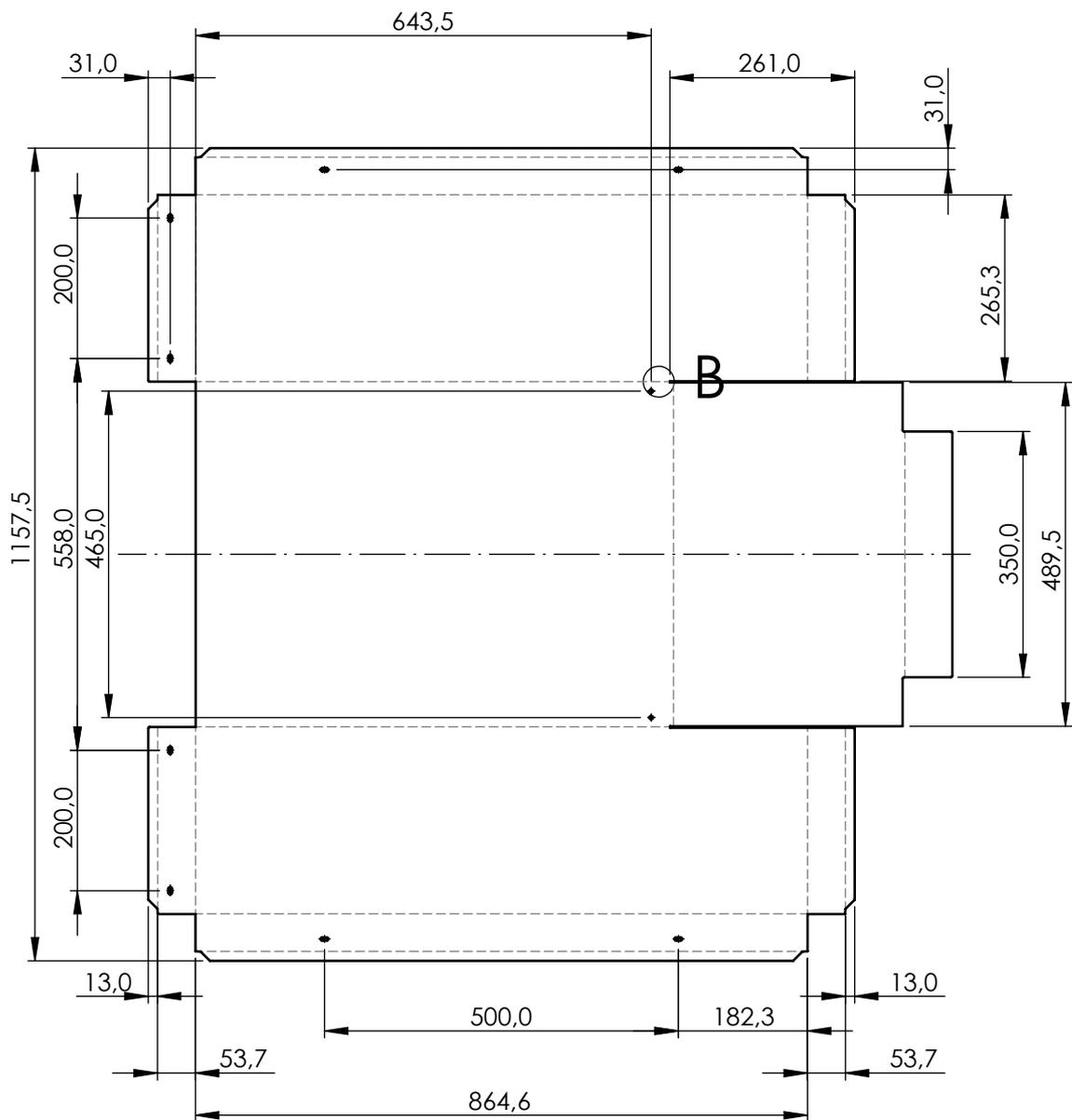
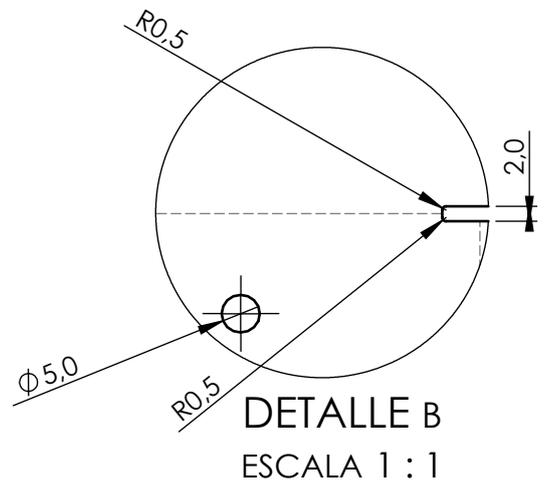
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P33_Resguardo UI 1		Material: Chapa 1mm acero	Plano nº: 1.01.01.04
Escala: 1:8		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 12
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME-I	Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020
					Formato: A4



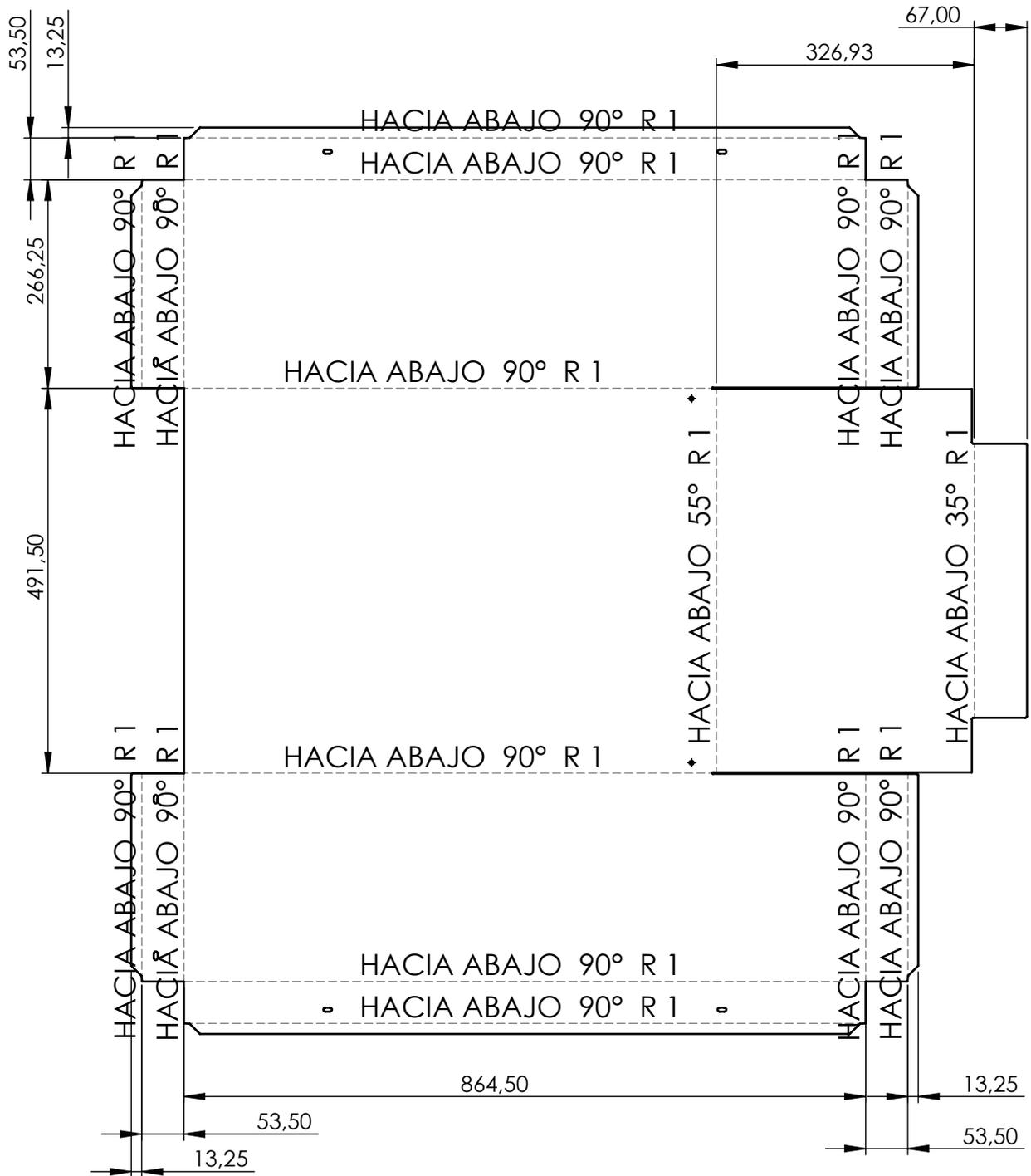
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P34_Resguardo UI 2		Material: Chapa 1mm de acero	Plano nº: 1.01.01.05
Escala: 1:8		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 13
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I	Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020
					Formato: A4

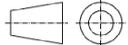


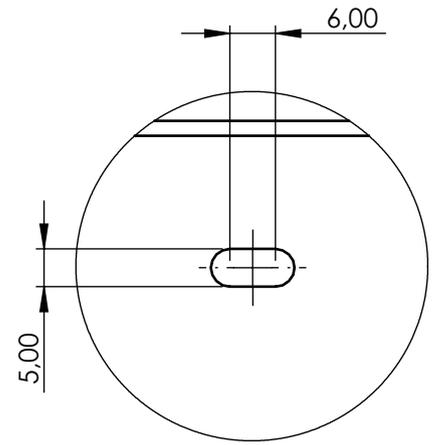
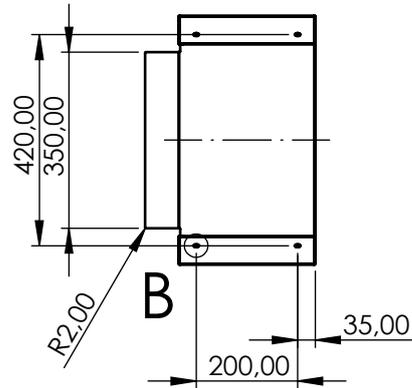
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P40_Resguardo UC 1 (Plano de corte)		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.01.06A	
Escala: 1:10		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 14	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

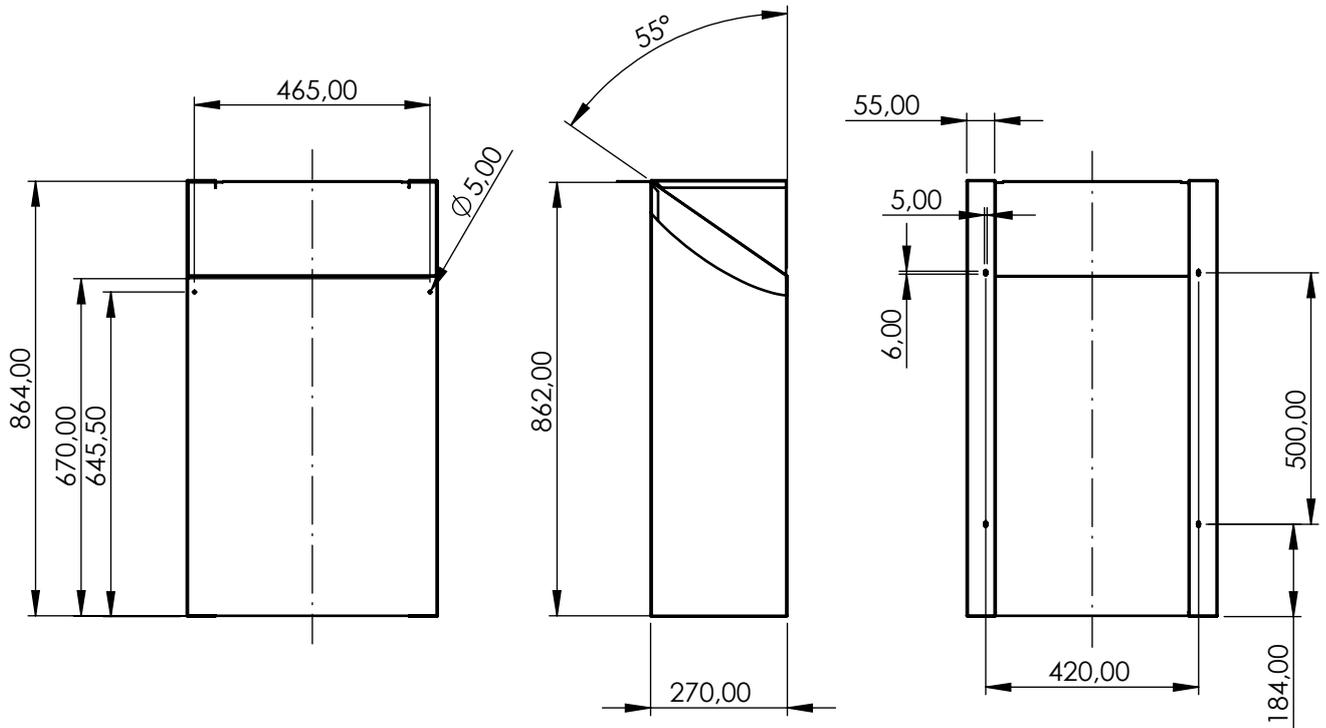


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P40_Resguardo UC 1 (Esquema de plegado)		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.01.06B	
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 15	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

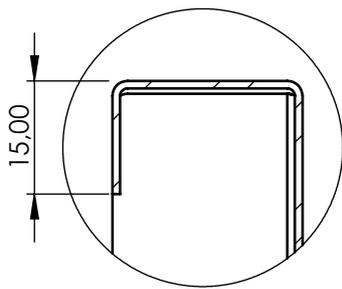
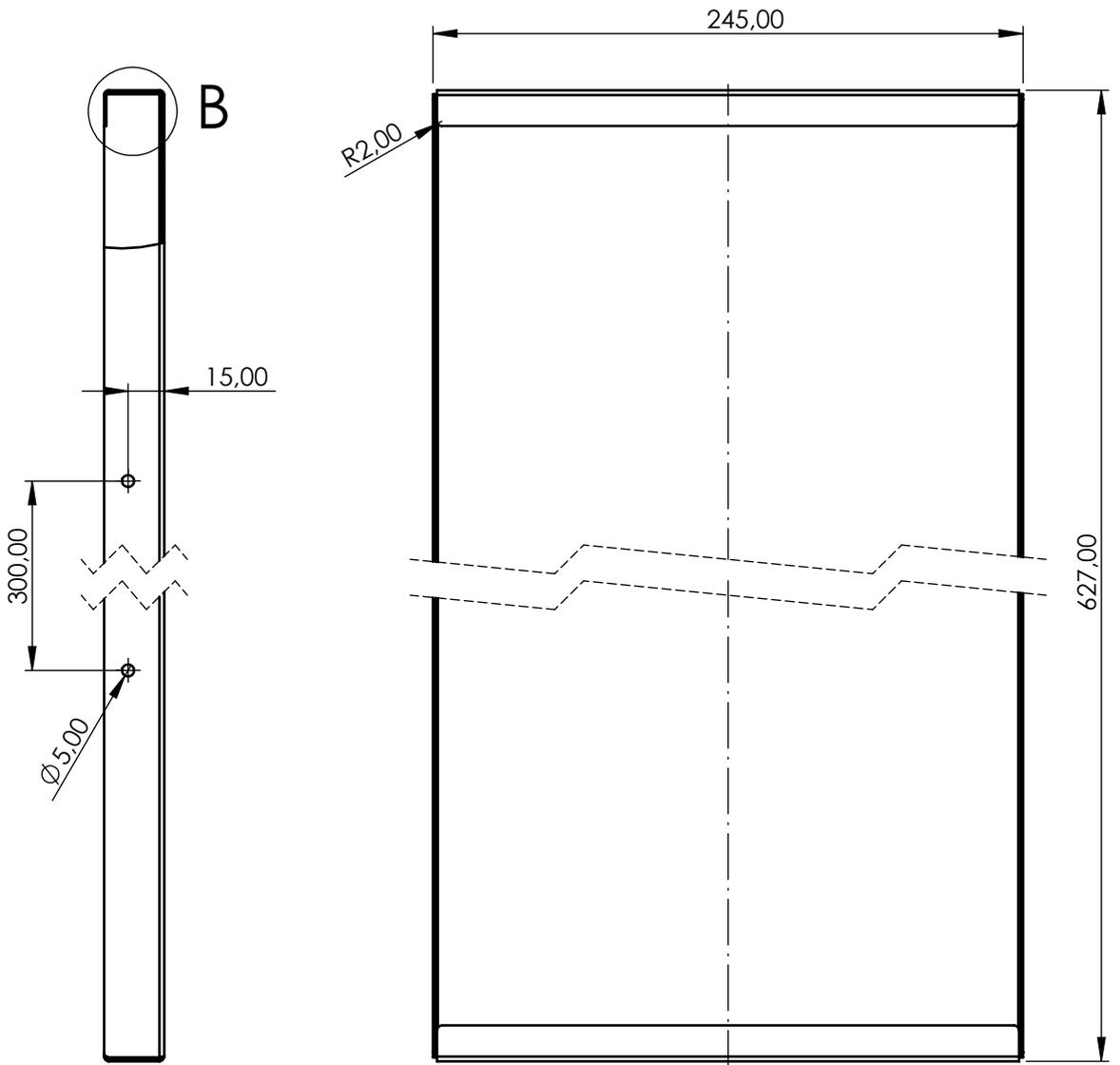


DETALLE B
ESCALA 1 : 1

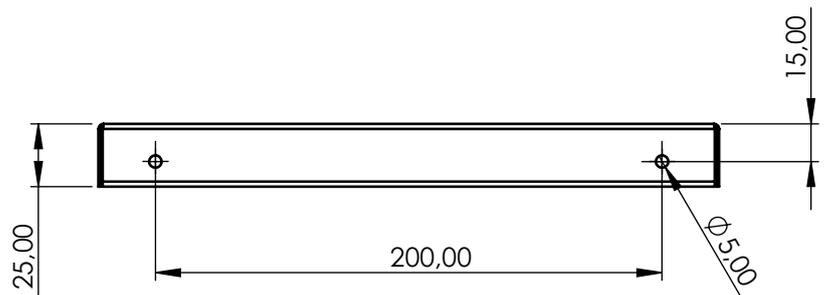


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P40_Resguardo UC 1 (Pieza plegada)		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.01.06C	
Escala: 1:15		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 16	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

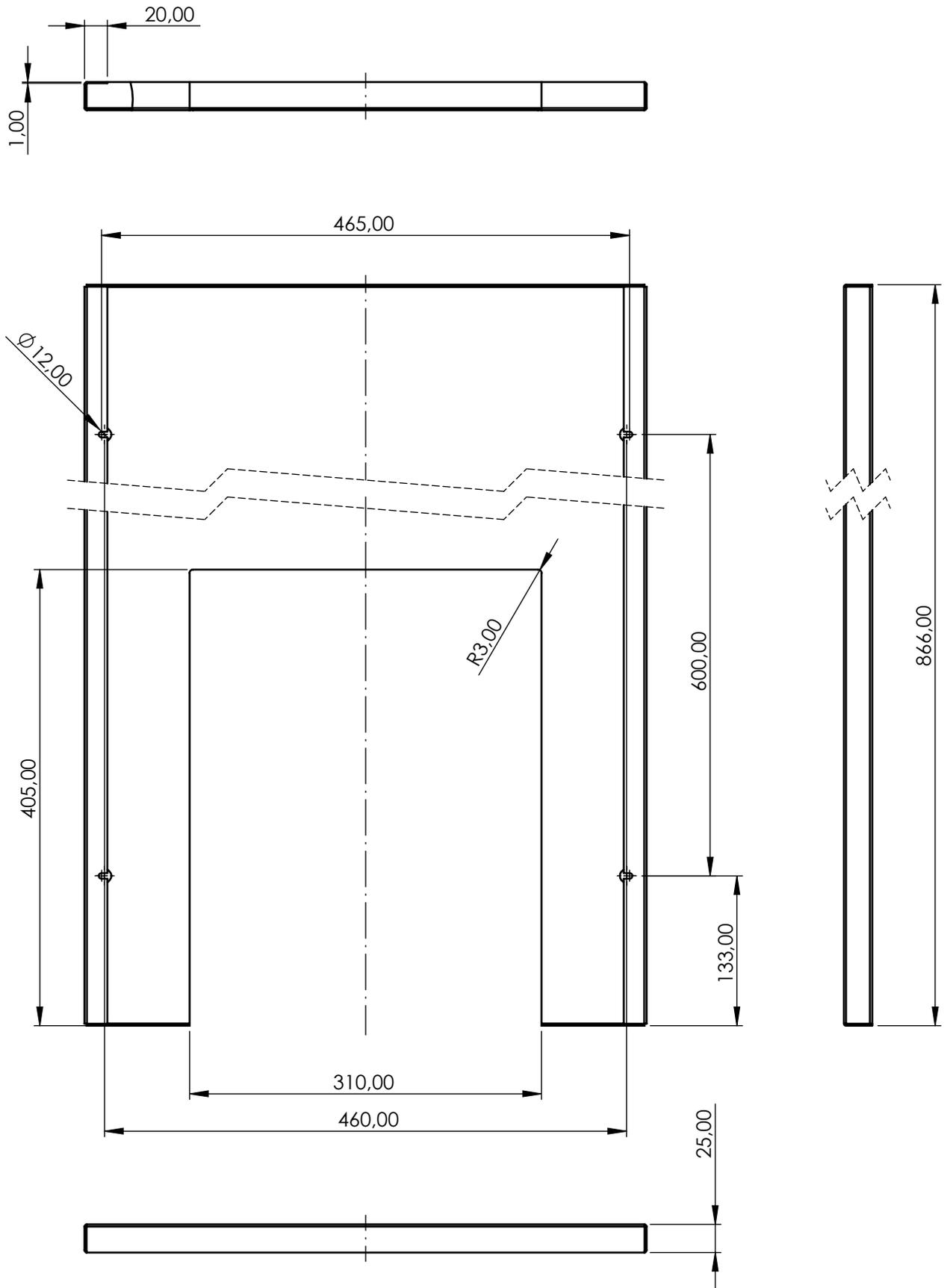


DETALLE B
ESCALA 1 : 1

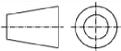


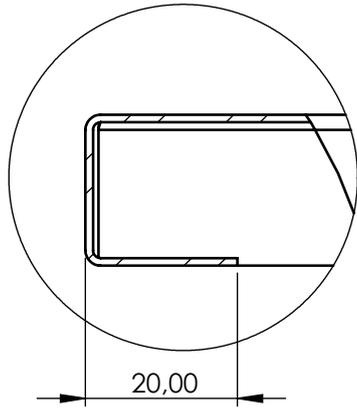
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P41_Resguardo UC 2		Material: Chapa 1mm de acero	Plano nº: 1.01.01.07
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 17
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador	Fecha: 29/05/2020
				Formato: A4	

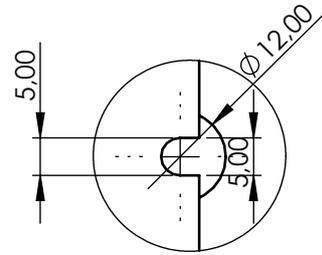


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

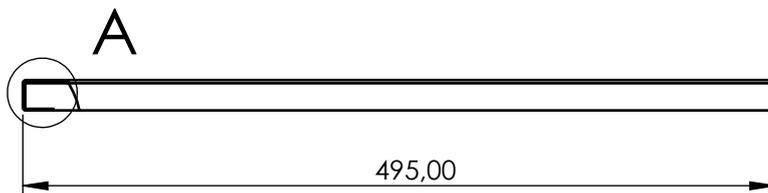
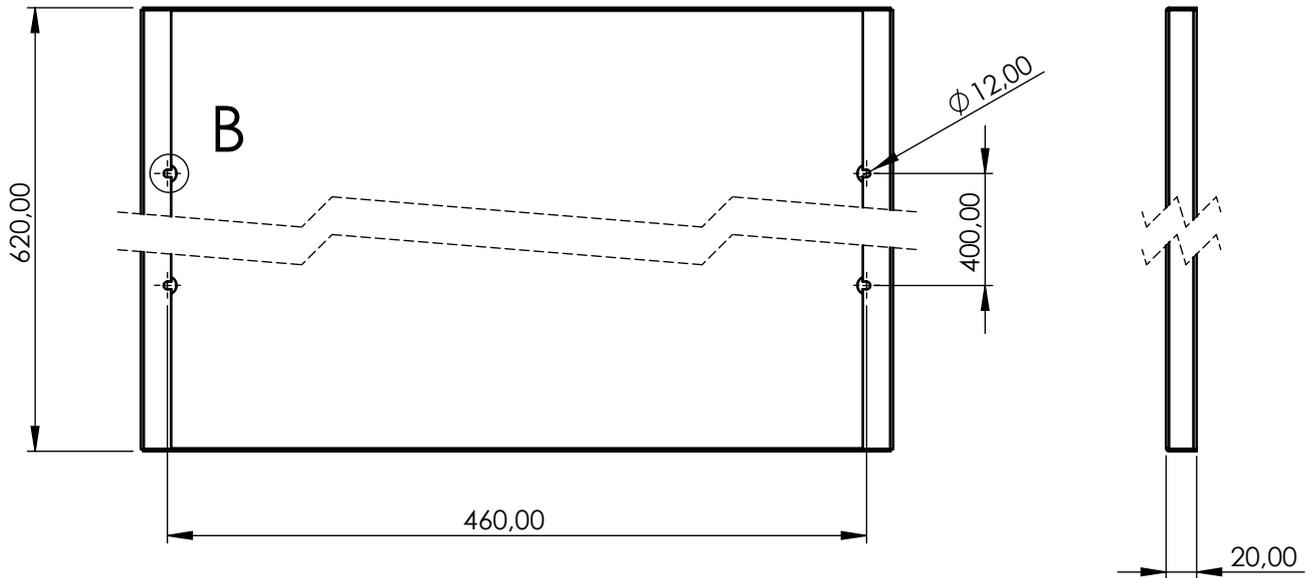
Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P42_Resguardo UC 3		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.01.08	
Escala: 1:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 18	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



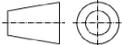
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

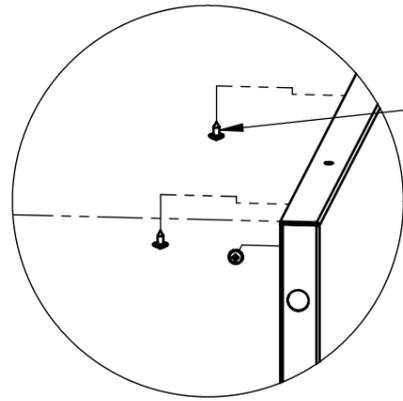


DETALLE B
ESCALA 1 : 1



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

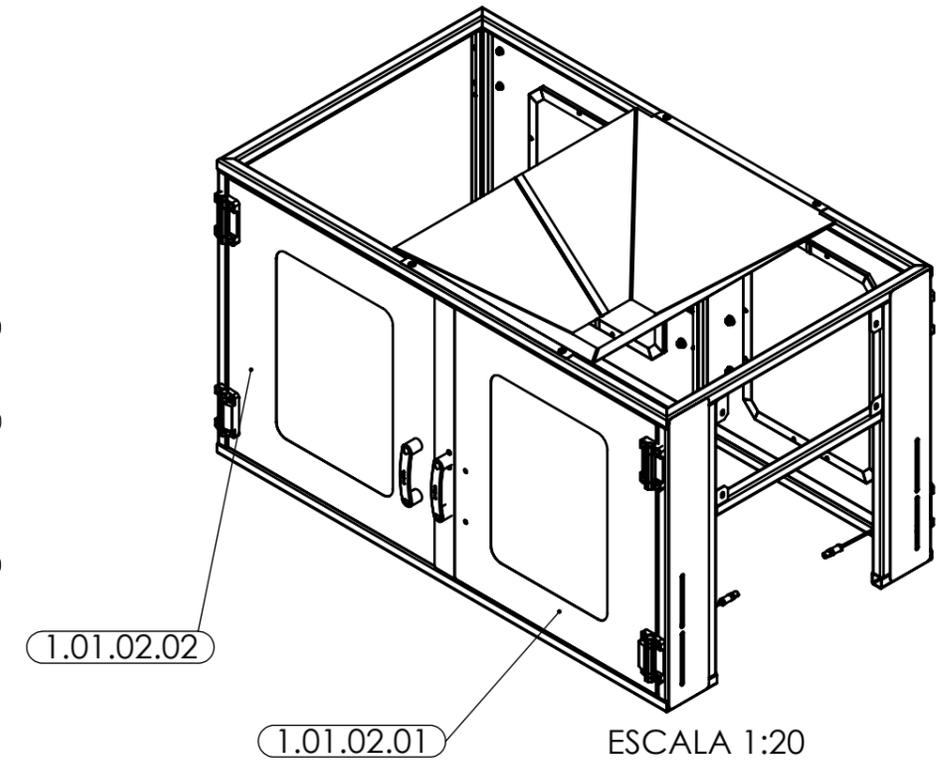
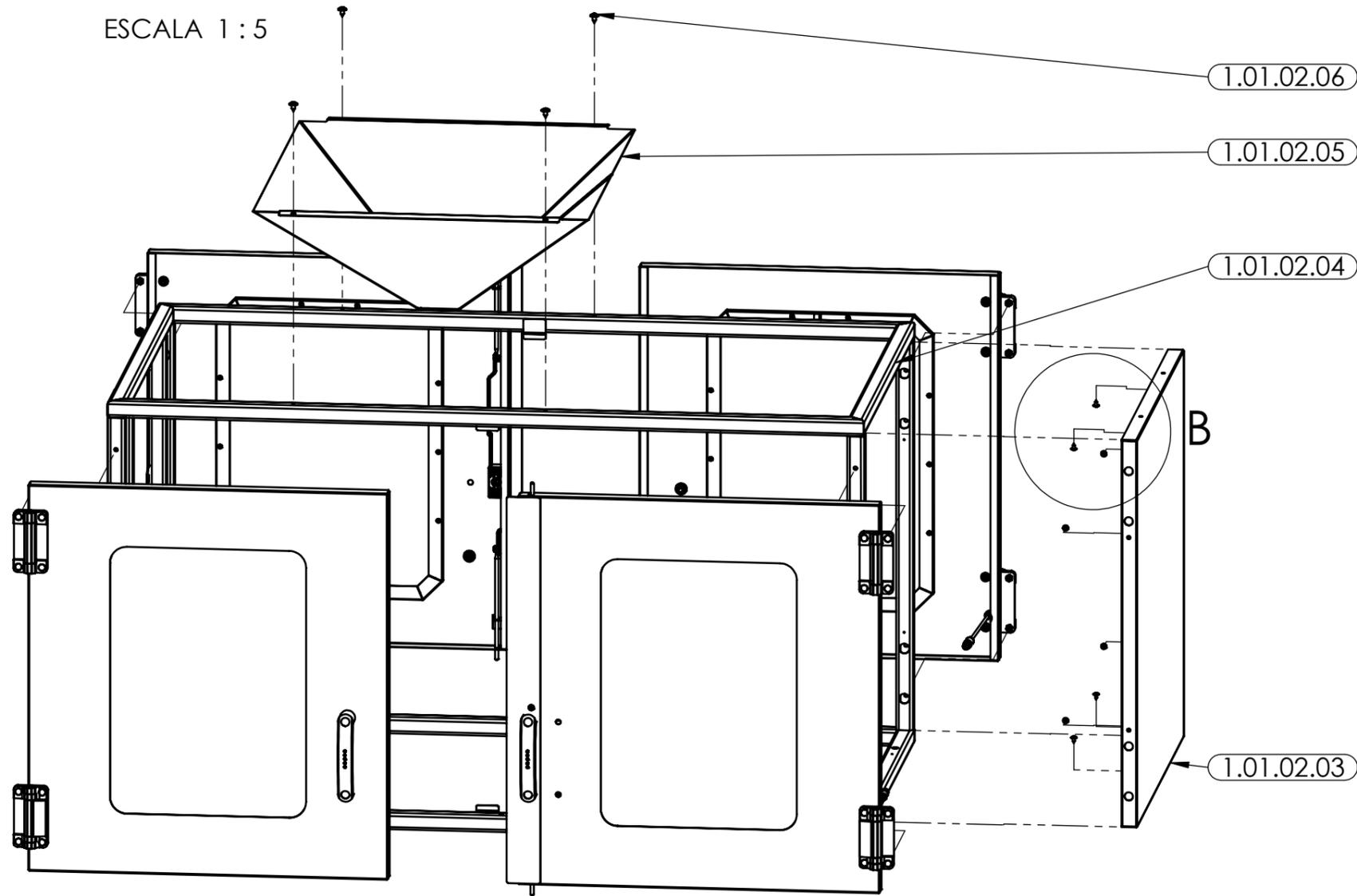
Observaciones: Pintar con color PANTONE 430 C		Denominación: P45_Resguardo UC 6		Material: Chapa 1mm de acero	Plano nº: 1.01.01.09
Escala: 1:5		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 19
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020
					Formato: A4



1.01.02.07

DETALLE B

ESCALA 1:5



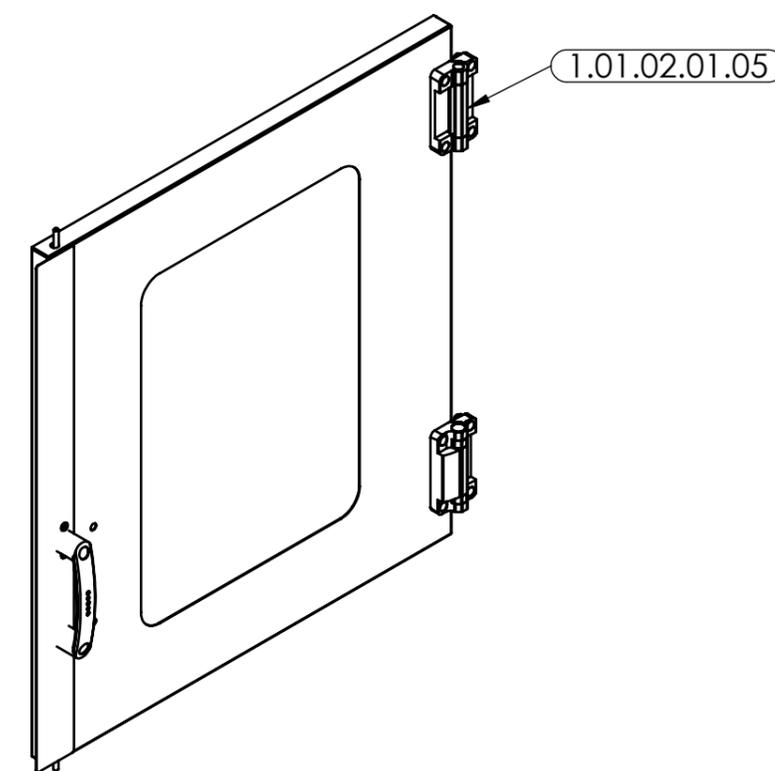
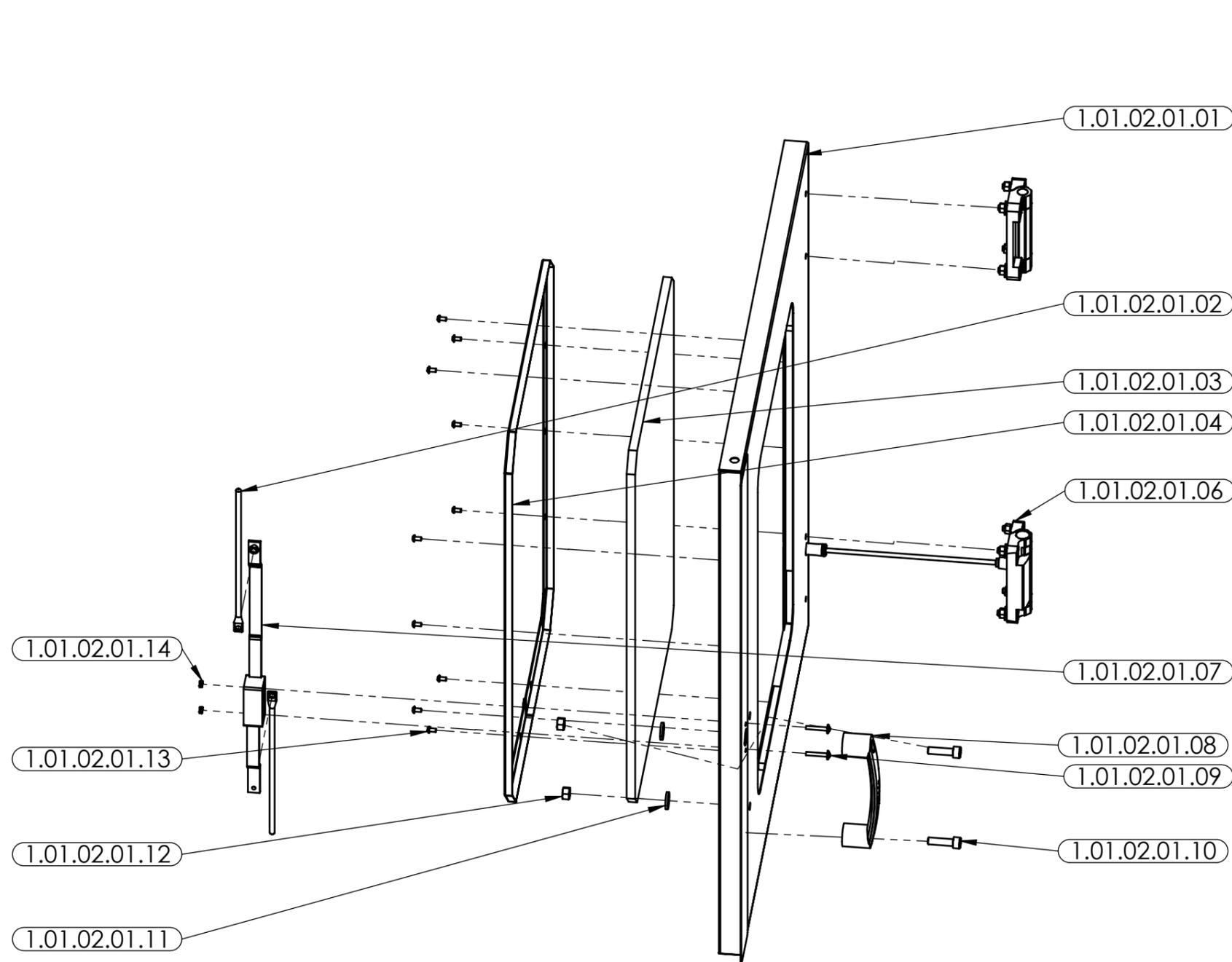
ESCALA 1:20

1.01.02.07	Screw DIN 968-ST4.2x9.5-C-H-N	8
1.01.02.06	Screw DIN 968-ST6.3x13-C-H-N	4
1.01.02.05	P56_Embudo tolva	1
1.01.02.04	P48_Estructura UI resguardos superiores	1
1.01.02.03	P35_Resguardo UI 3	1
1.01.02.02	SCON01.02.02_Puerta izquierda	2
1.01.02.01	SCON01.02.01_Puerta derecha	2
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:	Denominación: SCON01.02_Resguardos UI	Material:	Plano nº: 1.01.02
Escala: 1:10	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 20
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 23/04/2020
		Formato: A3	



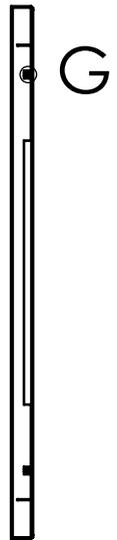
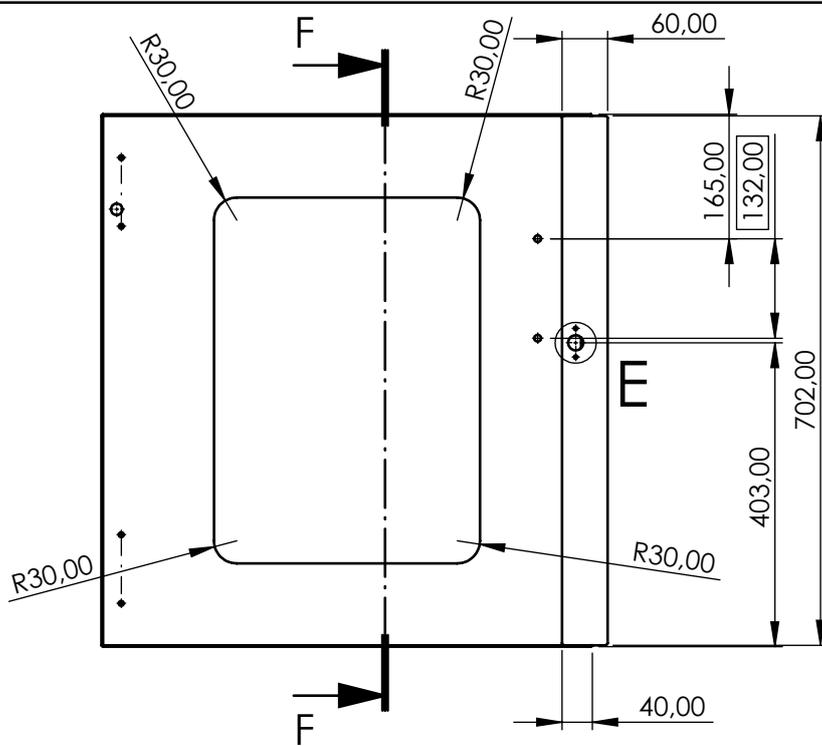


ESCALA 1:8

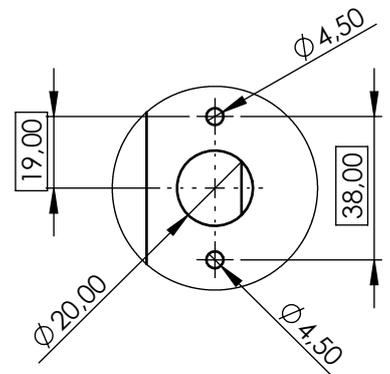
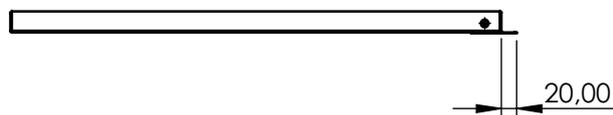
1.01.02.01.14	Hexagon Nut ISO 4032 - M4 - W - N	2
1.01.02.01.13	ISO 7380 - M4 x 8 - 8N	10
1.01.02.01.12	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	2
1.01.02.01.11	DIN 6902-A9.3	2
1.01.02.01.10	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	2
1.01.02.01.09	DIN 967 - M4 x 25 - Z --- 23.6N	2
1.01.02.01.08	Elesa-Ganter. EBP.150-8-C2	1
1.01.02.01.07	Elesa-Ganter. CAR-M-347	1
1.01.02.01.06	CFSW.110-6-2NO+2NC-FC-B	1
1.01.02.01.05	CFMW.110-SH-6	1
1.01.02.01.04	P62_Marco protector transparente puertas	1
1.01.02.01.03	P61_Protector transparente puertas	1
1.01.02.01.02	P51_Varilla cierre S	2
1.01.02.01.01	P39_Resguardo puerta UI 4	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

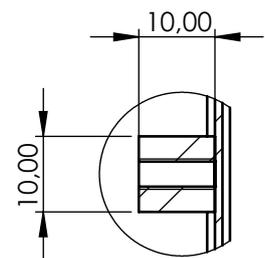
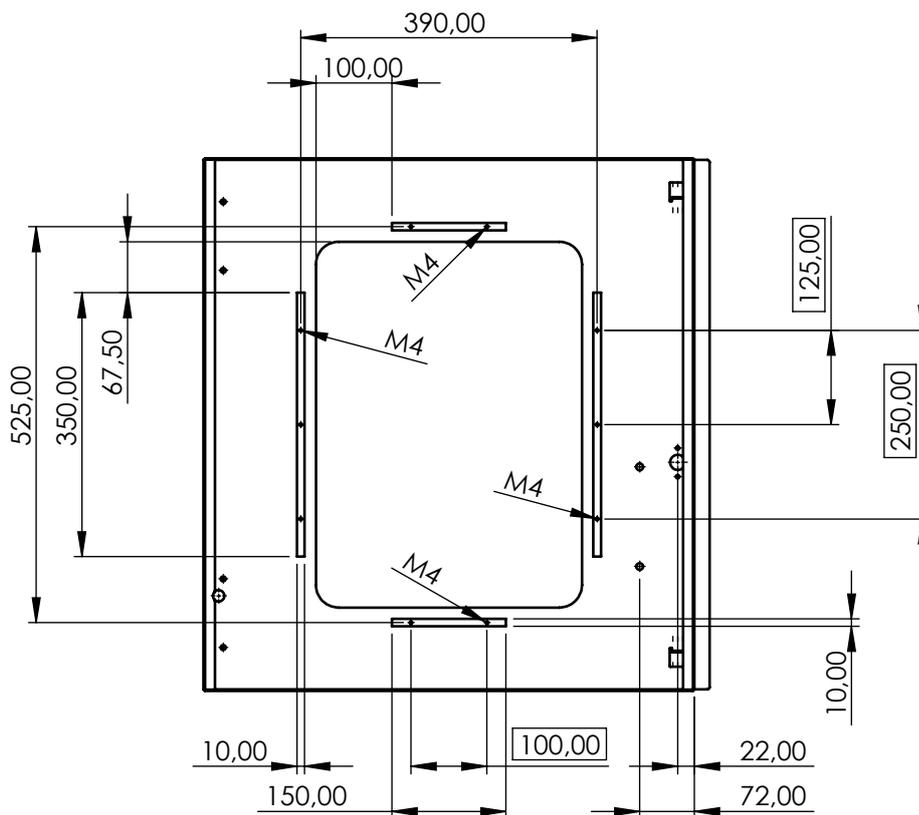
Observaciones:	Denominación: SCON01.02.01_Puerta derecha	Material:	Plano nº: 1.01.02.01
Escala: 1:6	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 21
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 27/05/2020
		Formato: A3	



SECCIÓN F-F



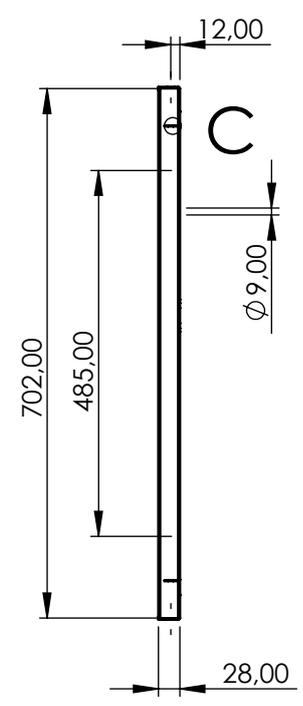
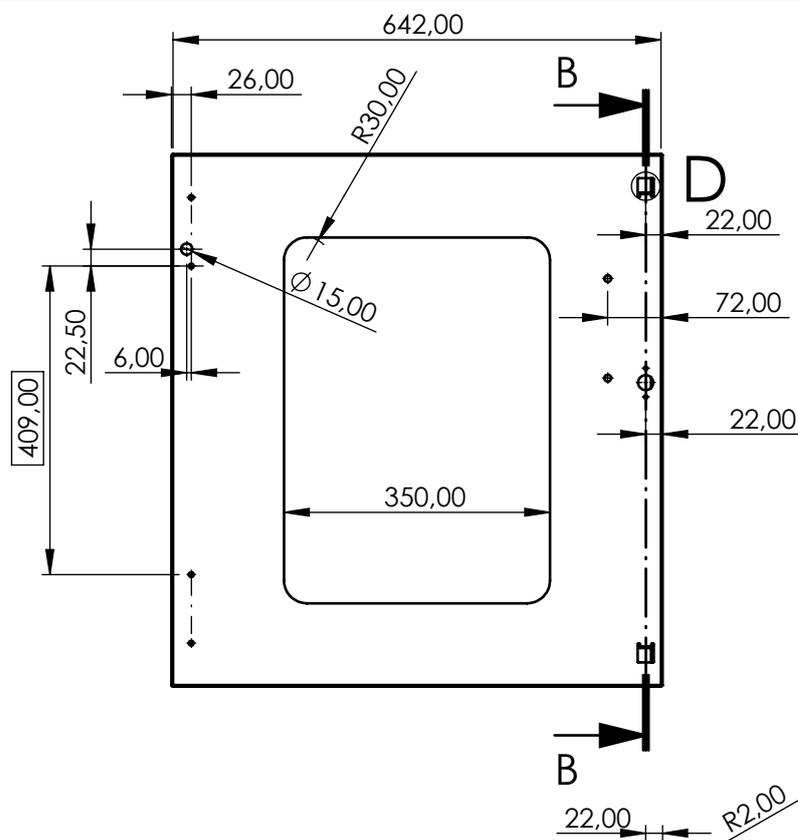
DETALLE E
ESCALA 1 : 2



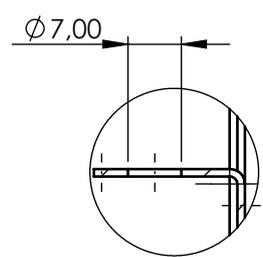
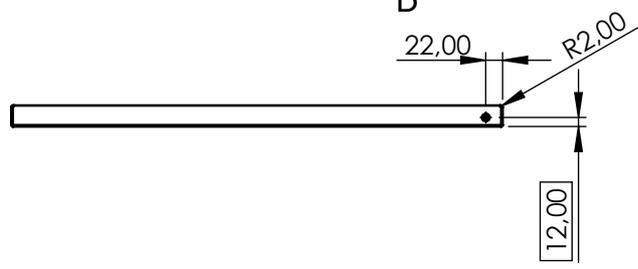
DETALLE G
ESCALA 1 : 1

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

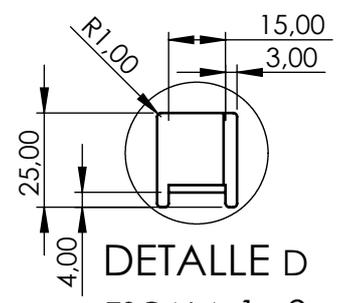
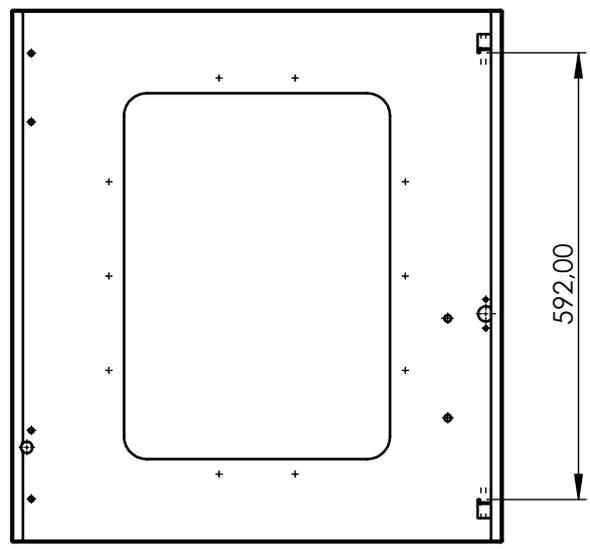
Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C		Denominación: P39_Resguardo puerta UI 4 (Conjunto)		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.02.01.01A	
Escala: 1:10		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 22	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



SECCIÓN B-B

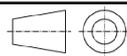


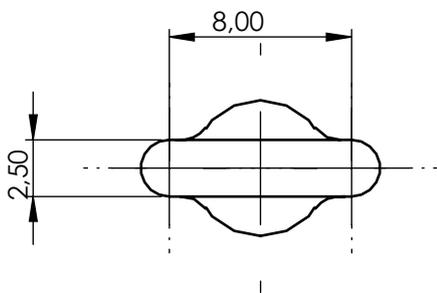
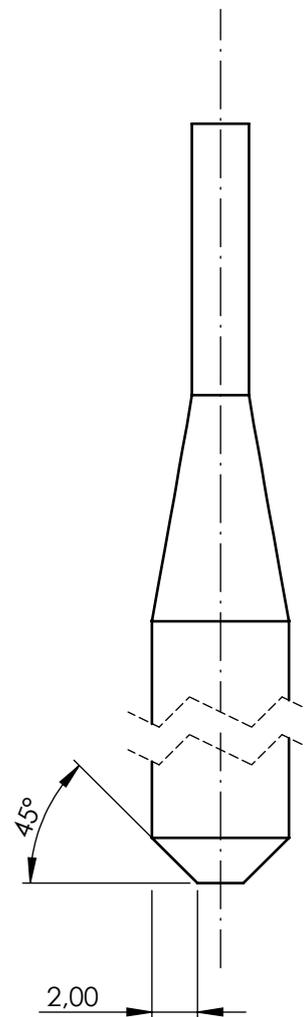
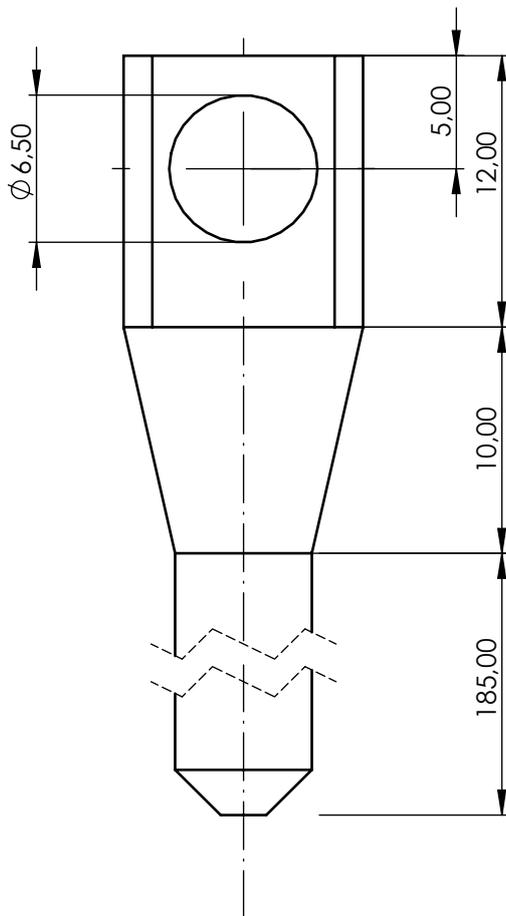
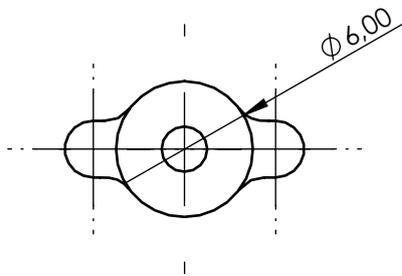
DETALLE C
ESCALA 1 : 1



DETALLE D
ESCALA 1 : 2

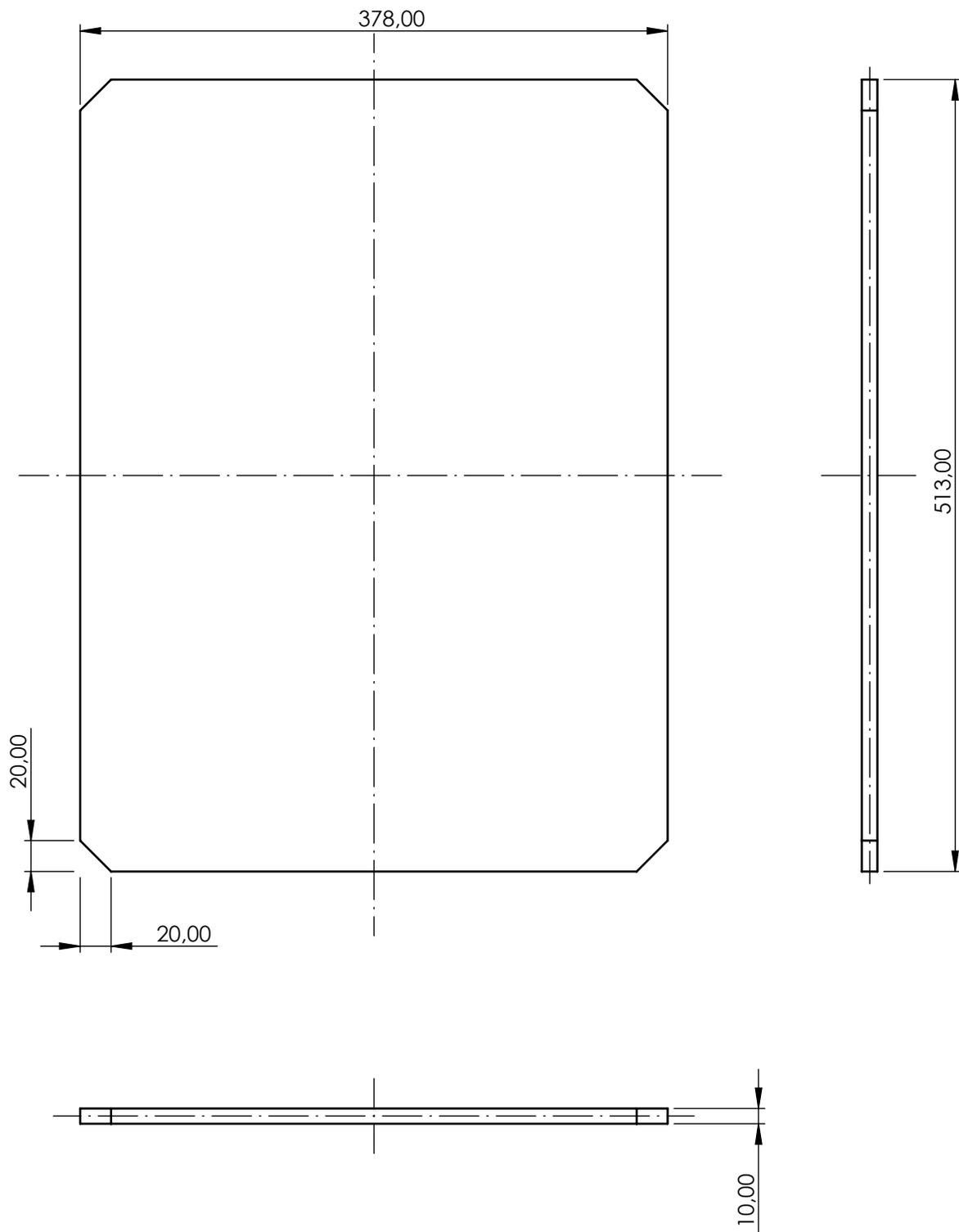
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C		Denominación: P39_Resguardo puerta UI 4 (Sin piezas soldadas)		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.02.01.01B	
Escala: 1:10		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 23	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

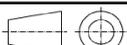


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

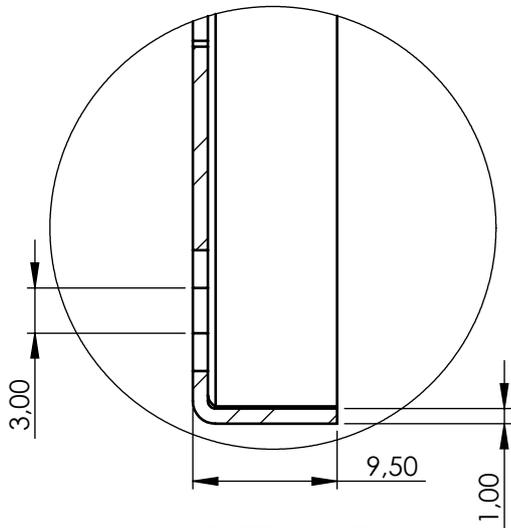
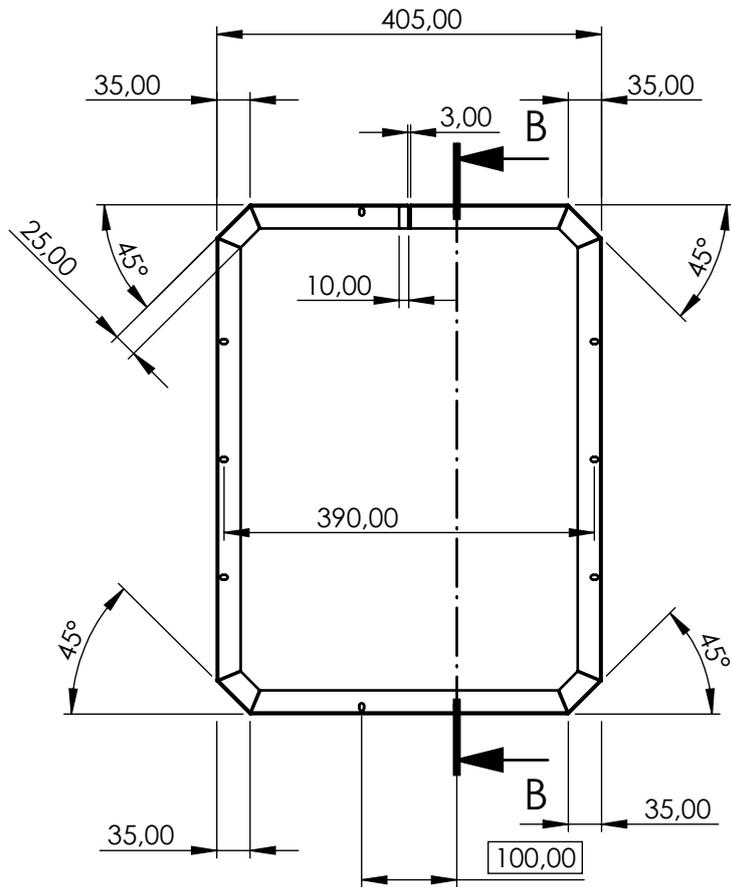
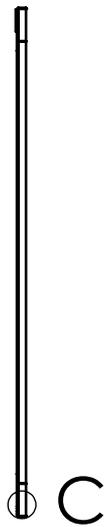
Observaciones:		Denominación: P51_Varilla cierre S		Material: Acero al carbono no aleado	Plano nº: 1.01.02.01.02
Escala: 3:1		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 24
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020
					Formato: A4



