



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA:

**CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA
PARA EL LLENADO DE MOLDES EN LA ELABORACIÓN DE QUESO
PARA LA MICROEMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “EL SR.
QUESO”.**

**AUTOR: Chico Godoy Cristian Geovanny
DIRECTOR: Ing. Diego Ortiz**

**Ibarra – Ecuador
2016**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR			
CEDULA DE IDENTIDAD	1003557756-6		
APELLIDOS Y NOMBRES	CHICO GODOY CRISTIAN GEOVANNY		
DIRECCIÓN	ISLA SANTA ISABEL 19-77 Y MACHALA		
E-MAIL	criskate9126@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO	06 2 957 075	TELÉFONO MOVIL	0988193708
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO	CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA PARA EL LLENADO DE MOLDES EN LA ELABORACIÓN DE QUESO PARA LA MICROEMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL SR. QUESO"		
AUTOR	CHICO GODOY CRISTIAN GEOVANNY		
FECHA	2016 / 05 / 26		
PROGRAMA	PREGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MECATRÓNICA		
ASESOR	ING. DIEGO ORTIZ		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

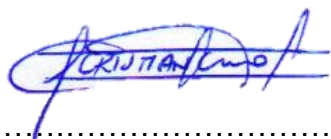
Yo, Cristian Geovanny Chico Godoy, con cédula de identidad Nro.1003557756, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de mayo del 2016

EL AUTOR:



.....
FIRMA

Nombre: Cristian Geovanny Chico Godoy

Cédula: 1003557756



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Cristian Geovanny Chico Godoy, con cédula de identidad Nro. 1003557756, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA PARA EL LLENADO DE MOLDES EN LA ELABORACIÓN DE QUESO PARA LA MICROEMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS “EL SR. QUESO”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
FIRMA

Nombre: Cristian Geovanny Chico Godoy

Cédula: 1003557756



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICADO DE ASESOR

El señor Cristian Geovanny Chico Godoy, con cédula de identidad: 1003557756, ha trabajado en su totalidad en el desarrollo del proyecto de tesis: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA PARA EL LLENADO DE MOLDES EN LA ELABORACIÓN DE QUESO PARA LA MICROEMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS "EL SR. QUESO", para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, trabajo que lo realizó bajo mi supervisión por lo cual firmo constancia.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Diego Ortiz".

.....
Ing. Diego Ortiz
DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Cristian Geovanny Chico Godoy, con cédula de identidad Nro. 1003557756, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y certifico la veracidad de las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Cristian Geovanny Chico Godoy".

.....
FIRMA

Nombre: Cristian Geovanny Chico Godoy

Cédula: 1003557756



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios que siempre cuida y guía mis pasos, a mi familia en especial a mis padres y hermanos, que siempre han sabido guiarme, cuidarme y darme un apoyo incondicional y desinteresado, siempre serán mi fuerza y motivación para seguir luchando y persiguiendo mis sueños, a ustedes toda la vida agradecido.

Cristian.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco especialmente a mi familia, docentes y a todas las personas que estuvieron contribuyendo con información, conocimiento y aliento necesario para culminar de manera exitosa este trabajo, cada palabra o enseñanza brindada fue un apoyo y un impulso para llegar al final, a todos ellos mi más sincero reconocimiento.

Cristian.

RESUMEN

El desarrollo de este proyecto de investigación es para demostrar la utilidad de una máquina dosificadora de cuajada en microempresas que se dedican a la elaboración de queso fresco dentro de la industria láctea. Esta máquina dará paso a un producto final de calidad, eficiencia en la producción y facilitará el trabajo del operador de la máquina.

El principal objetivo de la máquina es llenar los moldes con una cantidad específica de cuajada evitando el desperdicio, la cuajada debe estar en un estado ideal para la etapa de moldeado, estos son los principales problemas que se tiene en el proceso de moldeado de queso y que se ha dado una solución.

El planteamiento de la solución se inició con el diseño de las partes de los mecanismos seleccionados de acuerdo a las necesidades de la microempresa, se dimensionó y seleccionó los actuadores y sensores de cada sistema.

Se realizó los cálculos necesarios para la construcción de cada elemento mecánico de la máquina y se procedió a su total ensamblaje implementando todos sus sistemas anexos. Para concluir se elaboró las pruebas necesarias para el correcto funcionamiento de la máquina.

ABSTRACT

The development of this project of investigation is to show the utility of cheese curds dosing machine in a small business that dedicated to make fresh cheese in the dairy industry. This machine will do a final product of quality, efficiency in the production, making easy the work of machine operator.

The main objective of the machine is fill the molds with adequate quantity of cheese curds avoiding waste, the cheese curds must be in an optimal status for the molding step, these are the main troubles that is in the molding step of the cheese. So that the problem was resolved.

The approach of the solution began with the design of the mechanism parts chosen according to the needs of the small business. It was dimensioned and choose the actuators and sensors of the each system.

It was made necessary calculation for the building of each mechanic element of the machine and was preceded to the total assemblage, implementing all attachments systems. To end was made the necessary testing for the correct operation of the machine.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	II
CONSTANCIAS	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	IV
CERTIFICADO DE ASESOR	V
DECLARACIÓN	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE DE CONTENIDO	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XIX
CAPÍTULO 1	1
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.2 Objetivos de la investigación	1
1.1.3 Justificación	2
1.1.4 Alcance	3
CAPÍTULO 2	5
2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Trabajos previos	5
2.1.2 Máquina existentes	5
2.1.3 Proceso de elaboración del queso fresco	7
CAPÍTULO 3	11
3.1 Metodología	11
3.1.1 Objetivo 1	11
3.1.2 Objetivo 2	11
3.1.3 Objetivo 3	13
3.1.4 Objetivo 4	13
3.1.5 Objetivo 5	13

CAPÍTULO 4	15
4.1 Diseño, cálculos y análisis de resultados mecánicos	15
4.1.1 Requerimientos de diseño.....	15
4.1.2 Partes principales de la máquina	16
4.1.3 Diseño de partes mecánicas	16
4.1.4 Análisis mecánicos.....	30
4.2 Sistema de bombeo	67
4.2.1 Selección de la bomba para el sistema.....	67
4.3 Sistema de neumático	79
4.3.1 Selección de los actuadores neumáticos	79
4.3.2 Selección del compresor de aire	84
4.3.3 Selección de la unidad de mantenimiento.....	87
4.3.4 Selección de la electroválvula	88
4.3.5 Selección de la manguera neumática	89
4.4 Sistema de control	91
4.4.1 Selección del controlador	91
4.4.2 Selección de protecciones del sistema eléctrico	93
4.4.3 Selección de sensores para el sistema de control	96
4.5 Implementación de la máquina dosificadora de cuajada	99
4.5.1 Construcción de la máquina.....	99
4.5.2 Diagramas de flujo de la construcción de la máquina	99
4.5.3 Ensamblaje mecánico de la máquina.....	110
4.5.4 Implementación del sistema de control	111
4.5.5 Implementación del sistema neumático	117
4.5.6 Diagrama de flujo del programa de control	121
4.5.7 Tabla de variables del programa de control	122
4.5.8 Esquema de conexión eléctrica	122
4.5.9 Esquema de conexión neumática	122
4.5.10 Programa del PLC.....	122
CAPÍTULO 5	125
5.1 Pruebas inicial sin intervención de cuajada	125
5.1.1 Prueba sistema mecánico	126
5.1.2 Prueba del sistema neumático	126

5.1.3	Prueba del sistema de bombeo.....	126
5.1.4	Prueba del sistema de control.....	126
5.2	Pruebas inicial con intervención de cuajada	127
5.2.1	Prueba sistema mecánico.....	127
5.2.2	Prueba del sistema neumático.....	127
5.2.3	Prueba del sistema de bombeo.....	127
5.2.4	Prueba del sistema de control.....	127
5.3	Calibración de los sistemas	128
	CAPÍTULO 6.....	131
6.1	Conclusiones.....	131
6.2	Recomendaciones.....	132
	BIBLIOGRAFÍA	135
	ANEXO I.....	137
	ANEXO II.....	138
	ANEXO III.....	139
	ANEXO IV	140
	ANEXO V	141
	ANEXO VI	146
	ANEXO VII	148
	ANEXO VIII	150
	ANEXO IX	152
	ANEXO X	154
	ANEXO XI	156
	ANEXO XII	159
	ANEXO XIII	161
	ANEXO XIV	164
	ANEXO XV.....	170
	ANEXO XVI.....	172
	ANEXO XVII.....	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Parámetros de diseño de la máquina.....	15
Tabla 4.2 Parámetros de la estructura de soporte	20
Tabla 4.3 Parámetros de diseño del abastecedor de cuajada	22
Tabla 4.4 Carga total 1.....	30
Tabla 4.5 Carga total 2.....	31
Tabla 4.6 Sumatoria de A y sumatoria de A * y1 sección transversal, viga A-B... 38	38
Tabla 4.7 Esfuerzos y factores de seguridad calculados y simulados, viga A-B.. 44	44
Tabla 4.8 Esfuerzos y factores de seguridad calculados y simulados, viga D-C . 56	56
Tabla 4.9 Datos de la simulación de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm	57
Tabla 4.10 Datos de la simulación de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm	59
Tabla 4.11 Carga aplicada a la sección 1 de la placa perforada.....	62
Tabla 4.12 Datos de la simulación placa perforada sección 1	63
Tabla 4.13 Datos de la simulación placa perforada sección 2	65
Tabla 4.14 Coeficientes de pérdidas de carga en accesorios del sistema.....	74
Tabla 4.15 Características técnicas bomba RV-65	75
Tabla 4.16 Características de los cilindros neumáticos a seleccionar	83
Tabla 4.17 Características técnicas de los cilindros neumáticos seleccionados.. 83	83
Tabla 4.18 Tiempos de activación de los cilindros neumáticos.....	84
Tabla 4.19 Características técnicas de la unidad de mantenimiento	87
Tabla 4.20 Características técnicas de la electroválvula.....	89
Tabla 4.21 Características técnicas PLC Siemens LOGO!	91
Tabla 4.22 Características técnicas LOGO! Power 24.....	92
Tabla 4.23 Consumo de corriente etapa de potencia	94
Tabla 4.24 Características técnicas del breaker	94
Tabla 4.25 Características técnicas de los relés.....	95
Tabla 4.26 Funciones de los sensores.....	96
Tabla 4.27 Características del micro switch.....	97
Tabla 4.28 Características del sensor Infrarrojo	97
Tabla 4.29 Operaciones de manufactura	99
Tabla 4.30 Simbología estándar para diagramas de flujo	100

Tabla 4.31 Actividades de la construcción de la estructura de soporte	101
Tabla 4.32 Actividades de la construcción de la placa de orificios dosificadores	103
Tabla 4.33 Actividades de la construcción del abastecedor de cuajada	105
Tabla 4.34 Actividades de la construcción del riel y placa regulable	107
Tabla 4.35 Actividades del proceso de ensamblaje mecánico de la máquina	110
Tabla 4.36 Actividades de la implementación del tablero de control.....	111
Tabla 4.37 Implementación del tablero de control	113
Tabla 4.38 Actividades implementación del control de nivel y control de posición	115
Tabla 4.39 Implementación del control de nivel y control de posición	116
Tabla 4.40 Actividades de la implementación del sistema neumático.....	117
Tabla 4.41 Implementación del sistema neumático	118
Tabla 4.42 Actividades implementación del sistema de bombeo.....	119
Tabla 4.43 Implementación del sistema de bombeo	120
Tabla 4.44 Variables del sistema del programa de control	122
Tabla 5.1 Problemas a corregir presentados en el funcionamiento de la máquina	128
Tabla 5.2 Calibración de tiempos de desuerado.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Máquina automática de llenado de moldes para la fabricación de quesos.....	5
Figura 2.2 Máquina Tetra Tebel Casomatic MC-S.	6
Figura 2.3 Máquina Llenadora de moldes – Perinox	7
Figura 2.4 Corte del coagulo mediante lira	8
Figura 2.5 Desuerado.....	9
Figura 2.6 Moldeado.....	10
Figura 4.1 Distribución de orificios dosificadores en la placa [mm]	17
Figura 4.2 Dobles de refuerzo a placa perforada	17
Figura 4.3 Longitud adicional de placa para la posición 1 [mm].....	18
Figura 4.4 Dimensionamiento de largo y ancho para la estructura [mm]	19
Figura 4.5 Perfil para la estructura de soporte [mm].....	20
Figura 4.6 Dimensionamiento del abastecedor de cuajada [mm].....	23
Figura 4.7 Perforaciones en el abastecedor de cuajada [mm]	24
Figura 4.8 Perfil para el marco del abastecedor [mm]	25
Figura 4.9 Configuración del riel regulador.....	26
Figura 4.10 Configuración y posicionamiento de las bandejas.....	27
Figura 4.11 Configuración de la bandeja y seguro	28
Figura 4.12 Configuración de la bandeja recolectora	29
Figura 4.13 Posicionamiento de la bandeja recolectora en la máquina [mm]	29
Figura 4.14 Distribución de la carga 1 en las vigas A-B	31
Figura 4.15 Distribución de la carga 2 en las vigas D-C.....	32
Figura 4.16 Cargas en la viga A-B.....	32
Figura 4.17 Viga con carga distribuida doblemente empotrada.....	33
Figura 4.18 Carga distribuida a carga puntual en la viga A-B.....	34
Figura 4.19 Corte 1, viga A-B	34
Figura 4.20 Corte 2, viga A-B	35
Figura 4.21 Diagrama de cortes y momentos, viga A-B	36
Figura 4.22 Representación de A_p y y sección transversal, viga A-B	38
Figura 4.23 Concentración de esfuerzos en el punto 1 y 2 de sección de la viga A-B.....	39
Figura 4.24 Tensión axial y de flexión en el límite superior, viga A-B.....	43

Figura 4.25 Factor de seguridad, viga A-B	44
Figura 4.26 Cargas en la viga D-C	45
Figura 4.27 Viga con carga puntual doblemente empotrada	45
Figura 4.28 Corte 1, viga D-C.....	47
Figura 4.29 Corte 2, viga D-C.....	47
Figura 4.30 Diagrama de cortes y momentos, viga D-C.....	48
Figura 4.31 Representación gráfica del área A_m	51
Figura 4.32 Concentración de esfuerzos en el punto 1 y 2 de sección de la viga D-C.....	51
Figura 4.33 Tensión axial y de flexión en el límite superior, viga D-C	55
Figura 4.34 Factor de seguridad, viga C-D.....	56
Figura 4.35 Tensión axial y de flexión en el límite superior de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm	57
Figura 4.36 Factor de seguridad de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm	58
Figura 4.37 Desplazamientos resultantes de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm.....	58
Figura 4.38 Tensión axial y de flexión en el límite superior de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm	60
Figura 4.39 Factor de seguridad de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm	60
Figura 4.40 Desplazamientos resultantes de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm.....	61
Figura 4.41 Distribución de la carga en la sección 1 de la placa	62
Figura 4.42 Distribución de la carga en la sección 2 de la placa	62
Figura 4.43 Von Mises – Sección 1 de la placa perforada.....	63
Figura 4.44 Factor de seguridad - Sección 1 de la placa perforada	64
Figura 4.45 Desplazamientos resultantes - Sección 1 de la placa perforada	64
Figura 4.46 Von Mises – Sección 2 de la placa perforada.....	65
Figura 4.47 Factor de seguridad - Sección 2 de la placa perforada	66
Figura 4.48 Desplazamientos resultantes - Sección 1 de la placa perforada	66
Figura 4.49 Sistema de bombeo.....	67
Figura 4.50 Configuración del sistema neumático.....	79
Figura 4.51 Coeficientes de fricción de diferentes tipos quesos.....	81

Figura 4.52 Cilindro neumático.....	84
Figura 4.53 Unidad de mantenimiento.....	88
Figura 4.54 Selección del tamaño de conexión de la válvula	88
Figura 4.55 Electroválvula 5/2	89
Figura 4.56 PLC Siemens LOGO!	92
Figura 4.57 Fuente Siemens LOGO! Power	93
Figura 4.58 Breaker	94
Figura 4.59 Relé	95
Figura 4.60 Fusible.....	96
Figura 4.61 Micro Switch	97
Figura 4.62 Sensor Infrarrojo	98
Figura 4.63 Fuente de alimentación 5 [VDC].....	98
Figura 4.64 Diagrama de flujo de la construcción de la estructura de soporte ...	100
Figura 4.65 Diagrama de flujo de la construcción de placa de orificios dosificadores	102
Figura 4.66 Diagrama de flujo de la construcción del abastecedor de cuajada ..	104
Figura 4.67 Diagrama de flujo construcción del riel y placa regulable	106
Figura 4.68 Diagrama de flujo de la construcción de las bandejas.....	108
Figura 4.69 Bandejas terminadas.....	108
Figura 4.70 Diagrama de flujo de la construcción de la bandeja recolectora.....	109
Figura 4.71 Bandeja recolectora terminada.....	109
Figura 4.72 Diagrama de flujo del proceso de ensamblaje mecánico de la máquina.....	110
Figura 4.73 Diagrama de flujo de la implementación del tablero de control	112
Figura 4.74 Diagrama de flujo de la implementación del control de nivel y control de posición	115
Figura 4.75 Diagrama de flujo de la implementación del sistema neumático	117
Figura 4.76 Diagrama de flujo de la implementación del sistema de bombeo	119
Figura 4.77 Flujograma del programa de control.....	121

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 4.1 Volumen del molde.....	21
Ecuación 4.2 Volumen mínimo del abastecedor	22
Ecuación 4.3 Volumen total del abastecedor	22
Ecuación 4.4 Cálculo del momento resultante punto A y B.....	33
Ecuación 4.5 Cálculo del esfuerzo normal debido a flexión, viga A-B.....	36
Ecuación 4.6 Cálculo del esfuerzo cortante debido a flexión, viga A-B.....	37
Ecuación 4.7 Cálculo del primer momento del área sección transversal, viga A-B	38
Ecuación 4.8 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga A-B.	40
Ecuación 4.9 Cálculo del factor de seguridad, punto 1 viga A-B.....	40
Ecuación 4.10 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga A-B	41
Ecuación 4.11 Cálculo del factor de seguridad, punto 2 viga A-B.....	42
Ecuación 4.12 Cálculo del factor de seguridad por SolidWorks, viga A-B.....	42
Ecuación 4.13 Cálculo del momento punto D viga doble empotrada con carga puntual.....	45
Ecuación 4.14 Cálculo del momento punto C viga doble empotrada con carga puntual.....	45
Ecuación 4.15 Cálculo del esfuerzo normal debido a flexión, viga D-C	49
Ecuación 4.16 Cálculo del esfuerzo cortante debido a flexión, viga D-C	49
Ecuación 4.17 Cálculo del esfuerzo cortante debido a torsión, viga D-C.....	50
Ecuación 4.18 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga D-C	52
Ecuación 4.19 Cálculo del factor de seguridad, punto 1 viga D-C	52
Ecuación 4.20 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga A-B	53
Ecuación 4.21 Cálculo del factor de seguridad, punto 2 viga D-C	54
Ecuación 4.22 Cálculo del factor de seguridad por SolidWorks, viga D-C	54
Ecuación 4.23 Cálculo del cubicaje bomba RV-100.....	67
Ecuación 4.24 Cálculo del caudal de bombeo con bomba RV-100 a 100 rpm....	68
Ecuación 4.25 Cálculo del tiempo de llenado del abastecedor con bomba RV-100 a 100 rpm	69
Ecuación 4.26 Cálculo del caudal de llenado.....	69
Ecuación 4.27 Cálculo de la velocidad media	70

Ecuación 4.28	Cálculo del número de Reynolds.....	70
Ecuación 4.29	Cálculo del peso específico	71
Ecuación 4.30	Cálculo de pérdidas de carga por fricción.....	72
Ecuación 4.31	Cálculo de pérdidas de carga por fricción.....	72
Ecuación 4.32	Cálculo de pérdidas de carga por fricción.....	73
Ecuación 4.33	Cálculo de la altura de la bomba	74
Ecuación 4.34	Cálculo de la altura de la bomba	74
Ecuación 4.35	Cálculo de la velocidad angular bomba RV-65 a un caudal Q.....	76
Ecuación 4.36	Cálculo de la eficiencia bomba RV-65.....	76
Ecuación 4.37	Cálculo de la potencia absorbida bomba RV-65.....	77
Ecuación 4.38	Cálculo del índice de reducción del reductor de velocidad	77
Ecuación 4.39	Cálculo del torque.....	78
Ecuación 4.40	Cálculo de la fuerza de rozamiento abastecedor-riel.....	79
Ecuación 4.41	Cálculo de la fuerza de rozamiento cuajada-placa	80
Ecuación 4.42	Cálculo de la fuerza de rozamiento cuajada-placa	81
Ecuación 4.43	Cálculo del área de retorno del cilindro neumático	82
Ecuación 4.44	Cálculo del consumo de aire por cada cilindro neumático doble efecto.....	84
Ecuación 4.45	Cálculo del consumo de aire total del sistema neumático	85
Ecuación 4.46	Cálculo del tanque de almacenamiento de aire del compresor ...	86
Ecuación 4.47	Cálculo del porcentaje de carga	89

CAPÍTULO 1

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Planteamiento del problema

“Sr. Queso” es una microempresa ubicada en el sector de Azaya en Ibarra. Está dedicada a la realización y comercialización de quesos del tipo fresco. Actualmente, todo este proceso de producción es en forma manual. Inicia con la recepción de la leche entera en forma de cántaras; posteriormente la vacían en una marmita y basándose en un proceso propio de temperatura, tiempo e ingredientes lácteos, se obtiene finalmente la cuajada. Una vez terminado este paso, se corta en trozos y se deposita en moldes.

El proceso de llenado no es el adecuado, ya que el operario debe transportar la cuajada desde la marmita hasta los moldes en forma manual lo que produce constante cansancio. Adicionalmente, considerando la distancia que debe caminar el obrero, se añade un tiempo adicional al proceso, valioso para la producción.

Por razones económicas, ergonómicas, productivas y de calidad del producto, el dosificado de cuajada debe realizarse en una cantidad específica en los moldes; por tal motivo, surge la necesidad de automatizar el proceso de fabricación, conllevando al aumento de su producción actual optimizando recursos humanos, higiene y seguridad laboral de los obreros.

Para este proceso de llenado de moldes se realizará la implementación de una máquina dosificadora de cuajada con métodos propicios a través de sistemas de tecnología actual para garantizar la elaboración de quesos con estándares de calidad.

1.1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Reducir el tiempo de llenado de moldes con cuajada para la elaboración de queso mediante la implementación de una máquina dosificadora de cuajada.

Objetivos específicos:

- Determinar los parámetros y variables que se debe considerar en el proceso de diseño y construcción de la máquina dosificadora de cuajada.
- Diseñar los diferentes sistemas y componentes de la máquina dosificadora de cuajada enfocado básicamente a las necesidades de la microempresa.
- Construir la máquina dosificadora de cuajada para la elaboración de quesos.
- Realizar pruebas de verificación y calibración de la máquina dosificadora de cuajada en el proceso de llenado de moldes.
- Elaborar un manual de uso y mantenimiento para el correcto uso de la máquina dosificadora de cuajada.

1.1.3 Justificación

Debido a la alta competencia en el sector de industrias lácteas se ve la necesidad de la implementación de maquinaria que optimice los procesos manuales a través de tecnología actual, tomando en cuenta el tiempo que conlleva un proceso manual y el contacto físico que produce el mismo, para así mejorar la calidad del producto y su producción actual.

Para tener en el mercado un producto de mayor calidad en este caso el queso, es importante evitar el contacto físico del trabajador con sus ingredientes, por esto se ve la necesidad de una máquina dosificadora de cuajada para la elaboración de quesos con la finalidad de reducir tiempos en la elaboración y reducir el contacto físico del trabajador con el alimento.

El proyecto de la implementación de la máquina dosificadora de cuajada se lo realizará de acuerdo a la necesidad que tiene la microempresa de ampliar su mercado a través de la mejora en su producción actual, por medio de la automatización de este proceso.

Optimizar las actividades de los trabajadores será fundamental, reduciendo los tiempos de elaboración de un queso que dará como resultado un aumento en la producción.

Los beneficios del proyecto serán presenciados por toda la empresa, que verán un desarrollo en la productividad, mejorando su mercado y por tal sus utilidades e ingresos. Este beneficio también será en favor de los consumidores que lo verán a través de un producto de mayor calidad, también aportará al objetivo principal de la facultad que promueve la innovación tecnológica, y transformar la matriz productiva para contribuir con el buen vivir mejorando así la situación actual de los microempresarios de la industria láctea.

1.1.4 Alcance

El alcance del presente proyecto es realizar el diseño e implementación de una máquina dosificadora de cuajada para el llenado de moldes en el proceso de elaboración de queso, enfocado básicamente en razones económicas, ergonómicas, productivas y de calidad del producto.

Los moldes serán colocados manualmente dentro de cajones o bandejas, los cuales serán ingresados dentro de la máquina para el proceso de llenado. El llenado de los moldes se realizará por medio de un mecanismo neumático que consta de un cajón alimentador móvil a través de un riel, este contendrá toda la cuajada y será el encargado transportar la cuajada a la mesa con orificios de llenado, la cuajada caerá a través de los orificios para el llenado de cada molde.

Para un llenado uniforme el operador realizará la verificación de cada uno de los moldes y una corrección manual si es necesario.

Todo este sistema será controlado por medio de un controlador programable, este controlador también se encargará de un control de nivel del cajón alimentador móvil (abastecedor).

El sistema contará con un sistema de bombeo de cuajada que llenará el abastecedor de cuajada móvil cuando la máquina lo requiera.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Trabajos previos

- No existen trabajos previos relacionados con este tema.

2.1.2 Máquina existentes

Máquina automática de llenado de moldes para la fabricación de quesos

El sistema de funcionamiento comienza con el abastecimiento de la máquina de con cuajada por medio de un sistema de bombeo a un difusor situado en la parte más alta de la máquina, esta cuajada cae a un tamiz vibrante en el cual el suero es colado y recogido. La cuajada por gravedad desciende dentro de unos cilindros multi-perforados para una continua filtración de suero, esta cuajada sigue descendiendo por los cilindros hasta un punto donde es frenado por una guillotina la cual se encarga de abrir o cerrar el abastecimiento de cuajada dependiendo de la necesidad del molde. Los moldes son posicionados debajo de las columnas de cuajada por medio de una banda transportadora (ver Figura 2.1). (Nuñez, 1991).

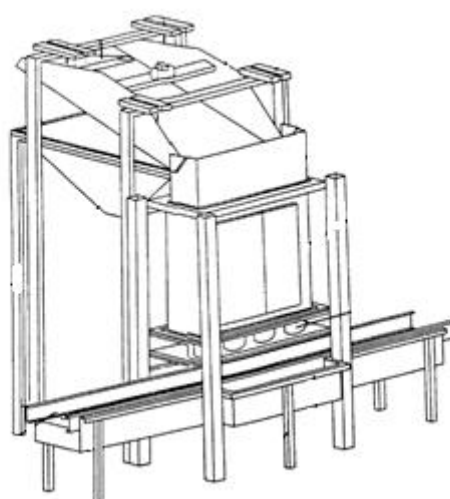


Figura 2.1 Máquina automática de llenado de moldes para la fabricación de quesos.

Fuente: (Nuñez, 1991)

Equipo de drenaje, moldeado y llenado de moldes - Tetrapak

Su proceso comienza desde el llenado del depósito con cuajada, por gravedad la cuajada desciende al fondo del depósito generándose un bloque de queso, esta es cortada de acuerdo a las dimensiones de los moldes para un posterior prensado.

El presado depende del tipo de queso a realizarse y el suero es recolectado para un proceso diferente (ver Figura 2.2). (TetraPak, 2012).



Figura 2.2 Máquina Tetra Tebel Casomatic MC-S.

Fuente: (TetraPak, 2012)

Llenadora de moldes – Perinox

Su funcionamiento comienza con el abastecimiento de cuajada por medio de un sistema de bombeo desde la cuba de fabricación, realizando un proceso de pre drenado antes del ingreso a la tolva de recepción. Después de la alimentación de la tolva la cuajada pasa a unas columnas las cuáles serán las encargadas de llenar los pre-moldes (ver Figura 2.3). (Perinox, 2015).



Figura 2.3 Máquina Llenadora de moldes – Perinox

Fuente: (Perinox, 2015)

2.1.3 Proceso de elaboración del queso fresco

Descripción del proceso de elaboración del queso fresco: (Santafé & Cacuango, 2011)

- **Recepción de la materia prima:** para la elaboración del queso fresco se utiliza leche fresca proveniente de animales sanos.
- **Recepción:** este es un proceso de verificación de peso y volumen total de leche que ingresa a la planta, se procede a una examinación y un vaciado en la los tanques de recepción de la microempresa.
- **Filtración:** es un paso en el cual se trata de eliminar cualquier partícula extraña dentro de la leche.
- **Pasteurización de la leche para quesos:** es un proceso de calentamiento de la leche por unos 30 minutos a una temperatura de 65° C, para un posterior enfriamiento de la leche a 40° C.
- **Adición del cuajo y reposo:** se coloca las enzimas utilizadas en las queserías (cuajo) dependiendo de las recomendaciones del fabricante.

- **Corte de la cuajada:** se procede al corte del coagulo de la caseína, por medio de una lira realizando cortes de forma vertical y horizontal, el objetivo de los cortes es obtener partículas de cuajada y dejar escapar el suero. El tamaño de las partículas de cuajada serán determinadas por las dimensiones que posea la lira, otro parámetro que se determina es el contenido de humedad que tendrá el queso, que dependerá del tamaño de las partículas de cuajada. En el proceso de elaboración del queso fresco las partículas de cuajada son de un tamaño mayor en comparación a otros tipos de quesos (ver Figura 2.4).



Figura 2.4 Corte del coagulo mediante lira

- **Batido de la cuajada:** consiste en la agitación de las partículas de cuajada en el suero caliente para que salga el suero que contienen en su interior. Esta agitación determinará la cantidad de humedad de cada partícula de cuajada en su interior y como consecuencia la humedad del producto final, es decir, el queso.

- **Lavado y salado de la cuajada:** se realiza un lavado de la cuajada por medio de agua caliente (35 a 40 °C) su propósito es la disolución del suero cargado de lactosa y ácido láctico para conservar una consistencia blanda y semidura en el proceso de fabricación del queso, posteriormente se agrega sal a la mezcla no con el fin de dar sabor sino para mejorar su conservación, evitando la formación de microorganismos que dan lugar a la putrefacción del queso.
- **Batido de la cuajada:** este batido se lo realiza por segunda vez para que las partículas vayan adquiriendo mayor dureza, este paso es el que determina la consistencia del queso, es decir, a mayor agitación da como resultado un queso más duro y consistente, y a menor agitación un queso más suave y con mayor humedad.
- **Desuerado:** se evacua casi la totalidad del suero (ver Figura 2.5).



Figura 2.5 Desuerado

- **Moldeado:** es el proceso en el cual se coloca las partículas de cuajada dentro de los moldes para darle forma al queso, luego de un tiempo de evacuación del suero se realiza un volteo de todos los moldes para una compactación del queso y que la mayor cantidad del suero sea expulsado (ver Figura 2.6).



Figura 2.6 Moldeado

Posteriormente se realiza una etapa de prensado si el tipo de queso lo requiere, y pasa al empaquetado, etiquetado y almacenaje.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

En todo proceso de ingeniería se debe trazar procedimientos o un plan al cual se debe seguir para cumplir con los objetivos planteados al inicio de este trabajo. Este plan será el encargado de proporcionar las actividades y caminos necesarios de acuerdo al tipo de investigación que se está realizando, a todo este proceso lo definiremos como la Metodología del Trabajo.

3.1.1 Objetivo 1

Determinar los parámetros y variables que se debe considerar en el proceso de diseño y construcción de la máquina dosificadora de cuajada.

- **Actividad 1.1:** Realizar una investigación de máquinas existentes en la industria que se orienten a realizar este proceso.
- **Actividad 1.2:** Analizar el proceso propio de elaboración del queso de la microempresa.
- **Actividad 1.3:** Entrevistar a trabajadores sobre las mejoras en el proceso de producción especialmente en la etapa de moldeado y los posibles problemas que se pueden encontrar en esta etapa.
- **Actividad 1.4:** Determinar los mecanismos que se pueden ajustar al proceso de producción de la microempresa sin alterar el producto final para adaptarlo a la máquina.

3.1.2 Objetivo 2

Diseñar los diferentes sistemas y componentes de la máquina dosificadora de cuajada enfocado básicamente a las necesidades de la microempresa.

- **Actividad 2.1:** Realizar un diseño previo luego de comprobarlo por medio de un análisis de funcionalidad y los posibles problemas que podría ocasionar su puesta en marcha.
- **Actividad 2.2:** Diseñar las diferentes partes de la máquina tomando en cuenta todos los parámetros necesarios como son: restricciones, dimensiones y posibles mecanismos a utilizarse. Esta actividad será esencial para la posterior construcción de la máquina y evitar posibles problemas o retraso a lo largo de la construcción.

Todas las partes del diseño mecánico serán realizadas en SolidWorks por la disponibilidad de una licencia vigente de la universidad con este software.

- **Actividad 2.3:** Selección de materiales necesarios en los diferentes componentes de la máquina considerando la disponibilidad en el mercado, fácil mecanizado o trabajado y características afines al tipo de máquina a construir.
- **Actividad 2.4:** Realizar un análisis mecánico de las partes consideradas críticas debido a las cargas que soporta, este análisis se corroborara con un estudio de análisis mecánico realizado en SolidWorks.
- **Actividad 2.5:** Diseñar el sistema de bombeo y selección de componentes necesarios.
- **Actividad 2.6:** Selección de la bomba por medio de cálculos para garantizar su funcionamiento dentro del sistema.
- **Actividad 2.7:** Diseñar el sistema neumático y selección de componentes necesarios de acuerdo a las características del mecanismo a adaptarse a la máquina para un correcto funcionamiento del sistema dentro del ciclo de trabajo.
- **Actividad 2.9:** Diseñar el sistema de control y selección de componentes necesarios en base a las variables importantes a controlar dentro del proceso de funcionamiento.

3.1.3 Objetivo 3

Construir la máquina dosificadora de cuajada para la elaboración de quesos.

- **Actividad 3.1:** Elaborar planos técnicos de todas las partes, ensamble final y sistemas que componen la máquina.
- **Actividad 3.2:** Realizar la construcción mecánica del diseño final.
- **Actividad 3.3:** Realizar la construcción del sistema de bombeo.
- **Actividad 3.4:** Realizar la construcción del sistema neumático.
- **Actividad 3.5:** Realizar la construcción del sistema de control.
- **Actividad 3.6:** Realizar la implementación de la máquina dosificadora de cuajada y todos sus sistemas anexos para poder realizar un completo funcionamiento de la máquina.

3.1.4 Objetivo 4

Realizar pruebas de verificación y calibración de la máquina dosificadora de cuajada en el proceso de llenado de moldes.

- **Actividad 4.1:** Realizar pruebas individuales y conjuntas sin cuajada y con cuajada de todos los sistemas de la máquina para verificar su correcto funcionamiento.
- **Actividad 4.2:** Corregir problemas encontrados en la primera prueba como sincronización de tiempos y corregir diferentes parámetros que ocasionen problemas en el funcionamiento o afecten al producto final.
- **Actividad 4.3:** Realizar la prueba final con todas las correcciones y calibraciones necesarias para obtener un desempeño óptimo de la máquina.

3.1.5 Objetivo 5

Elaborar un manual de uso y mantenimiento para el correcto uso de la máquina dosificadora de cuajada.

- **Actividad 5.1:** Elaborar el manual de uso tomando en cuenta todos los sistemas que posee la máquina para que en la puesta en marcha no se presenten inconvenientes.
- **Actividad 5.2:** Elaborar el manual de mantenimiento tomando en cuenta todos los sistemas y sus respectivos componentes para establecer indicaciones y recomendaciones de mantenimiento establecidas por los fabricantes.

Plantear las conclusiones y recomendaciones concernientes a la realización de este trabajo.

CAPÍTULO 4

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA

El ciclo de dosificado se lo realiza por medio de la gravedad depositando una cantidad específica de cuajada en el molde, la cuajada debe estar en un estado ideal para la etapa de moldeado, luego del dosificado el queso expulsa el exceso de suero y adquiere su forma y altura específica.

Para realizar el diseño es necesario definir los parámetros a los que se rigen los diferentes componentes y sistemas de la máquina.

4.1 Diseño, cálculos y análisis de resultados mecánicos

4.1.1 Requerimientos de diseño

La microempresa de productos lácteos “El Sr. Queso” necesita que la máquina dosificadora de cuajada cumpla con los siguientes requerimientos que se detallan a continuación en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Parámetros de diseño de la máquina

Parámetros	Dimensiones	Condición
<i>Dimensiones de la máquina</i>	Menores a 1400 [mm] de largo x 1300[mm] de ancho	Espacio físico de la microempresa destinado para esta máquina
<i>Altura de trabajo</i>	No debe ser mayor 900 [mm]	Confort del operador
<i>Orificios de dosificado</i>	No sobrepasar los 100 [mm] de diámetro	Debido al diámetro del molde de 4 [pulgadas] o 101.6 [mm]

4.1.2 Partes principales de la máquina

Las partes principales de máquina dosificadora de cuajada son:

- Placa de orificios dosificadores.
- Estructura de soporte.
- Abastecedor de cuajada.
- Riel y placa regulable.
- Bandeja para moldes.
- Bandeja recolectora.

Para iniciar el diseño de la máquina es necesario especificar el material con el cual se construirá. Todas las partes mecánicas de la máquina deben ser construidas con un material inoxidable debido al Decreto Presidencial N° 3253 donde se detalla las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), por lo cual se selecciona un acero AISI 304.

Este acero AISI 304 al ser de una composición de 18% cromo, 8% níquel y carbono < 0.06% según la norma ISO 683, reaccionan con el medio (oxígeno) generando una capa de protección que impide que las capas interiores del acero se corroan, además este acero posee un pulido tipo espejo que brinda facilidad en la limpieza (higiene) y aumenta aún más su resistencia a la corrosión.

4.1.3 Diseño de partes mecánicas

4.1.3.1 Diseño placa de orificios dosificadores

La máquina será diseñada para llenar 24 moldes a la vez por lo cual la placa tendrá 24 orificios distribuidos en 2 matrices de 4x3, el molde posee un diámetro de 101,6 [mm] es decir 4 [pulgadas], para garantizar que la cuajada caiga dentro del molde el diámetro de los orificios dosificadores será de 90 [mm] es decir tendrán un diámetro inferior al de los moldes.

En la figura 4.1 se muestra gráficamente la distribución de los orificios dosificadores en la placa para una mejor explicación del diseño:

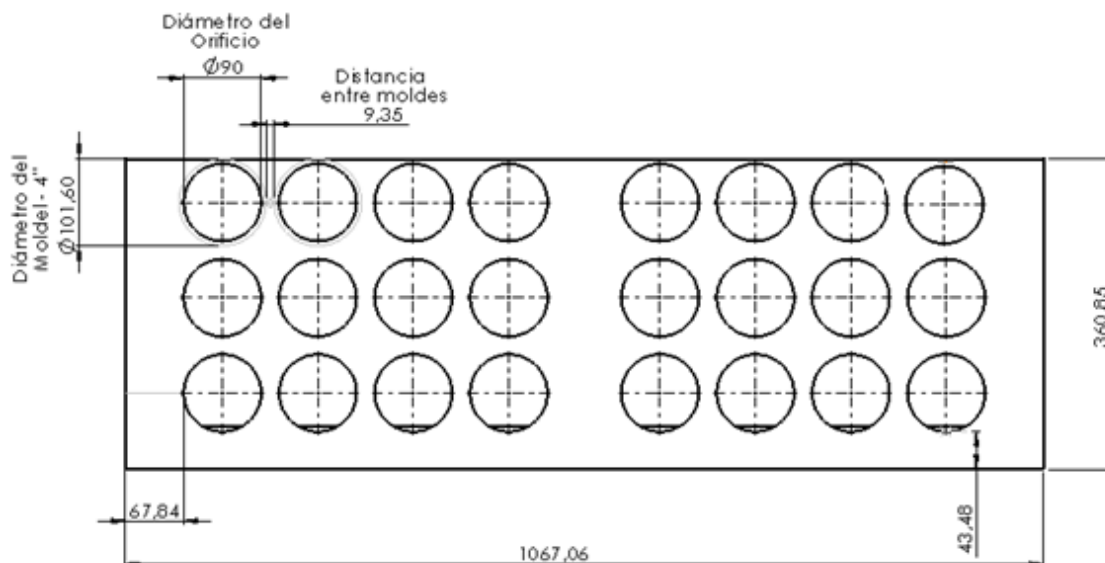


Figura 4.1 Distribución de orificios dosificadores en la placa [mm]

Los orificios están divididos en 2 matrices de 4x3 para poder situar un soporte en la mitad de la placa y así evitar un posible pandeo o deformación debido a las cargas que soporta. Para reforzar la placa en el lado donde no existe ningún soporte por debajo, se va a realizar un dobles de 50 [mm] a 90° y así evitar deformaciones por posibles sobreesfuerzos (ver Figura 4.2).

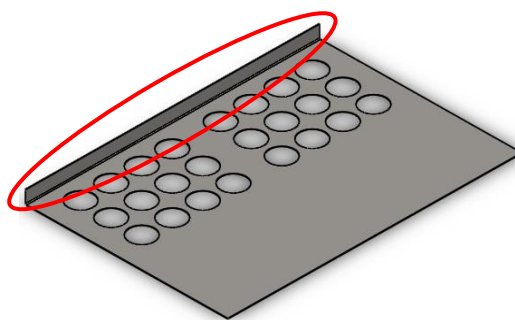


Figura 4.2 Dobles de refuerzo a placa perforada

A los extremos posee una distancia adicional de 67,84 [mm] para colocar los respectivos soportes.

Ya que por encima de la placa correrá un abastecedor de cuajada, este tendrá 2 posiciones de trabajo:

- **Posición 1:** Sobre la placa de reposo para un abastecimiento de cuajada y desuerado.
- **Posición 2:** Sobre los orificios para generar el dosificado por gravedad.

Para la posición 1 se añadió una prolongación de la placa de 375 [mm].

Debido a la prolongación la placa tendrá las siguientes dimensiones:

- **Largo:** 1067 [mm]
- **Ancho:** 735.85 [mm]

Las dimensiones de la placa son la base del diseño de la máquina ya que de esta pieza parte un diseño en secuencia, debido a esto las dimensiones de la placa se encuentran dentro de los parámetros propuestos.

En la figura 4.3 se indica la porción de placa agregada para la posición de la máquina en estado de reposo:

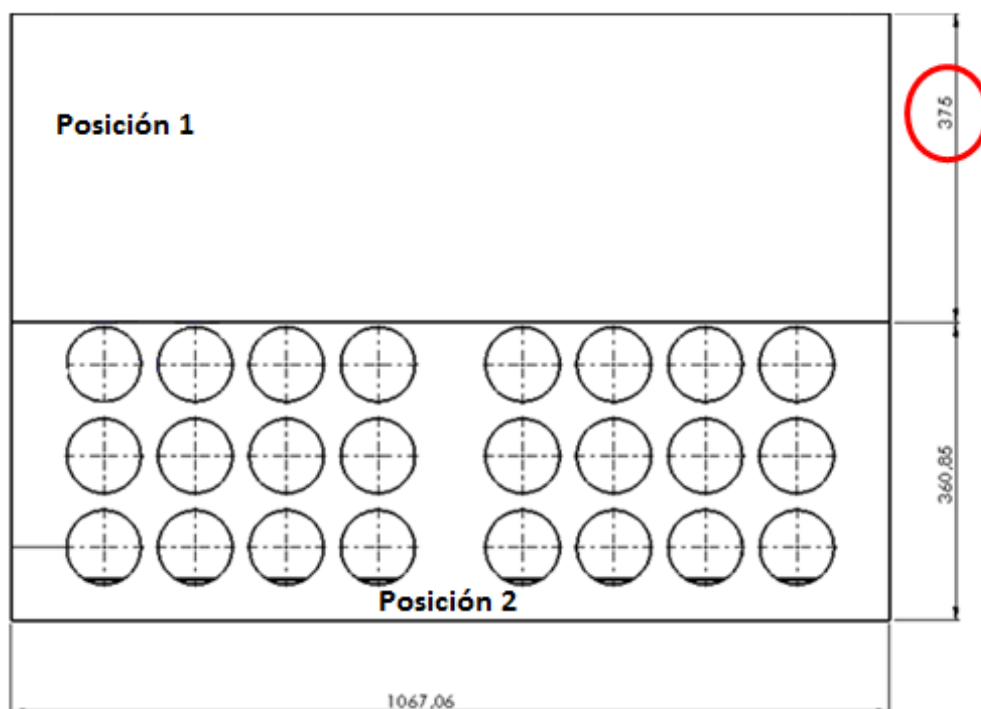


Figura 4.3 Longitud adicional de placa para la posición 1 [mm]

Para el análisis mecánico y posterior construcción de la placa se considera una lámina de espesor de 2 [mm] en un acero AISI 304.

4.1.3.2 Diseño estructura de soporte

La estructura será diseñada en base a la placa de orificios dosificadores y a todas las cargas que será sometida cuando inicie su funcionamiento. Los perfiles para la construcción de la estructura serán seleccionados de acuerdo a lo disponible en el mercado, debido a esto se anexa catálogos de DIPAC (Productos de Acero) (ver Anexo V) un proveedor de acero inoxidable en el mercado. El material de la estructura será en un acero AISI 304 como ya fue especificado anteriormente.

Parámetros

Para iniciar con el diseño de la estructura es necesario especificar algunos parámetros iniciales de construcción que se detallan a continuación:

La altura de la estructura por cuestiones de confort de la máquina con el operador será de 900 [mm] cumpliendo con los requerimientos de diseño.

El largo y ancho de la estructura está definido por la placa de orificios dosificadores y su prolongación. En la figura 4.4 se detalla gráficamente las dimensiones:

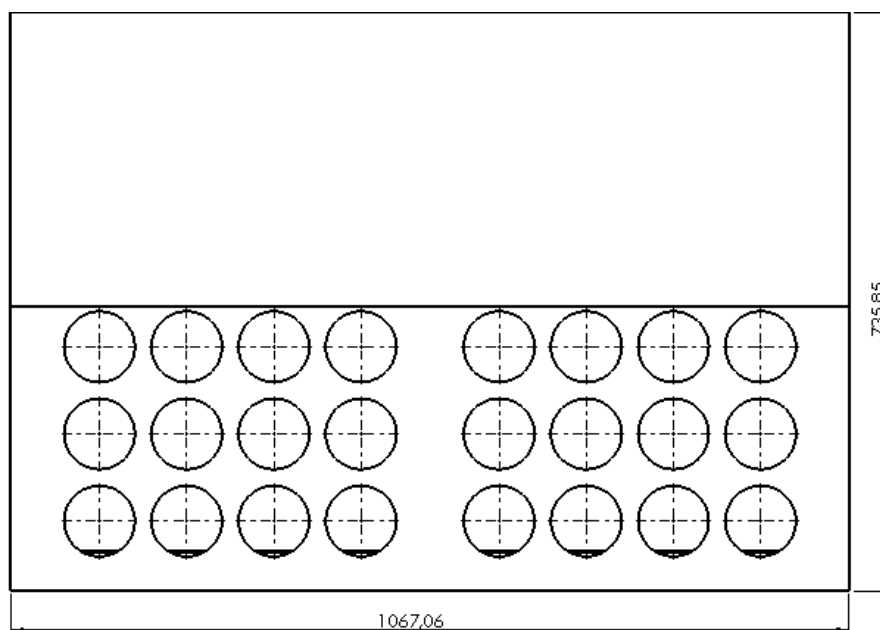


Figura 4.4 Dimensionamiento de largo y ancho para la estructura [mm]

En la tabla 4.2 se detalla las dimensiones a considerar en el diseño de la estructura de soporte:

Tabla 4.2 Parámetros de la estructura de soporte

Parámetros	Longitud
<i>Altura</i>	900 [mm]
<i>Largo</i>	1067.06 [mm]
<i>Ancho</i>	735.85 [mm]

Selección del perfil estructural

Para todo el diseño de la estructura de soporte de la maquina se considera un perfil estructural cuadrado debido a su fácil disponibilidad y adquisición en el mercado para proceder a una construcción sin inconvenientes, en el catálogo de DIPAC se indica la selección del perfil estructural cuadrado (ver Anexo V).

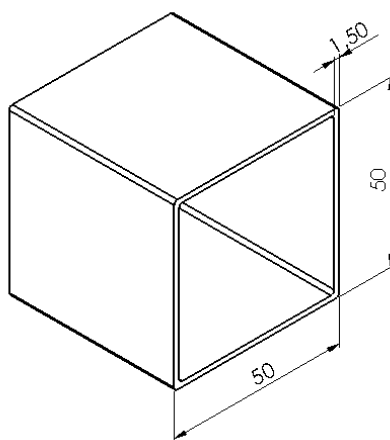


Figura 4.5 Perfil para la estructura de soporte [mm]

4.1.3.3 Diseño abastecedor de cuajada

El abastecedor tendrá una forma rectangular para poder suministrar la cuajada a todos los orificios dosificadores, el abastecedor también será el encargado de contener la cuajada en la etapa de desuerado. Su estado o posición define su función dentro de la máquina, finalmente tomará la función de barredor para retirar la cantidad excesiva de cuajada si es necesario.

El abastecedor de cuajada correrá por medio de un riel para determinar su posición de trabajo.

El movimiento lineal del abastecedor será por medio de un sistema neumático que será detallado posteriormente.

El riel del abastecedor correrá por los extremos del soporte de la máquina evitando cualquier contaminación de la cuajada por desgaste de materiales producidos por el riel. El abastecedor correrá en el riel correrá a través de piezas de Nylon - Poliamida 6 denominado comercialmente como duralon.

Parámetros

Para el dimensionamiento del cajón se considera que este debe cubrir todos los orificios dosificadores y que contenga un volumen de cuajada necesario para abastecer 48 orificios, es decir 48 moldes, ya que se podrá realizar dos ciclos de dosificado con la capacidad total de cuajada del abastecedor.

Volumen del molde a llenarse por cada orificio:

$$V_{molde} = A_{molde} * h_{molde}$$

Ecuación 4.1 Volumen del molde

Donde:

V_{molde} : Volumen del molde [cm^3]

A_{molde} : Área del molde [cm^2]

h_{molde} : Altura del molde [cm]

Entonces:

$$V_{molde} = \left(\pi * \frac{(10.16 \text{ cm})^2}{4} \right) * 9.5 \text{ cm}$$

$$V_{molde} = 770.195 \text{ [cm}^3\text{]}$$

A continuación se calcula el volumen mínimo del abastecedor para dosificar 48 moldes:

$$V_{\min - abastecedor} = V_{molde} * 48$$

Ecuación 4.2 Volumen mínimo del abastecedor

Donde:

$V_{\min - abastecedor}$: Volumen mínimo del abastecedor

Entonces:

$$V_{\min - abastecedor} = 770.195 \text{ cm}^3 * 48$$

$$V_{\min - abastecedor} = 36969.36 [\text{cm}^3]$$

Para que el abastecedor contenga este volumen mínimo de cuajada se consideran los siguientes parámetros detallados a continuación en la tabla 4.3:

Tabla 4.3 Parámetros de diseño del abastecedor de cuajada

Parámetros	Longitud
<i>Altura</i>	200 [mm]
<i>Largo</i>	1015 [mm]
<i>Ancho</i>	328 [mm]

A continuación se calcula el volumen total del abastecedor:

$$V_{total - abastecedor} = h * l * a$$

Ecuación 4.3 Volumen total del abastecedor

Donde:

$V_{total - abastecedor}$: Volumen total del abastecedor de cuajada [cm³]

h : Altura del abastecedor [cm]

l : Largo del abastecedor [cm]

a : Ancho del abastecedor [cm]

Entonces:

$$V_{total-abastecedor} = 20 \text{ cm} * 101,5 \text{ cm} * 32,8 \text{ cm}$$

$$V_{total-abastecedor} = 66584 \text{ [cm}^3\text{]}$$

Tomando en cuenta los parámetros de diseño, el abastecedor contendrá un volumen máximo de 66584 [cm³] de cuajada y la capacidad mínima del abastecedor para proveer los 48 moldes que sumados tienen un volumen de 36969.36 [cm³], se observa que el volumen del abastecedor es demasiado exagerado, pero debido a que la cuajada al ser bombeada al abastecedor no es una mezcla pura (solo trozos de queso) por su mezcla con el suero lácteo, se considera un cálculo adicional para justificar esta capacidad del abastecedor.