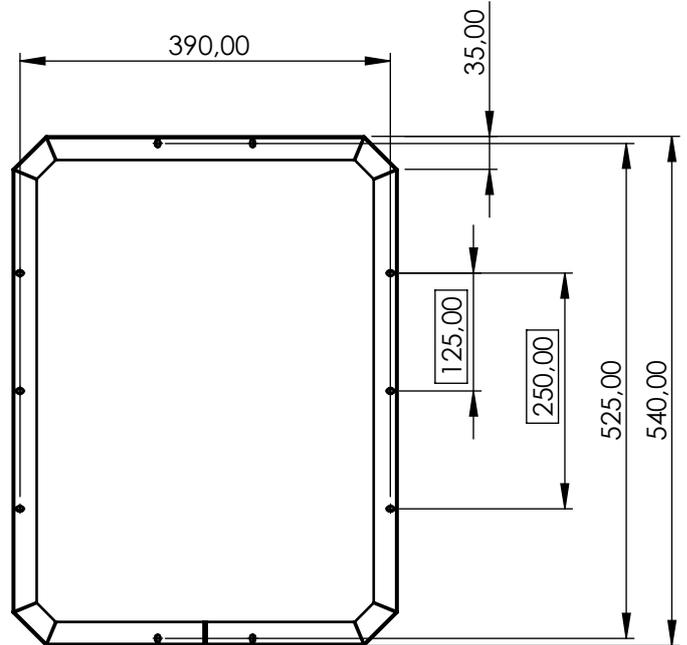
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P61_Protector transparente puertas (UI)	Material: PMMA	Plano nº: 1.01.02.01.03
Escala: 1:4			Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 25
Idioma: ES	Un. dim. mm		Comprobado por: Tribunal Evaluador	Fecha: 29/05/2020
			Formato: A4	

SECCIÓN B-B

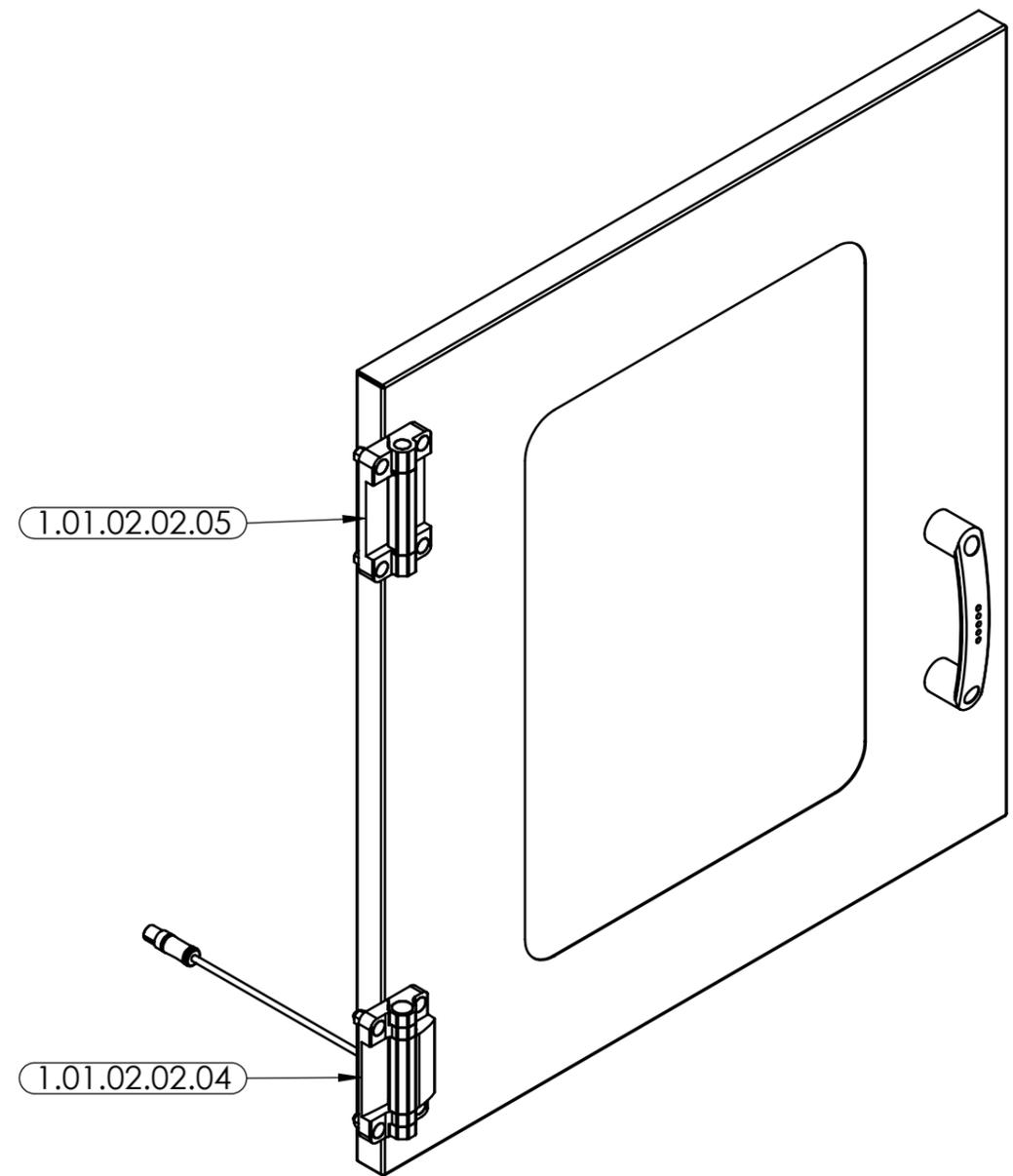
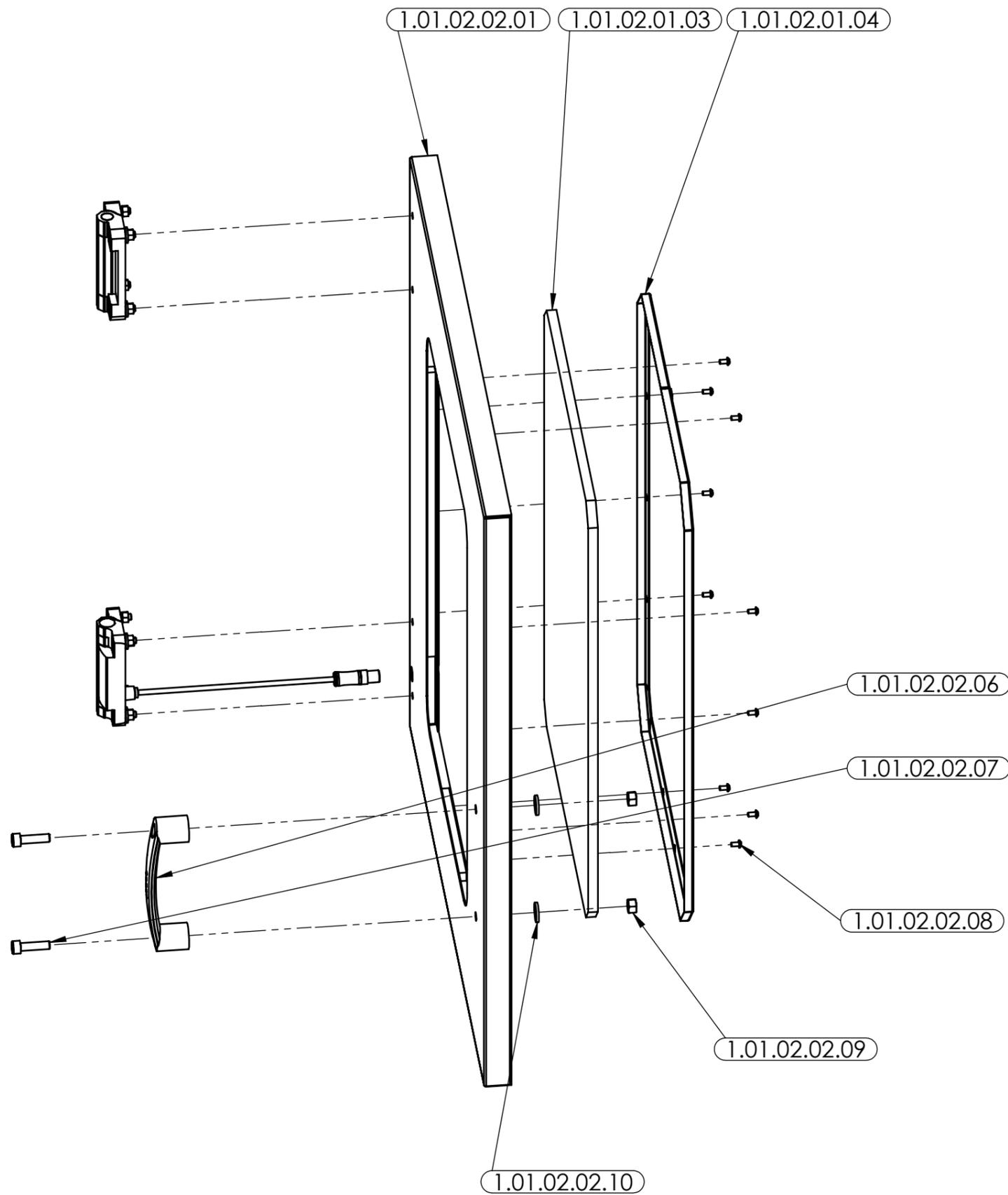


DETALLE C
ESCALA 2 : 1



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

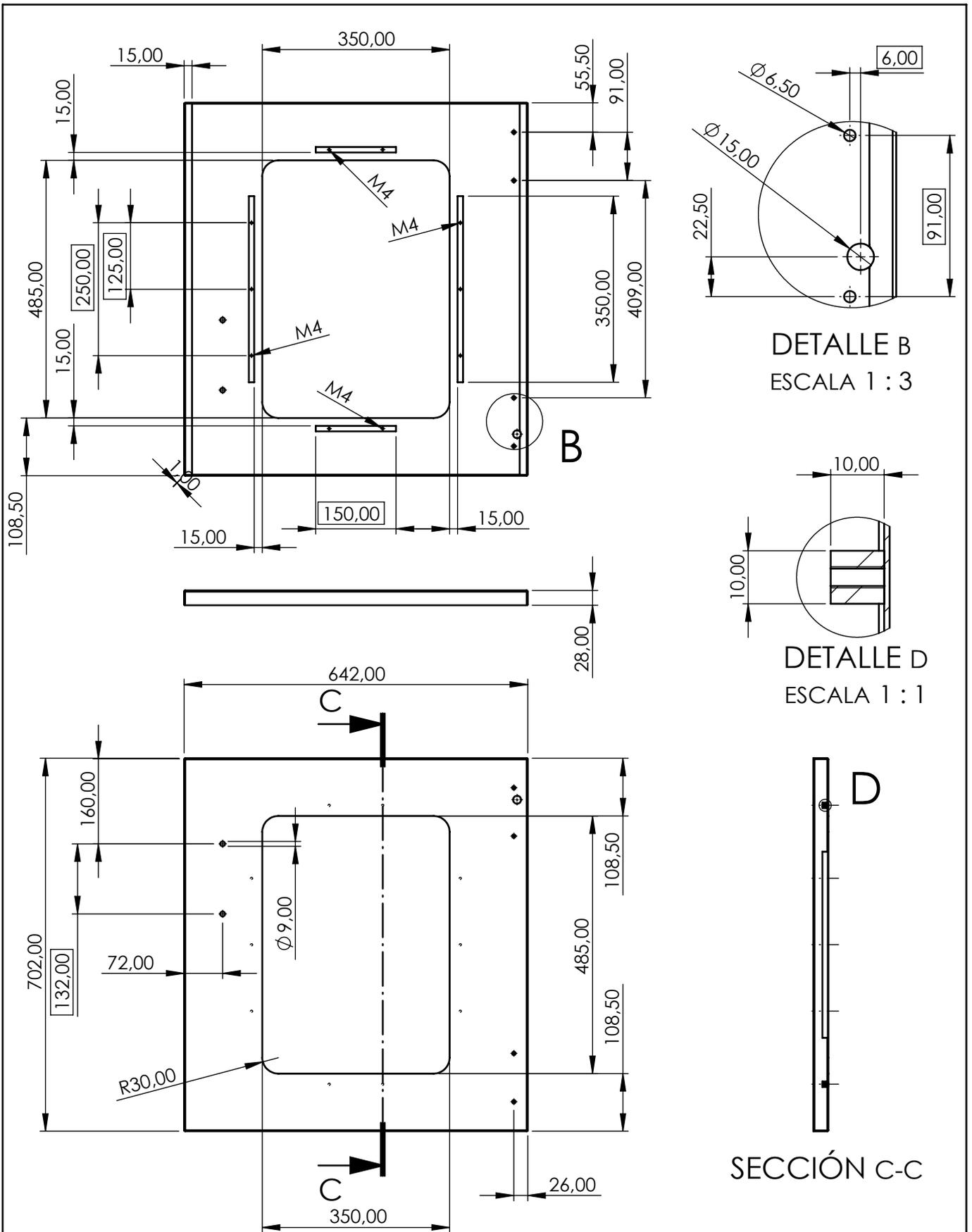
Observaciones:		Denominación: P62_Marco protector transparente puertas (UI)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.01.02.01.04	
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 26	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



1.01.02.02.10	DIN 6902-A9.3	2
1.01.02.02.09	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	2
1.01.02.02.08	ISO 7380 - M4 x 8 - 8N	10
1.01.02.02.07	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	2
1.01.02.02.06	Elesa-Ganter. EBP.150-8-C2	1
1.01.02.02.05	CFMW.110-SH-6	1
1.01.02.02.04	CFSW.110-6-2NO+2NC-FC-B	1
1.01.02.01.04	P62_Marco protector transparente puertas	1
1.01.02.01.03	P61_Protector transparente puertas	1
1.01.02.02.01	P38_Resguardo puerta UI 3	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:	Denominación: SCON01.02.02_Puerta izquierda	Material:	Plano nº: 1.01.02.02
Escala: 1:5	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 27
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 27/05/2020
		Formato: A3	



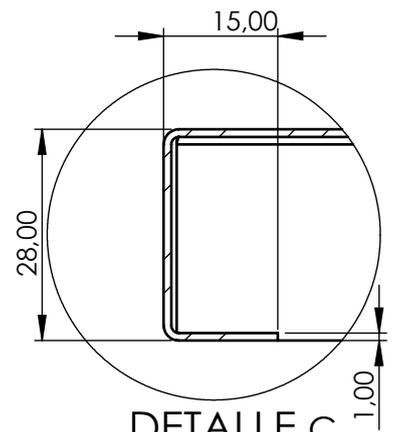
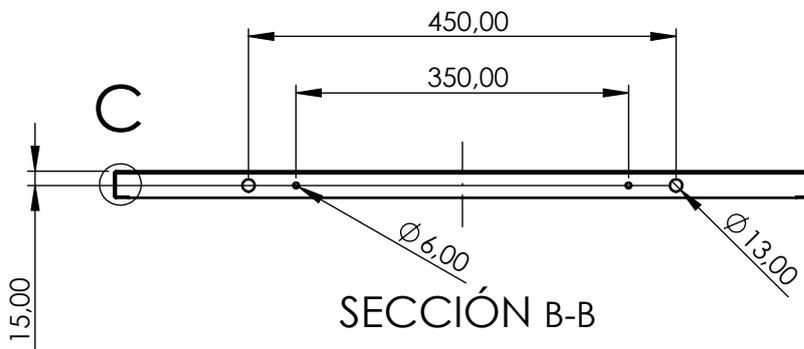
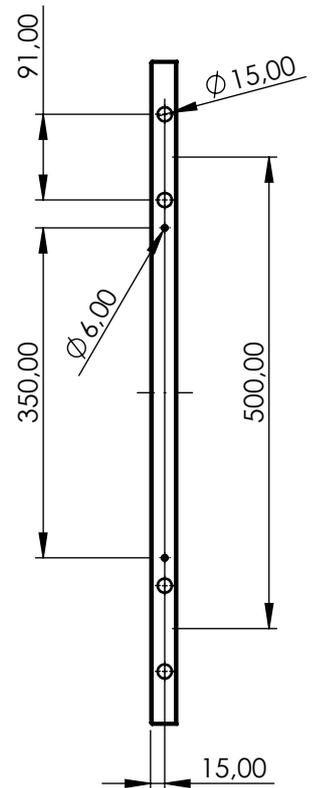
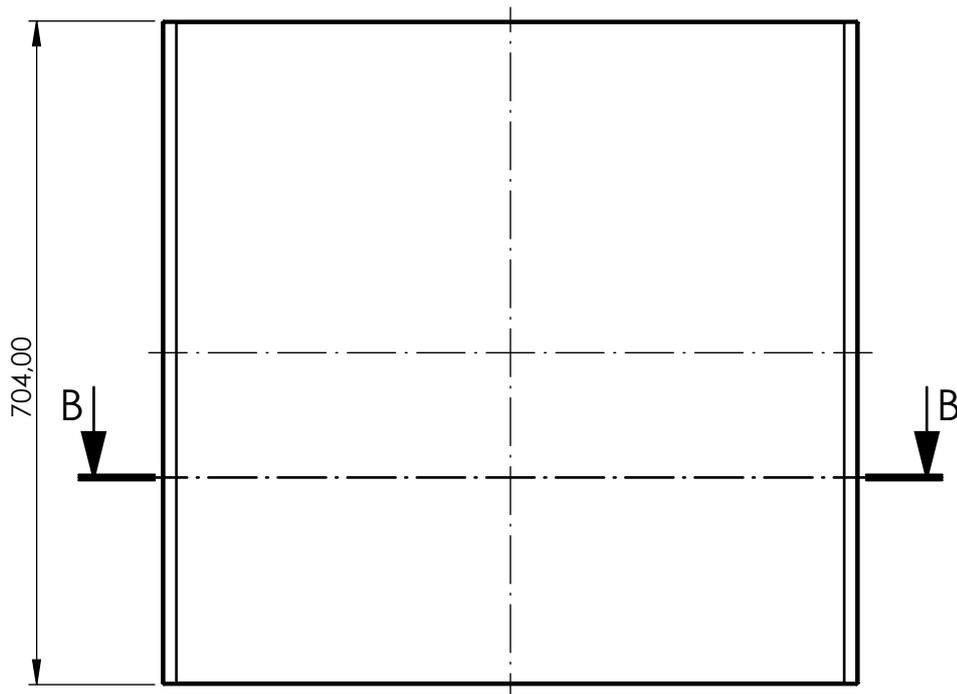
DETALLE B
ESCALA 1 : 3

DETALLE D
ESCALA 1 : 1

SECCIÓN C-C

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

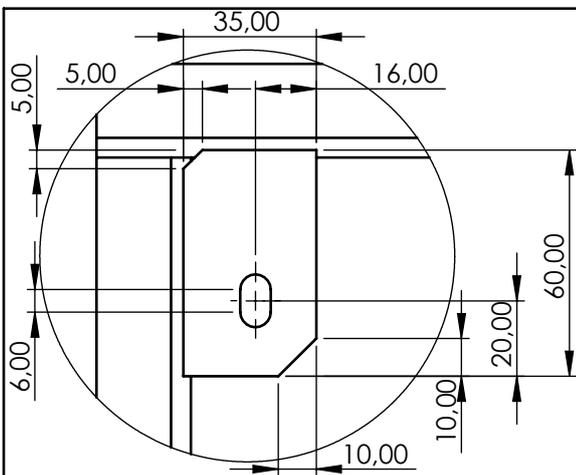
Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C		Denominación: P38_Resguardo puerta UI 3		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.02.02.01	
Escala: 1:10 Un. dim. mm		 UNIVERSITAT JAUME I		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 28	
Idioma: ES 				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	



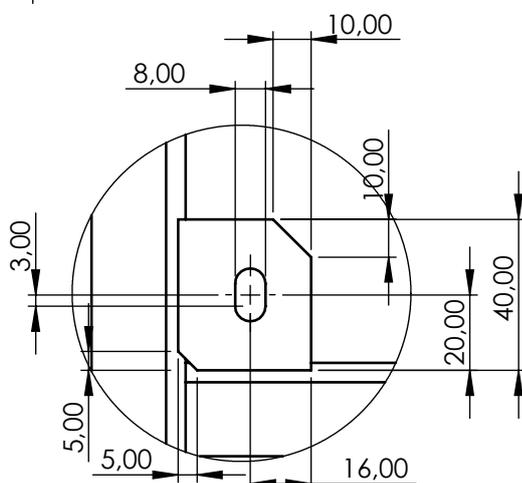
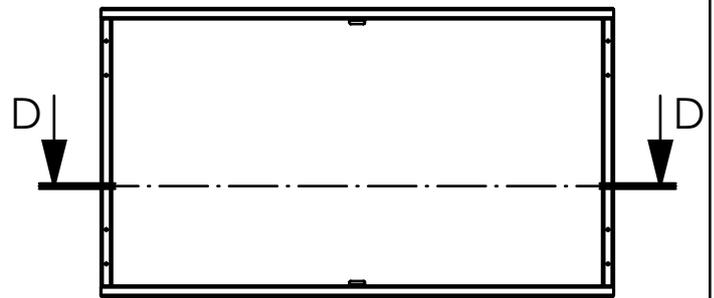
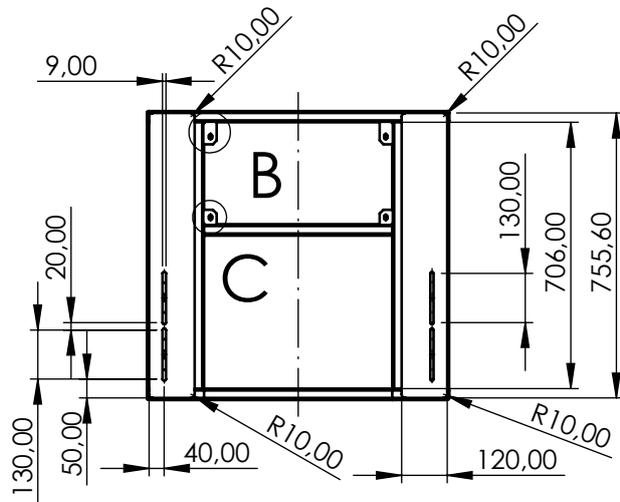
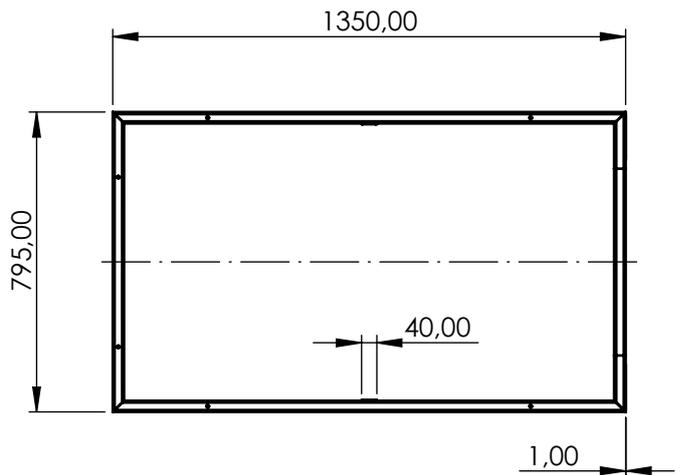
DETALLE C
ESCALA 1 : 1

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

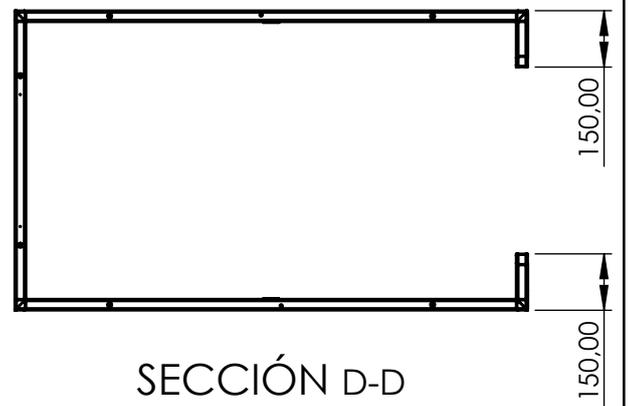
Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C		Denominación: P35_Resguardo UI 3		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.02.03	
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 29	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



DETALLE B
ESCALA 1 : 2



DETALLE C
ESCALA 1 : 2

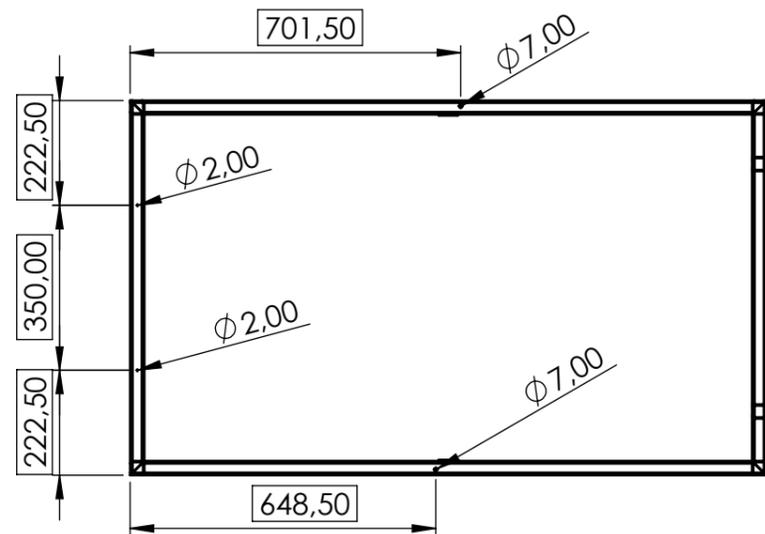


SECCIÓN D-D

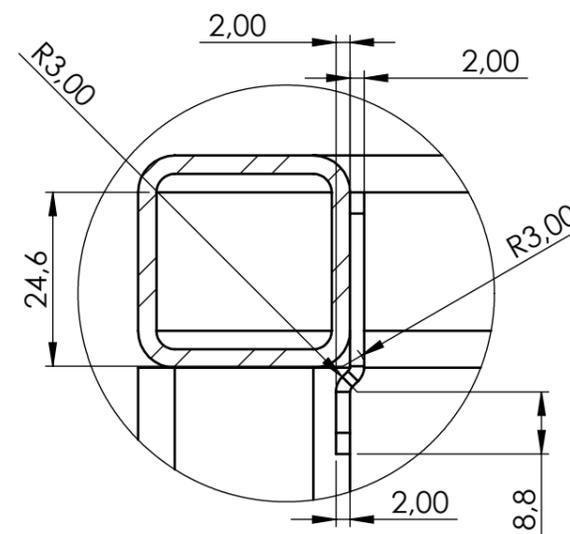
Notas:

- Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m
- Perfiles cuadrados 30 x 30 x 2,6
- Todos los agujeros pasantes

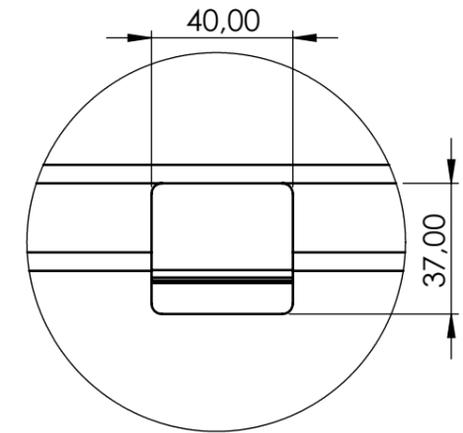
Observaciones: Pintar con color PANTONE 433 C	Denominación: P48_Estructura UI resguardos superiores (Dimensiones generales)	Material: Acero al carbono no aleado	Plano nº: 1.01.02.04A
Escala: 1:20	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 30
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal Evaluador	Fecha: 29/05/2020
	UNIVERSITAT JAUME I		Formato: A4



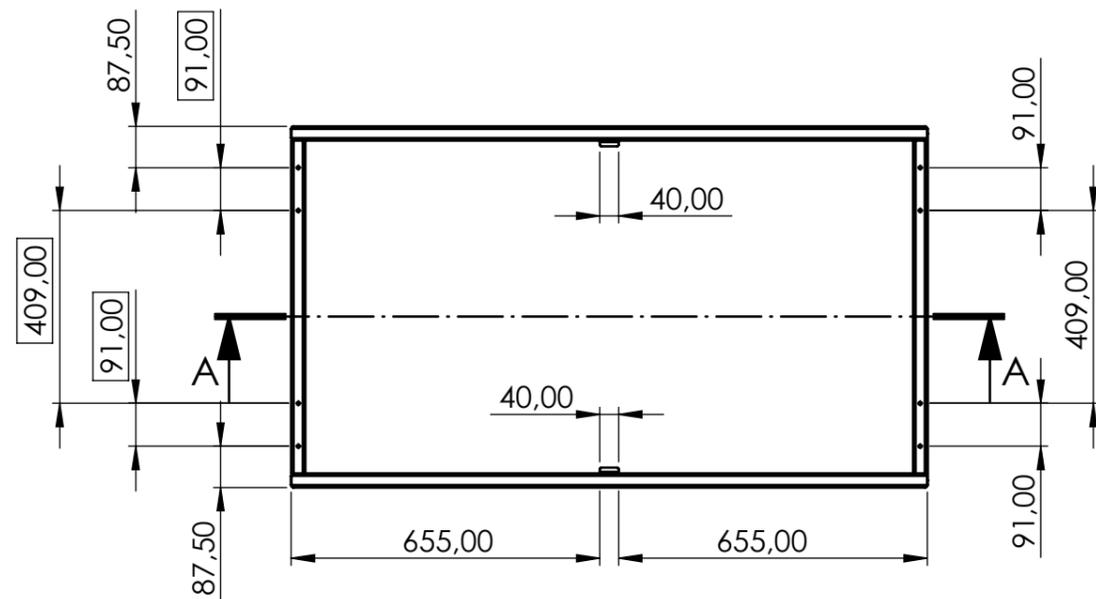
SECCIÓN A-A



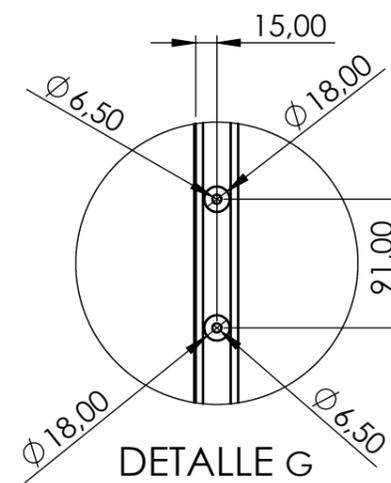
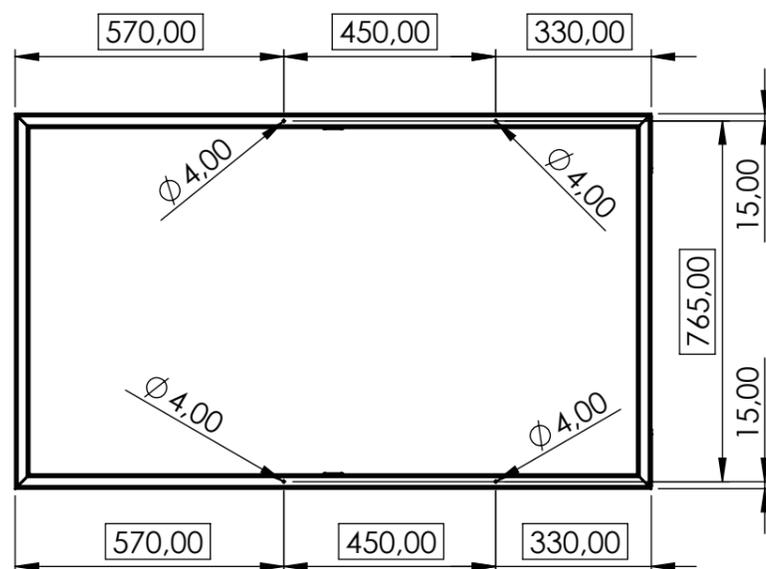
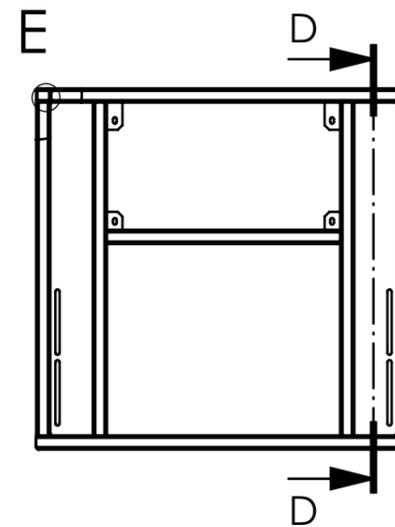
DETALLE E
ESCALA 1 : 1



DETALLE F
ESCALA 1 : 2



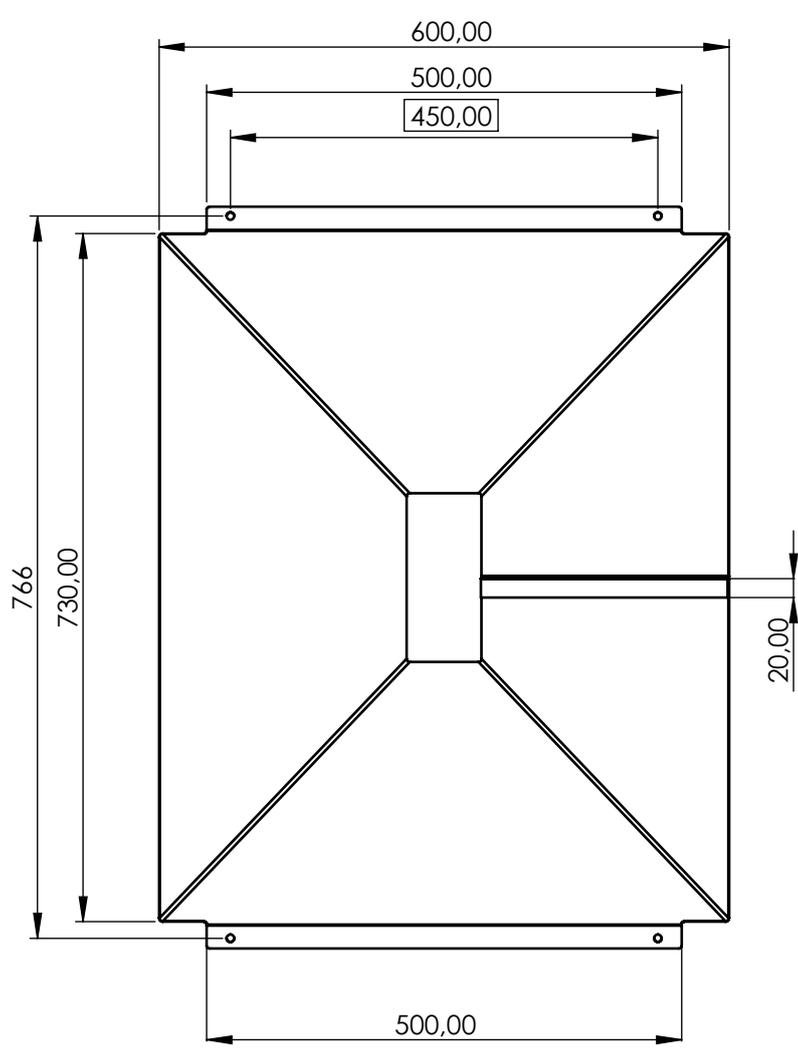
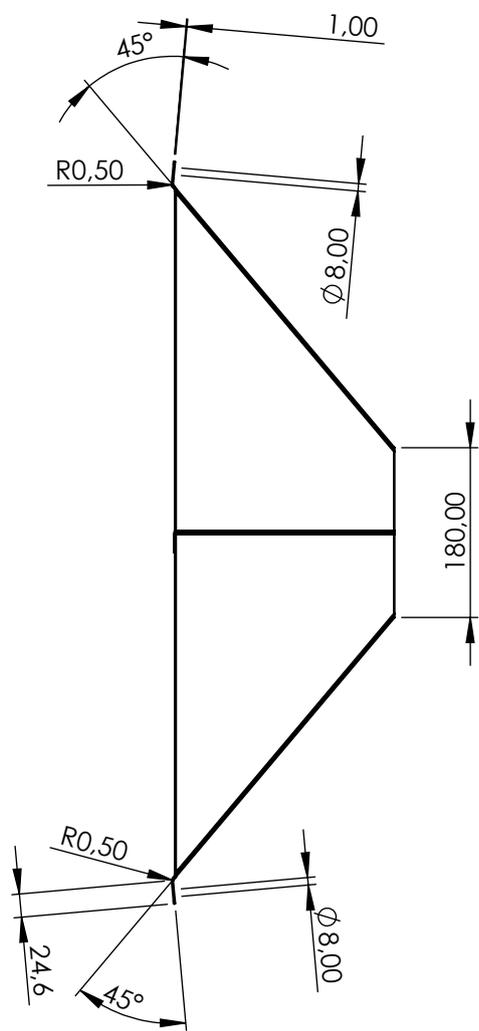
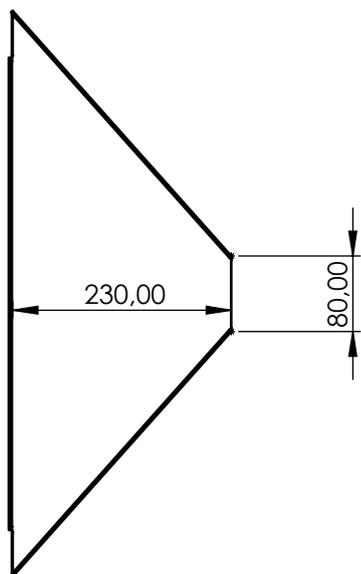
SECCIÓN D-D



DETALLE G
ESCALA 1 : 5

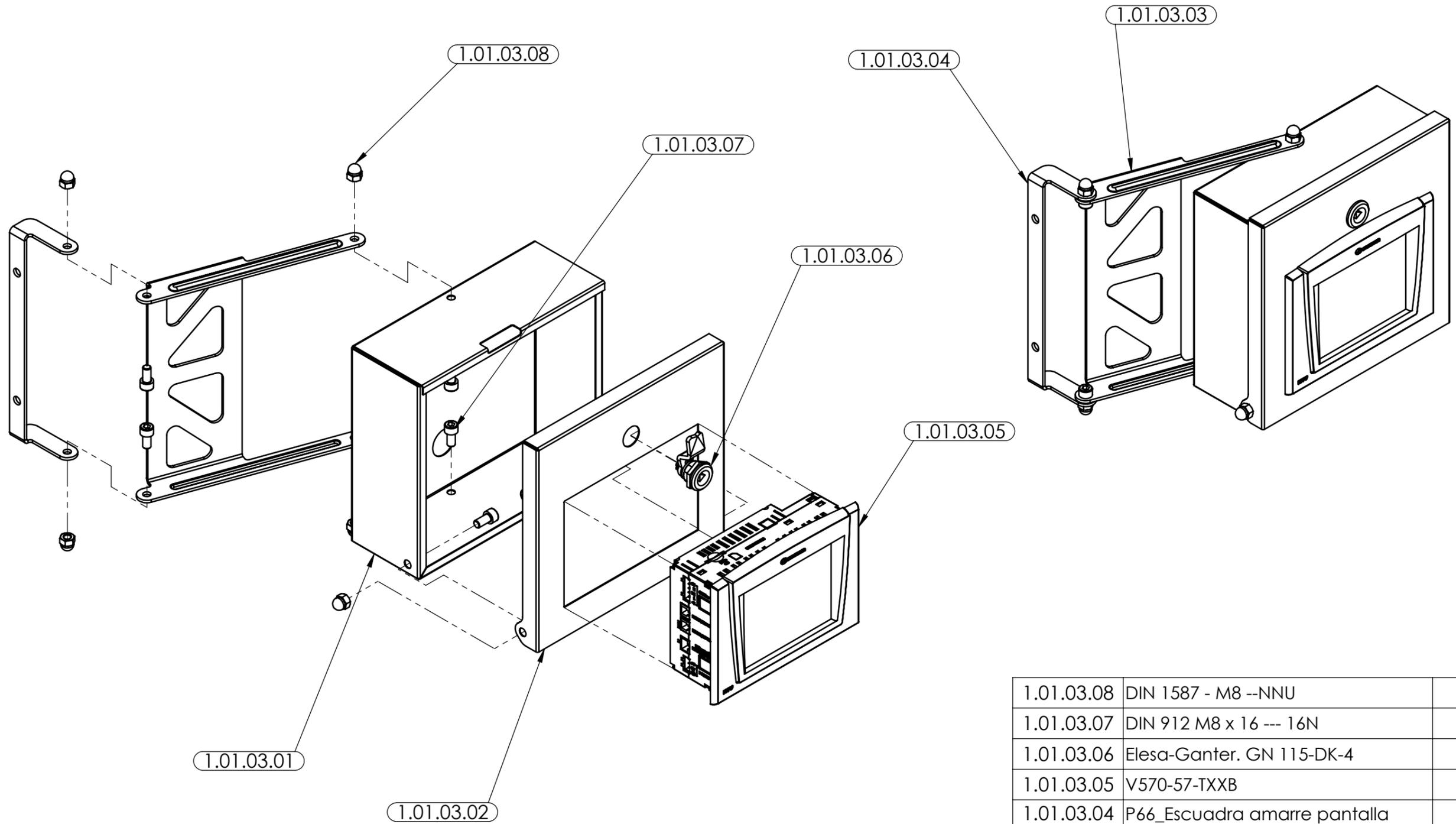
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 433 C	Denominación: P48_Estructura UI resguardos superiores (Dimensiones agujeros)	Material: Acero al carbono no aleado	Plano nº: 1.01.02.04B Hoja nº: 31
Escala: 1:15 Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 01/06/2020
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Formato: A3



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

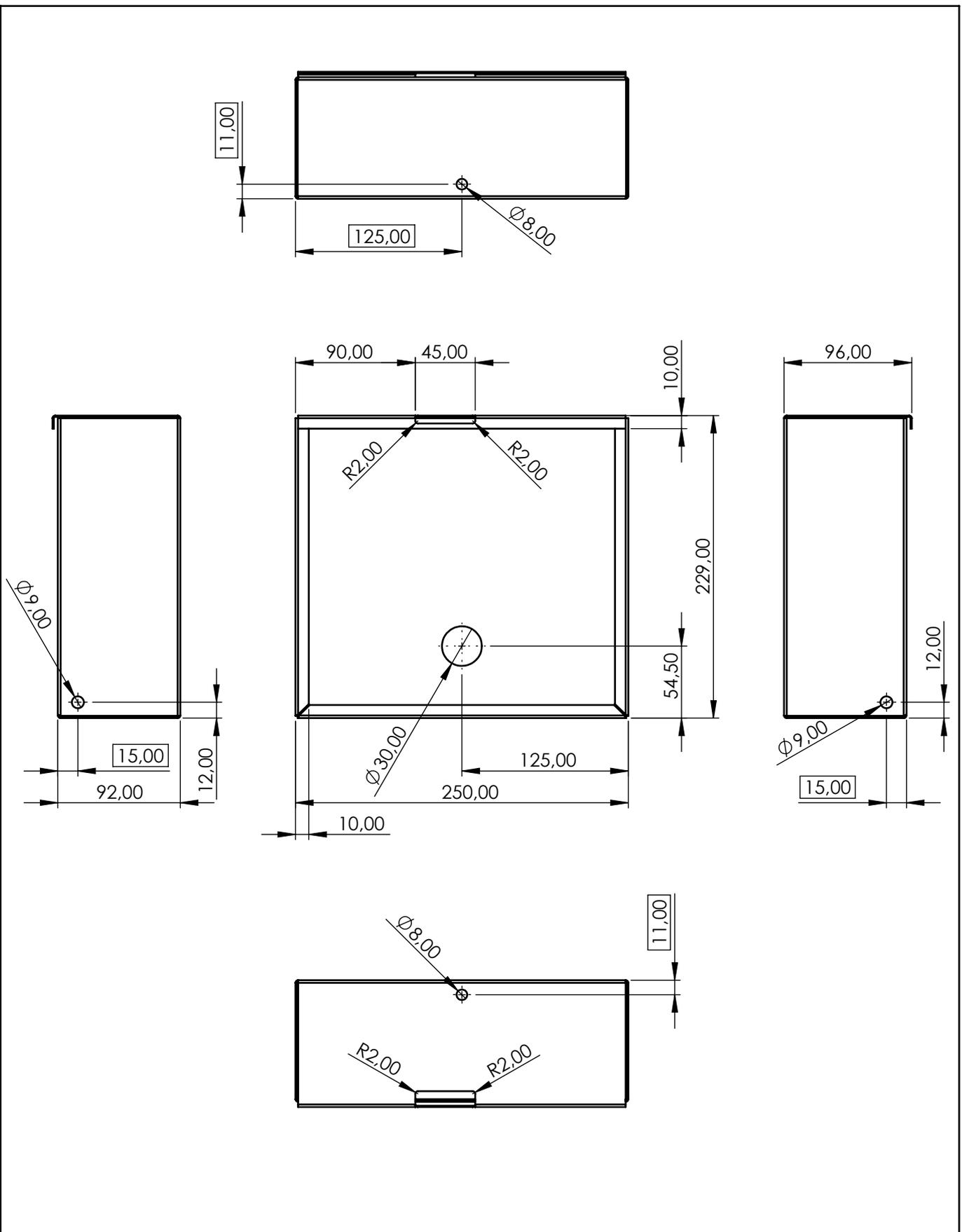
Observaciones:		Denominación: P56_Embudo tolva		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.01.02.05	
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 32	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



1.01.03.08	DIN 1587 - M8 --NNU	6
1.01.03.07	DIN 912 M8 x 16 --- 16N	6
1.01.03.06	Elesa-Ganter. GN 115-DK-4	1
1.01.03.05	V570-57-TXXB	1
1.01.03.04	P66_Escuadra amarre pantalla	1
1.01.03.03	P65_Brazo amarre pantalla	1
1.01.03.02	P64_Tapa caja pantalla	1
1.01.03.01	P63_Caja pantalla	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

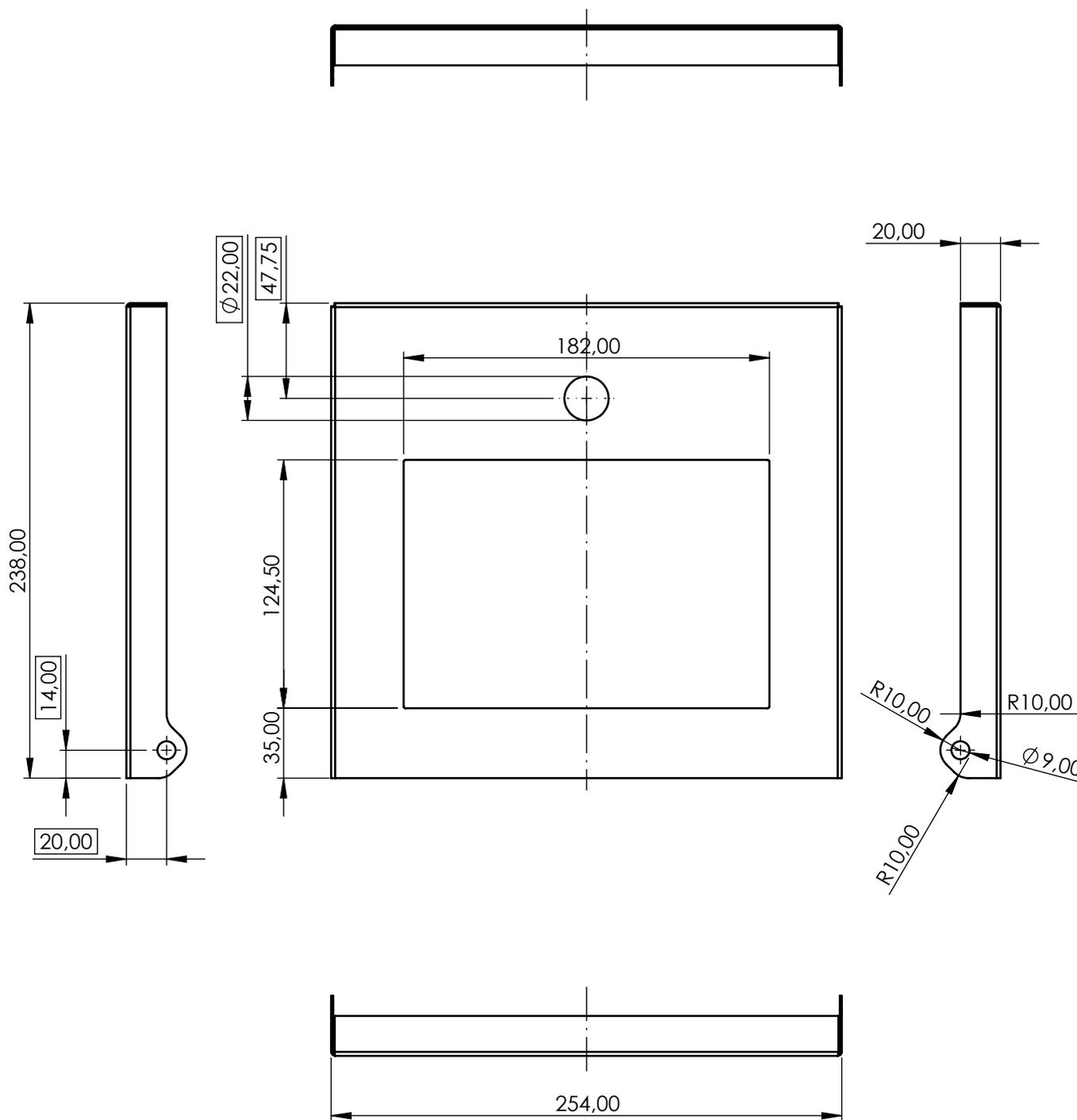
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:	Denominación: SCON01.03_Pantalla	Material:	Plano nº: 1.01.03
Escala: 1:4	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 33
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 23/04/2020
			Formato: A3



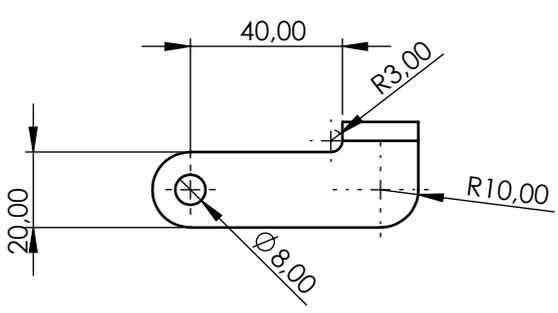
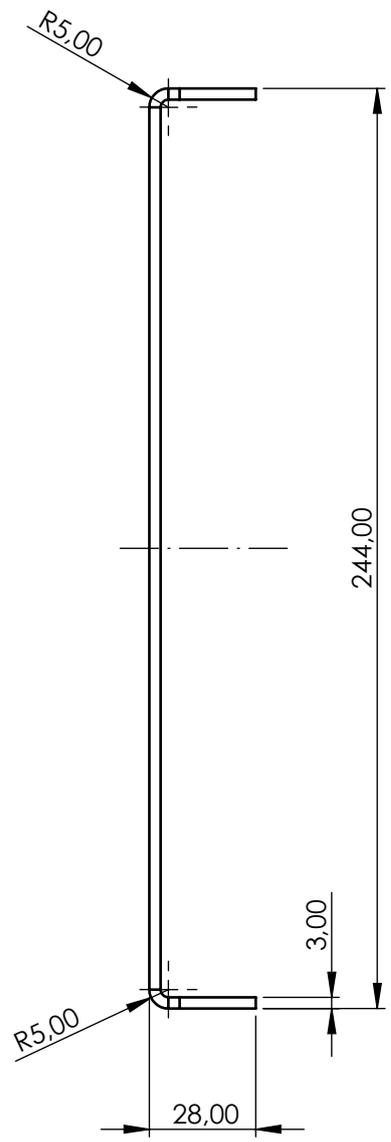
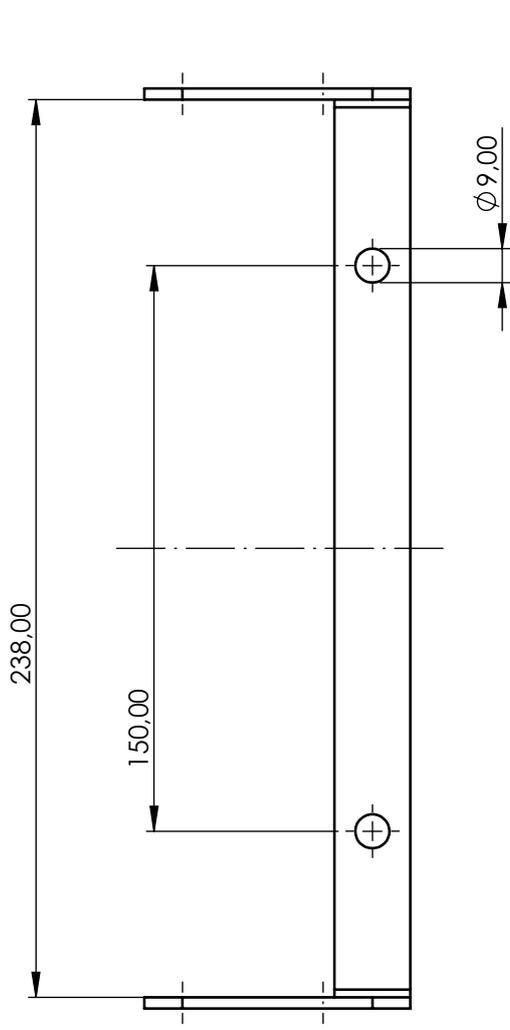
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P63_Caja pantalla (Pieza plegada)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.01.03.01B	
Escala: 1:4		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 35	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

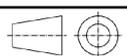


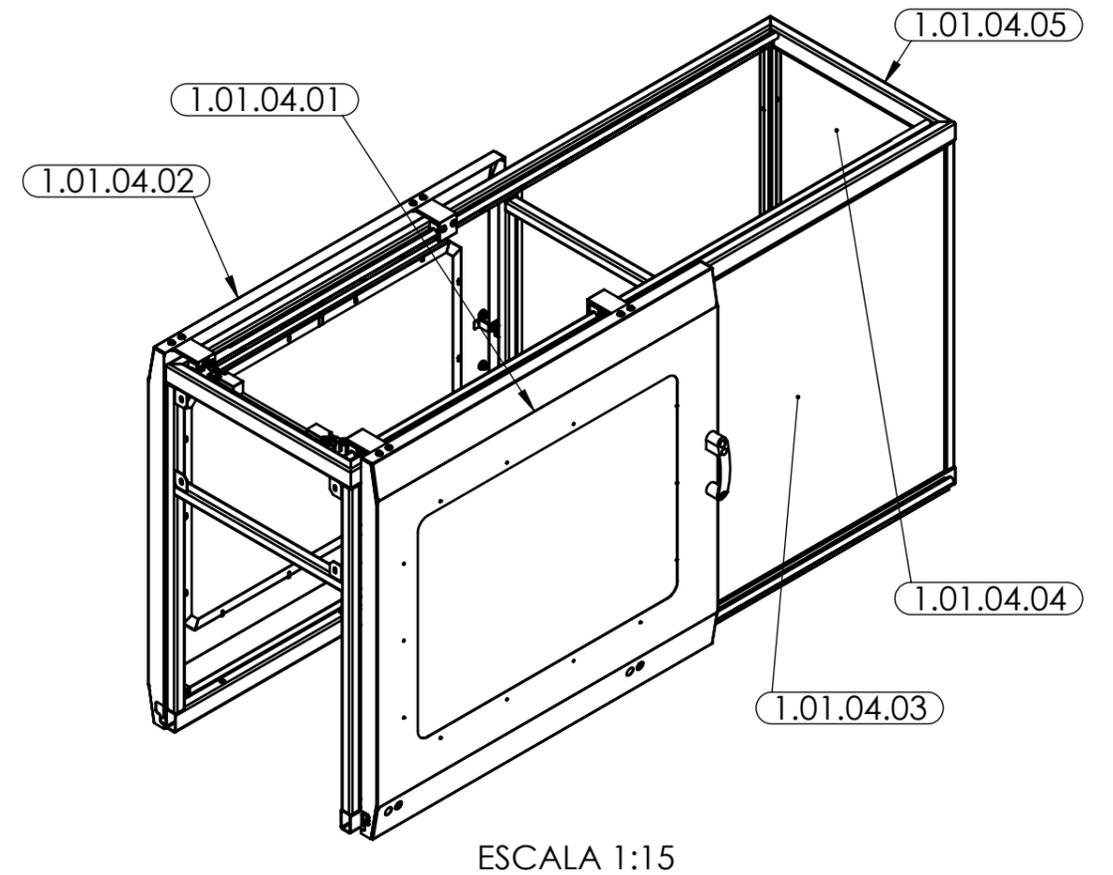
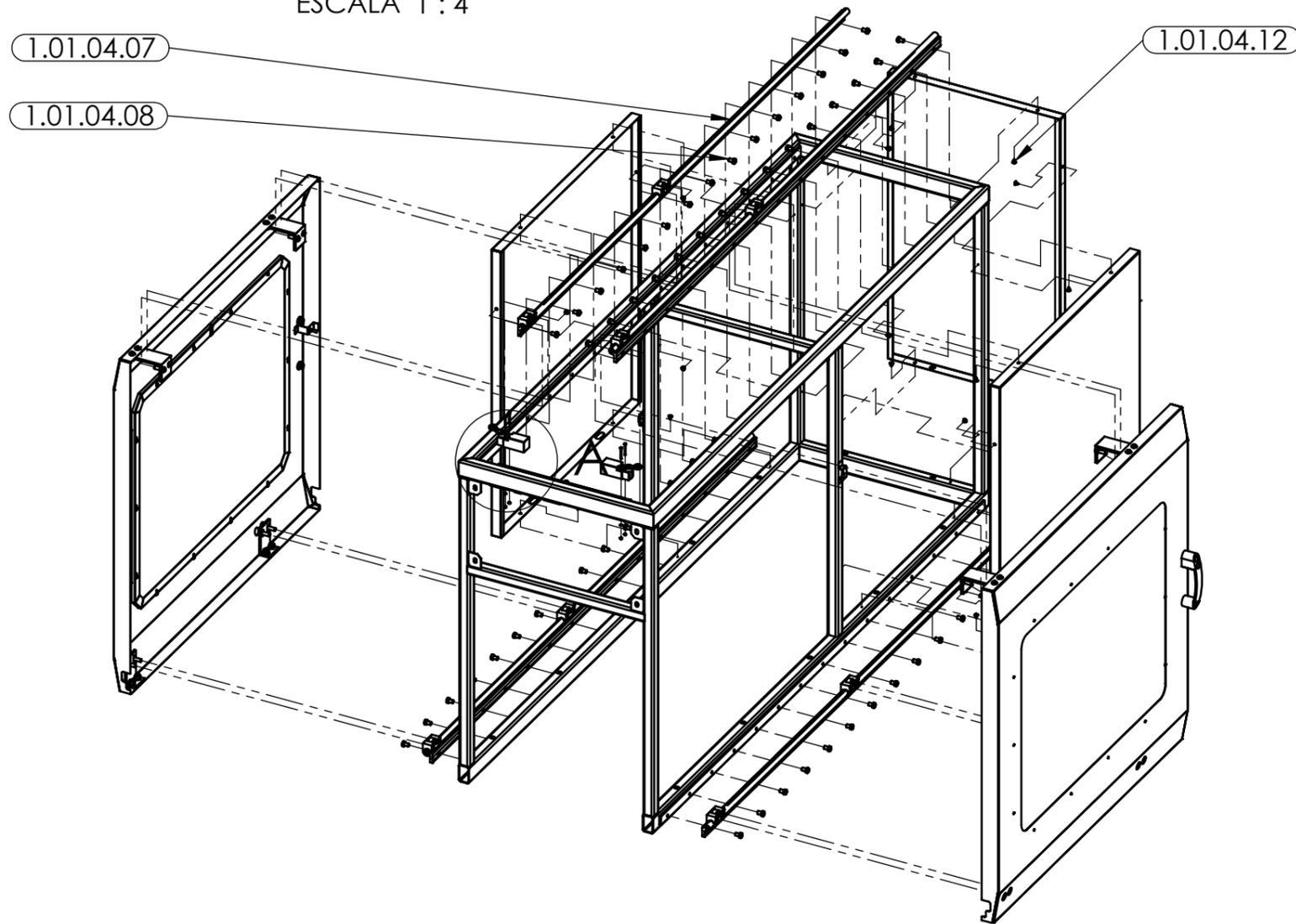
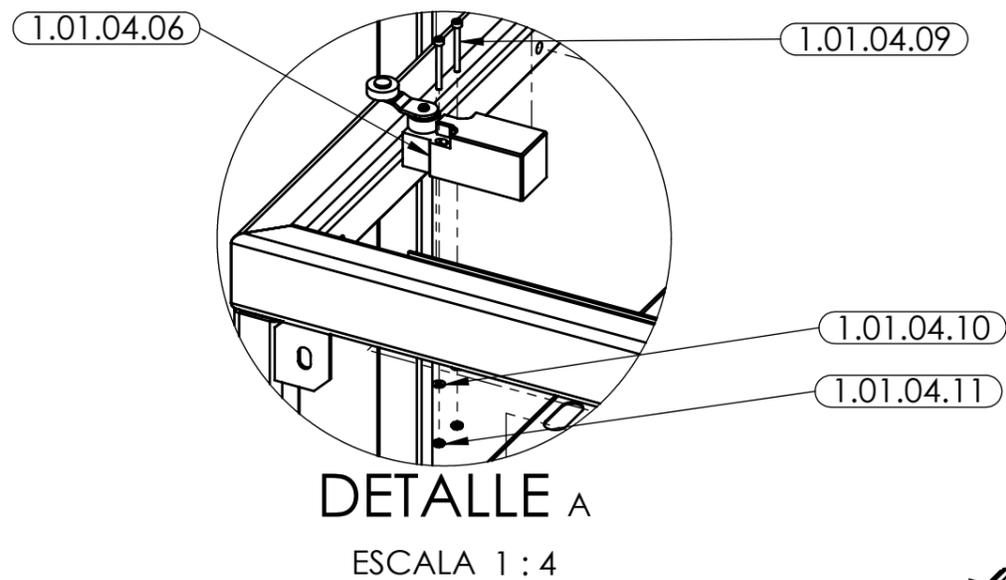
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P64_Tapa caja pantalla		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.01.03.02	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 36	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

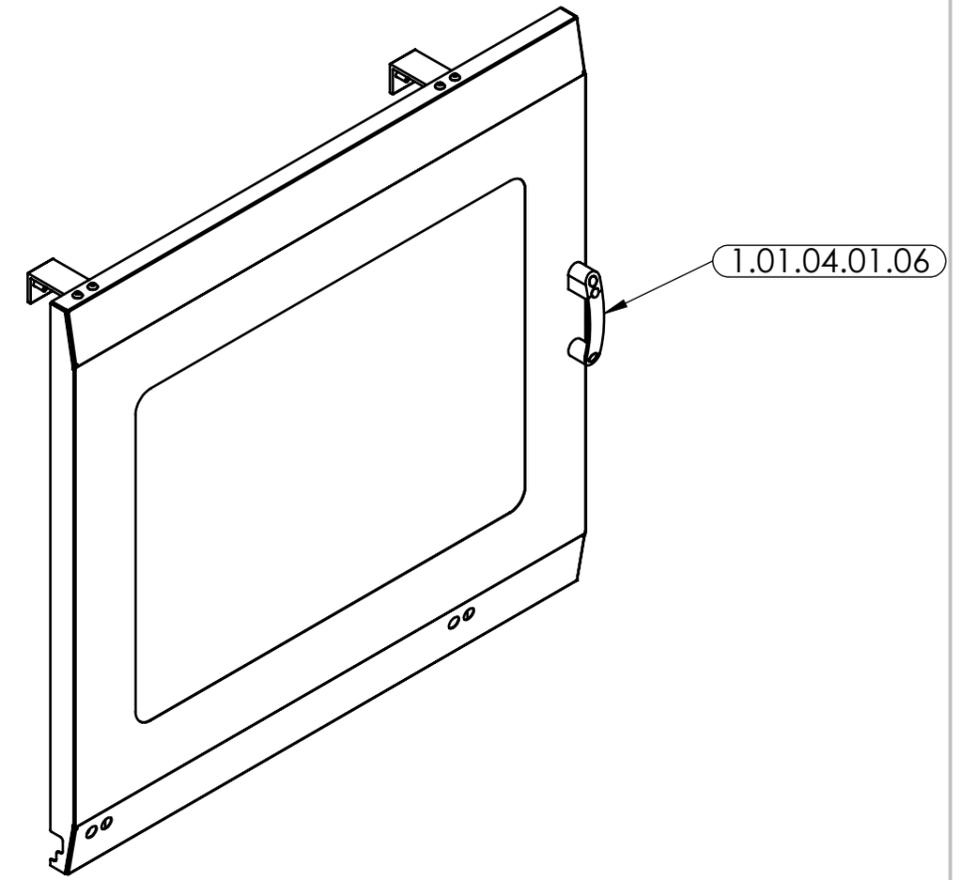
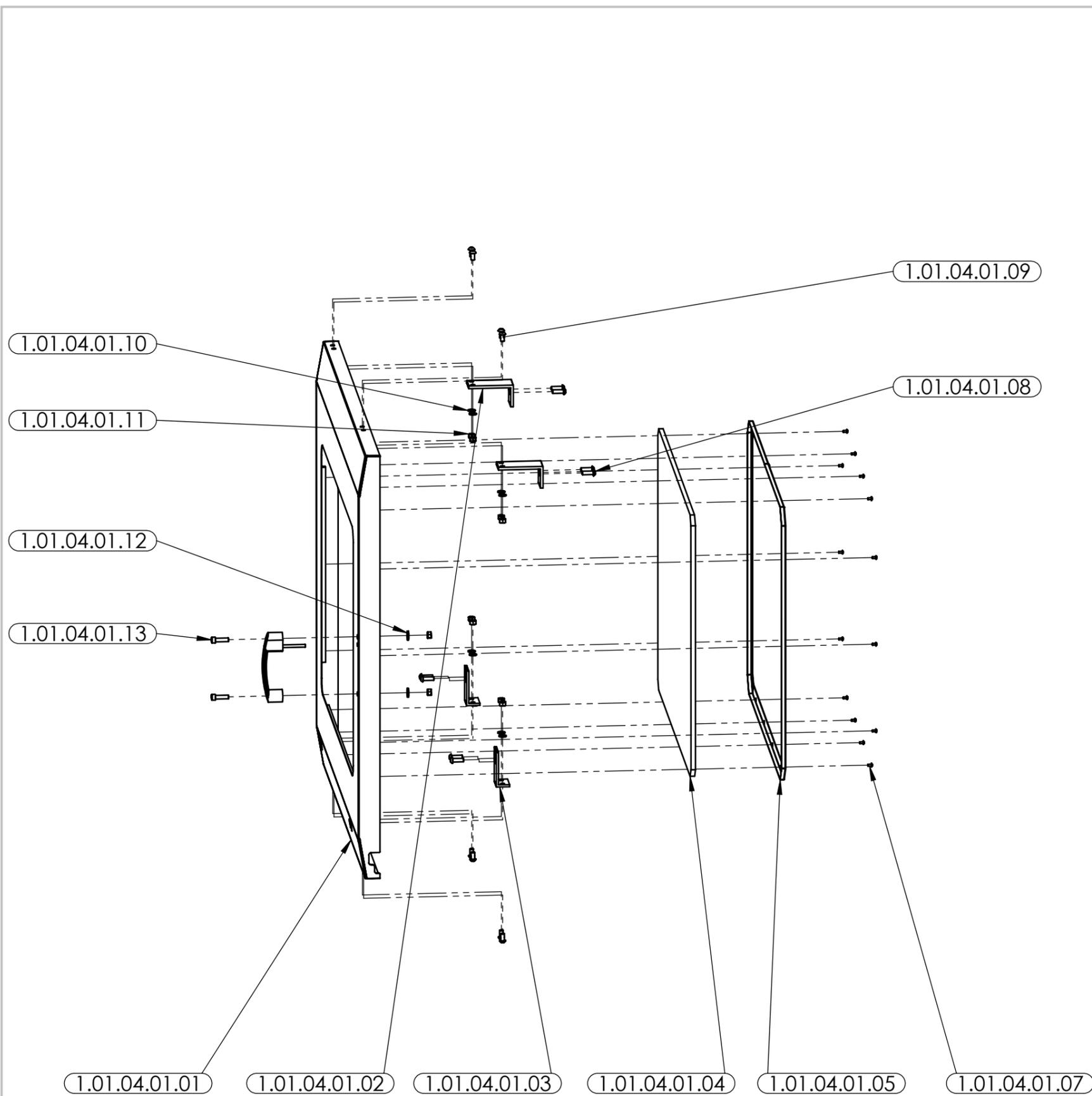
Observaciones:		Denominación: P66_Escuadra amarre pantalla		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.01.03.04	
Escala: 1:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 38	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



1.01.04.12	Screw DIN 968-ST4.2x9.5-C-H-N	24
1.01.04.11	Hexagon Thin Nut ISO 4035 - M3 - N	4
1.01.04.10	Washer ISO 7089 - 3	4
1.01.04.09	DIN 912 M3 x 30 --- 18N	4
1.01.04.08	DIN 7984 - M8 x 12 --- 8.25N	60
1.01.04.07	Perfil W	4
1.01.04.06	RS. M20 AP	2
1.01.04.05	P47_Estructura UC resguardos superiores	1
1.01.04.04	P44_Resguardo UC 5	1
1.01.04.03	P43_Resguardo UC 4	2
1.01.04.02	SCON01.04.02_Puerta derecha	1
1.01.04.01	SCON01.04.01_Puerta izquierda	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

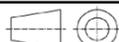
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

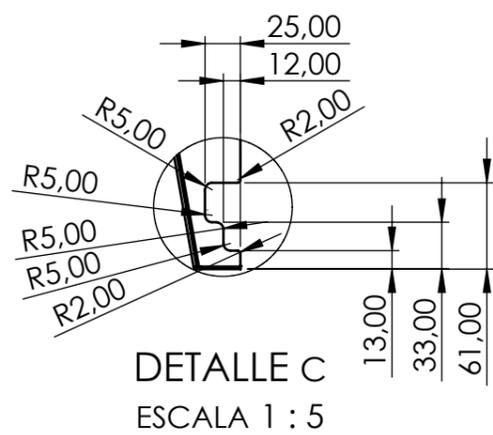
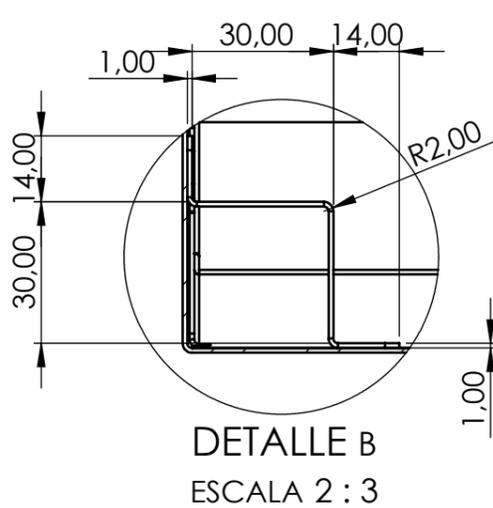
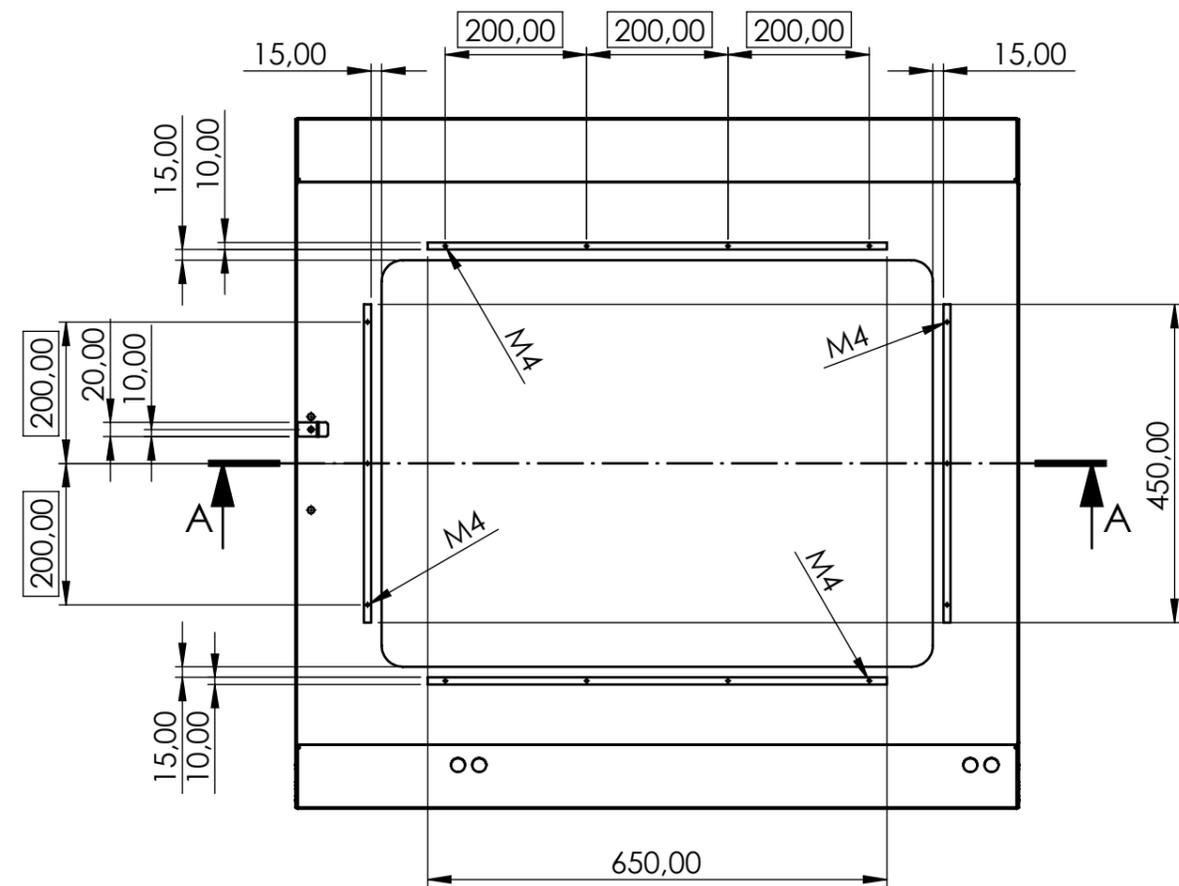
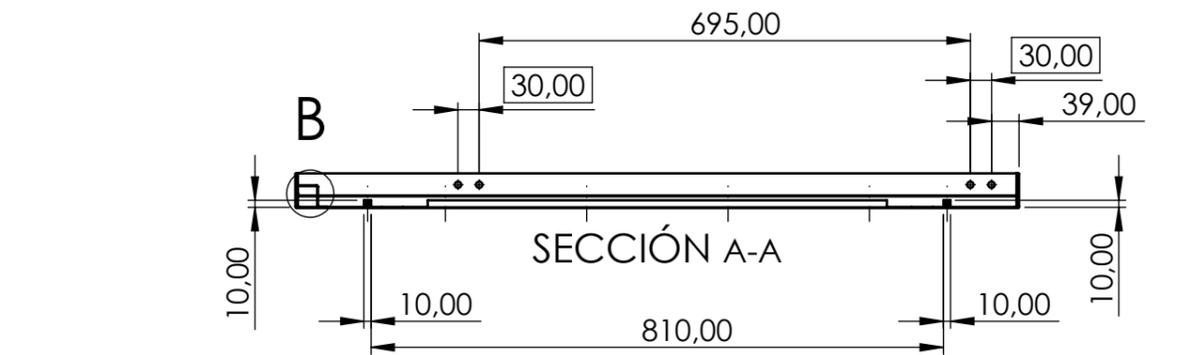
Observaciones:	Denominación: SCON01.04_Resguardos UC	Material:	Plano nº: 1.01.04
			Hoja nº: 39
Escala: 1:15	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 24/04/2020
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Formato: A3



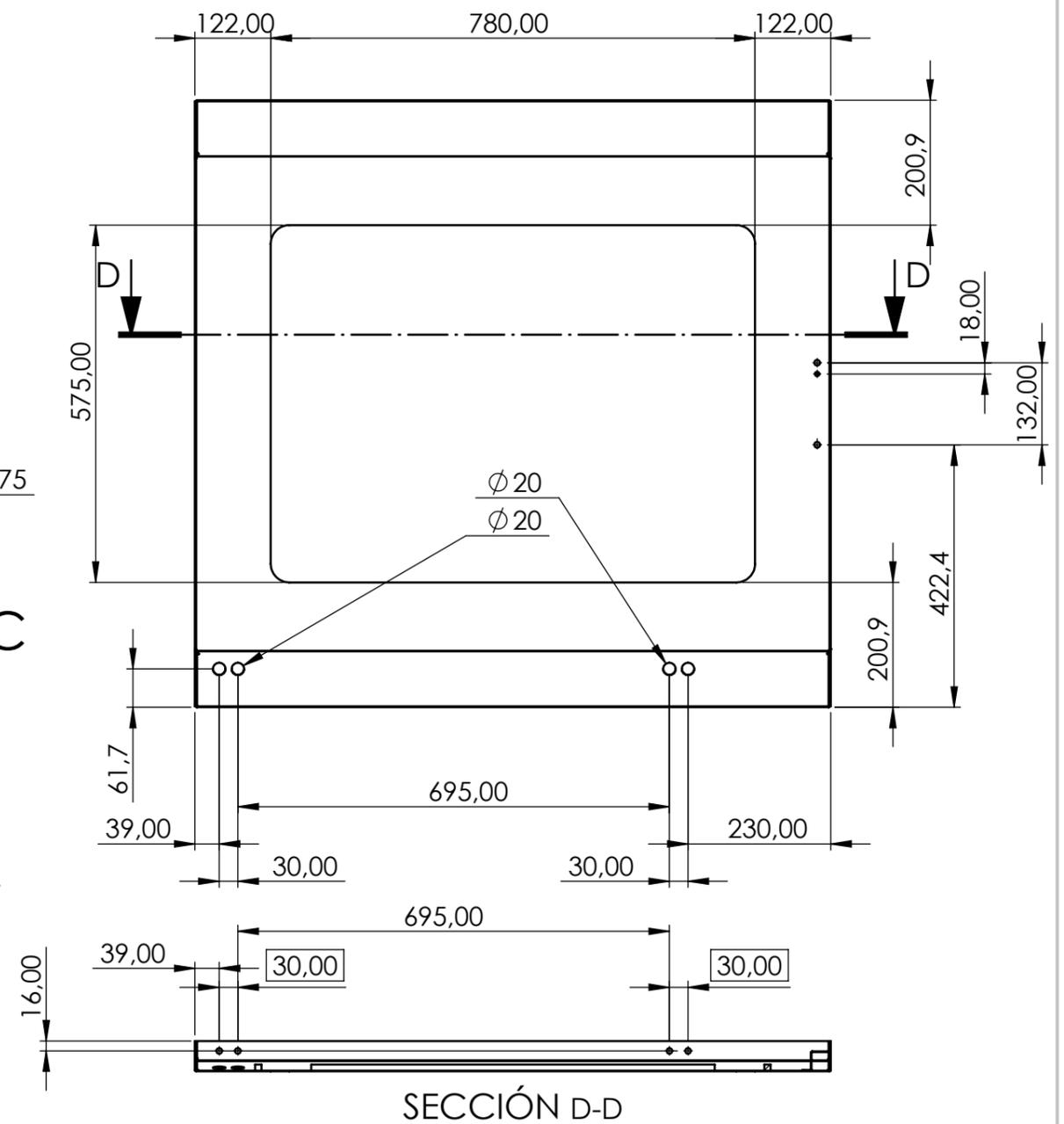
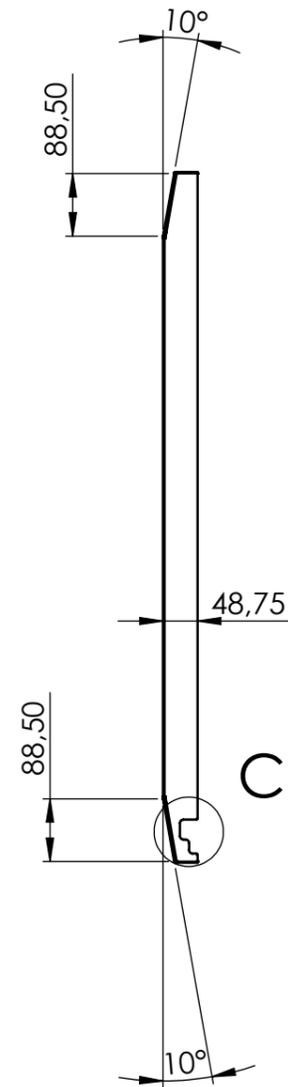
1.01.04.01.13	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	2
1.01.04.01.12	DIN 6902-A9.3	2
1.01.04.01.11	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	10
1.01.04.01.10	Washer ISO 7091 - 8	8
1.01.04.01.09	ISO 7380 - M8 x 16 - 16N	8
1.01.04.01.08	ISO 7380 - M8 x 25 - 25N	8
1.01.04.01.07	ISO 7380 - M4 x 8 - 8N	14
1.01.04.01.06	Elesa-Ganter. EBR.150-CH-6-52-C2	1
1.01.04.01.05	P62_Marco protector transparente puertas	1
1.01.04.01.04	P61_Protector transparente puertas	1
1.01.04.01.03	P60_Angulo amarre inferior puerta corredera	2
1.01.04.01.02	P59_Angulo amarre superior puerta corredera	2
1.01.04.01.01	P46_Resguardo puerta UC 1	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

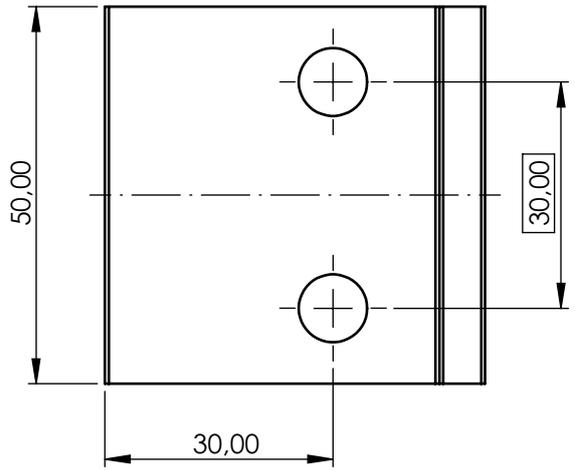
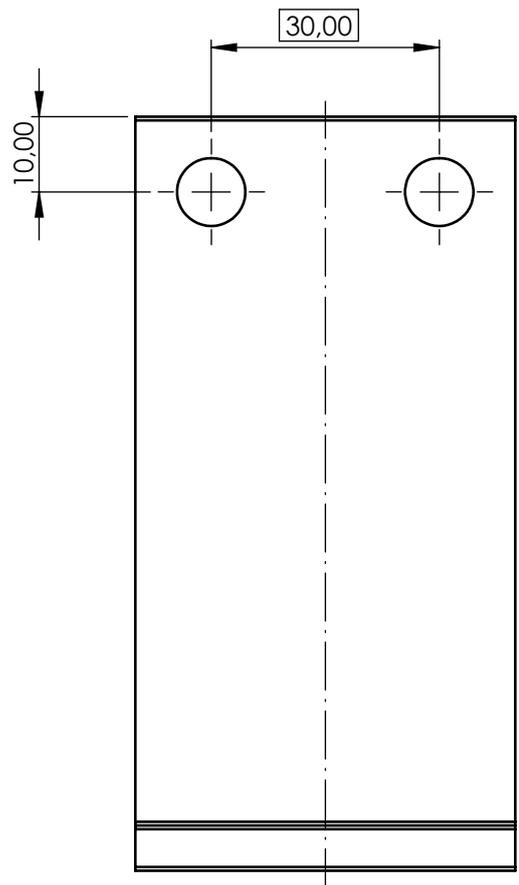
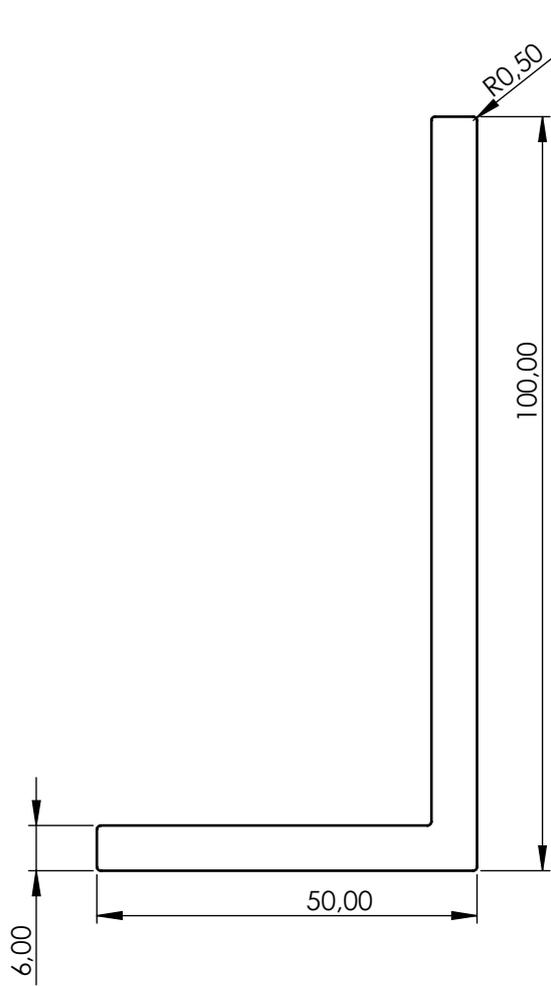
Observaciones:		Denominación: SCON01.04.01_Puerta izquierda	Material:	Plano nº: 1.01.04.01
Escala: 1:10	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 40
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 27/05/2020
			Formato: A3	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

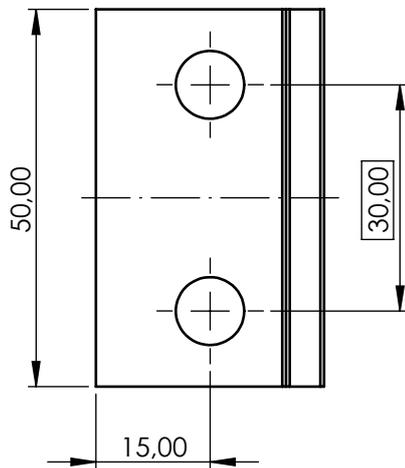
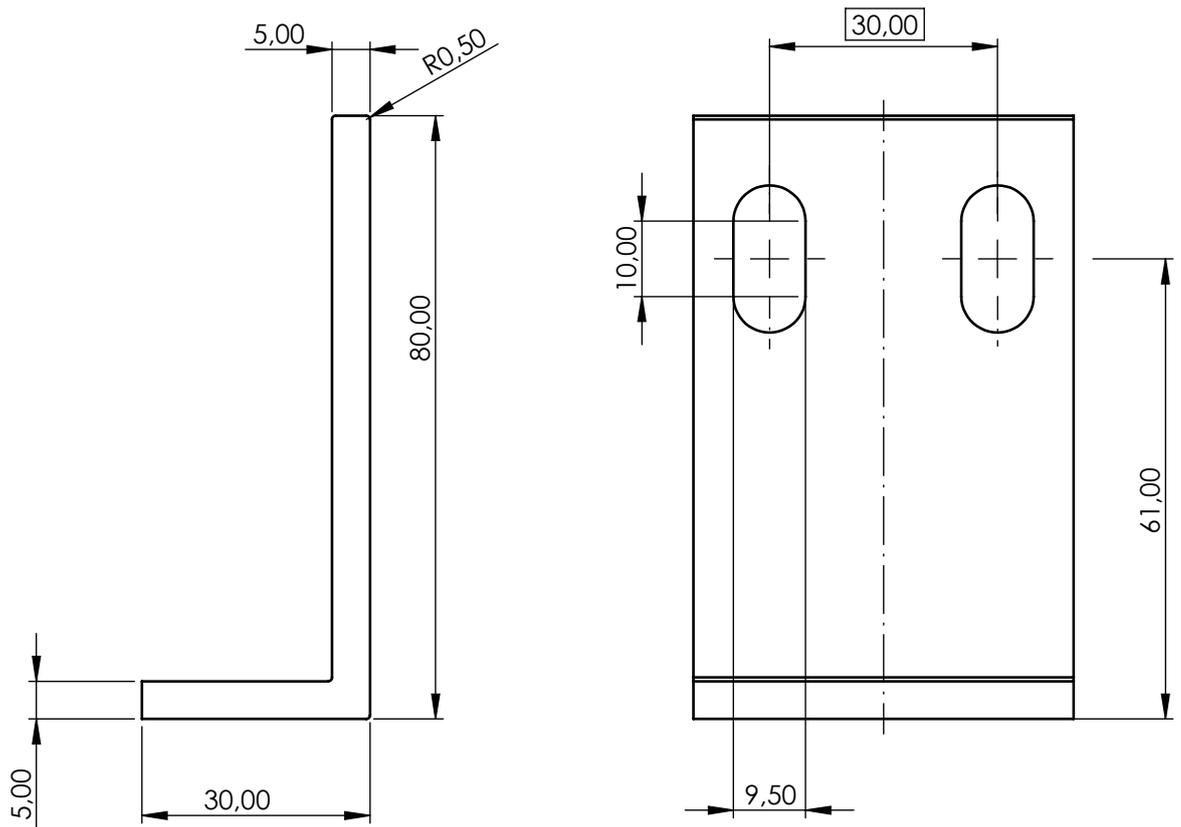


Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C	Denominación: P46_Resguardo puerta UC 1 (Izquierda)	Material: Chapa 1mm de acero	Plano nº: 1.01.04.01.01 Hoja nº: 41
Escala: 1:10 Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 01/06/2020
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Formato: A3



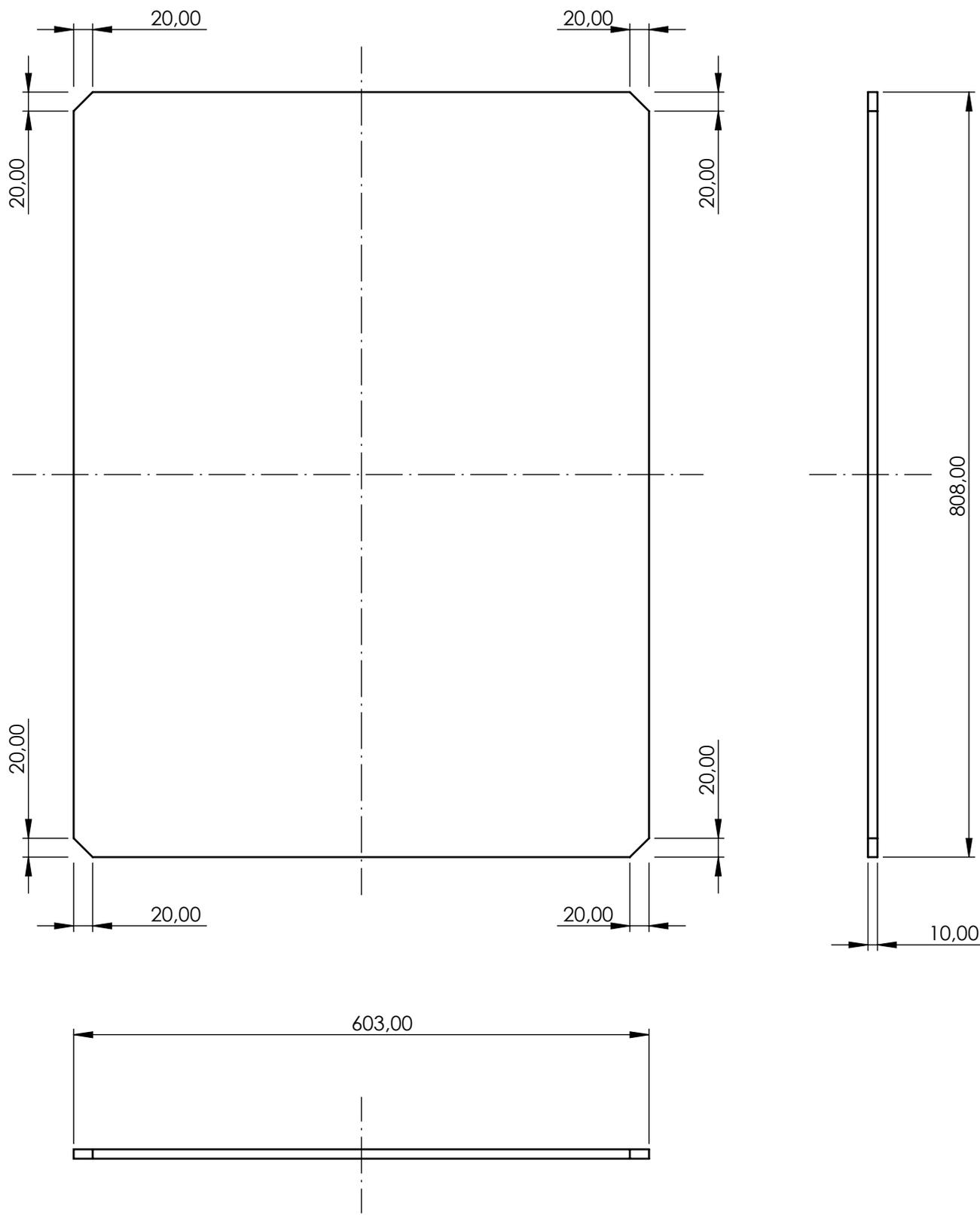
Notas:
 -Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m
 -Todos los agujeros pasantes

Observaciones:		Denominación: P59_Angulo amarre superior puerta corredera		Material: Aluminio 6063-T5		Plano nº: 1.01.04.01.02	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 42	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



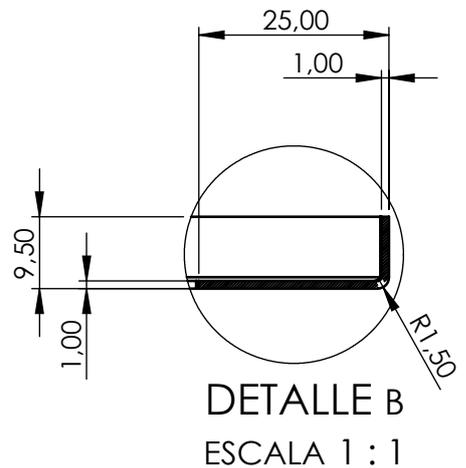
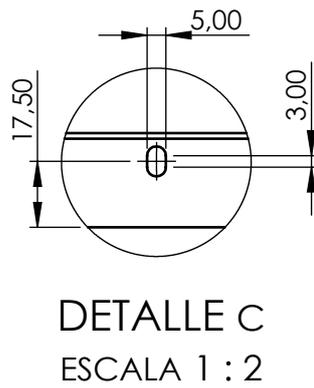
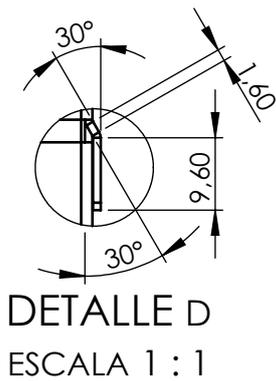
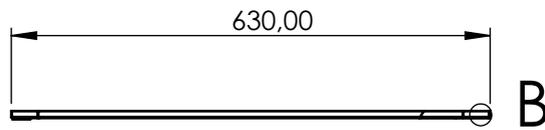
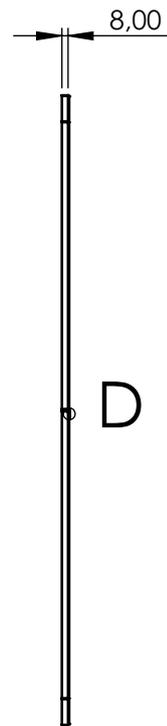
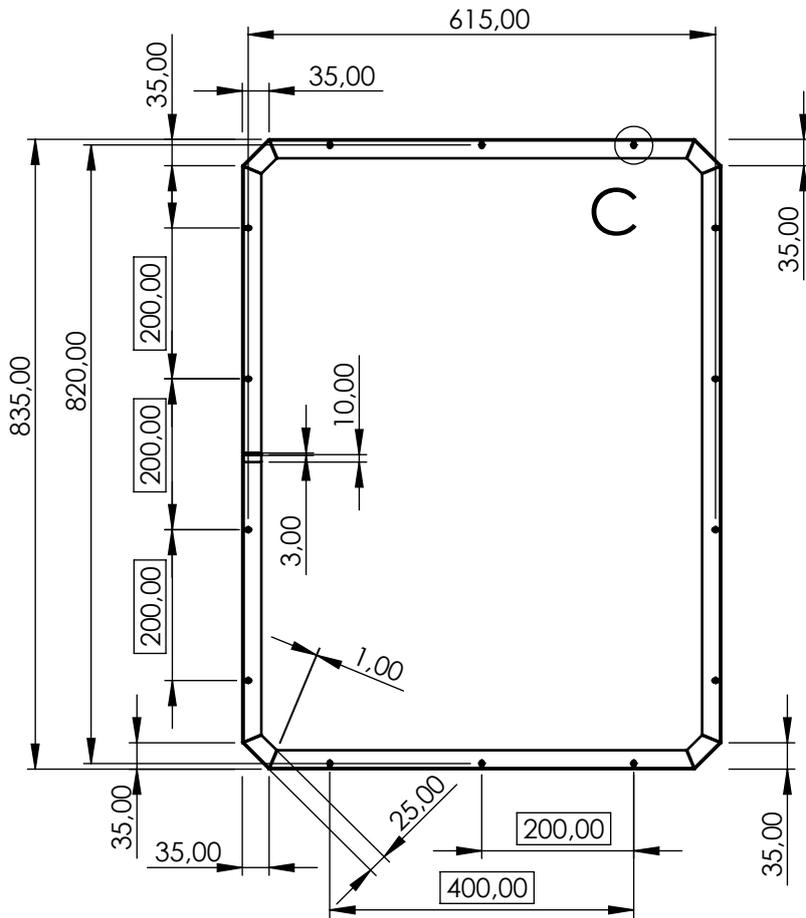
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P60_Angulo amarre inferior puerta corredera		Material: Aluminio 6063-T5		Plano nº: 1.01.04.01.03	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 43	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



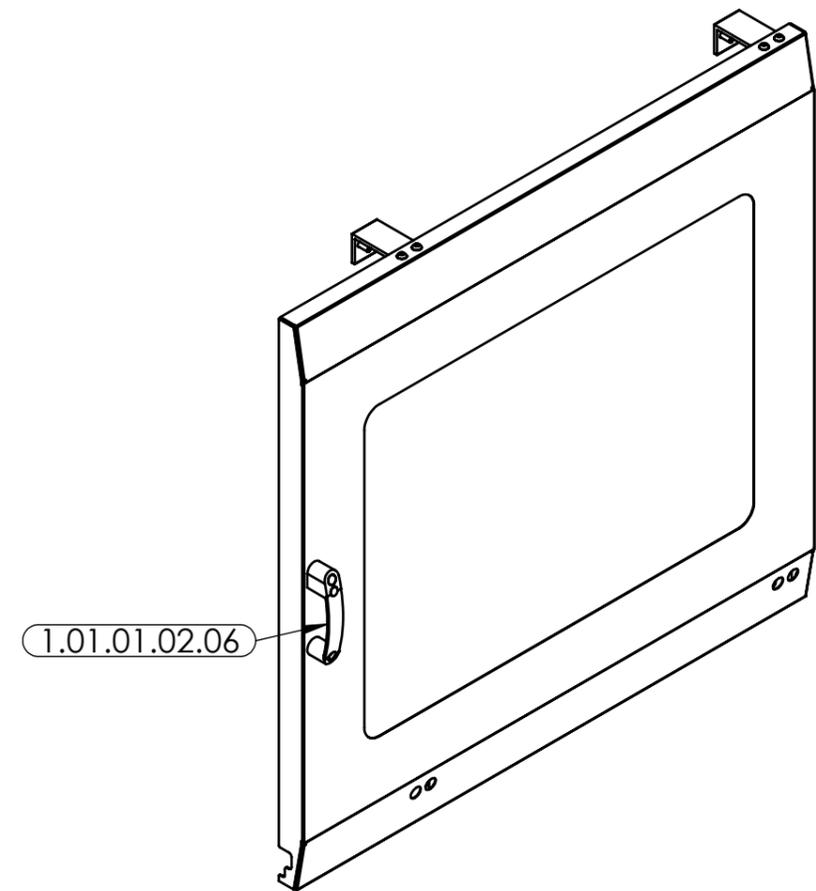
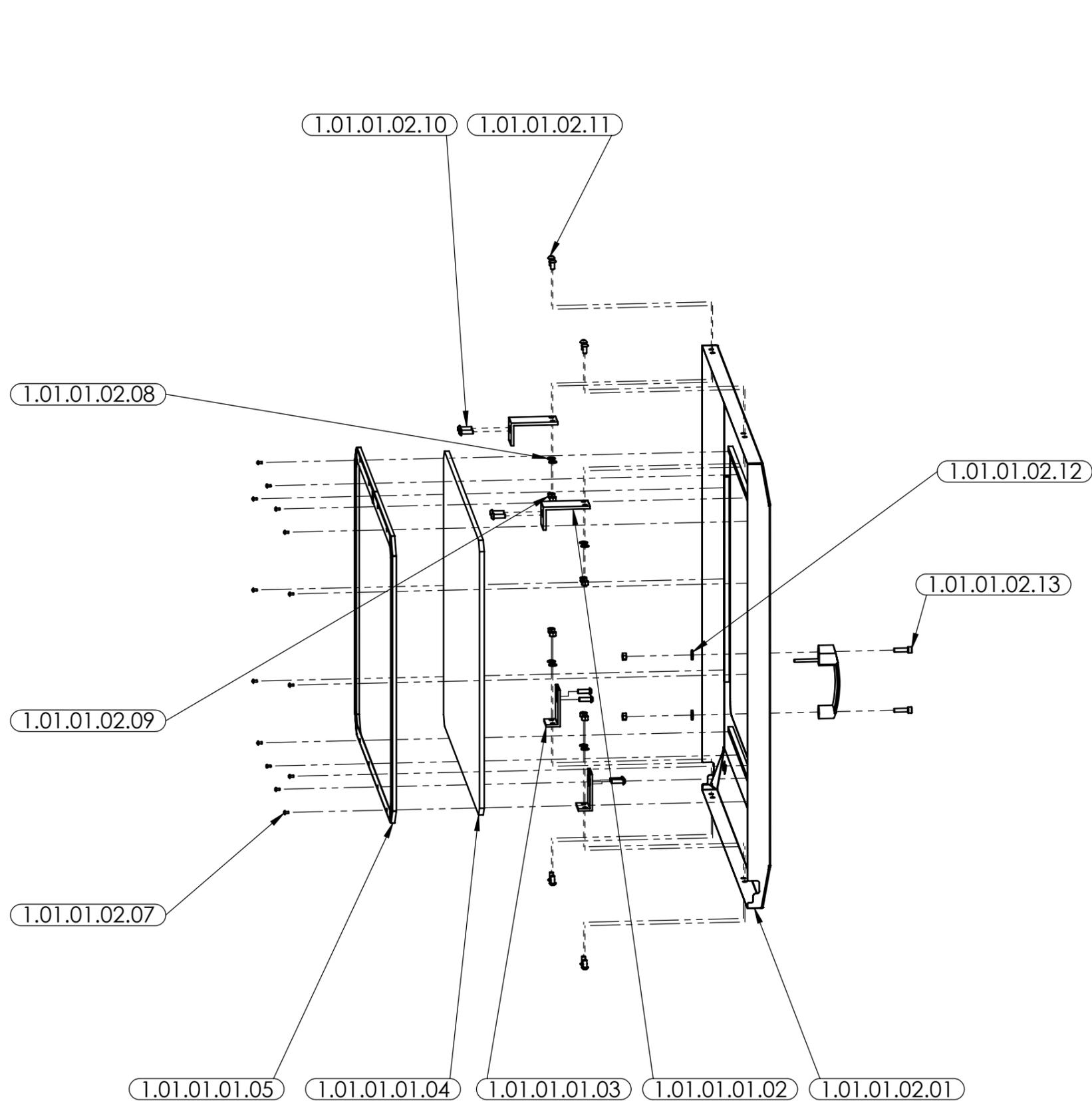
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P61_Protector transparente puertas (UC)		Material: PMMA	Plano nº: 1.01.04.01.04
					Hoja nº: 44
Escala: 1:6	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Fecha: 29/05/2020
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador		Formato: A4



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

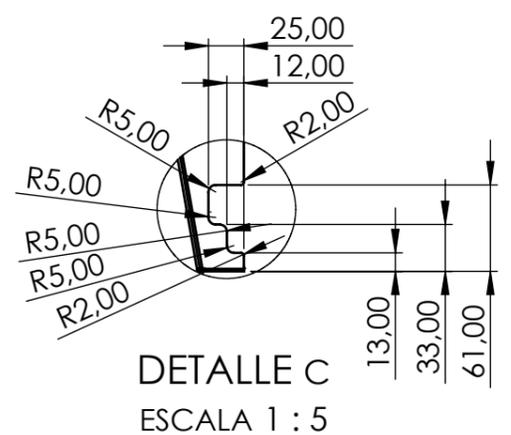
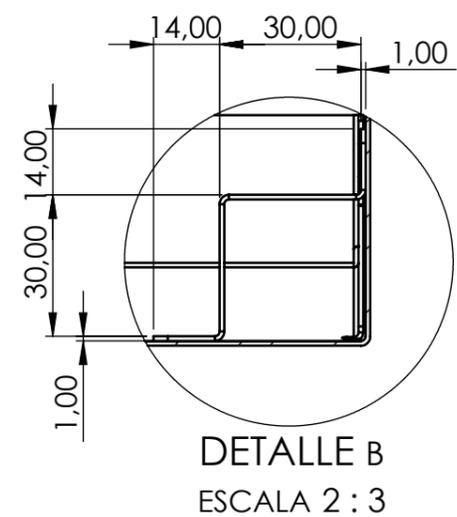
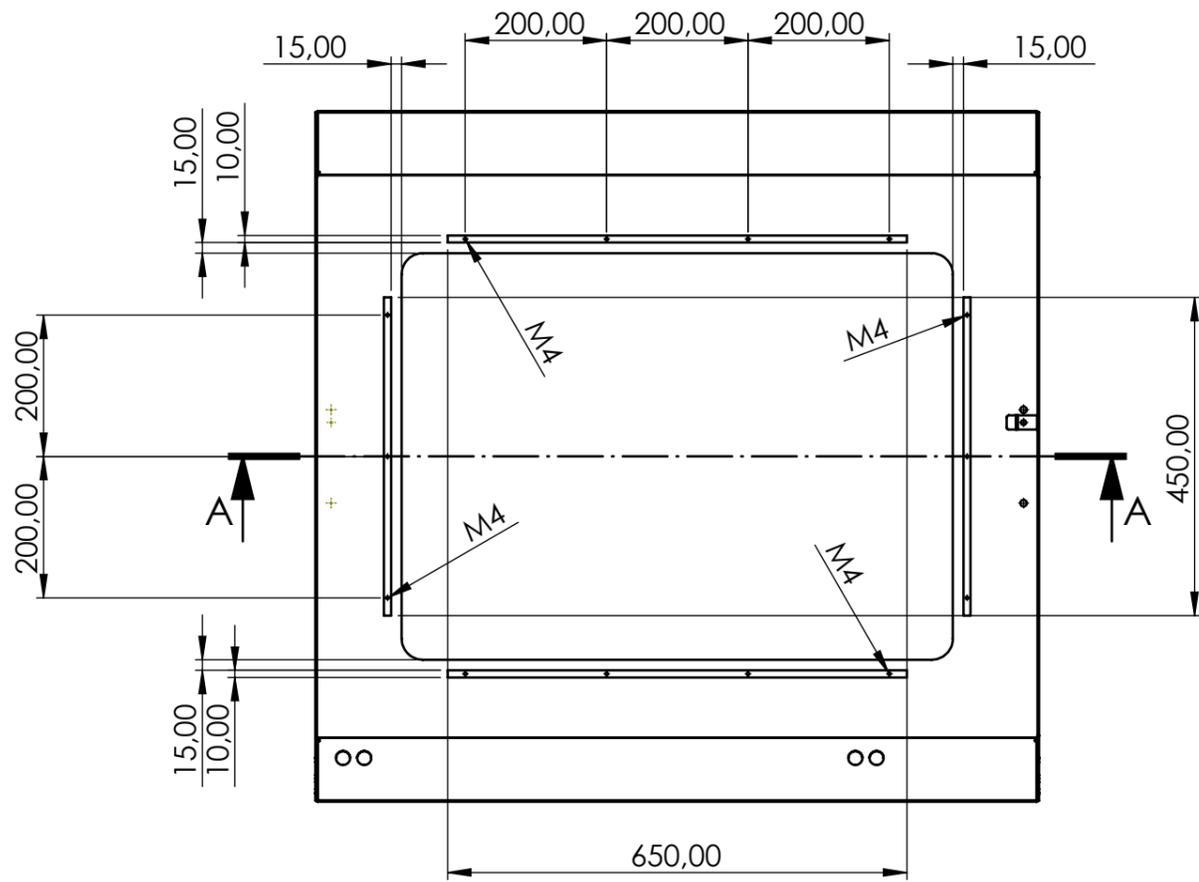
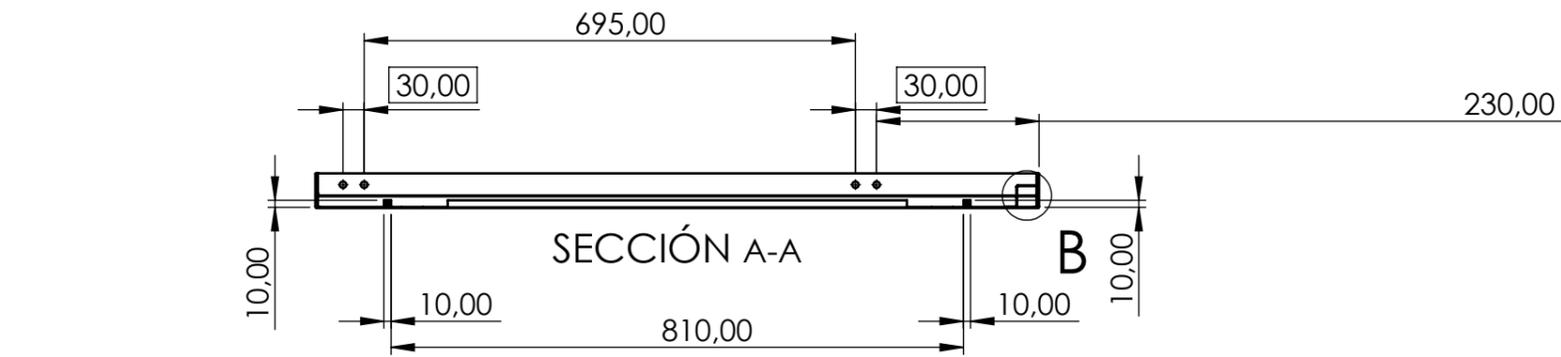
Observaciones:		Denominación: P62_Marco protector transparente puertas (UC)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.01.04.01.05	
Escala: 1:10 Un. dim. mm		 UNIVERSITAT JAUME·I		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 45	
Idioma: ES 				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	



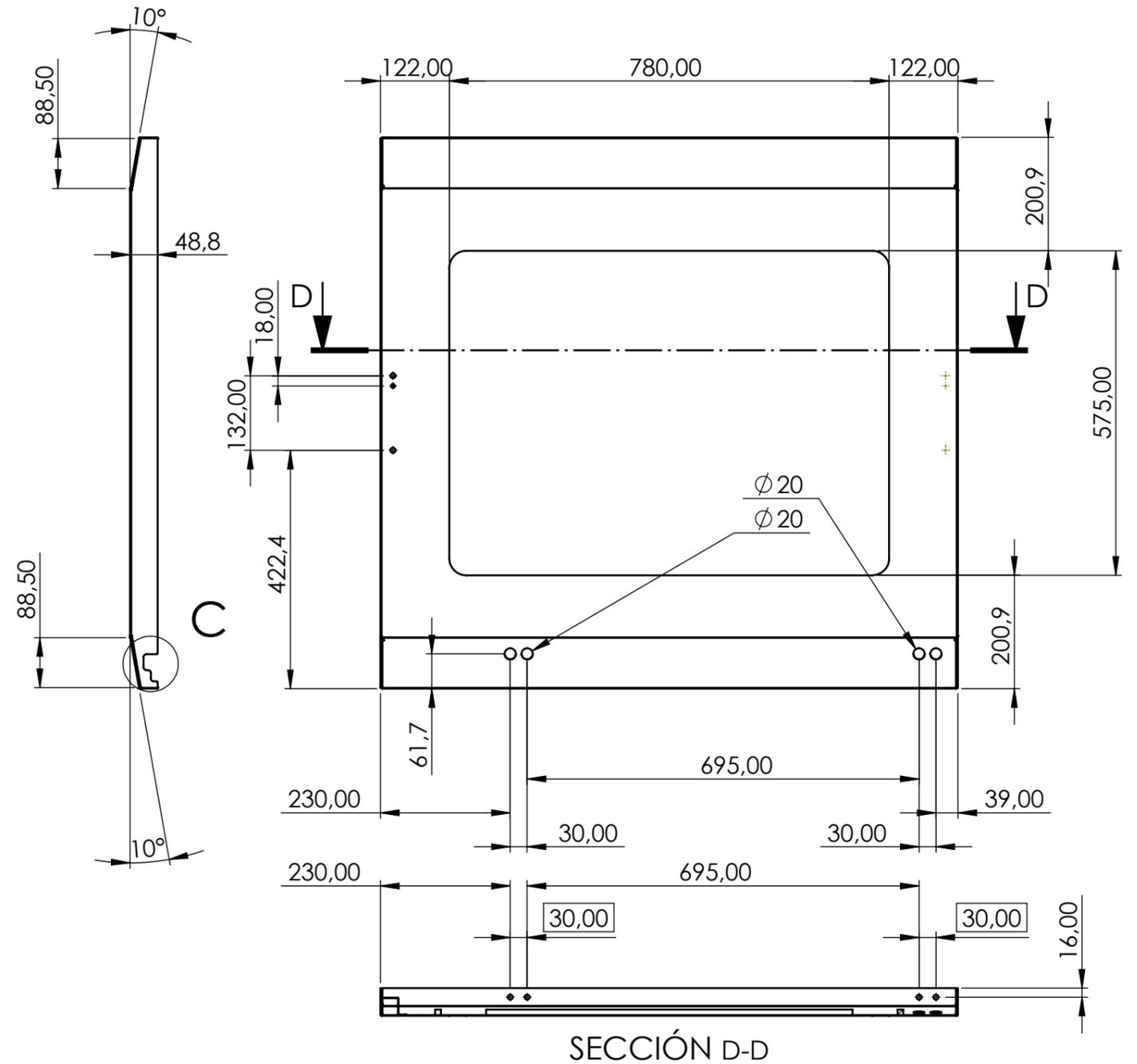
1.01.01.02.13	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	2
1.01.01.02.12	DIN 6902-A9.3	2
1.01.01.02.11	ISO 7380 - M8 x 16 - 16N	8
1.01.01.02.10	ISO 7380 - M8 x 25 - 25N	8
1.01.01.02.09	Hexagon Nut ISO 4034 - M8 - N	10
1.01.01.02.08	Washer ISO 7091 - 8	8
1.01.01.02.07	ISO 7380 - M4 x 8 - 8N	14
1.01.01.02.06	Elesa-Ganter. EBR.150-CH-6-52-C2	1
1.01.01.01.05	P62_Marco protector transparente puertas	1
1.01.01.01.04	P61_Protector transparente puertas	1
1.01.01.01.03	P60_Angulo amarre inferior puerta corredera	2
1.01.01.01.02	P59_Angulo amarre superior puerta corredera	2
1.01.01.02.01	P46_Resguardo puerta UC 1	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

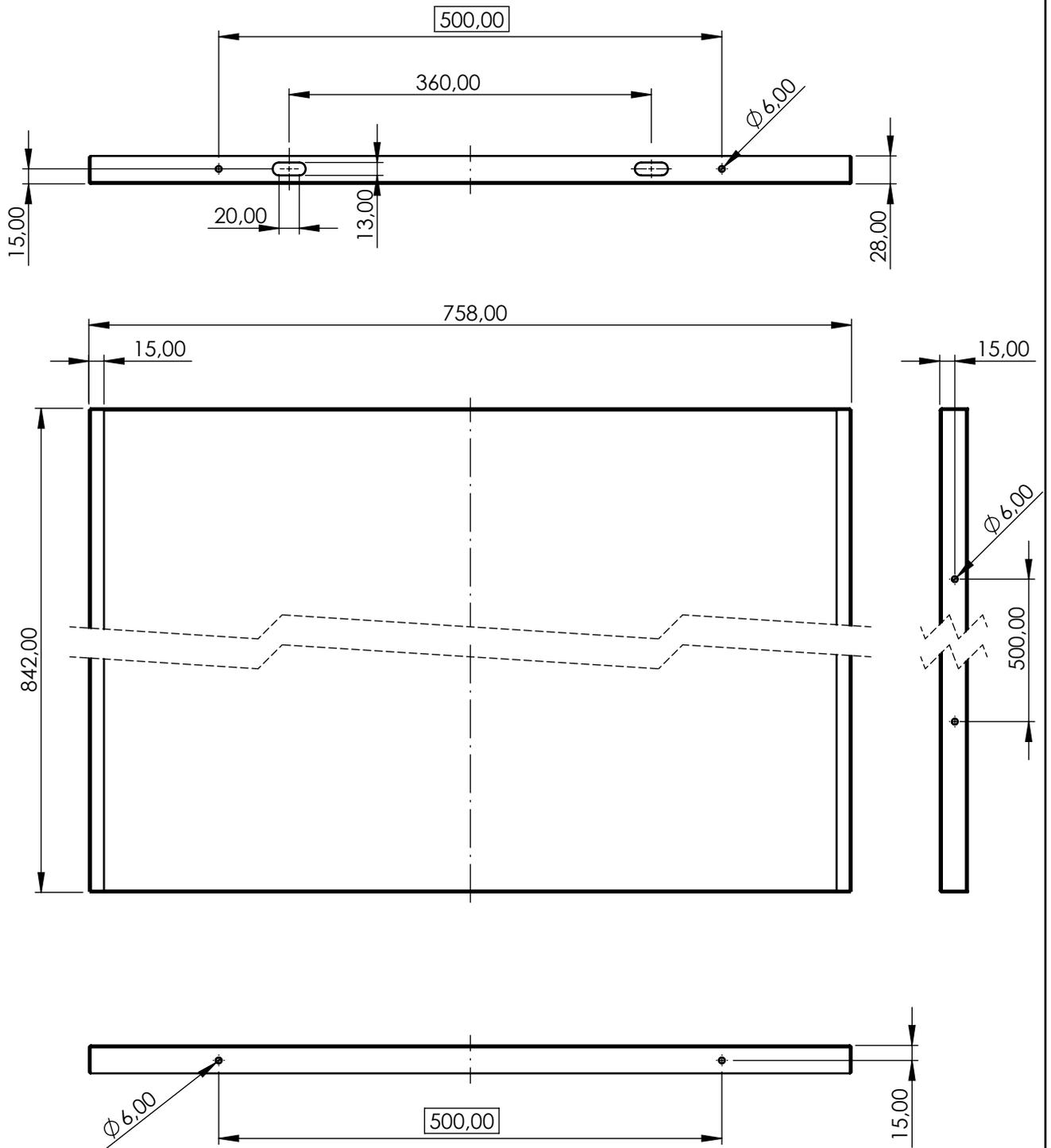
Observaciones:	Denominación: SCON01.04.02_Puerta derecha	Material:	Plano nº: 1.01.04.02
Escala: 1:10	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 46
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 27/05/2020
		Formato: A3	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