Ya que la mezcla a bombearse al abastecedor contiene un 40% de suero lácteo y 60% de partículas de queso se considera un volumen total de la mezcla de 61615,6 [cm³], entonces el abastecedor con una capacidad de 66584 [cm³] tendría la capacidad suficiente para contener este volumen y se añade 2 [cm] a la altura del abastecedor debido a que la mezcla no puede quedar al borde.

En la figura 4.6 se detalla gráficamente el dimensionamiento del abastecedor de cuajada:

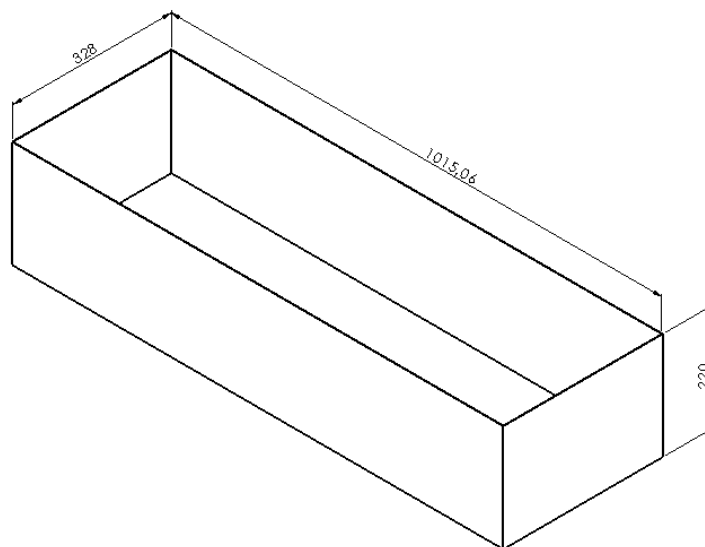


Figura 4.6 Dimensionamiento del abastecedor de cuajada [mm]

Debido a que el mayor porcentaje de desuerado ya no será en los moldes sino en el abastecedor, se considera la realización de perforaciones a dos caras del abastecedor para mejorar la etapa de desuerado dentro del abastecedor.

Los diámetros de las perforaciones y la distribución de los mismos son valores proporcionados por la microempresa debido a un método de desuerado adquirido por ellos a lo largo del tiempo.

El método de desuerado también posee una malla que ayuda considerablemente a la expulsión del suero. La malla debe poseer una abertura de 3 [mm], la selección de la malla se lo realizó mediante el catálogo de un proveedor de mallas de acero inoxidable AISI 304 (ver Anexo VI).

Las perforaciones en el abastecedor son de 9,53 [mm] o 3/8 [pulgada] de diámetro.

Las perforaciones son realizadas únicamente en dos caras del abastecedor (caras grandes).

En la figura 4.7 se muestra gráficamente la distribución de las perforaciones en el abastecedor:

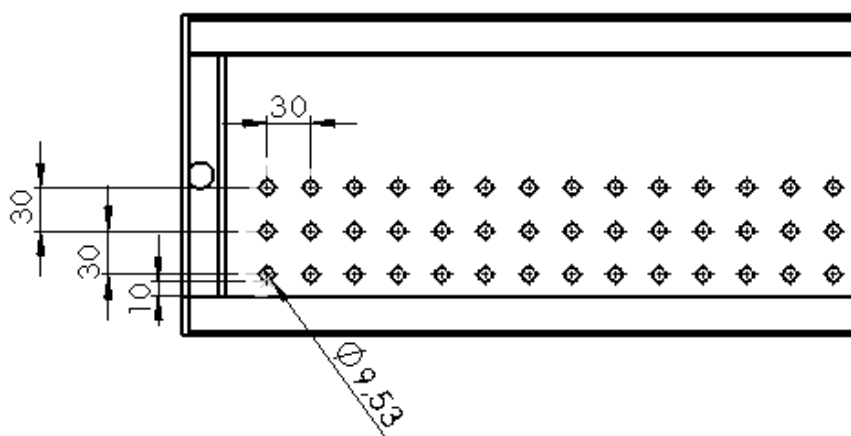


Figura 4.7 Perforaciones en el abastecedor de cuajada [mm]

El abastecedor de cuajada es diseñado en una lámina de espesor de 2 [mm] y para una mayor resistencia a posibles deformaciones o pandeos se refuerza el abastecedor con un marco o estructura de perfil estructural cuadrado en los contornos del cajón, la lámina y el perfil cuadrado será de un acero AISI 304.

En el catálogo de DIPAC se indica la selección del perfil estructural cuadrado para la construcción de la estructura del abastecedor (ver Anexo V).

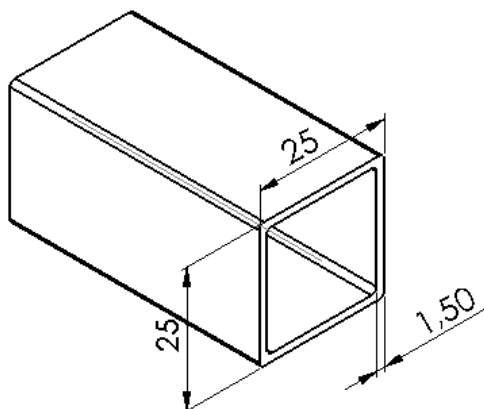


Figura 4.8 Perfil para el marco del abastecedor [mm]

4.1.3.4 Diseño riel y placa regulable

La placa regulable será la encargada de regular el apego del molde al orificio dosificador evitando desperdicios de cuajada en la etapa de dosificado.

Para el diseño del sistema de regulación del apego de los molde a la placa de orificios dosificadores se realiza un canal vertical instalado a la estructura de soporte, la placa regulable se desliza a través del riel vertical y se ajusta a una posición determinada mediante un mecanismo roscable.

Debido a que la máquina tiene una configuración de distribución de moldes para el dosificado en 2 matrices de 4x3, los rieles en conjunto con la placa regulable serán diseñados para regular las 2 matrices de moldes a la vez.

El ajuste del riel depende exclusivamente de la altura del molde.

El ajuste roscable se desplazará a través de un canal vertical maquinado en el riel de la placa regulable.

Esta placa regulable genera versatilidad en la máquina para el llenado de moldes de diferente altura.

A continuación en la figura 4.9 se detalla gráficamente la configuración del riel, la placa regulable y el sistema de ajuste (en la figura se suprimió algunas partes de la máquina para una mejor visualización del sistema):

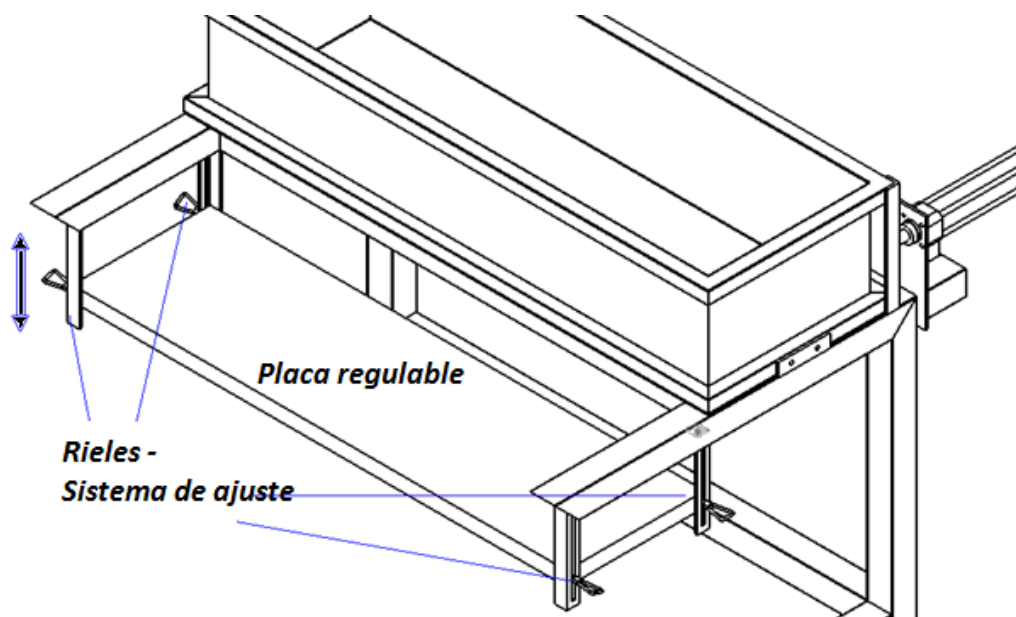


Figura 4.9 Configuración del riel regulador

El riel de la placa regulable es diseñado en un perfil estructural L seleccionado del catálogo de DIPAC (véase Anexo V) para que así la placa regulable tenga un acople y deslizamiento en el riel por medio de sus esquinas, el perfil L será de un acero AISI 304, igualmente todas las piezas adicionales para este mecanismo de regulación serán construidos en este material. La placa de regulación será diseñada en una lámina de 2 [mm] de espesor y con una estructura exterior para evitar deformaciones de un perfil estructural cuadrado, el mismo perfil cuadrado ya antes especificado para la estructura del abastecedor de cuajada.

4.1.3.5 Diseño bandejas

Las bandejas son diseñadas para contener los moldes y facilitar el posicionamiento de los mismos en cada orificio dosificador, éstas serán colocadas de forma manual sobre la placa regulable y de la misma forma sean retiradas después de terminado el ciclo de dosificado.

Parámetros

Las dimensiones de la bandeja van a ser ajustadas para que cada molde se coloque concéntricamente con los orificios de dosificado, además de acoplarse y encajarse debidamente con la máquina gracias a la configuración de la estructura de soporte.

Debido a la configuración de llenado en dos matrices de 4x3 se realizará dos bandejas, cada bandeja contendrá 12 moldes.

A continuación en la figura se muestra la configuración de las bandejas con moldes y su ubicación dentro de la máquina:

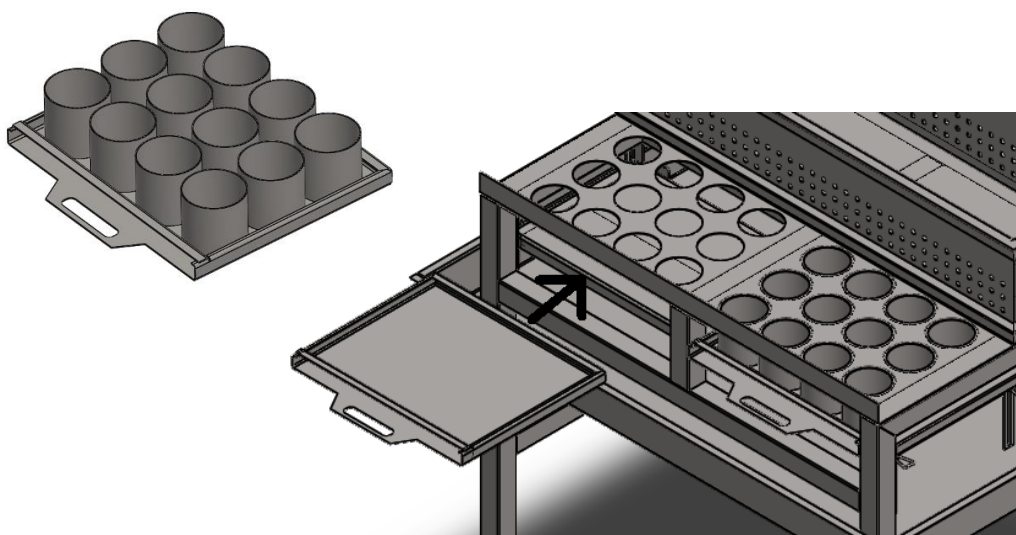


Figura 4.10 Configuración y posicionamiento de las bandejas

Toda la bandeja es construida en lámina de 2 [mm] de espesor y por medio de un proceso de doblado se les da una forma más robusta, cada bandeja tendrá una manija para su fácil manipulación.

En la etapa de dosificado al momento que entra la cuajada dentro del molde por la velocidad con la que ingresa, genera un choque lo que produce un desordenamiento de los moldes con los orificios de dosificado, para evitar esto se coloca un seguro desmontable en cada bandeja.

En la figura 4.11 se muestra gráficamente la configuración de la bandeja con su respectivo seguro:

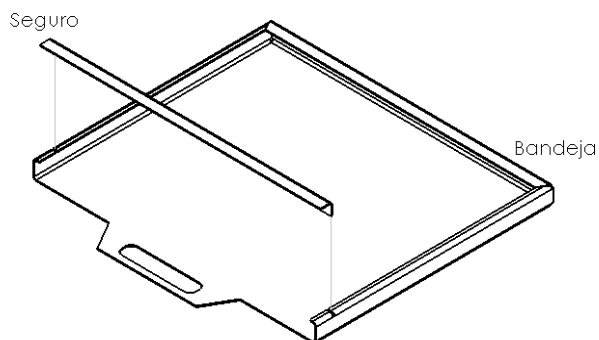


Figura 4.11 Configuración de la bandeja y seguro

4.1.3.6 Diseño bandeja recolectora

La bandeja recolectora es un recipiente en donde cae todo el exceso de suero y desperdicios de cuajada que expulsa la máquina en el transcurso de su ciclo de trabajo.

Parámetros

Las dimensiones de la bandeja son ajustadas para evitar que el suero y desperdicios de cuajada sean expulsados fuera de la máquina ya que estos tienen una reutilización. Las dimensiones de la bandeja recolectora estarán dentro de los parámetros de diseño definidos anteriormente.

Debido a la forma de la máquina la mejor opción es colocar la bandeja recolectora por debajo de todo el sistema que realiza el trabajo para que abarque todos los excesos de suero y cuajada.

Esta bandeja tiene un orificio por donde desalojará el suero y en donde se colocará un recipiente para el almacenamiento del mismo. La bandeja también posee una cara inclinada para facilitar el retiro de excesos de cuajada manualmente.

A continuación en la figura 4.12 se muestra gráficamente la forma de la bandeja recolectora:

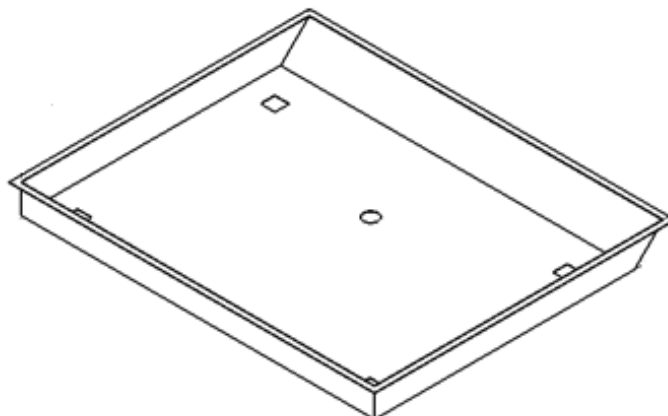


Figura 4.12 Configuración de la bandeja recolectora

Esta bandeja será instalada a una altura de 600 [mm] (ver Figura 4.13) del piso y su fijación es en los miembros verticales de la estructura soporte.

Toda la bandeja es construida en una lámina de acero inoxidable AISI 3014 de 1.5 [mm] de espesor debido a que no soporta cargas considerables.

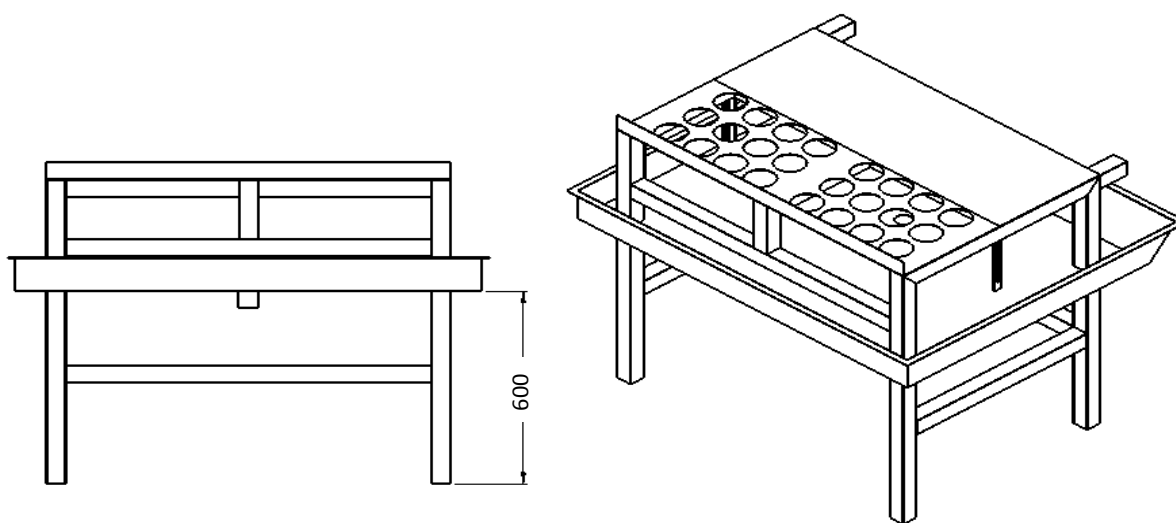


Figura 4.13 Posicionamiento de la bandeja recolectora en la máquina [mm]

4.1.4 Análisis mecánicos

4.1.4.1 Análisis y validación mecánica de la estructura de soporte

Para verificar que la estructura de soporte va a resistir a los diferentes esfuerzos que va a ser sometida la máquina en su ciclo de trabajo se realiza un análisis y validación mecánica de la estructura por medio de un software, corroborando estos datos por medio de cálculos.

Hay que considerar principalmente la forma del perfil estructural y el material.

La estructura va a estar sometida a la mayor carga de trabajo en la posición 1, es decir, en la posición de abastecimiento de cuajada al abastecedor.

Mediante la ayuda del software se construye toda la estructura de la máquina y se procede a colocar todas las cargas a las que va a ser sometida la estructura.

Para elegir el perfil estructural cuadrado que se va a emplear en la construcción de la máquina se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Disponibilidad de perfiles estructurales cuadrados en el mercado.
- Facilidad de manufactura.

A continuación en las siguientes tablas se detallan las cargas a considerar:

Carga 1, carga aplicada a la placa de reposo:

Tabla 4.4 Carga total 1

	Masa [kg]
Cuajada para abastecer a 48 moldes	24
Placa	11
Exceso de suero	15
Total:	50
Peso equivalente:	500 [N]

Se considera a la carga 1 de 500 [N] aproximadamente que se distribuye a sus 2 vigas de apoyo es decir a las vigas A-B (ver Figura 4.14), con una carga de 250 [N] aplicada a cada una, que transformándola a una carga distribuida sobre la viga A-B de longitud 967.06 [mm] es de 258.51 [N/m].

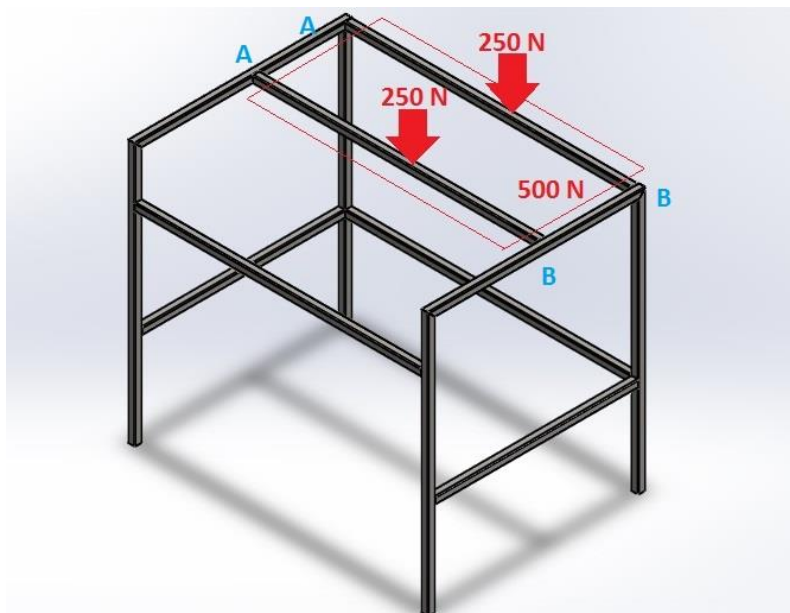


Figura 4.14 Distribución de la carga 1 en las vigas A-B

Carga 2, carga aplicada a la placa reguladora con soportes acoplados a la estructura:

Tabla 4.5 Carga total 2

	Masa [kg]
Cuajada de 24 moldes	12
Placa reguladora y bandejas	16
Exceso de suero	8
Moldes	9
Total:	45
Peso equivalente:	450 [N]

Se considera a la carga 2 de 450 [N] aproximadamente que se distribuye en 4 cargas puntuales a los 4 apoyos acoplados a las vigas C-D, con una carga de 112.5 [N] en cada apoyo (ver Figura 4.15). Las vigas C-D poseen una longitud de 735.85 [mm] y una longitud C-A o C-B = 410.85 [mm].

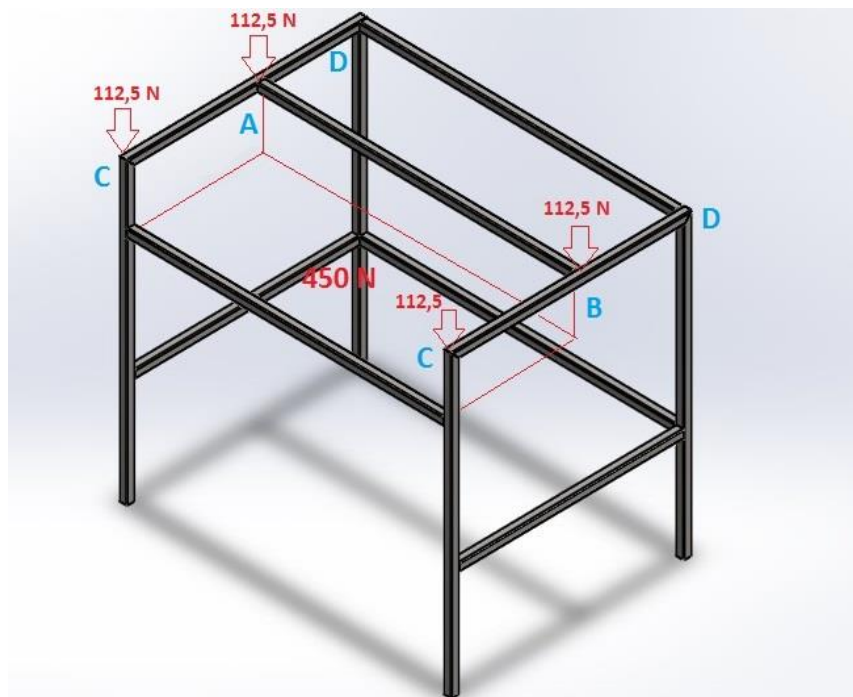


Figura 4.15 Distribución de la carga 2 en las vigas D-C

Diagrama de cortes y momentos de la viga A-B:

- Viga doblemente empotrada, para simular el doble empotramiento se coloca el momento y la reacción resultante en el punto B.
- Longitud: 967.06 [mm] (0.967 [m])
- $w_1 = 258.51$ [N/m], $P_2 = 258.51$ [N/m] * 0.967 [m] = 250 [N]

A continuación en la figura se muestra gráficamente la viga A-B y las cargas que soporta:

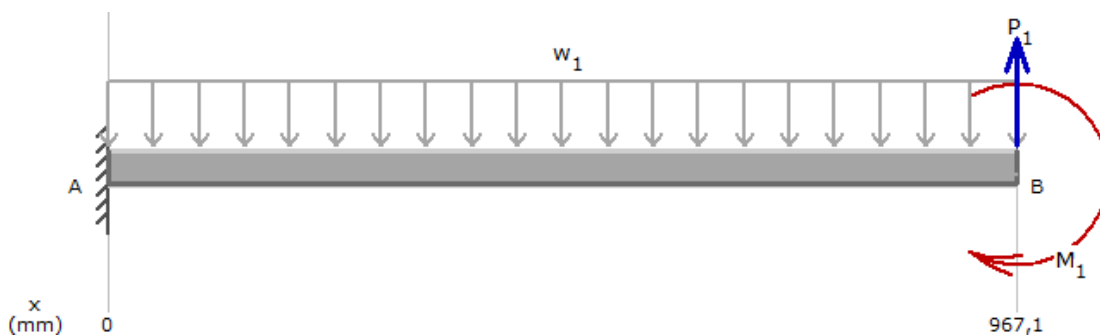


Figura 4.16 Cargas en la viga A-B

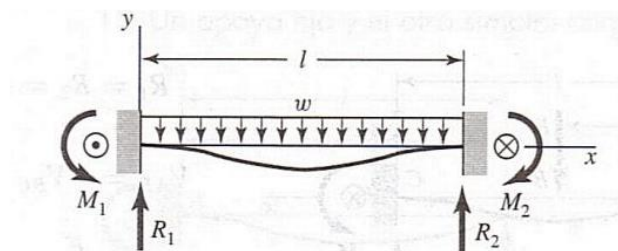


Figura 4.17 Viga con carga distribuida doblemente empotrada

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2008)

Momentos y fuerzas resultantes de la viga A-B:

$$M_A = M_B = \frac{wl^2}{12}$$

Ecuación 4.4 Cálculo del momento resultante punto A y B

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2008)

Donde:

$M_A = M_B$: Momentos resultantes [N.m]

w : Carga distribuida [N/m]

l : Longitud de la viga [m]

Entonces:

$$M_A = M_B = \frac{258.51 \frac{N}{m} * (0.967 m)^2}{12}$$

$$M_A = 20.14 N.m ;$$

$$M_B = 20.14 N.m$$

La carga distribuida se transforma a una carga de 250 [N] a 483.53 [mm] del punto A, es decir, en la mitad (ver Figura 4.18).

A continuación se realiza los cálculos correspondientes para encontrar las fuerzas resultantes en los puntos A y B de la viga:

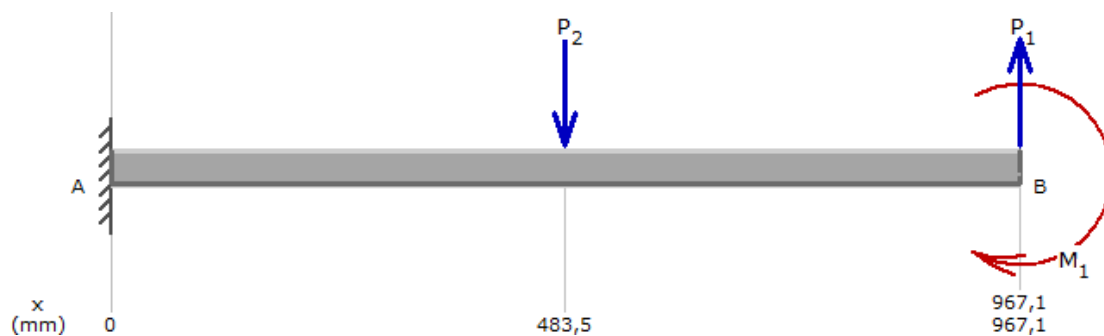


Figura 4.18 Carga distribuida a carga puntual en la viga A-B

$$\uparrow + \sum Fy = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} - 250 N = 0$$

$$\rightarrow \sum M_A = 0$$

$$-M_A + P_2 * (0.4835 m) - (0.967 m)R_{By} + M_B = 0$$

$$-20.14 N.m + (250 N) * (0.4835 m) - (0.967 m)R_{By} + 20.14 N.m = 0$$

$$R_{By} = 125 N ;$$

$$R_{Ay} = 125 N$$

Calculadas las reacciones y momentos resultantes en los puntos A y B se realiza cortes para obtener los diagramas de cortes y momentos mediante las ecuaciones encontradas, a continuación se realiza los cálculos para encontrar las ecuaciones en cada corte:

Corte 1, $0 \leq x \leq 0.483m$:

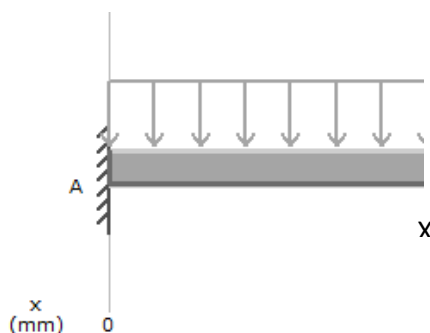


Figura 4.19 Corte 1, viga A-B

$$\rightarrow \sum_{+} M_x = 0$$

$$M_A + R_{Ay} * x + (w * x) \left(\frac{x}{2}\right) - Mx = 0$$

$$-20.14 + 125 * x - (258.53 * x) \left(\frac{x}{2}\right) - Mx = 0$$

$$Mx = -129.26x^2 + 125x + 20.14$$

$$Vx = -258.53x + 125$$

Corte 2, $0.48 \leq x \leq 0.967\text{m}$:

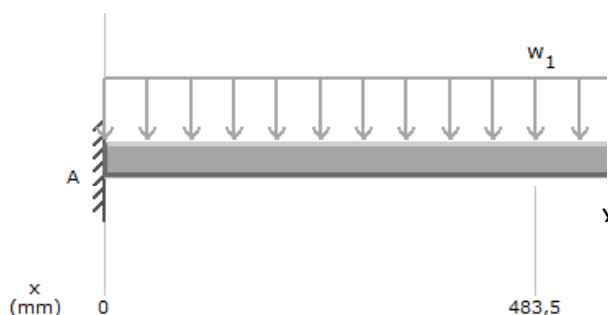


Figura 4.20 Corte 2, viga A-B

$$\rightarrow \sum_{+} M_x = 0$$

$$M_A + R_{Ay} * x - (w * x) \left(\frac{x}{2}\right) - Mx = 0$$

$$-20.14 + 125 * x - (258.53 * x) \left(\frac{x}{2}\right) - Mx = 0$$

$$Mx = -129.26x^2 + 125x + 20.14$$

$$Vx = -258.53x + 125$$

Diagrama de cortes y momentos de la viga A-B:

Del diagrama de cortes y momentos de la viga A-B (ver Figura 4.21) se obtiene la fuerza cortante máxima y el momento flector máximo de la viga:

Fuerza cortante máxima: $V_{max} = 125 \text{ N}$

Momento flector máximo: $M_{max} = 20.14 \text{ N.m}$

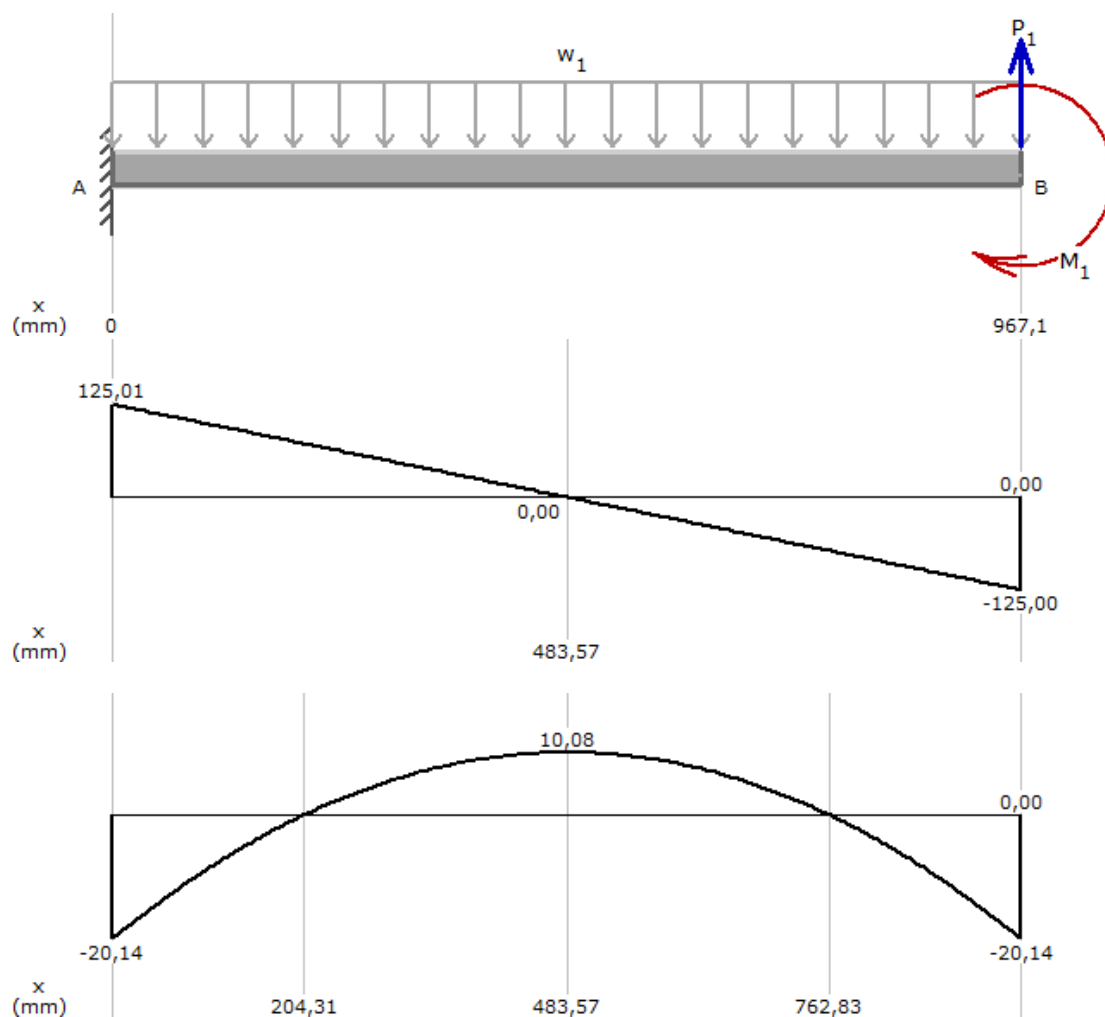


Figura 4.21 Diagrama de cortes y momentos, viga A-B

Con los datos obtenidos se calcula los esfuerzos en la viga, para el cálculo de los esfuerzos se considera un perfil estructural cuadrado de 25x25 [mm] y 1.5 [mm] de espesor.

Esfuerzos en la viga A-B a flexión:

- Esfuerzo normal máximo por flexión, viga A-B:

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$$

Ecuación 4.5 Cálculo del esfuerzo normal debido a flexión, viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

σ_{max} : Esfuerzo normal máximo debido a flexión, viga A-B [MPa]

M : Momento flector máximo de la viga A-B = 20.14 [N.m]

c : Distancia del eje neutro de la viga a la fibra más alejada = 12.5 [mm]

I : Momento de inercia del perfil cuadrado con respecto al eje neutro = 1.21 [cm⁴]
(ver Anexo V)

Entonces:

$$\sigma_{max} = \frac{(20.14 \text{ N.m}) * (0.0125 \text{ m})}{(1.21 * 10^{-8} \text{ m}^4)}$$

$$\sigma_{max} = 20.8 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo cortante máximo por flexión, viga A-B:

$$\tau_{max} = \frac{VQ}{It}$$

Ecuación 4.6 Cálculo del esfuerzo cortante debido a flexión, viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

τ_{max} : Esfuerzo cortante máximo debido a flexión, viga A-B [MPa]

V : Fuerza cortante máxima de la viga A-B = 125 [N]

Q : Primer momento de inercia con respecto al eje centroidal del área de la sección transversal de esa parte, que está en el lado opuesto del eje, al lado donde se va a calcular el esfuerzo cortante [mm³]

I : Momento de inercia de la sección transversal de la viga = 1.21 [cm⁴]

t : Espesor del perfil en el lugar donde se va a calcular el esfuerzo cortante = 1.5 [mm]

Para calcular el valor de Q se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = A_p * \bar{y}$$

Ecuación 4.7 Cálculo del primer momento del área sección transversal, viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

A_p : La parte del área de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo [mm^2]

\bar{y} : Distancia del eje neutro de la sección al centroide del área A_p [mm]

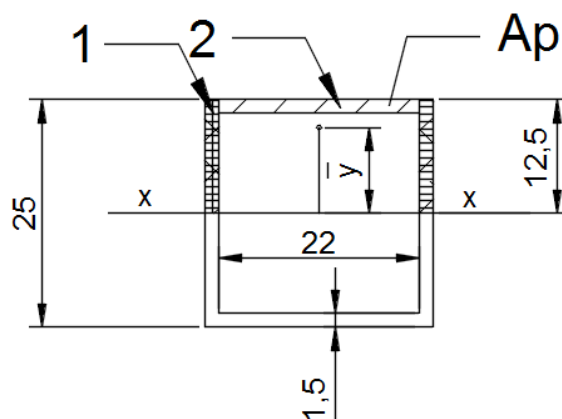


Figura 4.22 Representación de A_p y \bar{y} sección transversal, viga A-B

Calculo de \bar{y} :

Tabla 4.6 Sumatoria de A y sumatoria de $A * \bar{y}_1$ sección transversal, viga A-B

Sección	A	\bar{y}_1	$A * \bar{y}_1$
1	$1.5 * 12.5 = 18.75$ [mm^2]	6.25 [mm]	117.18 [mm^3]
1	$1.5 * 12.5 = 18.75$ [mm^2]	6.25 [mm]	117.18 [mm^3]
2	$22 * 1.5 = 33$ [mm^2]	11.75 [mm]	387.75 [mm^3]
Sumatoria:	70.5 [mm^2]		622.11 [mm^3]

$$\bar{y} = \frac{\sum(A * \bar{y}_1)}{\sum A}$$

$$\bar{y} = \frac{622.11 \text{ mm}^3}{70.5 \text{ mm}^2}$$

$$\bar{y} = 8.82 \text{ mm}$$

Remplazando valores en la ecuación 4.6:

$$Q = 70.5 \text{ mm}^2 * 8.82 \text{ mm}$$

$$Q = 621.81 \text{ mm}^3$$

Obtenido Q se reemplaza en la ecuación 4.6 y se calcula el esfuerzo cortante máximo por flexión:

$$\tau_{max} = \frac{125 \text{ N} * (6.21 \times 10^{-7} \text{ m}^3)}{(1.21 * 10^{-8} \text{ m}^4) * (1.5 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$\tau_{max} = 4.28 \text{ MPa}$$

Debido a que los esfuerzos no se concentran en un solo punto se realiza un análisis de esfuerzos en 2 puntos diferentes de la sección transversal para determinar el punto más crítico de la viga (ver Figura 4.23).

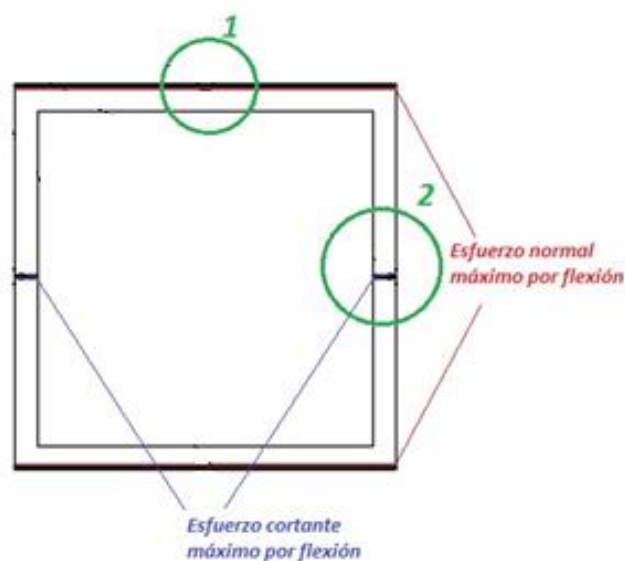


Figura 4.23 Concentración de esfuerzos en el punto 1 y 2 de sección de la viga A-B

Esfuerzo combinado de Von Mises de la viga A-B en el punto 1:

En el punto 1 existe solamente esfuerzo normal máximo por flexión (ver figura 4.23).

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Ecuación 4.8 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga A-B [MPa]

σ_x : Esfuerzo normal en el eje x, viga A-B [MPa]

τ_{xy} : Esfuerzo cortante en el eje xy, viga A-B [MPa]

Remplazando en la ecuación:

$$\sigma_x = \sigma_{max} = 20.8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = 0$$

$$\sigma' = \sqrt{(20.8 \text{ MPa})^2 + 3 * (0)^2}$$

$$\sigma' = 20.8 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad viga A-B en el punto 1:

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Ecuación 4.9 Cálculo del factor de seguridad, punto 1 viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

N : Factor de seguridad, punto 1 viga A-B

S_y : Resistencia a la fluencia [MPa] (ver Anexo V)

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga A-B [MPa]

Remplazando en la ecuación:

$$S_y = 220 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 20.8 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{220 \text{ MPa}}{20.8 \text{ MPa}}$$

$$N = 10.57$$

Esfuerzo combinado de Von Mises de la viga A-B en el punto 2:

En el punto 2 existe solamente esfuerzo normal máximo por flexión (ver figura 4.23).

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Ecuación 4.10 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga A-B [MPa]

σ_x : Esfuerzo normal en el eje x, viga A-B [MPa]

τ_{xy} : Esfuerzo cortante en el eje xy, viga A-B [MPa]

Remplazando en la ecuación:

$$\sigma_x = 0$$

$$\tau_{xy} = \tau_{max} = 4.28 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \sqrt{(0)^2 + 3 * (4.28)^2}$$

$$\sigma' = 7.41 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad viga A-B en el punto 2:

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Ecuación 4.11 Cálculo del factor de seguridad, punto 2 viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

N : Factor de seguridad, punto 2 viga A-B [MPa]

S_y : Resistencia a la fluencia [MPa] (ver Anexo V)

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga A-B [MPa]

Reemplazando en la ecuación:

$$S_y = 220 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 7.41 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{220 \text{ MPa}}{7.41 \text{ MPa}}$$

$$N = 29.68$$

Obtenidos todos los datos de la viga A-B se compara con los datos entregados por el software para validar la simulación. En la simulación se obtiene dos datos principales: La tensión axial y de flexión en el límite superior y el factor de seguridad. El factor de seguridad se lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Límite elástico}}{\text{Tensión axial y de flexión en el limite superior}}$$

Ecuación 4.12 Cálculo del factor de seguridad por SolidWorks, viga A-B

Fuente: (SolidWorks, 2014)

Datos obtenidos en SolidWorks de la viga A-B:

Para obtener la tensión axial y de flexión en el límite superior de la viga A-B se reemplaza el factor de seguridad obtenido (ver figura 4.25) y el límite elástico en la ecuación 4.12.

Entonces:

$$\text{Límite elástico} = 206.8 \text{ [MPa]}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 10.9$$

Remplazando:

$$\text{Tensión axial y de flexión en el límite superior} = \frac{206.8 \text{ MPa}}{10.9}$$

$$\text{Tensión axial y de flexión en el límite superior} = 18.97 \text{ MPa}$$

En la figura 4.24 se puede observar que un segmento de viga A-B pinta del color del valor de la tensión axial y de flexión en el límite superior:

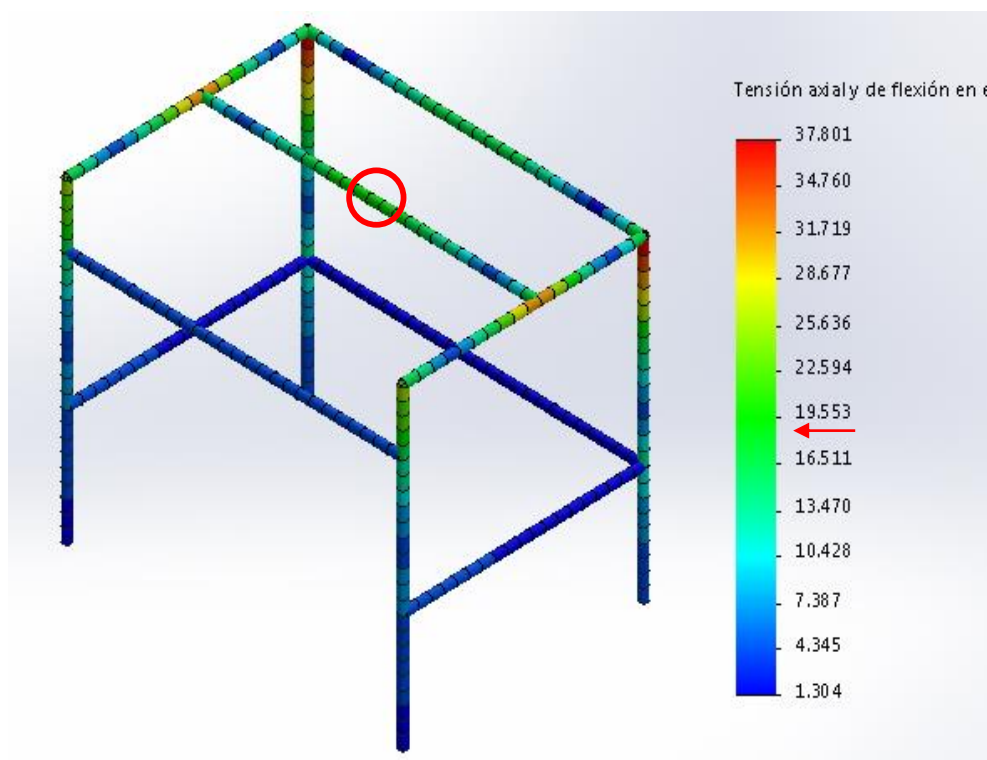


Figura 4.24 Tensión axial y de flexión en el límite superior, viga A-B

Factor de seguridad: El factor de seguridad mínimo en la viga A-B es igual a 10.90 (ver Figura 4.25).

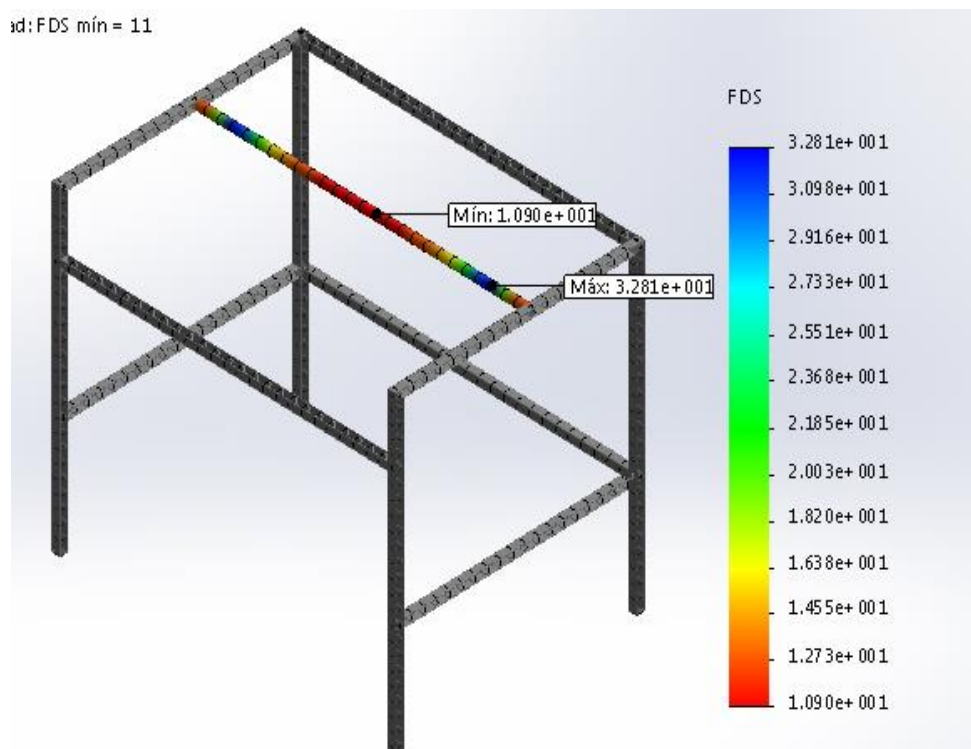


Figura 4.25 Factor de seguridad, viga A-B

En la tabla 4.7 se compara los datos obtenidos mediante cálculos y los datos entregados por el software, de la viga A-B:

Tabla 4.7 Esfuerzos y factores de seguridad calculados y simulados, viga A-B

Dato	Esfuerzo	Factor de seguridad
<i>Cálculo</i>	20.8 [MPa]	10.57
<i>Software</i>	18.97 [MPa]	10.90

La diferencia que existe entre los datos calculados y los del software es tolerable, por lo tanto se válida la simulación como aceptable.

Diagrama de cortes y momentos de la viga D-C:

- Viga doblemente empotrada, para simular el doble empotramiento se coloca el momento y la reacción resultante en el punto C.