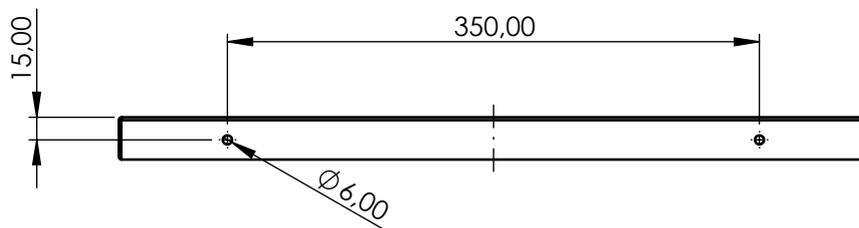
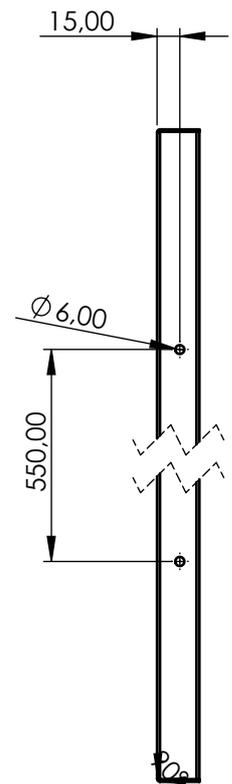
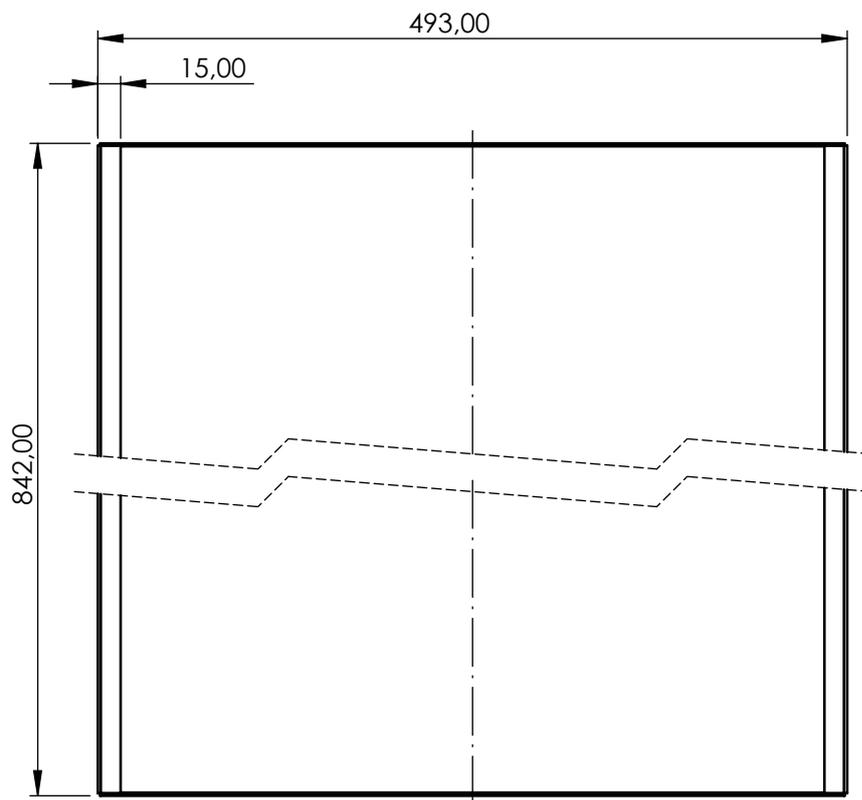
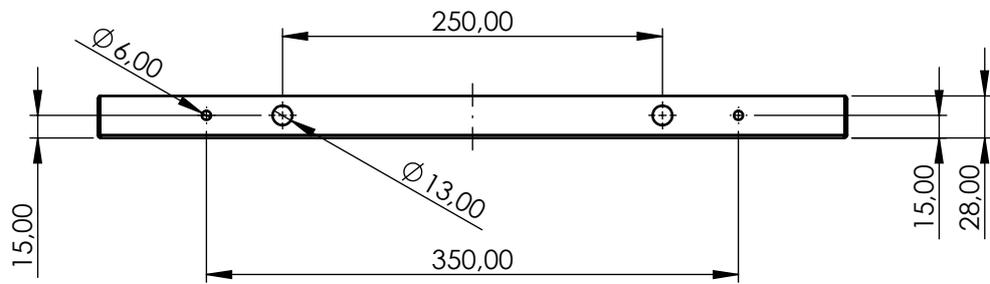


Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C	Denominación: P46_Resguardo puerta UC 1 (Derecha)	Material: Chapa 1mm de acero	Plano nº: 1.01.04.02.01 Hoja nº: 47
Escala: 1:10 Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 01/06/2020
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Formato: A3



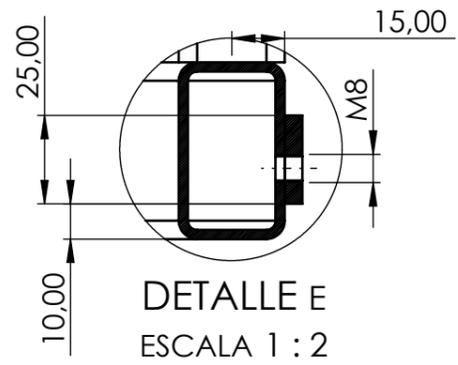
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C		Denominación: P43_Resguardo UC 4		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.04.03	
Escala: 1:6		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 48	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

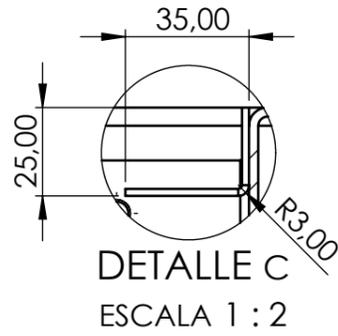


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

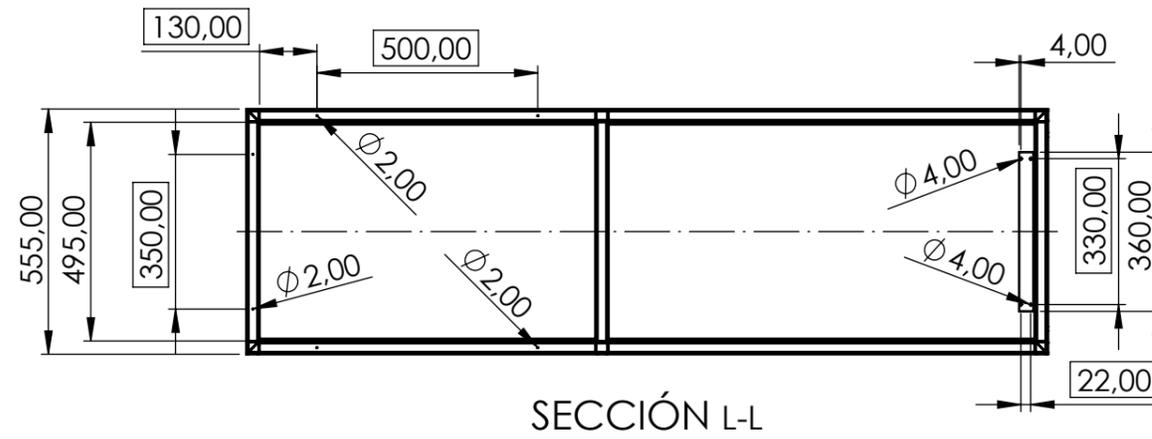
Observaciones: Pintar con color PANTONE 1645 C		Denominación: P44_Resguardo UC 5		Material: Chapa 1mm de acero		Plano nº: 1.01.04.04	
Escala: 1:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 49	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



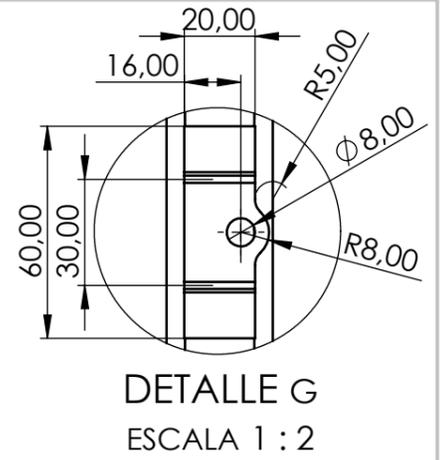
DETALLE E
ESCALA 1 : 2



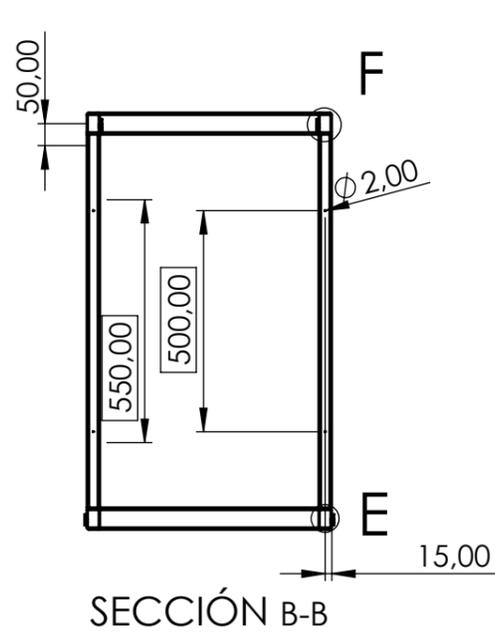
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



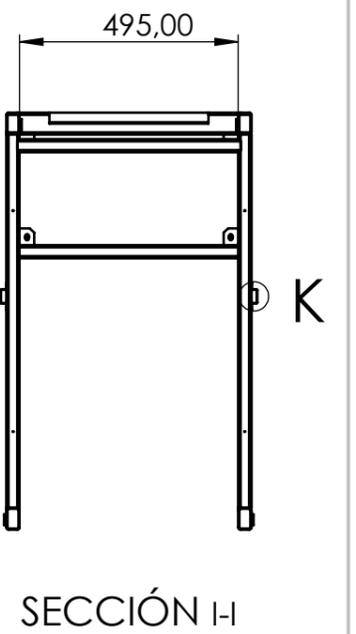
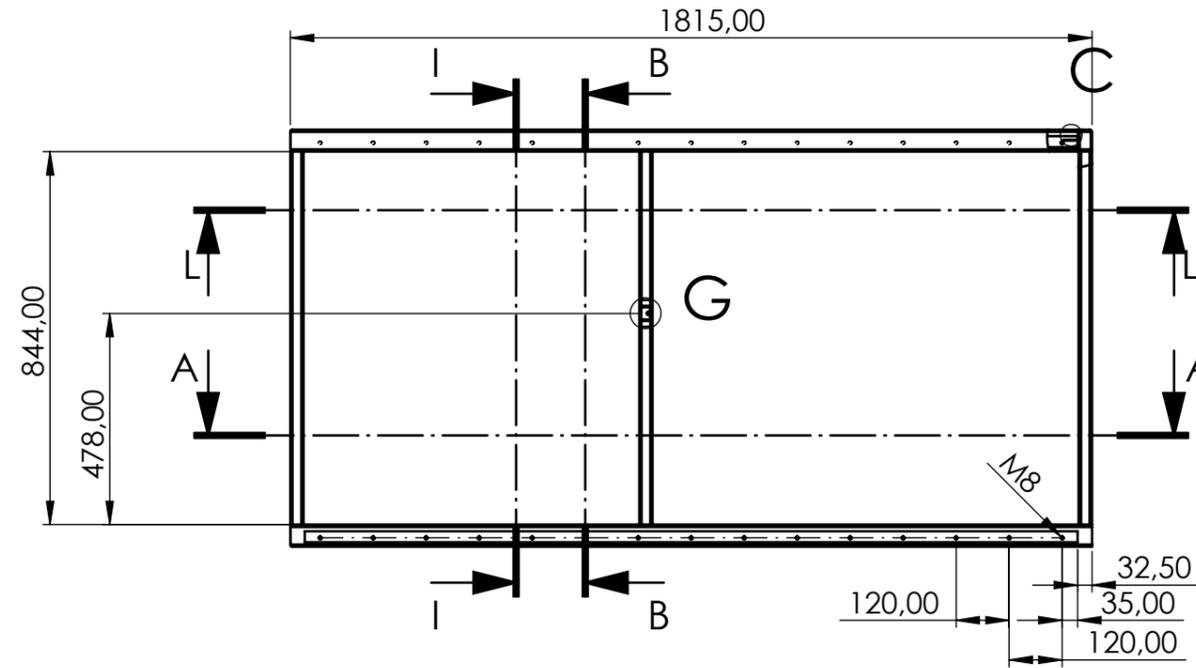
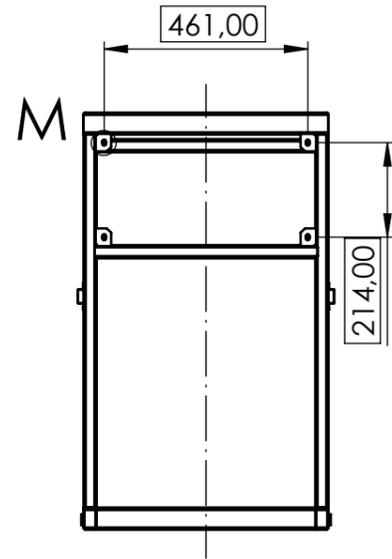
SECCIÓN L-L



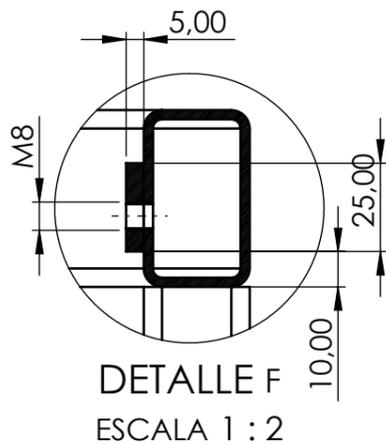
DETALLE G
ESCALA 1 : 2



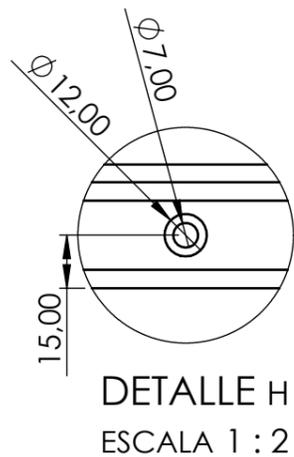
SECCIÓN B-B



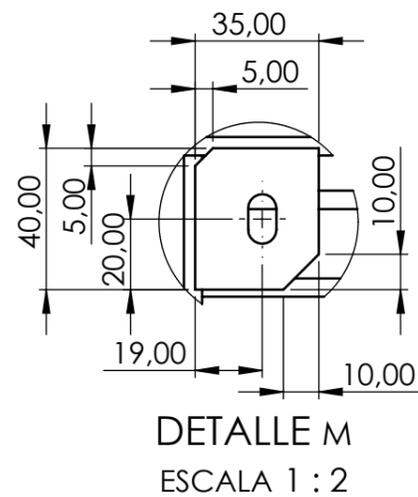
SECCIÓN I-I



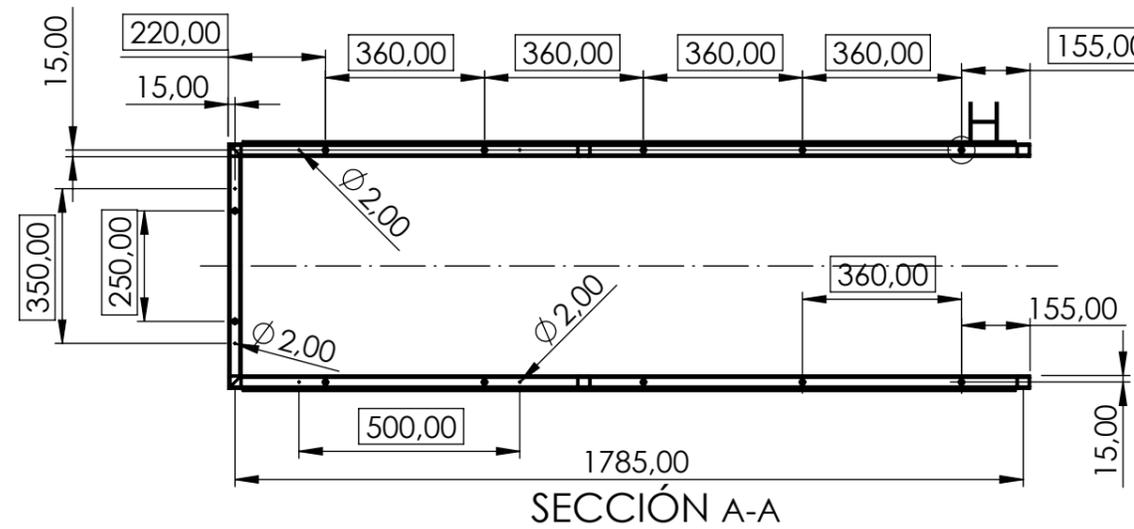
DETALLE F
ESCALA 1 : 2



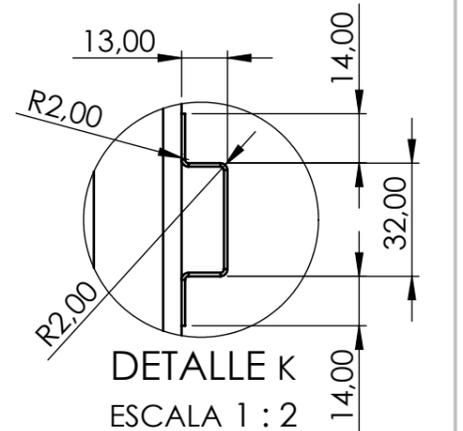
DETALLE H
ESCALA 1 : 2



DETALLE M
ESCALA 1 : 2



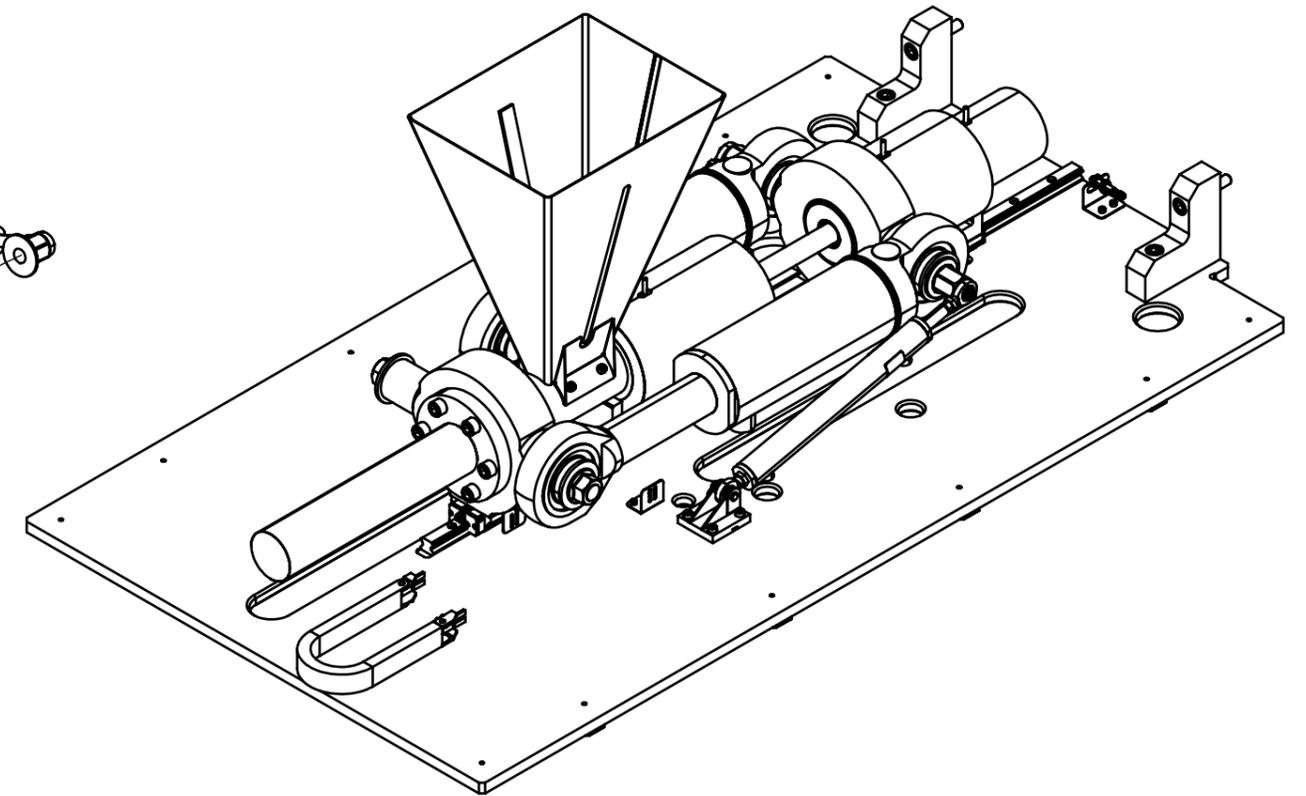
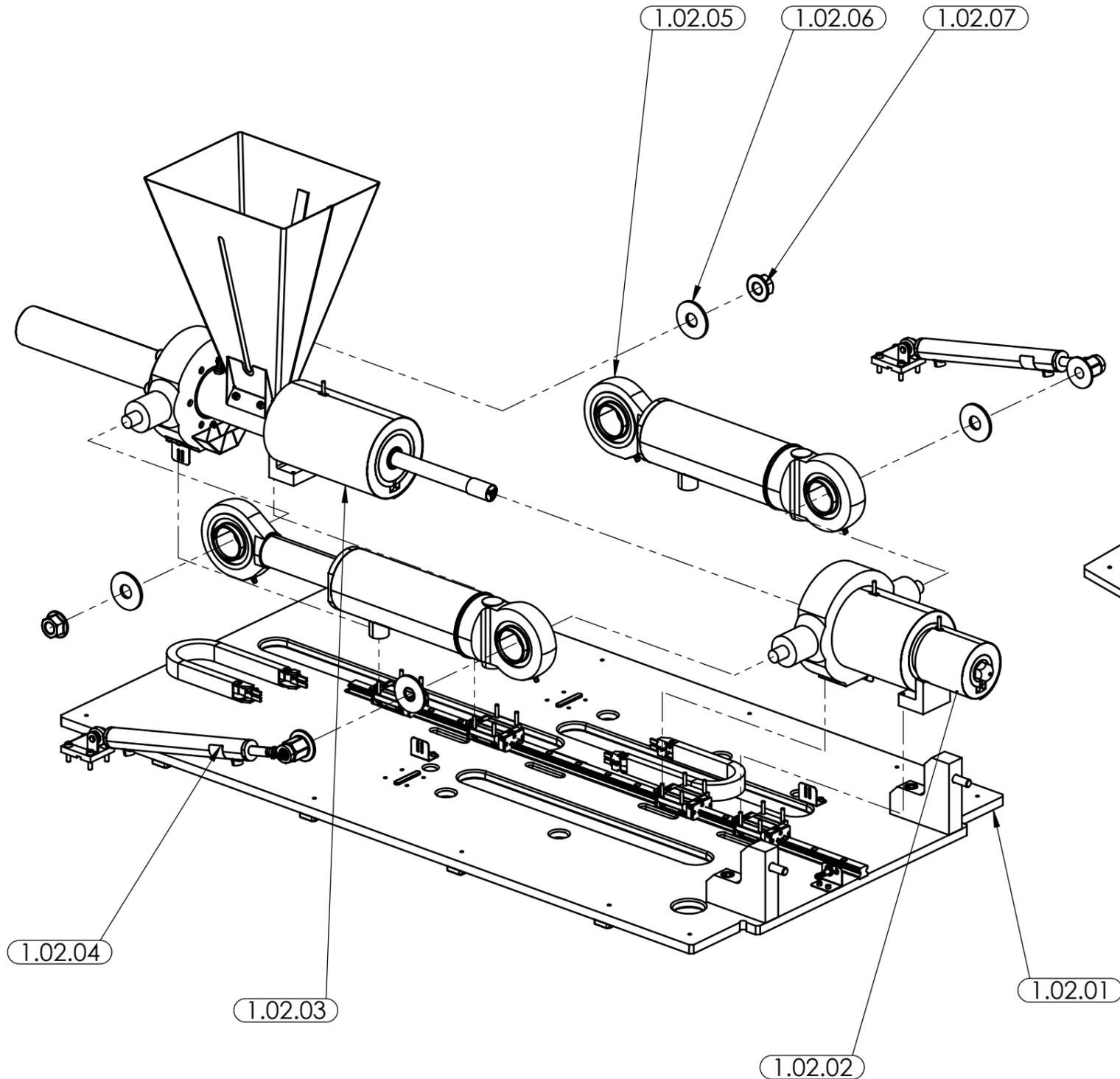
SECCIÓN A-A



DETALLE K
ESCALA 1 : 2

Nota:
 -Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m
 -Perfiles verticales cuadrados 30 x 30 x 2,6
 -Perfiles horizontales rectangulares 50 x 30 x 2,6 excepto indicados

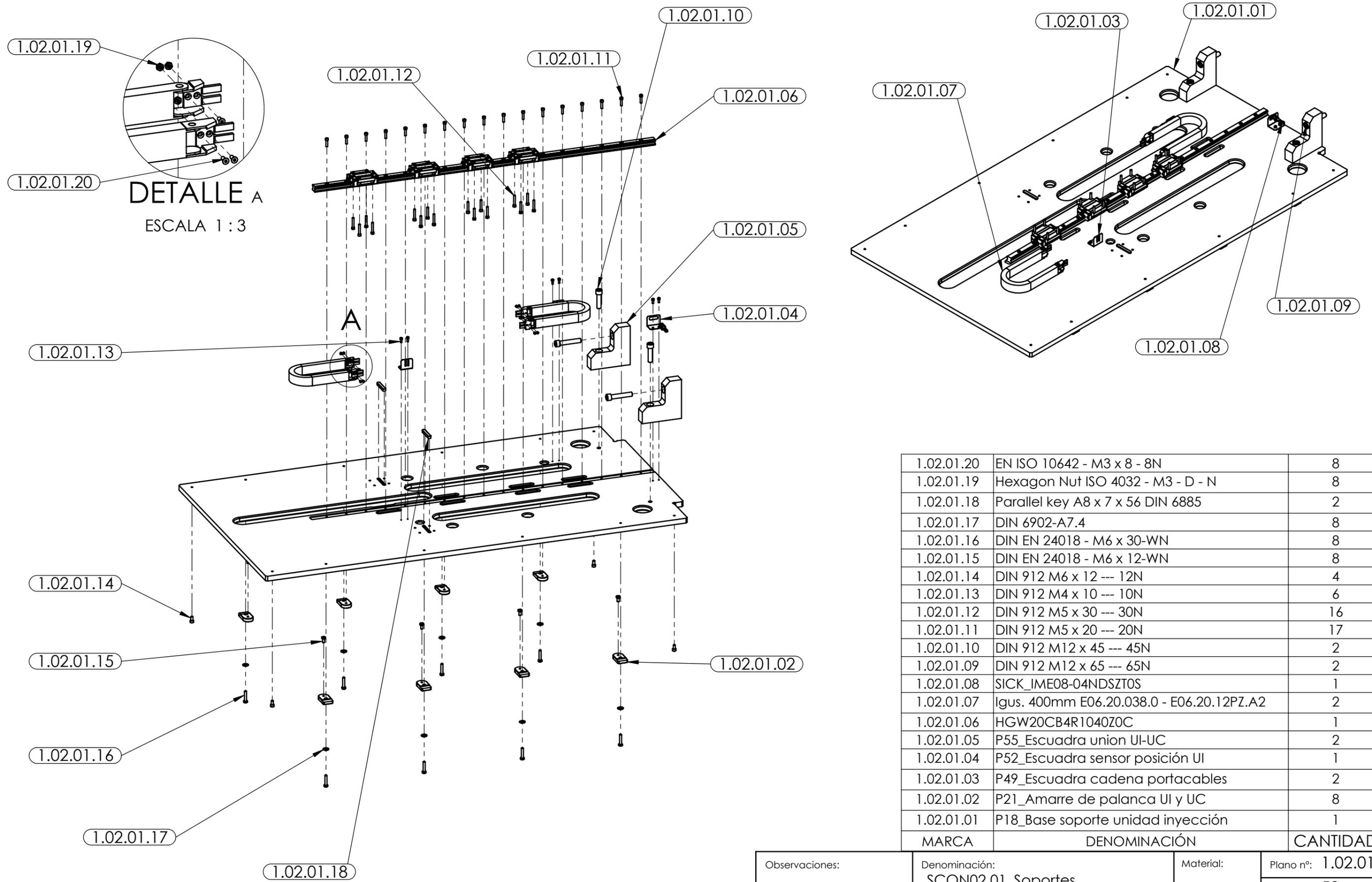
Observaciones: Pintar con color PANTONE 433 C	Denominación: P47_Estructura UC resguardos superiores	Material: Acero al carbono no aleado	Plano nº: 1.01.04.05
Escala: 1:16 Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 50
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 01/06/2020
		Formato: A3	



1.02.07	Hexagon Flange Nut DIN 6923 - M20 - N	2
1.02.06	Washer DIN 9021 - 22	4
1.02.05	Bosch-Rexroth. CDL2MP5_80_50_150D1X_B11C	2
1.02.04	SCON02.04_Actuador de aproximación	2
1.02.03	SCON02.03_Pre-plastificación	1
1.02.02	SCON02.02_Inyección	1
1.02.01	SCON02.01_Soportes	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

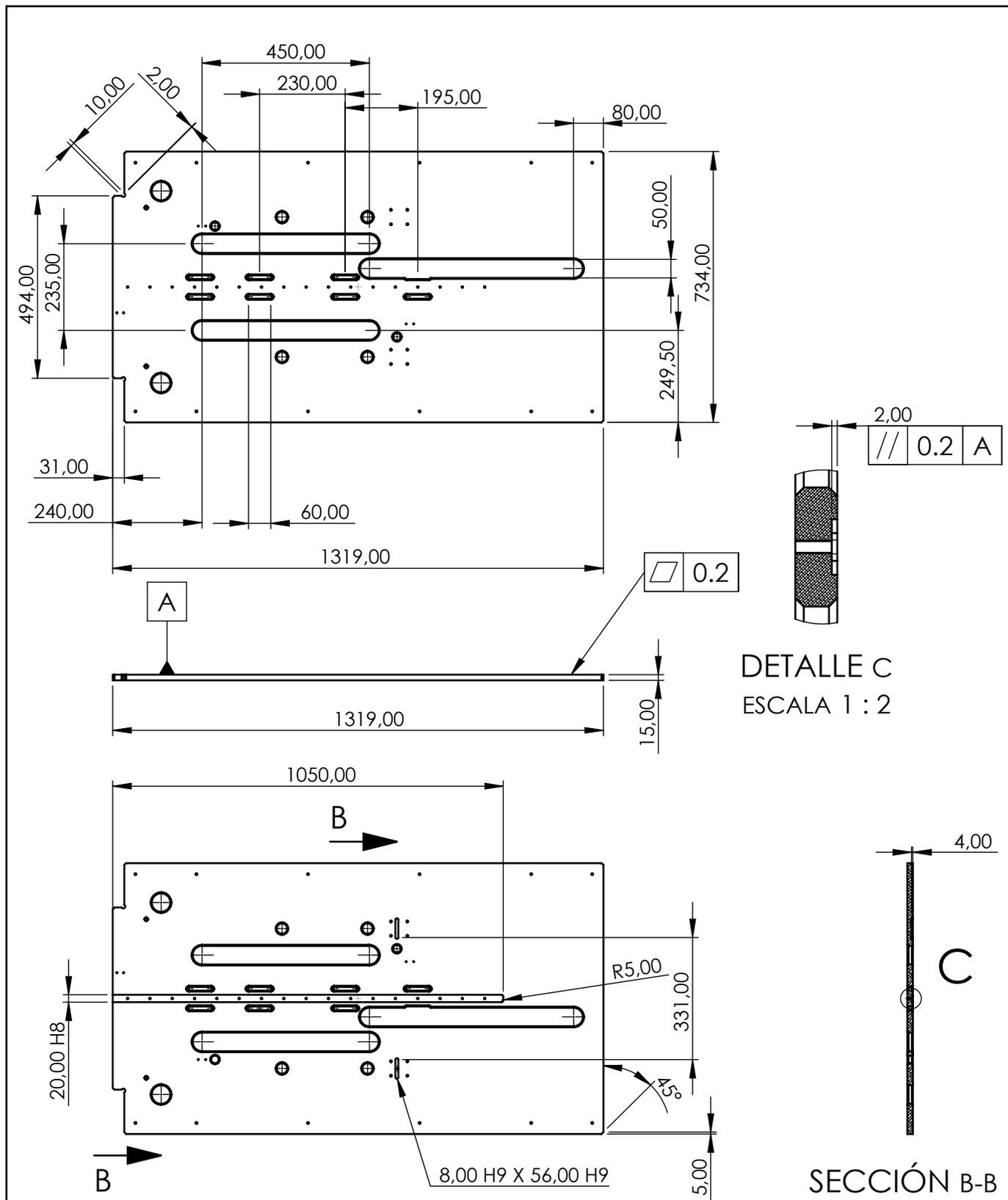
Observaciones:		Denominación: SCON02_Unidad de inyección	Material:	Plano nº: 1.02
Escala: 1:8		Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 51
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 29/04/2020
			Formato: A3	

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

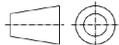


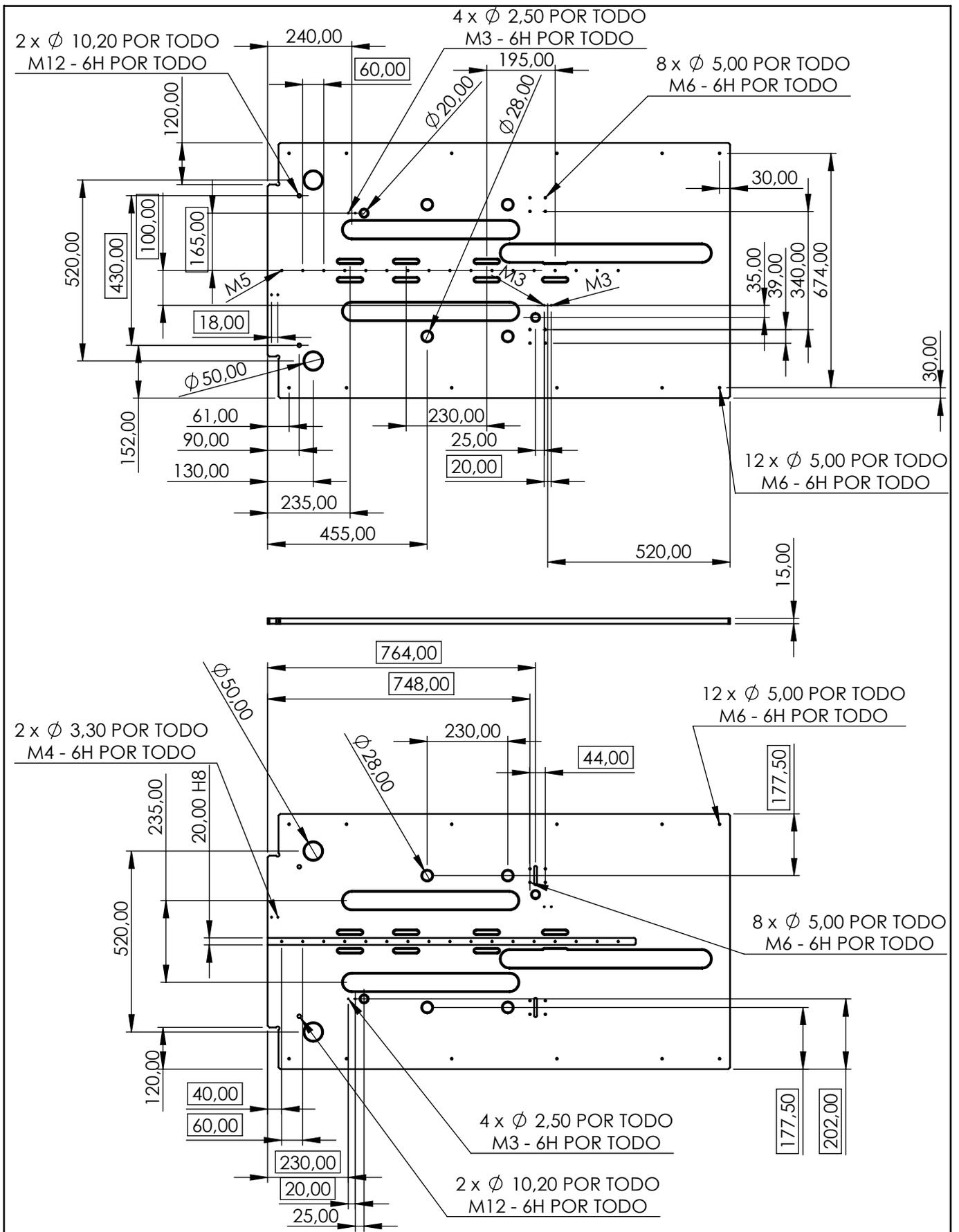
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:	Denominación: SCON02.01_Soportes	Material:	Plano nº: 1.02.01
Escala: 1:10	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 52
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 29/04/2020
		Formato: A3	

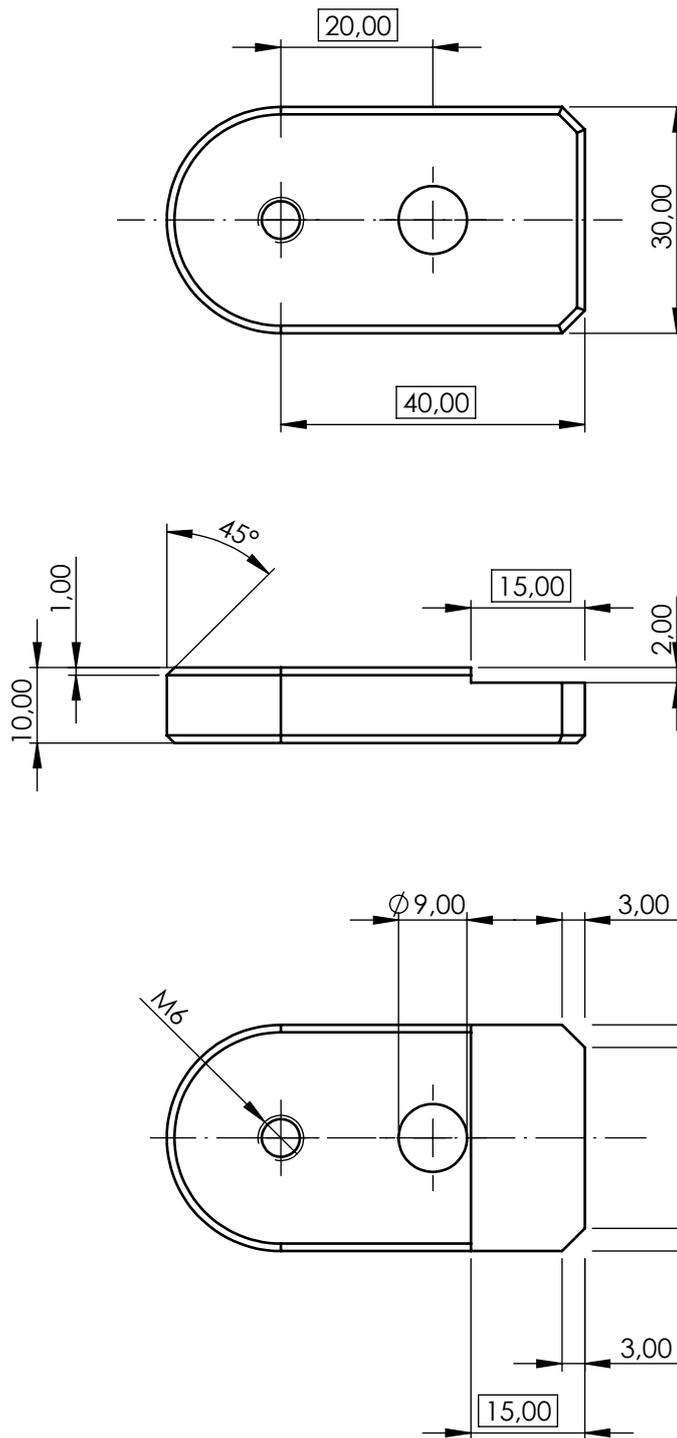


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P18_Base soporte unidad inyección (Dimensiones generales)		Material: Aluminio 6061		Plano nº: 1.02.01.01A	
Escala: 1:15		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 53	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

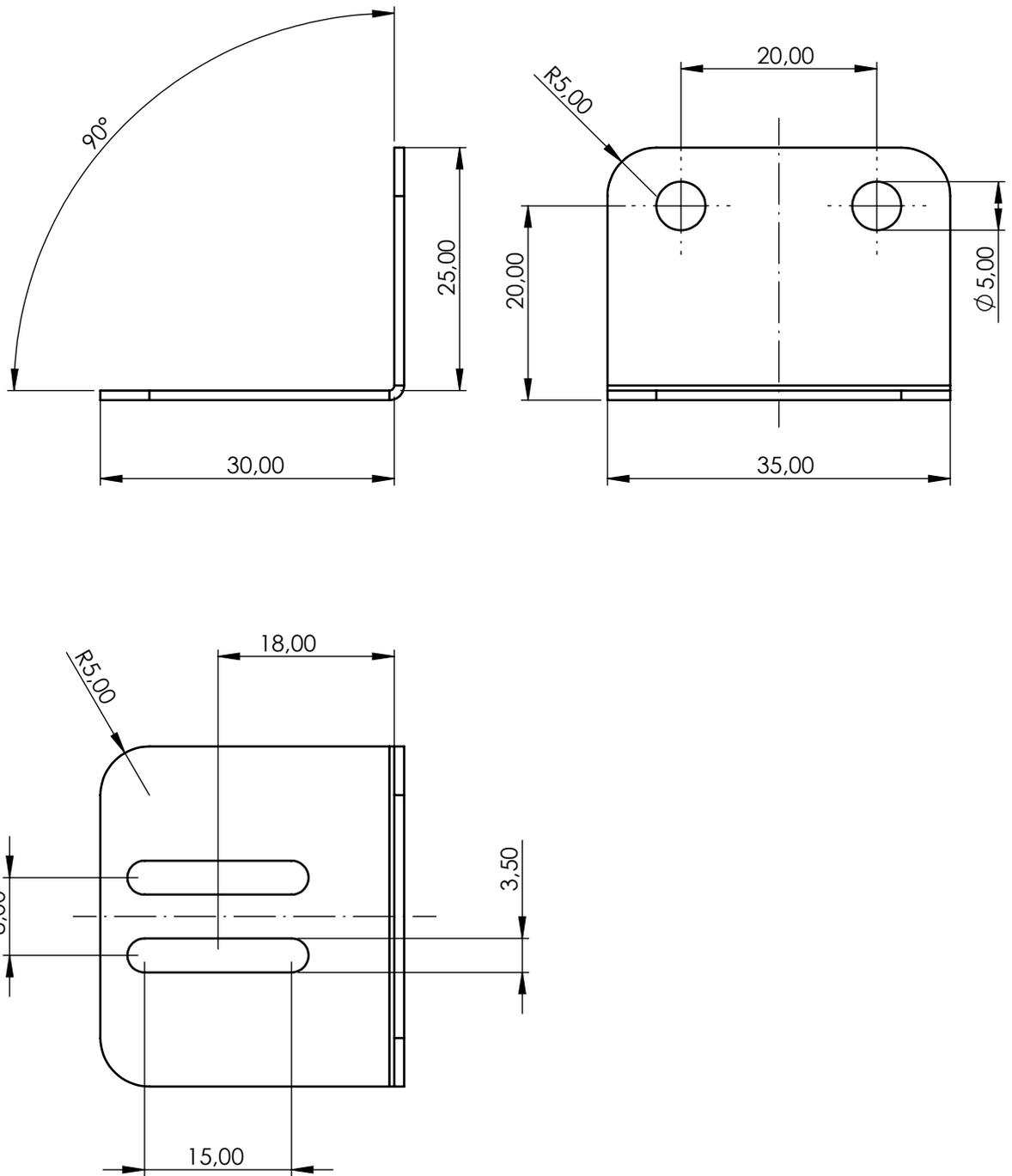


Observaciones:		Denominación: P18_Base soporte unidad inyección (Agujeros)		Material: Aluminio 6061		Plano nº: 1.02.01.01B	
Escala: 1:15		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 54	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



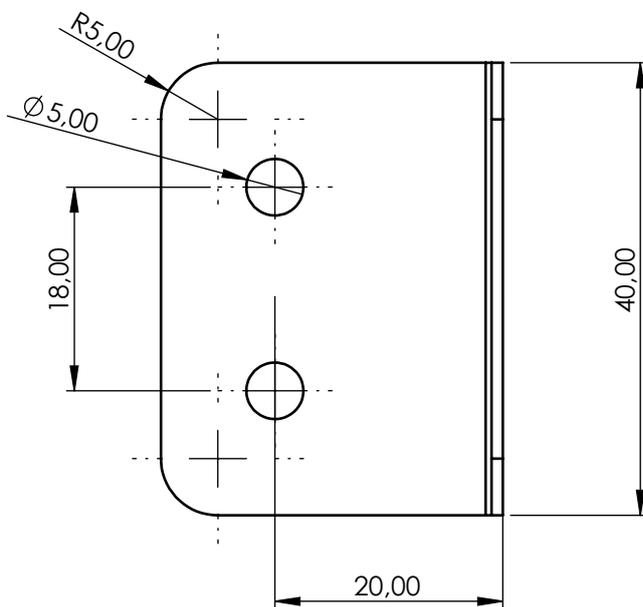
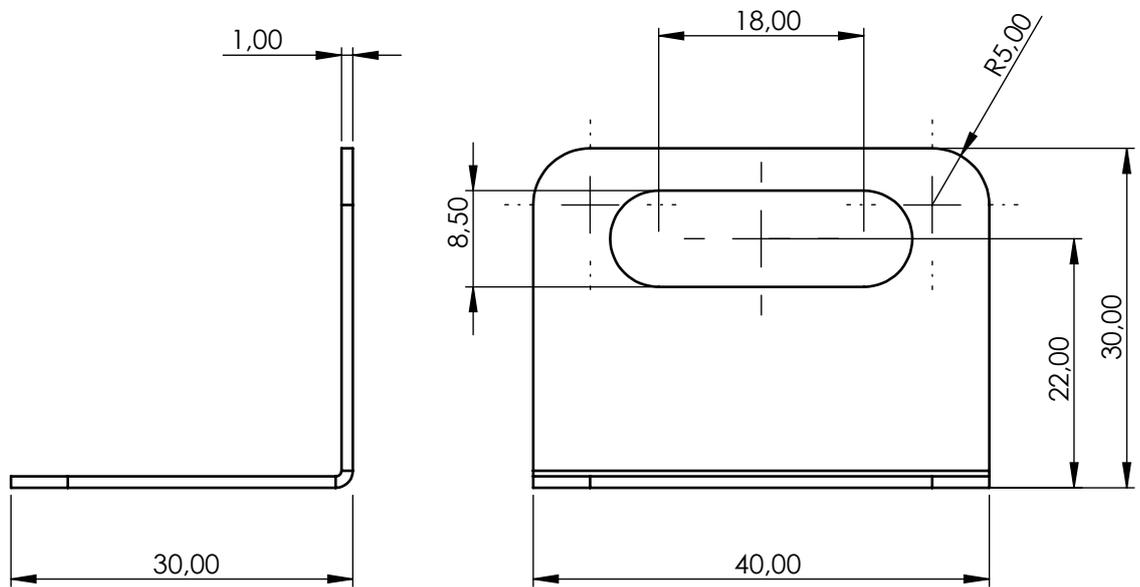
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P21_Amarre de palanca UI y UC		Material: Acero DIN 1.8901 (S460N)		Plano nº: 1.02.01.02	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 55	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



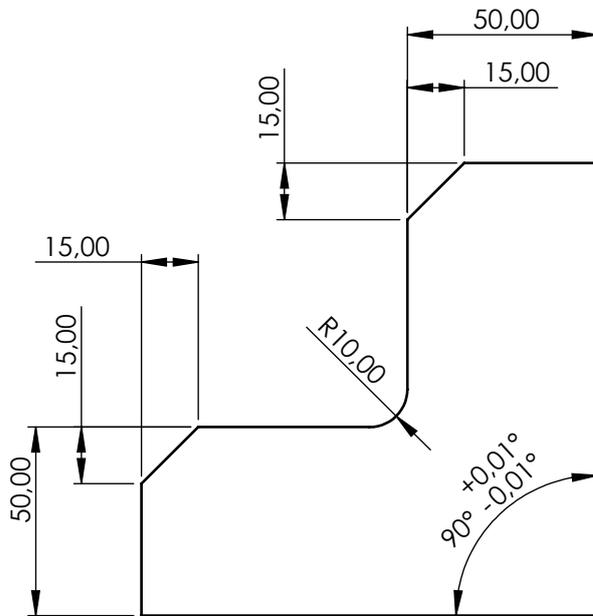
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P49_Escuadra cadena portacables (Fija)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.01.03	
Escala: 3:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 56	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



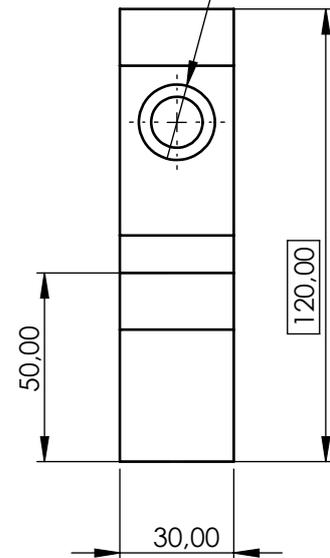
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P52_Escuadra sensor posición UI		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.01.04	
Escala: 3:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 57	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



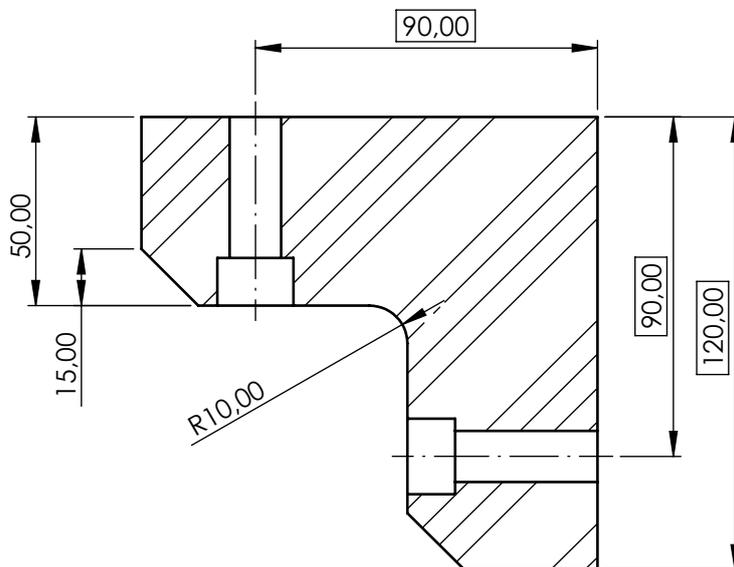
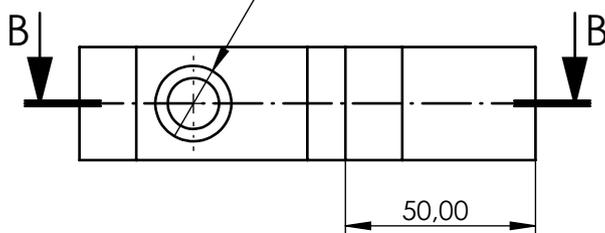
2 x ϕ 13,50 POR TODO

\square ϕ 20,00 ∇ 12,60



2 x ϕ 13,50 POR TODO

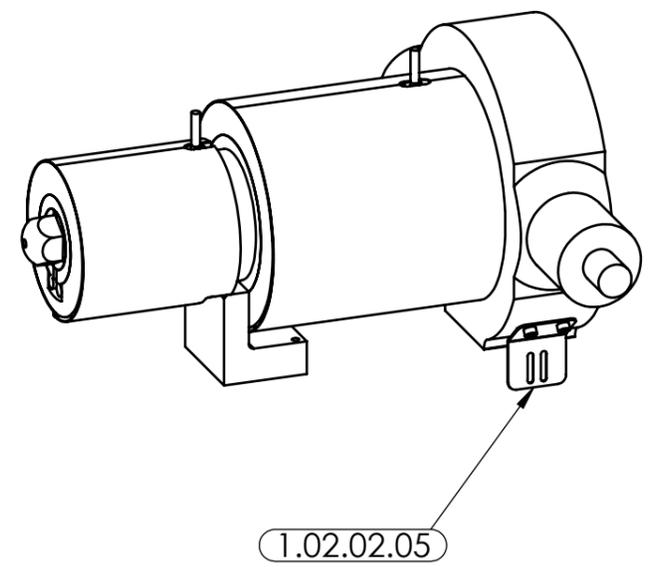
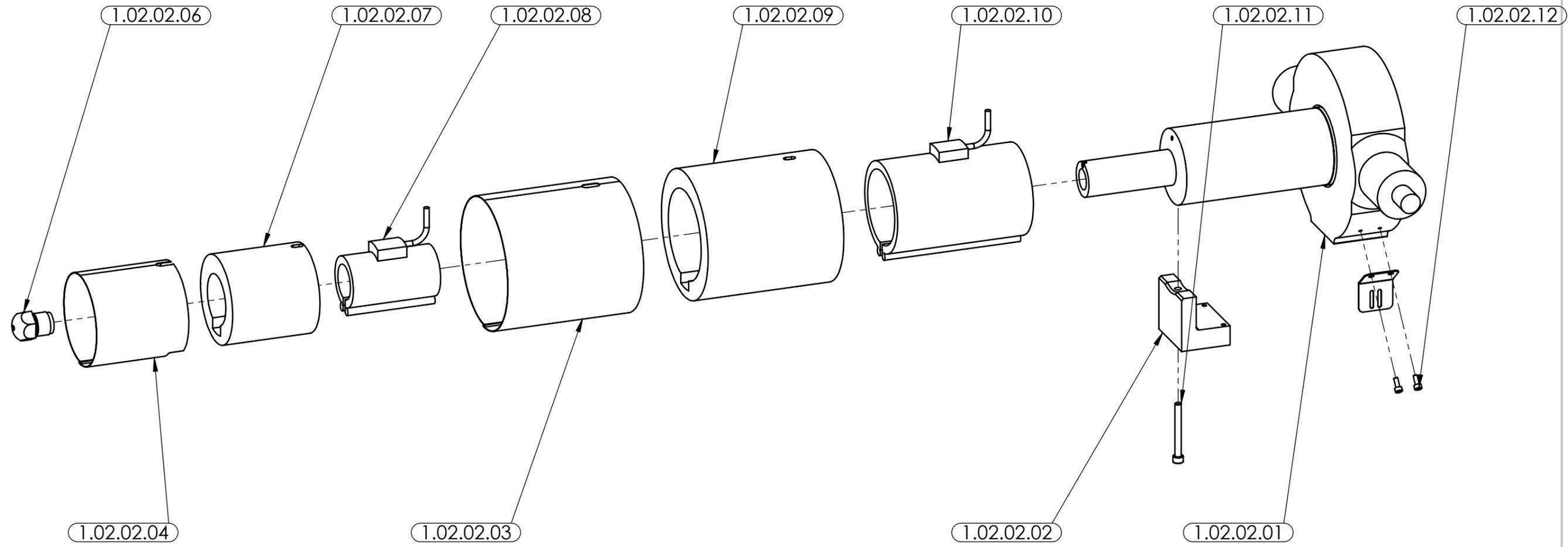
\square ϕ 20,00 ∇ 12,60



SECCIÓN B-B

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P55_Escuadra union UI-UC		Material: Acero DIN 1.8901 (S460N)		Plano nº: 1.02.01.05	
Escala: 1:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 58	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

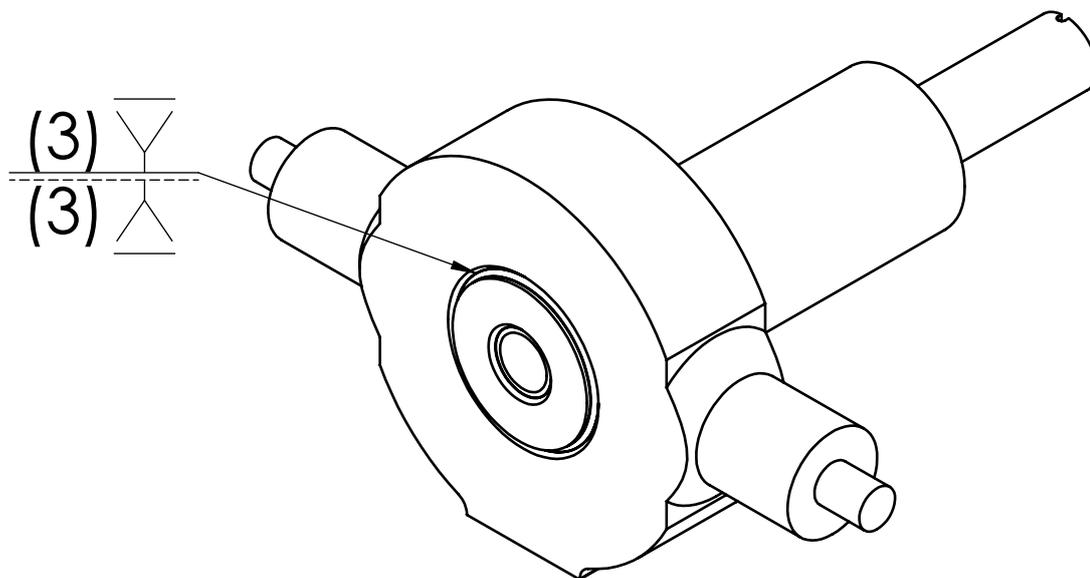
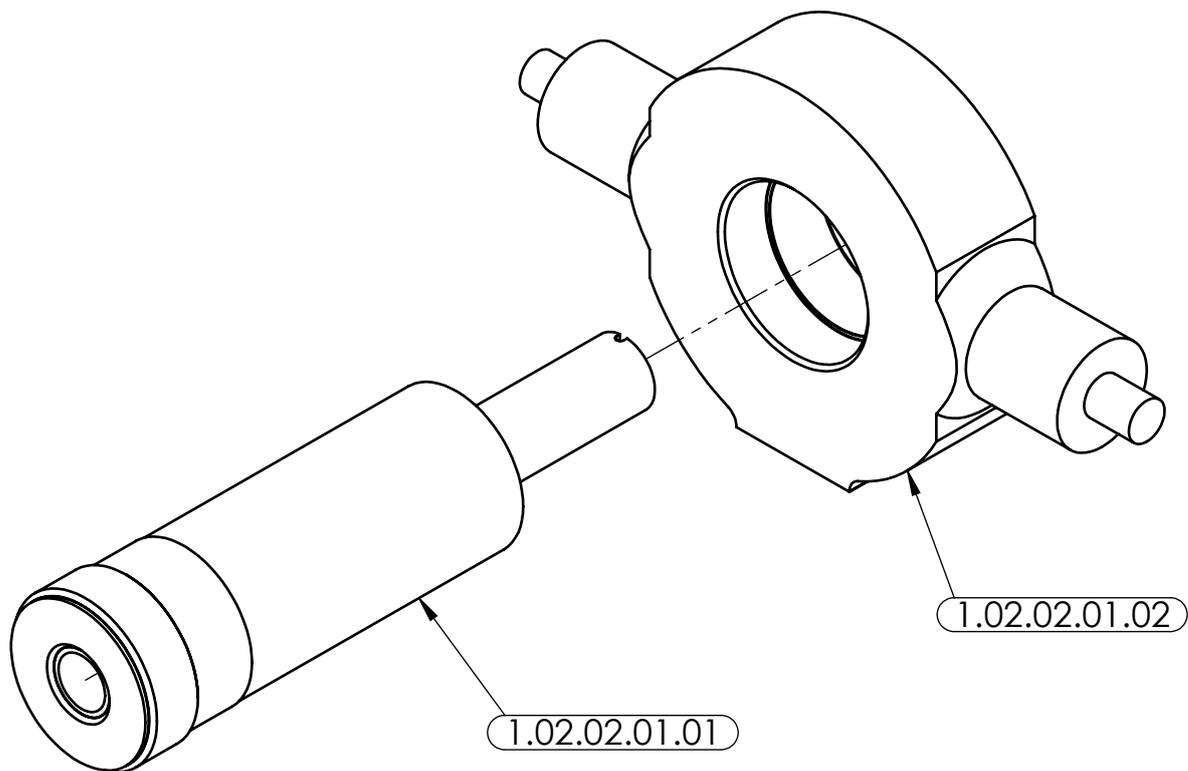


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

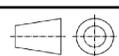
1.02.02.12	DIN 912 M4 x 10 --- 10N	2
1.02.02.11	DIN 912 M6 x 55 --- 24N	1
1.02.02.10	Resistencia de camisa	1
1.02.02.09	Lana de roca	1
1.02.02.08	Resistencia de camisa	1
1.02.02.07	Lana de roca	1
1.02.02.06	Boquilla (EMI-N038)	1
1.02.02.05	P49_Escuadra cadena portacables	1
1.02.02.04	P25_Carcasa aislante resistencias	1
1.02.02.03	P25_Carcasa aislante resistencias	1
1.02.02.02	P23_Soporte unidad de inyección-patin	1
1.02.02.01	P07_Camara inyección+brida	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

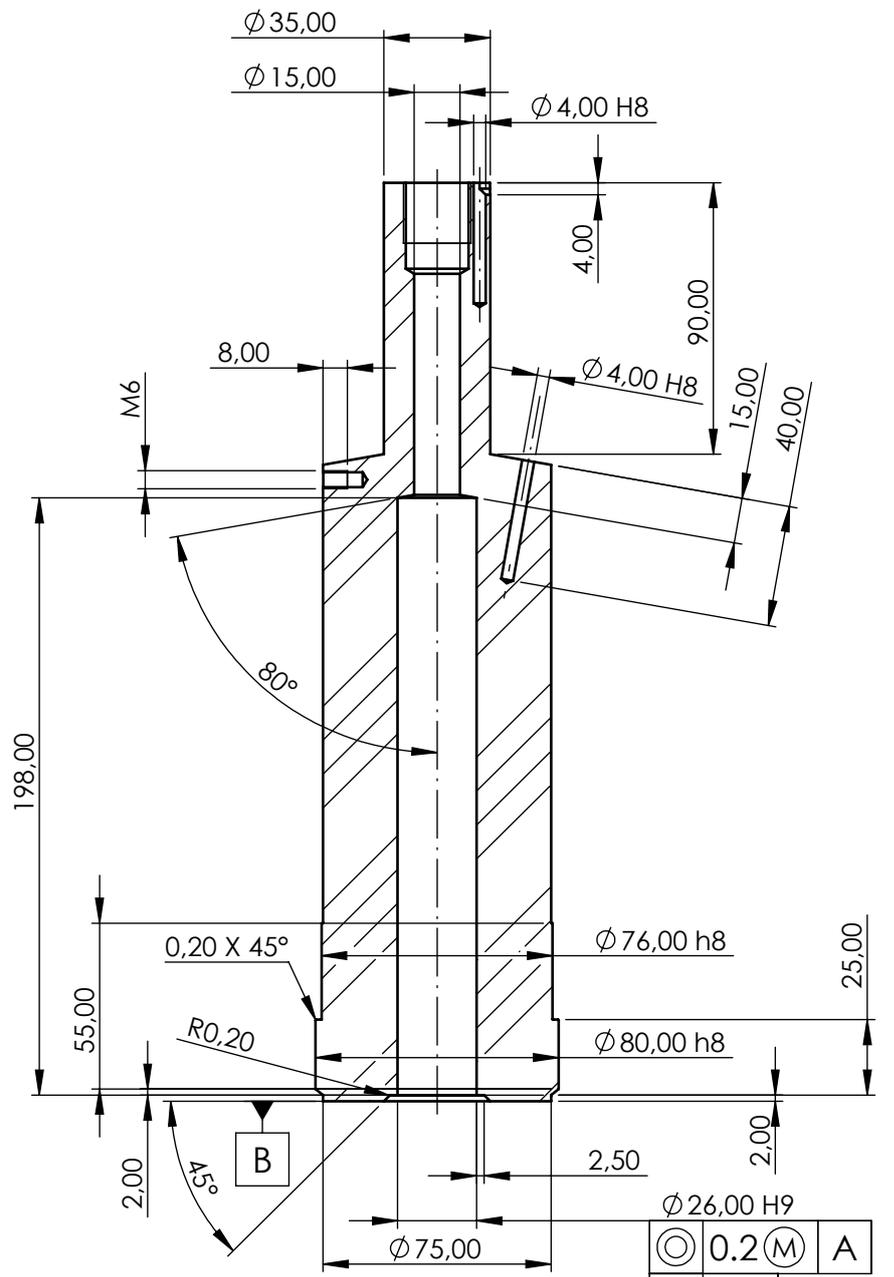
Observaciones:	Denominación: SCON02.02_Inyección	Material:	Plano nº: 1.02.02
			Hoja nº: 59
Escala: 1:4	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 29/04/2020
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Formato: A3





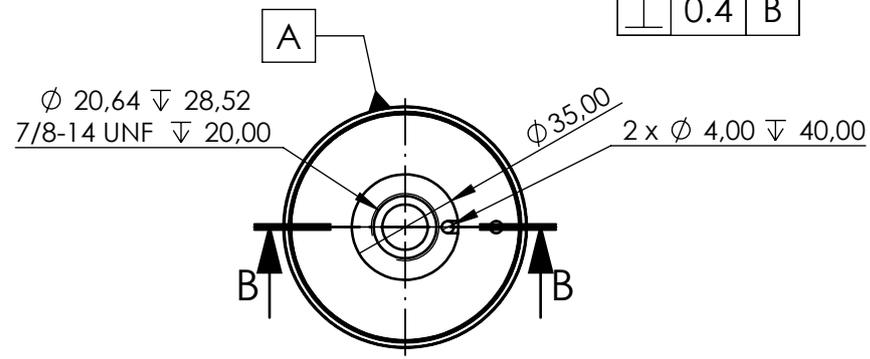
1.02.02.01.02	SP03_Brida actuadores inyección	1
1.02.02.01.01	SP02_Camara inyección	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Observaciones:		Denominación: P07_Cámara inyección + brida	Material:	Plano nº: 1.02.02.01
				Hoja nº: 60
Escala: 1:3	Un. dim. mm	 UNIVERSITAT JAUME-I	Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 29/05/2020
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador	Formato: A4

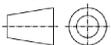


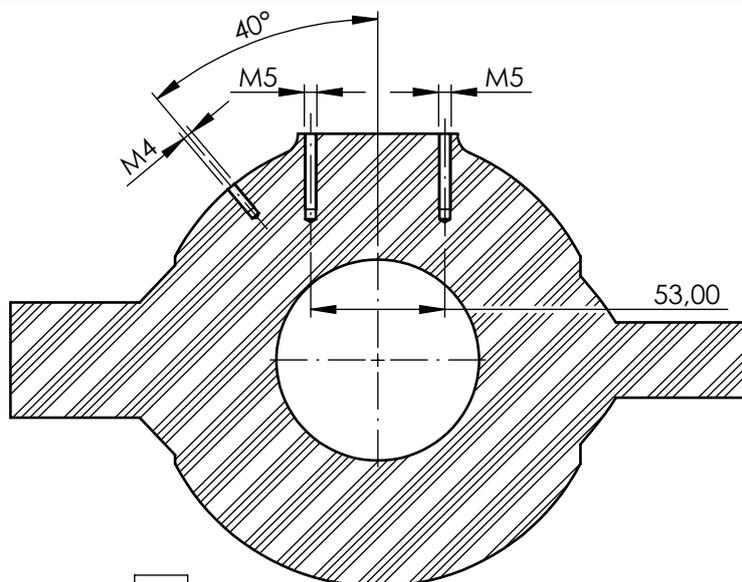
SECCIÓN B-B

\odot	0.2 (M)	A
H	0.4	
\perp	0.4	B

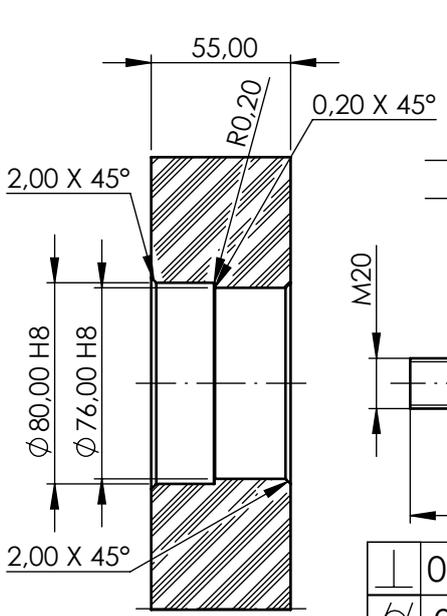
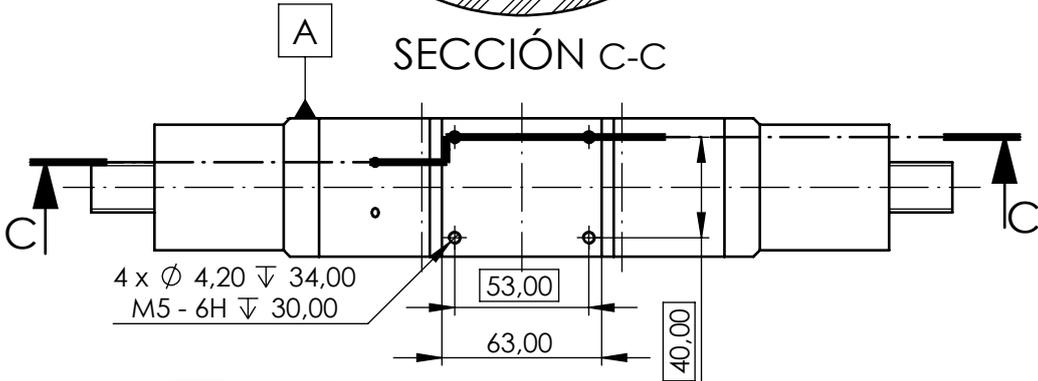


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

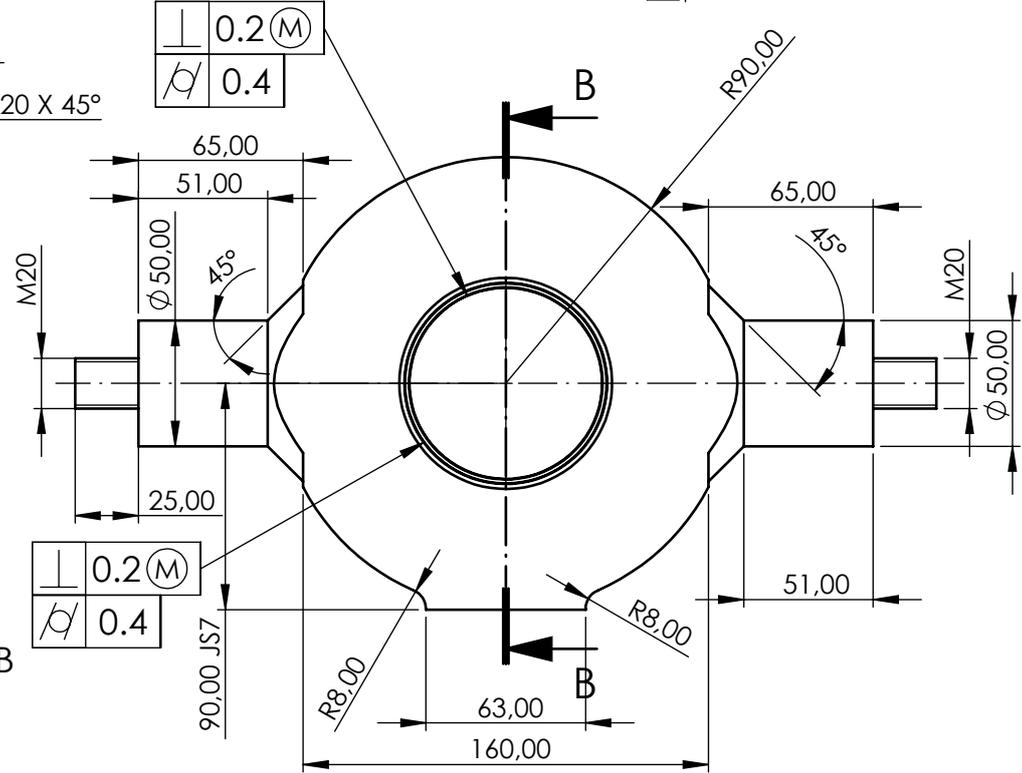
Observaciones:		Denominación: SP02_Cámara inyección	Material: Acero DIN 1.2343	Plano nº: 1.02.02.01.01
Escala: 2:5	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 61
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador	Fecha: 29/05/2020
			Formato: A4	



SECCIÓN C-C

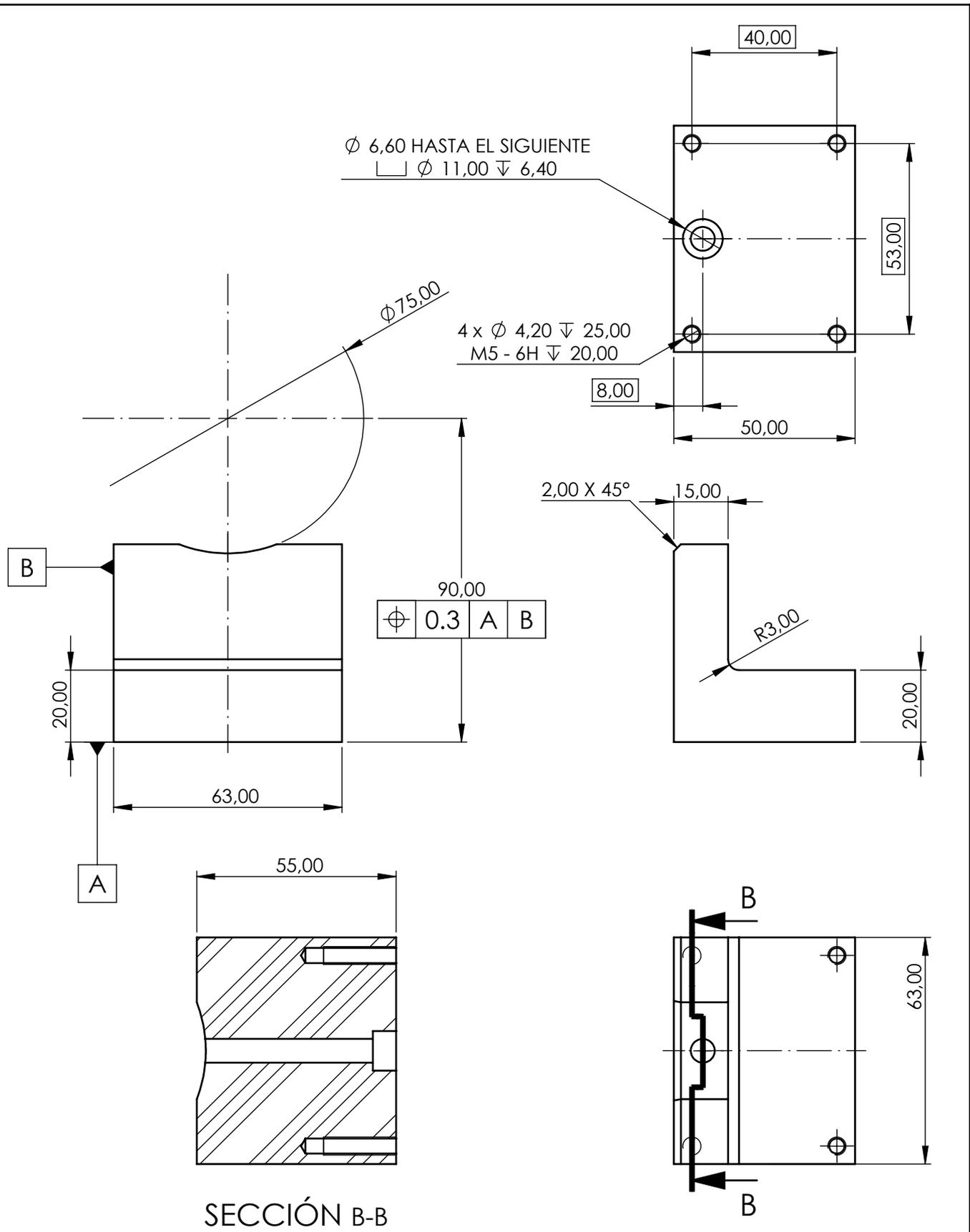


SECCIÓN B-B

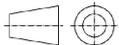


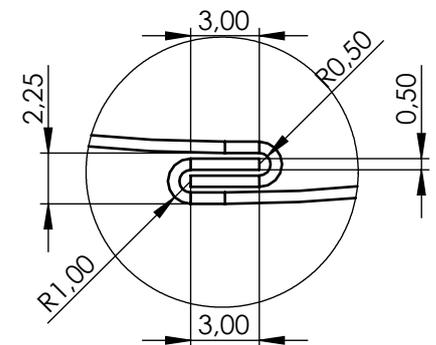
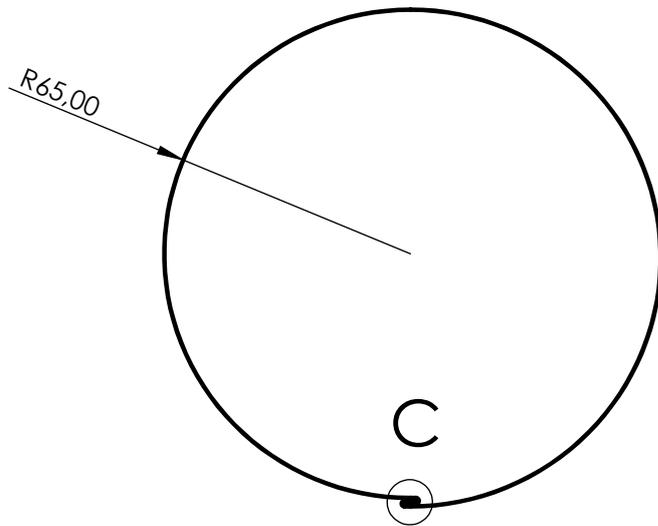
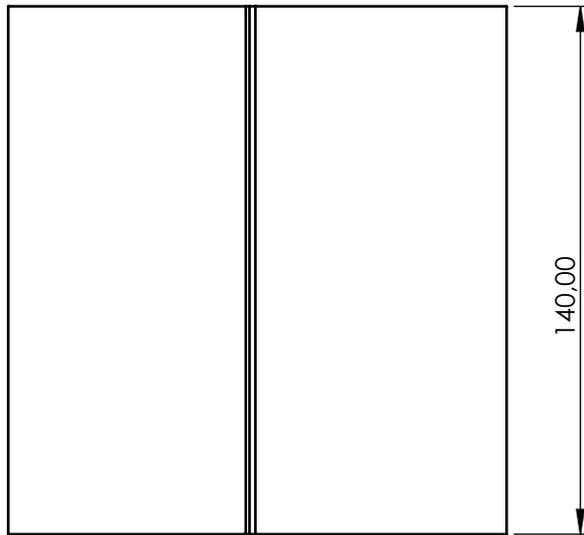
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: SP03_Brida actuadores inyección (Inyección)		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.02.01.02	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 62	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

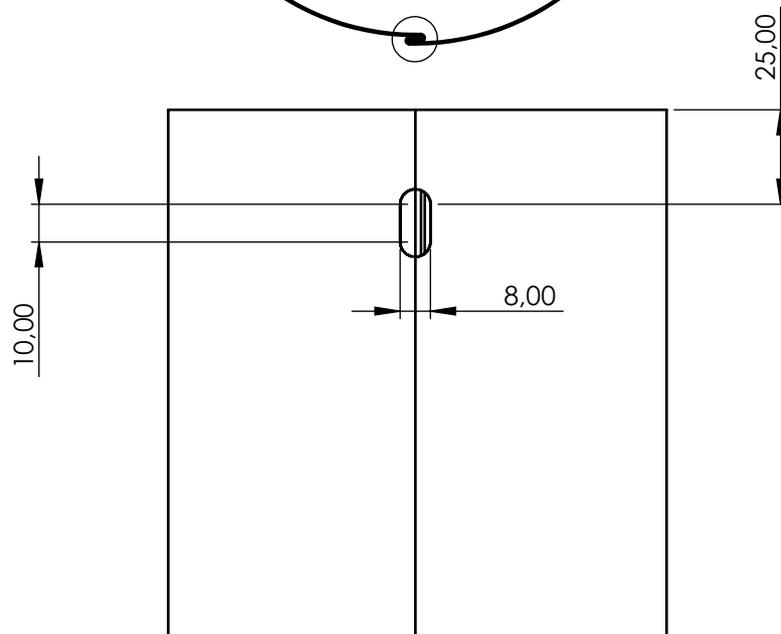


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P23_Soporte unidad de inyección-patín		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.02.02	
Escala: 2:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 63	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

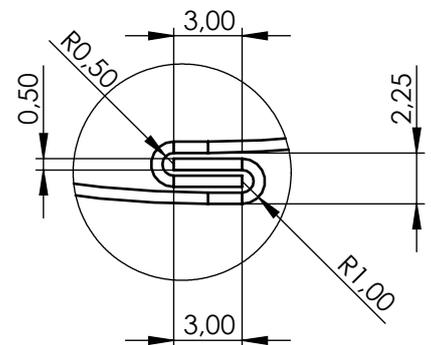
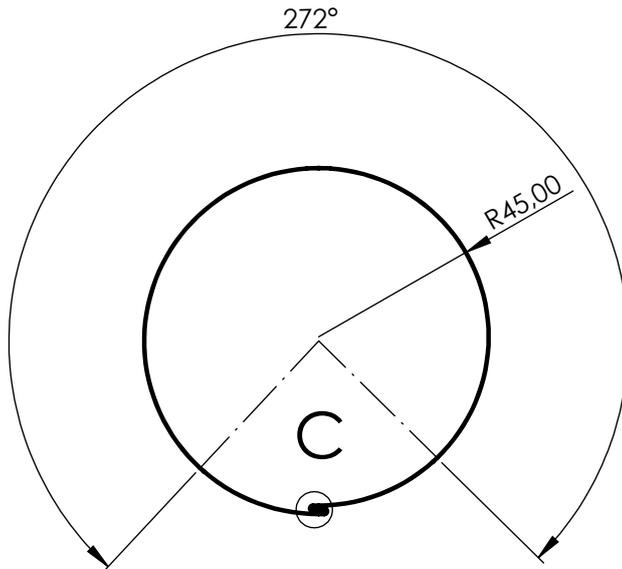
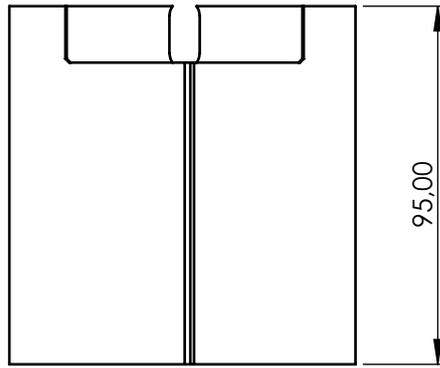


DETALLE C
ESCALA 3 : 1

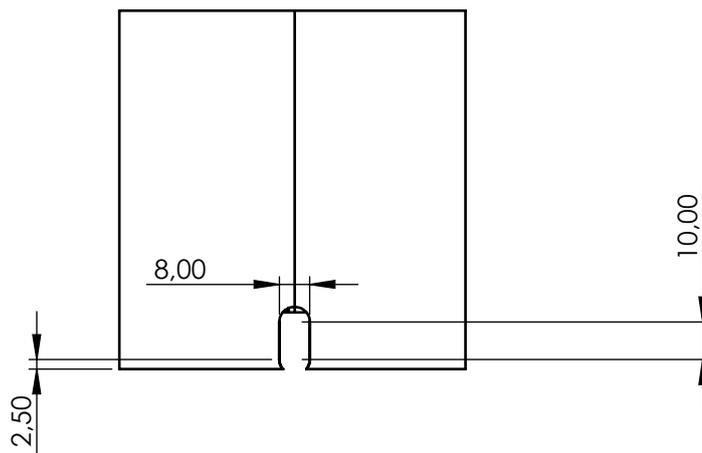


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P25_Carcasa aislante resistencias (Corta)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.02.03	
Escala: 1:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 64	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

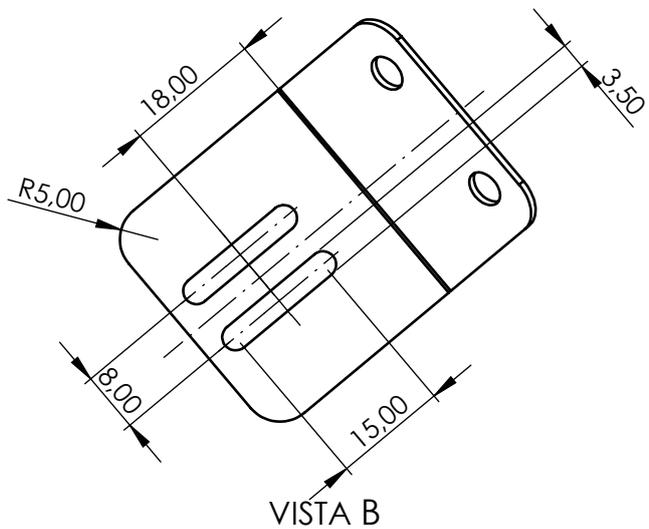
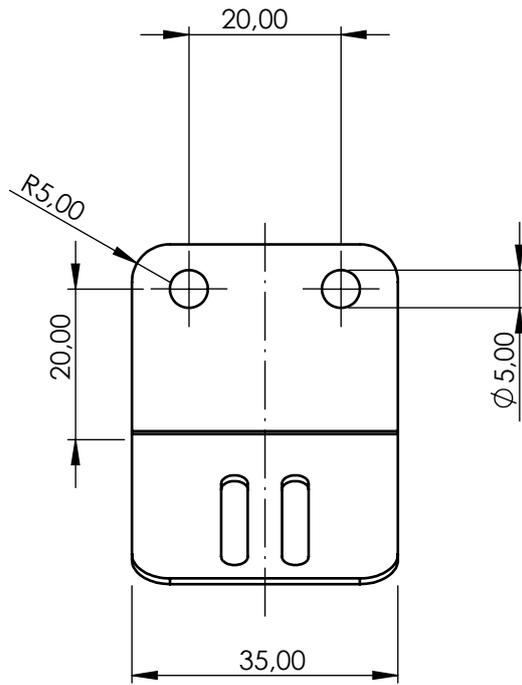
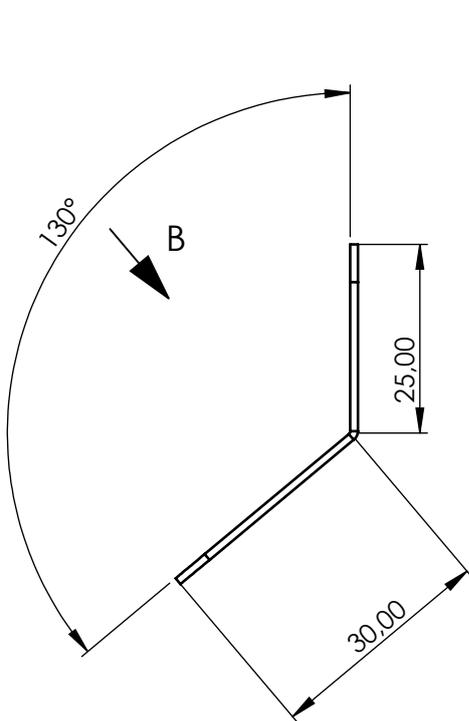


DETALLE C
ESCALA 3 : 1



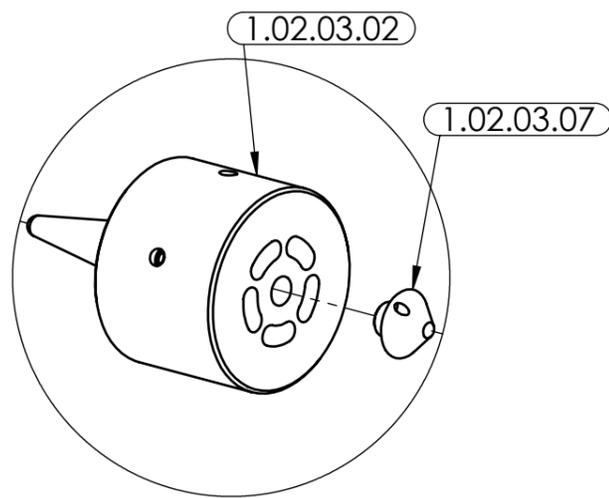
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P25_Carcasa aislante resistencias (Diámetro pequeño)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.02.04	
Escala: 1:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 65	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



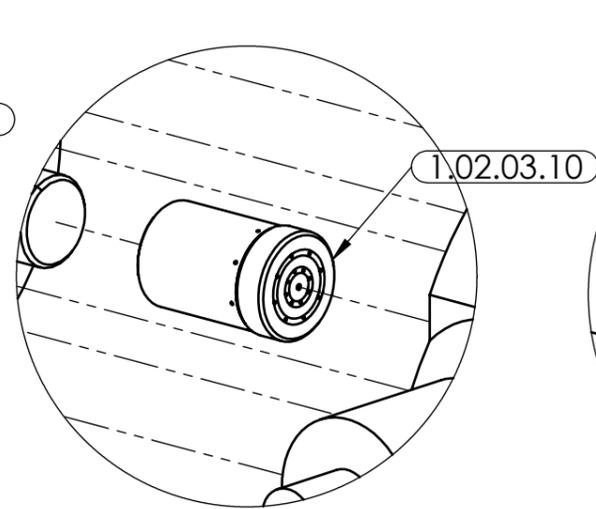
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P49_Escuadra cadena portacables (Movil)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.02.05	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 66	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



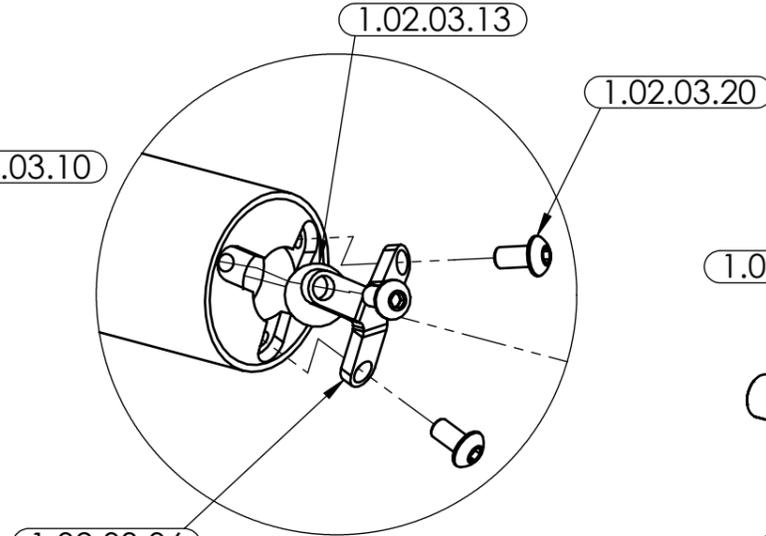
DETALLE A

ESCALA 1:2



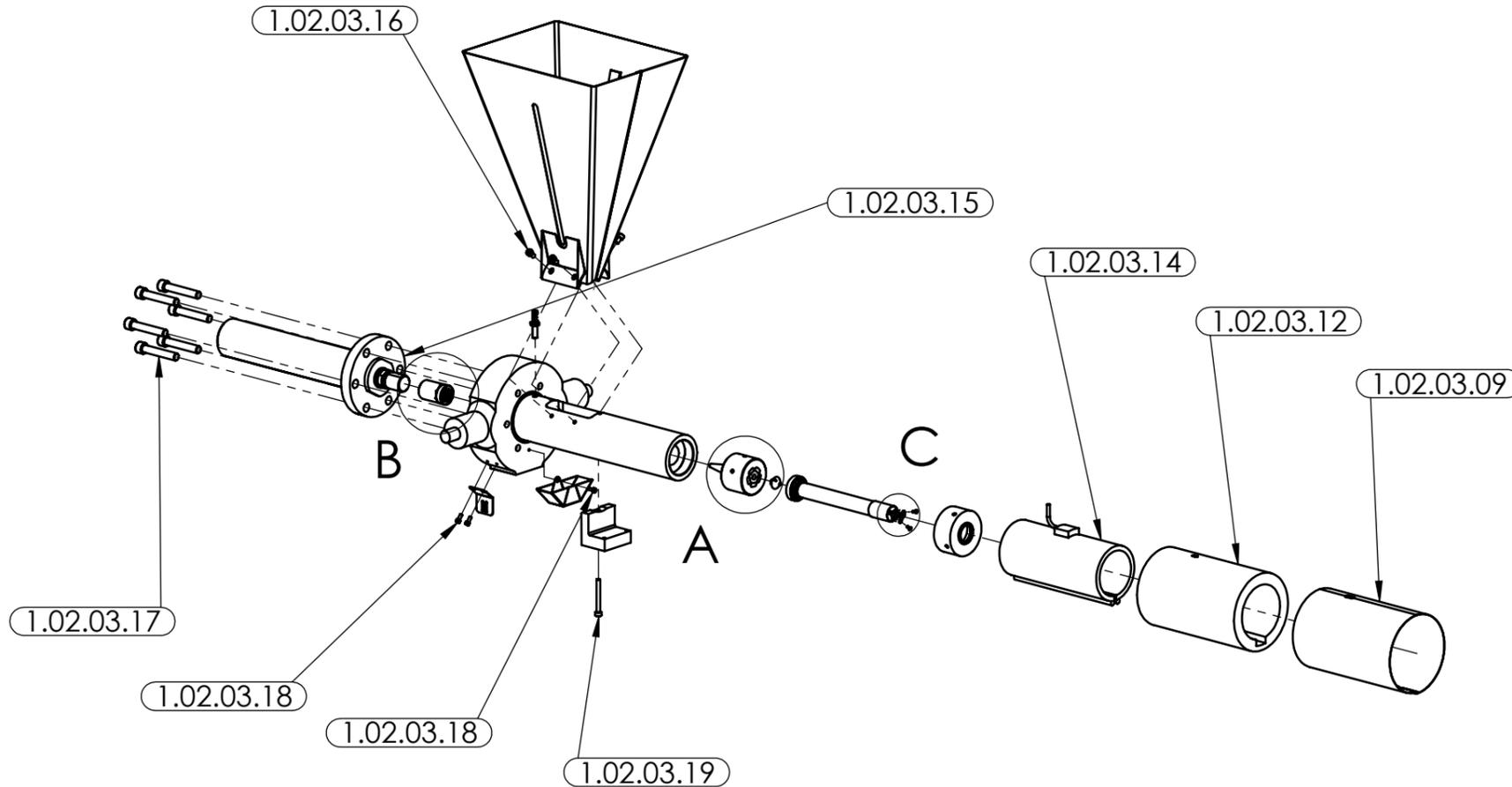
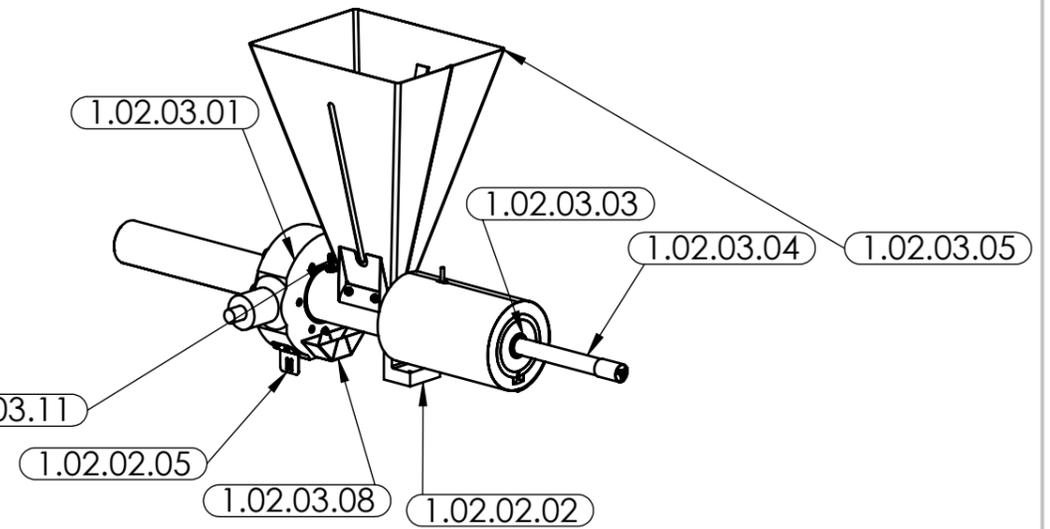
DETALLE B

ESCALA 1:2



DETALLE C

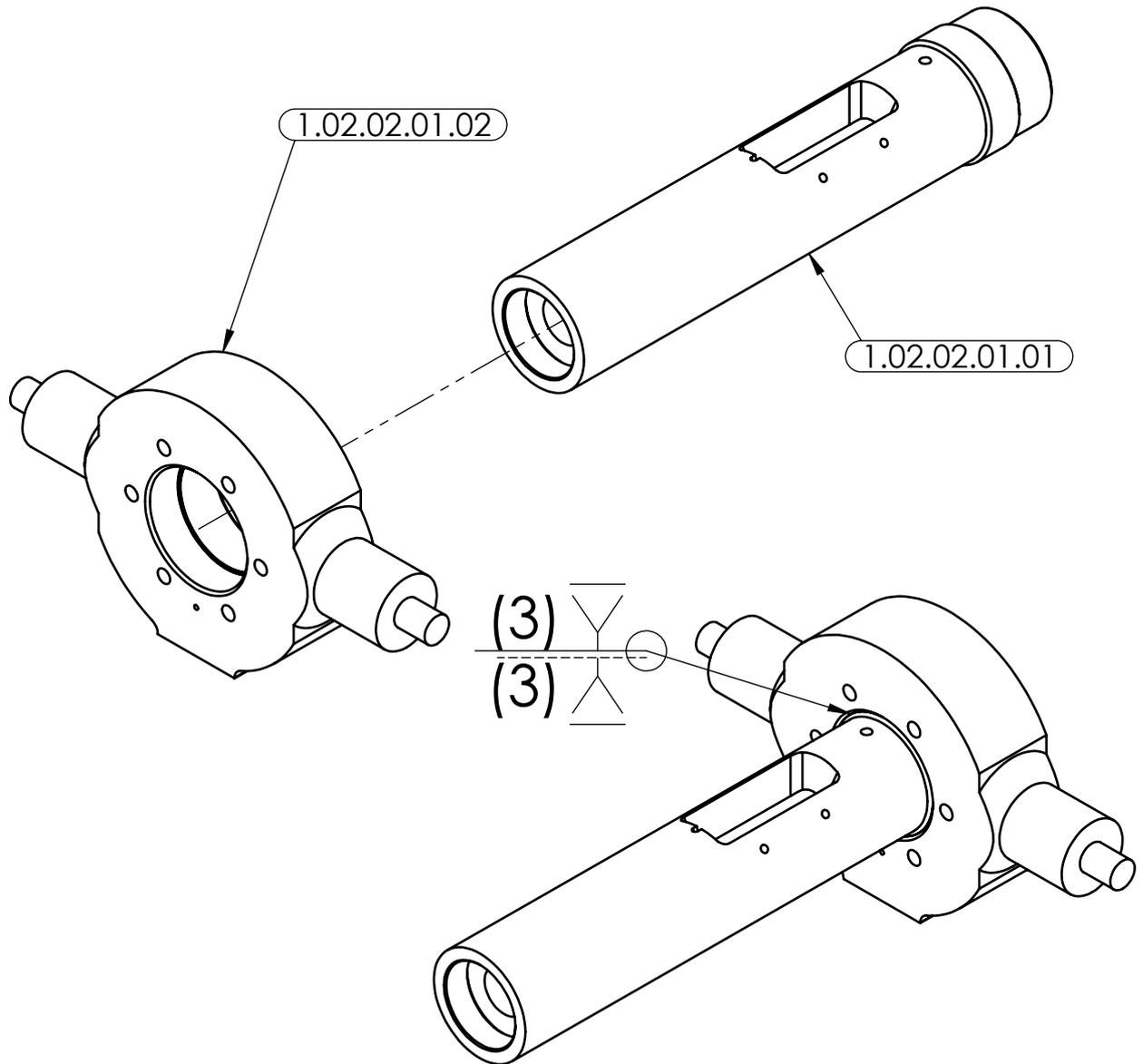
ESCALA 1:1



1.02.03.20	ISO 7380 - M3 x 6 - 6N	3
1.02.03.19	DIN 912 M6 x 55 --- 24N	1
1.02.03.18	DIN 912 M4 x 10 --- 10N	3
1.02.03.17	DIN 912 M12 x 70 --- 70N	6
1.02.03.16	DIN 912 M6 x 10 --- 10N	4
1.02.03.15	CDL2MF3_50_32_190D1X_B11CHUMWW	1
1.02.03.14	Resistencia de camisa	1
1.02.03.13	Bola valvula antiretorno inyección	1
1.02.03.12	Lana de roca	1
1.02.03.11	SICK_IME08-02BDSZT0S	1
1.02.03.10	P58_Embolo pre-plastificación	1
1.02.02.05	P49_Escuadra cadena portacables	1
1.02.03.09	P25_Carcasa aislante resistencias	1
1.02.03.08	P24_Recoge-granza protector rail	1
1.02.02.02	P23_Soporte unidad de inyección-patin	1
1.02.03.07	P22_Tapa torpedo	1
1.02.03.06	P06_Tope valvula embolo	1
1.02.03.05	P05_Tolva	1
1.02.03.04	P04_Embolo inyección	1
1.02.03.03	P03_Brida embolo inyección	1
1.02.03.02	P02_Torpedo	1
1.02.03.01	P01_Camara preplastificación+brida	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

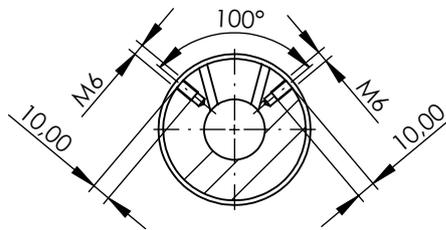
Observaciones:	Denominación: SCON02.03_Pre-plastificación	Material:	Plano nº: 1.02.03
			Hoja nº: 67
Escala: 1:10	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 27/05/2020
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Formato: A3



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

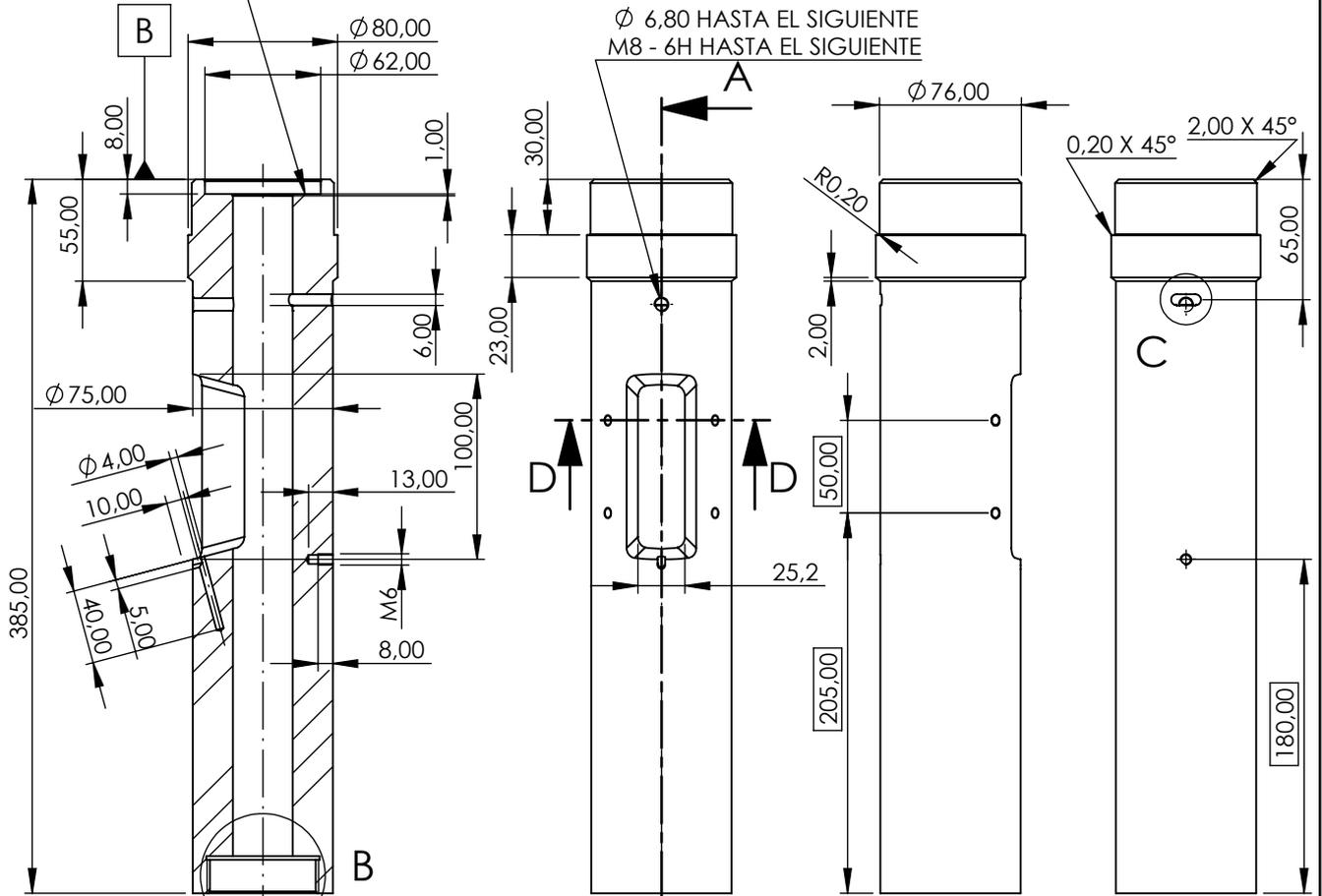
1.02.02.01.02	SP03_Brida actuadores inyección	1
1.02.02.01.01	SP01_Camara preplastificación	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Observaciones:		Denominación: P01_Camara preplastificación+brida	Material:	Plano nº: 1.02.03.01
				Hoja nº: 68
Escala: 1:4	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 29/05/2020
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador	Formato: A4

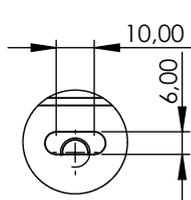


SECCIÓN D-D

\perp	0.4	A
//	0.2	B

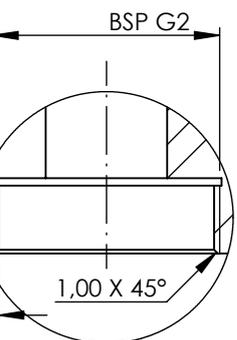
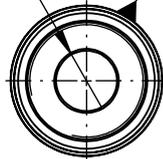


SECCIÓN A-A



DETALLE C
ESCALA 1 : 2

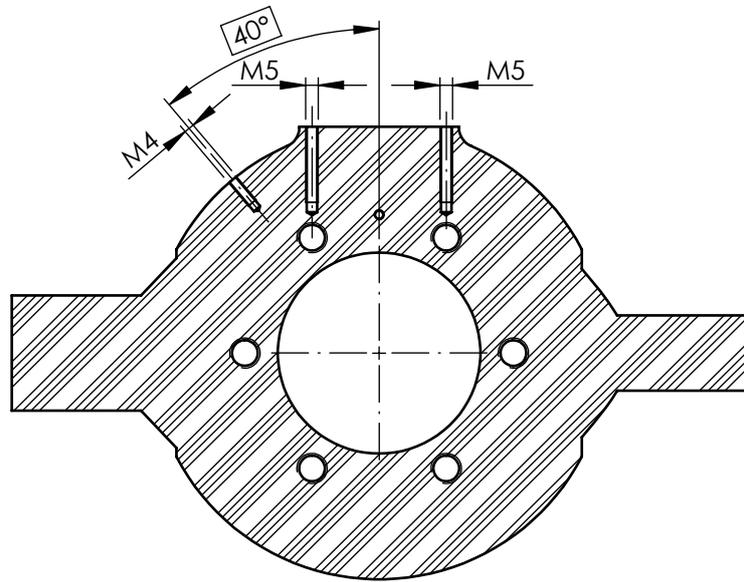
\odot	0.4	A
\varnothing	0.4	



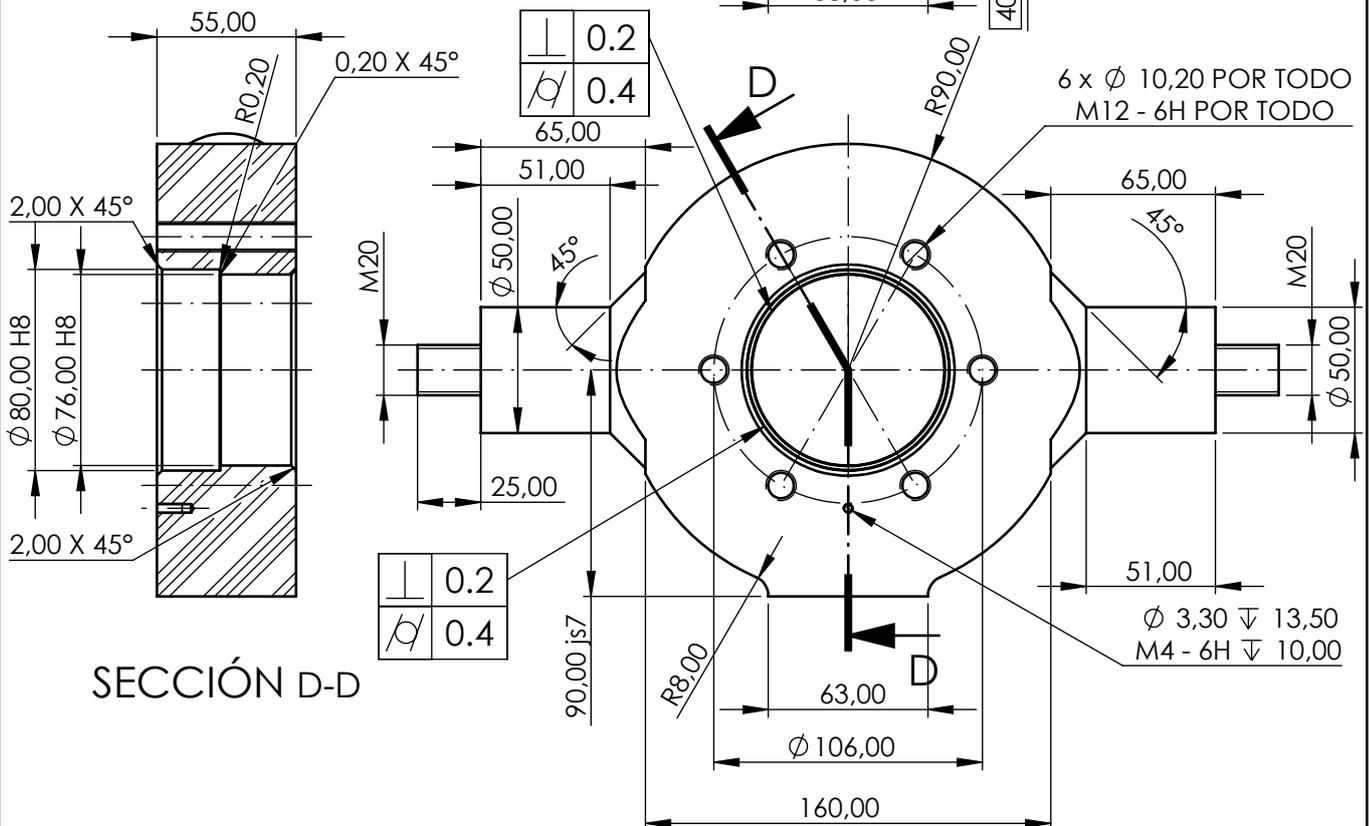
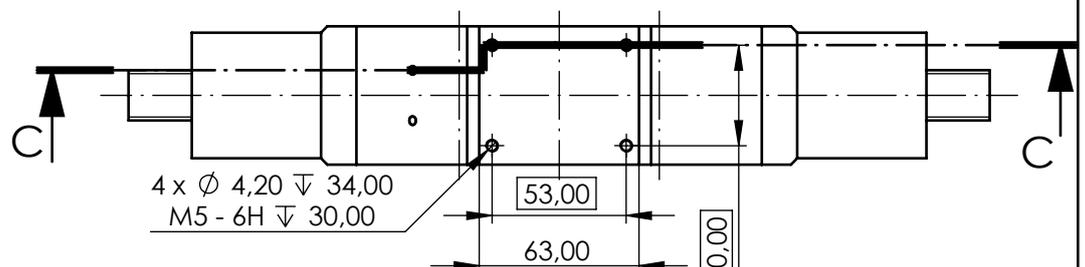
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: SP01_Camara preplastificación		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.03.01.01	
Escala: 1:4		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 69	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



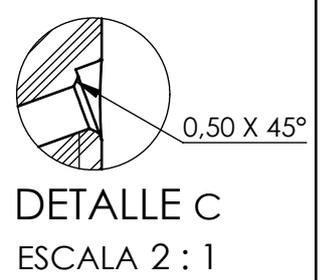
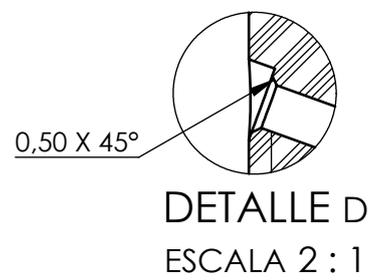
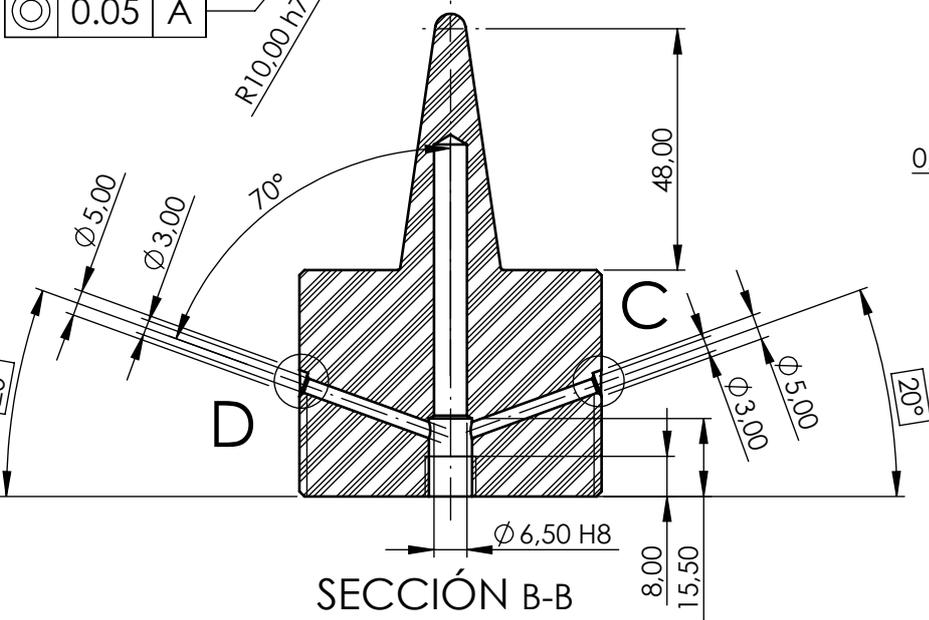
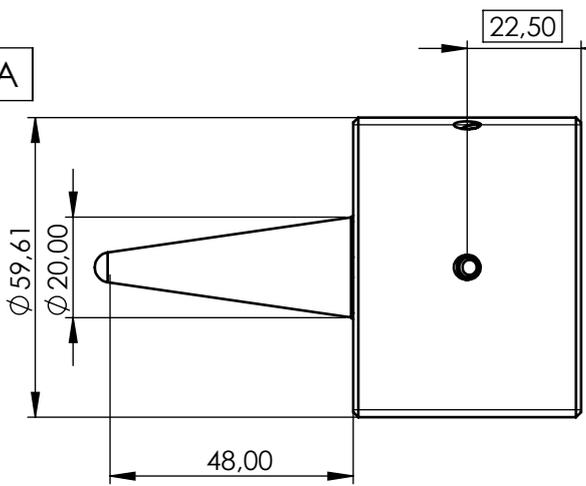
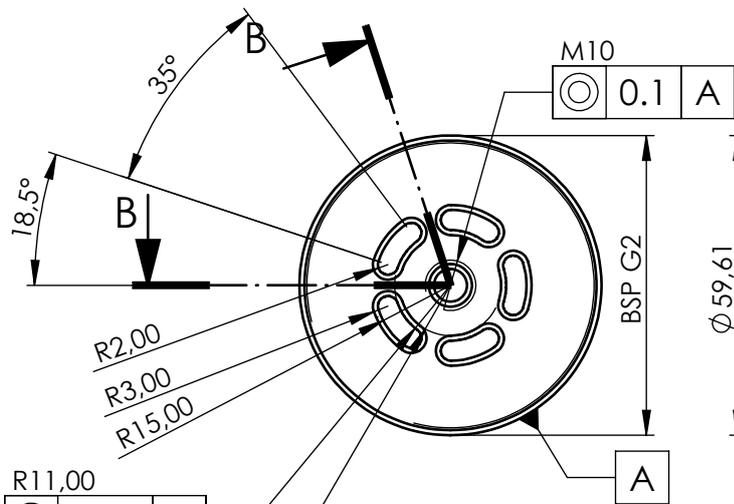
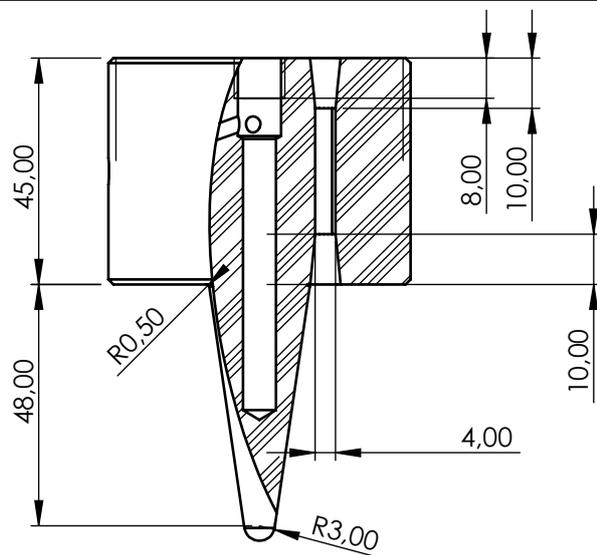
SECCIÓN C-C



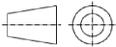
SECCIÓN D-D

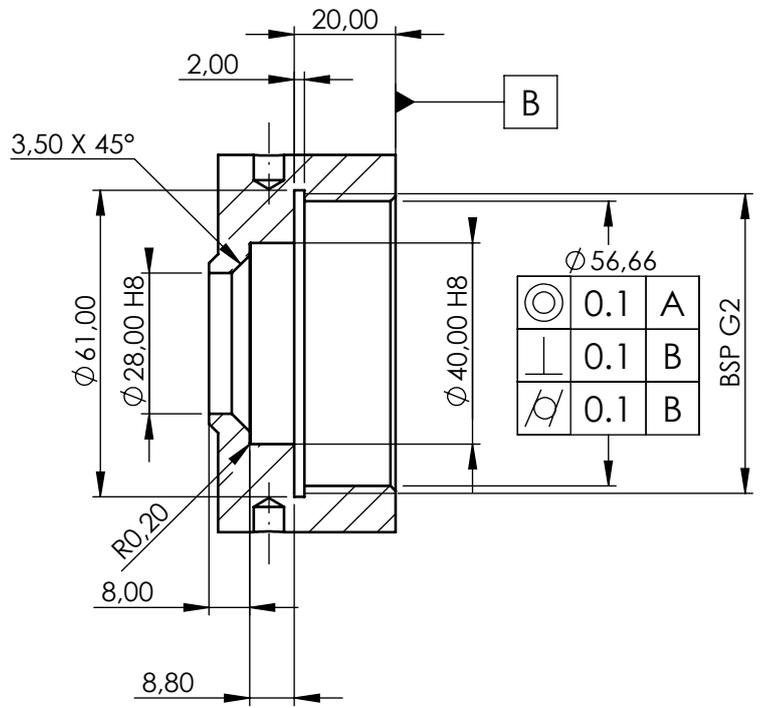
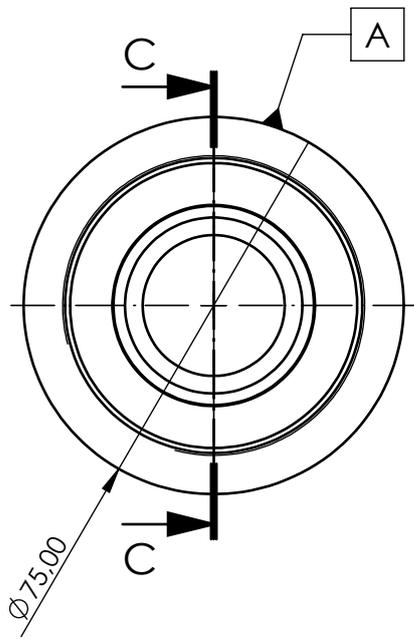
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: SP03_Brida actuadores inyección (Preplastificación)		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.03.01.02	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 70	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

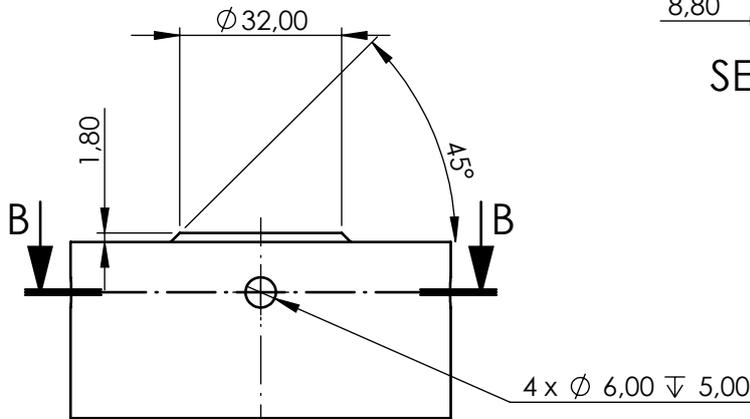


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P02_Torpedo		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.03.02	
Escala: 2:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 71	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