- Longitud: 735.85 [mm] (0.735 [m])
- $P_2 = 125 \text{ [N]}$ (Reacción de la viga A-B) + $112.5 \text{ [N]} = 237.5 \text{ [N]}$, ubicada a 0.325 [m] de D o a 0.410 [m] de C.
- Momento torsor debido a la viga A-B = 20.14 [N.m]

A continuación en la figura se muestra gráficamente la viga D-C y las cargas que soporta:

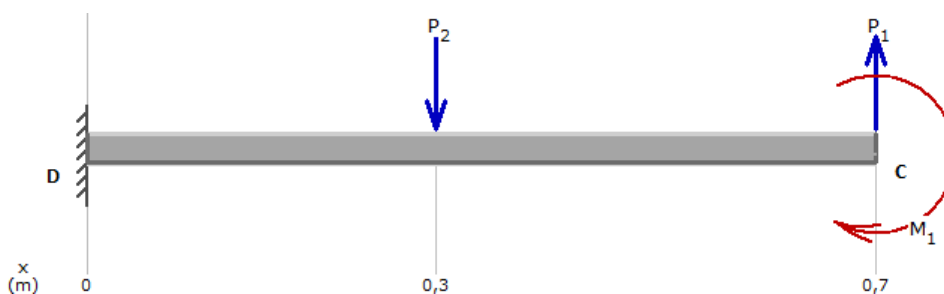


Figura 4.26 Cargas en la viga D-C

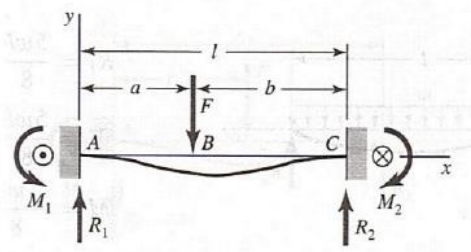


Figura 4.27 Viga con carga puntual doblemente empotrada

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2008)

Momentos y fuerzas resultantes de la viga D-C:

$$M_D = \frac{F a b^2}{l^2}$$

Ecuación 4.13 Cálculo del momento punto D viga doble empotrada con carga puntual

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2008)

$$M_C = \frac{F a^2 b}{l^2}$$

Ecuación 4.14 Cálculo del momento punto C viga doble empotrada con carga puntual

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2008)

Donde:

M_D : Momento resultante en el punto D [N.m]

M_C : Momento resultante en el punto C [N.m]

F : Fuerza aplicada [N]

a : Distancia del punto D al punto donde se aplica la fuerza [m]

b : Distancia del punto C al punto donde se aplica la fuerza [m]

l : Longitud de la viga [m]

Entonces:

$$M_D = \frac{237.5 \text{ N} * 0.325 \text{ m} * (0.410 \text{ m})^2}{(0.735 \text{ m})^2}$$

$$M_D = 24.01 \text{ N.m} ;$$

$$M_C = \frac{237.5 \text{ N} * 0.410 \text{ m} * (0.325 \text{ m})^2}{(0.735 \text{ m})^2}$$

$$M_C = 19.03 \text{ N.m}$$

A continuación se realiza los cálculos correspondientes para encontrar las fuerzas resultantes en los puntos D y C de la viga:

$$\uparrow + \sum F_y = 0$$

$$R_{Dy} + R_{Cy} - 237.5 \text{ N} = 0$$

$$R_{Dy} + R_{Cy} = 237.5 \text{ N}$$

$$\rightarrow \sum M_D = 0$$

$$- M_D + P_2 * (0.325 \text{ m}) - (0.735 \text{ m})R_{By} + M_C = 0$$

$$-24.01 \text{ N.m} + (237.5 \text{ N}) * (0.325 \text{ m}) - (0.735 \text{ m})R_{Cy} + 19.03 \text{ N.m} = 0$$

$$R_{Cy} = 98.24 \text{ N ;}$$

$$R_{Dy} = 139.26 \text{ N}$$

Calculadas las reacciones y momentos resultantes en los puntos D y C se realiza cortes para obtener los diagramas de cortes y momentos mediante las ecuaciones encontradas, a continuación se realiza los cálculos para encontrar las ecuaciones en cada corte:

Corte 1, $0 \leq x \leq 0.325\text{m}$:



Figura 4.28 Corte 1, viga D-C

$$\rightarrow \sum M_x = 0$$

$$M_D + R_{Dy} * x - Mx = 0$$

$$-24.01 + 139.26 * x - Mx = 0$$

$$Mx = -139.26 x - 24.01$$

$$Vx = -139.26$$

Corte 2, $0.325 \leq x \leq 0.735\text{m}$:



Figura 4.29 Corte 2, viga D-C

$$\rightarrow \sum M_x = 0$$

$$M_D + R_{Dy} * x - 237.5 (x - 0.325) - Mx = 0$$

$$-24.01 + 139.26 * x - (237.5 * x) + (237.5 * 0.325) - Mx = 0$$

$$Mx = -98.24 x + 53.17$$

$$Vx = -98.24$$

Diagrama de cortes y momentos de la viga D-C:

Del diagrama de cortes y momentos de la viga C-D (ver Figura 4.30) se obtiene la fuerza cortante máxima y el momento flector máximo de la viga:

Fuerza cortante máxima: $V_{max} = 139.26 \text{ N}$

Momento flector máximo: $M_{max} = 24.01 \text{ N.m}$

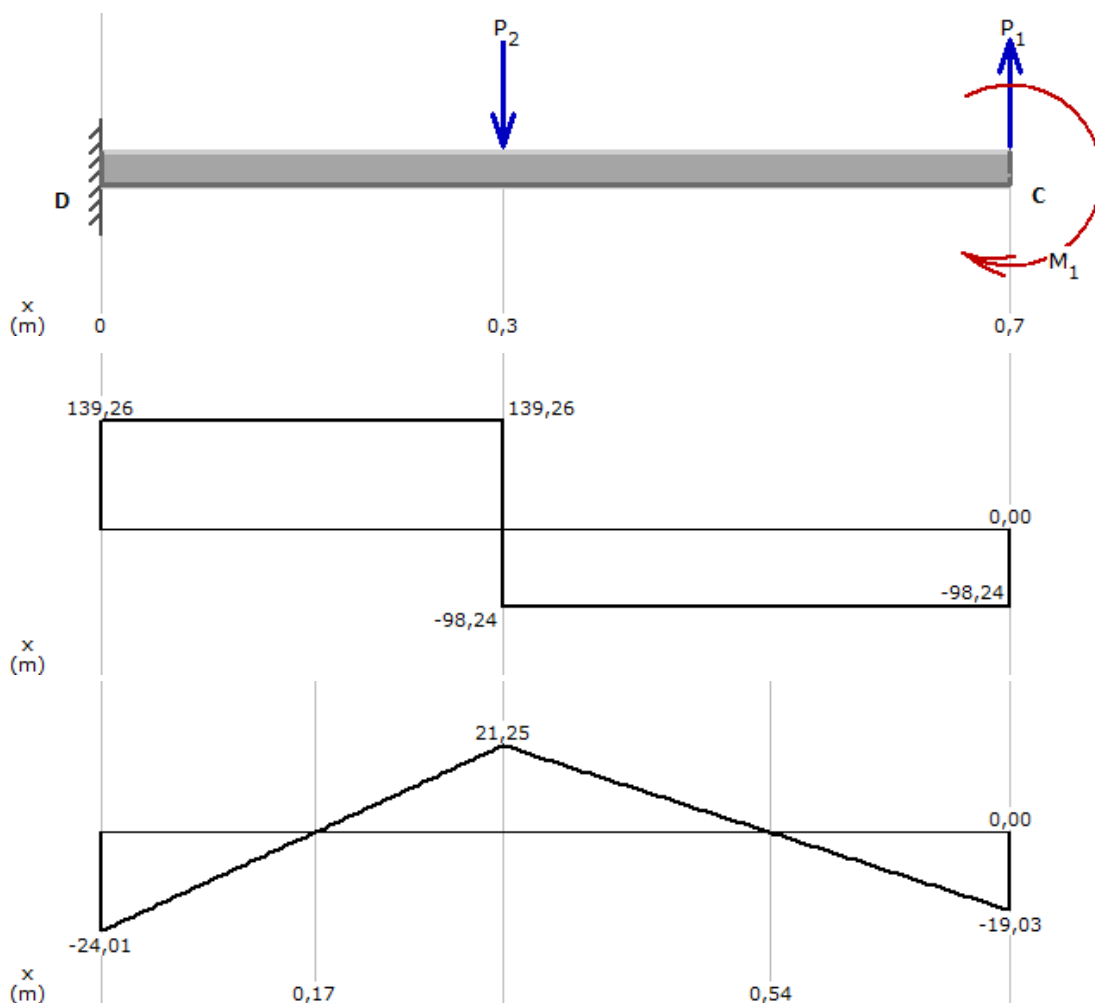


Figura 4.30 Diagrama de cortes y momentos, viga D-C

Con los datos obtenidos se calcula los esfuerzos en la viga, para el cálculo de los esfuerzos se considera un perfil estructural cuadrado de 25x25 [mm] y 1.5 [mm] de espesor.

Esfuerzos en la viga D-C a flexión y torsión:

- Esfuerzo normal máximo por flexión, viga D-C:

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$$

Ecuación 4.15 Cálculo del esfuerzo normal debido a flexión, viga D-C

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

σ_{max} : Esfuerzo normal máximo debido a flexión, viga D-C [MPa]

M : Momento flector máximo de la viga D-C = 24.01 [N.m]

c : Distancia del eje neutro a la fibra más alejada = 12.5 [mm]

I : Momento de inercia de perfil cuadrado con respecto al eje neutro = 1.21 [cm⁴]
(ver Anexo V)

Entonces:

$$\sigma_{max} = \frac{(24.01 \text{ N.m}) * (0.0125 \text{ m})}{(1.21 * 10^{-8} \text{ m}^4)}$$

$$\sigma_{max} = 24.8 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo cortante máximo por flexión, viga D-C:

$$\tau_{max \text{ flexion}} = \frac{VQ}{It}$$

Ecuación 4.16 Cálculo del esfuerzo cortante debido a flexión, viga D-C

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

$\tau_{max\ flexión}$: Esfuerzo cortante máximo debido a flexión, viga D-C [MPa]

V : Fuerza cortante máxima de la viga D-C = 139.26 [N]

Q : Primer momento de inercia con respecto al eje centroidal del área de la sección transversal de esa parte que está en el lado opuesto del eje, al lado donde se va a calcular el esfuerzo cortante [mm³]

I : Momento de inercia de la sección transversal de la viga = 1.21 [cm⁴]

t : Espesor del perfil en el lugar donde se va a calcular el esfuerzo cortante = 1.5 [mm]

El valor de Q es el mismo de la viga A-B por tener la misma sección del perfil estructural.

Obtenido Q se reemplaza en la ecuación 4.16 y se calcula el esfuerzo cortante máximo por flexión:

$$\tau_{max\ flexión} = \frac{139.26\ N * (6.21 \times 10^{-7}\ m^3)}{(1.21 * 10^{-8}\ m^4) * (1.5 \times 10^{-3}\ m)}$$

$$\tau_{max\ flexión} = 4.76\ MPa$$

- Esfuerzo cortante máximo por torsión, viga D-C:

$$\tau_{max\ torsión} = \frac{T}{2\ Am\ t}$$

Ecuación 4.17 Cálculo del esfuerzo cortante debido a torsión, viga D-C

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2008)

Donde:

$\tau_{torsión}$: Esfuerzo cortante máximo debido a torsión en la viga D-C [MPa]

T : Momento torsor máximo = 20.14 [N.m]

Am : Área contenida por la línea mediana de la sección [m²] (ver figura 4.31)

t : Espesor del perfil = 1.5 [mm]

Cálculo del área A_m :

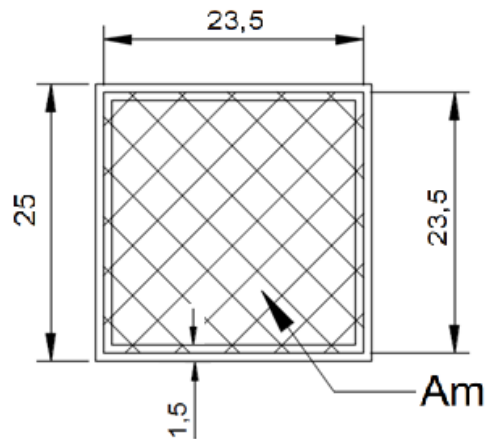


Figura 4.31 Representación gráfica del área A_m

$$A_m = (23.5 \text{ mm}) * (23.5 \text{ mm})$$

$$A_m = 552.25 \text{ mm}^2 = 5.52 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Calculado el valor de A_m se reemplaza los datos en la ecuación 4.17:

$$\tau_{\max \text{ torsión}} = \frac{20.14 \text{ N.m}}{2 * (5.52 \times 10^{-4} \text{ m}^2) * (1.5 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$\tau_{\max \text{ torsión}} = 12.16 \text{ MPa}$$

Debido a que todos los esfuerzos no se concentran en un solo punto, se realiza un análisis de esfuerzos en 2 puntos diferentes de la sección transversal de la viga para determinar el punto más crítico de la viga (ver figura 4.32).

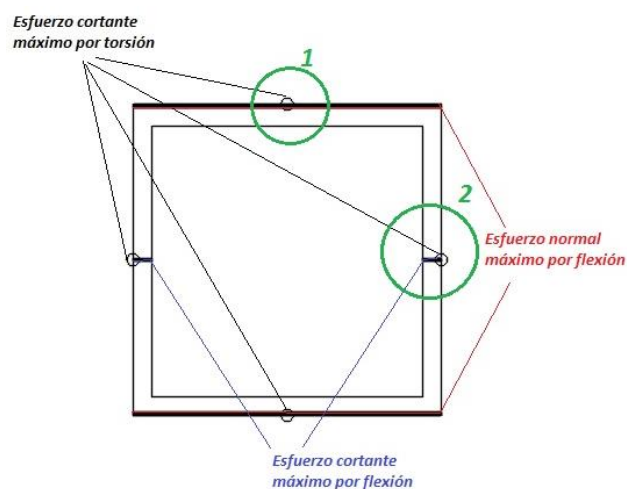


Figura 4.32 Concentración de esfuerzos en el punto 1 y 2 de sección de la viga D-C

Esfuerzo combinado de Von Mises de la viga D-C en el punto 1:

En el punto 1 existe esfuerzo cortante máximo por torsión y esfuerzo normal máximo por flexión (ver figura 4.32).

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Ecuación 4.18 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga D-C

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga D-C [MPa]

σ_x : Esfuerzo normal en el eje x, viga D-C [MPa]

τ_{xy} : Esfuerzo cortante en el eje xy, viga D-C [MPa]

Remplazando en la ecuación:

$$\sigma_x = \sigma_{max} = 24.8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{max \text{ torsión}} = 12.16 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \sqrt{(24.8 \text{ MPa})^2 + 3 * (12.16)^2}$$

$$\sigma' = 32.53 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad viga D-C en el punto 1:

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Ecuación 4.19 Cálculo del factor de seguridad, punto 1 viga D-C

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

N : Factor de seguridad, punto 1 viga D-C

S_y : Resistencia a la fluencia [MPa] (ver Anexo V)

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 1 viga D-C [MPa]

Remplazando en la ecuación:

$$S_y = 220 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 32.53 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{220 \text{ MPa}}{32.53 \text{ MPa}}$$

$$N = 6.76$$

Esfuerzo combinado de Von Mises de la viga D-C en el punto 2:

En el punto 2 existe esfuerzo cortante máximo por torsión y esfuerzo cortante máximo por flexión:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Ecuación 4.20 Cálculo del esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga A-B

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga D-C [MPa]

σ_x : Esfuerzo normal en el eje x, viga D-C [MPa]

τ_{xy} : Esfuerzo cortante en el eje xy, viga D-C [MPa]

Remplazando en la ecuación

$$\sigma_x = 0$$

$$\tau_{xy} = \tau_{\max \text{ torsión}} + \tau_{\text{flexión}} = 12.16 \text{ MPa} + 4.76 \text{ MPa} = 16.92 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = \sqrt{(0)^2 + 3 * (16.92)^2}$$

$$\sigma' = 29.30 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad viga D-C en el punto 2:

$$N = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Ecuación 4.21 Cálculo del factor de seguridad, punto 2 viga D-C

Fuente: (Mott, 2006)

Donde:

N : Factor de seguridad, punto 2 viga D-C

S_y : Resistencia a la fluencia [MPa] (ver Anexo V)

σ' : Esfuerzo combinado de Von Mises, punto 2 viga D-C [MPa]

Reemplazando en la ecuación

$$S_y = 220 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = 29.30 \text{ MPa}$$

$$N = \frac{220 \text{ MPa}}{29.30 \text{ MPa}}$$

$$N = 7.50$$

Obtenidos todos los datos de la viga D-C, se compara con los datos entregados por el software para validar la simulación. En la simulación se obtiene dos datos principales: la tensión axial y de flexión en el límite superior y el factor de seguridad. El factor de seguridad lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{Límite elástico}}{\text{Tensión axial y de flexión en el límite superior}}$$

Ecuación 4.22 Cálculo del factor de seguridad por SolidWorks, viga D-C

Fuente: (SolidWorks, 2014)

Datos obtenidos en SolidWorks de la viga D-C:

Para obtener la tensión axial y de flexión en el límite superior de la viga D-C, se reemplaza el factor de seguridad obtenido (ver figura 4.34) y el límite elástico en la ecuación 4.22.

Entonces:

$$\text{Límite elástico} = 206.8 \text{ [MPa]}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 6.34$$

Remplazando:

$$\text{Tensión axial y de flexión en el límite superior} = \frac{206.8 \text{ MPa}}{6.34}$$

$$\text{Tensión axial y de flexión en el límite superior} = 32.61 \text{ MPa}$$

En la figura 4.24 se puede observar que un segmento de viga D-C pinta del color del valor de la tensión axial y de flexión en el límite superior calculado:

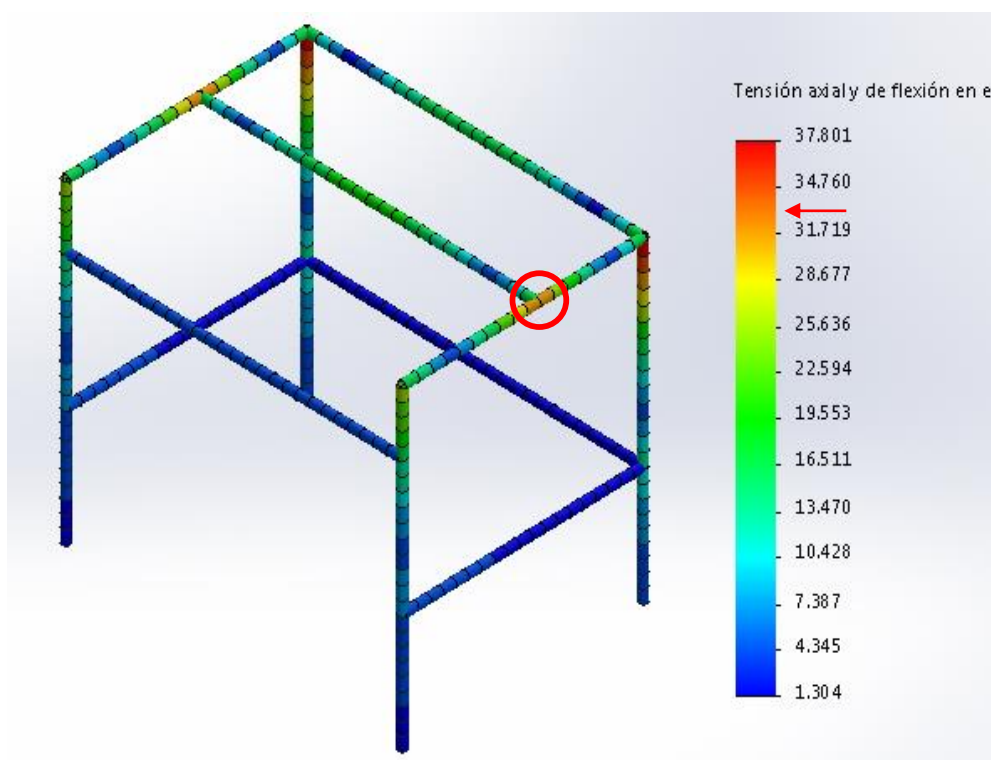


Figura 4.33 Tensión axial y de flexión en el límite superior, viga D-C

Factor de seguridad: El factor de seguridad mínimo en la viga D-C es igual a 6.34 (ver Figura 4.34).

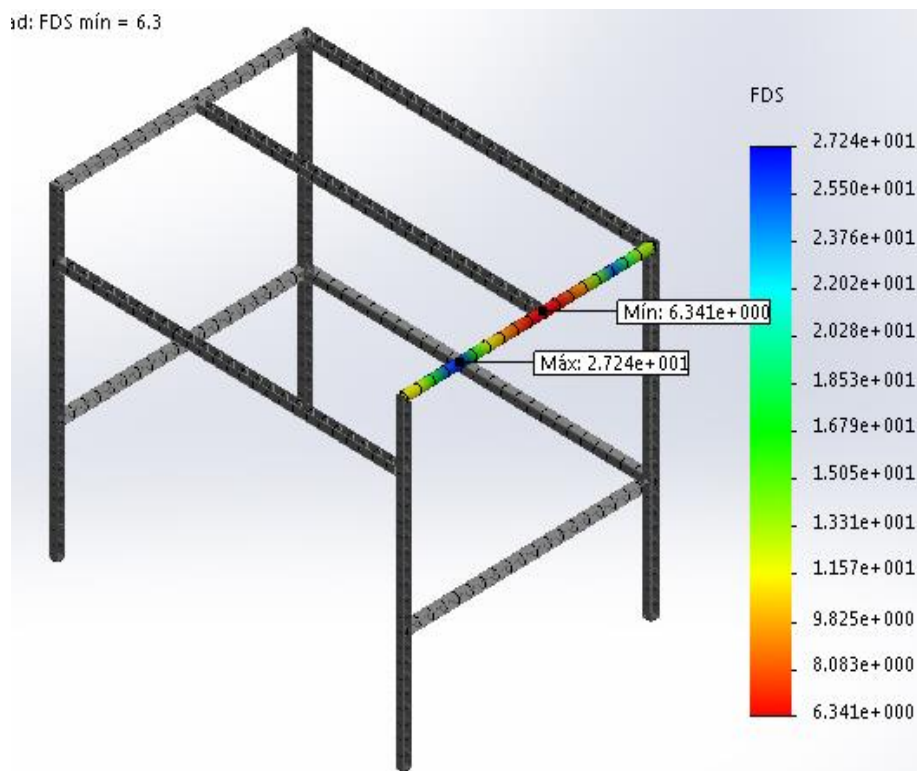


Figura 4.34 Factor de seguridad, viga C-D

En la tabla 4.8 se compara los datos obtenidos mediante cálculos y los datos entregados por el software, de la viga D-C:

Tabla 4.8 Esfuerzos y factores de seguridad calculados y simulados, viga D-C

Dato	Esfuerzo	Factor de seguridad
<i>Cálculo</i>	32.53 [MPa]	6.76
<i>Software</i>	32.61 [MPa]	6.34

La diferencia que existe entre los datos calculados y los del software es admisible por lo tanto se válida la simulación como aceptable.

Como los factores de seguridad de las dos vigas A-B y D-C tienen una buena aproximación con los calculados se considera que toda la simulación de la estructura tiene validez, entonces se obtiene de la simulación la máxima tensión axial y de flexión en el límite superior, el factor de seguridad mínimo y los desplazamientos resultantes de toda la estructura.

De la simulación se obtiene los siguientes resultados detallados a continuación en la tabla 4.9:

Tabla 4.9 Datos de la simulación de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm

Dato	Valores	
<i>Tensión axial y de flexión en el límite superior</i>	Máximo	37.80 [MPa]
	Mínimo	1.30 [MPa]
<i>Factor de seguridad mínimo</i>	Máximo	158.7
	Mínimo	5.47
<i>Desplazamientos resultantes</i>	Máximo	1.036 [mm]
	Mínimo	1×10^{-30} [mm]

Tensión axial y de flexión en el límite superior de la estructura con un perfil estructural cuadrado 25x25x1.5 [mm]:

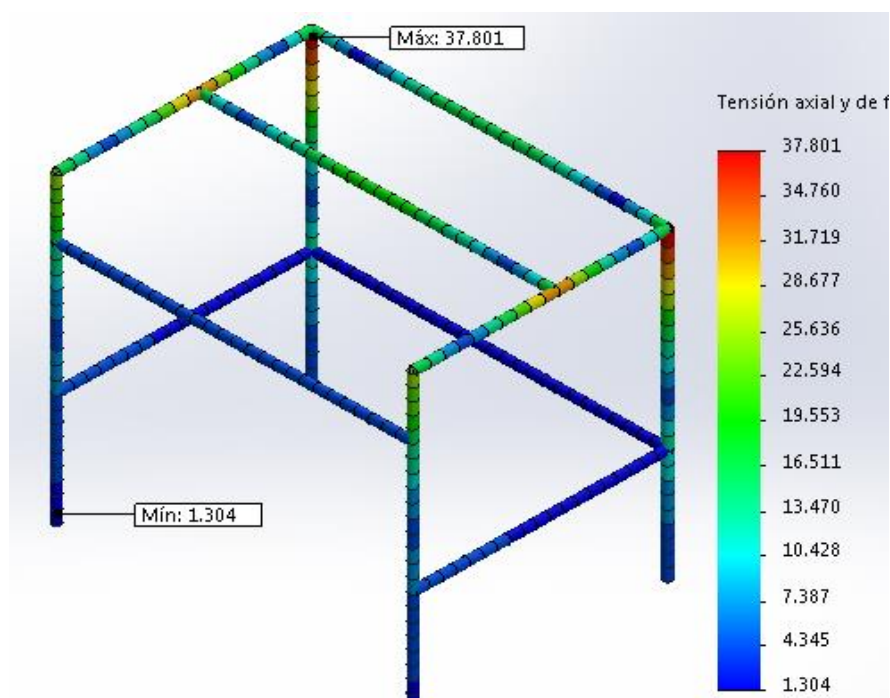


Figura 4.35 Tensión axial y de flexión en el límite superior de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm

Factor de seguridad de la estructura con un perfil estructural cuadrado de 25x25x1.5 [mm]:

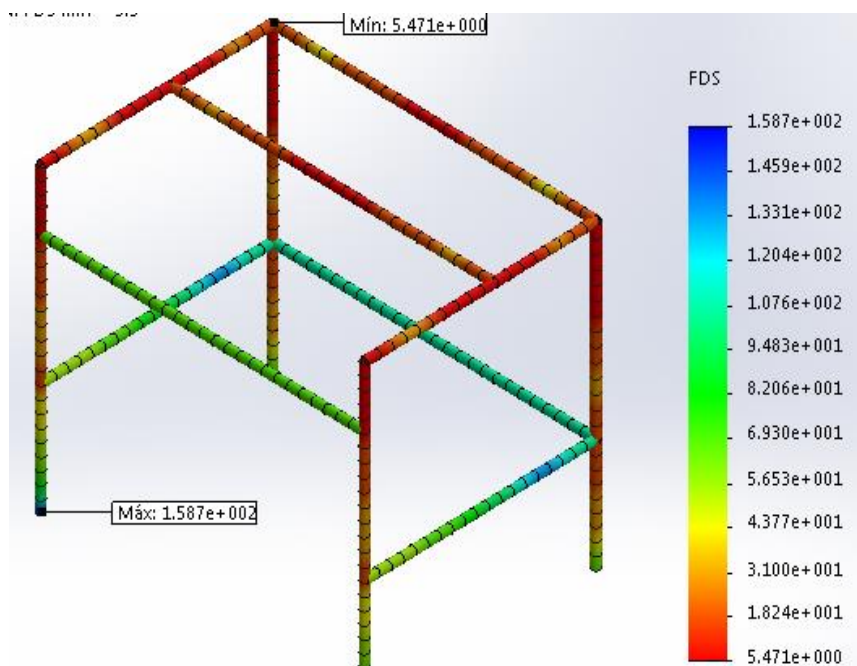


Figura 4.36 Factor de seguridad de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm

Desplazamientos resultantes de la estructura con un perfil estructural cuadrado 25x25x1.5 [mm]:

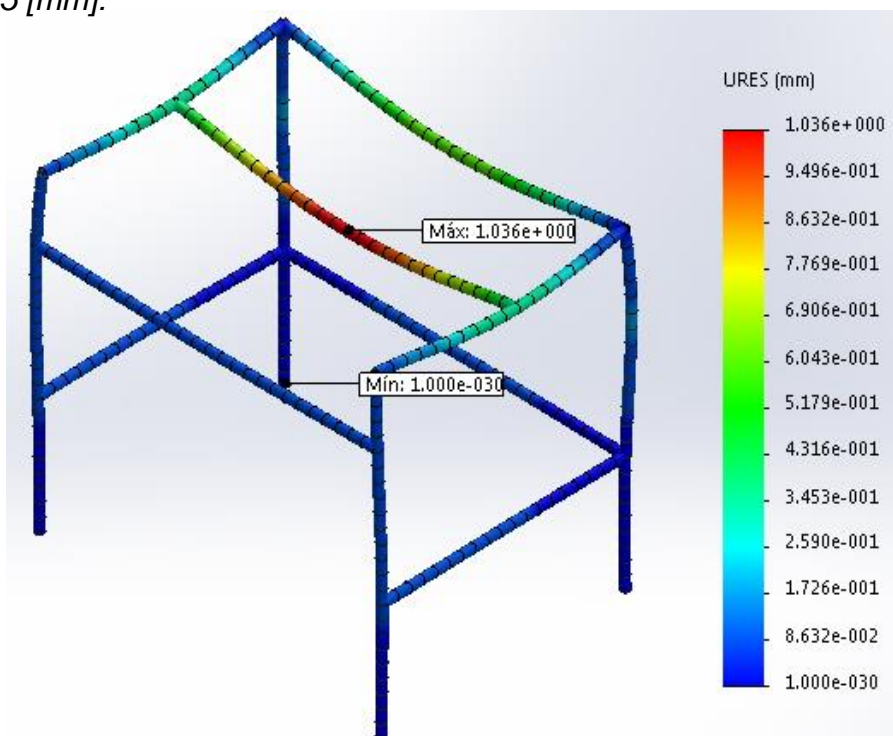


Figura 4.37 Desplazamientos resultantes de la estructura, perfil cuadrado 25x25x1.5 mm

El factor de seguridad mínimo es de 5.47, lo que genera confiabilidad de la estructura para las cargas a las que va a ser sometida, con un factor de seguridad confiable se da la aprobación para la construcción de la estructura en un perfil estructural cuadrado de 25x25 [mm] y 1,5 [mm] de espesor, debido a la complicación del proceso de manufactura con este perfil, se considera un perfil estructural cuadrado inmediato superior, es decir, un perfil estructural cuadrado de 40x40 [mm] y 1,5 [mm] de espesor, pero este perfil al no estar disponible en el mercado para su inmediata compra, se llegó a considerar el perfil estructural cuadrado 50x50 y 1,5 [mm] de espesor.

Seleccionado el perfil estructural cuadrado 50x50 y 1,5 [mm] de espesor se procede a la simulación de toda la estructura:

De la simulación se obtiene los siguientes resultados detallados a continuación en la tabla 4.10:

Tabla 4.10 Datos de la simulación de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm

Dato	Valores	
<i>Tensión axial y de flexión en el límite superior</i>	Máximo	8.73 [MPa]
	Mínimo	0.37 [MPa]
<i>Factor de seguridad mínimo</i>	Máximo	559.3
	Mínimo	23.69
<i>Desplazamientos resultantes</i>	Máximo	1.62×10^{-1} [mm]
	Mínimo	1×10^{-30} [mm]

Tensión axial y de flexión en el límite superior de la estructura con un perfil estructural cuadrado de 50x50x1.5 [mm]:

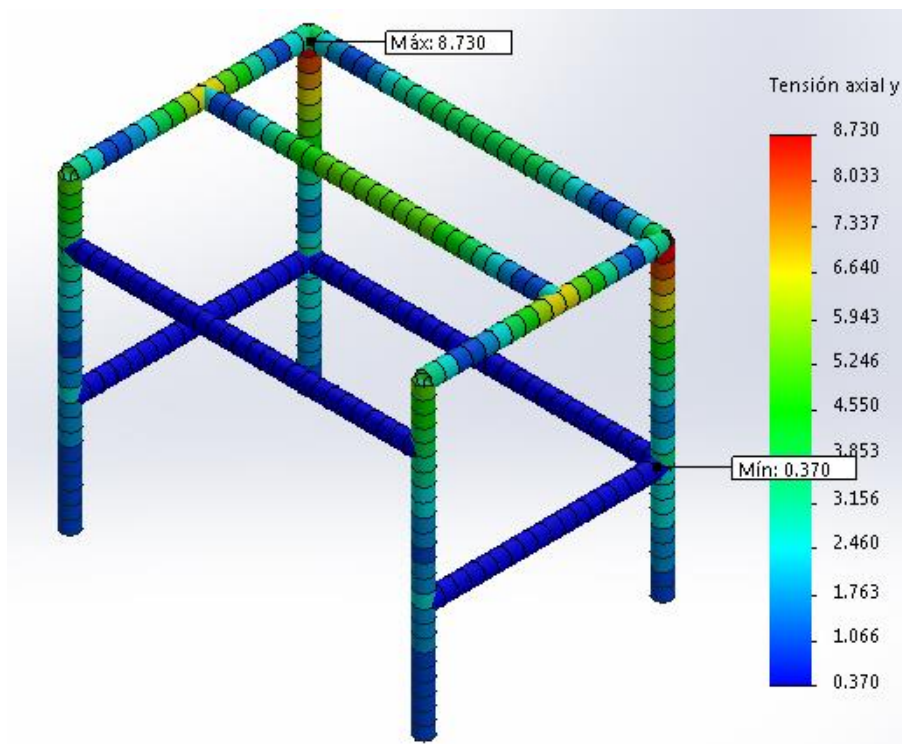


Figura 4.38 Tensión axial y de flexión en el límite superior de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm

Factor de seguridad de la estructura con un perfil estructural cuadrado de 50x50x1.5 [mm]:

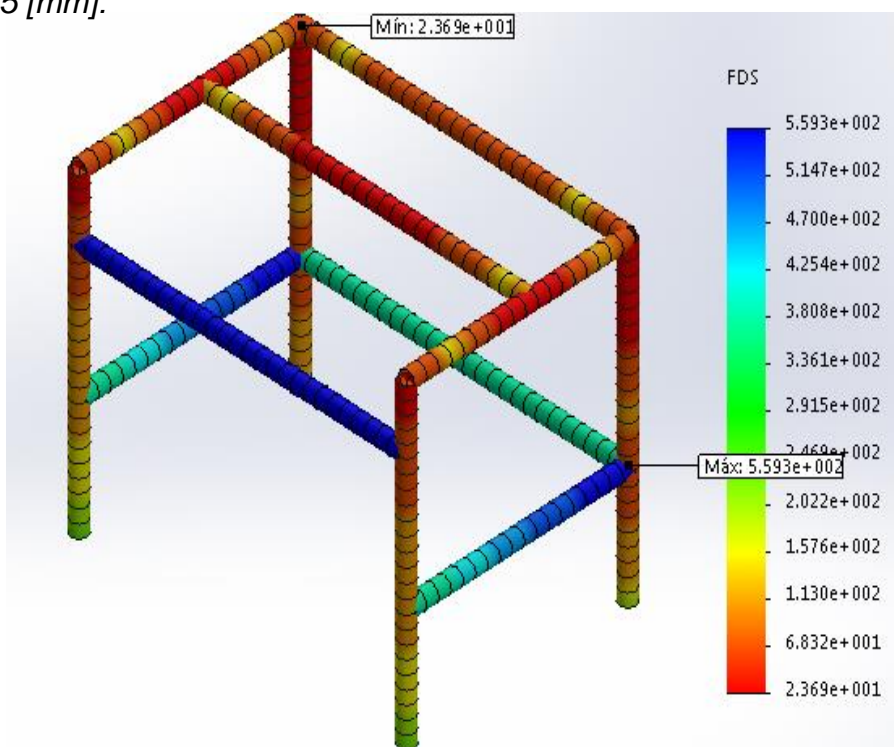


Figura 4.39 Factor de seguridad de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm

Desplazamientos resultantes de la estructura con un perfil estructural cuadrado de 50x50x1.5 [mm]:

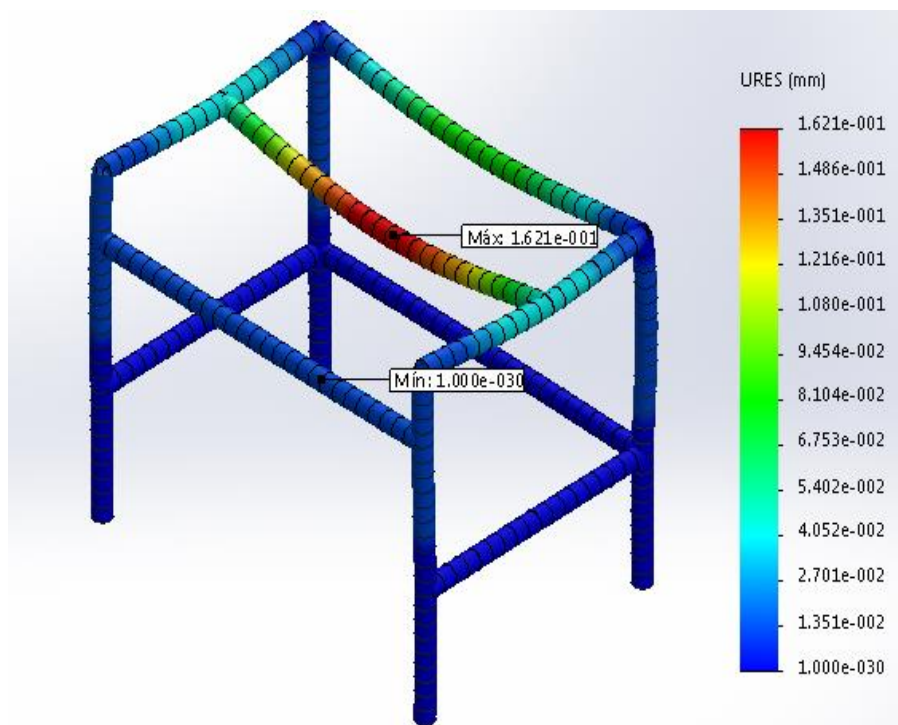


Figura 4.40 Desplazamientos resultantes de la estructura, perfil cuadrado 50x50x1.5 mm

El factor de seguridad mínimo es de 23.69 lo que genera una amplia confiabilidad de la estructura para las cargas a las que va a ser sometida, entonces se aprueba el perfil estructural cuadrado de 50x50 [mm] y 1.5 [mm] de espesor para la construcción.

4.1.4.2 Análisis y validación mecánica de la placa perforada

La placa perforada va a ser construida en chapa metálica de 2 [mm] de espesor ya indicado anteriormente, no se consideró una placa de 1 [mm] de espesor debido al pandeo que sufre la placa por el calentamiento que genera la cortadora de plasma.

Para su análisis se va a considerar sus 2 posiciones de trabajo:

- Posición 1: abastecimiento y reposo de cuajada (sección 1)
- Posición 2: dosificado de la cuajada por los orificios (sección 2)

Carga en la sección 1:

Tabla 4.11 Carga aplicada a la sección 1 de la placa perforada

Elementos	Masa (kg)
Cuajada para abastecer a 48 moldes	24
Exceso de suero	15
Total:	39
Peso equivalente:	390 [N]

La carga aplicada a la sección 1 es de un valor de 390 [N] aproximadamente. Esta carga se distribuye en el área de esta sección (ver Figura 4.41).

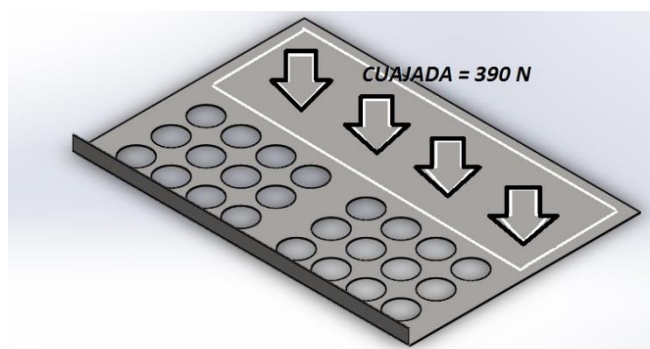


Figura 4.41 Distribución de la carga en la sección 1 de la placa

Carga en la sección 2:

Se considera una condición extrema en donde toda la carga aplicada a la sección 1 se aplica a la sección 2. Esta carga se distribuye sobre el área de esta sección (ver Figura 4.42)

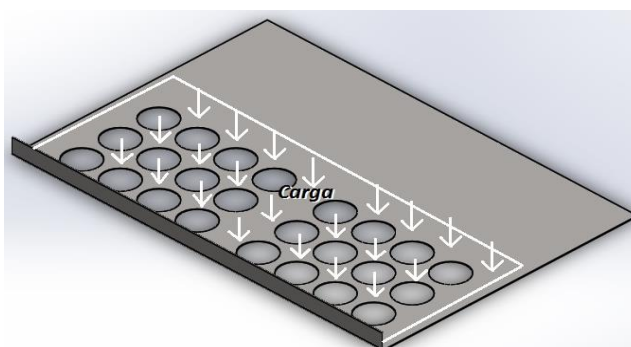


Figura 4.42 Distribución de la carga en la sección 2 de la placa

Definidas las cargas se procede a la simulación la placa perforada, se realiza 2 simulaciones debido a las 2 posiciones de trabajo.

Simulación posición 1:

De la simulación de la placa en la posición 1 se obtiene los siguientes resultados detallados a continuación en la tabla 4.12:

Tabla 4.12 Datos de la simulación placa perforada sección 1

	Dato	Valores
<i>Von Mises</i>	Máximo	0.792 [MPa]
	Mínimo	-
<i>Factor de seguridad mínimo</i>	Máximo	-
	Mínimo	261
<i>Desplazamientos resultantes</i>	Máximo	7.69×10^{-3} [mm]
	Mínimo	-

Von Mises – Sección 1 de la placa perforada:

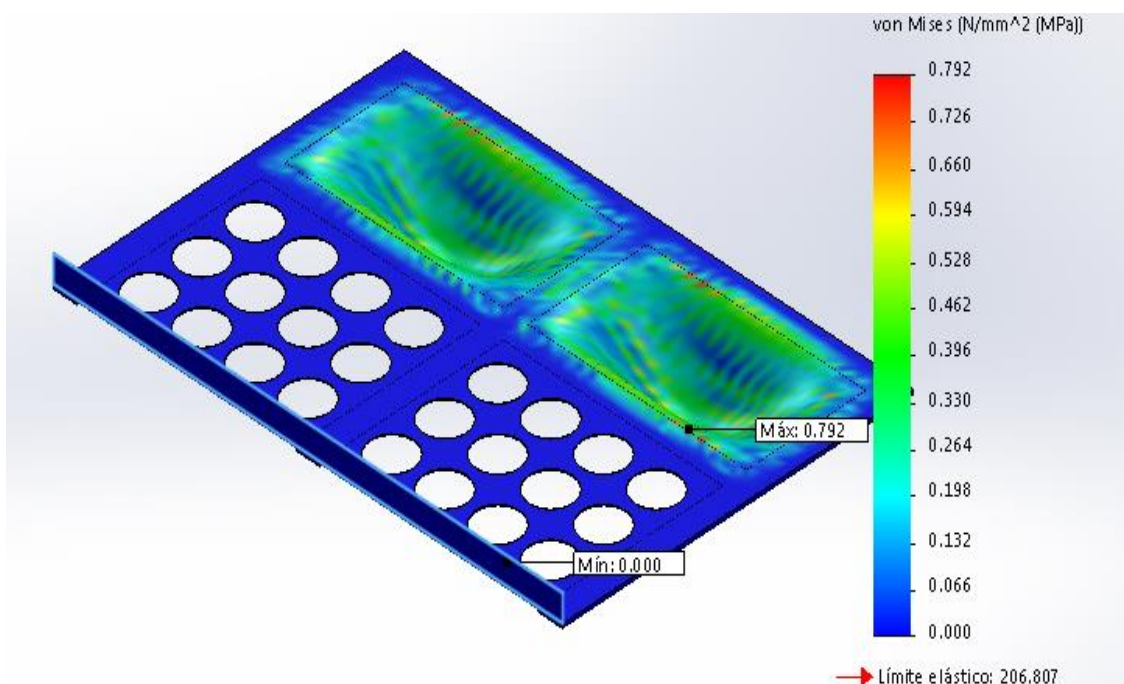


Figura 4.43 Von Mises – Sección 1 de la placa perforada

Factor de seguridad – Sección 1 de la placa perforada:

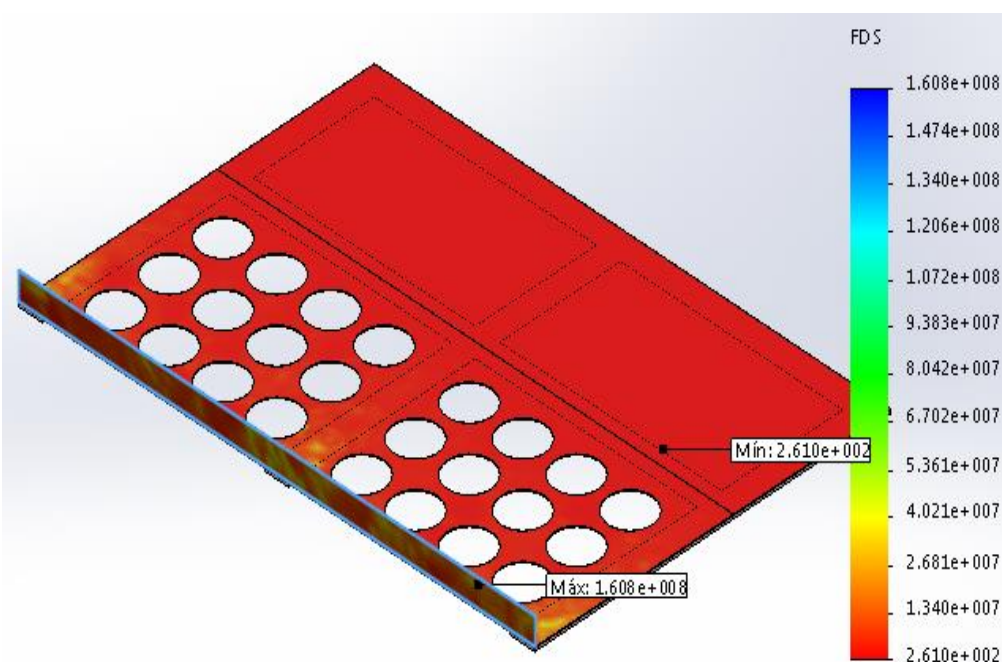


Figura 4.44 Factor de seguridad - Sección 1 de la placa perforada

Desplazamientos resultantes – Sección 1 de la placa perforada:

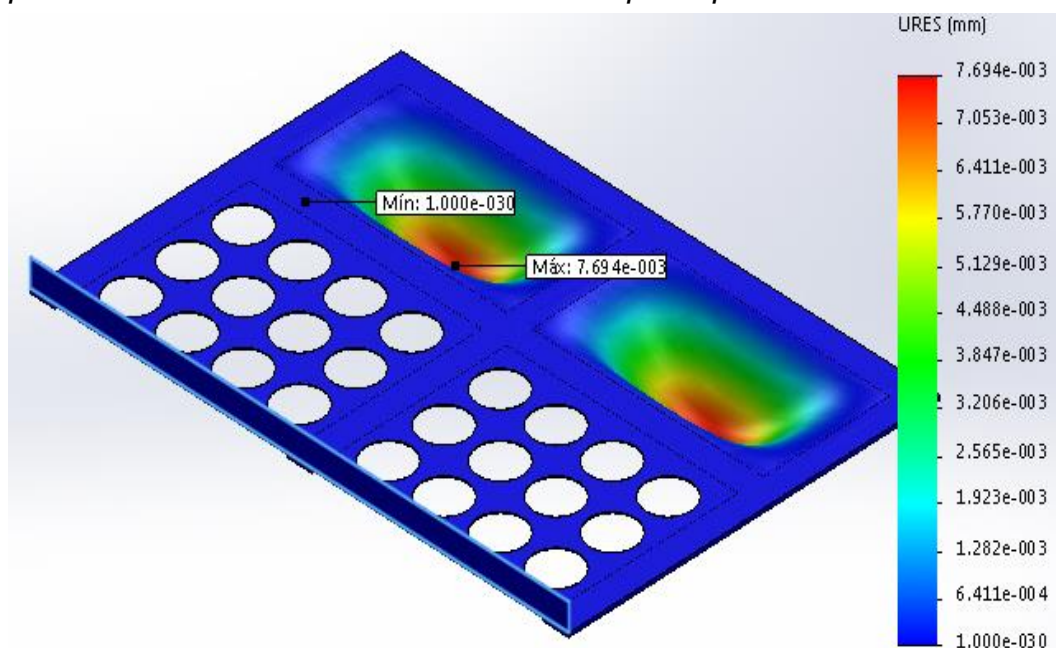


Figura 4.45 Desplazamientos resultantes - Sección 1 de la placa perforada

El factor de seguridad mínimo es de 261, lo que nos indica que para las cargas a las que va a ser sometida la sección 1 es adecuada una chapa metálica de 2 [mm] de espesor.

Simulación posición 2:

De la simulación de la placa en la posición 2 se obtiene los siguientes resultados detallados a continuación en la tabla 4.13:

Tabla 4.13 Datos de la simulación placa perforada sección 2

Dato		Valores
<i>Von Mises</i>	Máximo	9.632 [MPa]
	Mínimo	-
<i>Factor de seguridad mínimo</i>	Máximo	-
	Mínimo	21.47
<i>Desplazamientos resultantes</i>	Máximo	1.91×10^{-1} [mm]
	Mínimo	-

Von Mises – Sección 2 de la placa perforada:

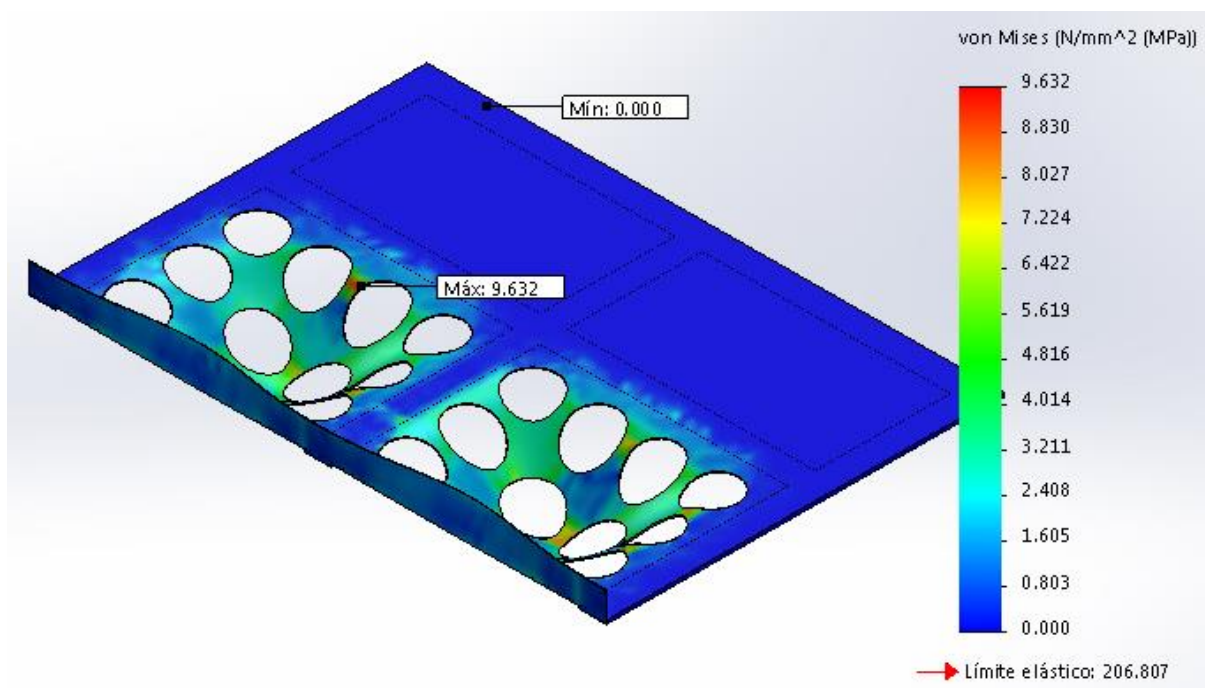


Figura 4.46 Von Mises – Sección 2 de la placa perforada

Factor de seguridad – Sección 2 de la placa perforada:

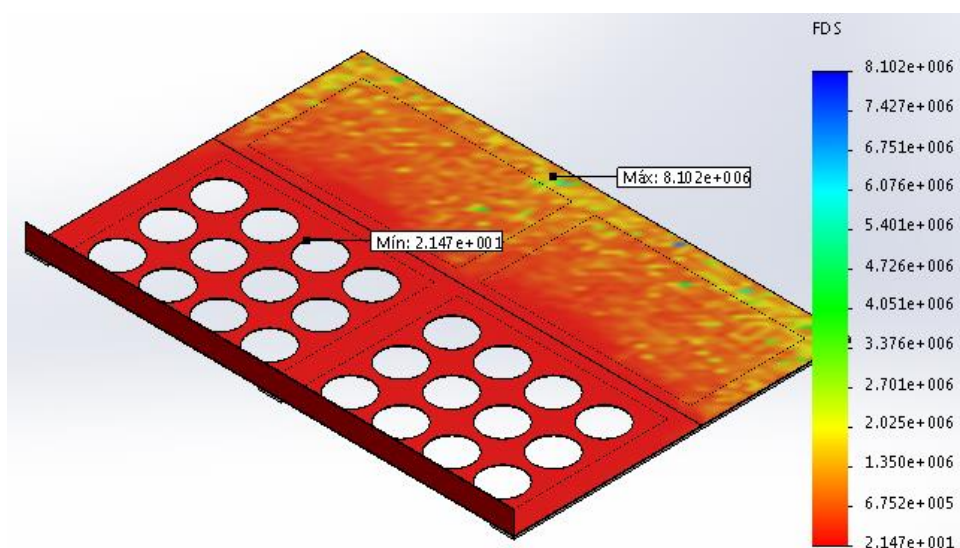


Figura 4.47 Factor de seguridad - Sección 2 de la placa perforada

Desplazamientos resultantes – Sección 2 de la placa perforada:

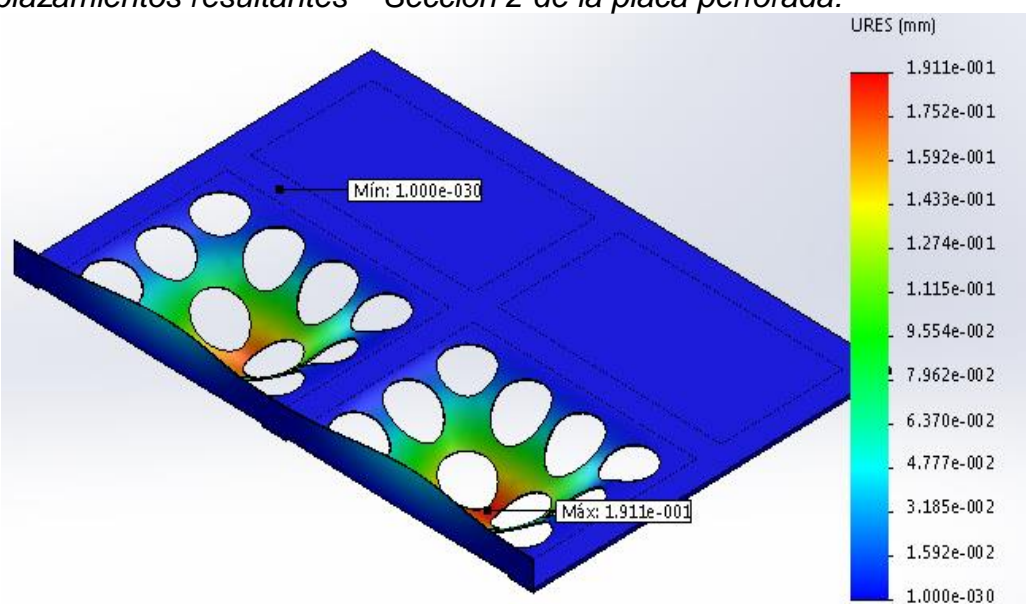


Figura 4.48 Desplazamientos resultantes - Sección 1 de la placa perforada

El factor de seguridad mínimo es de 21.47, lo que nos indica que para las cargas a las que va a ser sometida la placa en su sección 2 es adecuada una chapa metálica de 2 [mm] de espesor.