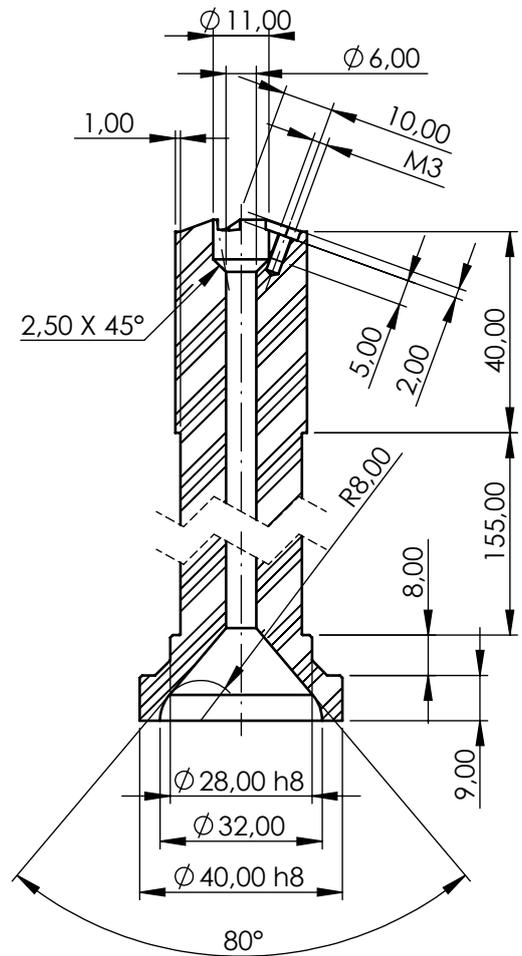
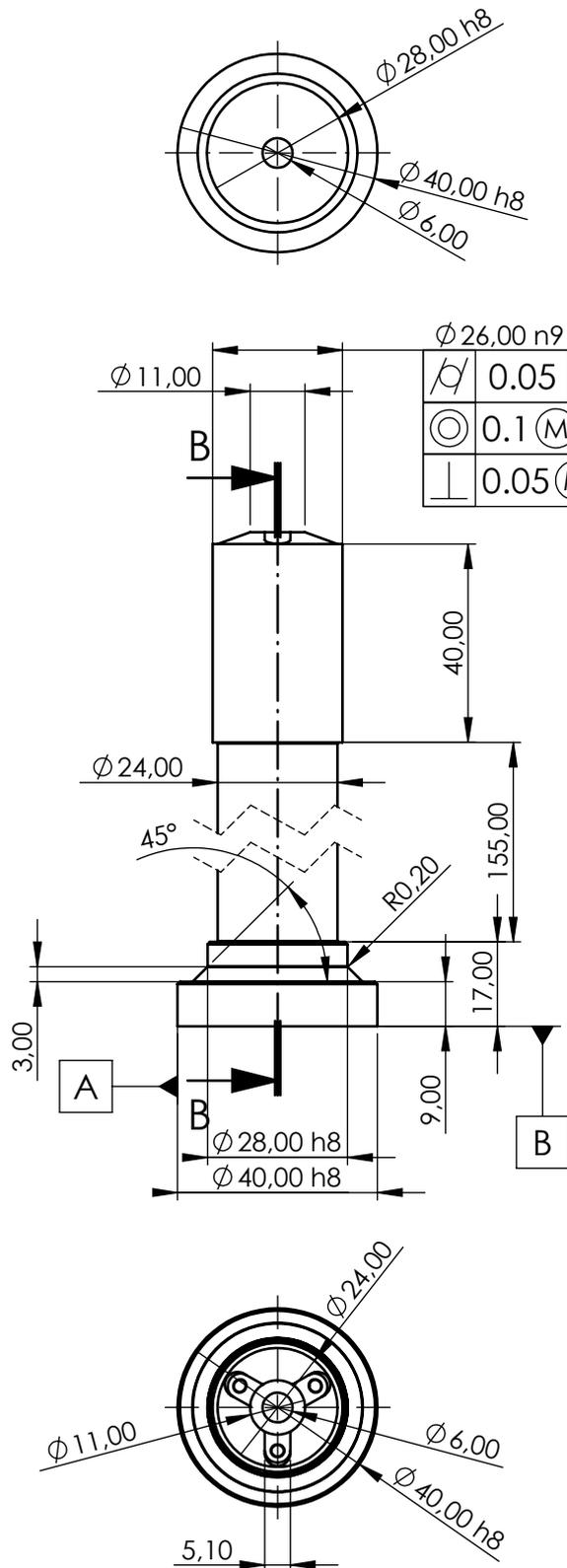
SECCIÓN C-C



SECCIÓN B-B

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

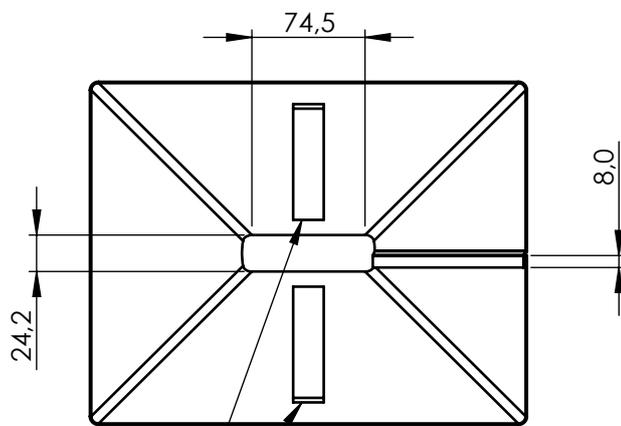
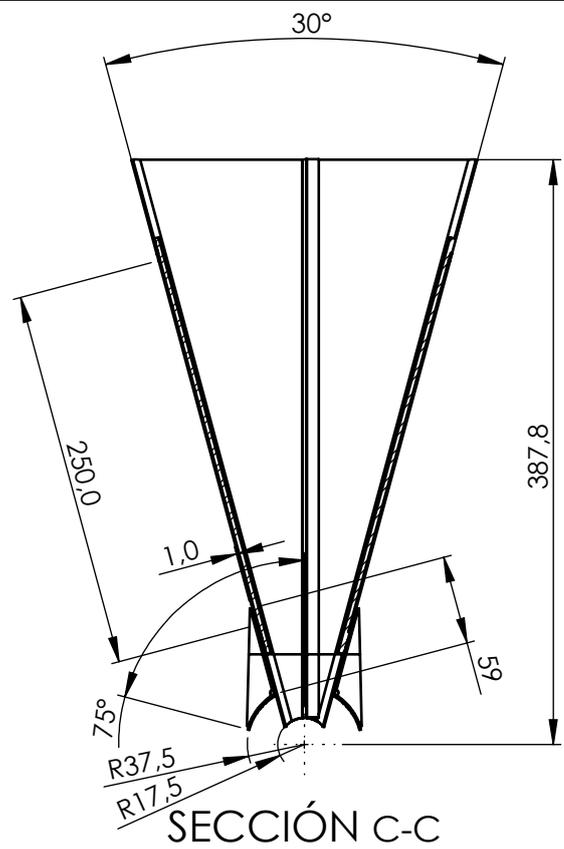
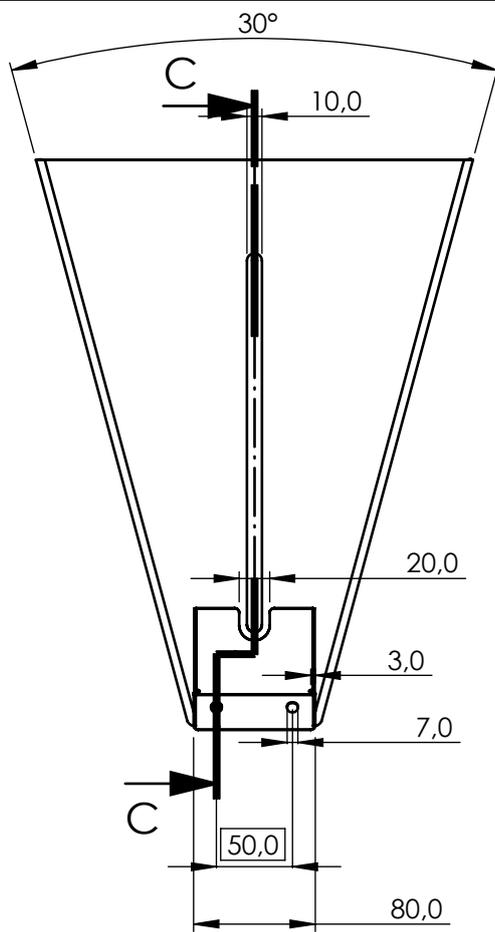
Observaciones:		Denominación: P03_Brida embolo inyección		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.03.03	
Escala: 2:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 72	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



SECCIÓN B-B

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

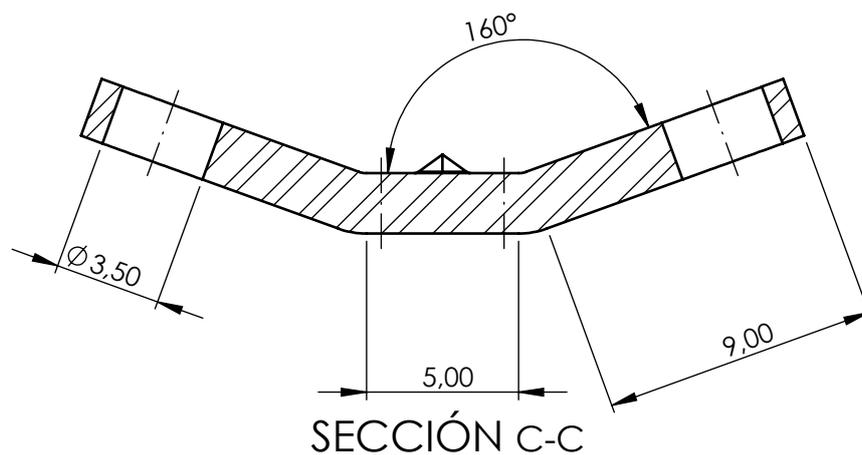
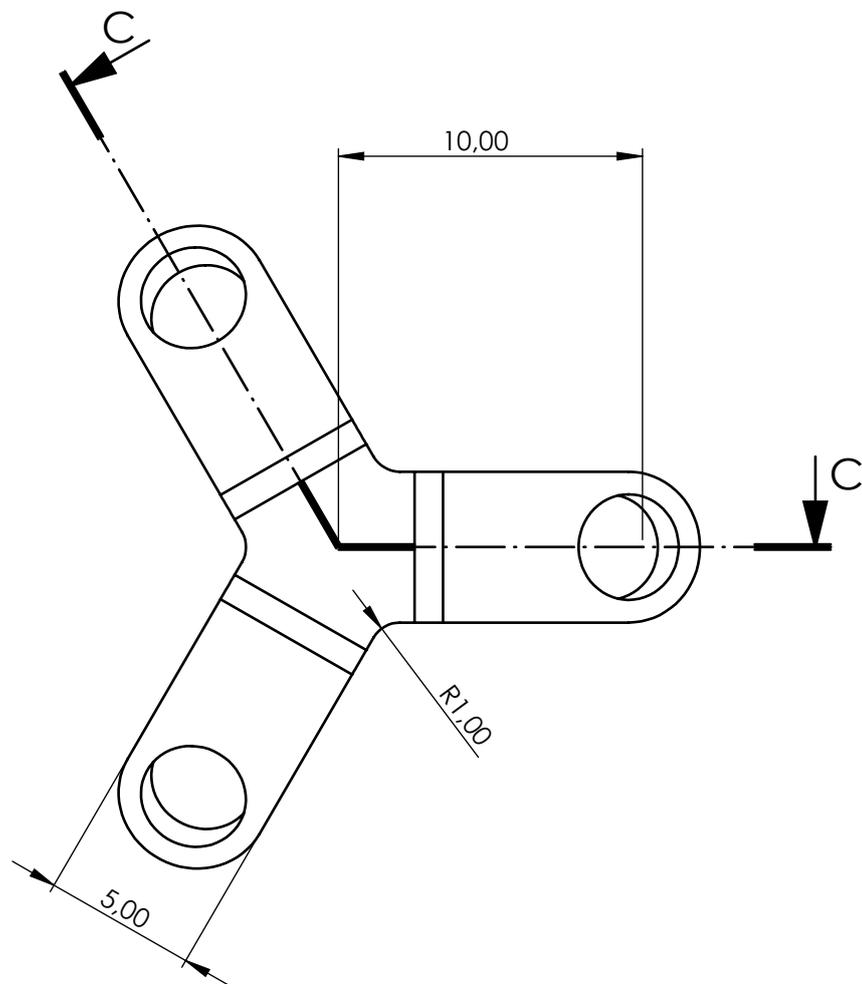
Observaciones:		Denominación: P04_Embolo inyección		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.03.04	
Escala: 2:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 73	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



VENTANAS PMMA
3 x 20 x 285 mm
PEGADA

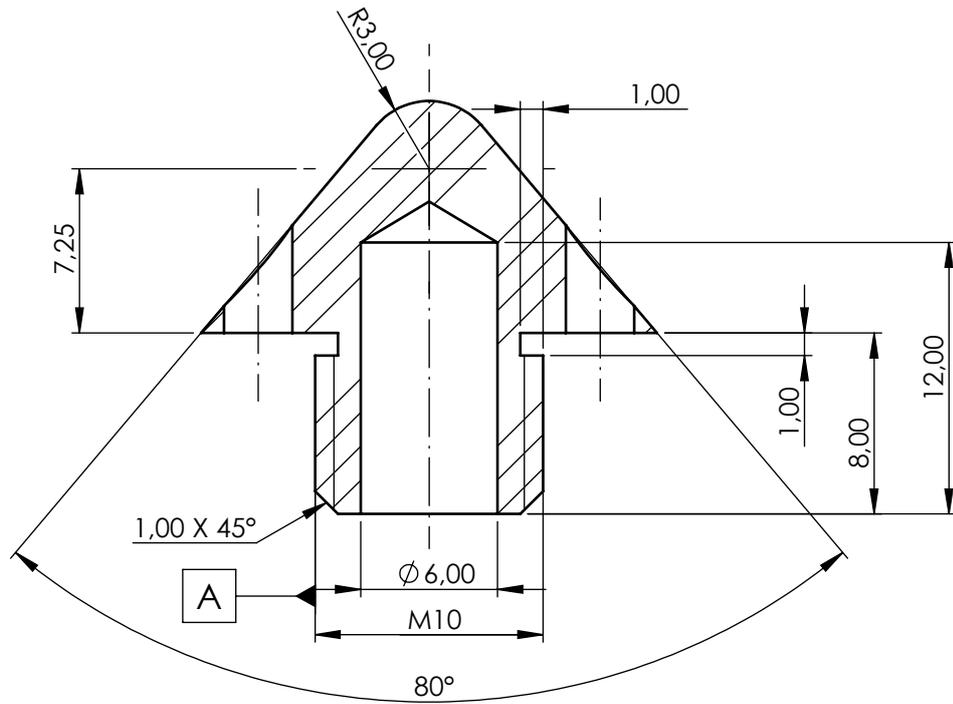
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P05_Tolva		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.03.05	
Escala: 1:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 74	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

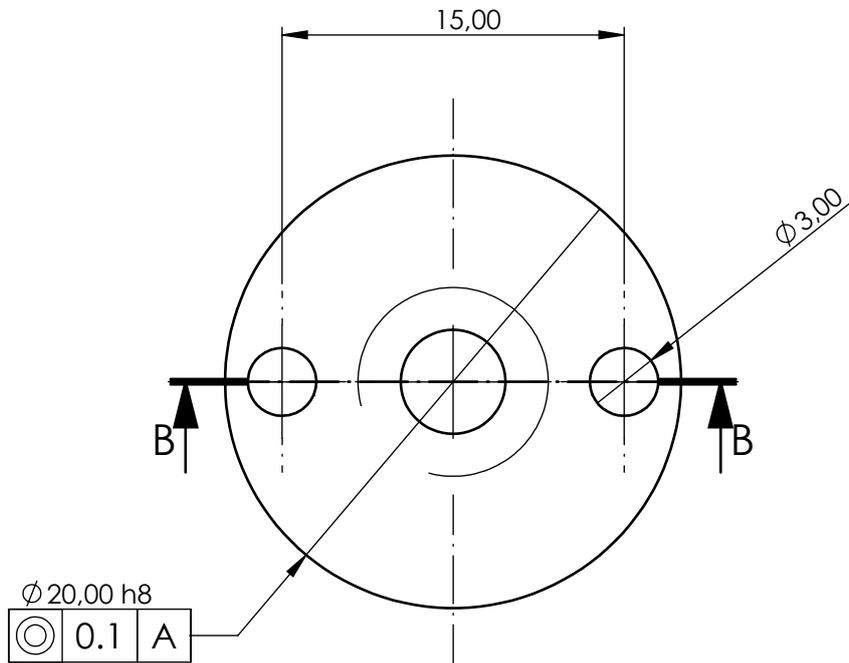


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P06_Tope valvula embolo		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.03.06	
Escala: 4:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 75	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

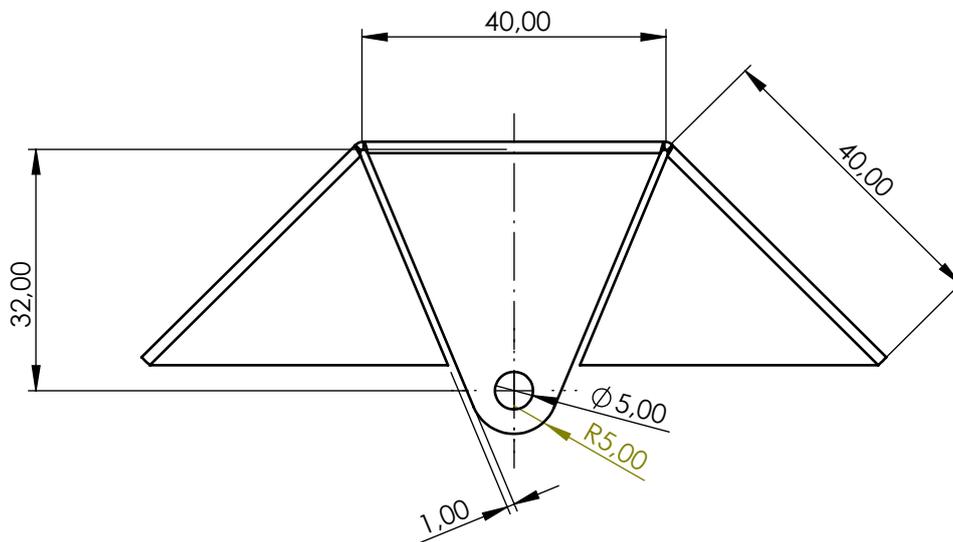
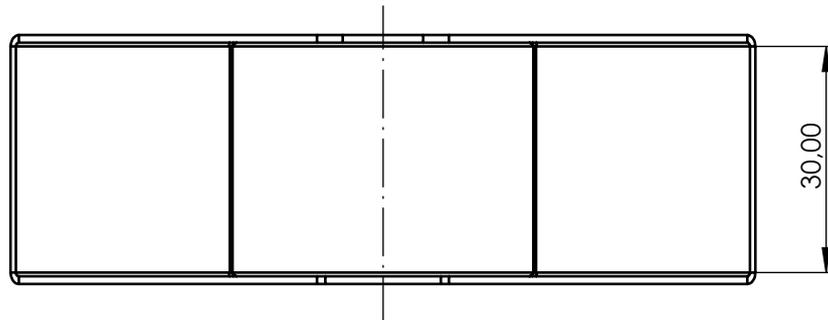
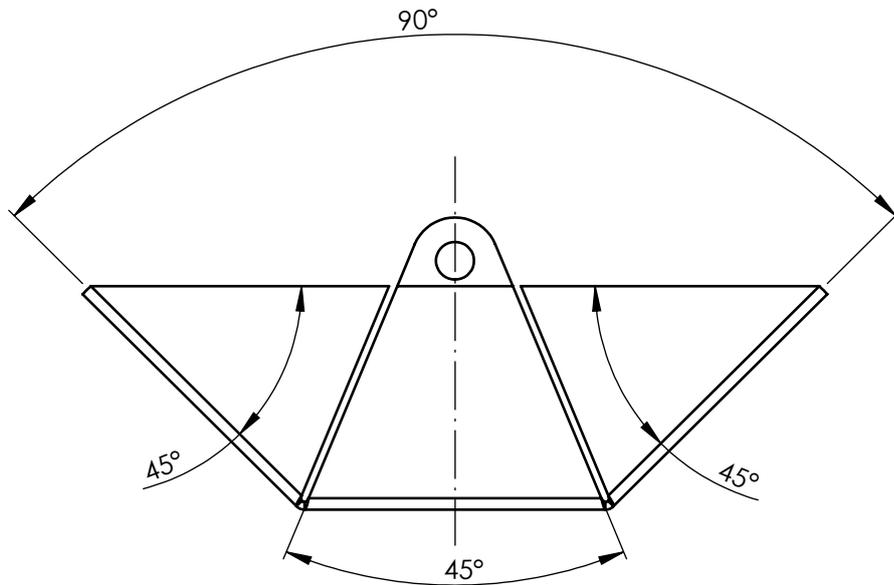


SECCIÓN B-B



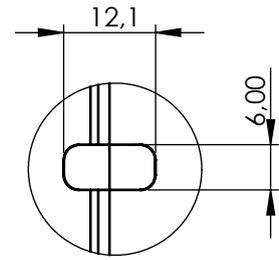
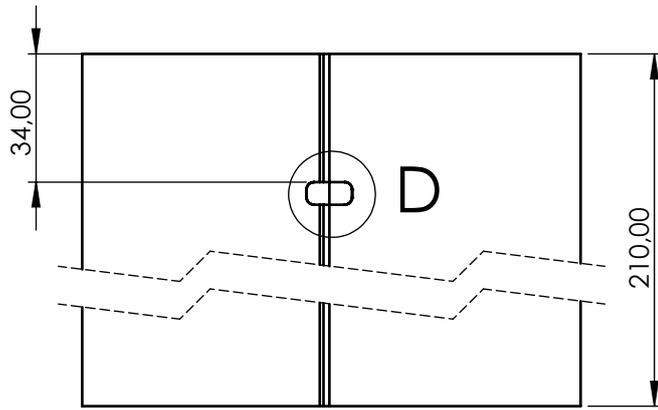
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P22_Tapa torpedo		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.03.07	
Escala: 3:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 76	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

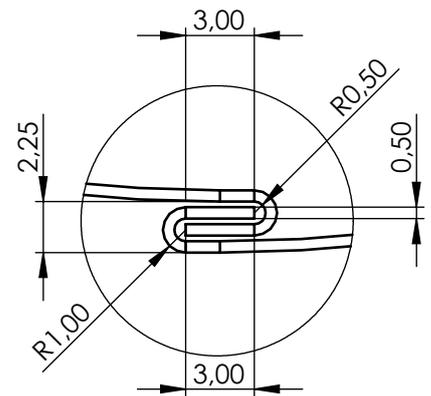
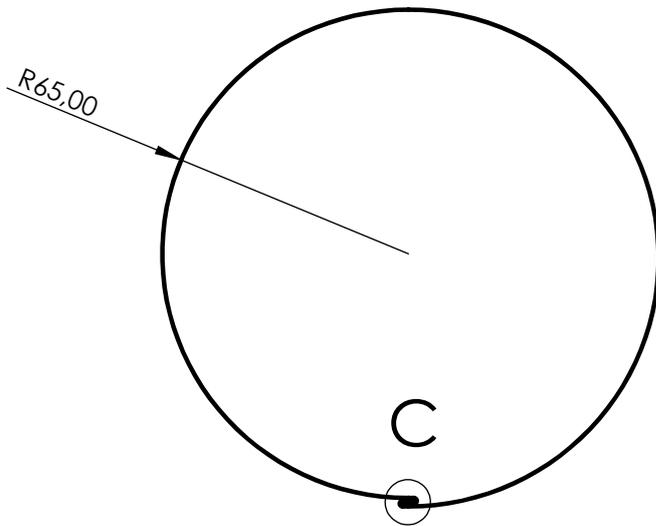


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

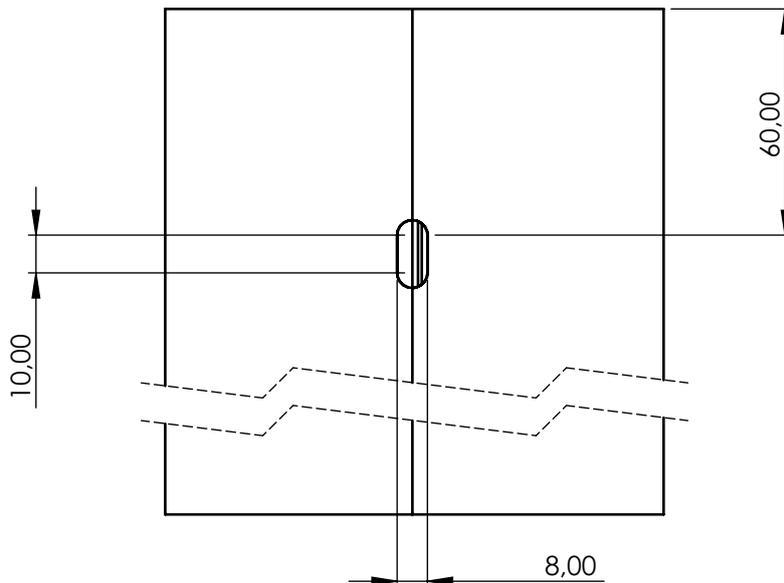
Observaciones:		Denominación: P24_Recoge-granza protector rail		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.03.08	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 77	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



DETALLE D
ESCALA 1 : 1

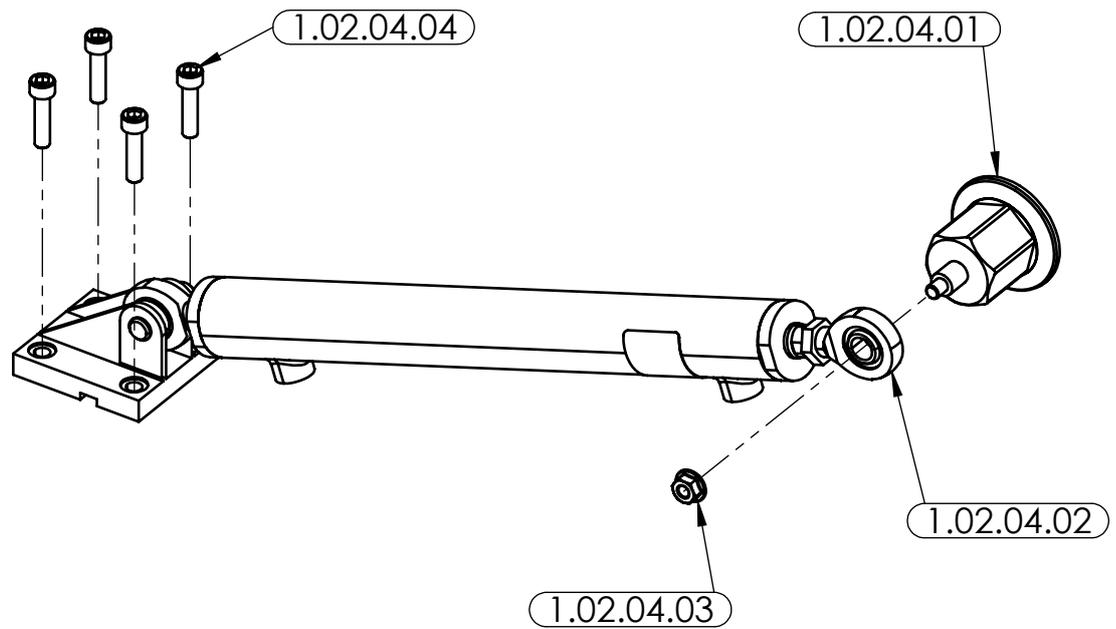
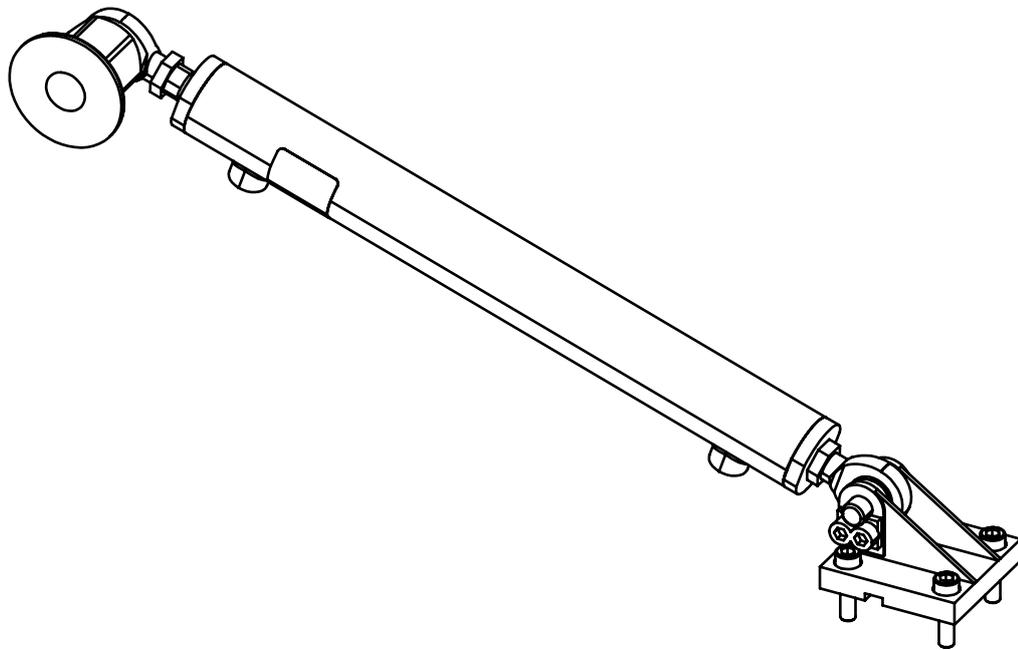


DETALLE C
ESCALA 3 : 1



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

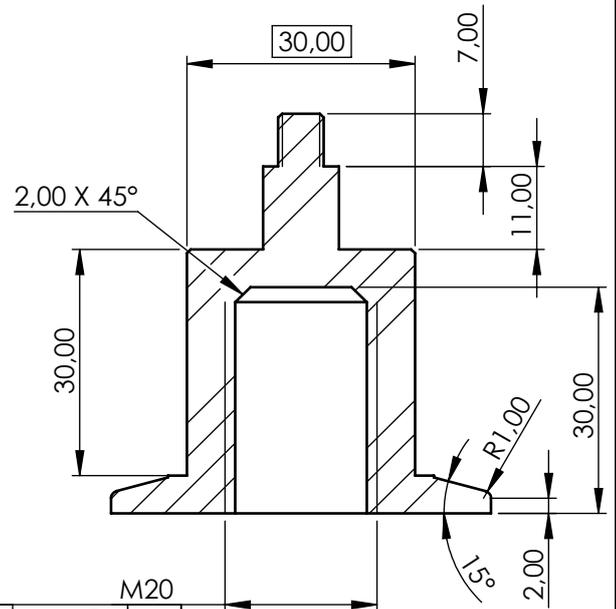
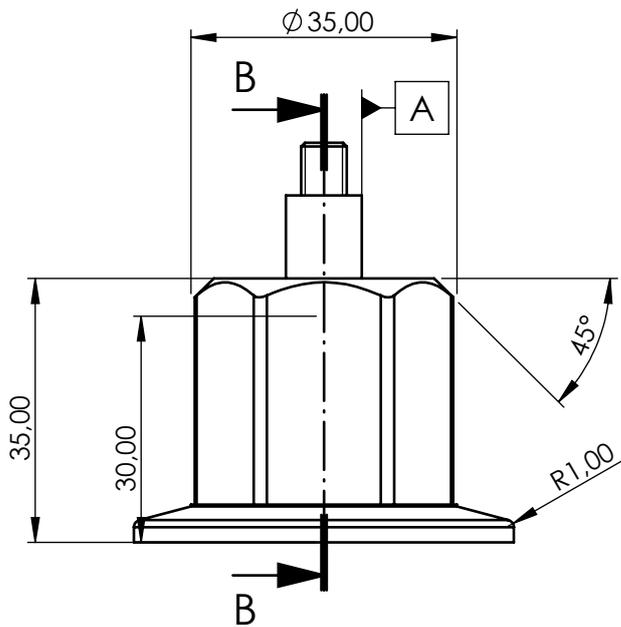
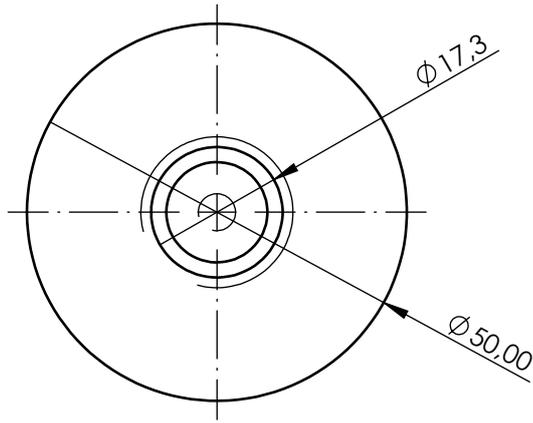
Observaciones:		Denominación: P25_Carcasa aislante resistencias (Larga)		Material: Acero Inox. AISI 304		Plano nº: 1.02.03.09	
Escala: 1:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 78	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



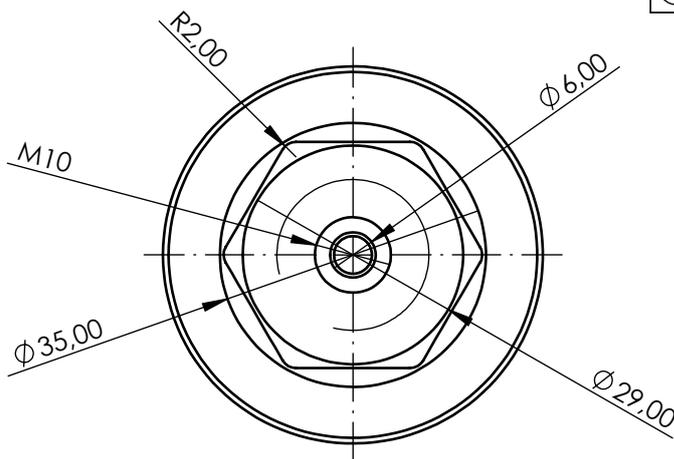
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

1.02.04.04	DIN 912 M6 x 25 --- 25N	4
1.02.04.03	Hexagon Flange Nut DIN 6923 - M6 - N	1
1.02.04.02	CDL2MP5_25_14_200C1X_B11CLUMWW + CLCA_10	1
1.02.04.01	P08_Extensor empuje aproximación UI	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Observaciones:		Denominación: SCON02.04_Actuador de aproximación	Material:	Plano nº: 1.02.04
				Hoja nº: 80
Escala: 1:3	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Fecha: 27/05/2020
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador	Formato: A4

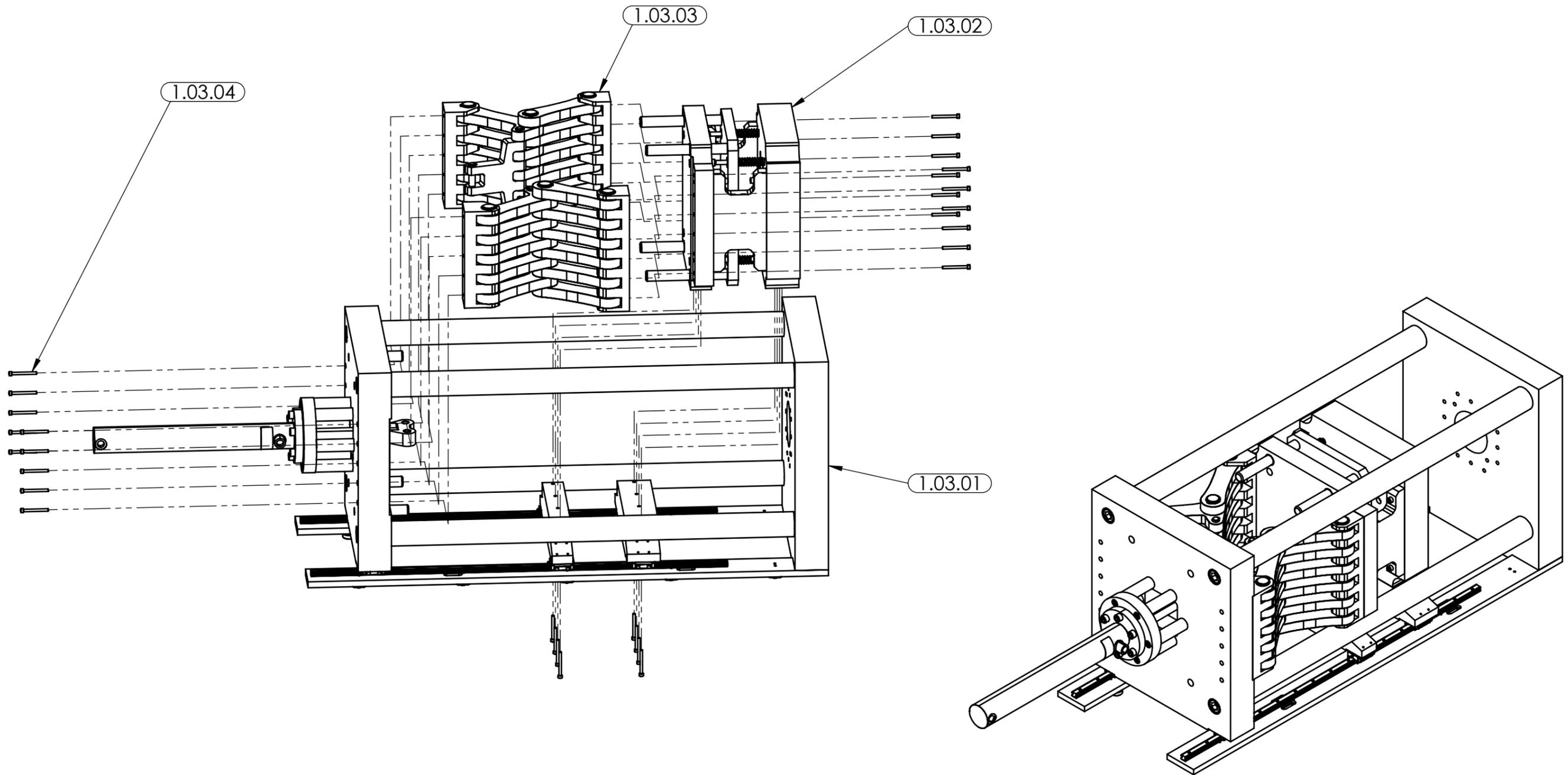


SECCIÓN B-B



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

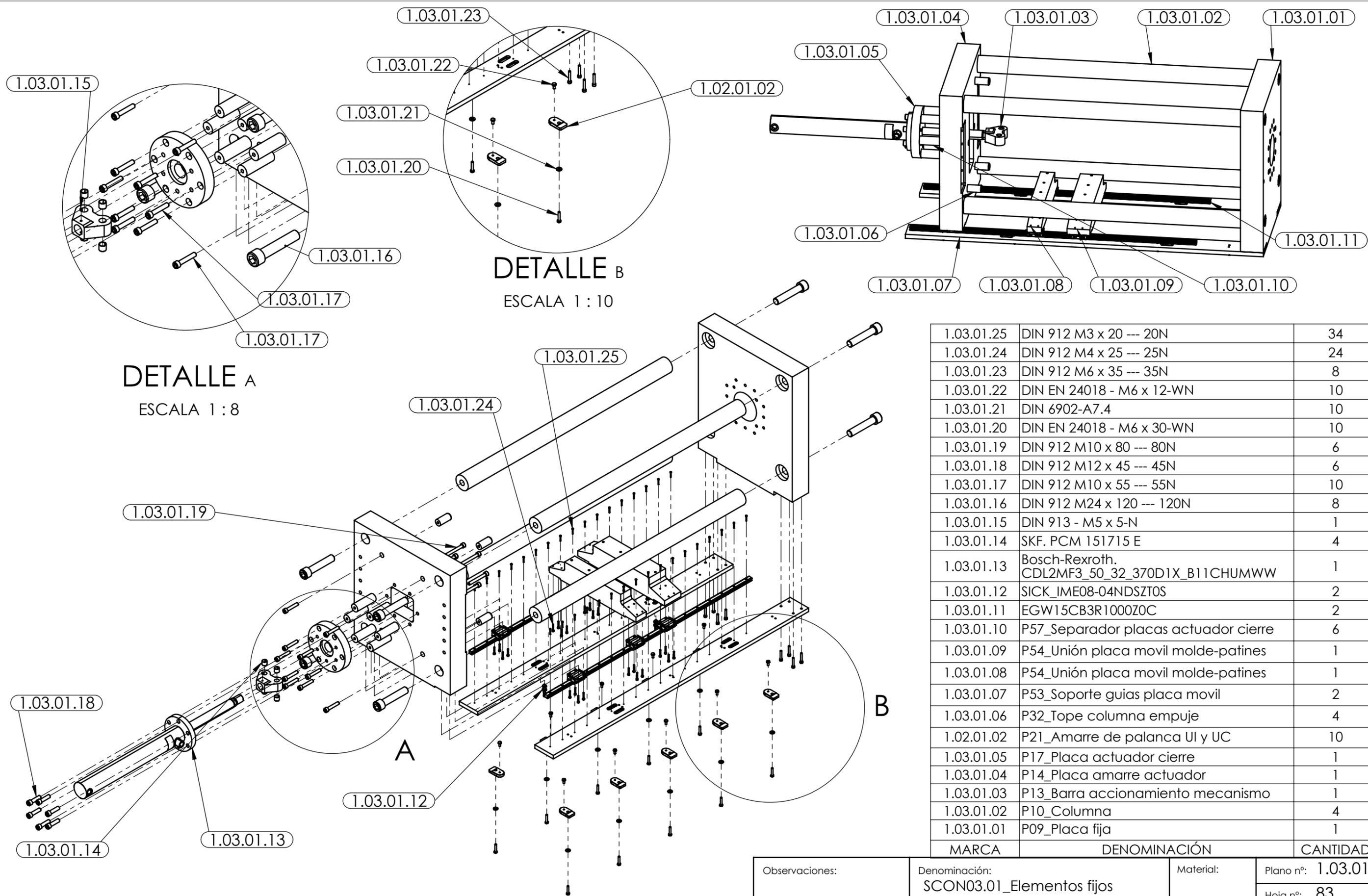
Observaciones:		Denominación: P08_Extensor empuje aproximación UI		Material: Acero DIN 1.2343		Plano nº: 1.02.04.01	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 81	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



1.03.04	DIN 912 M6 x 60 --- 60N	30
1.03.03	SCON03.03_Mecanismo rodillera	2
1.03.02	SCON03.02_Conjunto placa movil	1
1.03.01	SCON03.01_Elementos fijos	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

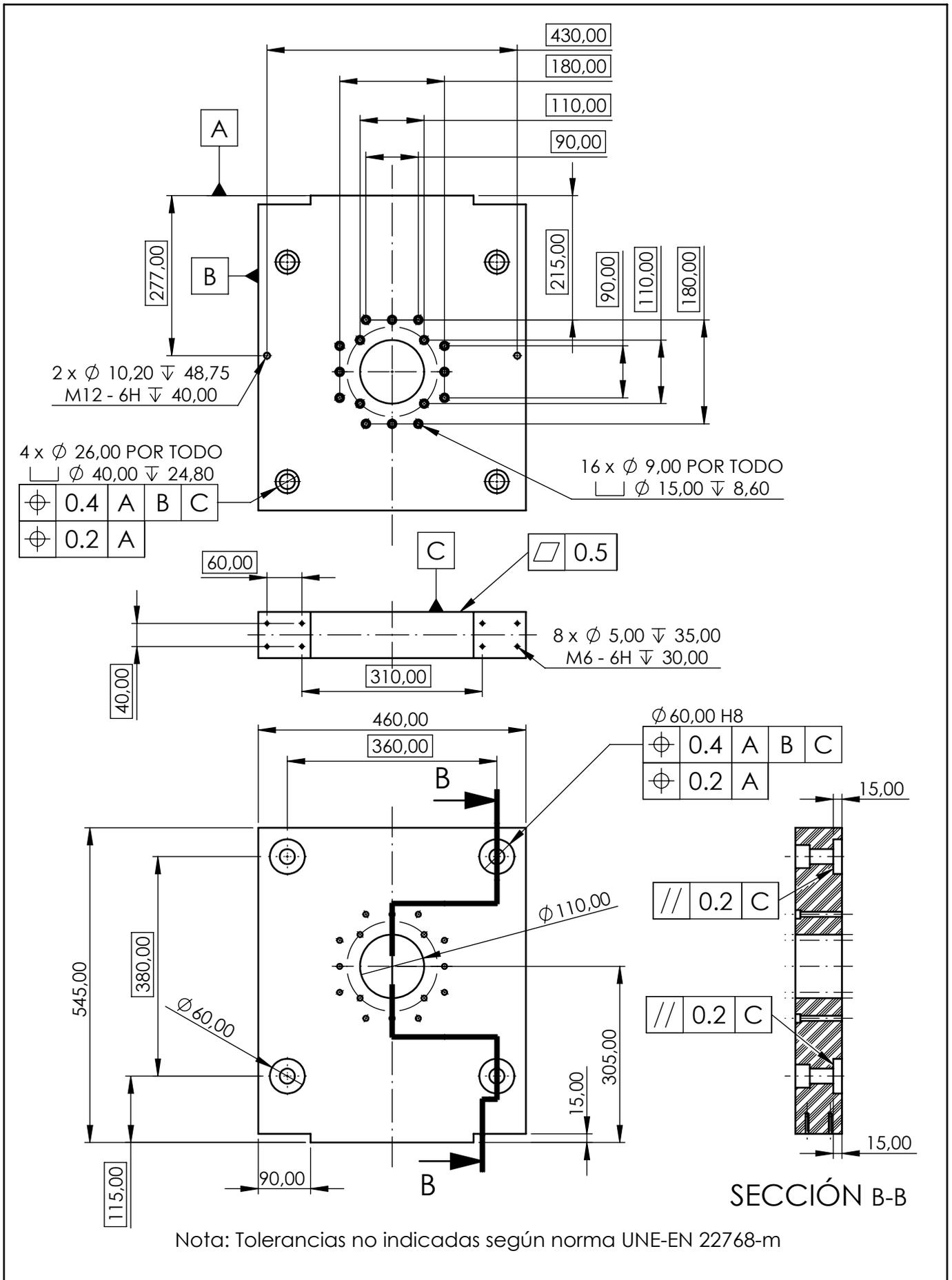
Observaciones:	Denominación: SCON03_Unidad de cierre	Material:	Plano nº: 1.03
Escala: 1:10	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 82
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 30/04/2020
			Formato: A3



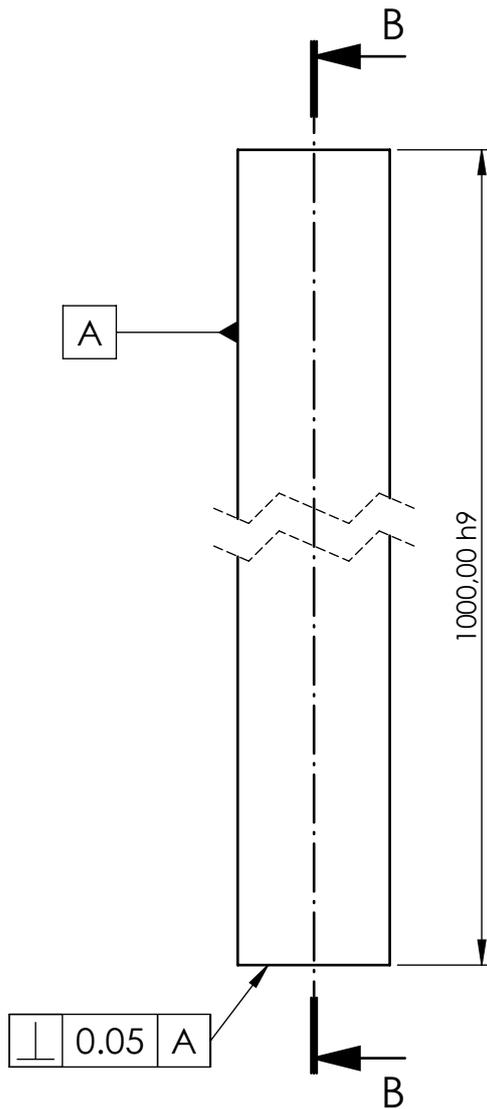
1.03.01.25	DIN 912 M3 x 20 --- 20N	34
1.03.01.24	DIN 912 M4 x 25 --- 25N	24
1.03.01.23	DIN 912 M6 x 35 --- 35N	8
1.03.01.22	DIN EN 24018 - M6 x 12-WN	10
1.03.01.21	DIN 6902-A7.4	10
1.03.01.20	DIN EN 24018 - M6 x 30-WN	10
1.03.01.19	DIN 912 M10 x 80 --- 80N	6
1.03.01.18	DIN 912 M12 x 45 --- 45N	6
1.03.01.17	DIN 912 M10 x 55 --- 55N	10
1.03.01.16	DIN 912 M24 x 120 --- 120N	8
1.03.01.15	DIN 913 - M5 x 5-N	1
1.03.01.14	SKF. PCM 151715 E	4
1.03.01.13	Bosch-Rexroth. CDL2MF3_50_32_370D1X_B11CHUMWW	1
1.03.01.12	SICK_IME08-04NDSZT0S	2
1.03.01.11	EGW15CB3R1000Z0C	2
1.03.01.10	P57_Separador placas actuador cierre	6
1.03.01.09	P54_Unión placa movil molde-patines	1
1.03.01.08	P54_Unión placa movil molde-patines	1
1.03.01.07	P53_Soporte guias placa movil	2
1.03.01.06	P32_Tope columna empuje	4
1.02.01.02	P21_Amarre de palanca UI y UC	10
1.03.01.05	P17_Placa actuador cierre	1
1.03.01.04	P14_Placa amarre actuador	1
1.03.01.03	P13_Barra accionamiento mecanismo	1
1.03.01.02	P10_Columna	4
1.03.01.01	P09_Placa fija	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Observaciones:	Denominación: SCON03.01_Elementos fijos	Material:	Plano nº: 1.03.01
Escala: 1:12	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 83
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 30/04/2020
		Formato: A3	

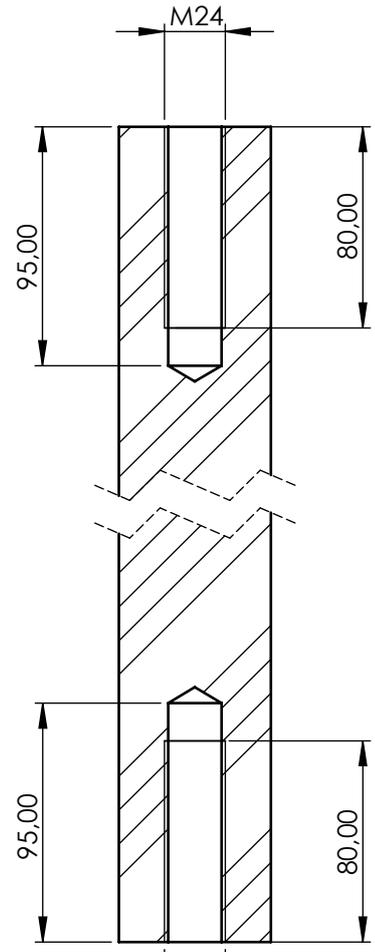
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m



Observaciones:		Denominación: P09_Placa fija		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.01.01	
Escala: 1:9		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 84	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

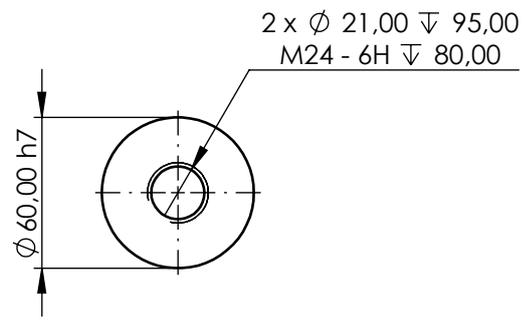


⊥ 0.05 A



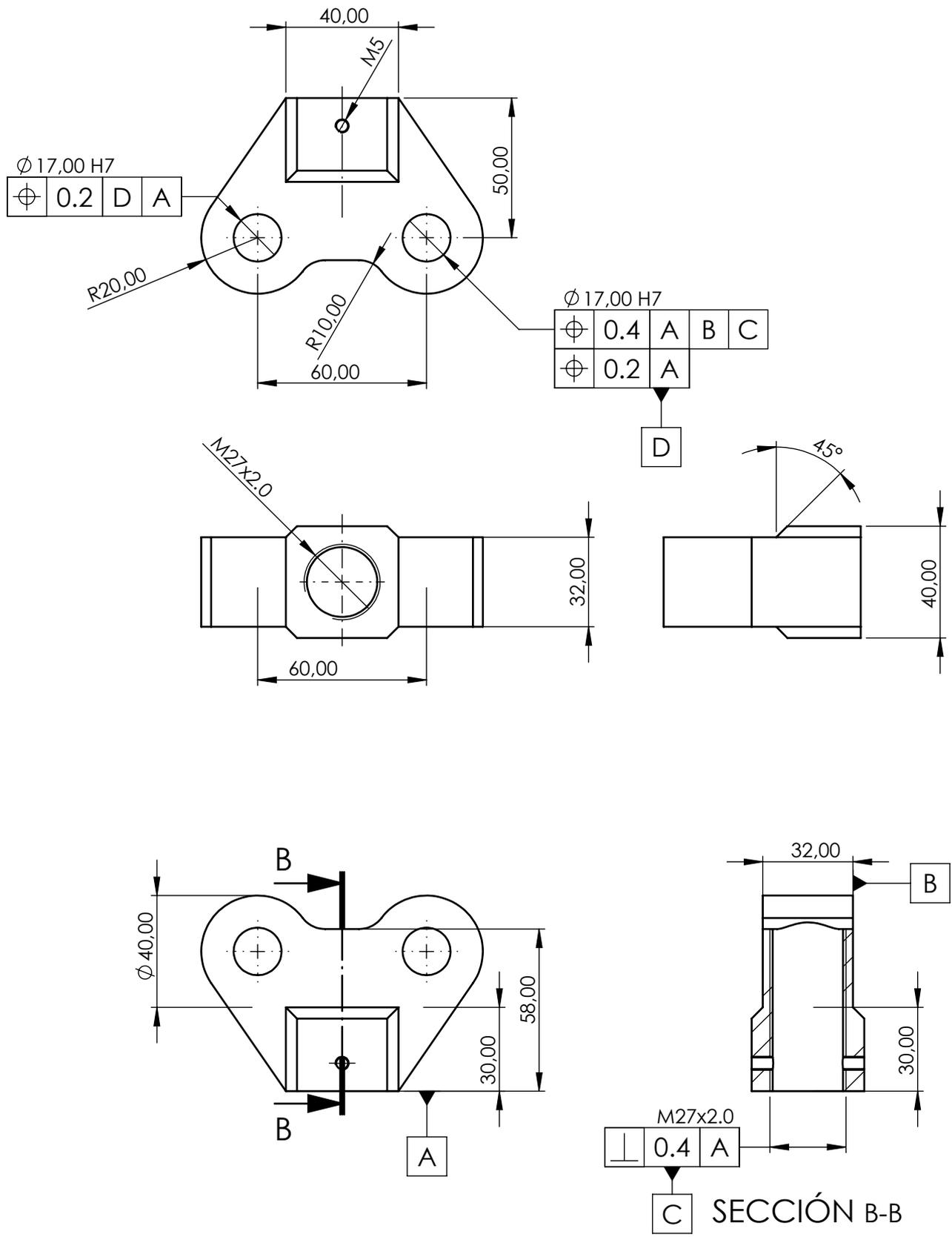
⊙ 0.1 (M) A

SECCIÓN B-B



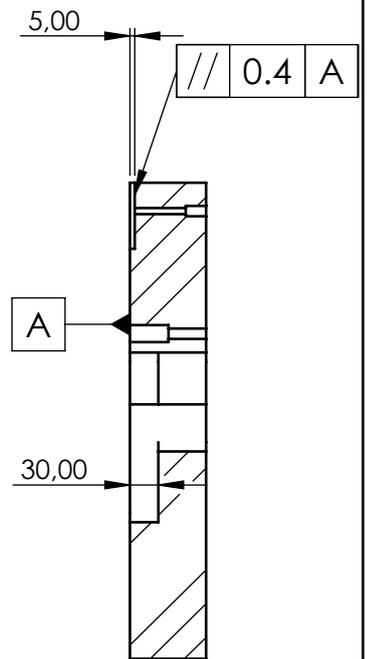
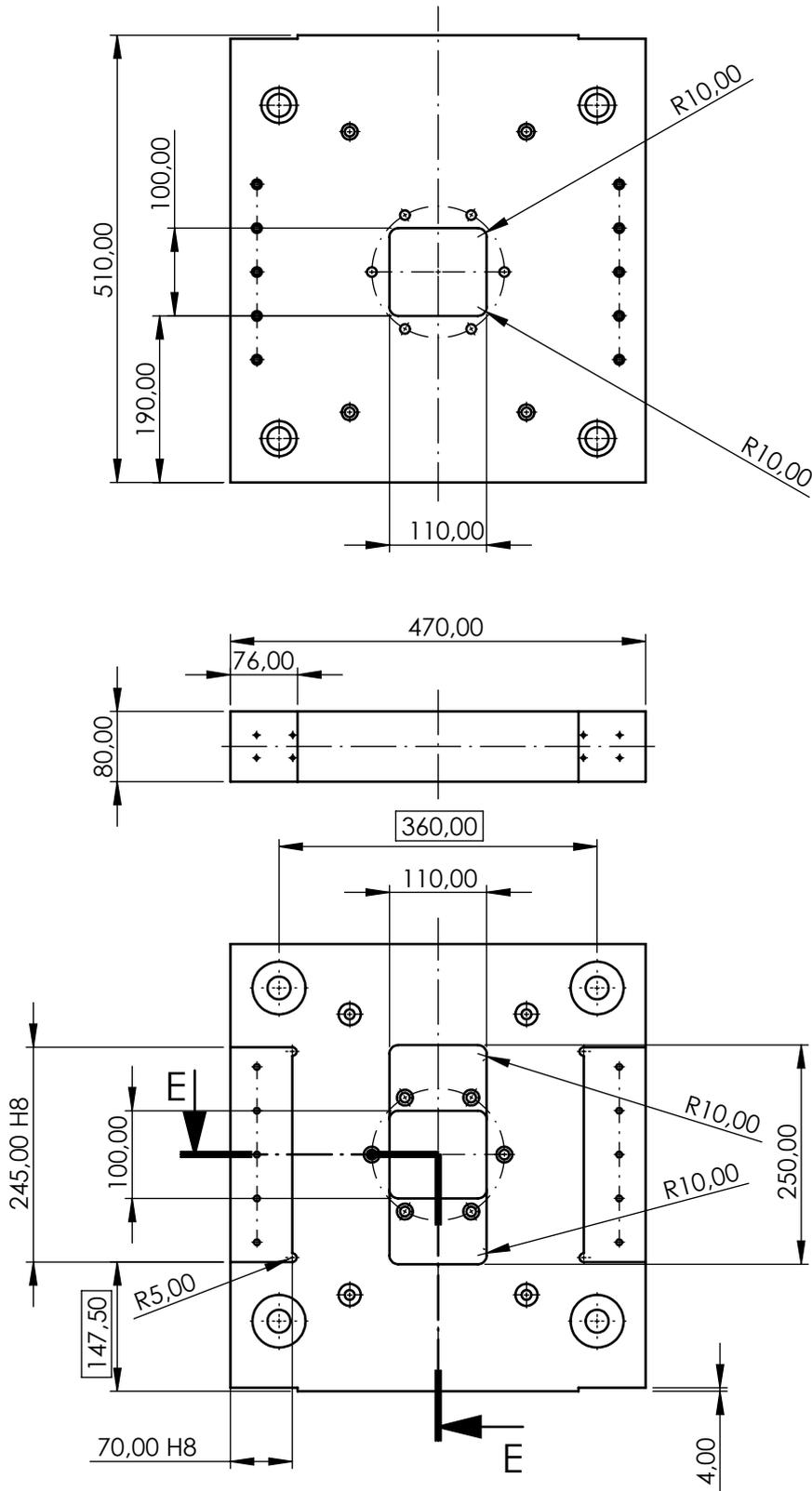
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P10_Columna		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.01.02	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 85	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P13_Barra accionamiento mecanismo		Material: Acero DIN 1.8901		Plano nº: 1.03.01.03	
Escala: 1:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 86	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



SECCIÓN E-E

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P14_Placa amarre actuador (Dimensiones generales)		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.01.04A	
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 87	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