4.2 Sistema de bombeo

El sistema de bombeo cumple la función de alimentar con cuajada el abastecedor, este sistema irá desde la salida de la marmita hasta el abastecedor conectados por medio de tubería de acero inoxidable AISI 304 de 60.5 [mm] de diámetro y una bomba sanitaria de por medio (ver figura 4.49). La tubería es seleccionada del catálogo de DIPAC (ver Anexo V)

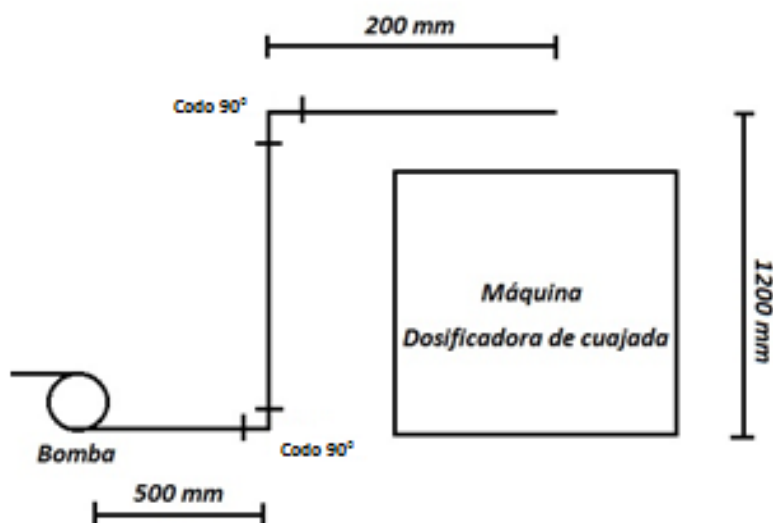


Figura 4.49 Sistema de bombeo

4.2.1 Selección de la bomba para el sistema

Para una posterior selección la bomba es necesario realizar los siguientes cálculos detallados a continuación:

Se calcula el caudal de una bomba INOXPA de rodete helicoidal modelo RV-100 debido al documento que se indica en el Anexo VII, donde se comprueba la utilización de esta bomba dentro de la industria láctea para el bombeo de cuajada.

El cubicaje de la bomba RV-100:

$$Cubicaje_{RV-100} = \frac{Q_{max}}{v_{max}}$$

Ecuación 4.23 Cálculo del cubicaje bomba RV-100

Donde:

$Cubicaje_{RV-100}$: Cubicaje de la bomba RV-100 [m^3/rev]

$Q_{\max RV-100}$: Caudal máximo bomba RV-100 [m^3/h]

$v_{\max RV-100}$: Velocidad máxima angular bomba RV-100 [rev/h]

Los datos se obtienen del manual técnico de la bomba RV-100 (ver Anexo VIII) entonces reemplazando en la ecuación 4.23:

$$Q_{\max RV-100} = 1800 \text{ m}^3/h$$

$$v_{\max RV-100} = 1800 \text{ rpm} = 108000 \text{ rev/h}$$

$$Cubicaje_{RV-100} = \frac{180 \text{ m}^3/h}{108000 \text{ rev/h}}$$

$$Cubicaje_{RV-100} = 1.66 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{rev}}$$

Debido a que la bomba RV-100 trabajando a 1000 rpm tuvo un resultando muy satisfactorio en el proceso de bombeo de cuajada (ver Anexo VII), se toma este dato para calcular el caudal de bombeo:

$$Q_{RV-100 \text{ a } 1000 \text{ rpm}} = 1000 \text{ rpm} \times Cubicaje_{RV-100}$$

Ecuación 4.24 Cálculo del caudal de bombeo con bomba RV-100 a 100 rpm

Donde:

$Q_{RV-100 \text{ a } 1000 \text{ rpm}}$: Caudal de la bomba RV-100 a 1000 rpm [m^3/min]

$Cubicaje_{RV-100}$: Cubicaje de la bomba RV-100 [m^3/rev]

Entonces:

$$Q_{RV-100 \text{ a } 1000 \text{ rpm}} = 1000 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times 1.66 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{rev}}$$

$$Q_{RV-100 \text{ a } 1000 \text{ rpm}} = 1.66 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

El tiempo para llenar el abastecedor seria el siguiente:

$$t_{llenado\ RV-100} = \frac{Volumen_{abastecedor}}{Q_{RV-100\ a\ 1000\ rpm}}$$

Ecuación 4.25 Cálculo del tiempo de llenado del abastecedor con bomba RV-100 a 100 rpm

Donde:

$t_{llenado\ RV-100}$: Tiempo de llenado del abastecedor de cuajada con bomba RV-100 [min]

$Volumen_{abastecedor}$: Volumen del abastecedor de cuajada [m³]

Entonces:

$$t_{llenado\ RV-100} = \frac{0.066584\ m^3}{1.66\ m^3/min}$$

$$t_{llenado\ RV-100} = 0.040\ min = 2.40\ s$$

Ya que el caudal de las pruebas detalladas en el Anexo VII es muy alto, el llenado del abastecedor se lo hace en un tiempo muy reducido, este tiempo de llenado no brinda la oportunidad al operador de realizar otras actividades que son parte complementaria para terminar el ciclo de trabajo, para evitar este problema se define el tiempo de llenado del abastecedor a 1 minuto, tiempo suficiente que da la oportunidad al operador de terminar un ciclo completo.

Se determina el caudal por el tiempo de llenado del abastecedor, que será $t = 1$ [min] es decir 0.0166 [h].

$$Q = \frac{Volumen_{abastecedor}}{t_{llenado}}$$

Ecuación 4.26 Cálculo del caudal de llenado

Donde:

Q : Caudal de la bomba necesario para llenar el abastecedor en 1 min [m³/min]

$Volumen_{abastecedor}$: Volumen del abastecedor de cuajada [m³]

$t_{llenado}$: Tiempo de llenado del abastecedor de cuajada [m^3]

Entonces:

$$Q = \frac{0,06658 \text{ m}^3}{0,0166 \text{ h}}$$

$$Q = 3.99 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1.109 * 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1.109 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Obtenido el caudal y conociendo el diámetro de la tubería se calcula la velocidad media:

$$v = \frac{Q}{A_{tubería}}$$

Ecuación 4.27 Cálculo de la velocidad media

Donde:

Q : Caudal de la bomba necesario para llenar el abastecedor en 1 min [m^3/min]

$A_{tubería}$: Volumen del abastecedor de cuajada [m^3]

v : Velocidad media [m^3]

Entonces:

$$v = \frac{Q}{\pi * r_{tubería}^2}$$

$$v = \frac{1.109 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * (0.03025 \text{ m})^2}$$

$$v = 0.3857 \text{ m/s}$$

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{v * d * \rho}{\mu}$$

Ecuación 4.28 Cálculo del número de Reynolds

Fuente: (Giles, Evett, & Liu, 2003)

Donde:

Re : Número de Reynolds

v : Velocidad media = 0.3857 [m/s]

d : Diámetro de la tubería = 0.0605 [m]

ρ : Densidad del fluido = 1136 [kg/m³]

μ : Viscosidad absoluta del fluido= 1602 [cp] = 1.602 [kg/ms] – (ver Anexo IX)

Entonces:

$$Re = \frac{0.3857 \text{ m/s} * 0.0605 \text{ m} * 1136 \text{ kg/m}^3}{1.602 \text{ kg/ms}}$$

$$Re = 16.54$$

Por ser un número de Reynolds menor a 2000 se considera un flujo laminar (Giles, Evett, & Liu, 2003).

Cálculo del peso específico:

$$\gamma = \rho * g$$

Ecuación 4.29 Cálculo del peso específico

Donde:

γ : Peso específico del fluido [N/m³] o [kg/m²s²]

ρ : Densidad del fluido = 1136 [kg/m³]

g : Gravedad = 9.81 [m/s²]

Entonces:

$$\gamma = 1136 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (9.81 \text{ m/s}^2)$$

$$\gamma = 11144.16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}^2}$$

Pérdida de carga por fricción en la tubería:

Para el cálculo de las pérdidas de carga producidas por la fricción del fluido en la tubería se emplea la siguiente ecuación:

$$Pérdida\ de\ carga_{fricción} = f * \frac{(longitud\ L) * (velocidad\ media\ V)^2}{(diámetro\ d) * 2\ g}$$

Ecuación 4.30 Cálculo de pérdidas de carga por fricción

Fuente: (Giles, Evett, & Liu, 2003)

Donde:

*Pérdida de carga*_{fricción} : Pérdida de carga por fricción en la tubería [m]

f : Coeficiente de fricción

L : Longitud de la tubería = 1.9 [m]

v : Velocidad media = 0.3857 [m/s]

d : Diámetro de la tubería = 0.0605 [m]

g : Gravedad = 9.81 [m/s²]

En flujos laminares el coeficiente de fricción se obtiene de la siguiente ecuación:

$$f = 64/Re$$

Ecuación 4.31 Cálculo de pérdidas de carga por fricción

Fuente: (Giles, Evett, & Liu, 2003)

Donde:

f : Coeficiente de fricción

Re : Número de Reynolds

Entonces:

$$f = \frac{64}{16.54} = 3.86$$

Remplazando datos en la ecuación 4.29:

$$\text{Pérdida de carga } f = 3.86 * \frac{(1.9m) * (0.3857 \frac{m}{s})^2}{(0.0605 m m) * 2 * (9.81 \frac{m}{s^2})}$$

$$\text{Pérdida de carga } f = 1.53 * \frac{0.7328 \frac{m^3}{s^2}}{\left(1.187 \frac{m^2}{s^2}\right)} = 1.53 * 0.6173 m = 0.94 m$$

Pérdida de carga por accesorios:

Para el cálculo de las pérdidas de carga en los accesorios del sistema se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de carga}_{\text{accesorios}} = k * \frac{(v)^2}{2 g}$$

Ecuación 4.32 Cálculo de pérdidas de carga por fricción

Fuente: (Giles, Evett, & Liu, 2003)

Donde:

$\text{Pérdida de carga}_{\text{accesorios}}$: Pérdida de carga por los accesorios del sistema [m]

v : Velocidad media = 0.3857 [m/s]

k : Coeficientes de pérdidas de carga en accesorios del sistema

g : Gravedad = 9.81 [m/s²]

En la tabla 4.14 se muestra los coeficientes de pérdidas de carga en los diferentes accesorios del sistema:

Tabla 4.14 Coeficientes de pérdidas de carga en accesorios del sistema

	Cantidad	k	Valor
<i>De tubería a depósito</i>	1	1	1
<i>Codo de 90°</i>	2	0.75	1.5
		Total:	2.5

$$Pérdida\ de\ carga_{accesorios} = 2.5 * \frac{\left(0.3857 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right)}$$

$$Pérdida\ de\ carga_{accesorios} = 0.019\ m$$

Altura de la bomba:

$$H_B = \text{Altura a bombear} + Pérdida\ de\ carga_{fricción} + Pérdida\ de\ carga_{accesorios}$$

Ecuación 4.33 Cálculo de la altura de la bomba

Donde:

H_B : Altura de la bomba [m]

$Pérdida\ de\ carga_{accesorios}$: Pérdida de carga por los accesorios del sistema [m]

$Pérdida\ de\ carga_{fricción}$: Pérdida de carga por fricción en la tubería [m]

Entonces:

$$H_B = 1.20\ m + 0.94\ m + 0.019\ m$$

$$H_B = 1.20\ m + 0.959\ m$$

$$H_B = 2.159\ m$$

Potencia de la bomba:

$$P = \gamma * Q * H_B$$

Ecuación 4.34 Cálculo de la altura de la bomba

Donde:

P : Potencia de la bomba [N/m^3] o [kg/m^2s^2]

γ : Peso específico del fluido [N/m^3] o [kg/m^2s^2]

Q : Caudal de la bomba necesario para llenar el abastecedor en 1 min [m^3/min]

H_B : Altura de la bomba [m]

Entonces:

$$P = 11144.16 \frac{kg}{m^2s^2} * 1.109 * 10^{-3} \frac{m^3}{s} * 2.154 m$$

$$P = 26.68 W = 0.0357 Hp$$

La selección de la bomba se realiza por medio de un catálogo de bombas tipo sanitaria. La selección es del catálogo de la marca INOXPA bombas de rodete helicoidal industrial modelo RV indicado en el Anexo X.

Mediante las curvas técnicas de las bombas de rodete helicoidal industrial modelo RV mostradas en el catálogo se selecciona la bomba indicada para nuestro sistema comenzando por la de menor capacidad, los requerimientos a cumplir son 2.15 [m] de altura de bombeo a un caudal de 3.99 [m^3/h].

Se determina la bomba de RV-65 como la indicada para nuestro sistema por cumplir con nuestros requerimientos (ver Anexo X y Anexo XI).

En la tabla 4.15 detallamos las características técnicas necesarias de la bomba RV-65 para posteriores cálculos:

Tabla 4.15 Características técnicas bomba RV-65

Parámetros	Valor
<i>Cubicaje</i>	3.90×10^{-4} [m^3/rev]
<i>Diámetro promedio de las partículas a bombear</i>	45 [mm]
<i>Eficiencia de la bomba en el sistema</i>	Menor al 50%

Con el cubicaje mencionado en la tabla 4.15 se calcula a que número de revoluciones debe girar la bomba para que nos brinde un caudal de 3.99 [m³/h] o 0.0665 [m³/min]:

$$v_{RV-65} = \frac{Q}{Cubicaje_{RV-65}}$$

Ecuación 4.35 Cálculo de la velocidad angular bomba RV-65 a un caudal Q

Donde:

$Cubicaje_{RV-65}$: Cubicaje de la bomba RV-65 [m³/rev]

Q : Caudal de la bomba necesario para llenar el abastecedor en 1 min [m³/min]

v_{RV-65} : Velocidad angular de la bomba RV-65 a un caudal Q [rpm]

Remplazando:

$$v_{RV-65} = \frac{0.0665 \text{ m}^3/\text{min}}{3.90 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{rev}}$$

$$v_{RV-65} = 170.51 \text{ rpm} = 17.85 \text{ rad/s}$$

Obtenido el número de revoluciones requeridas por el sistema se selecciona el motor adecuado para la bomba, debido a que la potencia de la bomba es menor al 50% vamos a estimar un 40% de eficiencia:

$$\eta = \frac{P_{\text{útil-bomba}}}{P_{\text{absorbida-bomba}}}$$

Ecuación 4.36 Cálculo de la eficiencia bomba RV-65

Donde:

$P_{\text{útil-bomba}}$: Potencia útil de la bomba [Hp] = 0.0357 [Hp]

$P_{\text{absorbida-bomba}}$: Potencia absorbida de la bomba [Hp]

η : Eficiencia [%] = 40 %

Remplazando valores y despejando $P_{teórica-bomba}$:

$$P_{absorvida-bomba} = \frac{0.0357 \text{ Hp}}{40\%}$$

Ecuación 4.37 Cálculo de la potencia absorbida bomba RV-65

$$P_{absorvida-bomba} = \frac{0.0357 \text{ Hp}}{40\%}$$

$$P_{absorvida-bomba} = 0.089 \text{ Hp} = 66.39 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 66.39 \frac{\text{N.m}}{\text{s}}$$

Ya que en la microempresa existe un motor de 0.5 [Hp] y la potencia necesaria del motor del sistema es de 0.089 [Hp], se aprueba la utilización el motor de 0.5 [Hp] para el sistema de bombeo (ver Anexo XII).

Para disminuir la velocidad del motor a la velocidad requerida por el sistema es necesario un reductor mecánico de velocidad, para la selección del reductor mecánico hay que obtener el índice de reducción y el torque, se toma en cuenta que el motor seleccionado gira 1720 rpm:

Cálculo del índice de reducción:

$$i_{reducción} = \frac{n_{sistema}}{n_{motor}}$$

Ecuación 4.38 Cálculo del índice de reducción del reductor de velocidad

Donde:

$i_{reducción}$: Índice de reducción del reductor de velocidad

$n_{sistema}$: Número de revoluciones requeridas por el sistema = 171 [rpm]

n_{motor} : Número de revoluciones a las que gira el motor = 1720 [rpm]

Entonces:

$$i_{reducción} = \frac{171 \text{ rpm}}{1720 \text{ rpm}} = 0.099$$

Cálculo del torque:

$$T = \frac{P_{\text{absorbida-bomba}}}{n_{\text{requeridas}}}$$

Ecuación 4.39 Cálculo del torque

Donde:

T : Torque [N.m]

$P_{\text{absorbida-bomba}}$: Potencia absorbida de la bomba = 69.39 [N.m /s]

n_{sistema} : Número de revoluciones requeridas por el sistema = 17.85 [rad/s]

Entonces:

$$T = \frac{69.39 \text{ N.m/s}}{17.85 \text{ rad/s}}$$

$$T = 3.88 \text{ N.m}$$

Obtenida la relación de reducción y el torque se selecciona el reductor mecánico de velocidad mediante el catalogo (ver Anexo XII).

4.3 Sistema neumático

El sistema neumático es el encargado de generar el movimiento lineal del abastecedor de cuajada, el diseño posee dos cilindros neumáticos doble efecto acoplados a dos vértices del abastecedor para así evitar posibles descuadres o descarrilamientos del abastecedor en el riel guía (ver figura 4.50).

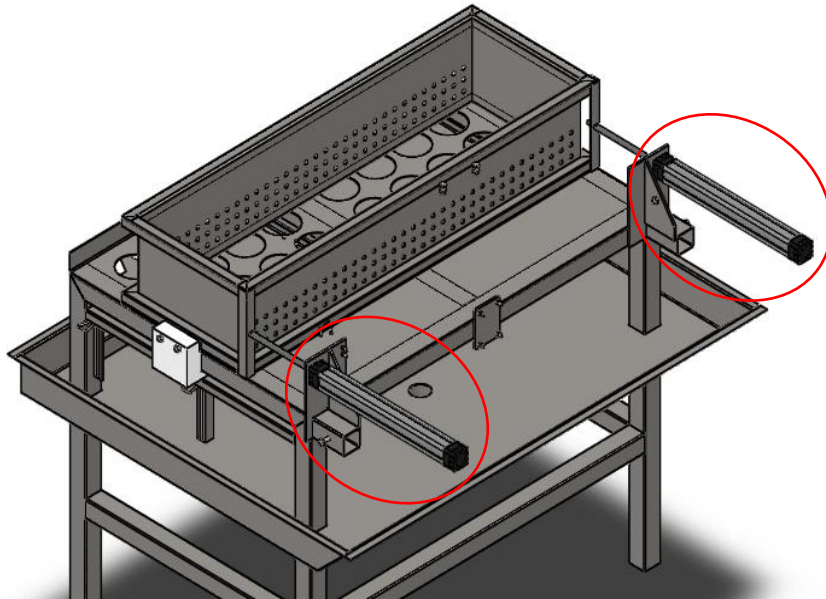


Figura 4.50 Configuración del sistema neumático

4.3.1 Selección de los actuadores neumáticos

Para la selección de los actuadores es decir los cilindros neumáticos se realizan una serie de cálculos previos que son detallados a continuación:

Fuerza de rozamiento de abastecedor en el riel:

La fuerza de rozamiento del abastecedor en el riel se calcula del producto del peso del abastecedor por el coeficiente del rozamiento del duralon debido a que las piezas que corren sobre el riel para desplazar el abastecedor son de este material.

$$Fr_{abastecedor-riel} = P_{abastecedor} * u_{duralon}$$

Ecuación 4.40 Cálculo de la fuerza de rozamiento abastecedor-riel

Donde:

$Fr_{abastecedor-riel}$: Fuerza de rozamiento del abastecedor de cuajada en el riel [N]

$P_{abastecedor}$: Peso del abastecedor de cuajada = 181.48 [N]

$u_{duralon}$: Coeficiente de fricción del duralon (ver Anexo XIII) = 0.43

Entonces:

$$F_{rozamiento\ abastecedor-riel} = 181.48\ N * 0.43$$

$$F_{rozamiento\ abastecedor-riel} = 78.03\ N$$

Fuerza de rozamiento de la cuajada en la mesa:

La fuerza de rozamiento de la cuajada en la mesa se calcula considerando las cargas que soporta la sección 1 de la placa perforada mostrada en la tabla 4.11, pero debido a que el accionamiento del sistema neumático se realiza luego de una etapa de desuerado se reduce la carga del exceso del suero en un 50% es decir la carga a considerar es de 31.5 [kg].

$$Fr_{cuajada-placa} = P_{cuajada} * u_{cuajada}$$

Ecuación 4.41 Cálculo de la fuerza de rozamiento cuajada-placa

Donde:

$Fr_{cuajada-placa}$: Fuerza de rozamiento de la cuajada y la sección 1 de la placa perforada [N]

$P_{cuajada}$: Peso de la cuajada = 309.01 [N]

$u_{cuajada}$: Coeficiente de fricción de la cuajada (ver figura 4.51) = 0.85

Entonces:

$$Fr_{cuajada-placa} = 309.01\ N * 0.85$$

$$Fr_{cuajada-placa} = 262.66\ N$$

Comparison of Friction Coefficient of Different Cheeses Determined By Different Tests

Cheese Type	Friction Test	Cutting Test	Compression Test
Regular process cheese	0.77–0.85	0.75	0.69
Light process cheese	0.82–0.93	0.86	0.39
Sharp Cheddar	0.97–1.04	1.07	0.54
Mild Cheddar	0.61–0.65	0.52	0.54
Process American 1	0.98–1.06	1.13	0.57
Process American 2	1.13–1.28	1.25	0.53

Figura 4.51 Coeficientes de fricción de diferentes tipos quesos

Fuente: (Gunasekaran & Ak, 2002)

Fuerza de los cilindros neumáticos a seleccionar:

La fuerza que deben tener los cilindros neumáticos se define mediante la siguiente ecuación:

$$F_{cilindros} = Fr_{cuajada-placa} + Fr_{cuajada-placa}$$

Ecuación 4.42 Cálculo de la fuerza de rozamiento cuajada-placa

Donde:

$Fr_{abastecedor-riel}$: Fuerza de los cilindros neumáticos [N]

$Fr_{abastecedor-riel}$: Fuerza de rozamiento del abastecedor de cuajada en el riel [N]

$Fr_{cuajada-placa}$: Fuerza de rozamiento de la cuajada y la sección 1 de la placa perforada [N]

Entonces:

$$F_{cilindros} = 262.66 N + 78.03 N$$

$$F_{cilindros} = 340.69 N = \mathbf{341 N}$$

Ya que el diseño consta de 2 cilindros neumáticos la fuerza de 341 [N] es dividida entre 2, es decir es necesario 2 cilindros neumáticos con una fuerza mínima de 170.5 [N].

Debido a que el abastecedor puede regresar con el volumen máximo de cuajada se calcula el área del cilindro neumático de retorno considerando que el diámetro del vástago es 12 [mm], un diámetro de vástago seleccionado del catálogo de AirTac (ver Anexo XIV), y una presión de mínima trabajo del compresor de 40 [psi] o 2.75 [bar] (ver Anexo XVI):

$$A_{\text{retorno}} = \frac{F_{\text{cilindro}}}{P_{\text{min trabajo}}}$$

Ecuación 4.43 Cálculo del área de retorno del cilindro neumático

Donde:

A_{retorno} : Área de retorno = Área émbolo – Área del vástago [m²]

F_{cilindro} : Fuerza del cilindro neumático = 341 [N]

$P_{\text{min trabajo}}$: Presión de mínima de trabajo del sistema = 2.75 [bar] = 0.275 [N/mm²]

Entonces:

$$\pi \frac{(D^2 - d^2)}{4} = \frac{170.5 \text{ N}}{0.275 \text{ N/mm}^2}$$

Donde:

D : Diámetro del émbolo [mm]

d : Diámetro del vástago = 12 [mm]

Entonces:

$$\pi \frac{(D^2 - (12 \text{ mm})^2)}{4} = \frac{170.5 \text{ N}}{0.275 \text{ N/mm}^2}$$

Despejando el diámetro del émbolo:

$$D^2 = \frac{4 * 620 \text{ mm}^2}{\pi} + (12 \text{ mm})^2$$

$$D = 30.55 \text{ mm}$$

Obtenido el diámetro del émbolo se tiene todas las características principales para la selección de cilindros neumáticos, estas características se detallan a continuación en la tabla 4.16:

Tabla 4.16 Características de los cilindros neumáticos a seleccionar

Características	Descripción
<i>Tipo</i>	Doble efecto
<i>Carrera</i>	330 [mm] *
<i>Diámetro del vástago</i>	12 [mm]
<i>Diámetro mínimo del émbolo</i>	30.55 [mm]
<i>Mínima fuerza teórica de retracción a 2 [bar]</i>	170.5 [N]

* *Distancia que debe recorrer el abastecedor.*

Para el sistema neumático se selecciona los cilindros neumáticos (ver figura 4.52) AirTac serie ASI32350 (ver Anexo XIV) que cumplen con todos los requerimientos, las características de los cilindros neumáticos seleccionados se detallan a continuación en la tabla 4.17:

Tabla 4.17 Características técnicas de los cilindros neumáticos seleccionados

Características	Descripción
<i>Tipo</i>	Cilindro redondo, doble efecto
<i>Carrera</i>	350 [mm]
<i>Diámetro del vástago</i>	12 [mm]
<i>Diámetro mínimo del émbolo</i>	32 [mm]
<i>Fuerza teórica de retracción a 2.75 [bar]</i>	190 [N]
<i>Presión de trabajo</i>	1-9 [bar]



Figura 4.52 Cilindro neumático

4.3.2 Selección del compresor de aire

Definidos los actuadores neumáticos se selecciona la fuente de aire es decir un compresor, esta selección se realiza mediante el consumo de aire del sistema y el volumen de aire necesario que debe almacenar el tanque del compresor.

Debido a que el consumo de aire solo se produce por el accionamiento de los cilindros neumáticos para el cálculo de consumo de aire se considera los tiempos de accionamiento de los cilindros que son detallados a continuación en la tabla 4.18:

Tabla 4.18 Tiempos de activación de los cilindros neumáticos

	Espera para accionamiento de avance [s]	Espera para accionamiento de retroceso [s]
Tiempo de bombeo [s]	60	-
Tiempo de desuerado [s]	180	-
Tiempo de dosificado [s]	-	90
Total	240	90

De la tabla 4.18 se define que un accionamiento completo del cilindro neumático doble efecto se va a realizar cada 330 segundos es decir 5.5 minutos.

Cálculo del consumo de aire de los cilindros neumáticos:

$$Q_{gasto\ cilindro} = \left(\frac{C * D^2 * \pi}{4} + \frac{C * (D^2 - d^2) * \pi}{4} \right) * n * \frac{1.013 + P_{operación}}{1.013}$$

Ecuación 4.44 Cálculo del consumo de aire por cada cilindro neumático doble efecto

Fuente: (Majumdar)

Donde:

$Q_{gasto\ cilindro}$: Gasto de aire por cilindro neumático [mm^3/min]

C : Longitud de la carrera = 350 [mm]

D : Diámetro del émbolo =32 [mm]

d : Diámetro del vástago = 12 [mm]

n : Número de carrera por minuto = $1 / 5.5 = 0.1818$ (Debido a que se realiza una carrera cada 5.5 minutos)

$P_{operación}$: Presión de operación del sistema neumático = 6 [bar]

Entonces:

$$Q_{gasto\ cilindro} = \left(\frac{350mm * (32mm)^2 * \pi}{4} + \frac{350mm * (32mm^2 - 12mm^2) * \pi}{4} \right) * \frac{0.1818}{min} * \frac{1.013 + 6\ bar}{1.013}$$

$$Q_{gasto\ cilindro} = (281486.70\ mm^3 + 241902.63\ mm^3) * \frac{0.1818}{min} * 6.92$$

$$Q_{gasto\ cilindro} = 95152.18 \frac{mm^3}{min} * 6.92 = 658453.08 \frac{mm^3}{min} = 6.58 \times 10^{-4} \frac{m^3}{min}$$

Debido a que el sistema neumático posee 2 cilindros el consumo de aire es calculado mediante la siguiente ecuación tomando en cuenta también un 5% de pérdidas por fugas:

$$Q_{gasto\ total} = Q_{gasto\ cilindro} * 2 * 105\%$$

Ecuación 4.45 Cálculo del consumo de aire total del sistema neumático

Fuente: (Majumdar)

Donde:

$Q_{gasto\ total}$: Gasto de aire total del sistema [mm³/min]

$Q_{gasto\ cilindro}$: Gasto de aire por cilindro neumático [mm³/min]

Entonces:

$$Q_{gasto\ total} = 6.58 \times 10^{-4} \frac{m^3}{min} * 2 * 1.05$$

$$Q_{gasto\ total} = 1.38 \times 10^{-3} \frac{m^3}{min} = 1.31\ l/min = 0.04626\ CFM$$

Cálculo del volumen del tanque de almacenamiento de aire del compresor:

Para el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento de aire del compresor se emplea la siguiente formula:

$$V_{tanque} = \frac{15 * Q_{gasto\ total} * P_{admisión}}{\Delta P * N}$$

Ecuación 4.46 Cálculo del tanque de almacenamiento de aire del compresor

Fuente: (Majumdar)

Donde:

V_{tanque} : Volumen del tanque de almacenamiento de aire [m³]

$Q_{gasto\ total}$: Gasto de aire total del sistema = 1.38×10^{-3} [m³/min]

$P_{admisión}$: Presión en la admisión = 1 [bar]

ΔP : Diferencia de presión en el tanque de almacenamiento = 90 [psi] - 40 [psi] = 50 [psi] = 3.44 [bar]

N : Ciclos de conmutación/hora de funcionamiento del compresor = 15

Se considera que los ciclos de conmutación del compresor por hora de funcionamiento son igual a 15, una frecuencia mayor desgastaría excesivamente

las diferentes partes del compresor que da como resultado un compresor de vida útil reducida (Tecnun).

Entonces:

$$V_{tanque} = \frac{15 * 1.38 * 10^{-3} \frac{m^3}{min} * 1 \text{ bar}}{3.44 \text{ bar} * \frac{15}{h} * \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}\right)}$$

$$V_{tanque} = 0.0240 \text{ m}^3 = 24.06 \text{ l}$$

Con un consumo de aire de 0.04626 [CFM] y un volumen del tanque de 25 [l] aproximadamente, se selecciona el compresor adecuado para nuestro sistema (ver Anexo XVI).

4.3.3 Selección de la unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento es un elemento fundamental dentro de un sistema neumático ya que está diseñado para ofrecer una presión uniforme, brinda un aire limpio es decir libre de impurezas y además posee un sistema de lubricación que sirve para evitar el desgaste de los actuadores neumáticos.

En la tabla 4.19 se muestra las características técnicas de la unidad de mantenimiento seleccionada (ver Anexo XIV) de acuerdo a la presión de trabajo del sistema neumático que oscila entre 2.75 a 6.2 [bar], y a la remoción de partículas del filtro que debe ser menor a 25 [um] para aplicaciones neumáticas normales en una máquina (Majumdar):

Tabla 4.19 Características técnicas de la unidad de mantenimiento

Características	Descripción
Rango de presión	0,5 – 9 [bar]
Presión máxima	10 [bar]
Remoción de partículas	5 [micrones]
Temperatura de trabajo	5 a 60 °C

Fuente: (AirTac)



Figura 4.53 Unidad de mantenimiento

4.3.4 Selección de la electroválvula

La electroválvula es la encargada de activar el funcionamiento de los cilindros neumáticos para generar el movimiento lineal del abastecedor de cuajada, la señal de activación de la electroválvula será dada por el controlador lógico programable a través de un relé.

En la tabla 4.20 se detallan las características técnicas de la electroválvula seleccionada (ver Anexo XIV), selección que se realizó tomando en cuenta la presión de trabajo del sistema (6 [bar]), el tipo de funcionamiento de los cilindros neumáticos (doble efecto) y el diámetro del embolo de los cilindros.

A continuación en la siguiente figura se selecciona el tamaño de la conexión de la válvula mediante el diámetro del embolo:

Ø de émbolo mm	Conexión de la válvula	Ø nominal aprox. mm	Caudal nominal aprox. mm
hasta 12	M3*	1,5	80
> 12- 25	M5	2,5	hasta 200
> 25- 50	G 1/8	3,5	hasta 500
> 50-100	G 1/4	7,0	hasta 1140
> 150-200	G 1/2	12,0	hasta 3000
> 200-320	G 3/4, G 1	18,7	hasta 6000

Figura 4.54 Selección del tamaño de conexión de la válvula

Fuente: (Festo)

Tabla 4.20 Características técnicas de la electroválvula

Características	Descripción
<i>Tipo de válvula</i>	5/2
<i>Rango de presión</i>	1,5 – 8 [bar]
<i>Voltaje de operación</i>	110 [VAC]
<i>Tiempo de respuesta</i>	0,05 [segundos]
<i>Conexiones</i>	1/8 [pul]

Fuente: (AirTac)

**Figura 4.55** Electroválvula 5/2

4.3.5 Selección de la manguera neumática

La manguera neumática se selecciona mediante los siguientes cálculos para dirigirse al monograma de selección del diámetro de la manguera (ver Anexo XIV):

$$\% C = \frac{Ptrab * 100}{Padm}$$

Ecuación 4.47 Cálculo del porcentaje de carga

Fuente: (Festo)

Donde:

$\% C$ Porcentaje de carga

P_{trab} Presión de trabajo del cilindro = 6 [bar]

P_{adm} Presión admisible en el cilindro = 9 [bar]

Entonces:

$$\% C = \frac{6 \text{ bar} * 100}{9 \text{ bar}}$$

$$\% C = 66.66\%$$

Mediante el monograma (ver Anexo XV) se obtiene una manguera de un diámetro de 8 [mm], manguera neumática que se selecciona del catálogo de AirTac (ver Anexo XIV).

4.4 Sistema de control

El sistema de control de la máquina poseerá 2 etapas fundamentales: la primera que consiste en el control de llenado del abastecedor de cuajada a través del sistema de bombeo con un control ON/OFF dependiendo de un determinado estado de nivel medido por medio de un sensor, la segunda etapa es el accionamiento del mecanismo neumático que genera el dosificado de cuajada en los moldes, esta etapa será manejada por medio de tiempos para que la máquina regrese a su estado inicial luego del ciclo de dosificado.

Como casi todo el proceso a controlar es automático y debido a posibles expansiones de automatización dentro de la microempresa es necesario el uso de un controlador lógico programable que es el responsable de controlar todas las variables del sistema para que la máquina cumpla con su propósito.

4.4.1 Selección del controlador

Para el sistema de control se selecciona un PLC que será el encargado de manejar todo el proceso de funcionamiento de la máquina. Debido a que el sistema necesita un manejo de datos extraíbles en donde se refleje la producción diaria de quesos realizados por la máquina, se selecciona el PLC Siemens LOGO! 0BA8 12/24 RCE (ver figura 4.56) debido a este factor ponderativo, ya que este PLC cuenta con esta función mediante una memoria extraíble a diferencia de otros.

En la tabla 4.21 se detallan las características del PLC Siemens Logo!:

Tabla 4.21 Características técnicas PLC Siemens LOGO!

Características	Descripción
<i>Tensión de entrada</i>	12/24 [V DC]
<i>Entradas analógicas/digitales</i>	4 / 8
<i>Rango admisible de tensión de entrada:</i>	Señal 0: <5 [V DC] Señal 1: >8 [V DC]
<i>Rango de voltaje admisible de entradas analógicas</i>	0 a 10 [V DC]
<i>Salidas digitales</i>	4 salidas tipo relé (10 A)

Fuente: (Siemens, Manual de producto LOGO!, 2014)



Figura 4.56 PLC Siemens LOGO!

Fuente: Siemens

La fuente de alimentación del controlador es una fuente Siemens LOGO! Power 24 [VDC] / 2,5 [A] (ver figura 4.57) diseñada específicamente para este PLC.

A continuación se detallan las características de la fuente Siemens LOGO! Power 24 [VDC] / 2,5 [A]:

Tabla 4.22 Características técnicas LOGO! Power 24

Características	Descripción
<i>Tensión de entrada</i>	100 a 240 [V AC]
<i>Corriente de entrada con valor nominal de la tensión de entrada 120 [VDC]</i>	1,22 [A]
<i>Frecuencia de red admisible</i>	47 a 63 [Hz]
<i>Protección de dispositivo</i>	Interna
<i>Rango de ajuste</i>	22,2 a 26,4 [V DC]
<i>Intensidad nominal</i>	2,5 [A]

Fuente: (Siemens, Manual de producto LOGO!, 2014)



Figura 4.57 Fuente Siemens LOGO! Power

Fuente: Siemens

4.4.2 Selección de protecciones del sistema eléctrico

Para seleccionar las protecciones necesarias del sistema eléctrico y de control se determina cual es el consumo de corriente de los diferentes elementos del sistema, cuidando al elemento más importante, es decir el PLC por ser el elemento principal de control de la máquina.

4.4.2.1 Breakers

Es un elemento muy importante dentro de las protecciones del sistema eléctrico, este es el encargado de dar paso a la alimentación de todo el sistema dependiendo de su conmutación y se auto desactiva cuando se produce un problema dentro del sistema eléctrico.

Para la protección de la etapa de potencia es necesario la colocación de breakers, en la tabla 4.23 se detalla el consumo de corriente de cada dispositivo en la etapa de potencia:

Tabla 4.23 Consumo de corriente etapa de potencia

Elemento	Consumo de corriente	Consumo de corriente considerando un factor de seguridad de 1,3
<i>Fuente Siemens LOGO! Power</i>	2,5 [A]	3.25 [A]
<i>Motor</i>	9,5 [A]	12,35 [A]
<i>Electroválvula</i>	32 [mA]	42 [mA]
	Total:	15,7 [A]

Para la selección del breaker se toma el valor del consumo de corriente total calculado en la tabla 4.23 tomando en cuenta también la disponibilidad en el mercado de fusibles con un valor de corriente cercano al valor calculado, las características técnicas del breaker seleccionado (ver Figura 4.58) se muestran a continuación en la tabla 4.24:

Tabla 4.24 Características técnicas del breaker

Características	Descripción
<i>Voltaje máximo de operación</i>	400 [V AC]
<i>Corriente</i>	16 [A]

Fuente: Siemens

**Figura 4.58** Breaker

Fuente: Siemens

4.4.2.2 Relés

Estos dispositivos realizan la conexión y desconexión del motor y la electroválvula mediante las señales del PLC, pero estos son los que soportan toda la carga, es decir si existe alguna sobrecarga sufren un daño interno aislando de cualquier daño a las salidas del PLC.

Los valores de la tabla 4.23 también son utilizados para la selección de los relés, el relé para el motor debe tener un valor de corriente máxima de contacto de 12 [A], y para la electroválvula un relé con una corriente máxima de contacto de 2 [A], considerando también la disponibilidad de estos dispositivos en el mercado.

En la tabla 4.25 se muestran las características técnicas de los dos relés seleccionados (ver Figura 4.59):

Tabla 4.25 Características técnicas de los relés

Características	Descripción
<i>Tensión de alimentación del circuito de mando</i>	24 [V DC]
<i>Tensión de conexión</i>	240 [V AC]
<i>Corriente máxima de contacto</i>	10 [A] (motor) y 2 [A] (electroválvula)

Fuente: Siemens



Figura 4.59 Relé

Fuente: Siemens

4.4.2.3 Fusibles

Son las principales protecciones de la etapa de control ya que frente a un cortocircuito o a un exceso de carga dentro del sistema estos sufren un daño que abre el circuito y evita el paso de corriente.

Para selección de los fusibles se evalúa el consumo de corriente del elemento que se va a proteger en este caso el PLC, debido a que el PLC se alimenta de la fuente LOGO! Power se considera un consumo de corriente de 3.25 [A] valor tomado de la tabla 4.23.

El fusible seleccionado (ver Figura 4.60) tiene una corriente máxima de operación de 4 [A].



Figura 4.60 Fusible

Fuente: Camsco

4.4.3 Selección de sensores para el sistema de control

En la tabla 4.26 se detallan los sensores y sus funciones a cumplir dentro del sistema de control:

Tabla 4.26 Funciones de los sensores

Sensor	Función
<i>Sensor final de carrera</i>	Verifica el posicionamiento del abastecedor de cuajada
<i>Sensor de nivel</i>	Mide el nivel del abastecedor de cuajada para la activación del sistema de bombeo

4.4.3.1 Sensor final de carrera

Como sensor final de carrera se selecciona un micro switch (ver figura 4.61), sus características son detalladas a continuación en la tabla 4.27:

Tabla 4.27 Características del micro switch

Características	Descripción
<i>Material</i>	Plástico
<i>Corriente máxima de operación</i>	5 [A]
<i>Voltaje máximo de operación</i>	250 [V]



Figura 4.61 Micro Switch

4.4.3.2 Sensor de nivel

Para el control de nivel del abastecedor de cuajada se selecciona un sensor infrarrojo SHARP GP2Y0A21YK (ver Figura 4.62), este sensor fue seleccionado debido a que no necesita un contacto directo con el alimento (cuajada), a continuación en la tabla 4.28 se muestra sus características:

Tabla 4.28 Características del sensor Infrarrojo

Características	Descripción
<i>Rango de medida</i>	10 a 80 [cm]
<i>Consumo de corriente promedio</i>	30 [mA]
<i>Voltaje de operación</i>	4.5 a 5.5 [VDC]

Fuente: SHARP



Figura 4.62 Sensor Infrarrojo

Debido a que este sensor tiene un voltaje de operación de 4.5 a 5 [VDC] se instala una fuente adicional al sistema de control, la fuente seleccionada (ver Figura 4.63) es un tarjeta electrónica LM2596S que tiene un voltaje de entrada de 24 [VDC] y un voltaje de salida regulable, que será regulado en 5 [VDC].

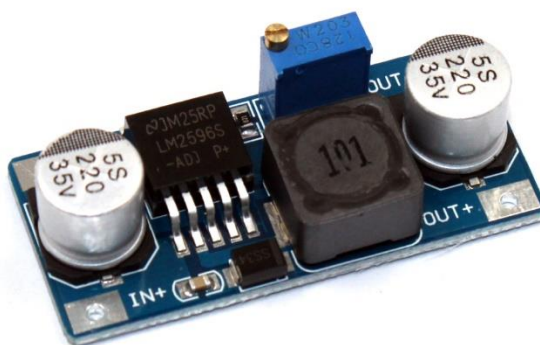


Figura 4.63 Fuente de alimentación 5 [VDC]

4.5 Implementación de la máquina dosificadora de cuajada

En esta parte se indica el proceso de construcción, ensamblaje e implementación de la máquina dosificadora y sus diferentes sistemas anexos.

4.5.1 Construcción de la máquina

La construcción de la máquina fue realizada mediante diferentes procesos de manufactura, a continuación en la tabla 4.29 se enumera los diferentes tipos de operaciones de manufactura que se realizaron para poder construir cada elemento de la máquina:

Tabla 4.29 Operaciones de manufactura



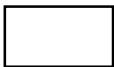
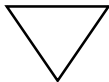
Procesos de fabricación	Código
<i>Trazado</i>	1
<i>Corte</i>	2
<i>Soldado</i>	3
<i>Esmerilado</i>	4
<i>Taladrado</i>	5
<i>Pulido</i>	6
<i>Doblado</i>	7
<i>Baño químico</i>	8

4.5.2 Diagramas de flujo de la construcción de la máquina

Para indicar como fue el proceso de construcción de la máquina se realiza diagramas de flujo de mecanizado mediante la norma ASME, American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos).

En la tabla 4.30 se indica los símbolos que serán empleados en todos los flujogramas del proceso de construcción:

Tabla 4.30 Simbología estándar para diagramas de flujo

Simbología	Interpretación	Descripción
	Operación	Procesos de fabricación
	Transporte	Cambio de lugar de trabajo del elemento a trabajar
	Inspección	Inspección del trabajo terminado
	Fin del proceso	Indica el término del proceso

Fuente: Norma ASME

4.5.2.1 Diagrama de flujo construcción de la estructura de soporte

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la construcción de la estructura de soporte:

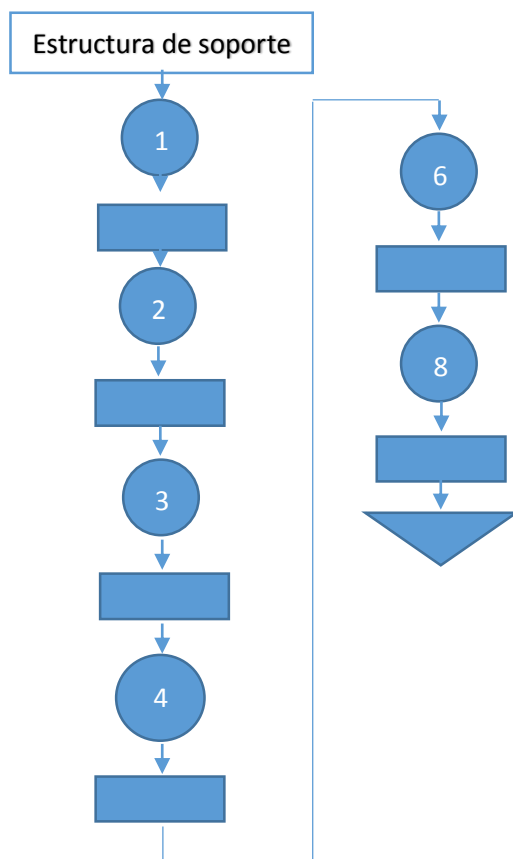


Figura 4.64 Diagrama de flujo de la construcción de la estructura de soporte

En la tabla 4.31 se muestra gráficamente algunas actividades realizadas en el proceso de construcción de la estructura de soporte:

Tabla 4.31 Actividades de la construcción de la estructura de soporte

Figura	Descripción
 A close-up photograph showing a metal joint being welded. The weld is in progress, with a bright, glowing arc visible at the point of contact between the metal pieces. The background is slightly blurred, showing a workshop environment.	Proceso de soldadura
 A close-up photograph of a finished metal joint. The metal surfaces are smooth and polished, with a clean, professional appearance. The joint is a T-junction, and the background shows a workshop floor.	Acabados finales
 A photograph of the final stage of the support structure. It is a rectangular metal frame with a flat top surface. The top surface has several circular holes spaced out across it. The frame is supported by four legs. The background shows a workshop with various tools and equipment.	Estructura de soporte etapa final

4.5.2.2 Diagrama de flujo construcción de placa de orificios dosificadores

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la construcción de la placa de orificios dosificadores:

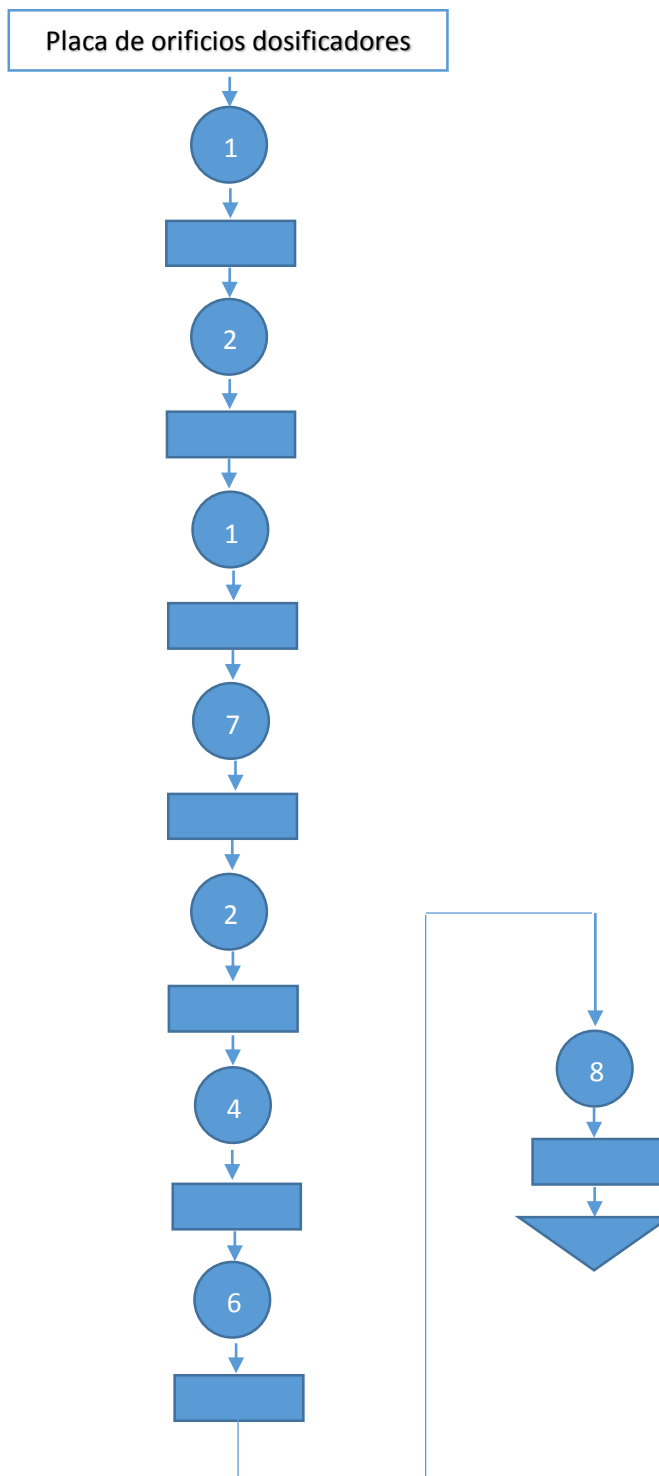


Figura 4.65 Diagrama de flujo de la construcción de placa de orificios dosificadores

En la tabla 4.32 se muestra gráficamente algunas actividades realizadas en el proceso de construcción de la placa de orificios dosificadores:

Tabla 4.32 Actividades de la construcción de la placa de orificios dosificadores

Figura	Descripción
	Trazado de los orificios
	Proceso de corte de los orificios
	Acabados finales - Placa de orificios dosificadores

4.5.2.3 Diagrama de flujo construcción de abastecedor de cuajada

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la construcción del abastecedor de cuajada:

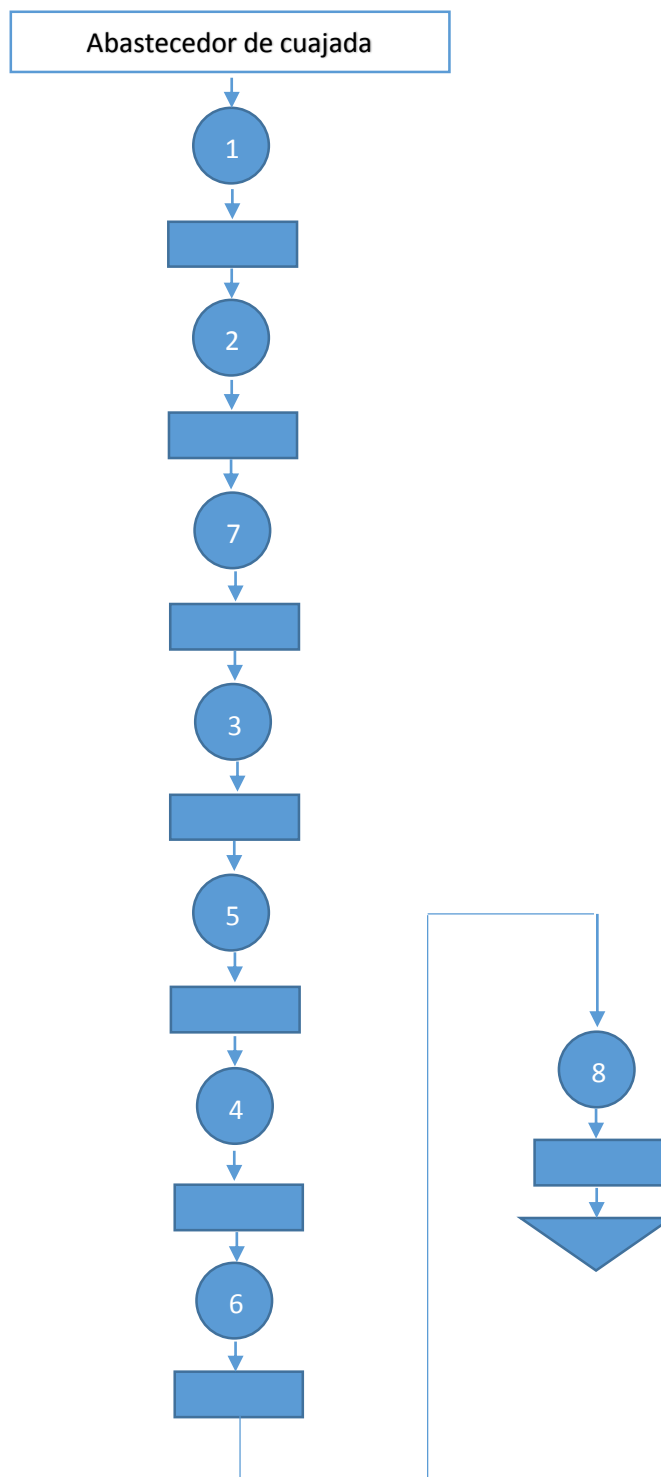






Figura 4.66 Diagrama de flujo de la construcción del abastecedor de cuajada

En la tabla 4.33 se muestra gráficamente algunas actividades realizadas en el proceso de construcción del abastecedor de cuajada:

Tabla 4.33 Actividades de la construcción del abastecedor de cuajada

Figura	Descripción
	Placas 1 y 2 del abastecedor de cuajada
	Montado de chapas metálicas en la estructura del abastecedor de cuajada
	Abastecedor de cuajada terminado
	

4.5.2.4 Diagrama de flujo construcción del riel y placa regulable

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la construcción del riel y placa regulable:

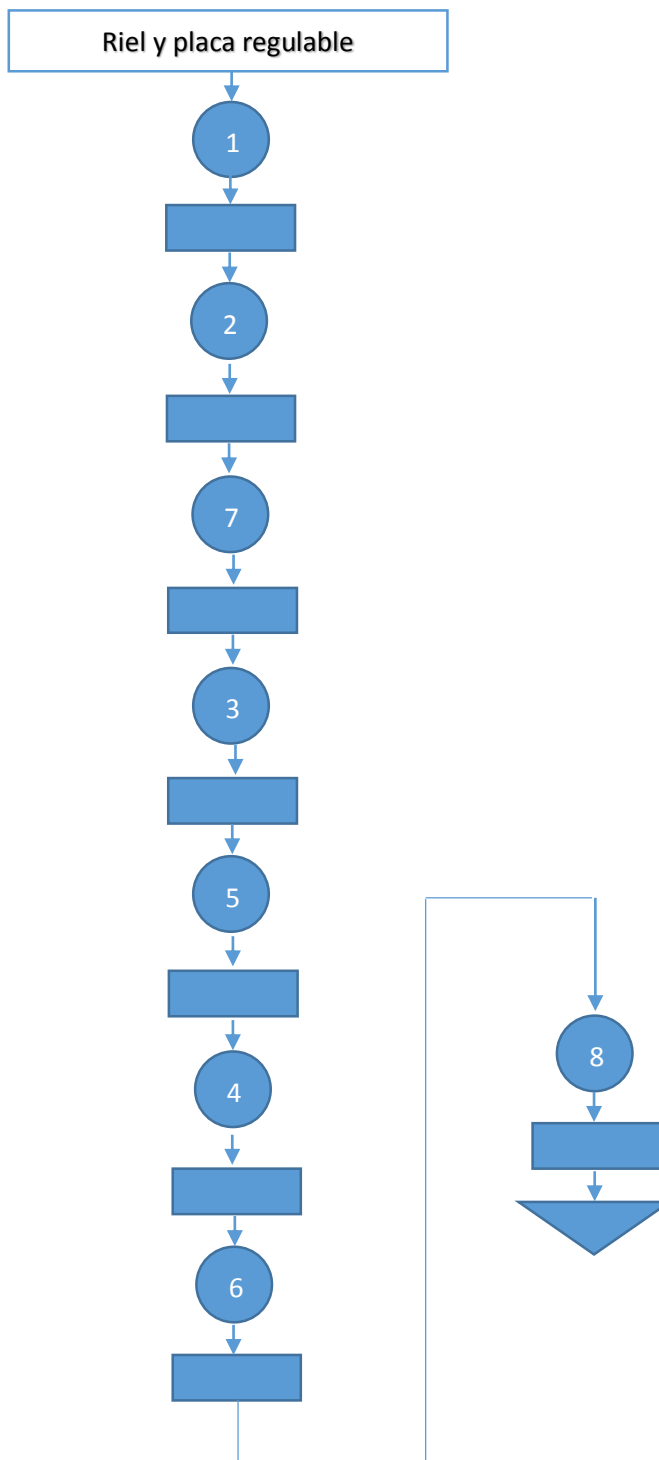


Figura 4.67 Diagrama de flujo construcción del riel y placa regulable

En la tabla 4.34 se muestra gráficamente algunas actividades realizadas en el proceso de construcción del riel y placa regulable:

Tabla 4.34 Actividades de la construcción del riel y placa regulable

Figura	Descripción
 A photograph showing a worker in a dark jacket and cap welding a metal rail to a structure. The scene is outdoors, with a concrete floor and some equipment visible in the background.	Rieles acoplados en la estructura por medio de un proceso de soldadura
 A photograph of a rectangular metal tray with a screw-down fastening system. The tray is made of polished metal and has two white handles on the left side. It is shown in a workshop setting.	Construcción de la bandeja regulable, sistema roscable de fijación
 A photograph of a finished metal tray, similar to the one in the previous image, but without the handles. It is shown in a workshop setting, resting on a metal stand.	Placa regulable terminada

4.5.2.5 Diagrama de flujo construcción de bandejas

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la construcción de las bandejas:

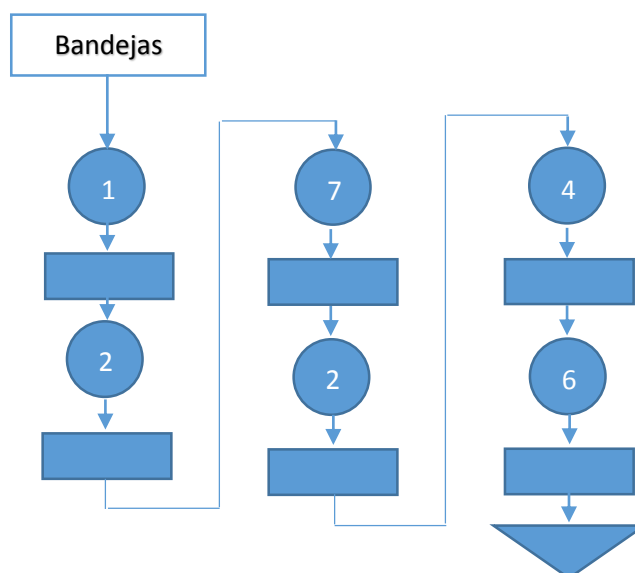


Figura 4.68 Diagrama de flujo de la construcción de las bandejas

En la siguiente figura se muestran las bandejas terminadas:



Figura 4.69 Bandejas terminadas

4.5.2.6 Diagramas de flujo construcción bandeja recolectora

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la construcción de la bandeja recolectora:

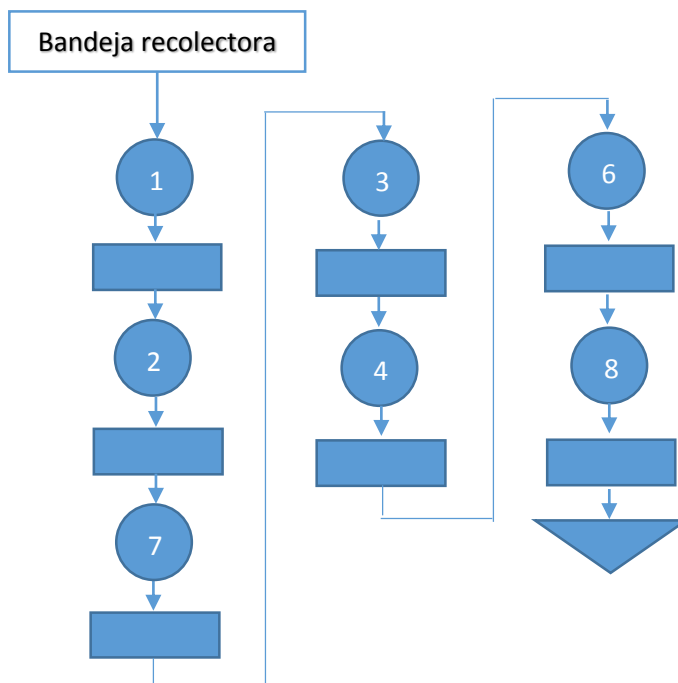


Figura 4.70 Diagrama de flujo de la construcción de la bandeja recolectora

En la siguiente figura se muestra la bandeja recolectora terminada:



Figura 4.71 Bandeja recolectora terminada

4.5.3 Ensamblaje mecánico de la máquina

El ensamblaje de la máquina de igual forma que la construcción se indica mediante un flujograma utilizando la misma norma ASME, cada actividad de ensamblaje de la máquina será codificada.

En la tabla 4.35 se detalla las actividades y su respectivo código:

Tabla 4.35 Actividades del proceso de ensamblaje mecánico de la máquina

Código	Actividad
A.1	Instalación de la placa de orificios dosificadores y la estructura de soporte.
A.2	Instalación del abastecedor de cuajada a la estructura.
A.3	Instalación de la placa regulable mediante el sistema de ajuste roscable al riel de regulación vertical.
A.4	Instalación de bandeja recolectora a la estructura de soporte y posicionamientos de bandejas.
A.5	Instalación de accesorios. (Boquilla de llenado, soporte de la tubería, soporte de sensores y malla de desuerado)

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo del ensamblaje de la máquina:

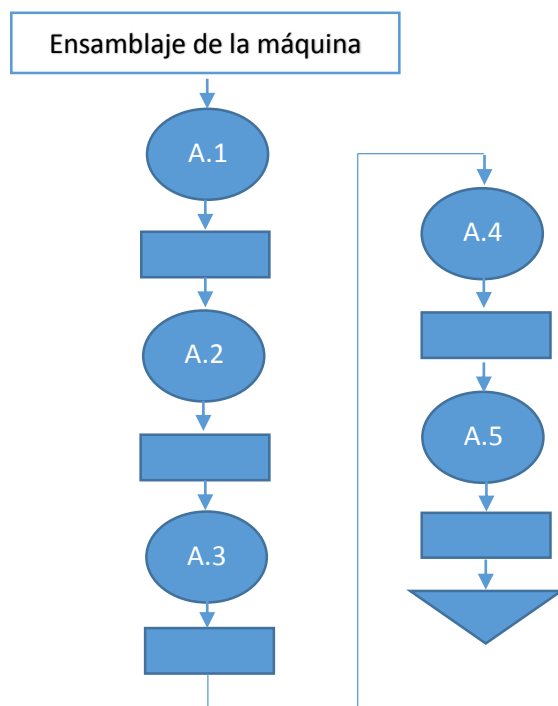


Figura 4.72 Diagrama de flujo del proceso de ensamblaje mecánico de la máquina

4.5.4 Implementación del sistema de control

La implementación del sistema de control se indica mediante flujogramas utilizando la misma norma ASME, cada actividad de la implementación del sistema de control será codificada.

4.5.3.1 Implementación del tablero de control

La implementación del tablero de control se realizó por medio de una serie de actividades que se detallan a continuación en la tabla 4.36:

Tabla 4.36 Actividades de la implementación del tablero de control

Código	Actividad
1	Selección de caja, colocación de rieles DIN, canaletas.
2	Instalación del breaker
3	Instalación de fusibles
4	Instalación de la fuente 24V y 5V
5	Instalación de caja de distribución de voltajes
6	Instalación PLC
7	Instalación de relés
8	Instalación de borneras
9	Instalación de indicadores luminosos y auditivos
10	Instalación del selector, pulsadores y paro de emergencia
11	Posicionamiento del tablero en el lugar de trabajo
12	Conexión de actuadores
13	Etiquetado codificado de cables
14	Energización del tablero

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la implementación del tablero de control:

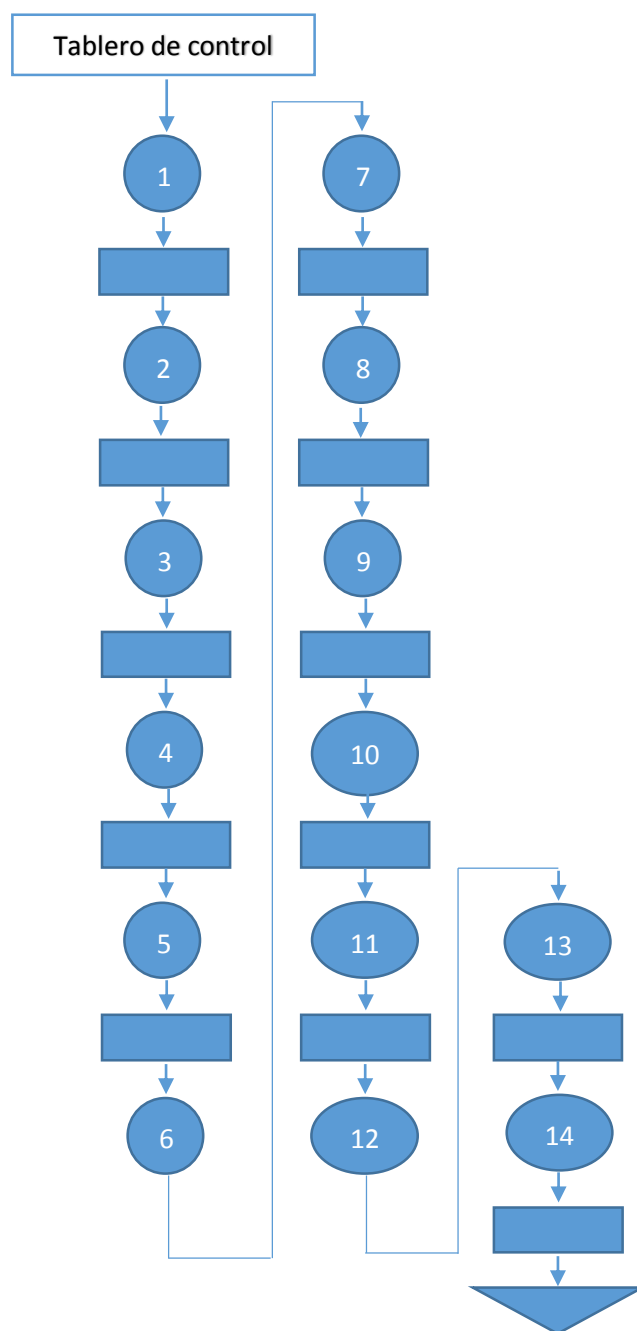


Figura 4.73 Diagrama de flujo de la implementación del tablero de control

En la tabla 4.37 se muestra gráficamente las actividades realizadas en el proceso de la implementación del tablero de control:

Tabla 4.37 Implementación del tablero de control

Actividad 1



Actividad 2, 3, 4



Actividad 5



Actividad 6



Actividad 7



Actividad 8



Actividad 9, 10



Actividad 11, 12, 13



4.5.3.2 Implementación del control de nivel y control de posición

La implementación del control de nivel y control de posición se realizó por medio de una serie de actividades que se detallan a continuación en la tabla 4.38:

Tabla 4.38 Actividades implementación del control de nivel y control de posición

Código	Actividad
1	Instalación de los sensores en la máquina.
2	Instalación de las conexiones al tablero de control.
3	Calibración de los sensores

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la implementación del control de nivel y control de posición:

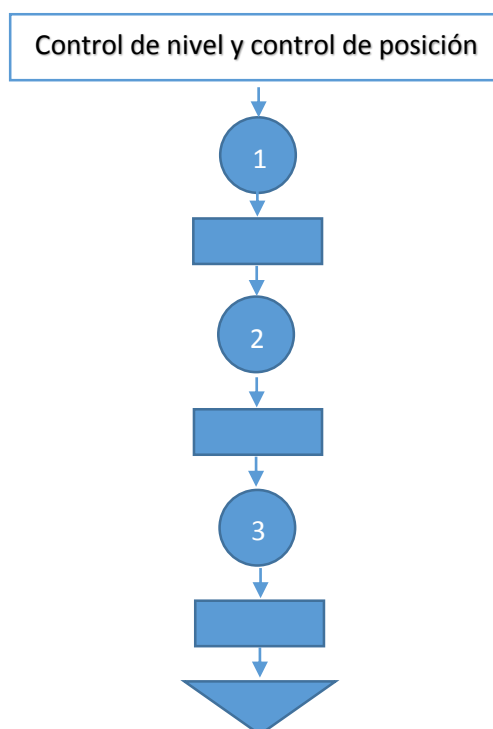


Figura 4.74 Diagrama de flujo de la implementación del control de nivel y control de posición

En la tabla 4.39 se muestra gráficamente las actividades realizadas en el proceso de la implementación del control de nivel y control de posición:

Tabla 4.39 Implementación del control de nivel y control de posición

Actividad 1



Actividad 2, 3



4.5.5 Implementación del sistema neumático

La implementación del sistema neumático se realizó por medio de una serie de actividades que se detallan a continuación en la tabla 4.40:

Tabla 4.40 Actividades de la implementación del sistema neumático

Código	Actividad
1	Instalación de los cilindros neumáticos.
2	Instalación de la unidad de mantenimiento
3	Instalación de la electroválvula
4	Instalación de conexiones entre elementos neumáticos

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la implementación del sistema de neumático:

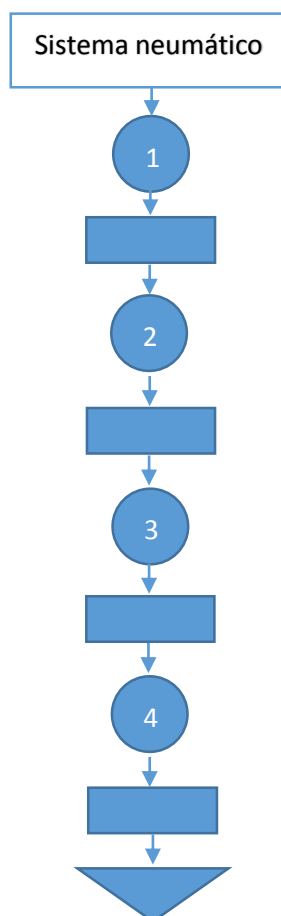


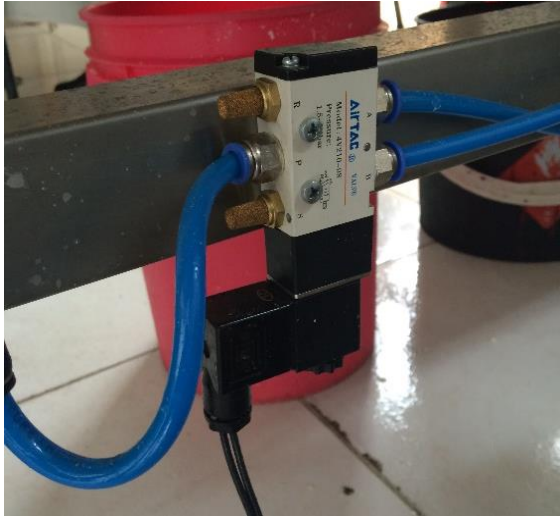



Figura 4.75 Diagrama de flujo de la implementación del sistema neumático

En la tabla 4.41 se muestra gráficamente las actividades realizadas en el proceso de la implementación del sistema neumático:

Tabla 4.41 Implementación del sistema neumático

Actividad 1	Actividad 2
	
Actividad 3	Actividad 4
	

4.5.3.3 Implementación del sistema de bombeo

La implementación del sistema de bombeo se realizó por medio de una serie de actividades que se detallan a continuación en la tabla 4.42:

Tabla 4.42 Actividades implementación del sistema de bombeo

Código	Actividad
1	Instalación de la bomba.
2	Instalación de la tubería 1, Bomba – Máquina
3	Instalación de la tubería 2, Marmita - Bomba

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo de la implementación del sistema de bombeo:

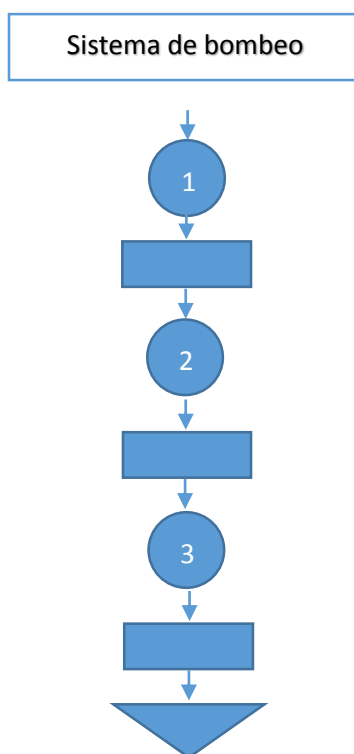


Figura 4.76 Diagrama de flujo de la implementación del sistema de bombeo

En la tabla 4.43 se muestra gráficamente las actividades realizadas en el proceso de la implementación del sistema de bombeo:

Tabla 4.43 Implementación del sistema de bombeo**Actividad 1****Actividad 2****Actividad 3**

4.5.6 Diagrama de flujo del programa de control

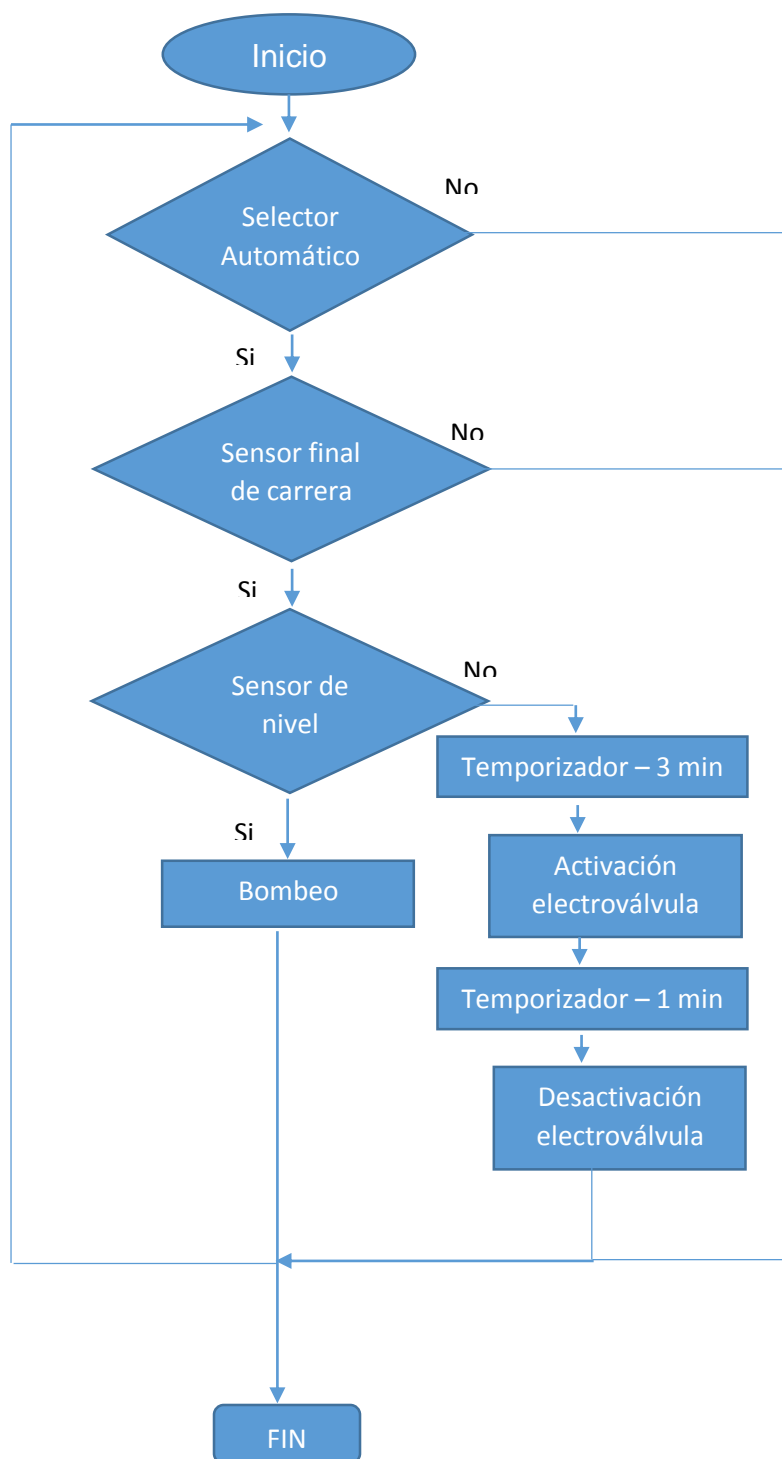


Figura 4.77 Flujograma del programa de control

4.5.7 Tabla de variables del programa de control

Tabla 4.44 Variables del sistema del programa de control

Dirección PLC	Nombre	Descripción
I1	Automático	Activación de modo automático
I2	Avance	Avance del abastecedor de cuajada
I3	Retroceso	Retroceso del abastecedor de cuajada
I4	Bombeo	Activación de sistema de bombeo
I5	Paro de emergencia	Paro de emergencia en caso de cualquier problema
I6	Manual	Activación de modo manual
I8	Final de carrera	Indica la posición de abastecedor de cuajada
AI1	Sensor de nivel	Indica el nivel del abastecedor de cuajada
Q1	Bomba	Encendido de la bomba
Q2	Electroválvula	Encendido de la electroválvula
Q3	Alarma	Encendido del buzzer

4.5.8 Esquema de conexión eléctrica

(Ver Anexo III)

4.5.9 Esquema de conexión neumática

(Ver Anexo IV)

4.5.10 Programa del PLC

El controlador lógico programable Siemens LOGO! posee un software de programación que permite crear el programa de control en un lenguaje de esquema de contactos (KOP) o en diagrama de funciones (FUP). El lenguaje a utilizar en nuestro programa es FUP y el software a utilizarse es LOGO! Soft Confort versión 8.

El programa del PLC (ver Anexo XVII) está configurado para que la máquina realice dos tipos de funcionamiento: manual y automático.

La programación del funcionamiento manual inicia con la activación de la entrada I6, que por medio de compuertas AND opera con la activación de las entradas de bombeo (I4), avance (I2) y retroceso (I3).

El avance del abastecedor está programado por medio de un relé auto enclavador (enclavamiento por medio de I2) que activa el funcionamiento de la electroválvula (Q2), y retorna por medio del desenclavamiento de este relé por medio de la entrada I3 (desactiva la salida Q2). El bombeo luego de pasar por las compuertas AND activa la salida Q1. Todas estas señales de activación pasan por compuertas AND en donde operan con la señal del paro de emergencia (I5) para bloquear la activación de las salidas (Q1 y Q2).

El funcionamiento automático inicia con la activación de la entrada I1, que por medio de compuertas AND opera con las señales de activación de los bloques de conmutadores analógicos de valor de umbral (entrada analógica AI1, sensor de nivel), paro de emergencia y el sensor final de carrera para comenzar con el ciclo de bombeo (activación salida Q1), hasta cumplir con un determinado nivel. Lleno el abastecedor se desactiva el bombeo y se procede a la activación de un bloque de retardo a la conexión (3 minutos) que pertenece a la etapa de desuerado. Luego de la etapa de desuerado se activa la salida Q2 por medio de un bloque de retardo a la conexión (activación electroválvula para el avance del abastecedor) por un lapso de tiempo de 1 minuto para cumplir con el ciclo de verificación manual, terminado el minuto se desactiva la salida Q2 y se inicia nuevamente el bombeo para un nuevo ciclo de trabajo.

La alarma auditiva funciona siempre en el modo automático, activándose 10 segundos antes de realizarse un movimiento del abastecedor, es decir, antes de la activación y desactivación de la electroválvula.

CAPÍTULO 5

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

En este capítulo se realizan todas las pruebas necesarias para que la máquina realice un óptimo funcionamiento de todos sus sistemas, considerando las fallas que pueden ir presentándose a lo largo de su funcionamiento.

Para comenzar se debe realizar 2 tipos de pruebas, una verificando todo el funcionamiento de la máquina sin intervención de cuajada y otra con intervención de cuajada.

Los sistemas a evaluar son:

- Sistema mecánico
- Sistema neumático
- Sistema de bombeo
- Sistema de control.

Además hay que evaluar los siguientes aspectos:

- Comportamiento de desuerado
- Comportamiento de llenado
- Rendimiento

5.1 Pruebas inicial sin intervención de cuajada

Para tener un correcto funcionamiento de la máquina en la siguiente prueba se realiza una comprobación de funcionamiento de cada uno de los sistemas de la máquina, tomando en cuenta todos los detalles necesarios para evitar posibles problemas en la prueba con intervención de cuajada, las actividades a realizarse en cada sistema se detallan a continuación:

5.1.1 Prueba sistema mecánico

- Verificar que no exista roce del abastecedor con la placa perforada de la máquina.
- Alineamiento del abastecedor de cuajada en el riel para un movimiento uniforme.
- Ajuste de tornillos debido al movimiento que genera la máquina.

5.1.2 Prueba del sistema neumático

- Verificación de la presión de aire correcta en la máquina.
- Revisión de posibles fugas a lo largo de todas las instalaciones neumáticas.
- Prueba de funcionamiento de los actuadores neumáticos.

5.1.3 Prueba del sistema de bombeo

- Verificación del correcto ensamblaje de todas las partes que componen la bomba.
- Revisión de la correcta instalación de la tubería del sistema de bombeo.
- Ajuste y revisión de todas las conexiones para evitar posibles fugas a lo largo del sistema.
- Prueba de funcionamiento.

5.1.4 Prueba del sistema de control

- Verificación de la correcta alimentación del tablero de control.
- Revisión de las conexiones eléctricas de cada elemento dentro del tablero de control.
- Revisión del correcto funcionamiento de los sensores y actuadores de acuerdo con el programa de control de la máquina.

5.2 Pruebas inicial con intervención de cuajada

Para tener un correcto funcionamiento de la máquina se realiza una siguiente prueba con intervención de cuajada para comprobar que no exista ningún inconveniente en todo el proceso de funcionamiento, a continuación se detalla una serie de actividades que se realizó en la prueba de cada sistema:

5.2.1 Prueba sistema mecánico

- Verificar que exista la menor cantidad de pérdidas de cuajada por el abastecedor.
- Comprobar el proceso de desuerado en el abastecedor de cuajada.
- Verificar que exista mínimos derramamientos de suero fuera de la máquina.

5.2.2 Prueba del sistema neumático

- Verificar que el movimiento de los actuadores muevan alineadamente al abastecedor ya que trabajando a plena carga puede ocasionar un desalineamiento del abastecedor en el riel.
- Verificar que la fuerza en los actuadores es adecuada trabajando a plena carga.

5.2.3 Prueba del sistema de bombeo

- Verificación de succión de la bomba y su caudal de bombeo.
- Revisión de la cuajada para verificación de un posible maltrato a las rpm seleccionadas.

5.2.4 Prueba del sistema de control

- Comportamiento de sensor de nivel y su comportamiento al momento de trabajar con la cuajada.
- Revisión de las conexiones eléctricas de la máquina bajo un posible estado de humedad.

5.3 Calibración de los sistemas

En la tabla 5.1 se presenta los principales problemas que se presentaron en el funcionamiento de la máquina y las medidas que se tomó para su corrección:

Tabla 5.1 Problemas a corregir presentados en el funcionamiento de la máquina

Elemento	Problema	Solución	Nro. de pruebas
<i>Actuadores neumáticos</i>	Rápido desplazamiento del abastecedor de cuajada	Colocación de reguladores de caudal de aire en cada cilindro neumático para reducir la velocidad de desplazamiento del abastecedor de cuajada	15
<i>Bandejas</i>	Exceso de movimiento de los moldes dentro de las bandejas ocasionando que los moldes no coincidan con los orificios dosificadores	Adaptación de seguros desmontables a cada bandeja	5
<i>Rieles de duralon</i>	Exceso de ajuste en las piezas del riel de duralon ocasionando desalineamiento del abastecedor de cuajada	Reajuste de las piezas de duralon	3

Para tener un queso con las características que la empresa requiere se realizaron las siguientes pruebas:

- Calibración de la altura de llenado del abastecedor
- Calibración de tiempo de desuerado.
- Calibración de tiempo de moldeado.
- Calibración de la altura del molde.

Después de la realización de varias pruebas se definió el nivel exacto hasta donde debe llenarse el abastecedor.

Para la calibración del tiempo de desuerado se consideró principalmente la experiencia de los trabajadores verificando cuanto se demora en llegar la cuajada al punto ideal para la etapa de moldeado, en la tabla 5.2 se detallan las pruebas realizadas:

Tabla 5.2 Calibración de tiempos de desuerado

Tiempo considerado	Problema
<i>1 minuto</i>	Alto contenido de suero ocasiona una pérdida considerable de peso y altura del queso.
<i>2 minutos</i>	Cuajada con un contenido medio de suero pero aun con una pérdida de peso y variación en la altura del queso.
<i>3 minutos</i>	Bajo de contenido de suero, buen estado de la cuajada para su moldeado, altura y peso del queso dentro del rango especificado por la empresa.
<i>4 minutos</i>	Mínimo contenido de suero en la cuajada. El queso luego de su moldeado presento bajo desuerado dando como resultado quesos de mayor peso y altura.

La altura del molde se calibró luego de considerar el estado exacto de la cuajada para su moldeado. Se consideró la altura del molde de 950 [mm].

Se consideró luego de varias pruebas dar un tiempo de 90 segundos para que el operador verifique cada molde en la etapa de moldeado.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Se logró disminuir el tiempo de llenado de los moldes con la máquina dosificadora de cuajada, aproximadamente 120 moldes en un lapso de tiempo de 30 [min], antes se lo hacía en 1 [hora], entonces se determina que la máquina dosificadora de cuajada reduce el tiempo de trabajo en un 50%.
- Se logró aumentar la producción en un 3.33% debido a que la máquina dosificadora de cuajada reduce excesivamente los desperdicios de cuajada.
- Los parámetros importantes para el diseño se indican en la tabla 4.1 y las principales variables que se manejaron fueron las cantidad de moldes a dosificar, tiempo de desuerado, tiempo de verificación manual, peso del queso, peso de la cuajada, volumen del abastecedor y la altura del molde.
- Se implementó un sistema de dosificado por gravedad, el sistema funciona mediante el llenado del abastecedor de cuajada y luego de proceso de desuerado se dirige a los orificios permitiendo el dosificado simultáneo de los moldes ingresados en la máquina.
- Se implementó un sistema neumático considerando las necesidades de la máquina enfocadas directamente al movimiento lineal del abastecedor de cuajada.
- Se implementó un sistema de bombeo para el transporte de la cuajada desde la marmita hasta el abastecedor mediante una bomba INOXPA RV-65 de rodete helicoidal industrial, y un sistema de control de nivel a través de un sensor infrarrojo SHARP GP2Y0A21YK para el control del llenado del abastecedor.
- Para el funcionamiento óptimo de la bomba se definió una velocidad angular, por lo cual se implementó un sistema de reducción de velocidad a través de un reductor de velocidad mecánico.

- Debido a que la máquina tiene un contacto directo con el alimento, se optó por la colocación del riel en un lugar donde el desgaste de los materiales producido por la fricción sea externo y la cuajada no sufra ninguna contaminación.
- En el proceso de funcionamiento se vio la necesidad de una alarma auditiva para que el operador siempre este en conocimiento del accionar de la máquina evitando cualquier inconveniente por el movimiento del abastecedor en la etapa de dosificado.
- El nivel máximo de medición por el sensor está configurado para el dosificado de 24 moldes, debido a que la máquina tiene un mejor desempeño al trabajar un ciclo de dosificado a la vez y no dos como estaba previsto.
- Se definió variables importantes en el proceso de pruebas, estas variables fueron: el tiempo de desuerado que se definió en 3 [min] el cual es de suma importancia para obtener un producto final de calidad y sin alteraciones, y el tiempo del proceso de verificación manual donde el operador iguala los moldes manualmente si estos lo requieren.
- La velocidad del abastecedor de cuajada con la que generaba el dosificado era muy rápido, ocasionando un golpe dentro de los moldes al dosificar la cuajada, desalineando a los moldes de los orificios dosificadores además de que se generaba excesivos desperdicios por el ingreso violento de la cuajada a los moldes, debido a este problema se optó por la adaptación de seguros desmontables en cada bandeja y la instalación de reguladores de caudal de aire en los cilindros neumáticos, regulando así la velocidad del abastecedor.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda siempre antes de iniciar el ciclo de funcionamiento de la máquina revisar la presión de aire de trabajo.
- Se recomienda dejar de manipular los moldes a llenarse o llenos de cuajada que se encuentran dentro de la máquina cuando se escuche la alarma auditiva.

- Siempre se deben dimensionar y construir las partes de una máquina tomando en cuenta los factores de seguridad necesarios para evitar inconvenientes cuando la máquina trabaje a plena carga.
- Se debería implementar un sistema de barredor anexo al abastecedor, para evitar la verificación del dosificado uniforme que realiza el operador.
- La limpieza de cada sistema y parte de la máquina debe ser siempre antes y después del funcionamiento debido a manejarse un proceso de producción de productos alimenticios.
- Se recomienda que antes de cualquier operación en la máquina se lea y consulte todo lo contenido en el manual de uso y mantenimiento de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

AirTac. (s.f.). *Cátalogo de productos* .

Beer, F. P., Johnston, E. R., De Wolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2009). *Mecánica de materiales* (Quinta ed.). México: McGraw-Hill.

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (Octava ed.). México: McGraw-Hill.

DIPAC. (s.f.). Catálogo de Aceros Especiales.

Festo. (s.f.). *Catálogo de neumática* (Segunda edición ed.). Colombia.

Giles, R. V., Evett, J. B., & Liu, C. (2003). *Mecánica de los Fluidos e Hidráulica* . Madrid: McGraw-Hill.

Gunasekaran, S., & Ak, M. M. (2002). *Cheese Rheology and Texture*. New York: CRC Press.

Inoxpa. (Septiembre de 2010). *Inoxpa S.A.* Recuperado el 19 de Febrero de 2014, de http://www.inoxpa.com/uploads/document/Manuals%20de%20instruccions/Componentes/Bombes/TLS/01.520.30.00ES_RevC.pdf

Inoxpa. (2010). INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN, BOMBAS RVS. Girona.

Majumdar, S. R. (s.f.). *Sistemas neumáticos - Principios y Mantenimiento*. Mc-Graw Hill.

Mataix, C. (1992). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Madrid: Ediciones delCastillo.

Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (Cuarta ed.). México: Pearson Education.

Norton, R. L. (s.f.). *Diseño de máquinas*. México: Pearson.

Nuñez, M. M. (1991). *www.espatentes.com*. Obtenido de http://www.espatentes.com/pdf/1017284_u.pdf

Perinox. (2015). *www.perinox.com*. Obtenido de http://www.perinox.com/productos/queso/1094251-sistemas_moldeo_de_queso

Santafé, E., & Cacuango, E. (2011). *Evaluación de queso fresco elaborado con dos contenidos de humedad, dos métodos de salado, empacados al vacío utilizando dos espesores de envases*. Ibarra.

Siemens. (2013). Manual Edición 06/2013.

Siemens. (2014). *Manual de producto LOGO!*

SolidWorks. (2014). <http://help.solidworks.com>. Obtenido de http://help.solidworks.com/2014/spanish/solidworks/cworks/c_beams.htm

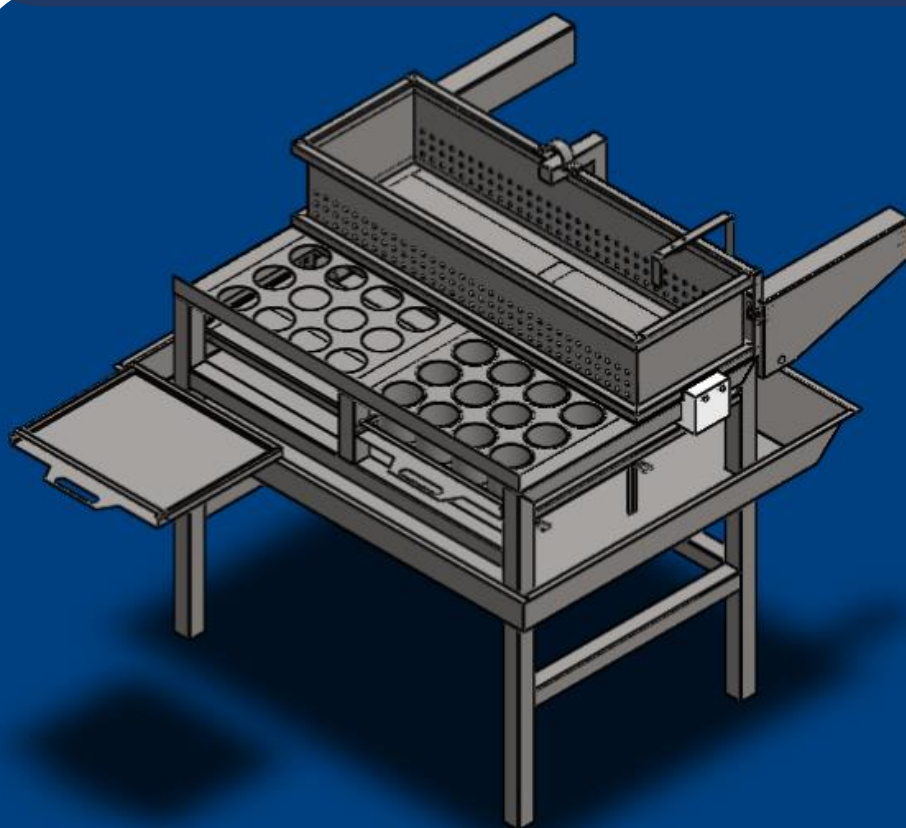
Tecnun. (s.f.). *Practica 3 : Cálculos en instalaciones neumáticas*. Obtenido de http://www4.tecnun.es/asignaturas/neumatica/Practica%20Neumatica_Sol.pdf

TetraPak. (2012). www.tetrapak.com. Obtenido de <http://www.tetrapak.com/co/processing/draining-forming-mould-filling>

ANEXO I

Manual de uso y mantenimiento de la
máquina

Máquina dosificadora de cuajada



Manual de uso y mantenimiento



Contenido

ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD	2
INTRODUCCIÓN	3
USO PREVISTO DE LA MÁQUINA	3
INDICADORES DEL TABLERO DE CONTROL	4
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MÁQUINA	5
INSTALACIÓN Y ALINEACIÓN	6
PUESTA EN MARCHA	8
PARADA	9
MANTENIMIENTO	10
PROBLEMAS Y SOLUCIONES	11
ANEXOS	12



Advertencias de seguridad

- Antes de realizar cualquier operación de la máquina los operadores deben leer todo lo detallado en este documento.
- La máquina ha sido diseñada exclusivamente para el dosificado de cuajada por lo cual su uso en otra actividad se considera inadecuado y peligroso.
- Se puede realizar mejoras e innovaciones al funcionamiento de la máquina, siempre y cuando lo realice un personal técnico, con el fin de mejorar la calidad del producto final.
- Al momento de alimentar la máquina comprobar que el voltaje de la red eléctrica sea de 110 VAC.
- La máquina debe ser instalada en un piso de concreto sólido y nivelado, en el interior de un lugar industrial.
- Los operadores no pueden realizar labores de mantenimiento que requieran un técnico calificado.
- En caso de cualquier avería se debe desconectar la máquina de la red eléctrica.
- No manipular ningún sensor debido a que puede alterar el funcionamiento de la máquina.
- No colocar las manos dentro de la máquina cuando el abastecedor este en movimiento.
- El usuario debe conservar la máquina y zonas de trabajo limpias y en orden.

Introducción

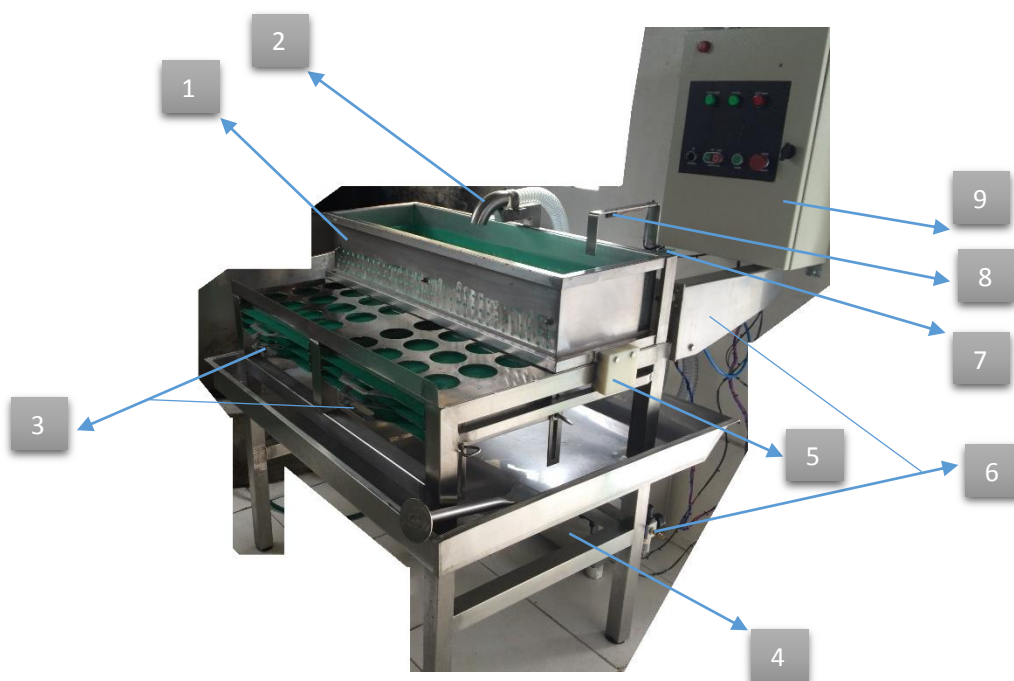
La máquina dosificadora de cuajada funciona mediante un sistema de control instalado en un tablero que hace muy sencillo el manejo de la máquina, este sistema está constituido por dispositivos electrónicos en donde se procesa todas las señales de sensores y actuadores.

En cualquier caso hay que atenerse a todas las instrucciones contenidas en este manual para obtener un rendimiento óptimo del funcionamiento de máquina.

Uso previsto de la máquina

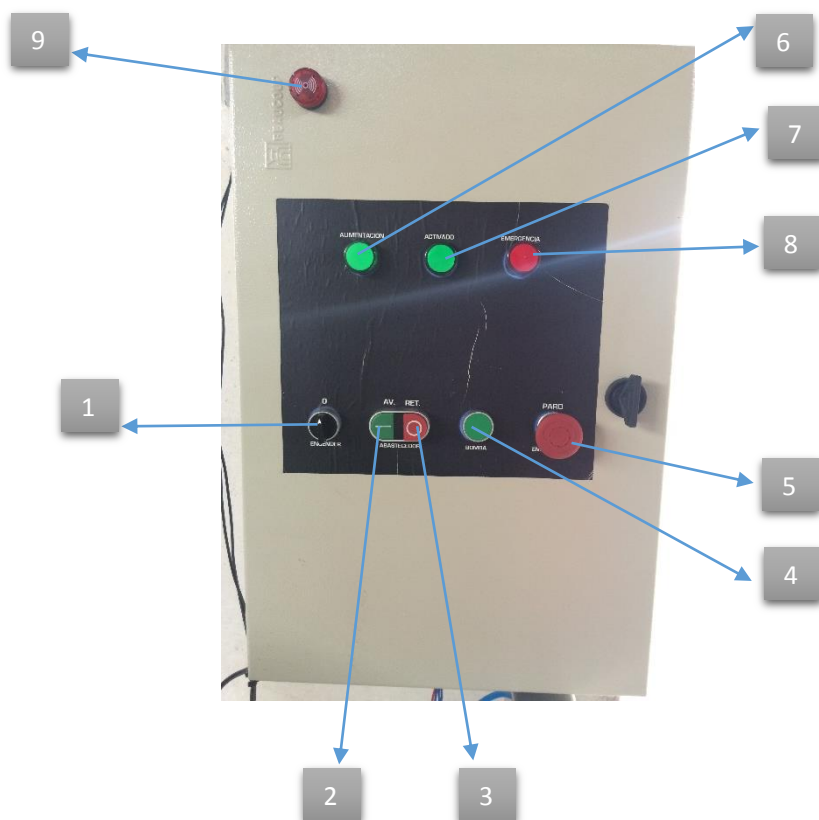
La máquina fue diseñada para el dosificado de cuajada en moldes cilíndricos de un diámetro de 101 [mm] y de una altura máxima de 200 [mm].

Componentes de la máquina



Nro.	Componente	Descripción
1	Abastecedor	Recipiente donde se bombea y almacena la cuajada.
2	Tubería de llenado	Tubería de abastecimiento de cuajada al abastecedor.
3	Bandejas	Bandejas donde se colocan los moldes para el ingreso en la máquina.
4	Bomba	Bomba para el sistema de abastecimiento de cuajada.
5	Riel	Lugar en donde se desliza el abastecedor.
6	Sistema neumático	Sistema que genera el movimiento del abastecedor.
7	Sensor final de carrera	Indica la posición del abastecedor.
8	Sensor de nivel	Controla el nivel de llenado del abastecedor.
9	Tablero de control	Control y alarmas de la máquina.

Indicadores del tablero de control



Nro.	Componente	Descripción
1	Selector de encendido	Encendido de la máquina modo manual o automático.
2	Pulsador de avance	Avance del abastecedor de cuajada.
3	Pulsador de retroceso	Retroceso del abastecedor de cuajada.
4	Pulsador bombeo	Activación del sistema de bombeo.
5	Paro de emergencia	Bloqueo de la máquina en caso de cualquier problema.
6	Indicador luminoso - Alimentación	Indica que en el tablero existe alimentación eléctrica.
7	Indicador luminoso - Modo automático	Indica que la máquina está trabajando en modo automático.
8	Indicador luminoso - Paro de emergencia	Indica que el paro de emergencia está activado.
9	Alarma auditiva	Avisa que va ocurrir un desplazamiento del abastecedor.

Especificaciones técnicas de la máquina

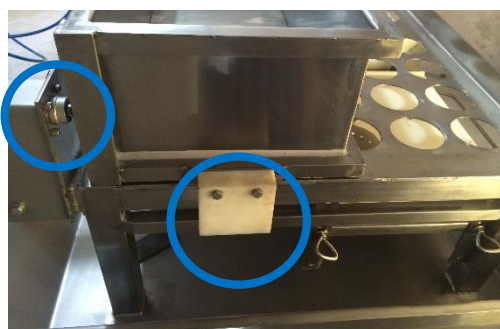
Parámetro	Descripción
Largo	1300 mm
Ancho	1271 mm
Altura	1250 mm
Peso	104 kg
Voltaje de alimentación	110 VAC
Presión de alimentación de aire	2.75 a 9 bares
Moldes por bandejas	12 moldes
Bandejas por máquina	2 bandejas

Instalación y alineación

- Colocar la estructura de soporte de la máquina en un lugar de concreto sólido y nivelado.
- Instalar los cilindros neumáticos a la estructura de soporte.



- Acoplar el abastecedor al riel y posteriormente a los cilindros neumáticos.



- Acoplar la placa regulable a su respectivo riel.