4 x ϕ 26,00 POR TODO

\square ϕ 40,00 ∇ 24,80

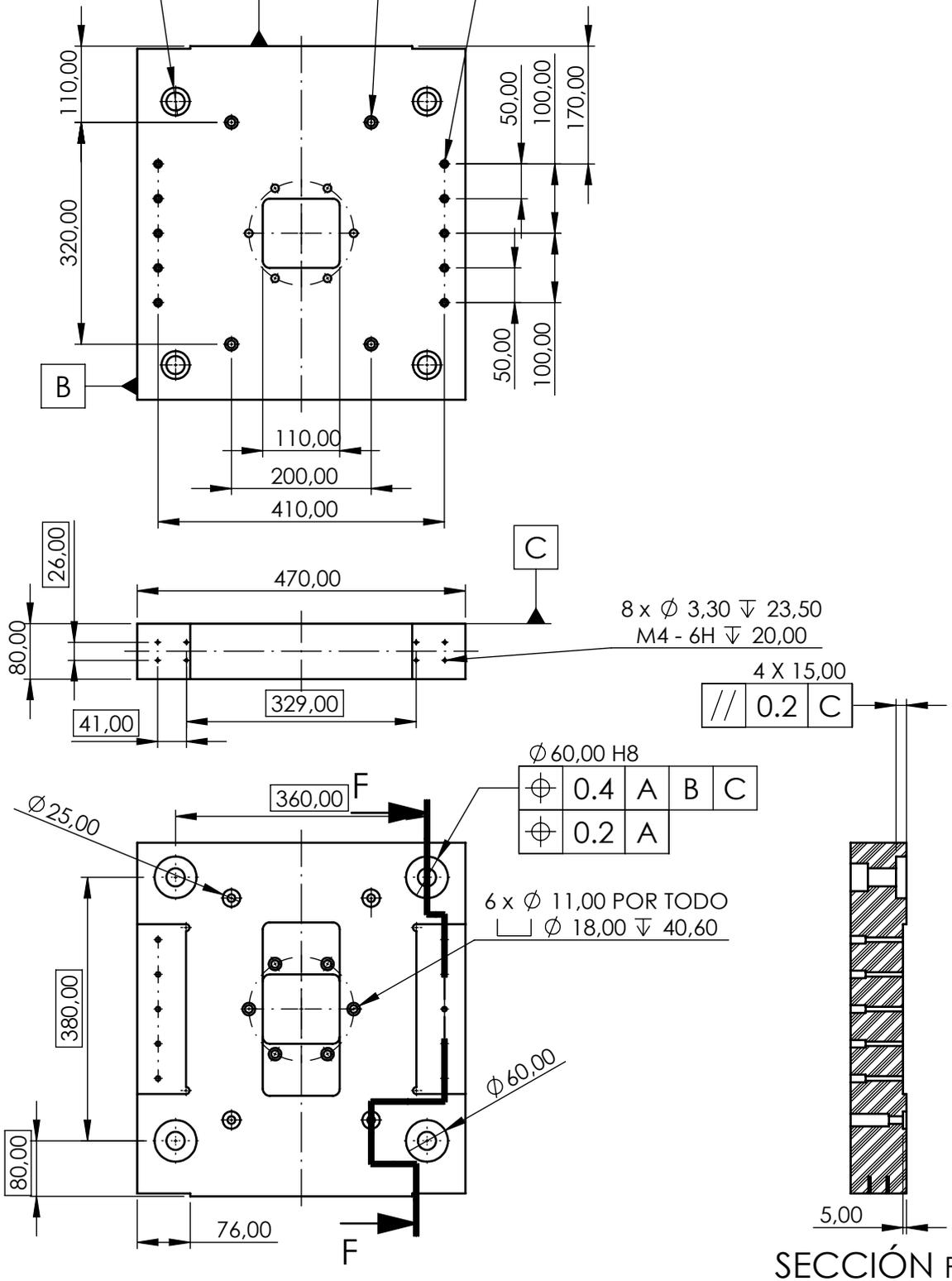
ϕ	0.4	A	B	C
ϕ	0.2	A		

4 x ϕ 11,00 POR TODO

\square ϕ 18,00 ∇ 55,00

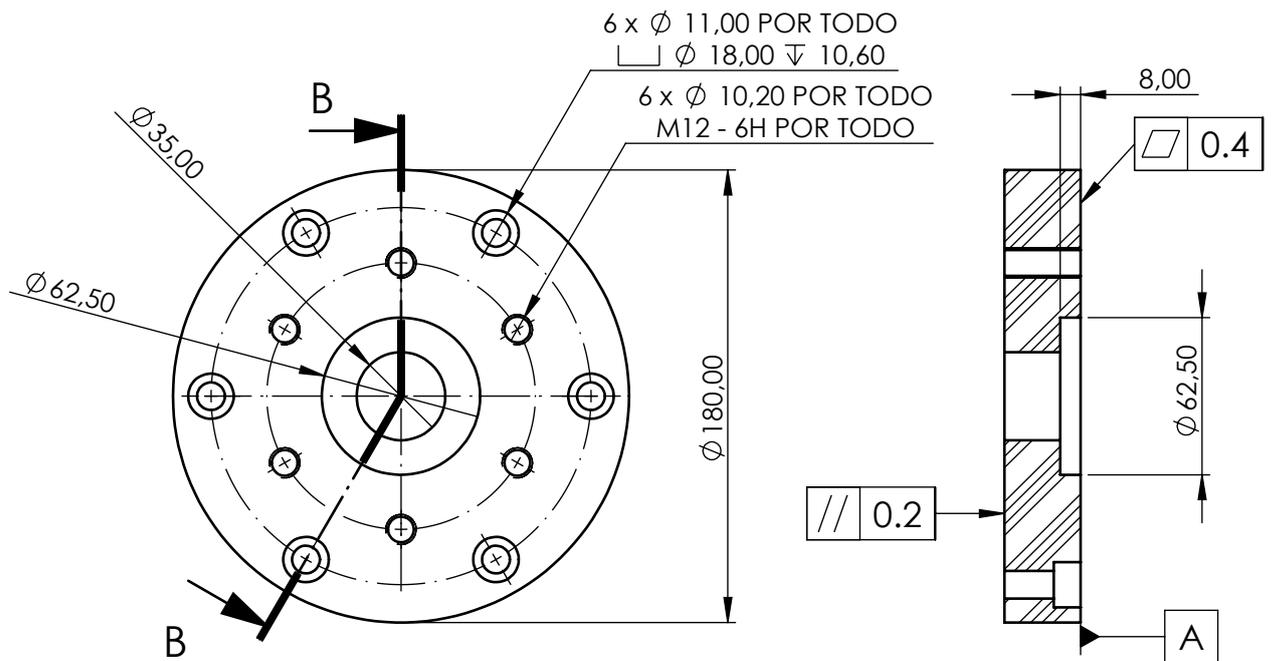
10 x ϕ 6,60 POR TODO

\square ϕ 11,00 ∇ 21,40

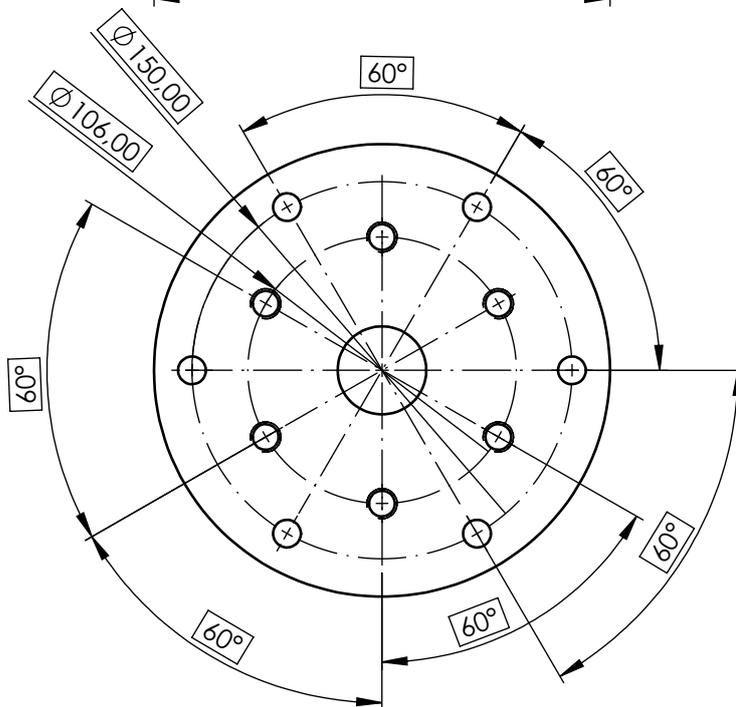
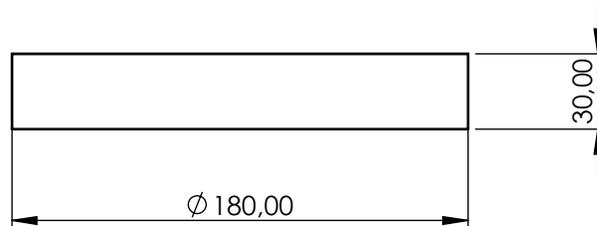


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P14_Placa amarre actuador (Dimensiones agujeros)		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.01.04B	
Escala: 1:9		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 88	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

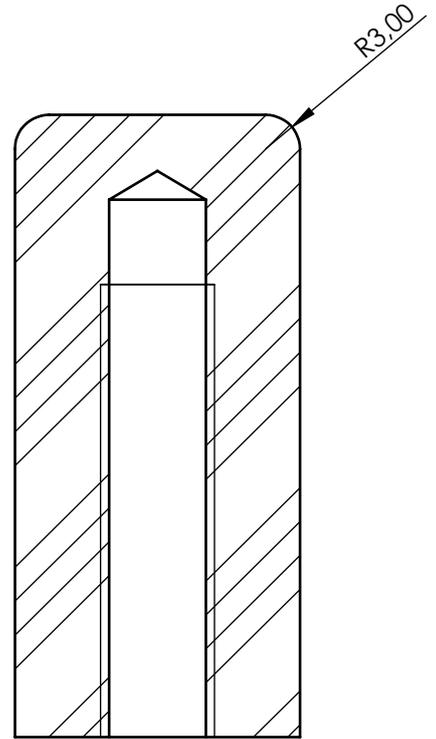
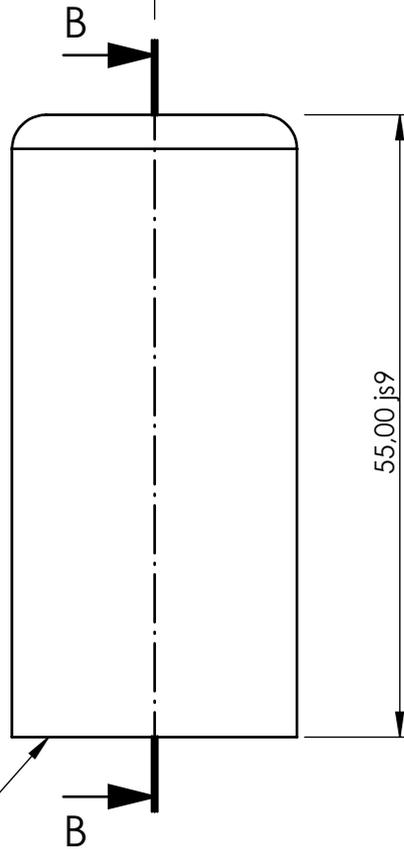
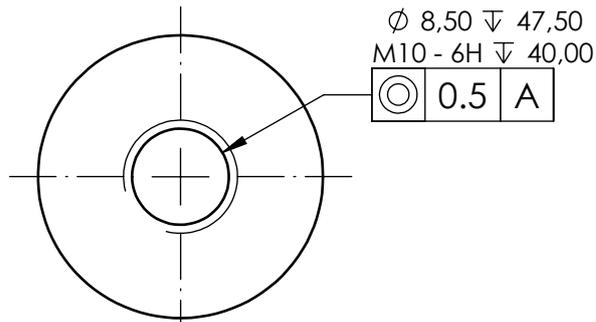


SECCIÓN B-B

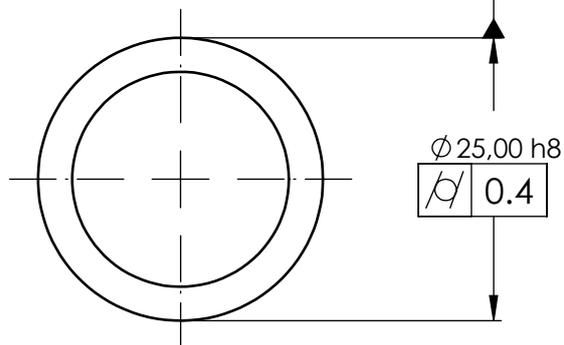


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P17_Placa actuador cierre		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.01.05	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 89	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

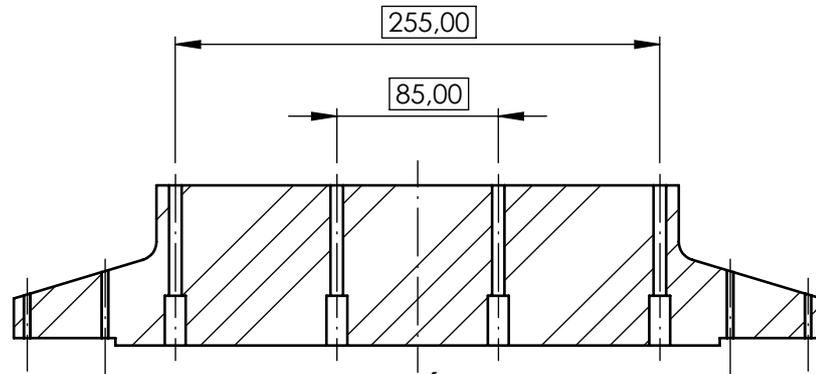


SECCIÓN B-B



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P32_Tope columna empuje		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.01.06	
Escala: 3:2		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 90	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

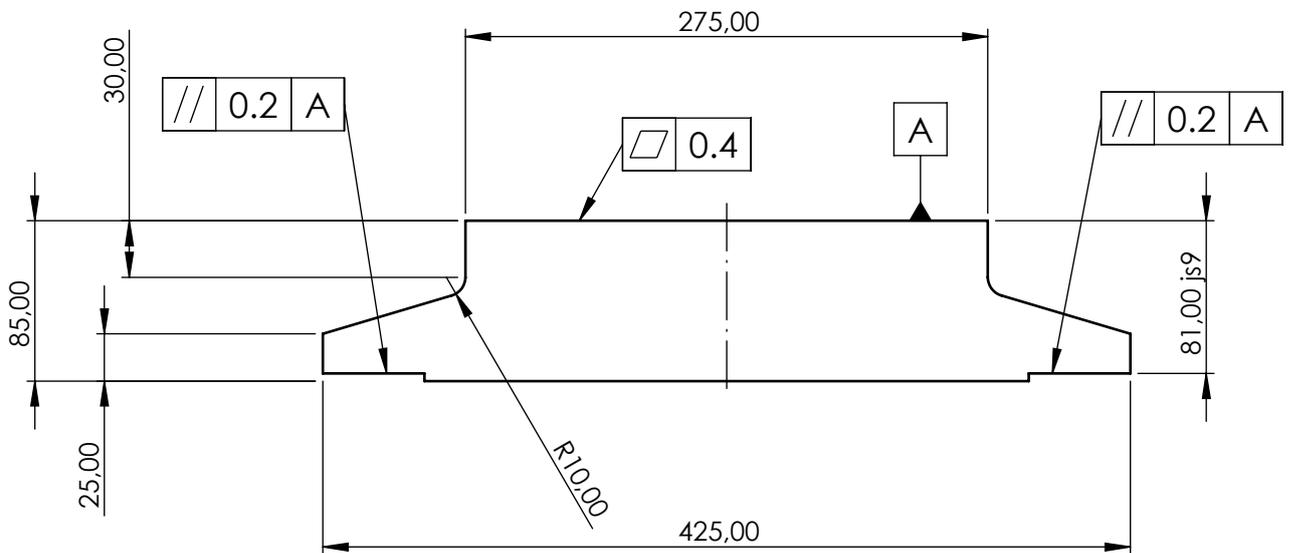
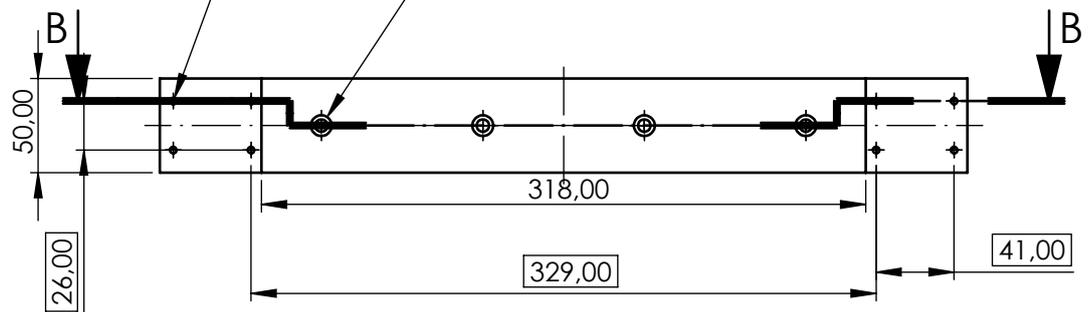


SECCIÓN B-B

8 x \varnothing 3,30 POR TODO
M4 - 6H POR TODO

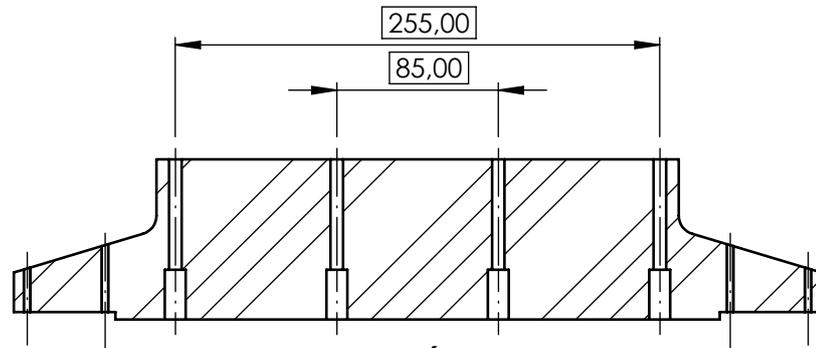
4 x \varnothing 6,60 POR TODO
 \varnothing 11,00 ∇ 26,40

\perp 0.4 A

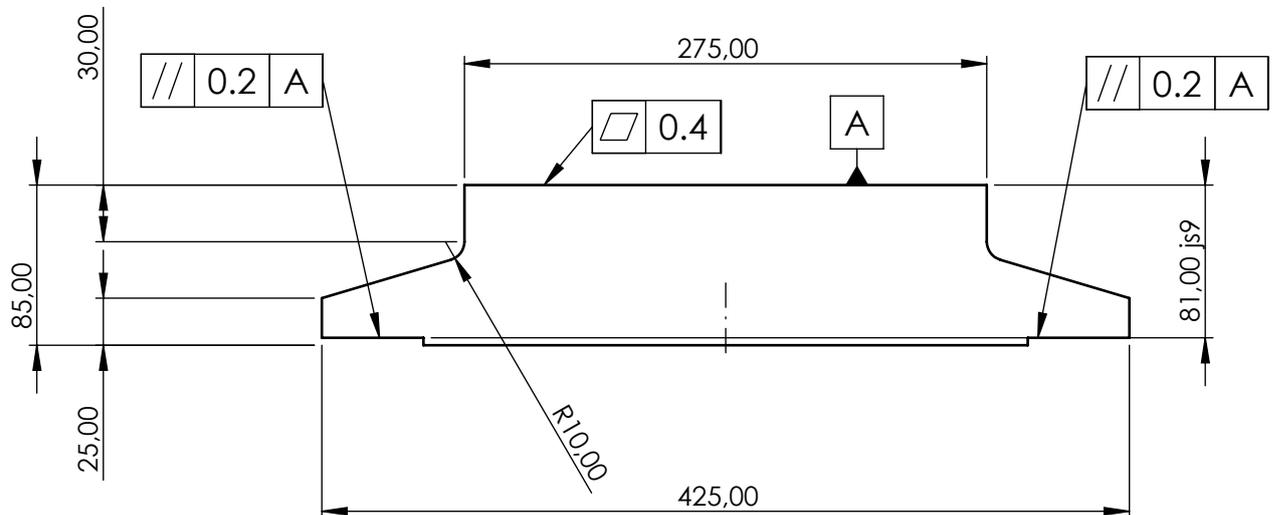
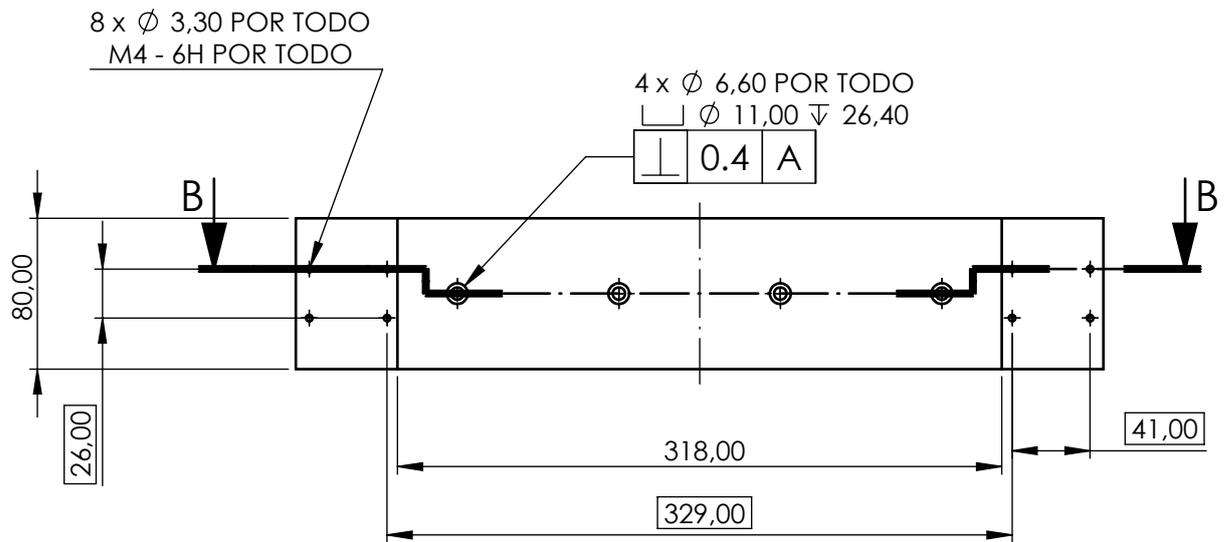


Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P54_ Unión placa movil molde- patines (Estrecho)		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.01.08	
Escala: 1:4		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 92	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

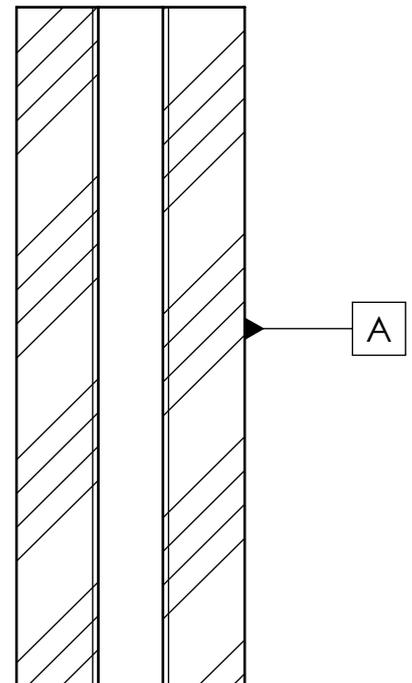
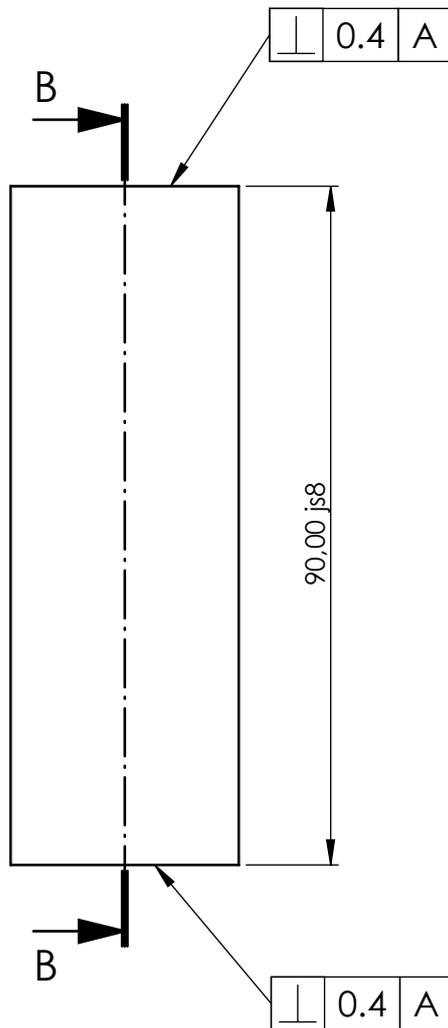
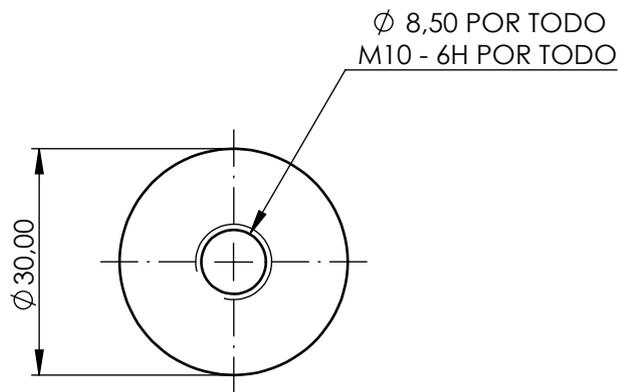


SECCIÓN B-B



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

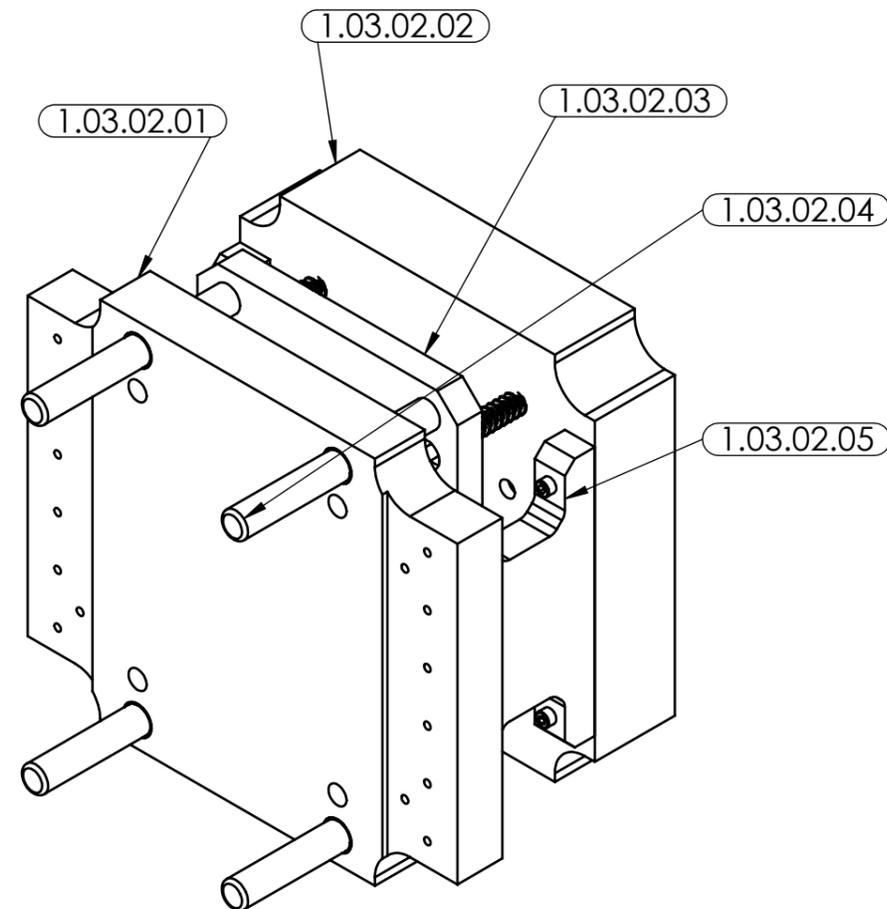
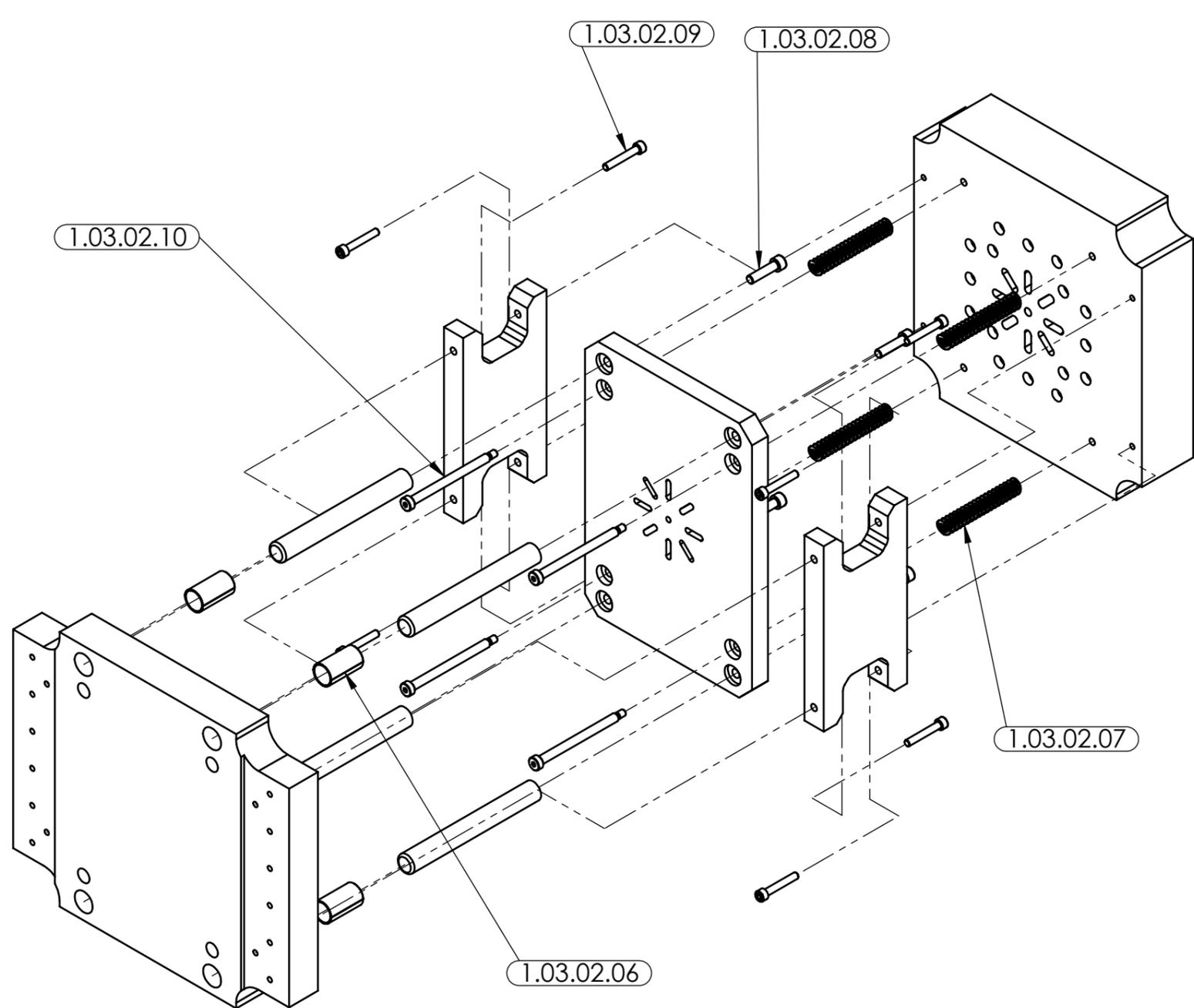
Observaciones:		Denominación: P54_ Unión placa movil molde- patines (Ancho)		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.01.09	
Escala: 1:4		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 93	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



SECCIÓN B-B

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

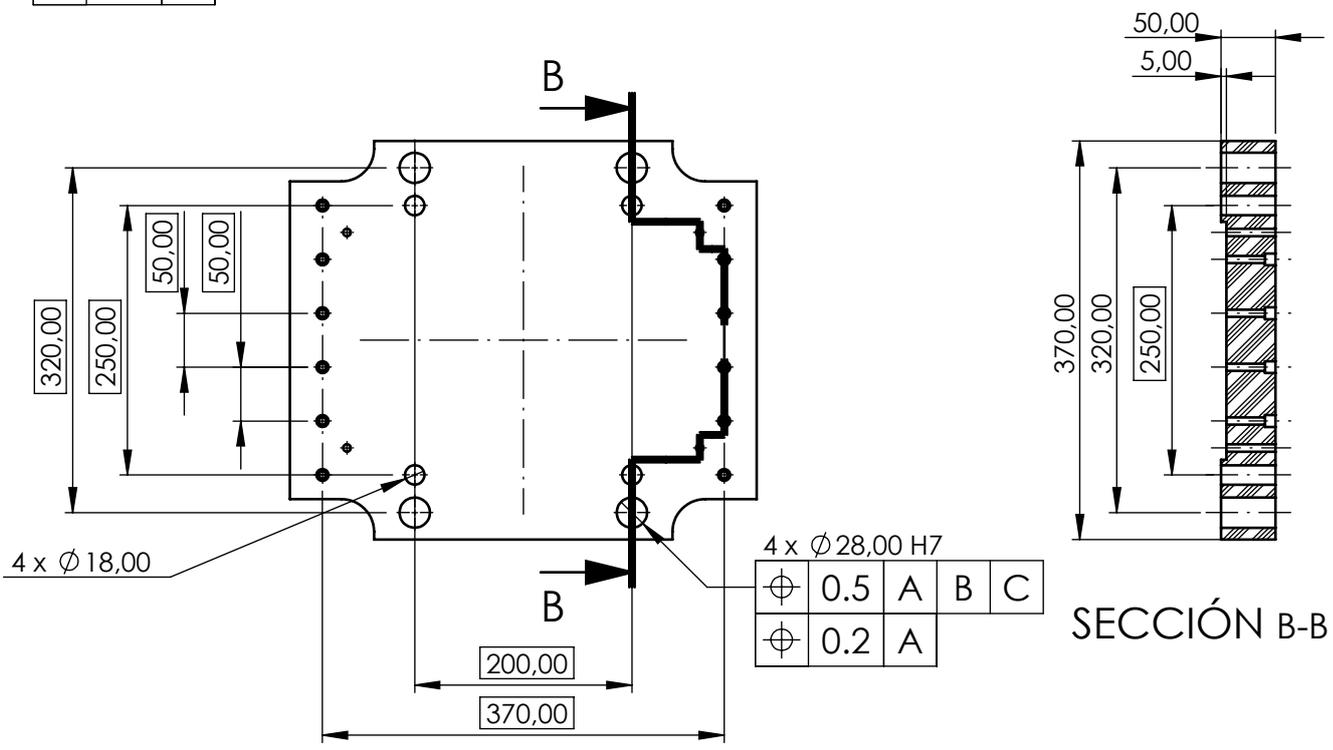
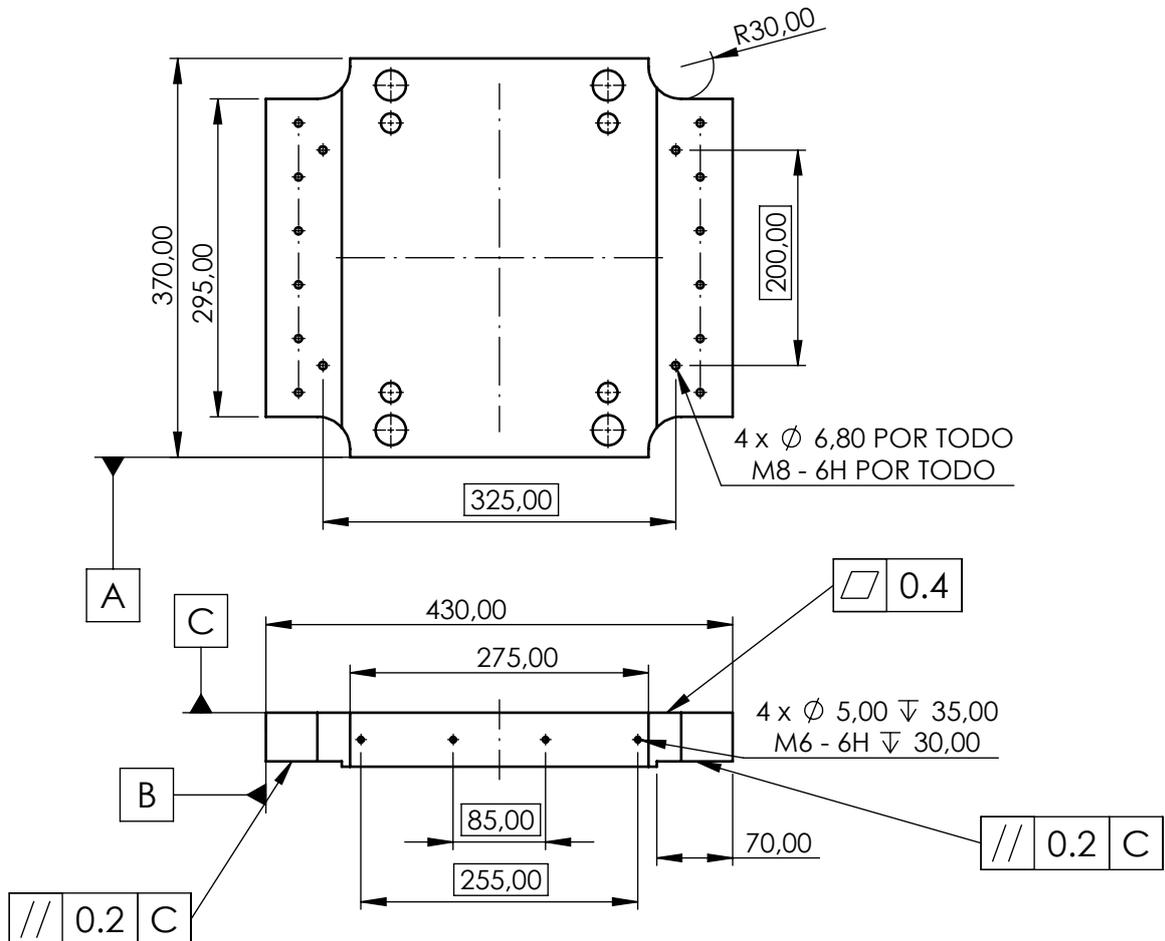
Observaciones:		Denominación: P57_Separador placas actuador cierre		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.01.10	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 94	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



1.03.02.10	ISO 7379 - 10 x 120 --- N	4
1.03.02.09	DIN 912 M8 x 50 --- 50N	8
1.03.02.08	DIN 912 M10 x 40 --- 40N	4
1.03.02.07	Steel-Mefobo. VL 20-127	4
1.03.02.06	SKF. PCM 252850 E	4
1.03.02.05	P31_Amarre placas moviles	2
1.03.02.04	P30_Columna empuje	4
1.03.02.03	P29_Placa tope sistema expulsión	1
1.03.02.02	P28_Placa móvil	1
1.03.02.01	P11_Placa movil de empuje	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

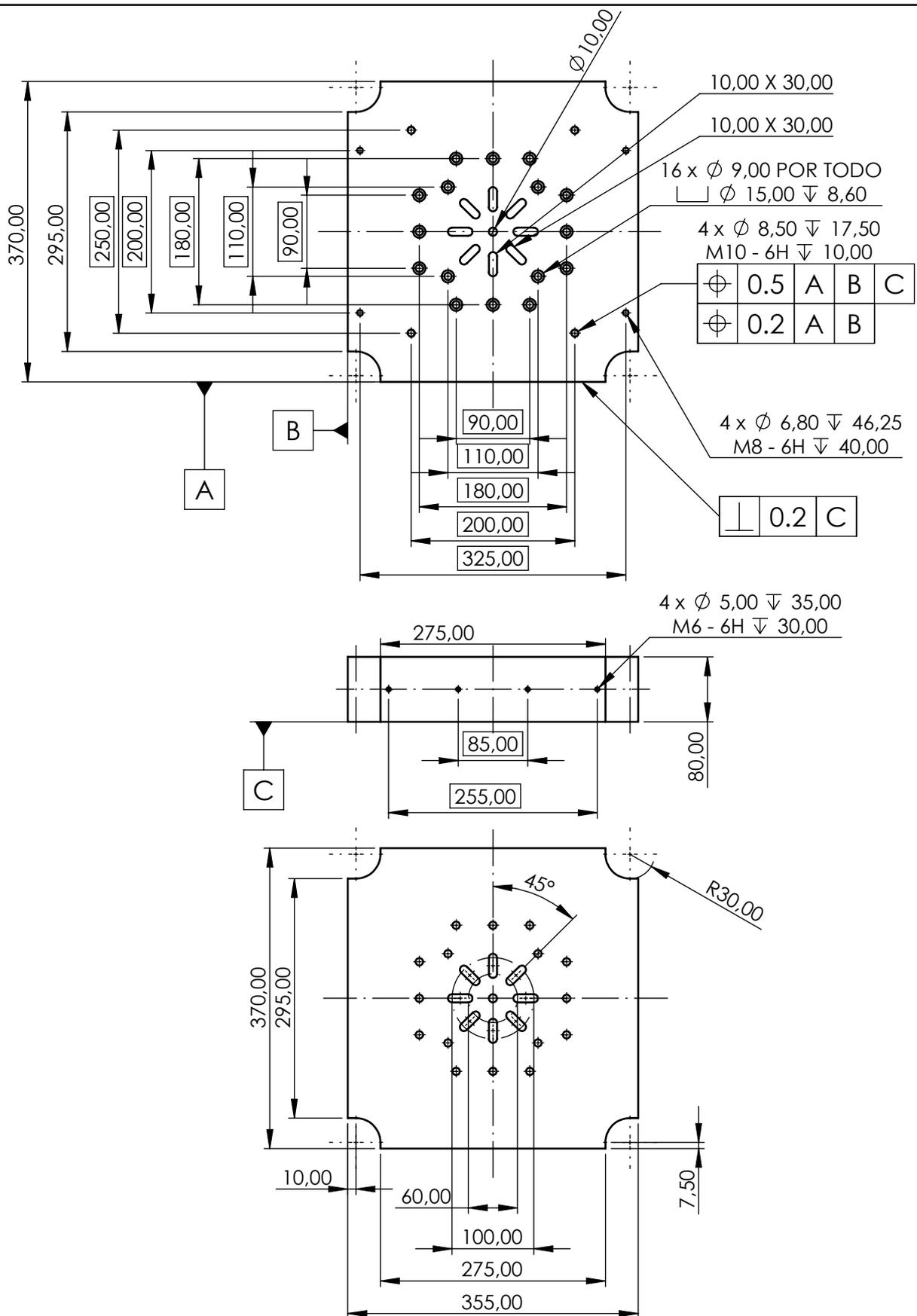
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:	Denominación: SCON03.02_Conjunto placa movil	Material:	Plano nº: 1.03.02
Escala: 1:6	Un. dim. mm	Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 95
Idioma: ES		Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 30/04/2020
		Formato: A3	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P11_Placa movil de empuje		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.02.01	
Escala: 1:7		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 96	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P28_Placa móvil		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.02.02	
Escala: 1:7		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 97	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

5,00
// 0.2 C

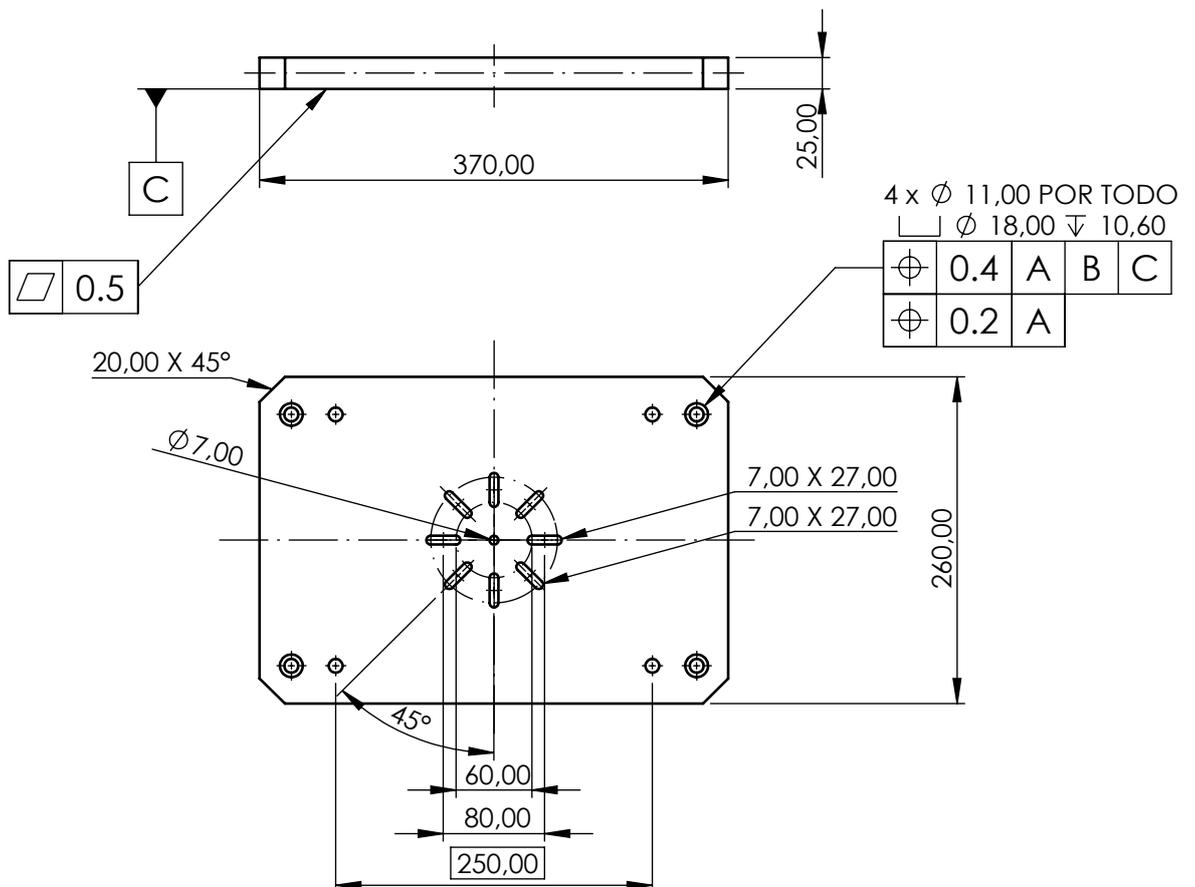
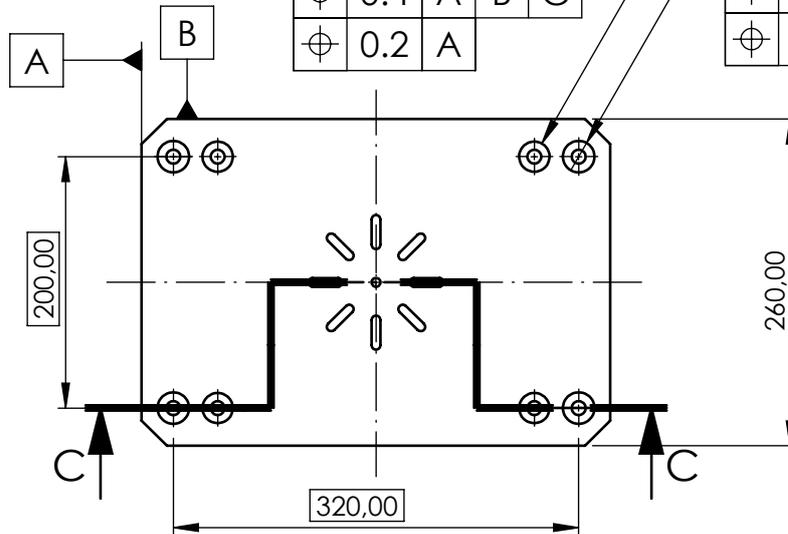
SECCIÓN C-C

4 x Ø 11,00 ∇ 50,00
└─┘ Ø 24,00 ∇ 7,50

⊕ 0.4	A	B	C
⊕ 0.2	A		

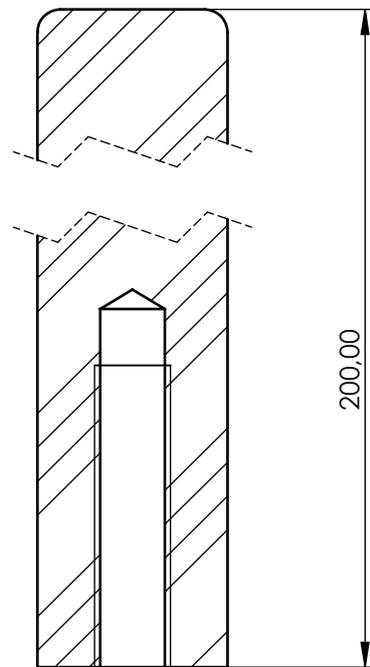
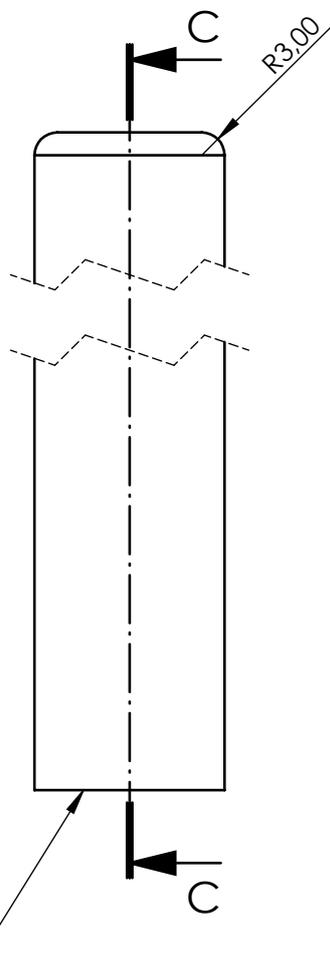
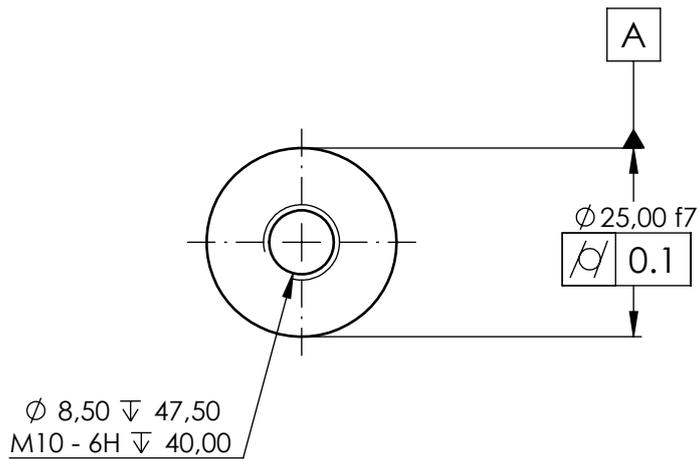
Ø 25,00 N8

⊕ 0.4	A	B	C
⊕ 0.2	A		



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

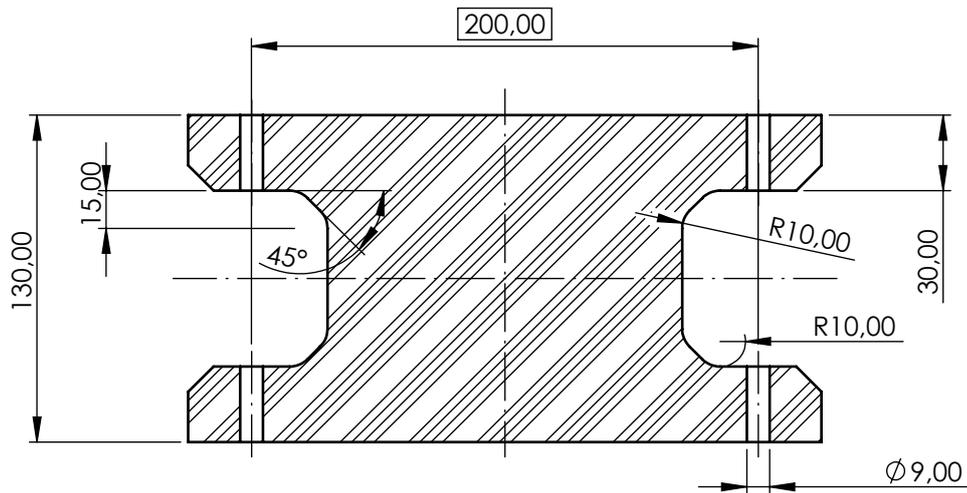
Observaciones:		Denominación: P29_Placa tope sistema expulsión		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.02.03	
Escala: 1:6		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 98	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



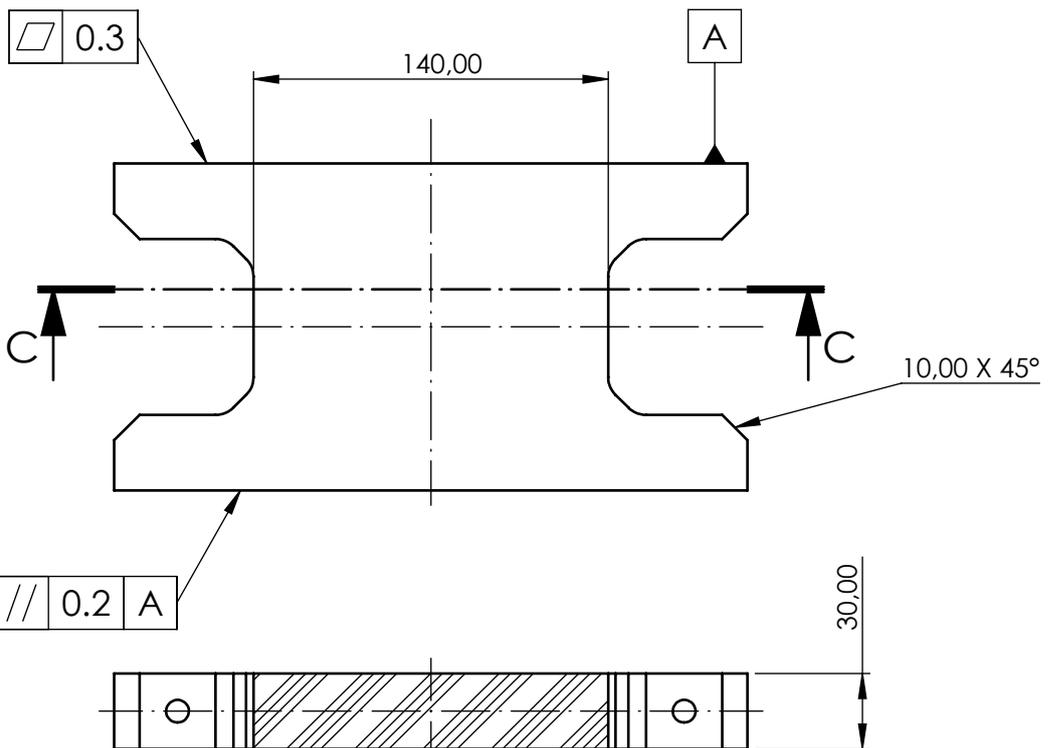
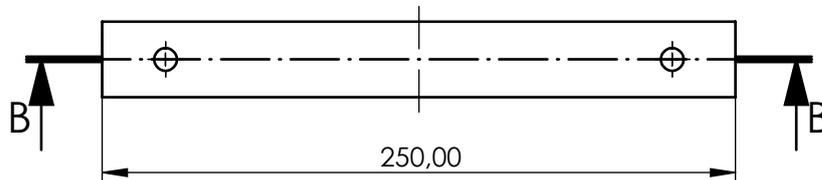
SECCIÓN C-C

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Amarrar cilindro de forma adecuada para mantener rugosidad: $Ra \leq 0,4 \mu m$; $Rz \leq 3,0 \mu m$		Denominación: P30_Columna empuje		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.02.04	
Escala: 1:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 99	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



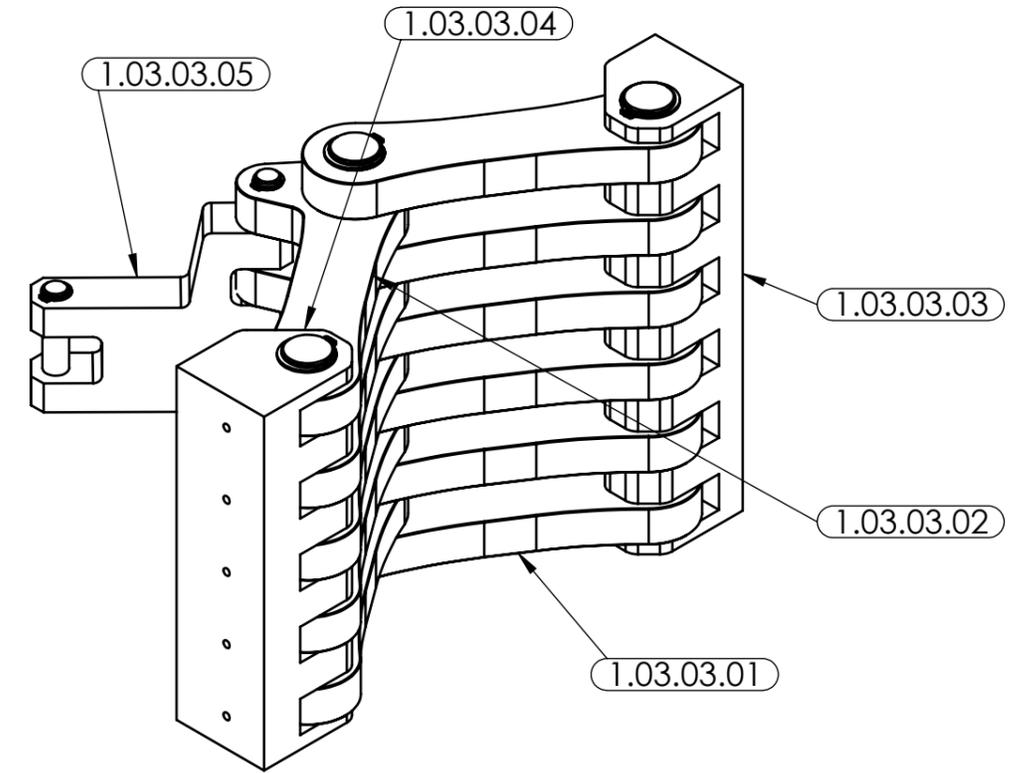
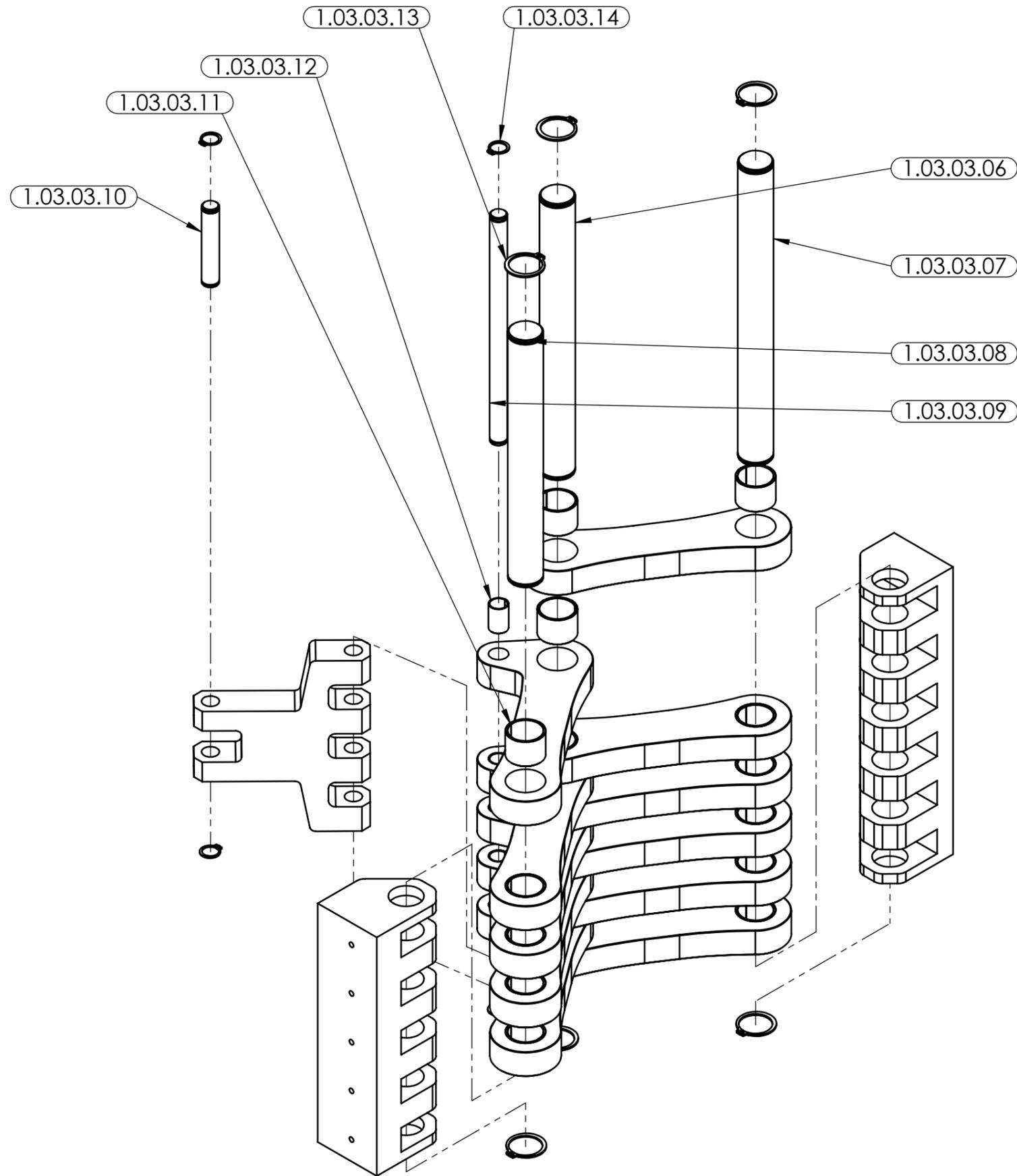
SECCIÓN B-B