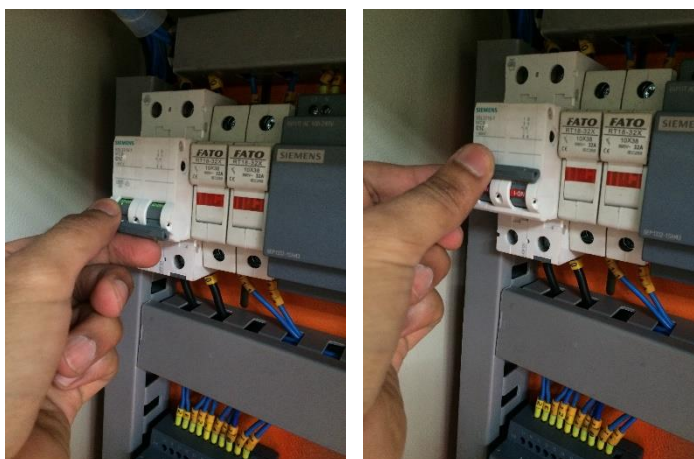
- Fijar el tablero de control en lugar vertical de preferencia una pared.
- Instalar el soporte de la tubería y el soporte de los sensores



- Ajustar todos los pernos que posee la máquina en sus diferentes componentes.
- Proceder a realizar todas las instalaciones del sistema de control, sistema de bombeo y sistema neumático.
- Verificar que las conexiones eléctricas y neumáticas no estén sueltas o averiadas.
- Conectar la máquina a la línea de alimentación eléctrica (110 VAC).
- Conectar la máquina a la línea de alimentación de aire.
- Verificar la presión de trabajo del sistema neumático (6 bares) en la unidad de mantenimiento de la máquina.
- Verificar que el abastecedor este correctamente alineado en el riel.

Puesta en marcha

Para la puesta en marcha de la máquina se debe iniciar activando el breaker del tablero de control y luego proceder a seleccionar mediante el selector el tipo de funcionamiento que se requiere, ya sea manual o automático.



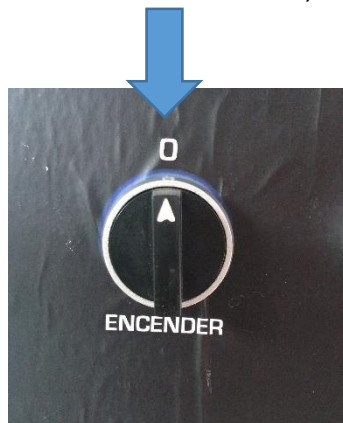
Para un funcionamiento manual de toda la maquina el selector debe ser girado hacia la izquierda (sentido anti horario), mientras que para el modo automático este debe ser girado hacia la derecha (sentido horario).



Nota: Luego de haber seleccionado el modo de funcionamiento automático la máquina comienza a bombear automáticamente cuajada al abastecedor.

Parada

Para realizar una parada normal se debe colocar el selector en su posición media (ni en modo automático ni en modo manual).



En caso de una parada de emergencia se debe presionar el botón de paro de emergencia para un bloqueo de todo el funcionamiento de la máquina.

Se debe desactivar el paro de emergencia siempre y cuando el problema que ocasiono el paro se lo haya solucionado completamente.



Mantenimiento

Para un correcto funcionamiento de la máquina se debe realizar las siguientes tareas de mantenimiento:

Código	Periodo	Actividad	Procedimiento
D1	Diario	Limpieza de la máquina	<p>Limpia diariamente la máquina antes y después de su utilización, para quitar cualquier tipo de impurezas que pueden contaminar el alimento.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Detener la máquina. 2. Quitar excesos de cuajada o adheridos a la máquina. 3. Mediante agua (fría o caliente) y jabón de grado alimenticio realizar una limpieza total de todas las partes de la máquina. 4. Luego de lavada la máquina mediante un paño proceder a secar la máquina.
M1	Mensual	Filtro de aire	Mediante la extracción del filtro de aire de la unidad de mantenimiento verificar la acumulación de impurezas y proceder a su limpieza o recambio si este lo requiere.
T1	Trimestral	Desgaste piezas de duralon	Para este procedimiento se debe desmontar las piezas de duralon del riel y del abastecedor y proceder a verificar el desgaste de los mismos. El desgaste no debe ser mayor a un 1 mm.

Problemas y soluciones


Problema	Solución
Movimiento nulo del abastecedor	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina • Verificar la presión del aire de trabajo. • Verificar las conexiones eléctricas de la electroválvula. • Verificar el estado del relé de activación de la electroválvula. • Revisar alineamiento o un posible atascamiento del abastecedor en el riel.
No funcionamiento de la bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina • Verificación de una posible sobrecarga en el motor. • Verificar las conexiones eléctricas de la bomba. • Verificar el estado del relé de activación de la bomba. • Verificación del funcionamiento del sensor final de carrera del abastecedor.
Desbordamiento de cuajada en el abastecedor	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina • Verificación del funcionamiento del sensor de control de nivel del abastecedor.

Lista básica de recambios

Elemento	Características
Cilindros neumáticos	AIRTac - Doble efecto Modelo: ASI32350
Sensor de nivel	Sharp GP2Y0A21YK
Sensor final de carrera	Microswitch, 10 A@ 250 VAC
Filtro de aire	5 micrones
Fuente de alimentación para sensor de nivel	LM2596S (Regulada en 5VDC)
Piezas de duralon	Consultar con los planos mecánicos de la máquina

Anexos

Sensor de control de nivel del abastecedor:



GP2Y0A21YK

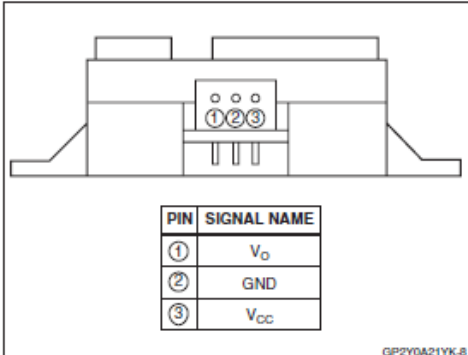
Optoelectronic Device

FEATURES

- Digital Output
- LED Pulse Cycle Duration: 32 ms
- Range: 10 to 80 cm
- Typical response time: 39 ms
- Typical start up delay: 44 ms
- Average Current Consumption: 30 mA
- Detection Area Diameter @ 80 cm: 12 cm

DESCRIPTION

The GP2Y0A21YK is a wide-angle distance measuring sensor.



PIN	SIGNAL NAME
①	V_O
②	GND
③	V_{CC}

GP2Y0A21YK-8

Figure 1. Pinout

SHARP

GP2Y0A21YK

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Absolute Maximum Ratings

$T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{ VDC}$

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	V_{CC}	-0.3 to +7	V
Output Terminal Voltage	V_O	-0.3 to ($V_{CC} + 0.3$)	V
Operating Temperature	T_{opr}	-10 to +60	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +70	$^\circ\text{C}$

Operating Supply Voltage

PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Operating Supply Voltage	V_{CC}	4.5 to 5.5	V

Electro-optical Characteristics

$T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{ VDC}$

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTES
Measuring Distance Range	ΔL		10	-	80	cm	1, 2
Output Terminal Voltage	V_O	$L = 80\text{ cm}$	0.25	0.4	0.55	V	1, 2
Output Voltage Difference	ΔV_O	Output change at ΔL (80 cm - 10 cm)	1.65	1.9	2.15	V	1, 2
Average Supply Current	I_{CC}	$L = 80\text{ cm}$	-	30	40	mA	1, 2

Sensor final de carrera del abastecedor:



Características	Descripción
<i>Material</i>	Plástico
<i>Corriente máxima de operación</i>	5 [A]
<i>Voltaje máximo de operación</i>	250 [V]

HOJA DE CONTROL DIARIO Y MANTENIMIENTO
MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA

Empresa:

Fecha:

Ubicación:

Responsable:

Preparación de la máquina:

Actividades	
Revisión de presión de aire	
Revisión de indicador de alimentación encendido	
Revisión de que no exista oxidados en diferentes partes de la maquina	
Revisión de que no exista fugas de aire	
Revisión del estado de conexiones neumáticas	
Revisión del estado de cables eléctricos	

Tareas de mantenimiento programadas:

Tarea	Fecha
D1	
M1	
T1	

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

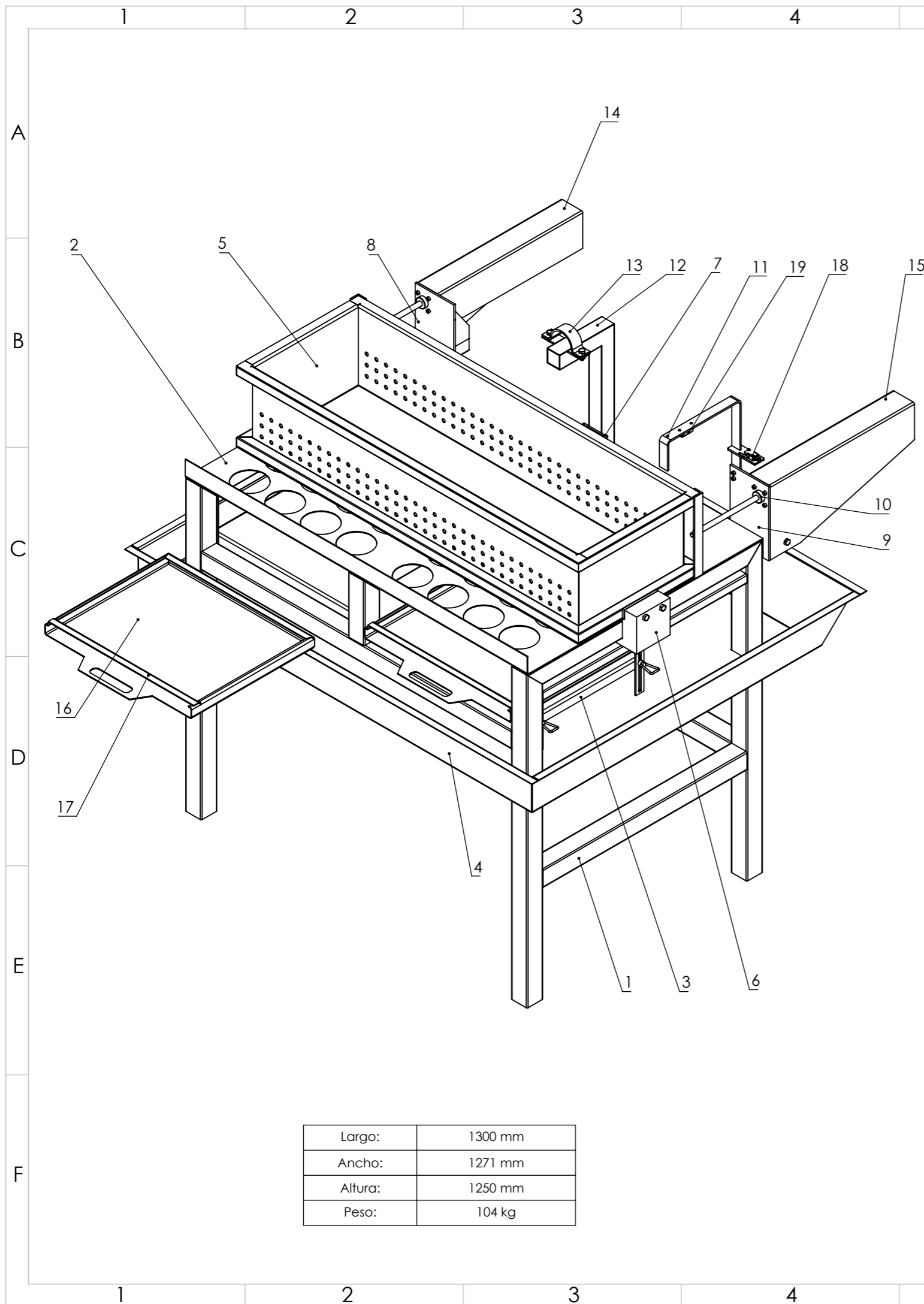
.....

.....

.....

ANEXO II

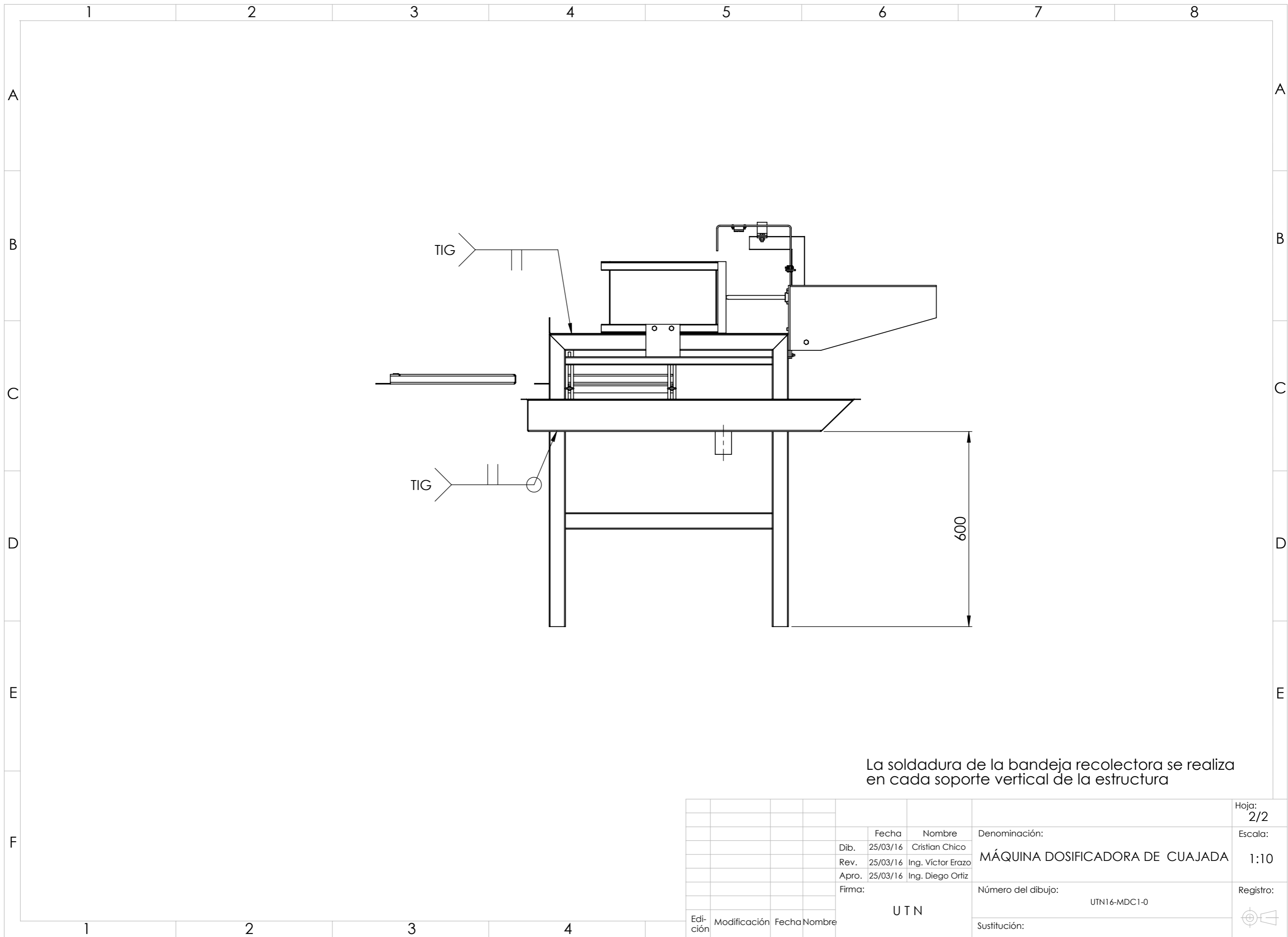
Planos mecánicos de la máquina




Largo:	1300 mm
Ancho:	1271 mm
Altura:	1250 mm
Peso:	104 kg

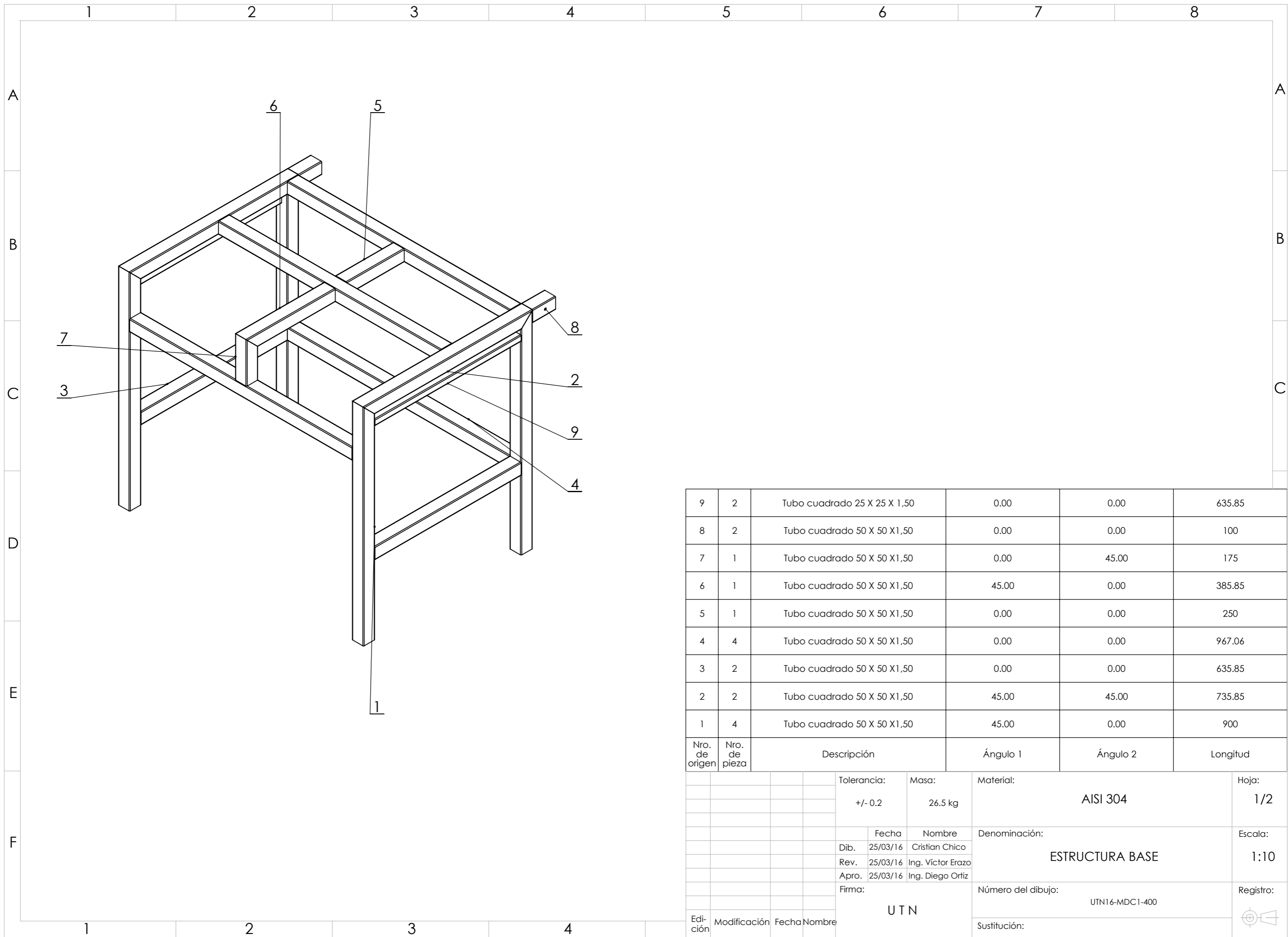
31	2	FLATCKT 3-slot-D-13-N		
30	2	FLATCKT 3.5-slot-D-20-N		
29	2	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M3.5 x 0.6 --D-N		
28	2	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M3 x 0.5 --D-N		
27	10	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M8 x 1.25 --D-N		
26	6	B18.2.4.1M - Hex nut, Style 1, M5 x 0.8 --D-N		
25	4	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 40 Hex SHCS -- 28NHX		
24	6	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 20 Hex SHCS -- 20NHX		
23	8	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 30 Hex SHCS -- 22NHX		
22	2	B18.2.3.1M - Hex cap screw, M8 x 1.25 x 30 --30N		
21	4	B18.2.3.1M - Hex cap screw, M8 x 1.25 x 20 --20N		
20	4	B18.2.3.5M - Hex bolt M8 x 1.25 x 45 --22N		
19	1	Sensor de nivel		Sharp GP2Y0A21YK
18	1	Sensor de posición		Microswitch, 10 A@ 250 VAC
17	2	Seguro de bandeja	UTN16-MDC1-010	
16	2	Bandeja	UTN16-MDC1-009	
15	1	Protector de cilindro izquierdo	UTN16-MDC1-008	
14	1	Protector de cilindro derecho	UTN16-MDC1-007	
13	1	Abrazadera U	UTN16-MDC1-006	
12	1	Soporte para tubería	UTN16-MDC1-005	
11	1	Soporte para sensores	UTN16-MDC1-004	
10	2	Cilindro neumático	ISO 6431	AIRTac - Doble efecto - Modelo: ASI32350
9	1	Soporte cilindro izquierdo	UTN16-MDC1-104	
8	1	Soporte cilindro derecho	UTN16-MDC1-103	
7	1	Pieza para soporte tubería	UTN16-MDC1-102	
6	2	Pieza acople riel	UTN16-MDC1-003	
5	1	Abastecedor	UTN16-MDC1-300	
4	1	Bandeja recolectora	UTN16-MDC1-002	
3	1	Placa reguladora	UTN16-MDC1-200	
2	1	Placa perforada	UTN16-MDC1-001	
1	1	Estructura	UTN16-MDC1-100	
Nro. de origen	Nro. de pieza	Denominación:	Número de norma o dibujo:	Observaciones:

Edición		Modificación	Fecha	Nombre	Denominación: MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA	Hoja: 1/2	
			Dib.	25/03/16		Cristian Chico	Escala: 1:10
			Rev.	25/03/16		Ing. Víctor Erazo	
			Apro.	25/03/16		Ing. Diego Ortiz	
		Firma:			Número del dibujo:	Registro:	
		UTN			UTN16-MDC1-0		
		Sustitución:					



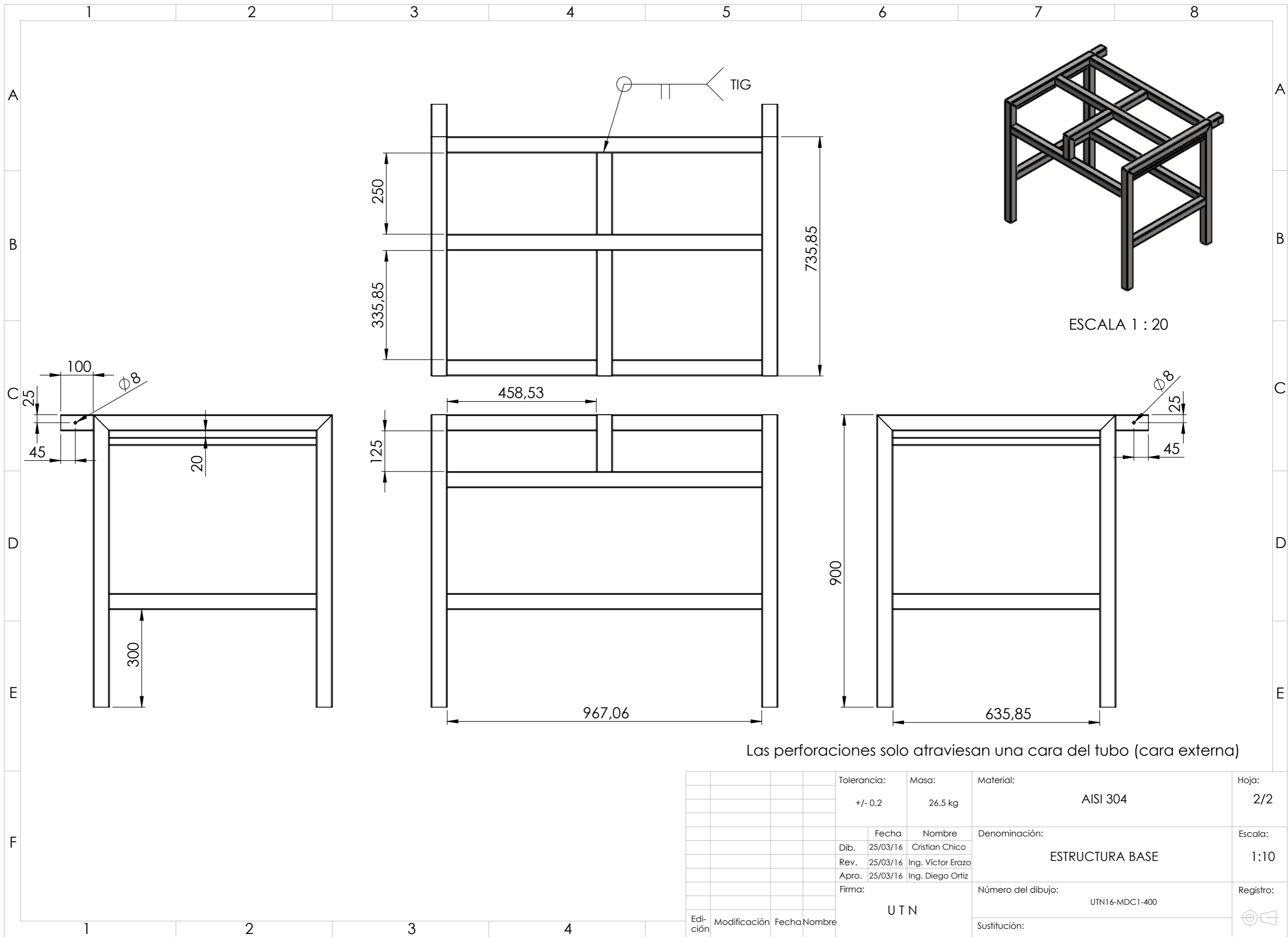
La soldadura de la bandeja recolectora se realiza en cada soporte vertical de la estructura

						Hoja: 2/2	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 25/03/16	Cristian Chico	MÁQUINA DOSIFICADORA DE CUAJADA	
				Rev. 25/03/16	Ing. Víctor Erazo	Escala: 1:10	
				Apro. 25/03/16	Ing. Diego Ortiz	Registro:	
				Firma:		Número del dibujo:	UTN16-MDC1-0
				UTN		Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



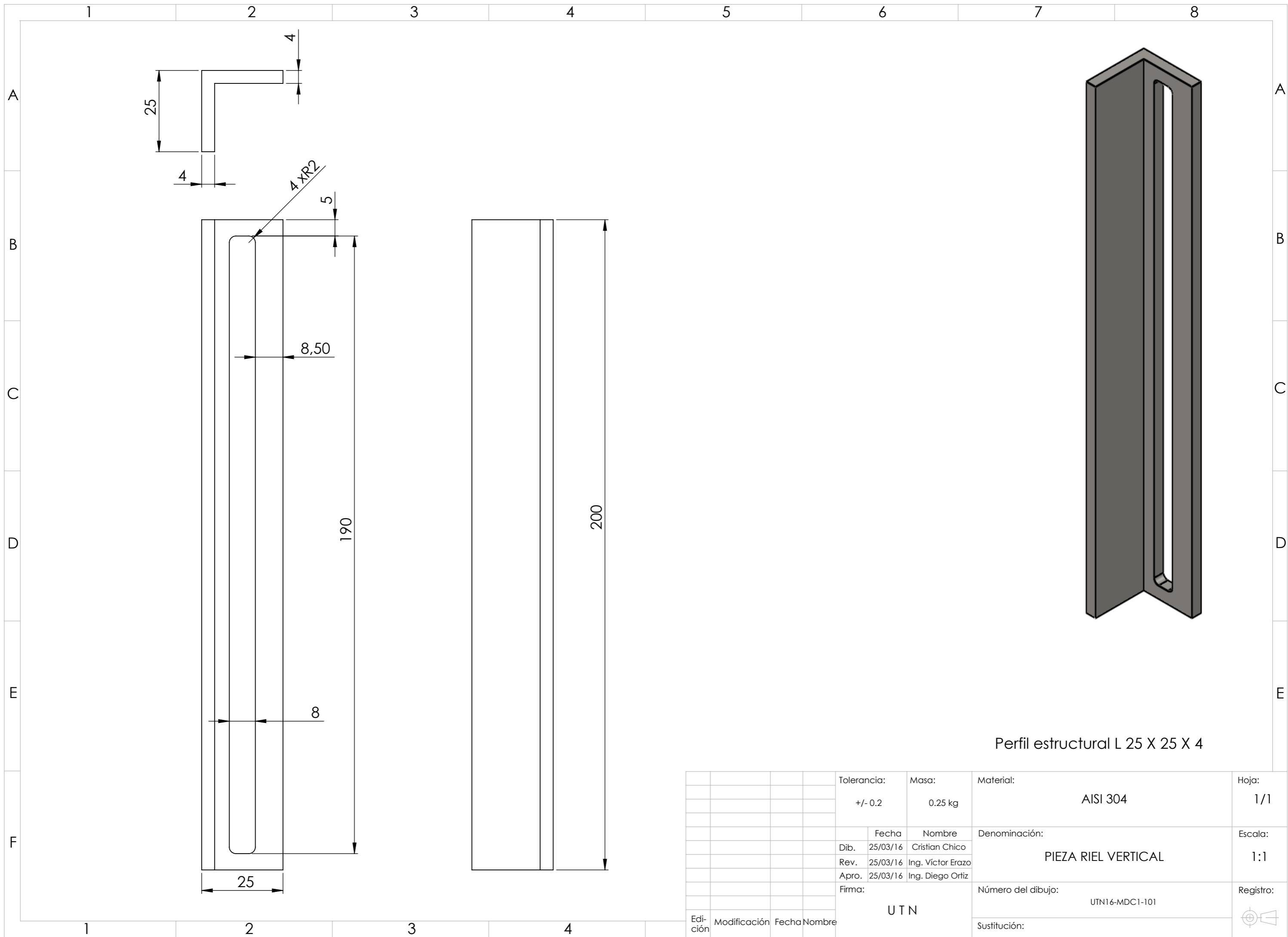
9	2	Tubo cuadrado 25 X 25 X 1,50	0.00	0.00	635.85
8	2	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	0.00	0.00	100
7	1	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	0.00	45.00	175
6	1	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	45.00	0.00	385.85
5	1	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	0.00	0.00	250
4	4	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	0.00	0.00	967.06
3	2	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	0.00	0.00	635.85
2	2	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	45.00	45.00	735.85
1	4	Tubo cuadrado 50 X 50 X1,50	45.00	0.00	900
Nro. de origen	Nro. de pieza	Descripción	Ángulo 1	Ángulo 2	Longitud

Tolerancia:		Masa:	Material:	Hoja:
+/- 0.2		26.5 kg	AISI 304	1/2
Fecha		Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	25/03/16	Cristian Chico		
Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo		
Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz		
Firma:		Número del dibujo:		Registro:
UTN		UTN16-MDC1-400		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:



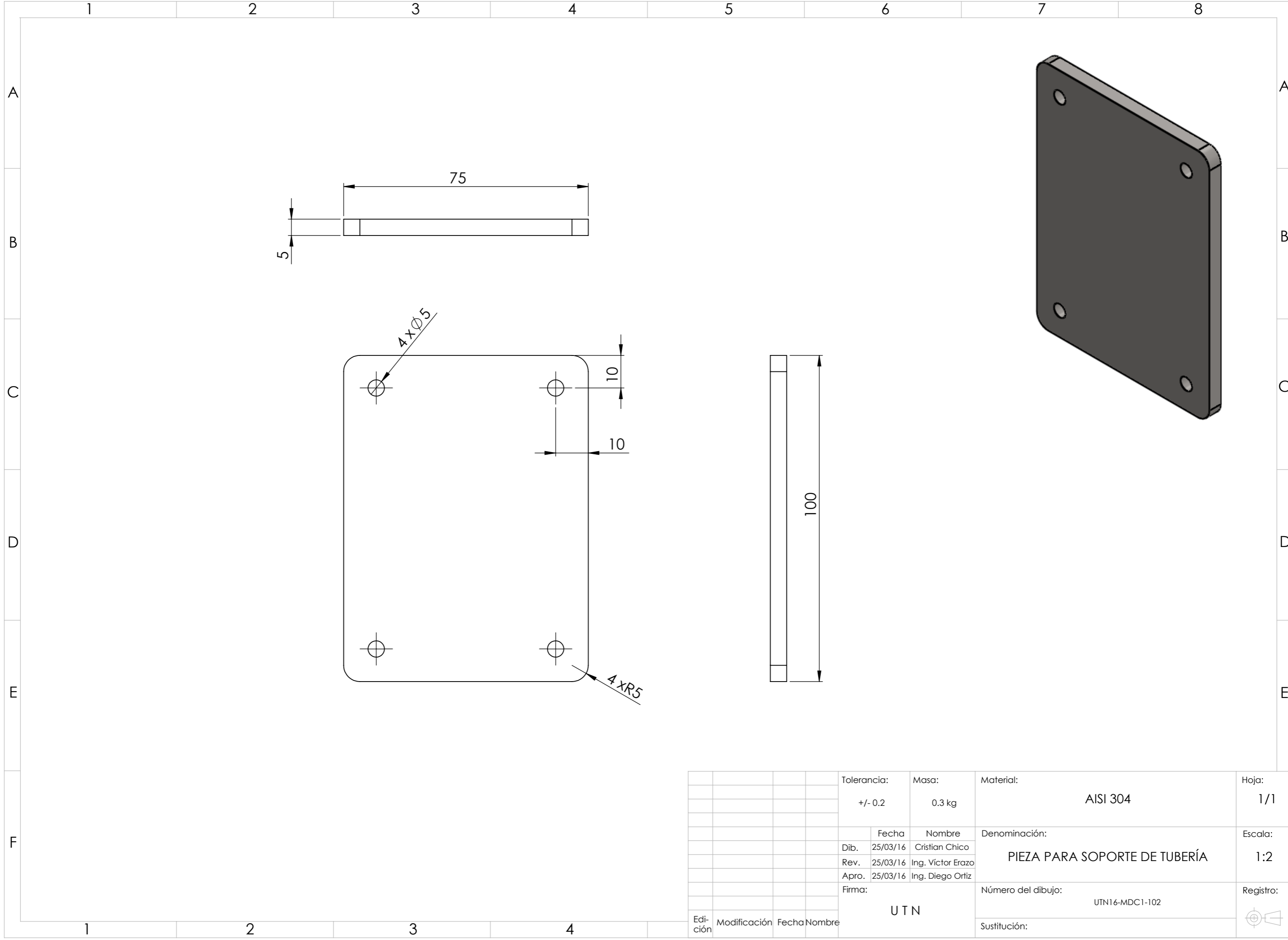
Las perforaciones solo atraviesan una cara del tubo (cara externa)

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:		
				+/- 0.2	26.5 kg	AISI 304	2/2		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dib.	25/03/16	Cristian Chico			ESTRUCTURA BASE	1:10
			Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo				
			Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz				
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:		
						UTN16-MDC1-400			
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:			
ción									

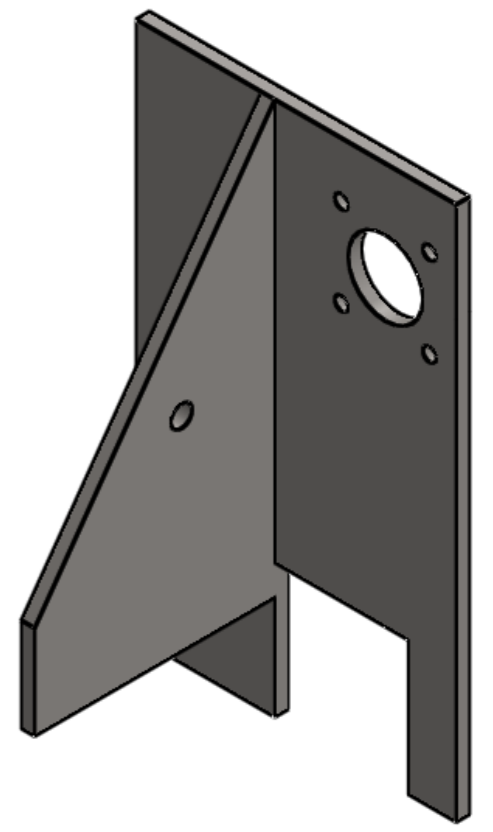
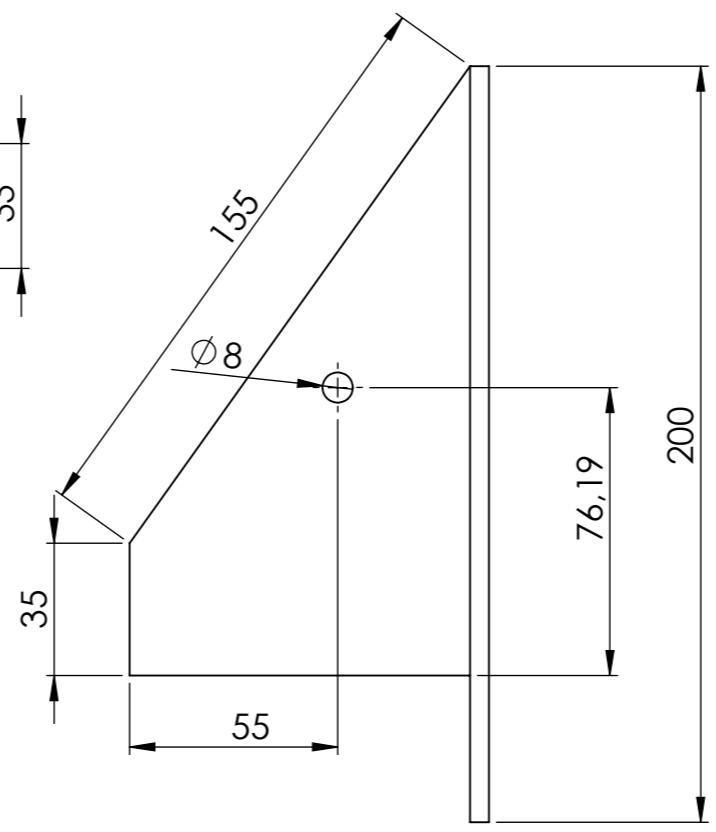
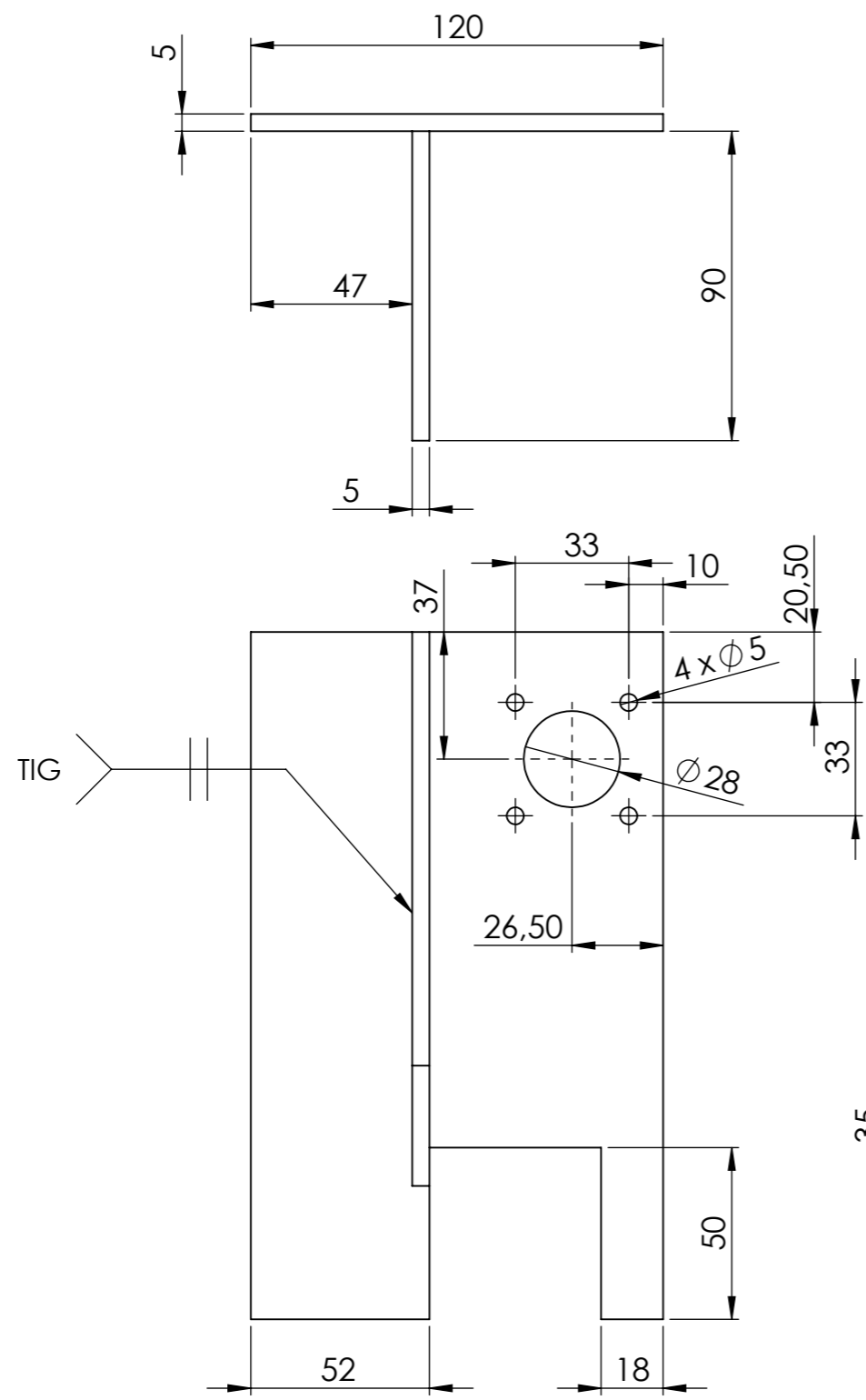


Perfil estructural L 25 X 25 X 4

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.25 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:1
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-101	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	UTN		Sustitución:	



				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.3 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:2
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-102	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	UTN			

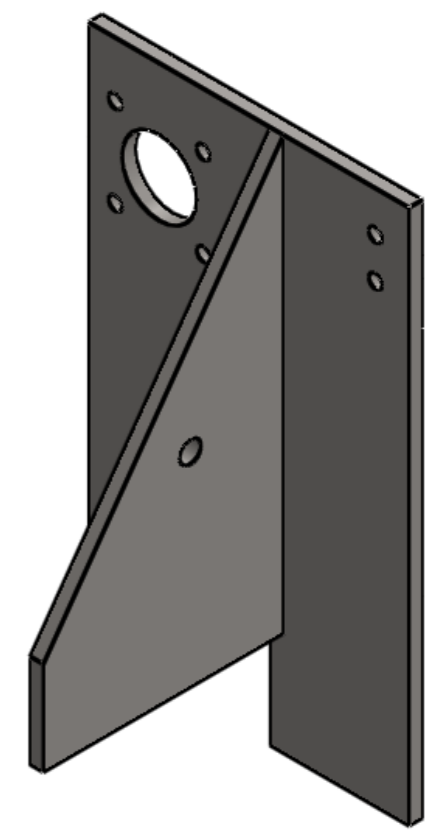
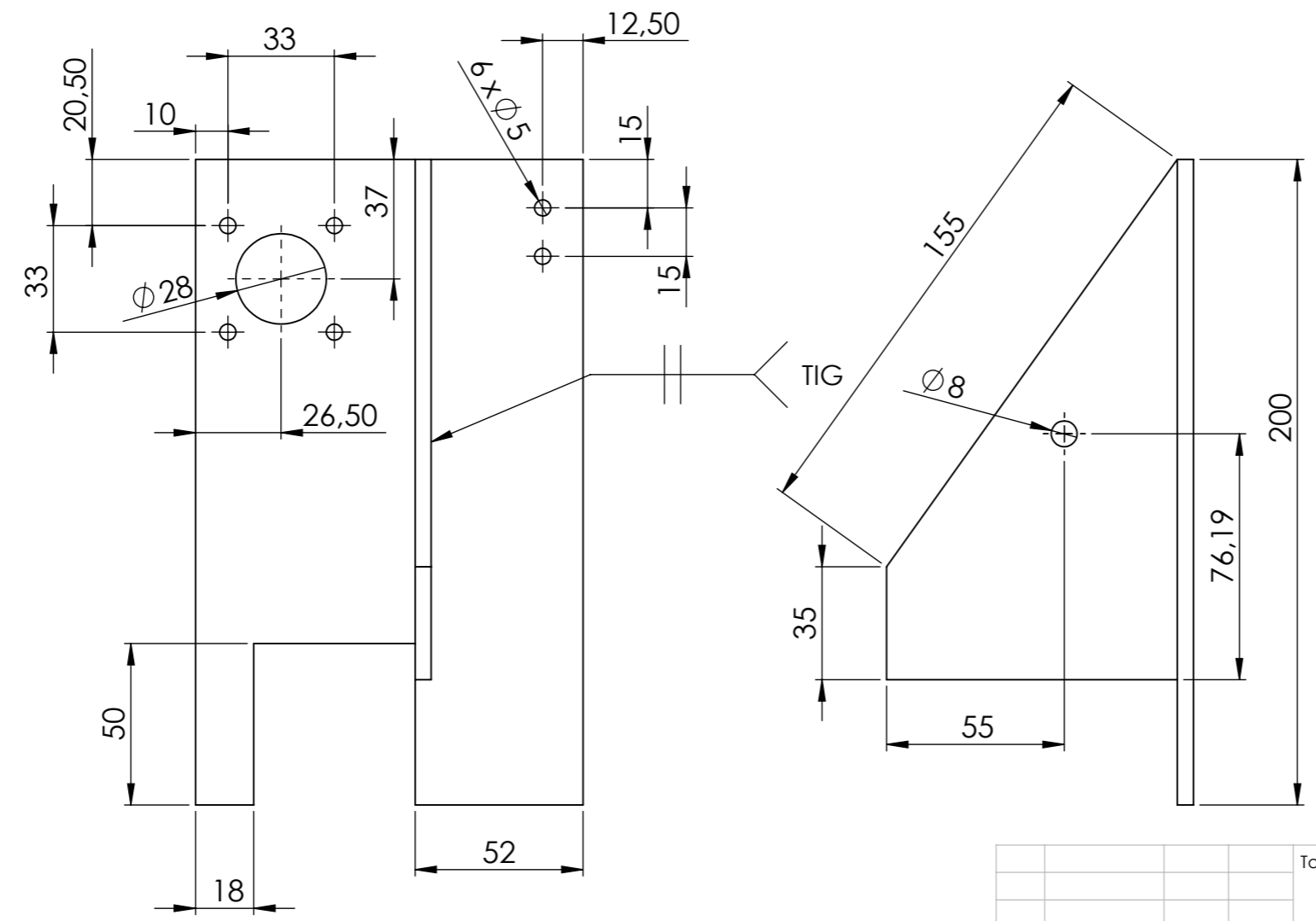
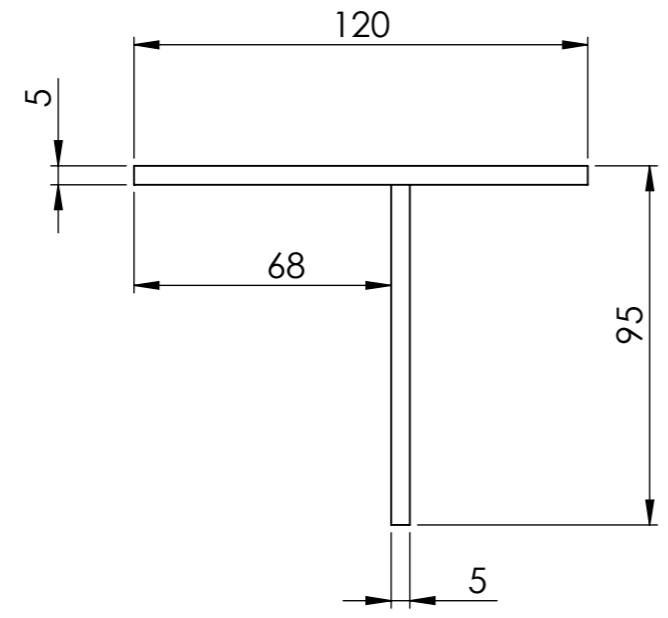


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.2 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:2
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-103	
				Edición	Modificación	Sustitución:	
				Fecha	Nombre		

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

A
B
C
D
E



				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:		
				+/- 0.2	1.2 kg	AISI 304	1/1		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
				Dib. 25/03/16	Cristian Chico			SOPORTE CILINDRO IZQUIERDO	1:2
				Rev. 25/03/16	Ing. Víctor Erazo				
				Apro. 25/03/16	Ing. Diego Ortiz				
				Firma:	Número del dibujo:		Registro:		
				UTN	UTN16-MDC1-104				
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:					

1 2 3 4

1 2 3 4 5 6 7 8

A A

B B

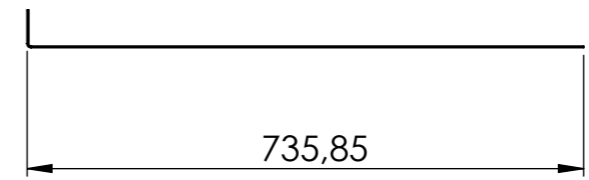
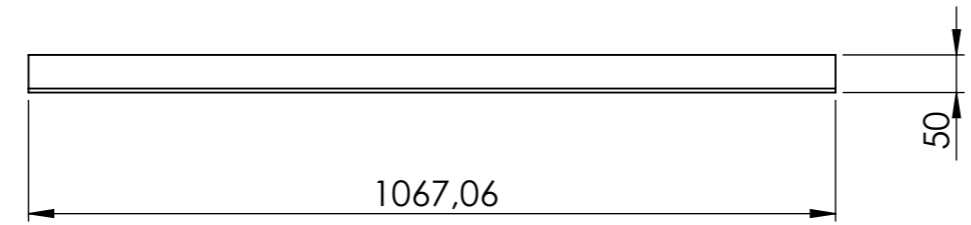
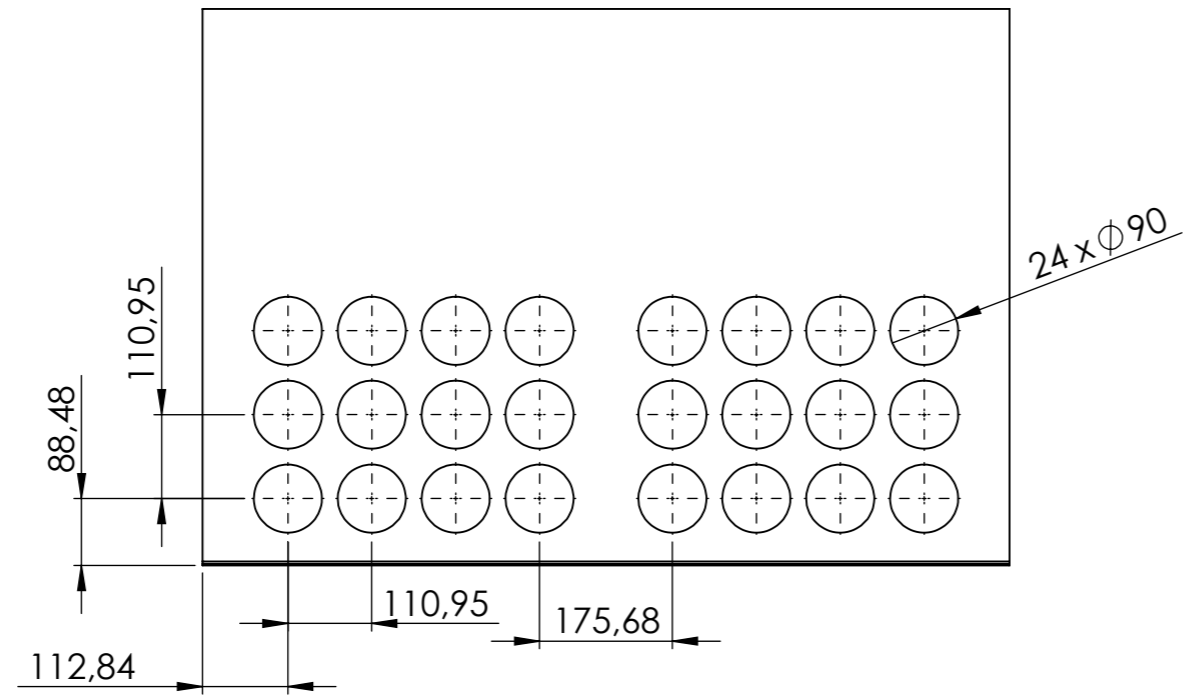
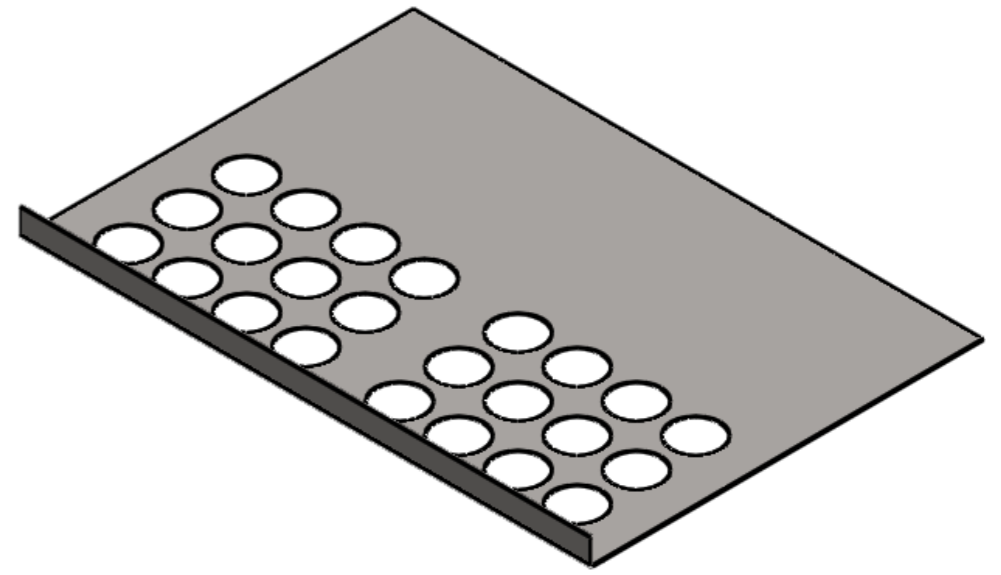
C C