SECCIÓN C-C

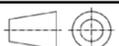
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

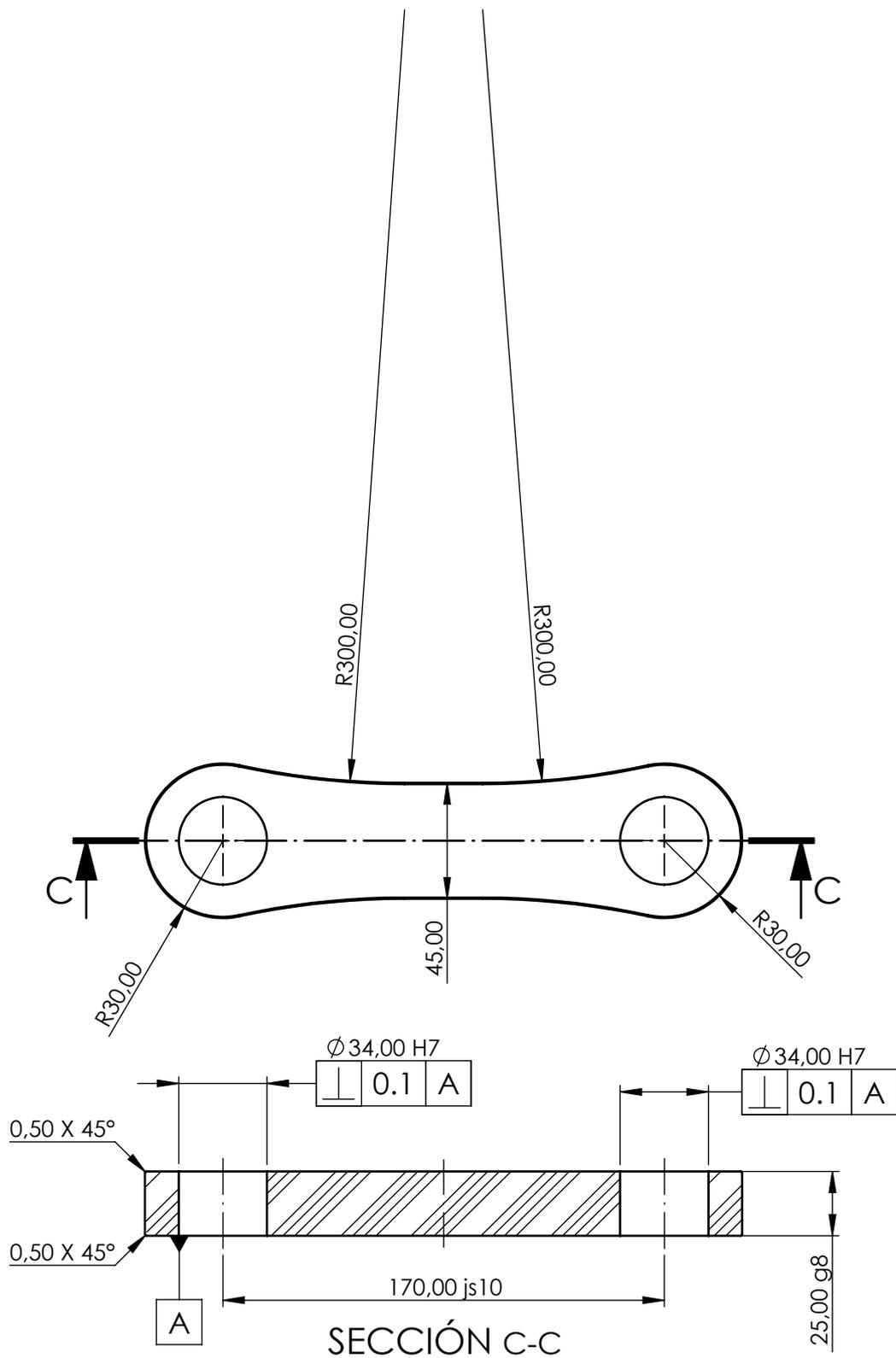
Observaciones:		Denominación: P31_Amarre placas moviles		Material: Acero DIN 1.2367		Plano nº: 1.03.02.05	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 100	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



1.03.03.14	Circlip DIN 471 - 15 x 1	4
1.03.03.13	Circlip DIN 471 - 30 x 1.5	6
1.03.03.12	SKF. PCM 151725 E	5
1.03.03.11	SKF. PCM 303425 E	22
1.03.03.10	P20_Eje mecanismo rodillera 15	1
1.03.03.09	P20_Eje mecanismo rodillera 15	1
1.03.03.08	P19_Eje mecanismo rodillera 30	1
1.03.03.07	P19_Eje mecanismo rodillera 30	1
1.03.03.06	P19_Eje mecanismo rodillera 30	1
1.03.03.05	P16_Barra union	1
1.03.03.04	P15_Bisagra mecanismo	1
1.03.03.03	P15_Bisagra mecanismo	1
1.03.03.02	P12_Barra mecanismo rodillera	5
1.03.03.01	P12_Barra mecanismo rodillera	6
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

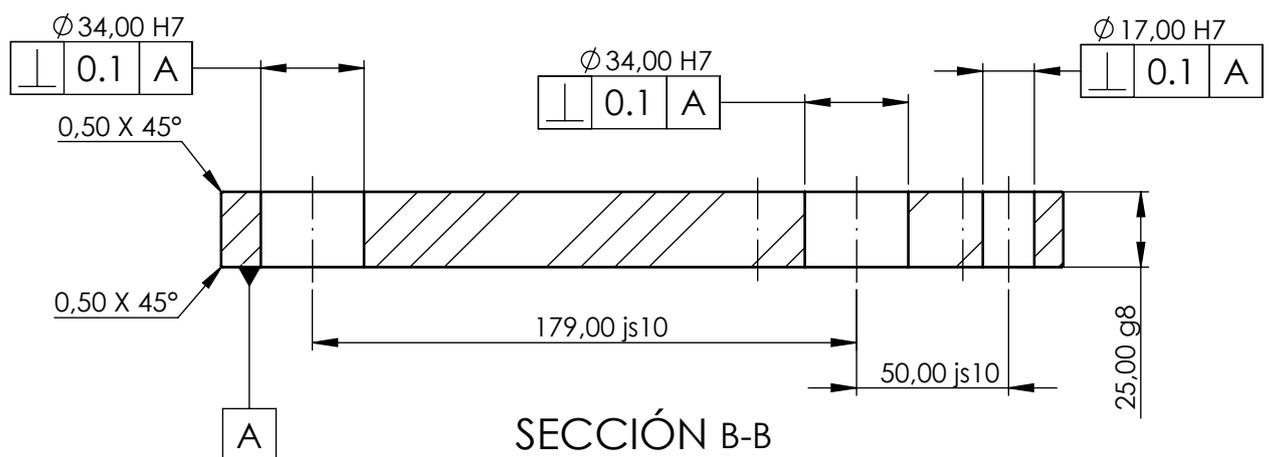
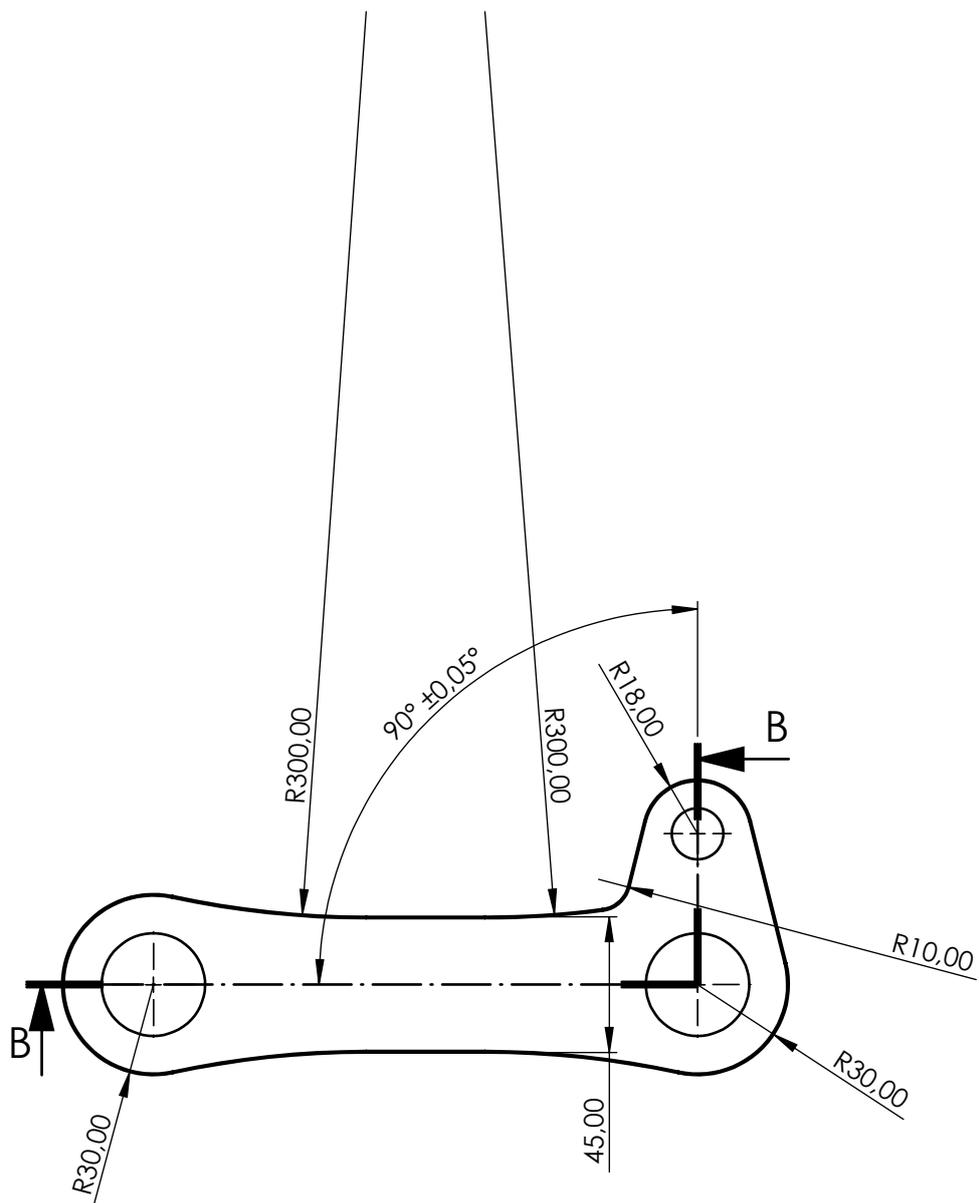
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: SCON03.03_Mecanismo rodillera	Material:	Plano nº: 1.03.03
Escala: 1:4	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 101
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 30/04/2020
			Formato: A3	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P12_Barra mecanismo rodillera (Recta)		Material: Acero DIN 1.8901		Plano nº: 1.03.03.01	
Escala: 2:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 102	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME·I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

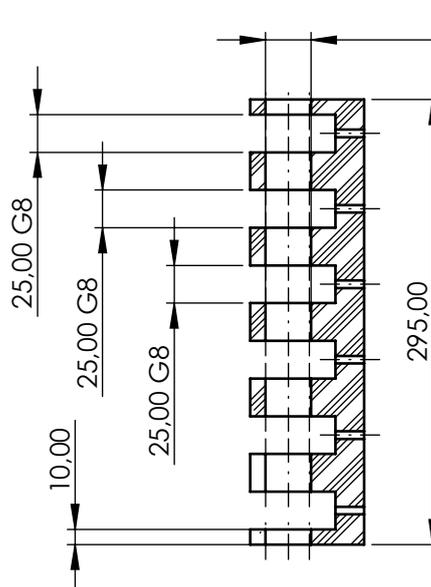
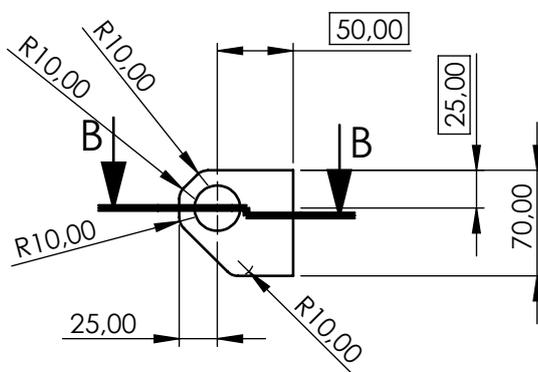
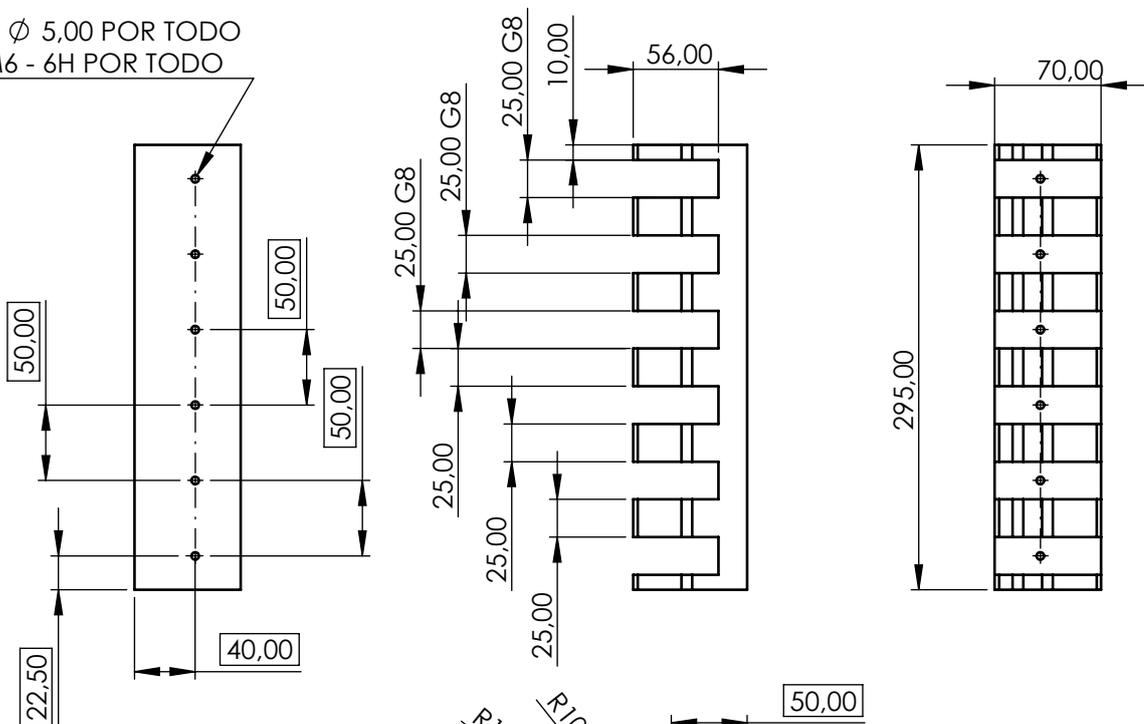


SECCIÓN B-B

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P12_Barra mecanismo rodillera (L)		Material: Acero DIN 1.8901		Plano nº: 1.03.03.02	
Escala: 2:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 103	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

6 x Ø 5,00 POR TODO
M6 - 6H POR TODO



Ø 30,00 N8

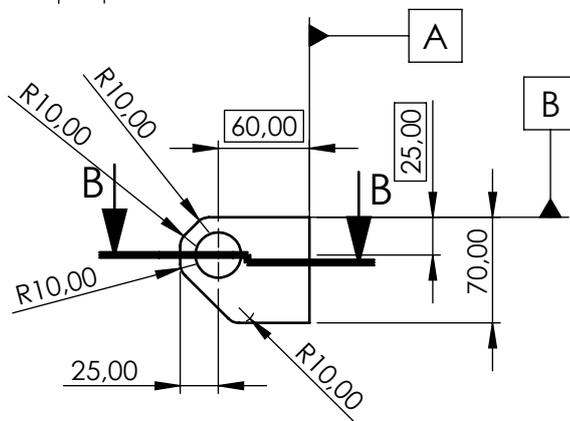
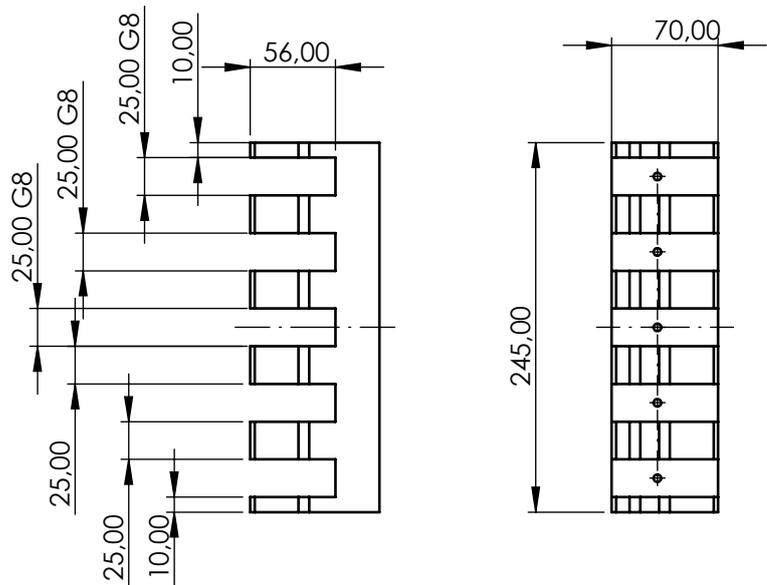
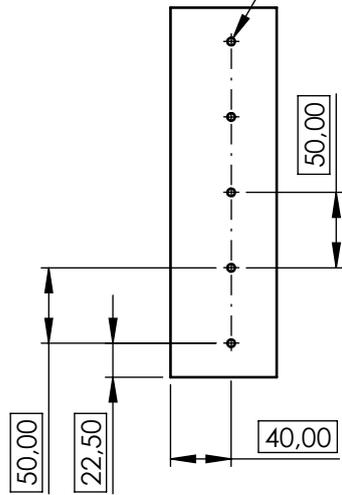
Ø	0.4	A	B	C
Ø	0.2	A		

SECCIÓN B-B

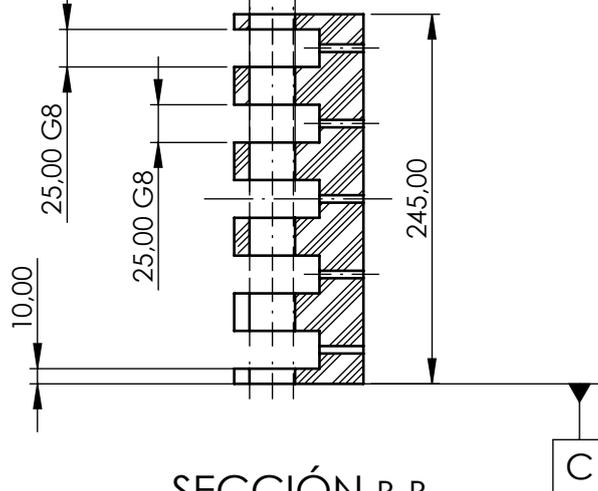
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P15_Bisagra mecanismo (Movil)		Material: Acero DIN 1.8901		Plano nº: 1.03.03.03	
Escala: 1:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 104	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

5 x \varnothing 5,00 POR TODO
M6 - 6H POR TODO



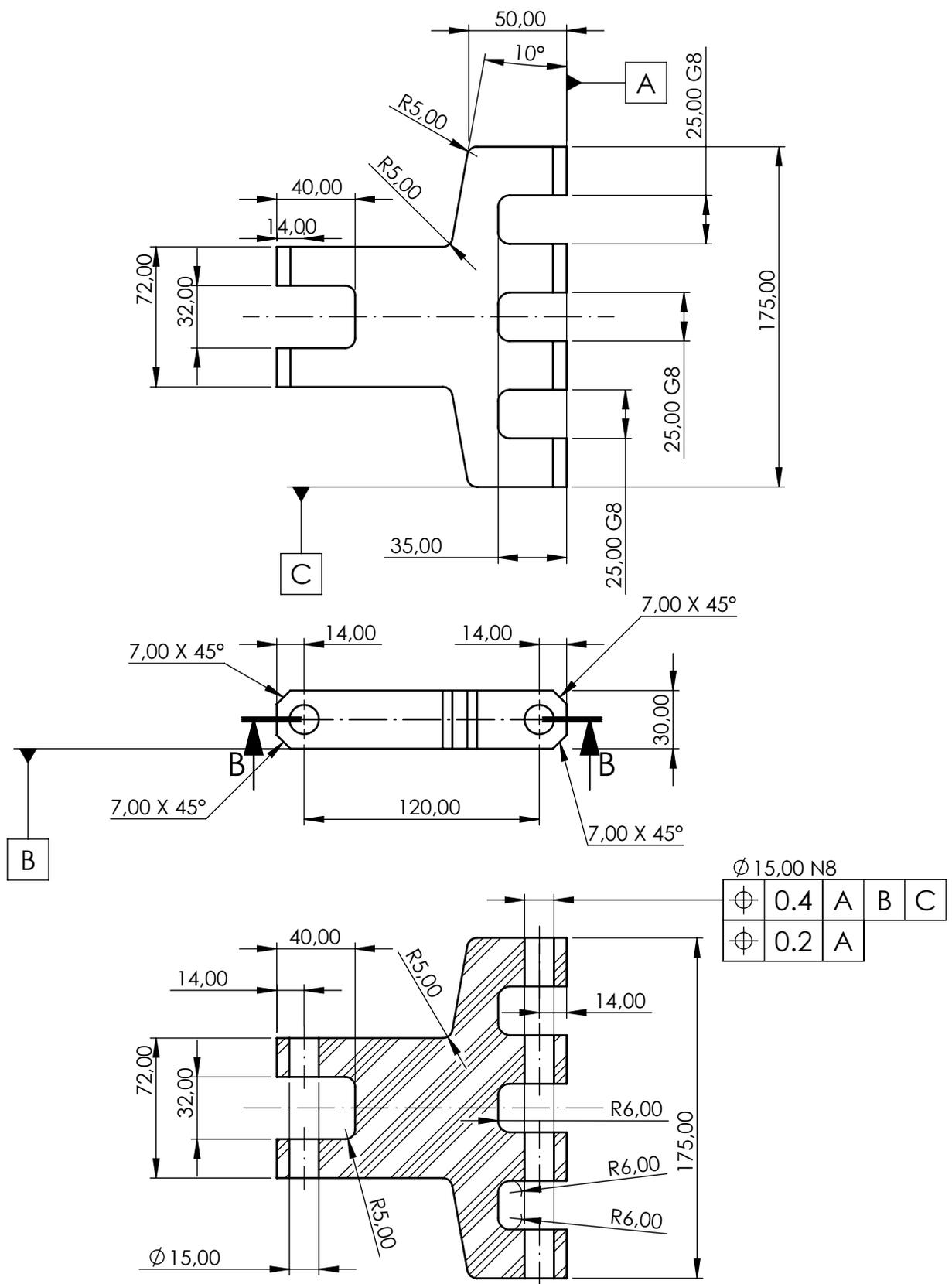
	\varnothing 30,00 N8			
\varnothing 0,4	A	B	C	
\varnothing 0,2	A			



SECCIÓN B-B

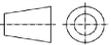
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

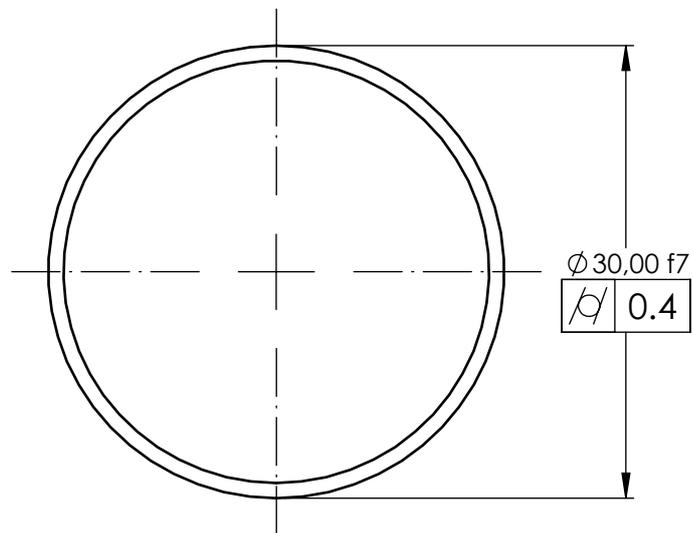
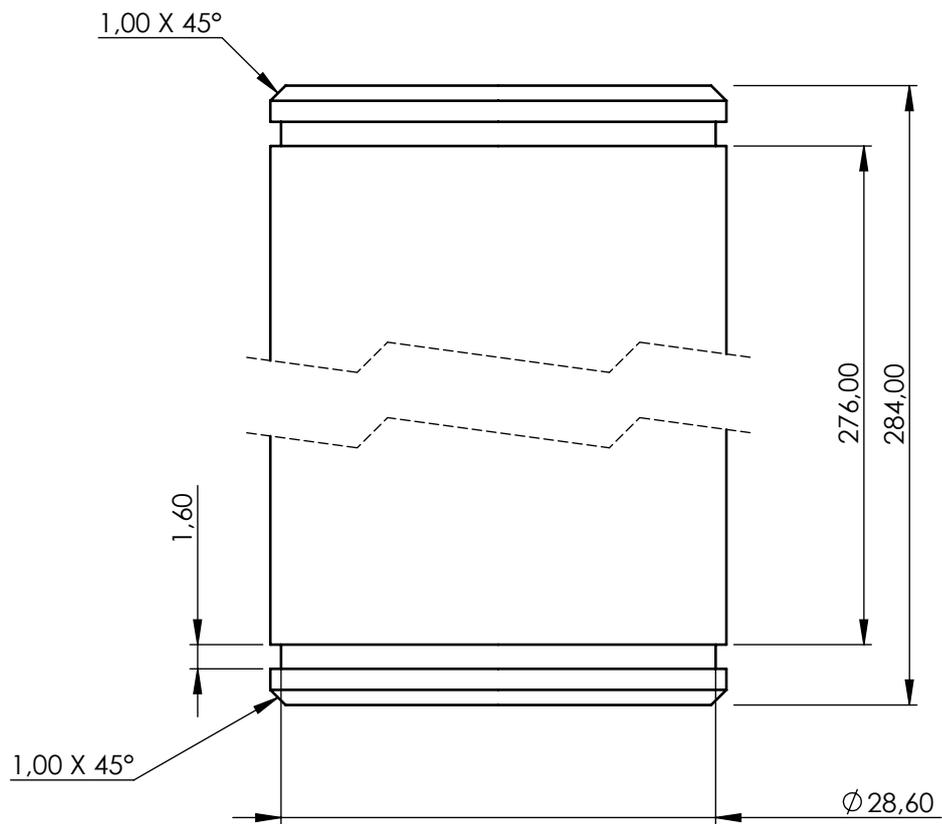
Observaciones:		Denominación: P15_Bisagra mecanismo (Fija)		Material: Acero DIN 1.8901		Plano nº: 1.03.03.04	
Escala: 1:5		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 105	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



SECCIÓN B-B

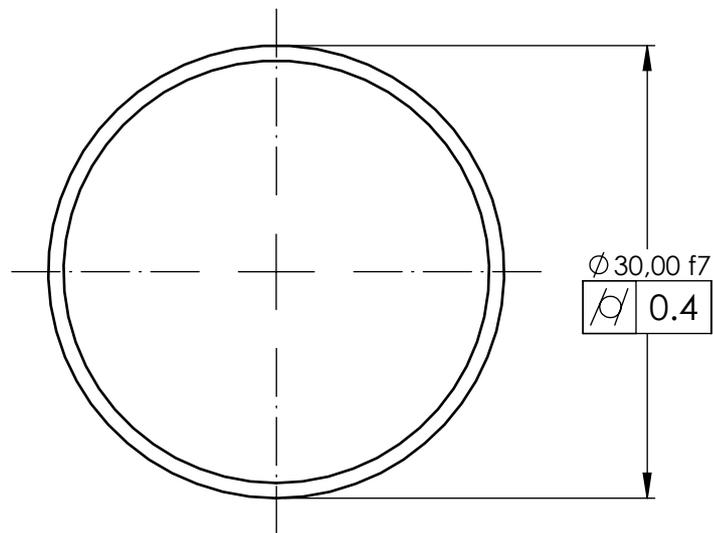
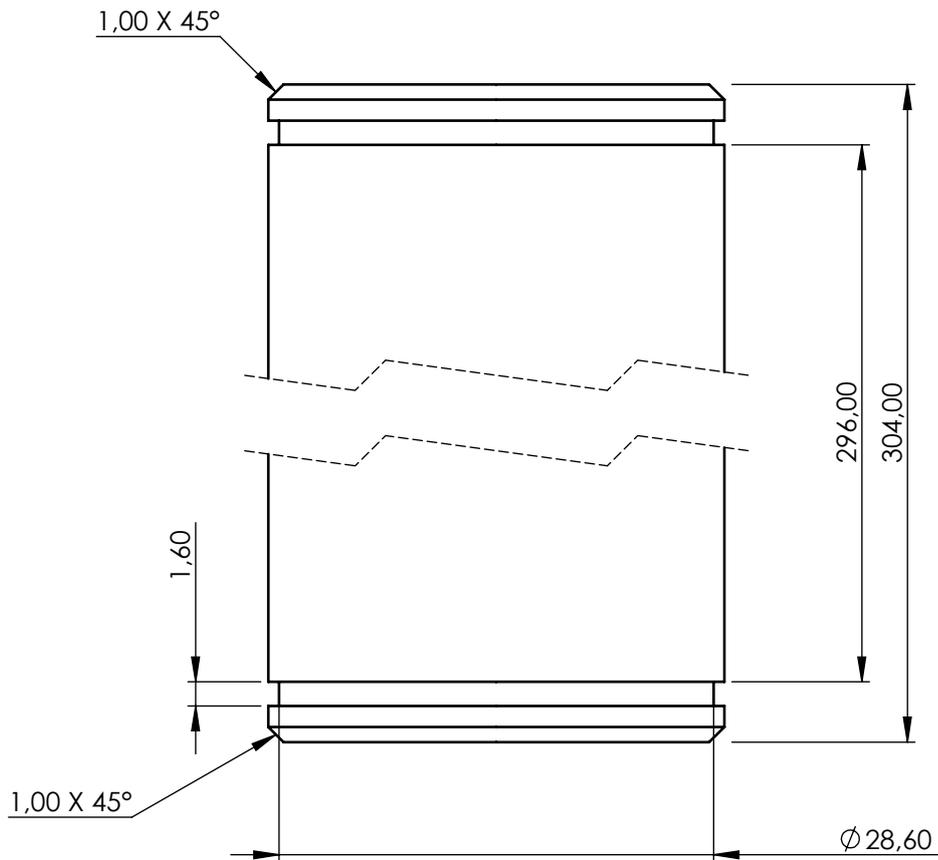
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P16_Barra union		Material: Acero DIN 1.8901		Plano nº: 1.03.03.05	
Escala: 1:3		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 106	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



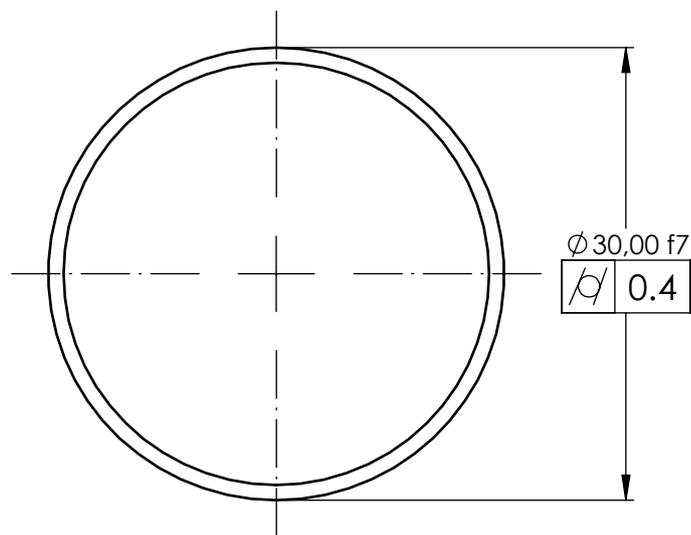
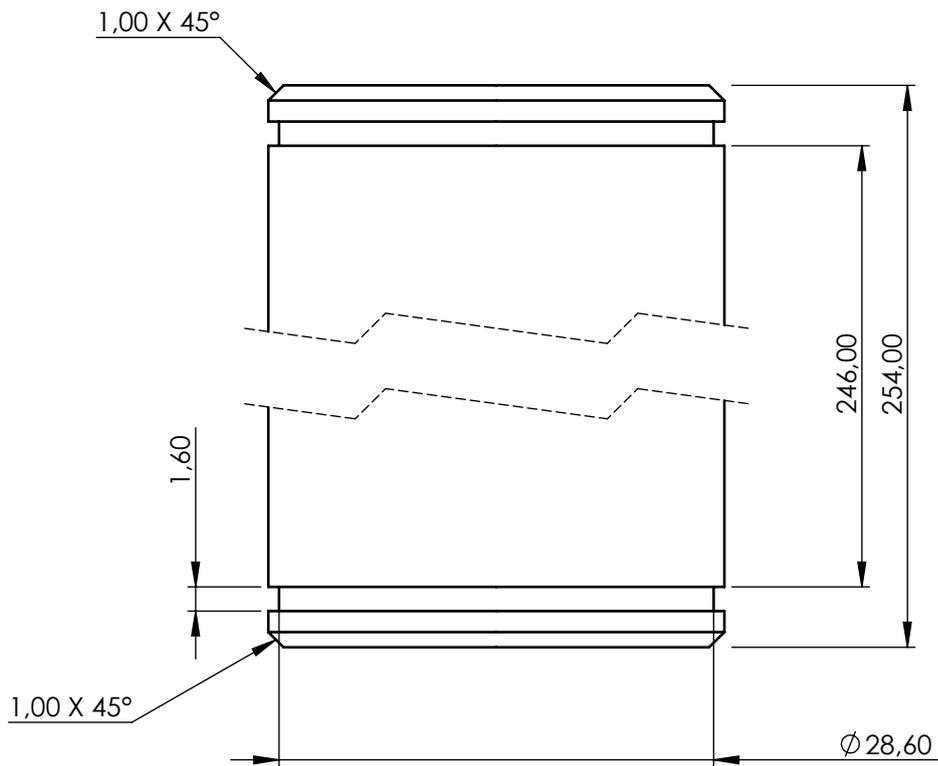
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Amarrar cilindro de forma adecuada para mantener rugosidad: Ra ≤ 0,4 μm; Rz ≤ 3,0 μm		Denominación: P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Medio)		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.03.06	
Escala: 2:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 107	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

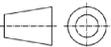


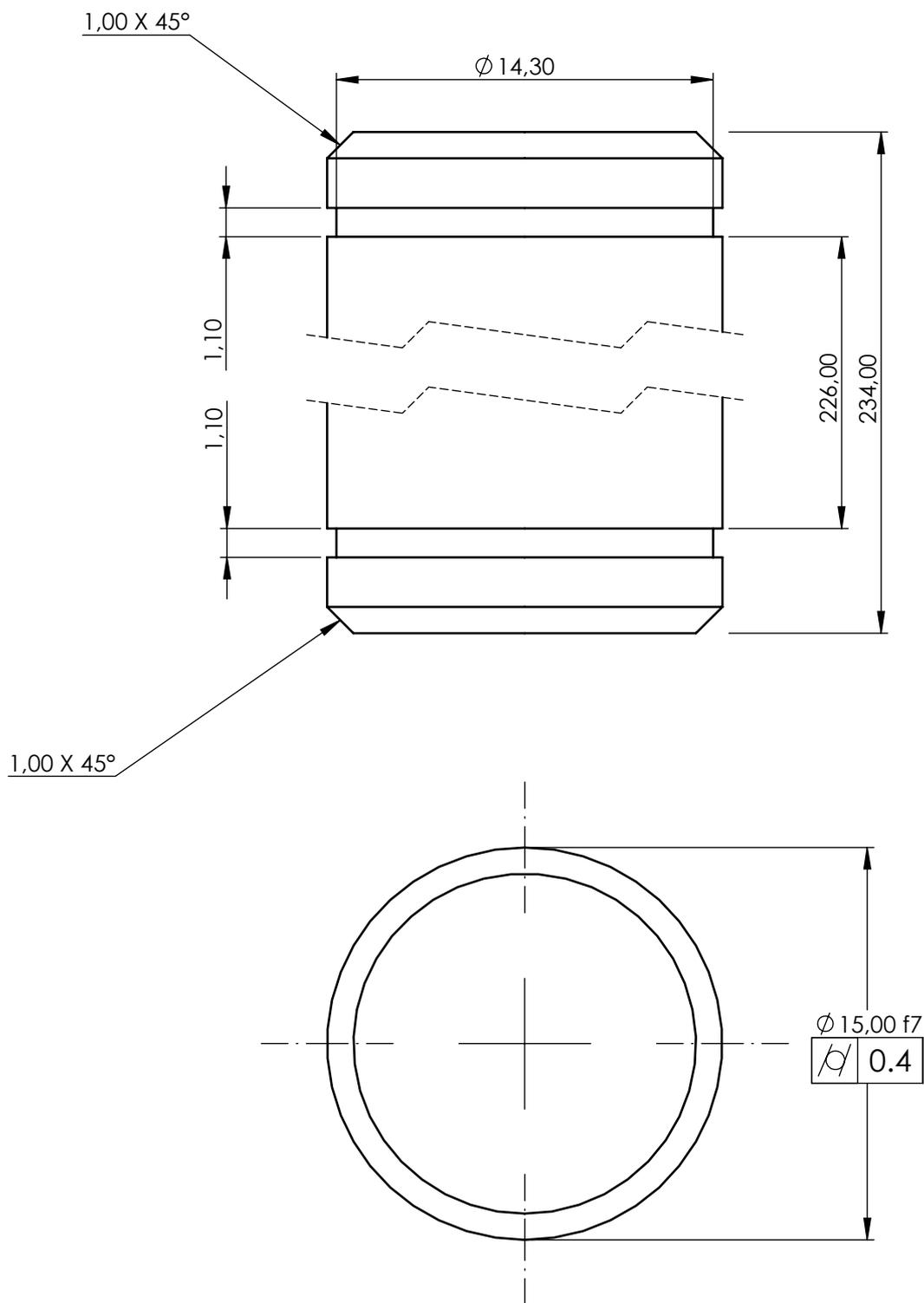
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Amarrar cilindro de forma adecuada para mantener rugosidad: Ra ≤ 0,4 µm; Rz ≤ 3,0 µm		Denominación: P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Largo)		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.03.07	
Escala: 2:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 108	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



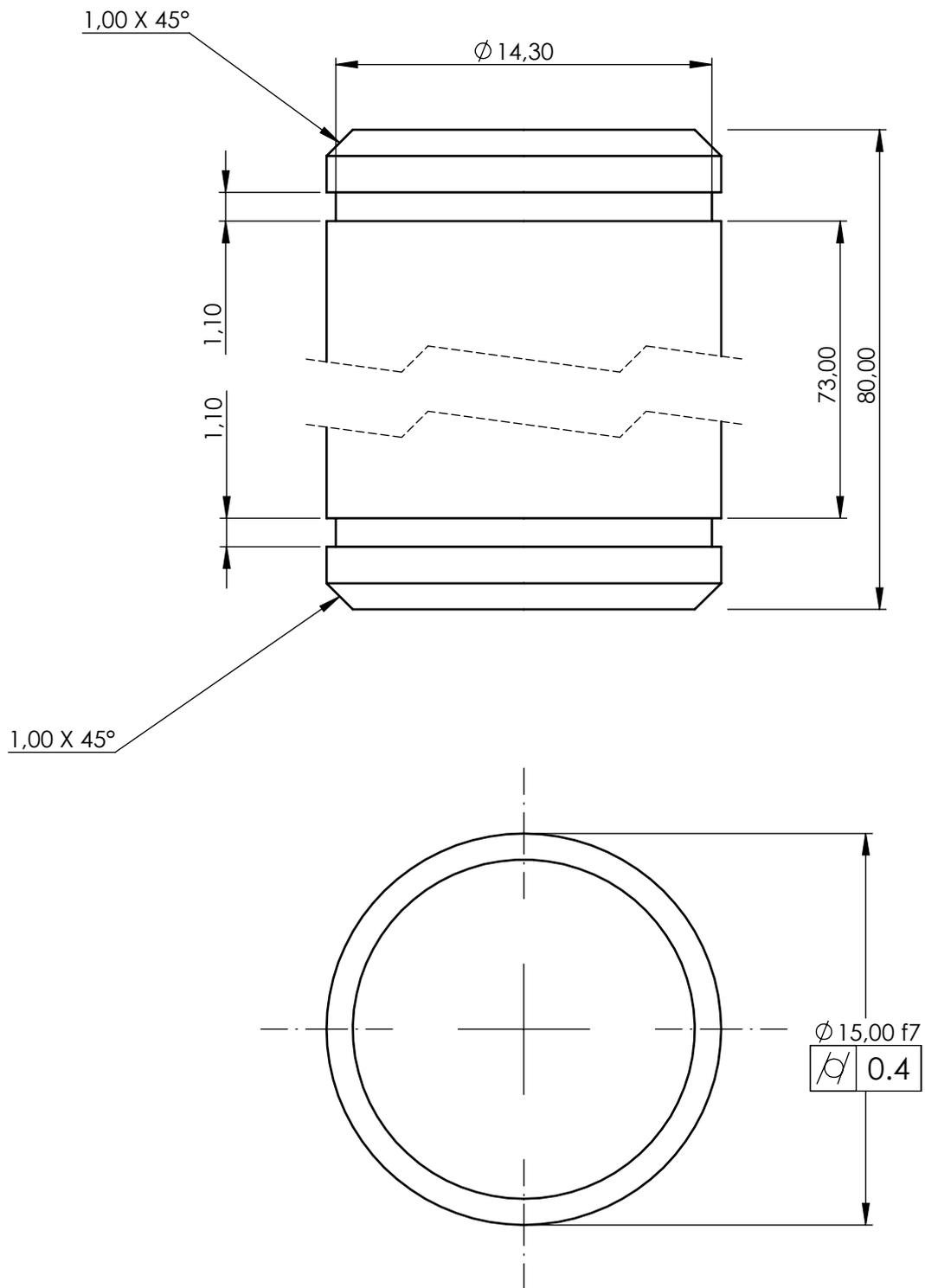
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Amarrar cilindro de forma adecuada para mantener rugosidad: Ra ≤ 0,4 μm; Rz ≤ 3,0 μm	Denominación: P19_Eje mecanismo rodillera 30 (Corto)	Material: Acero DIN 1.7225	Plano nº: 1.03.03.08
			Hoja nº: 109
Escala: 2:1	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal Evaluador
			Formato: A4



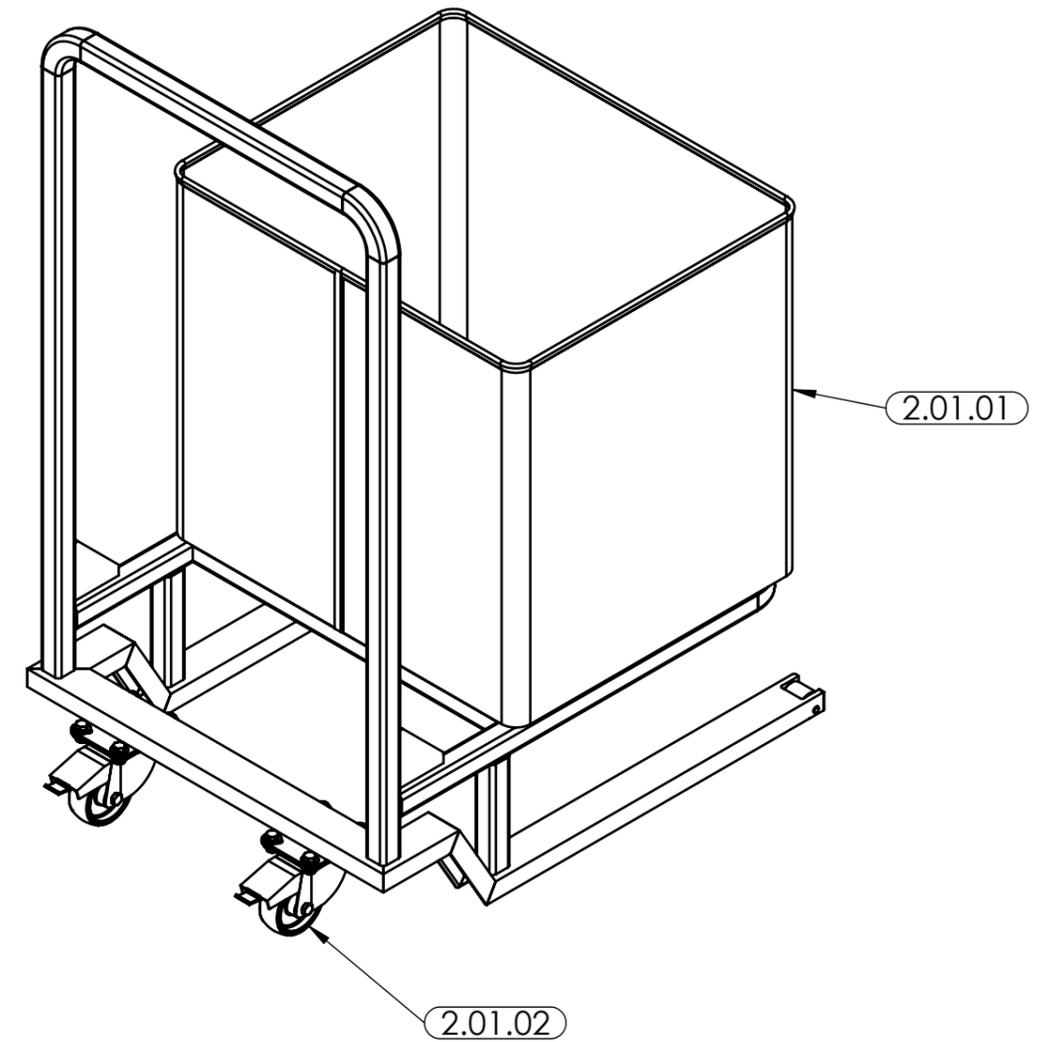
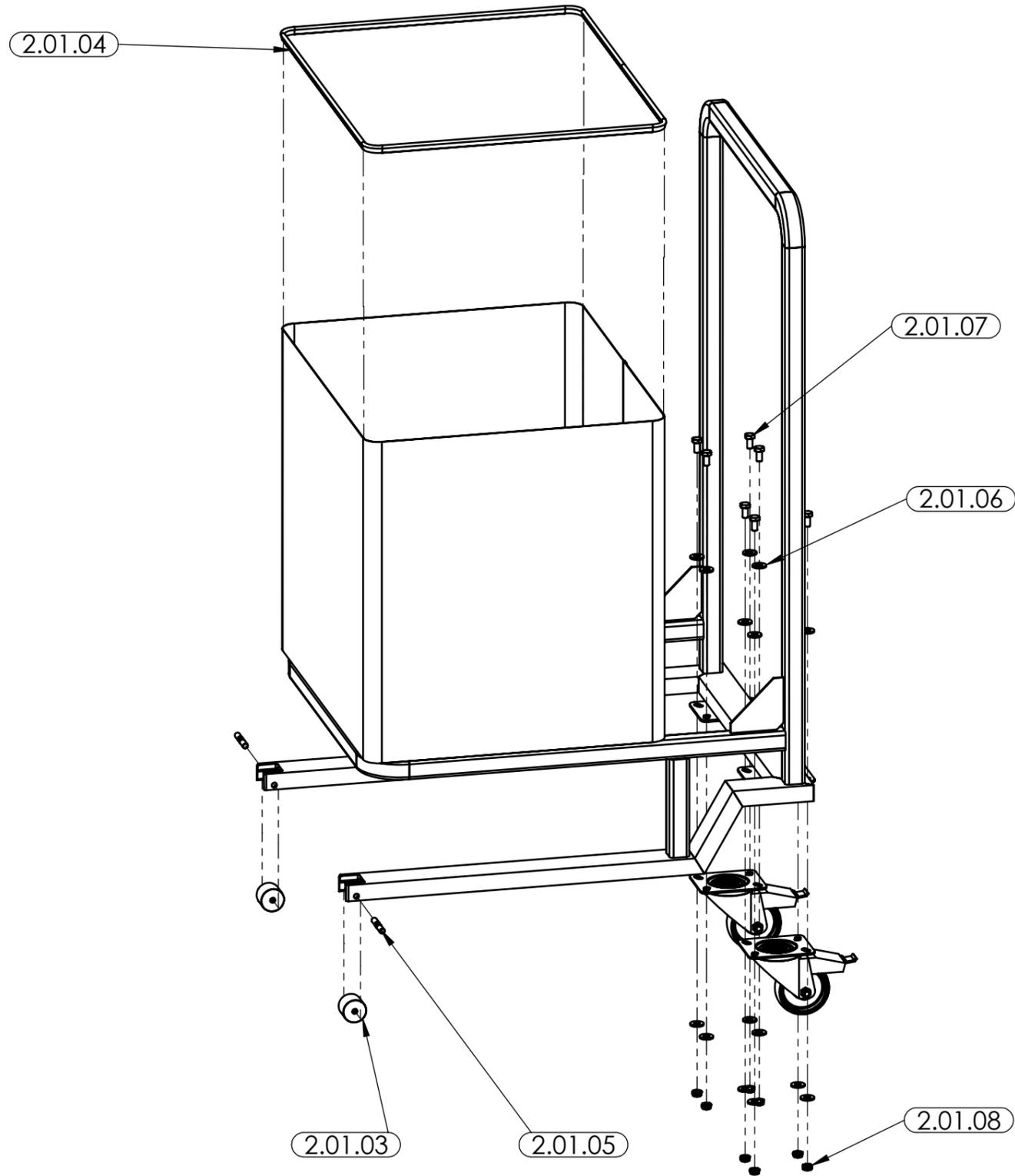
Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Amarrar cilindro de forma adecuada para mantener rugosidad: $R_a \leq 0,4 \mu\text{m}$; $R_z \leq 3,0 \mu\text{m}$		Denominación: P20_Eje mecanismo rodillera 15 (Largo)		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.03.09	
Escala: 4:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 110	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones: Amarrar cilindro de forma adecuada para mantener rugosidad: $Ra \leq 0,4 \mu m$; $Rz \leq 3,0 \mu m$		Denominación: P20_Eje mecanismo rodillera 15 (Corto)		Material: Acero DIN 1.7225		Plano nº: 1.03.03.10	
Escala: 4:1		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 111	
Idioma: ES		 UNIVERSITAT JAUME I		Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	

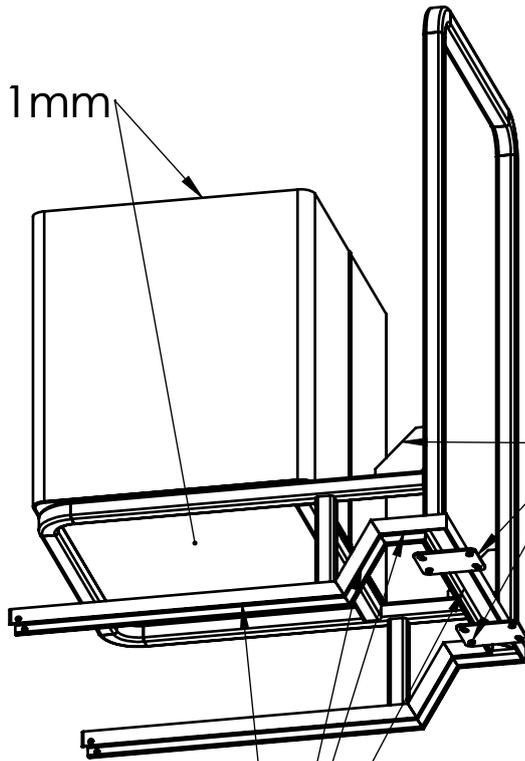


2.01.08	DIN EN ISO 10511 - M8 - N	8
2.01.07	DIN EN 24017 - M8 x 16-N	8
2.01.06	DIN 6902-A9.3	16
2.01.05	DIN 938 - M8 x 30 --- 22N	2
2.01.04	Protector borde chapa	1
2.01.03	Rodillo nylon	2
2.01.02	Elesa-Ganter. RE.F8-080-SBF-N	2
2.01.01	P27_Carro recogida	1
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

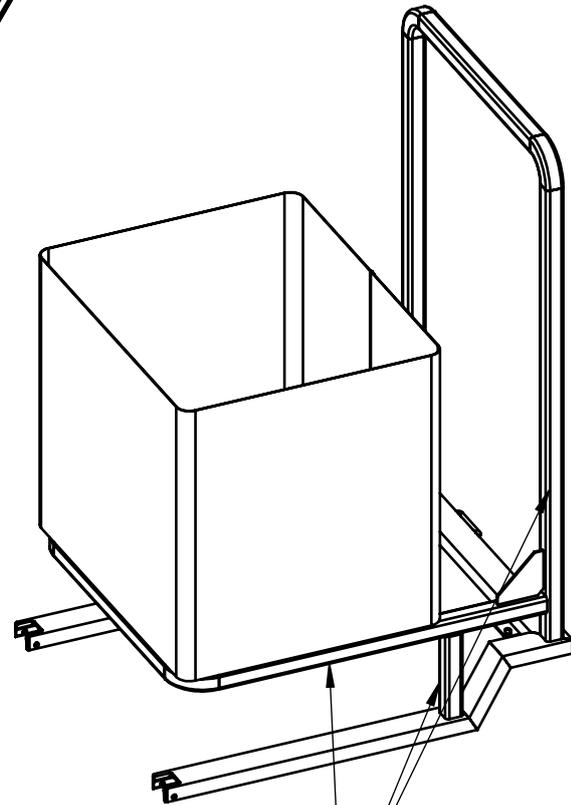
Observaciones:		Denominación: SCON04_Carro	Material:	Plano nº: 2.01
Escala: 1:8	Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí	Hoja nº: 112
Idioma: ES			Comprobado por: Tribunal evaluador	Fecha: 30/04/2020
			Formato: A3	

Chapa 1mm



Chapa 3mm

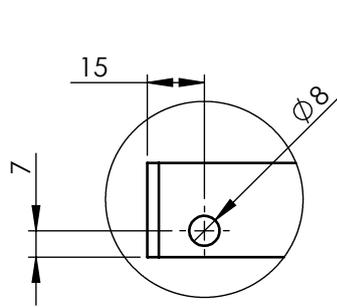
Perfil UPN 50 x 25



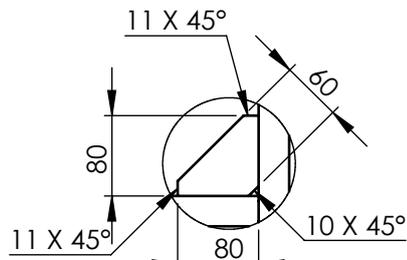
Perfil cuadrado
30 x 30 x 2,6

Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

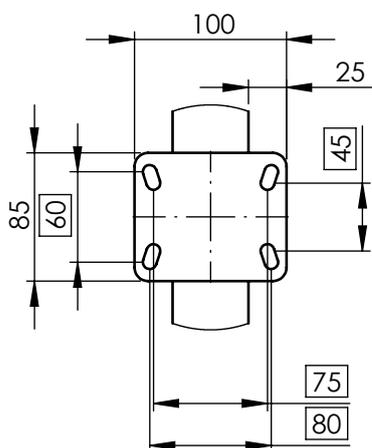
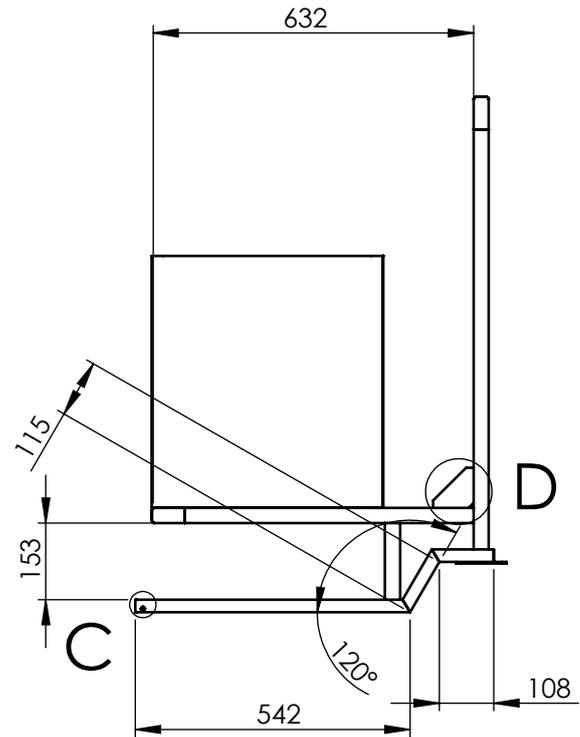
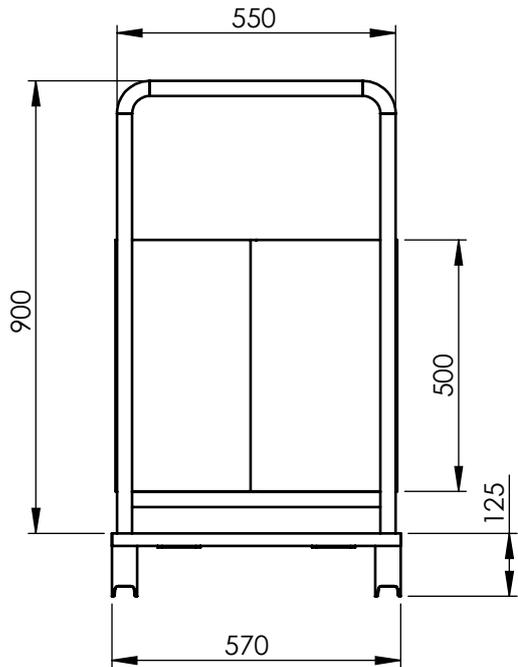
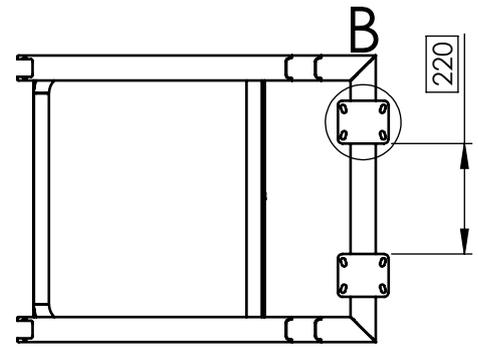
Observaciones:		Denominación: P27_Carro recogida (Elementos estructurales)		Material: Acero al carbono no aleado		Plano nº: 2.01.01A	
Escala: 1:12 Un. dim. mm		 UNIVERSITAT JAUME I		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 113	
Idioma: ES 				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	



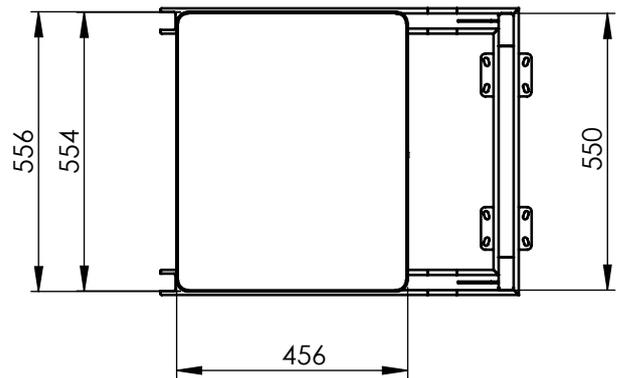
DETALLE C
ESCALA 1 : 2



DETALLE D
ESCALA 2 : 15



DETALLE B
ESCALA 1 : 5



Nota: Tolerancias no indicadas según norma UNE-EN 22768-m

Observaciones:		Denominación: P27_Carro recogida (Dimensiones)		Material: Acero al carbono no aleado		Plano nº: 2.01.01B	
Escala: 1:15		Un. dim. mm		Dibujado por: David Beltran Audí		Hoja nº: 114	
Idioma: ES				Comprobado por: Tribunal Evaluador		Fecha: 29/05/2020	
						Formato: A4	