D D

E E

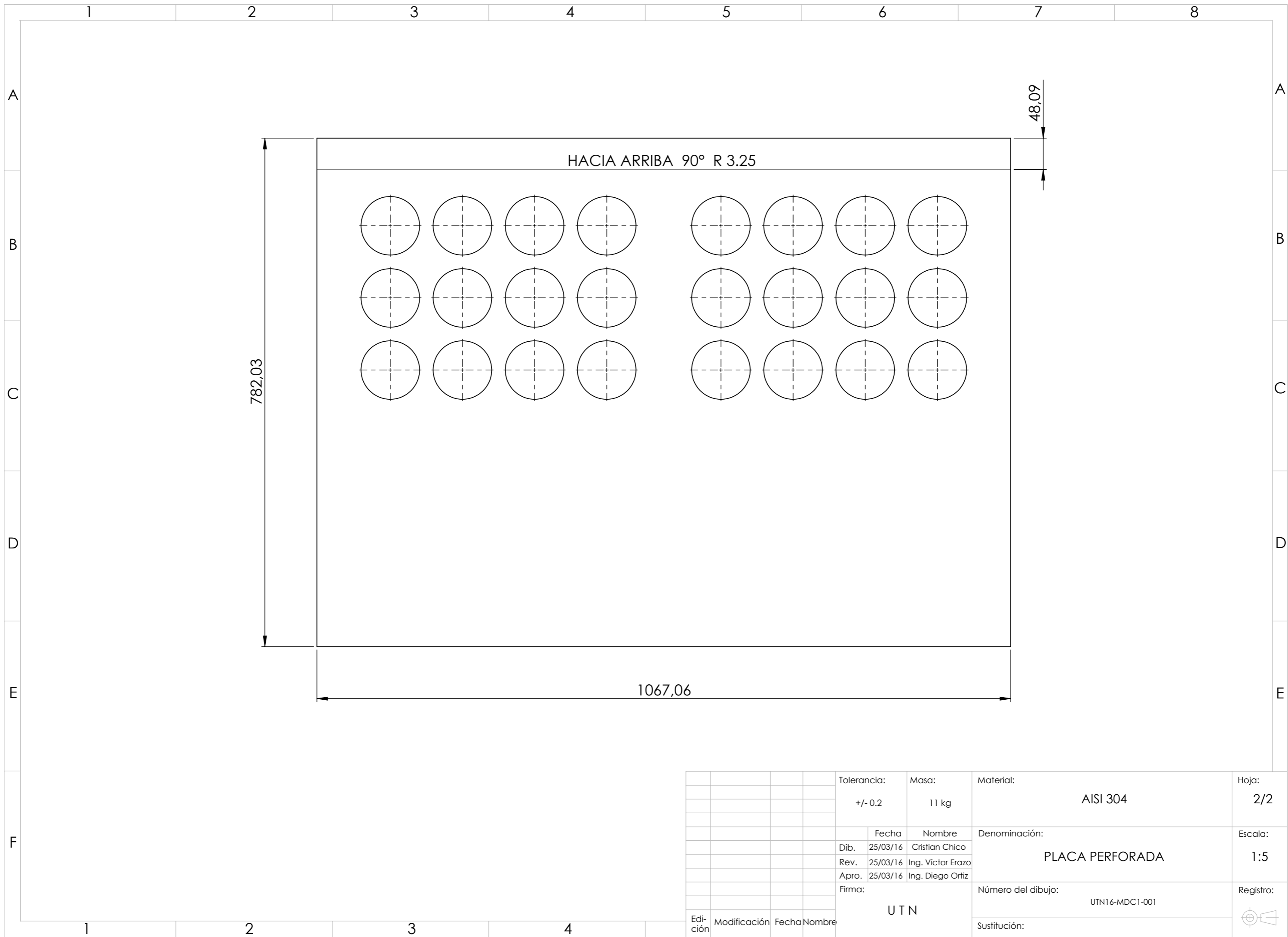
F F

1 2 3 4



Chapa metálica de 2 mm de espesor

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:	
				+/- 0.2	11 kg	AISI 304	1/2	
					Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib.	25/03/16	Cristian Chico	PLACA PERFORADA	
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo		
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz		
				Firma:	UTN		Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-001		
						Sustitución:	Registro:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre					



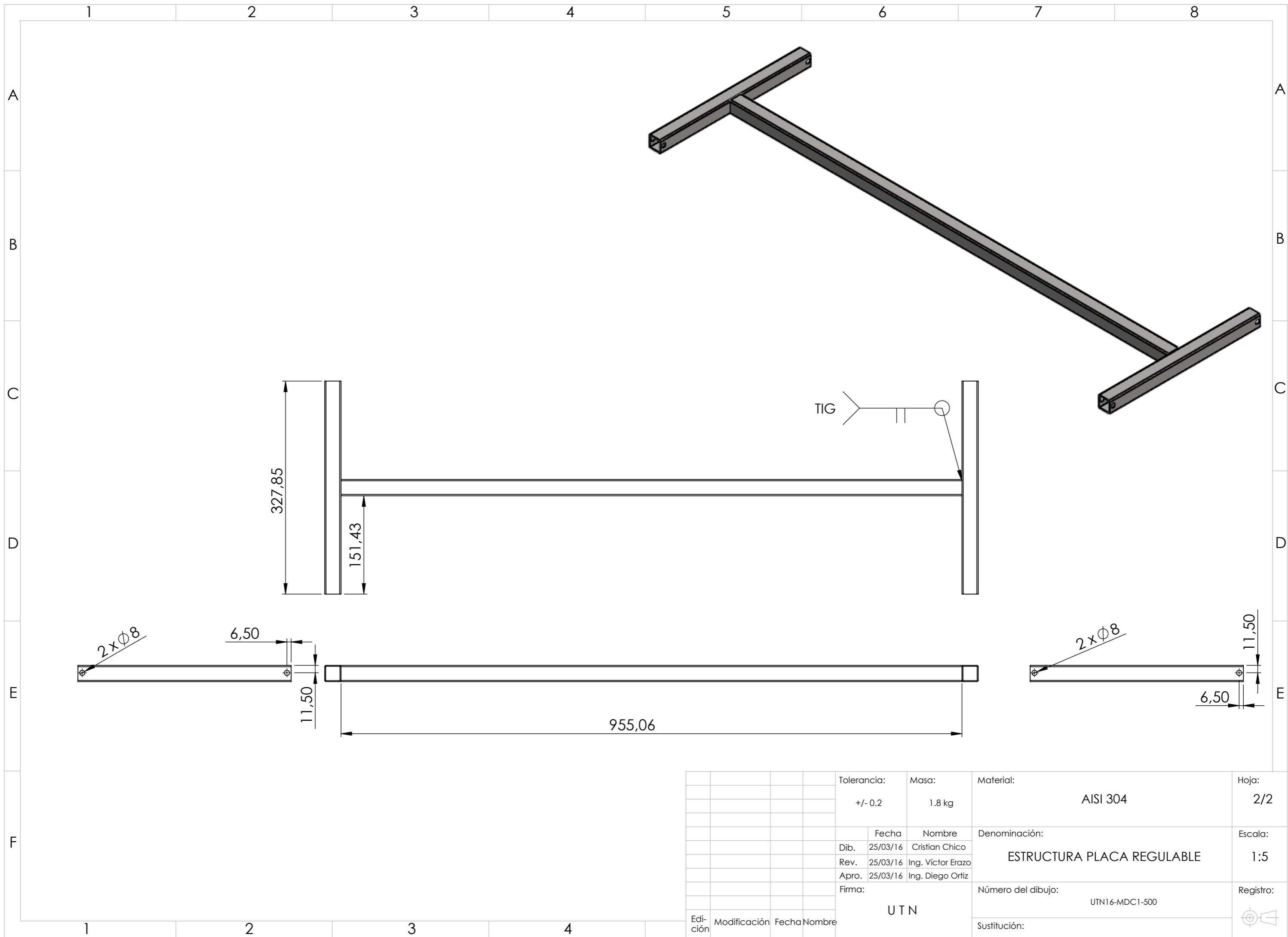
HACIA ARRIBA 90° R 3.25

782,03

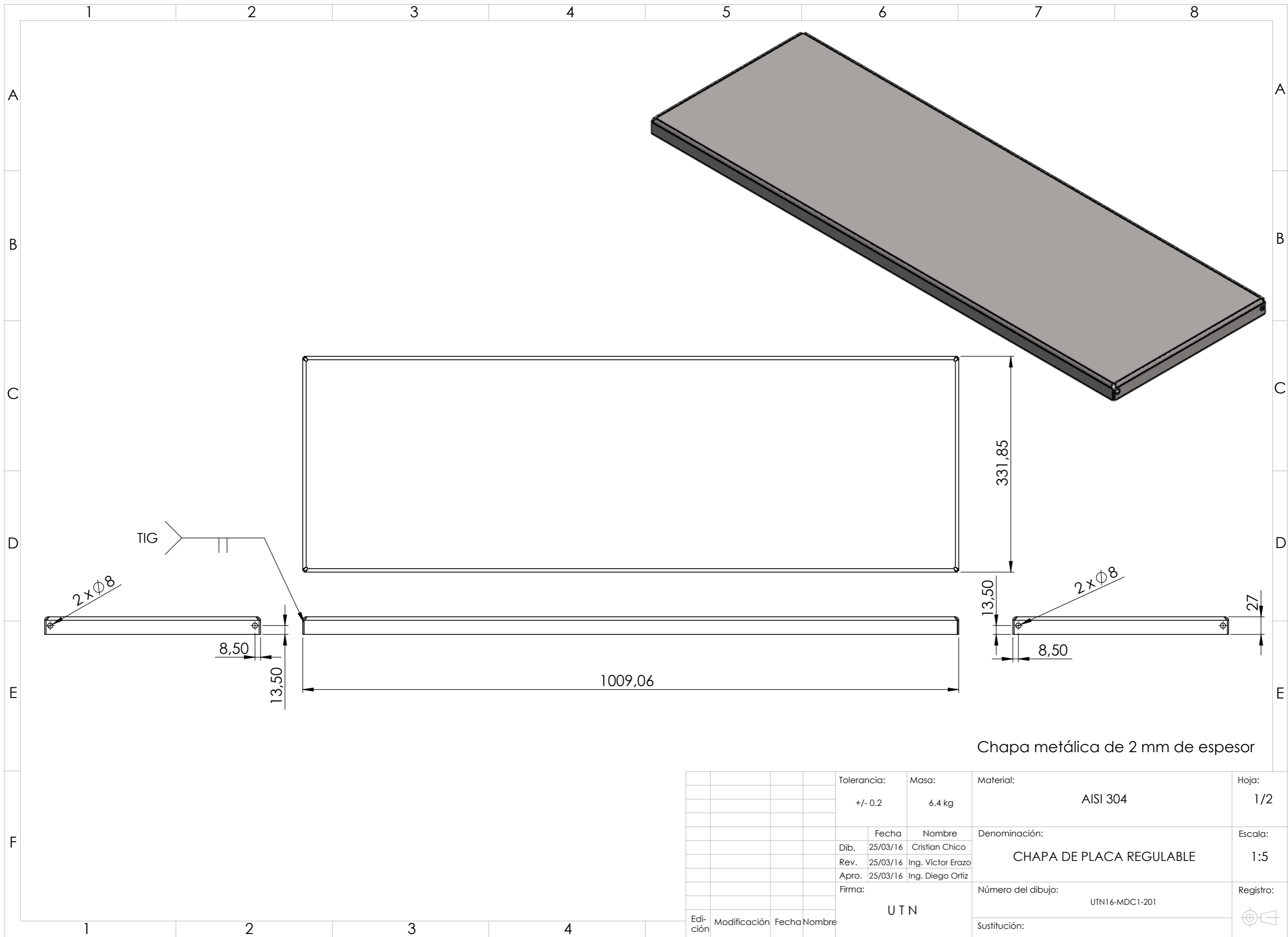
1067,06

48,09

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	11 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-001	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

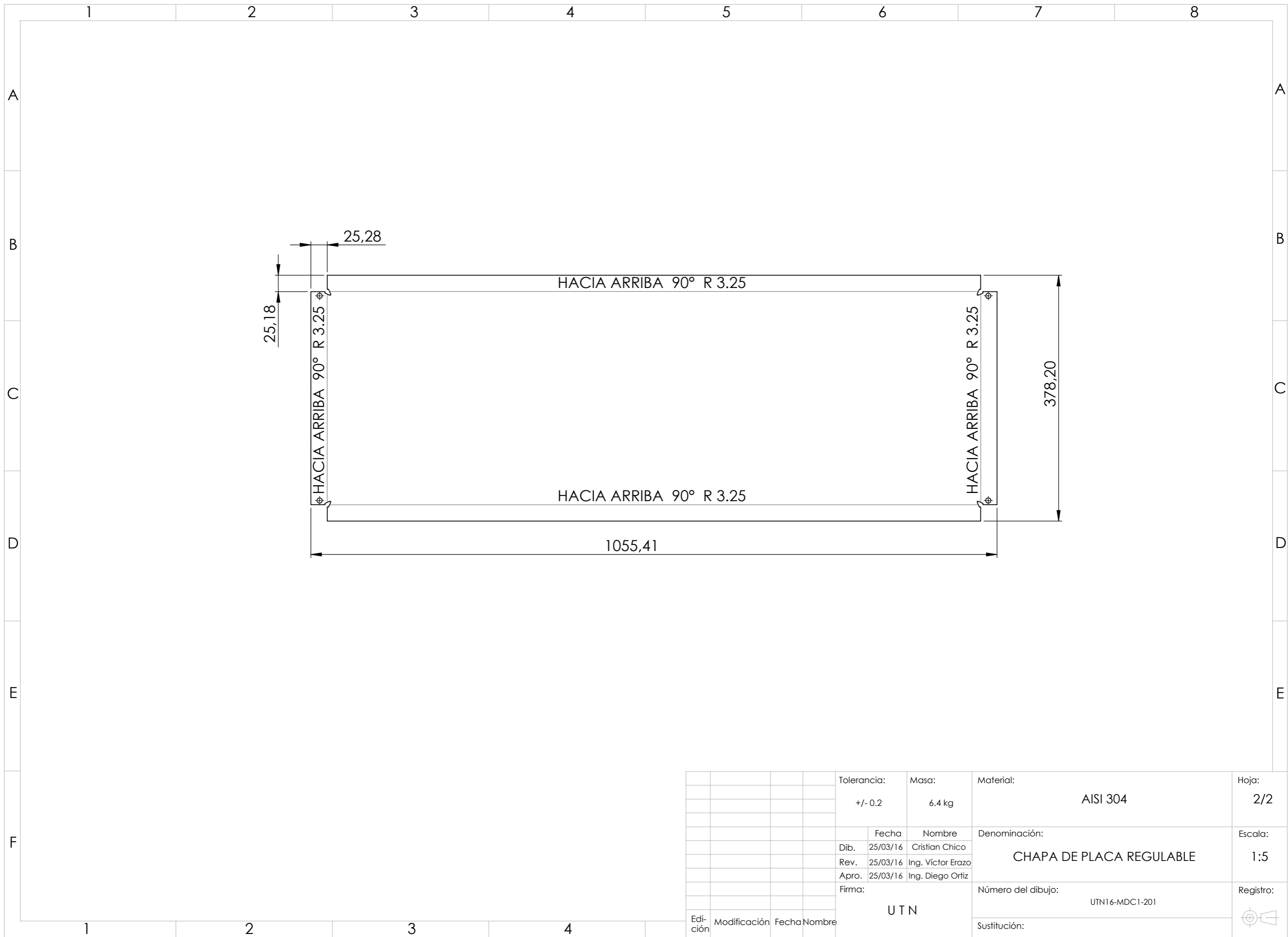


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.8 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:			Registro:
				UTN		Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-500	
						Sustitución:	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre				
ción							

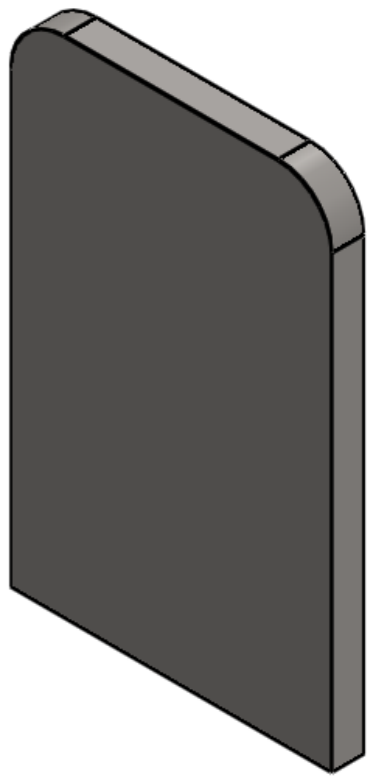
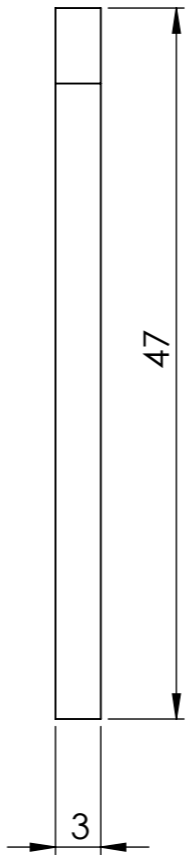
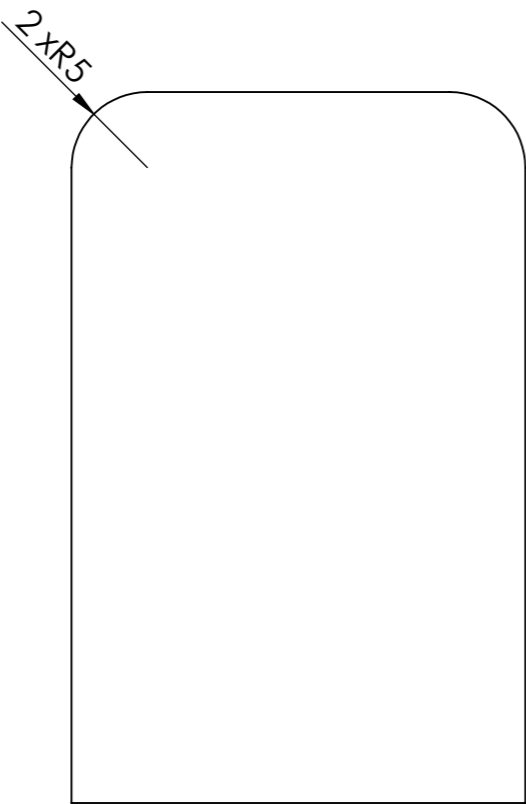
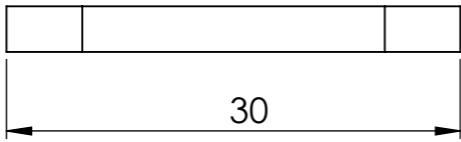
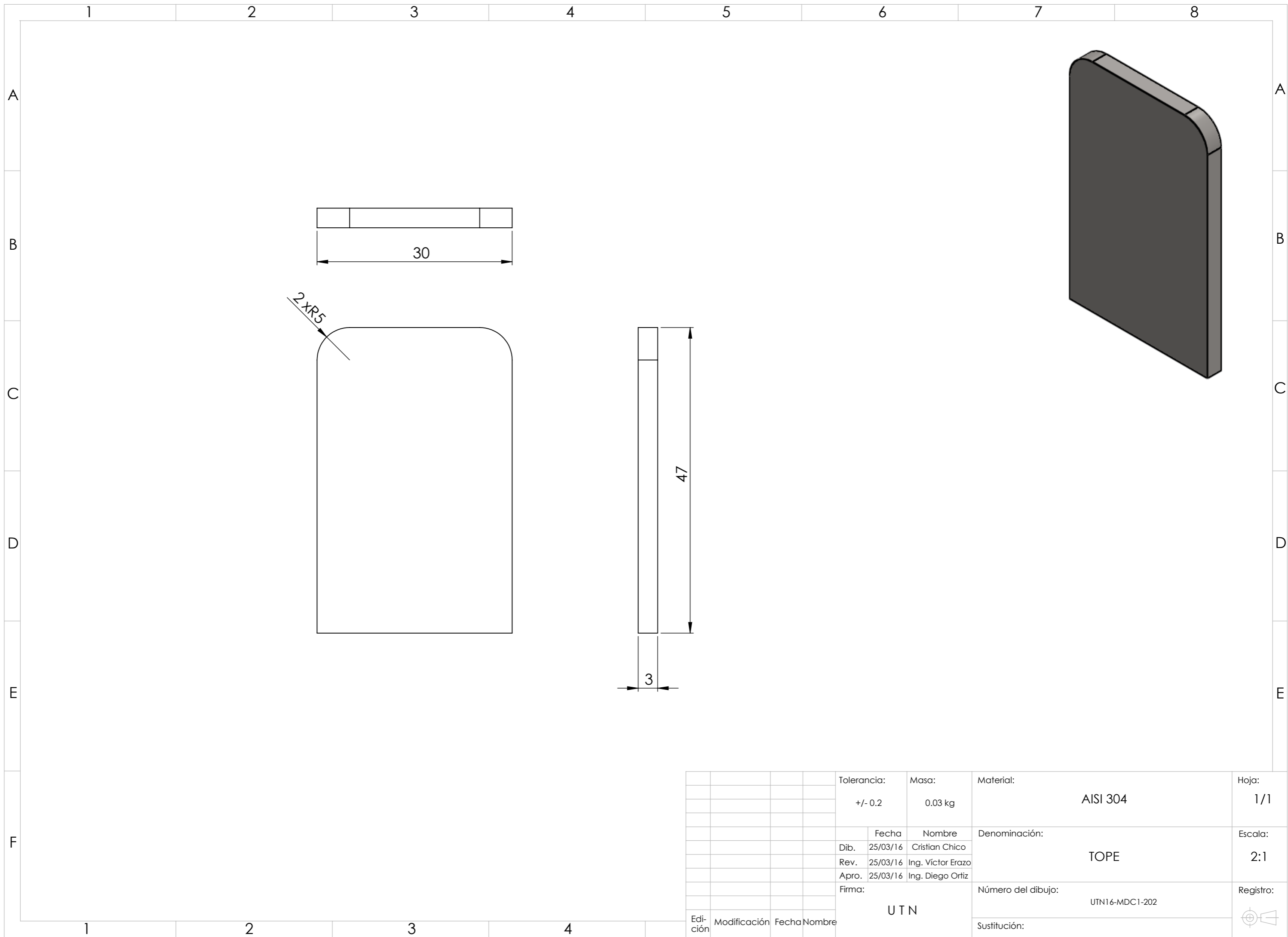


Chapa metálica de 2 mm de espesor

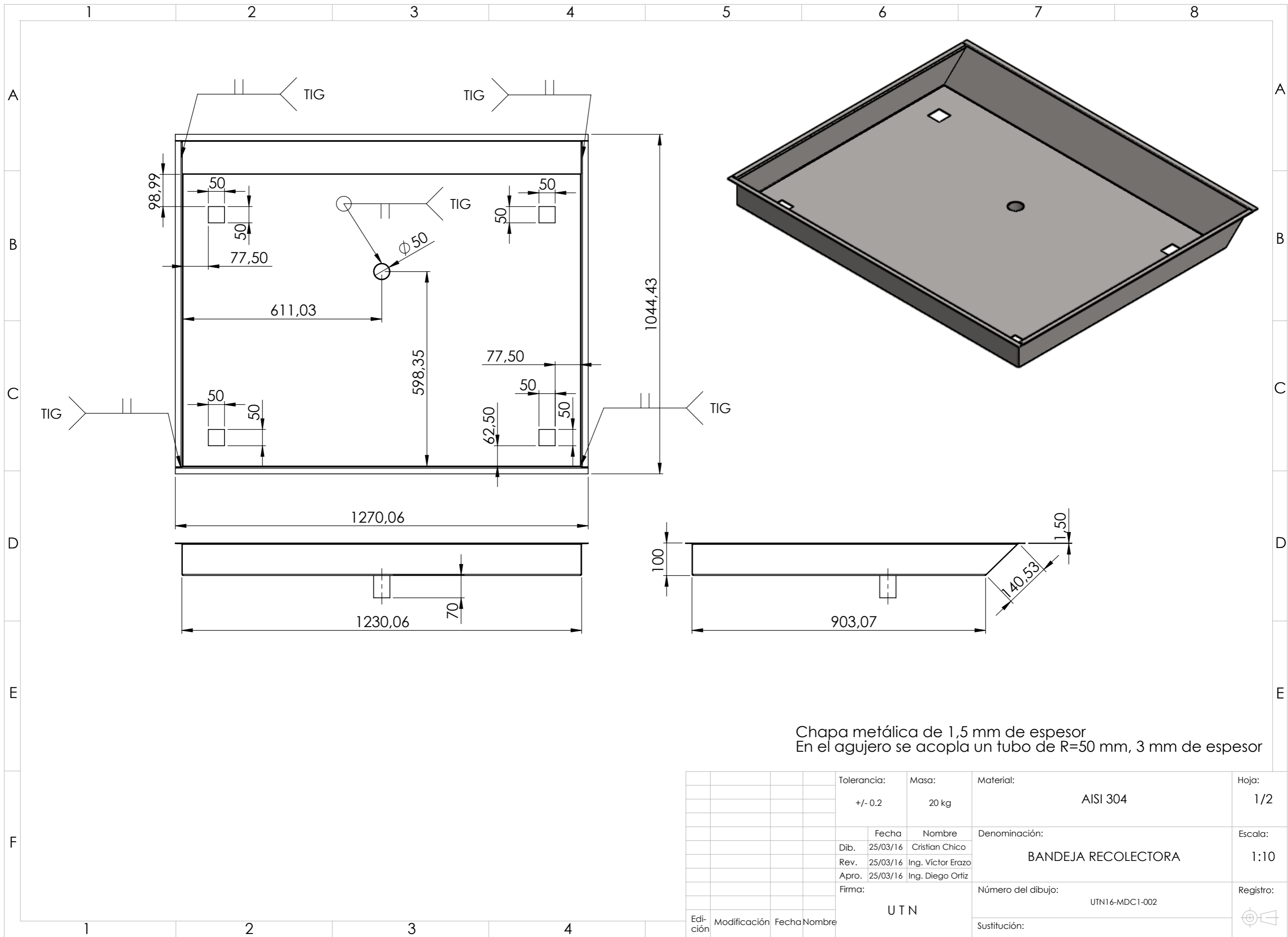
				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	6.4 kg	AISI 304	1/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:	UTN		Registro:
						Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-201	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	6.4 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-201	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

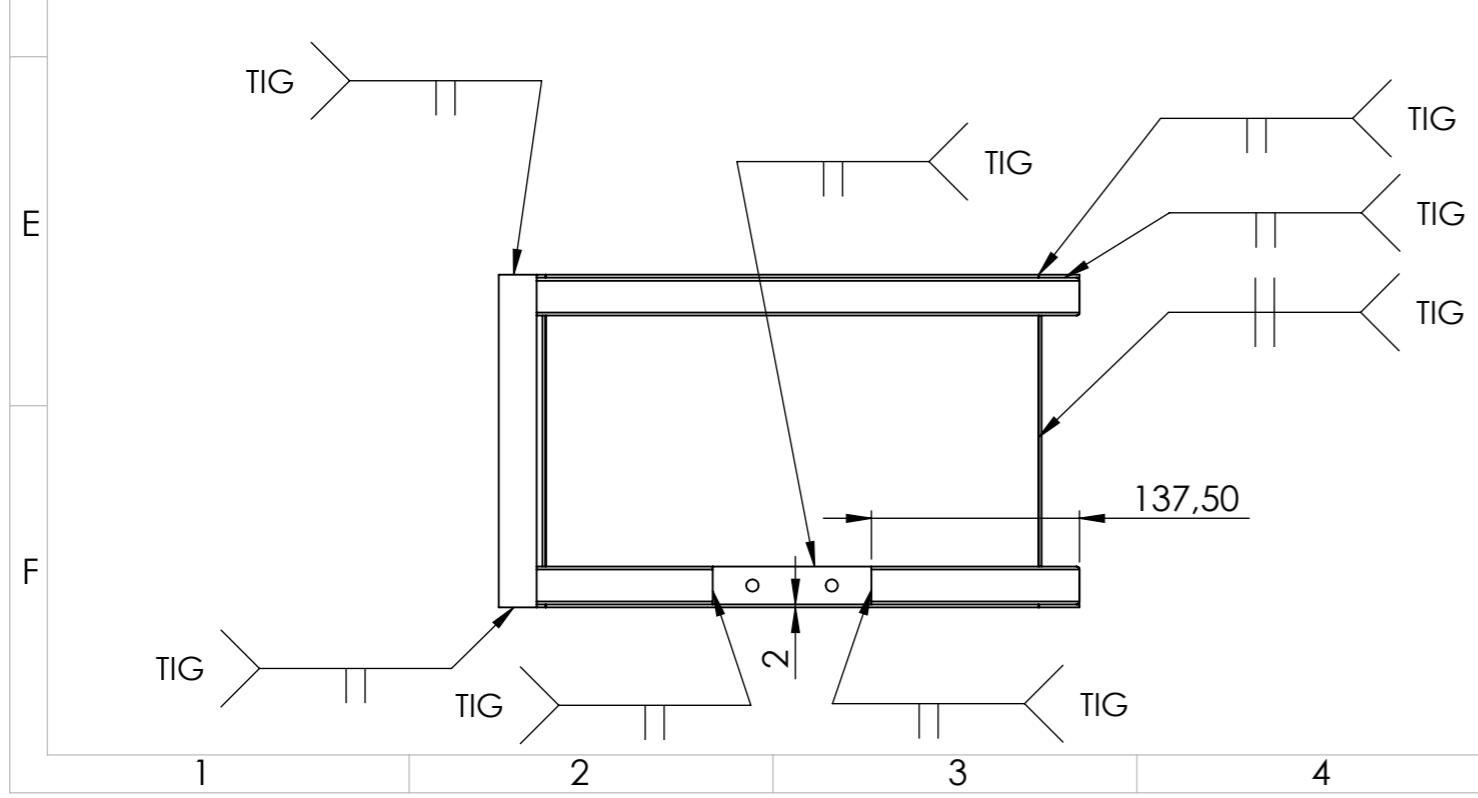
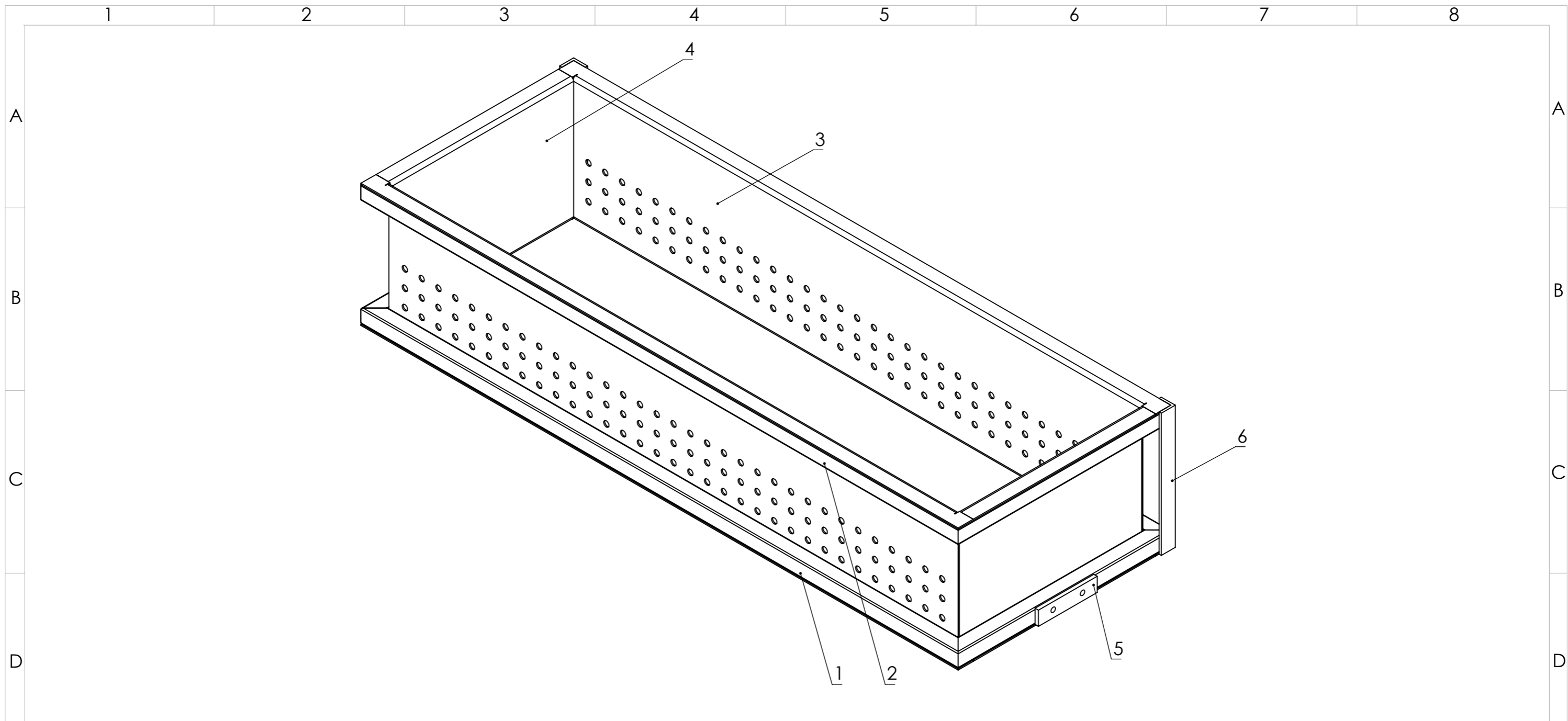


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.03 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	2:1
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-202	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



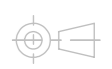
Chapa metálica de 1,5 mm de espesor
 En el agujero se acopla un tubo de R=50 mm, 3 mm de espesor

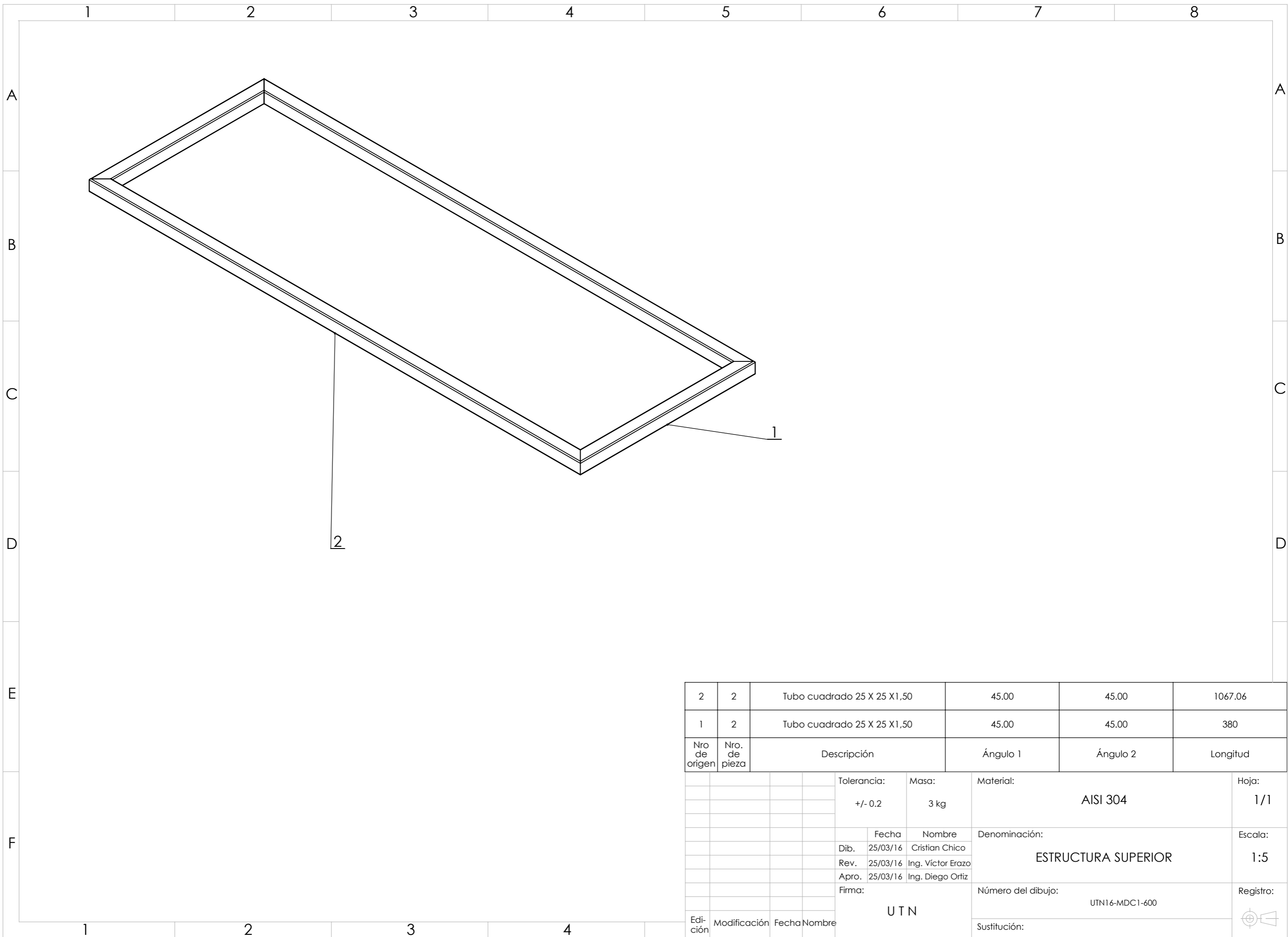
				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	20 kg	AISI 304	1/2
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dib. 25/03/16	Cristian Chico	BANDEJA RECOLECTORA	1:10
				Rev. 25/03/16	Ing. Víctor Erazo		
				Apro. 25/03/16	Ing. Diego Ortiz		
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-002	
						Sustitución:	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre				



6	2	Pieza para acople de cilindro	UTN15-MDC1-304	
5	2	Platina	UTN15-MDC1-303	
4	2	Lado 2 abastecedor	UTN15-MDC1-302	
3	2	Lado 1 abastecedor	UTN15-MDC1-301	
2	1	Estructura superior	UTN15-MDC1-700	
1	1	Estructura inferior	UTN15-MDC1-600	
Nro. de origen	Nro. de pieza	Denominación:	Número de norma o dibujo:	Observaciones:

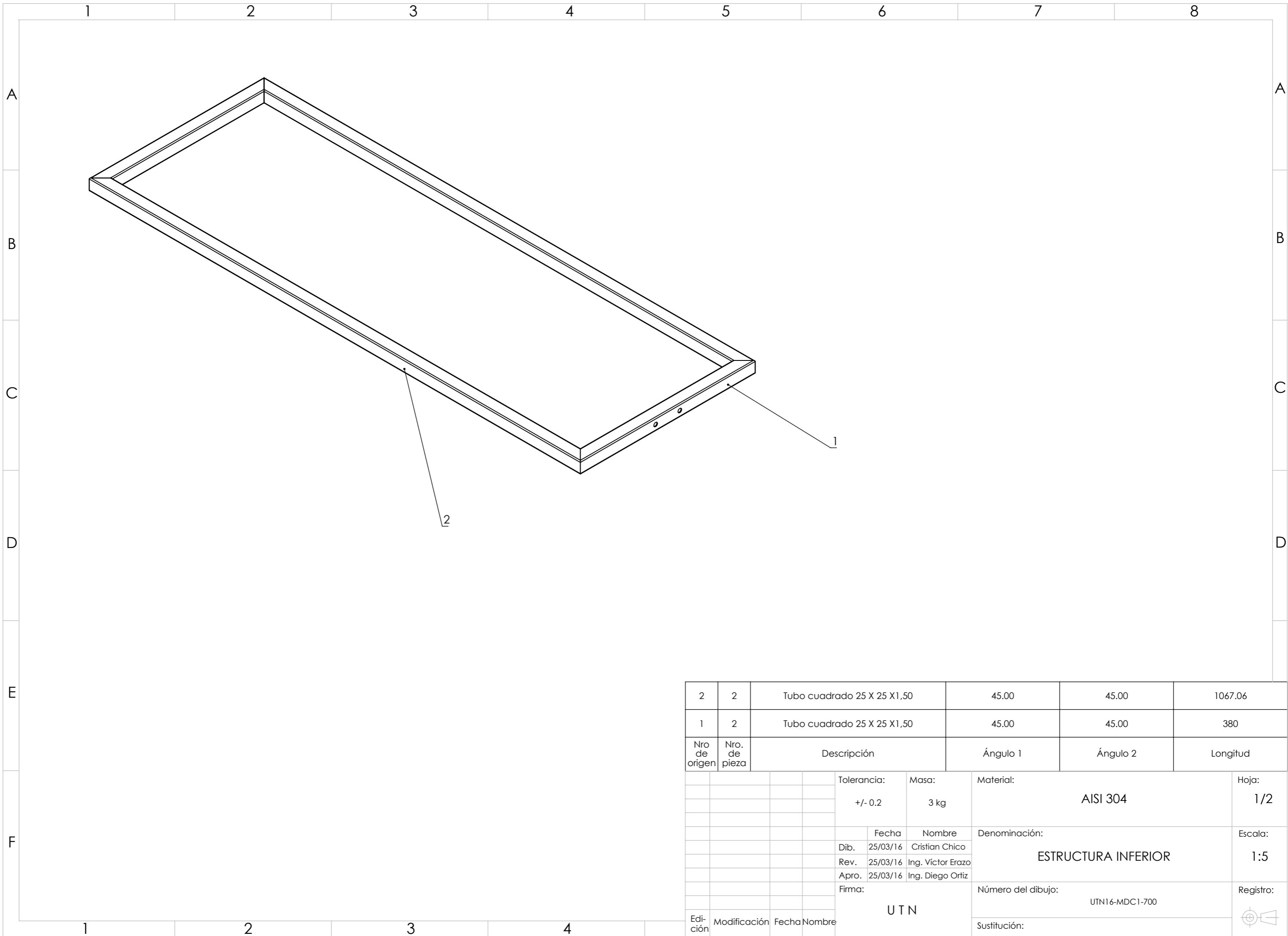
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
		Dib.	25/03/16	Cristian Chico	1:5
		Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
		Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
		Firma:	UTN		Registro:
				Número del dibujo:	
				UTN16-MDC1-300	
				Sustitución:	





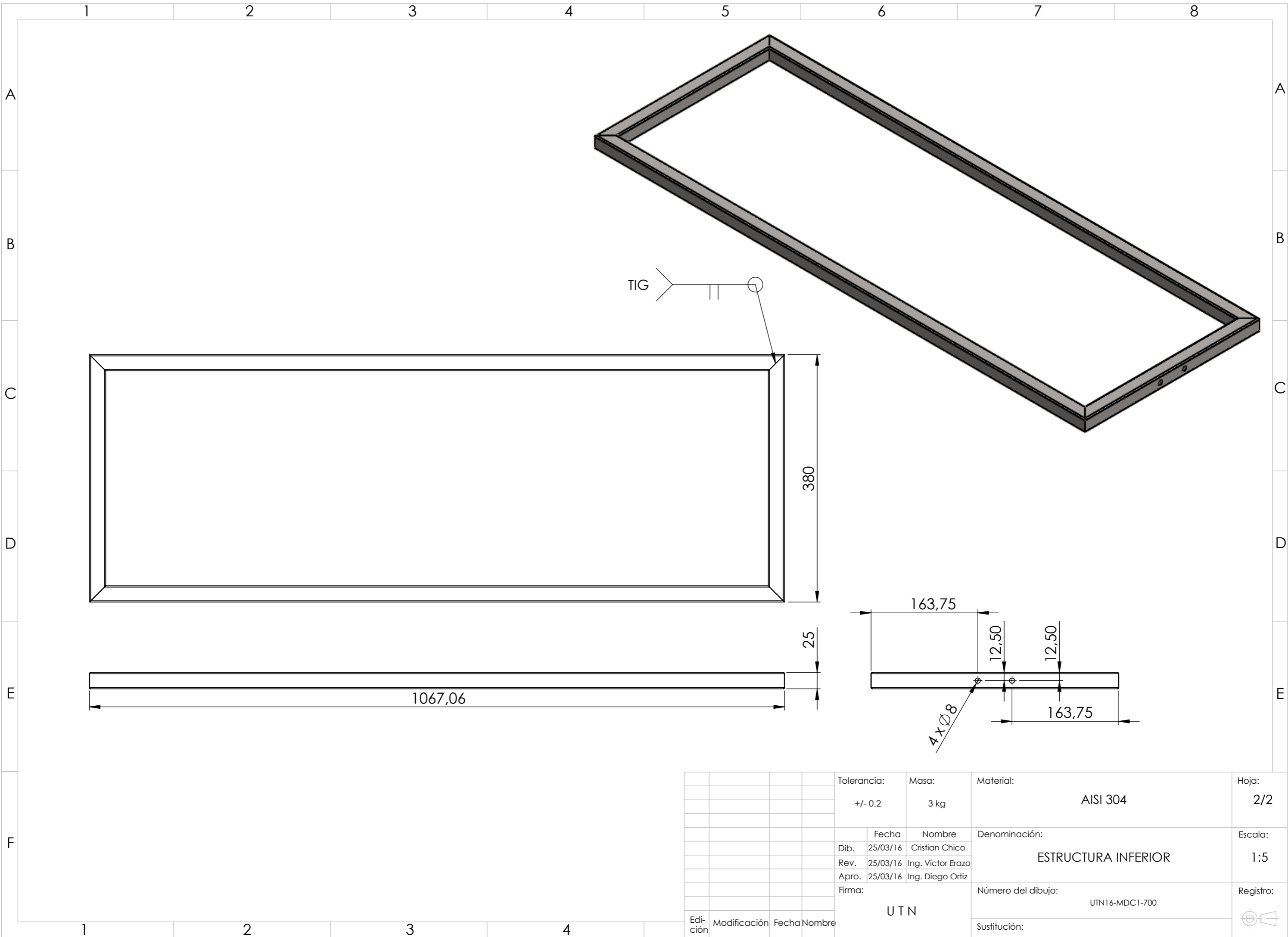
Nro de origen	Nro. de pieza	Descripción	Ángulo 1	Ángulo 2	Longitud
2	2	Tubo cuadrado 25 X 25 X1,50	45.00	45.00	1067.06
1	2	Tubo cuadrado 25 X 25 X1,50	45.00	45.00	380

Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:		
+/- 0.2	3 kg	AISI 304	1/1		
Dib.	Fecha	Nombre	Denominación:		
25/03/16	25/03/16	Cristian Chico	ESTRUCTURA SUPERIOR		
Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo			
Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz			
Firma:	UTN		Número del dibujo:		
			UTN16-MDC1-600		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:	Registro:



Nro de origen	Nro. de pieza	Descripción	Ángulo 1	Ángulo 2	Longitud
2	2	Tubo cuadrado 25 X 25 X1,50	45.00	45.00	1067.06
1	2	Tubo cuadrado 25 X 25 X1,50	45.00	45.00	380

Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:		
+/- 0.2	3 kg	AISI 304	1/2		
Dib.	Fecha	Nombre	Denominación:		
25/03/16	25/03/16	Cristian Chico	ESTRUCTURA INFERIOR		
Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo			
Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz			
Firma:	UTN		Número del dibujo:		
			UTN16-MDC1-700		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:	Registro:



TIG

380

25

1067,06

163,75

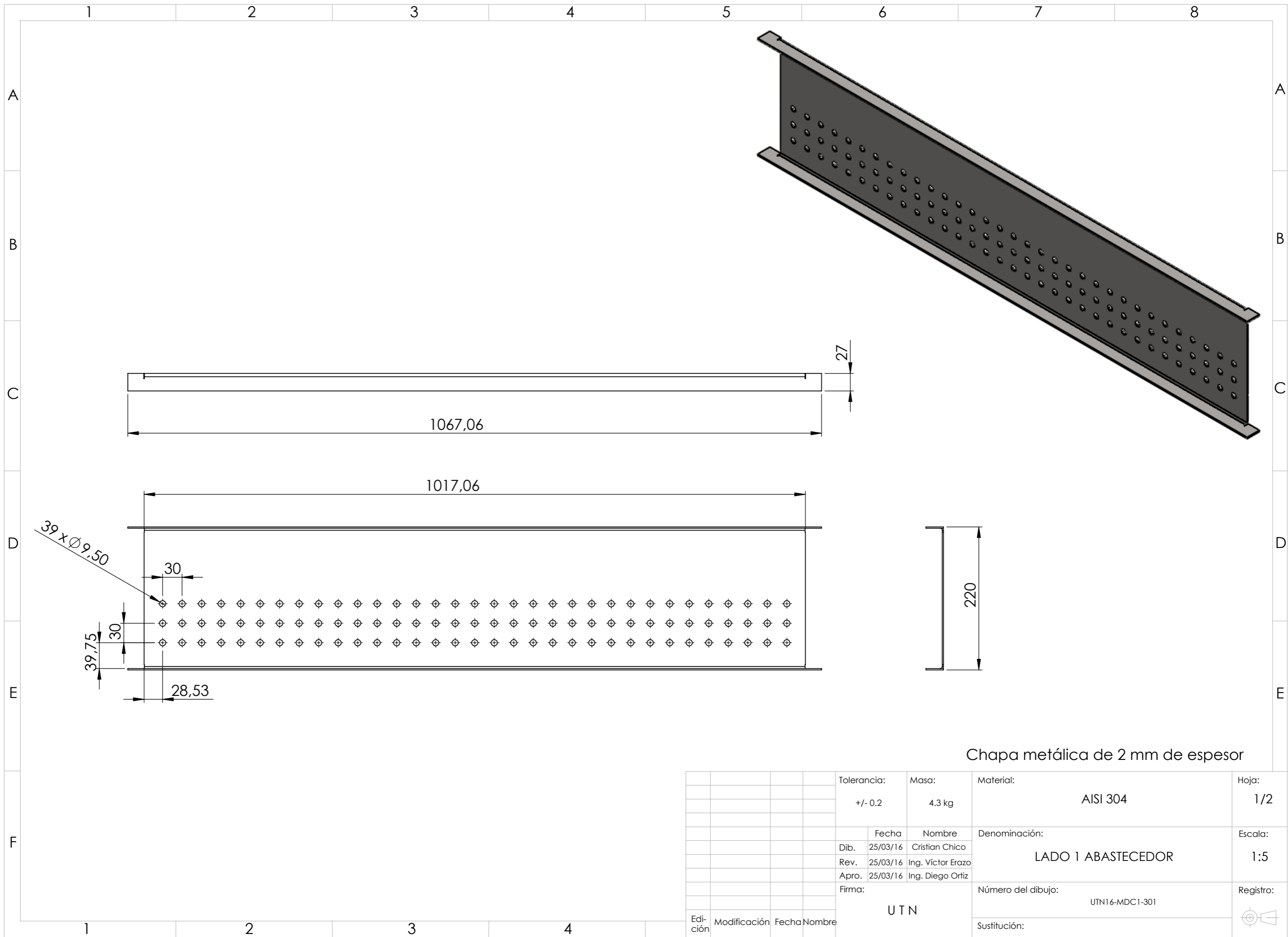
12,50

12,50

163,75

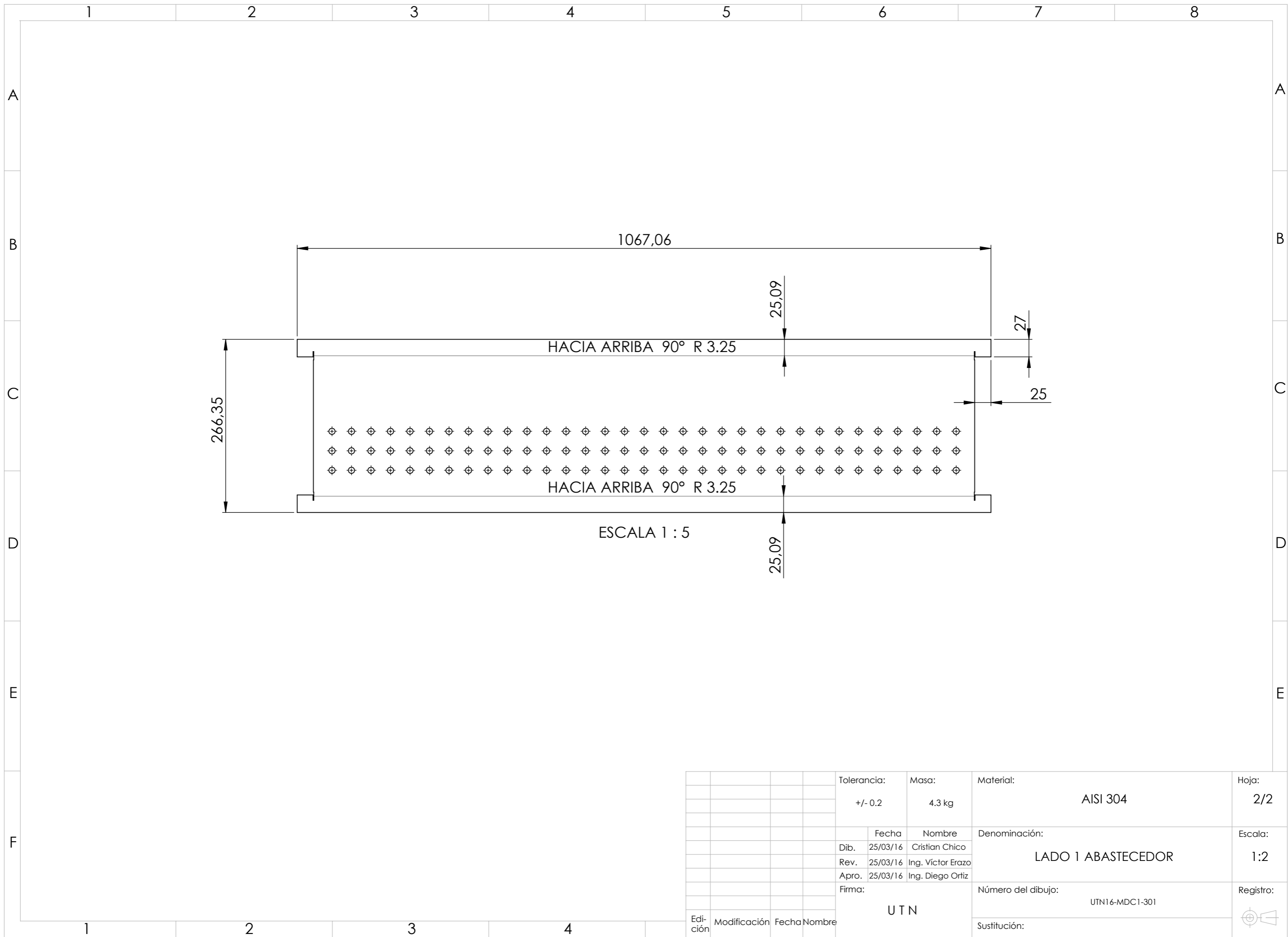
4 x Ø8

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:		
				+/- 0.2	3 kg	AISI 304	2/2		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dib.	25/03/16	Cristian Chico			ESTRUCTURA INFERIOR	1:5
			Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo				
			Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz				
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:		
				UTN		UTN16-MDC1-700			
						Sustitución:			
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre						

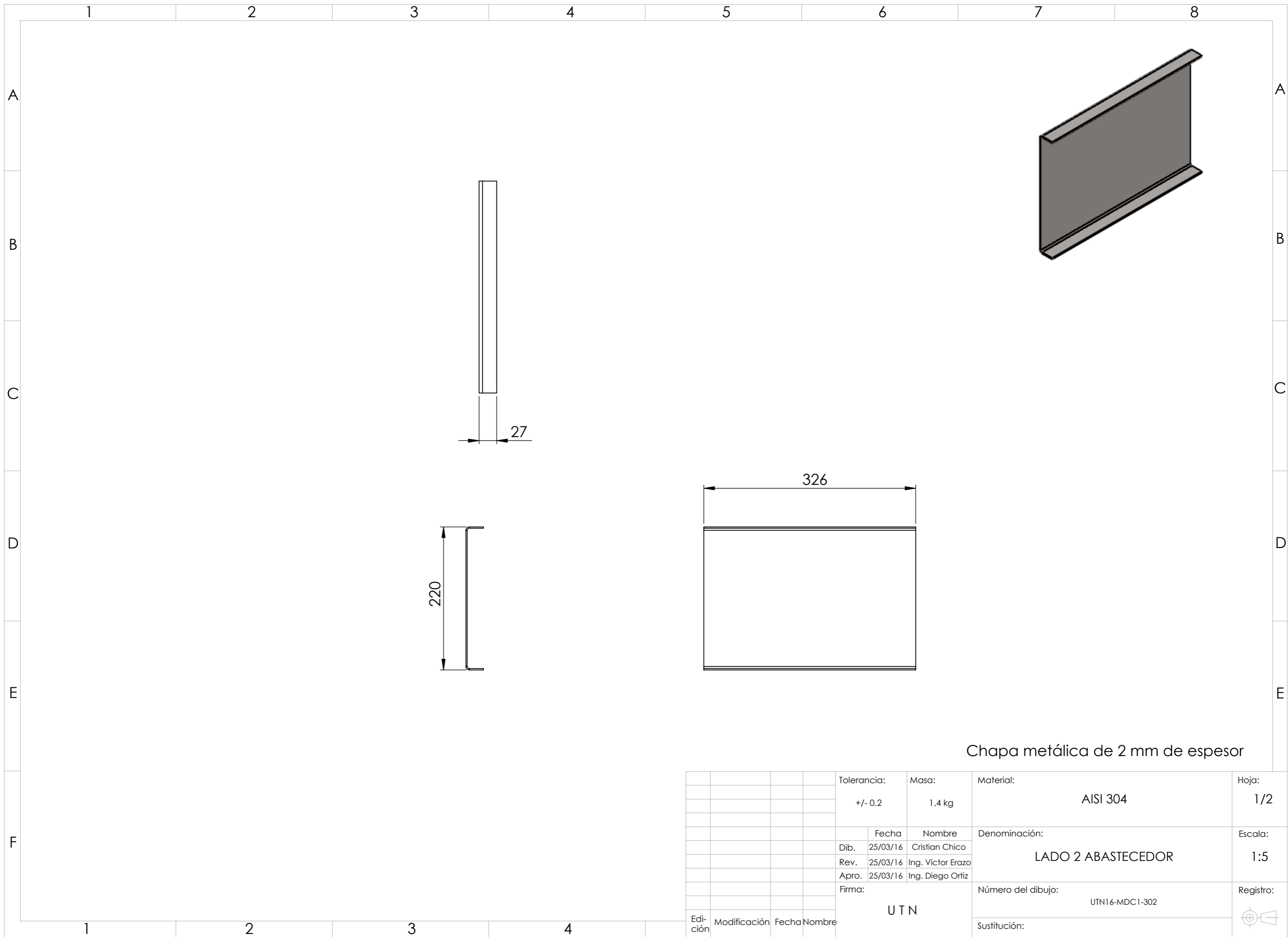


Chapa metálica de 2 mm de espesor

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	4.3 kg	AISI 304	1/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-301	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

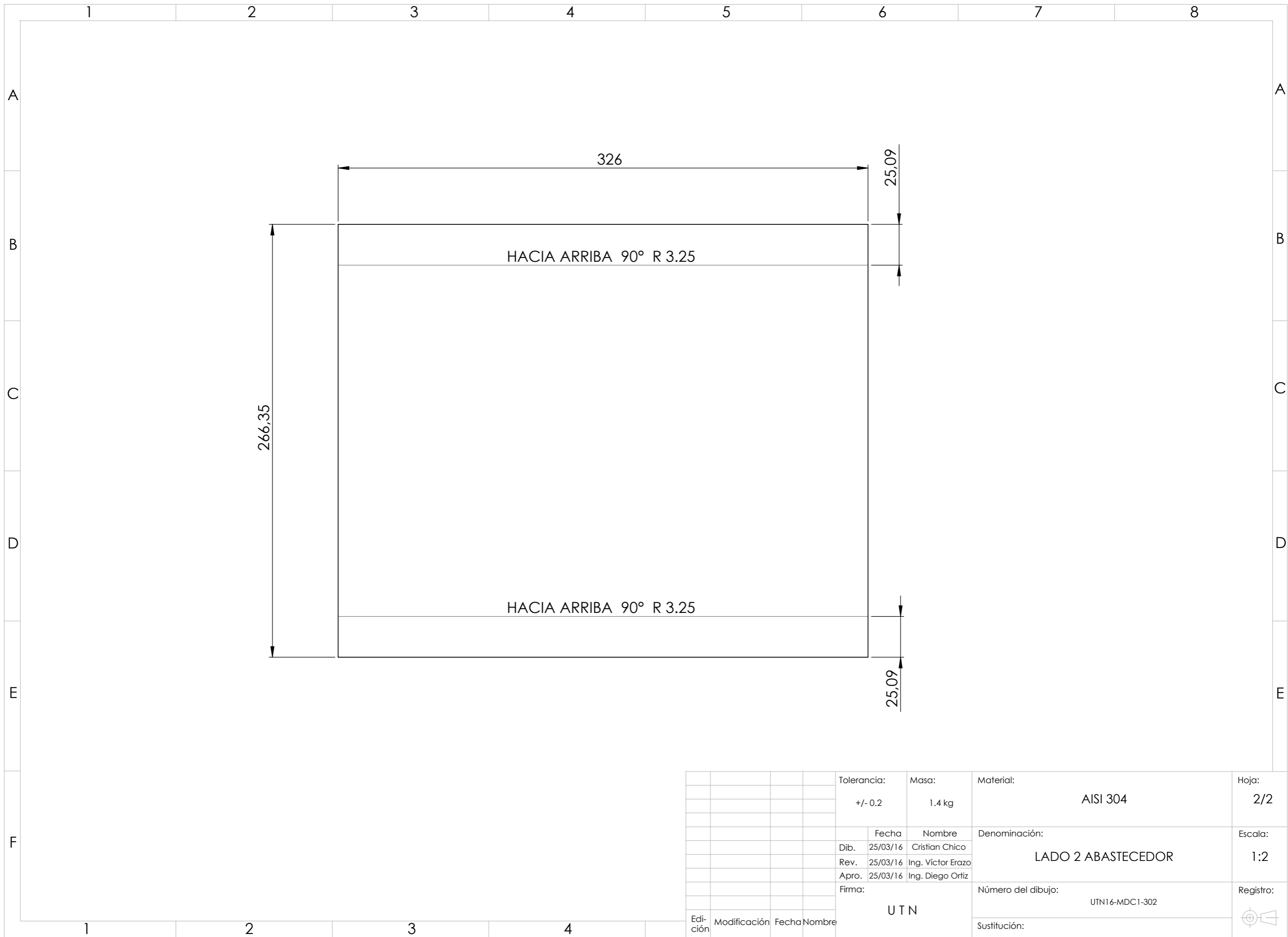


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	4.3 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:2
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-301	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

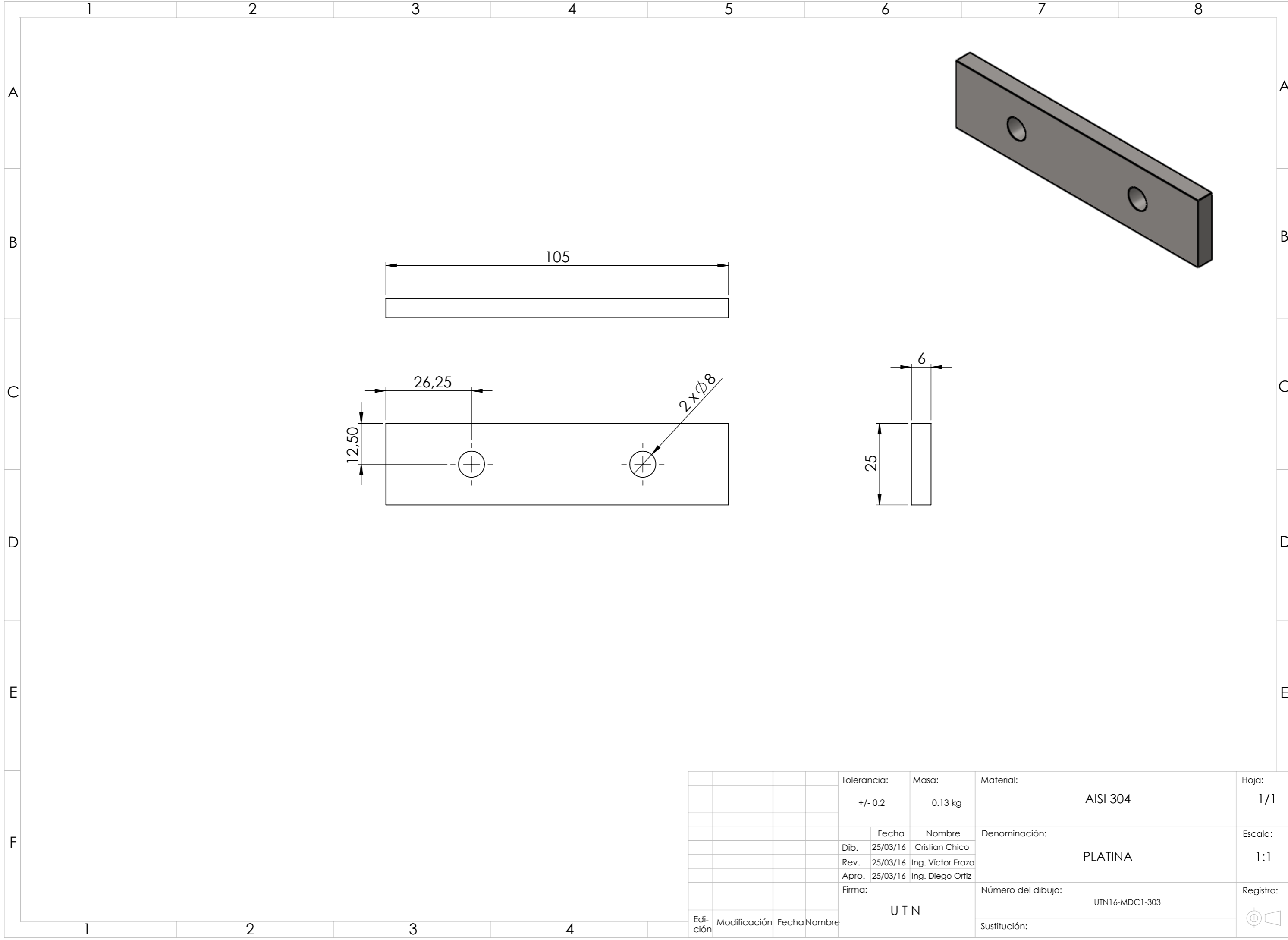


Chapa metálica de 2 mm de espesor

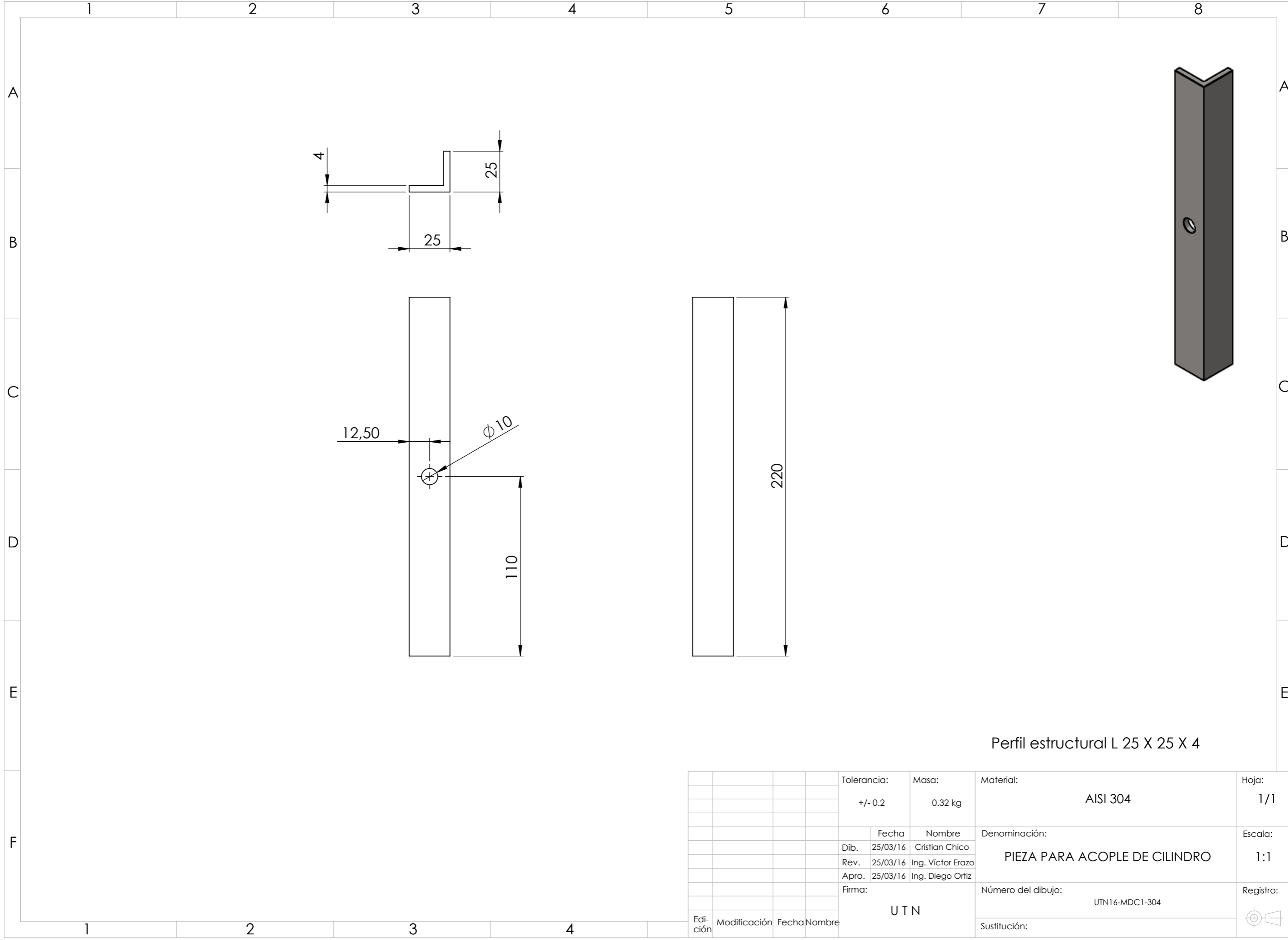
				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.4 kg	AISI 304	1/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:	UTN		Registro:
						Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-302	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.4 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:2
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-302	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

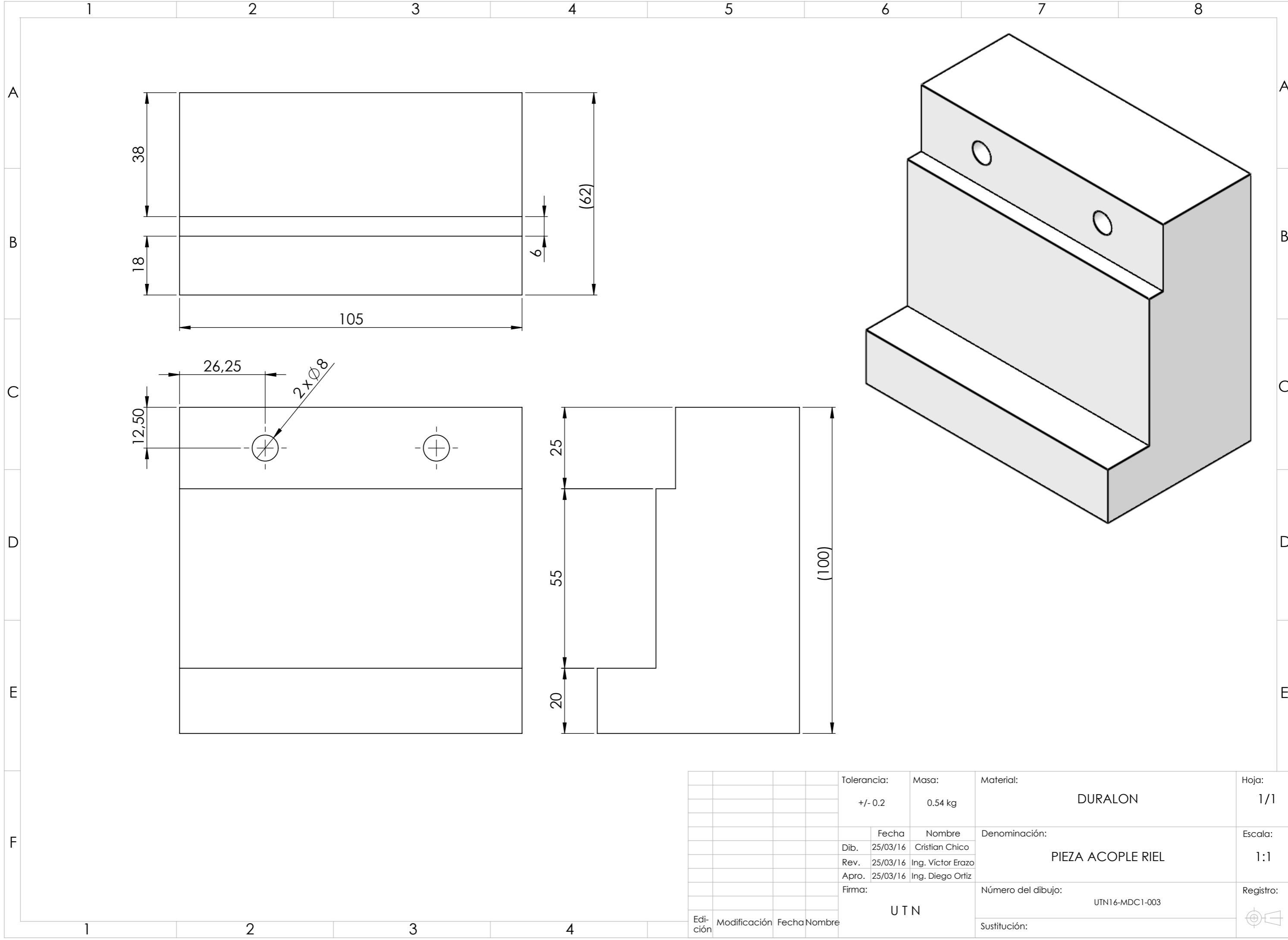


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.13 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:1
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:	UTN		Registro:
						Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-303	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

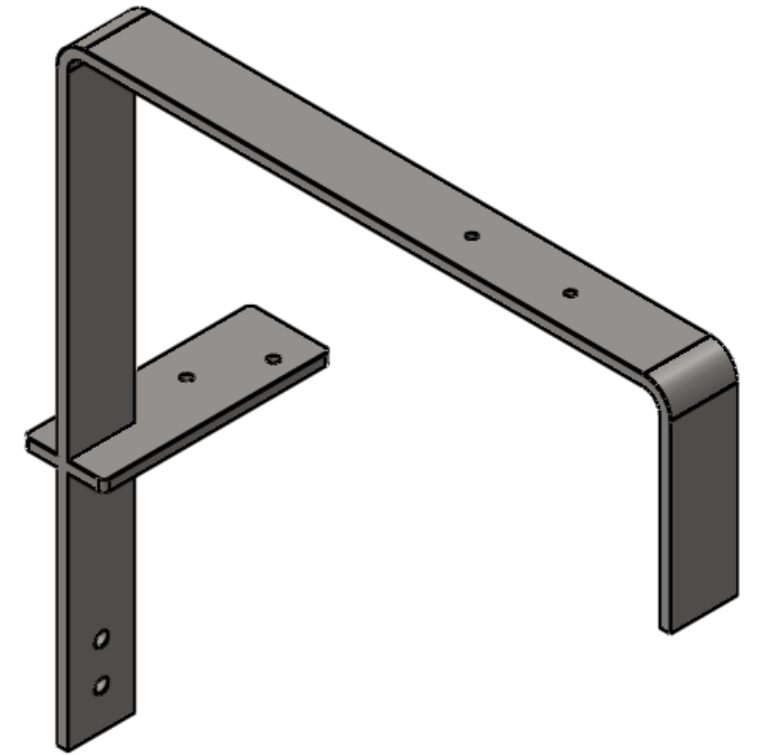
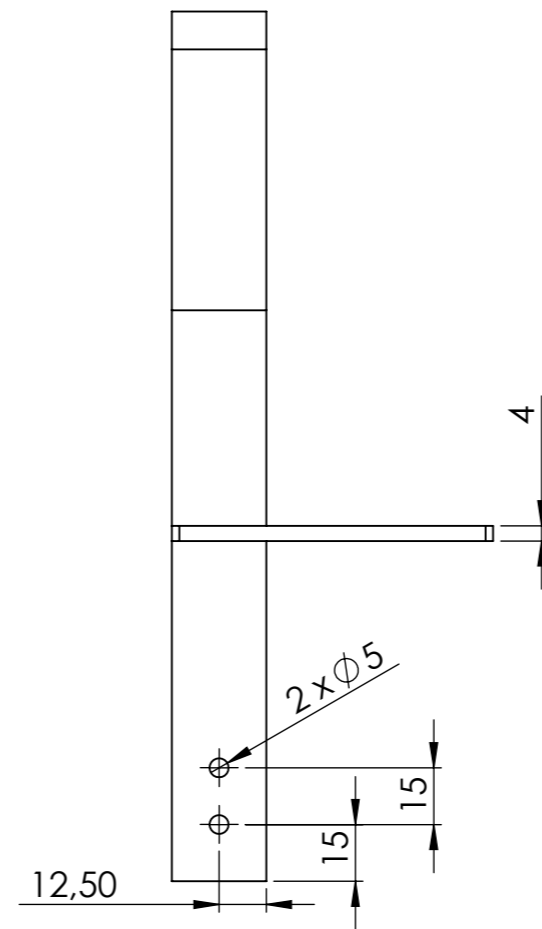
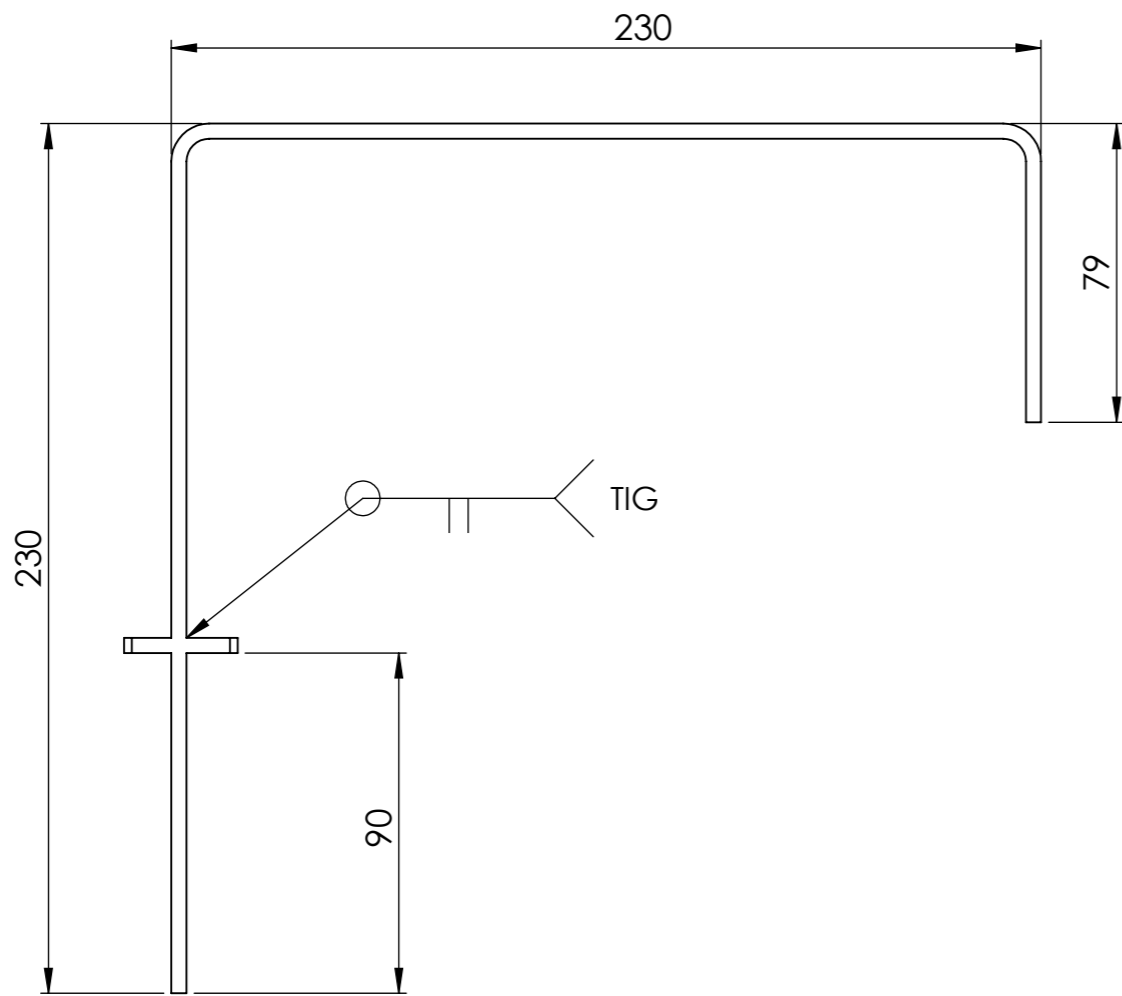
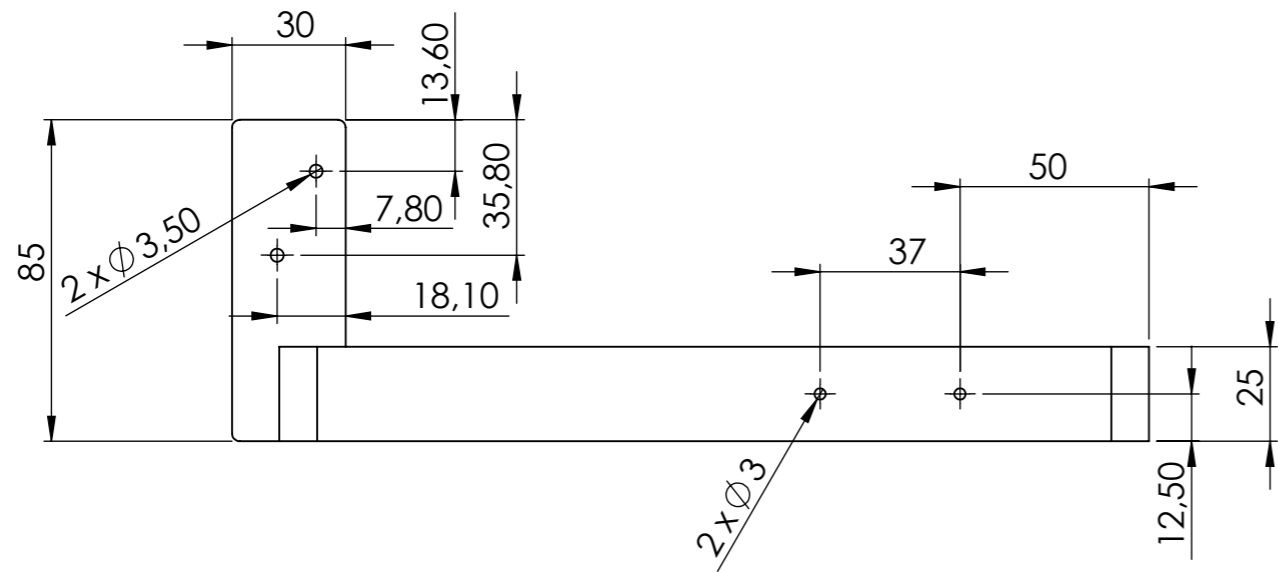


Perfil estructural L 25 X 25 X 4

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.32 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:1
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-304	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

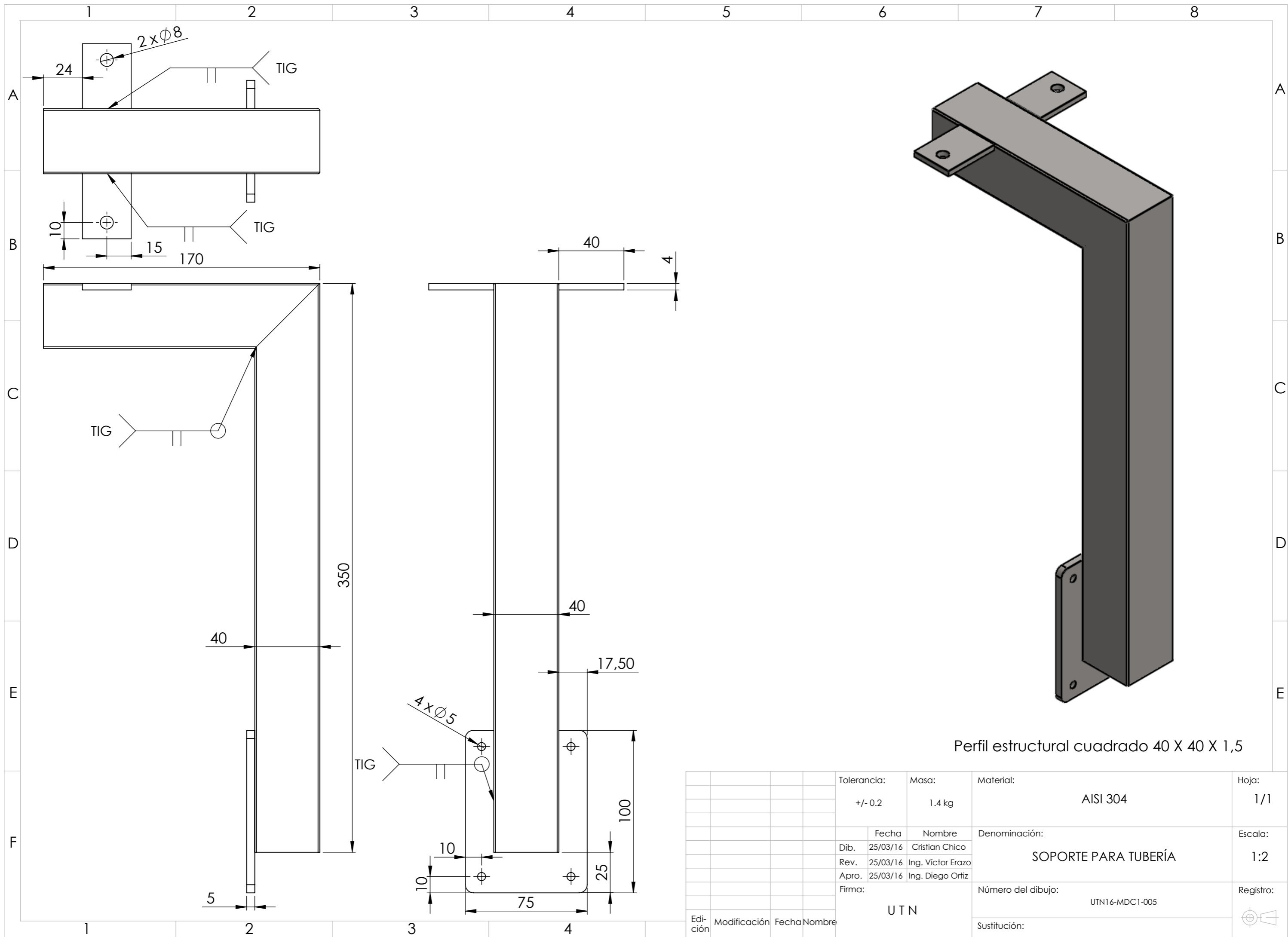


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.54 kg	DURALON	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:1
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-003	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				



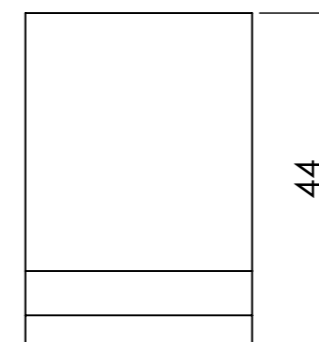
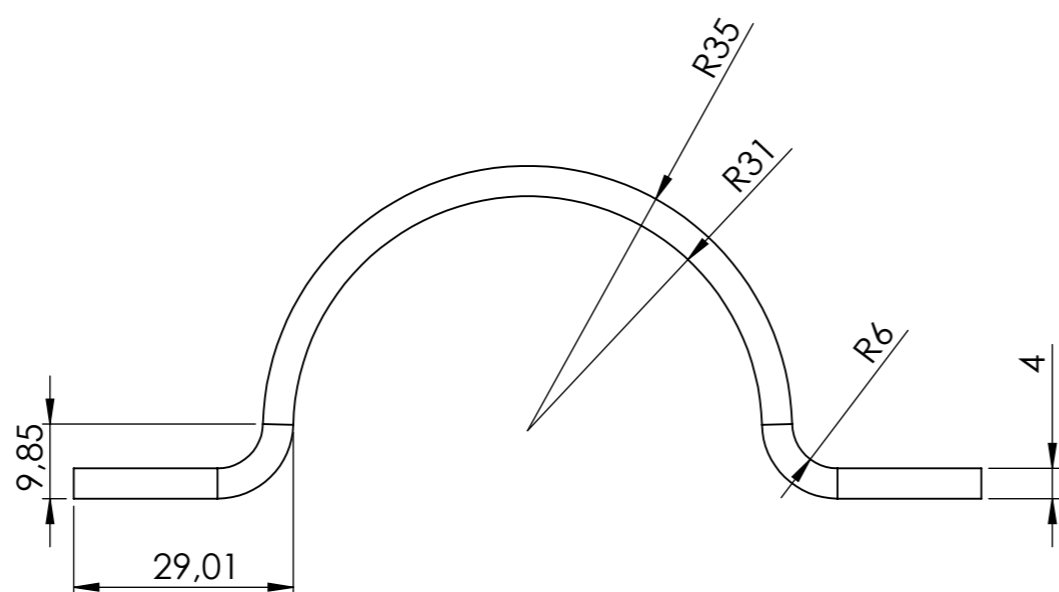
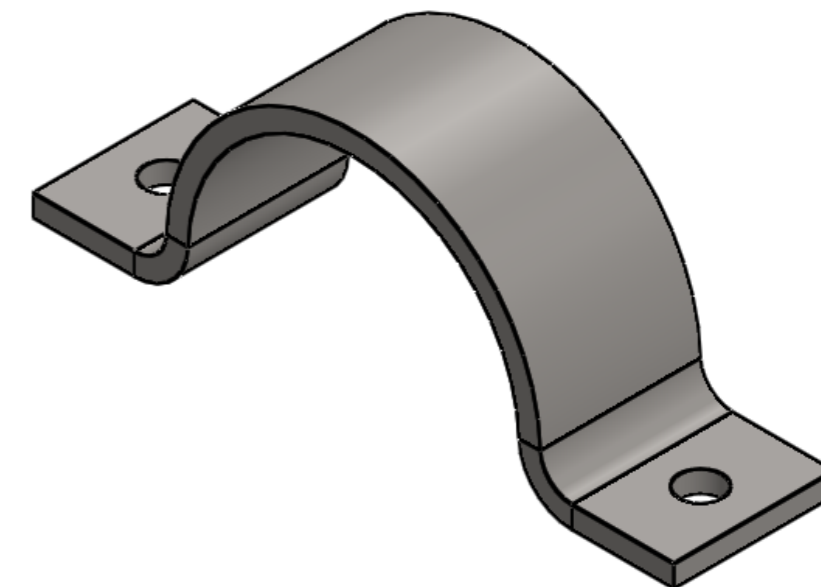
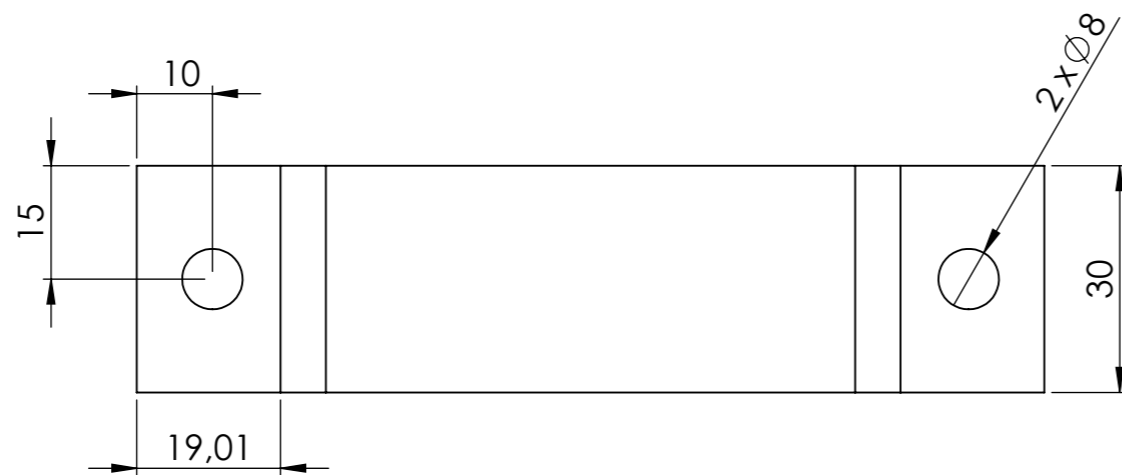
Platina de 25 mm de ancho y 4 mm de espesor
Radio de pliego = 6 mm

Tolerancia:		Masa:	Material:	Hoja:
+/- 0.2		0.5 kg	AISI 304	1/1
Fecha		Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	25/03/16	Cristian Chico		
Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo		
Apro.		25/03/16	Ing. Diego Ortiz	Registro:
Firma:		Número del dibujo:		
UTN		UTN16-MDC1-004		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	
Sustitución:				



Perfil estructural cuadrado 40 X 40 X 1,5

Tolerancia:		Masa:	Material:	Hoja:
+/- 0.2		1.4 kg	AISI 304	1/1
Fecha			Nombre	Denominación:
Dib.	25/03/16	Cristian Chico	SOPORTE PARA TUBERÍA	
Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	Escala:	
Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	1:2	
Firma:			Número del dibujo:	Registro:
UTN			UTN16-MDC1-005	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sustitución:



Platina de 30 mm de ancho y 4 mm de espesor
 Longitud = 102.06mm
 Radio de pliegue = 6 mm

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.15 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:1
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-006	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

D

D

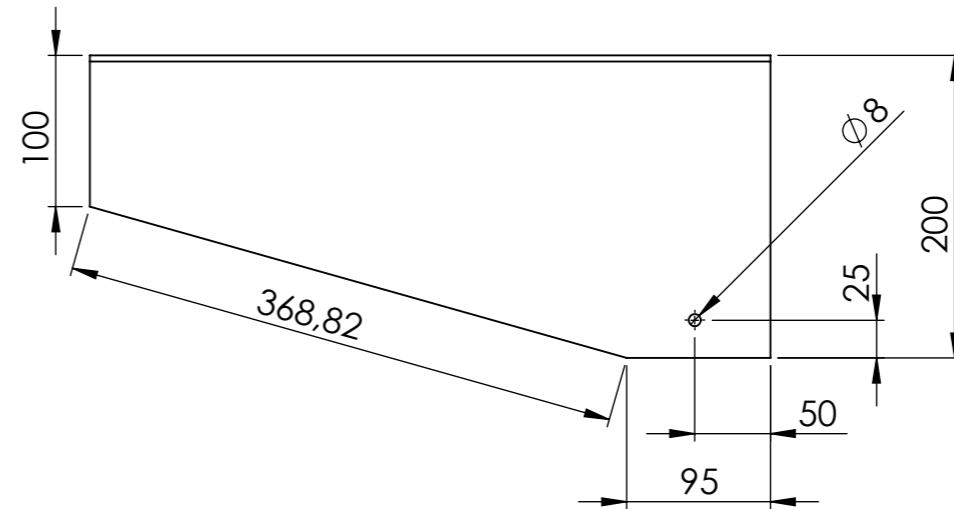
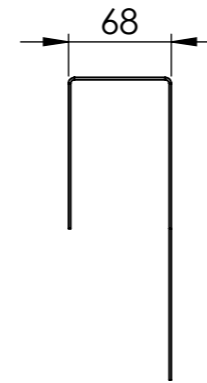
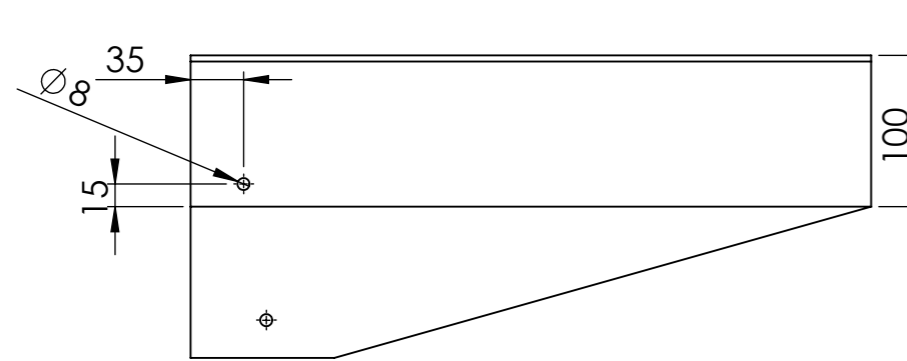
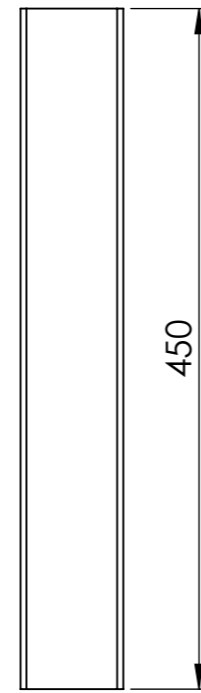
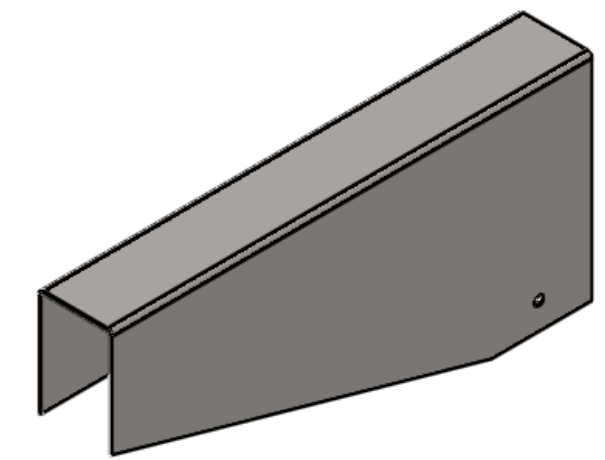
E

E

F

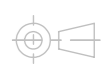
F

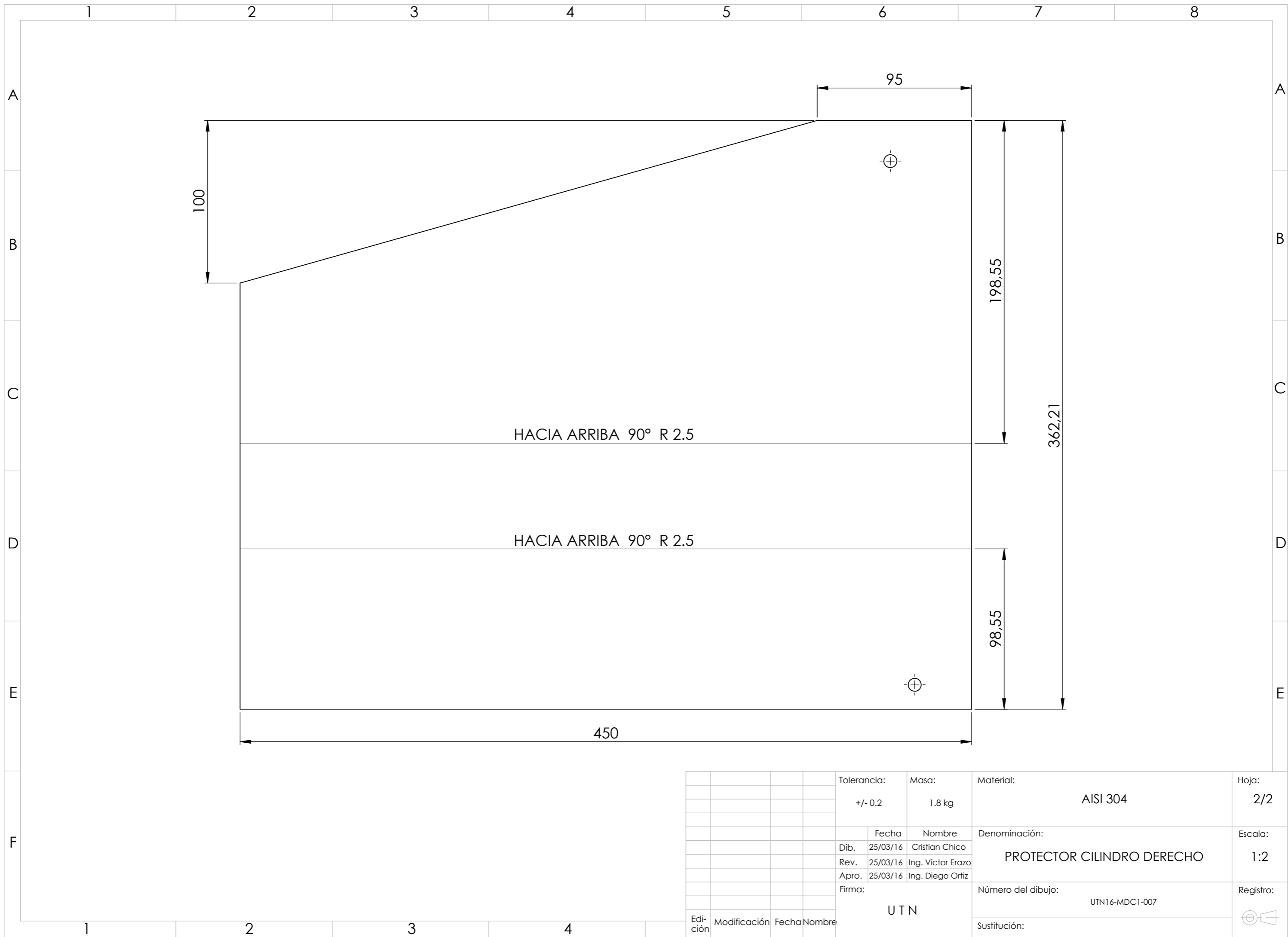
1 2 3 4



Chapa metálica de 1.5 mm de espesor

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.8 kg	AISI 304	1/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-007	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				





HACIA ARRIBA 90° R 2.5

HACIA ARRIBA 90° R 2.5

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.8 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:2
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-007	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

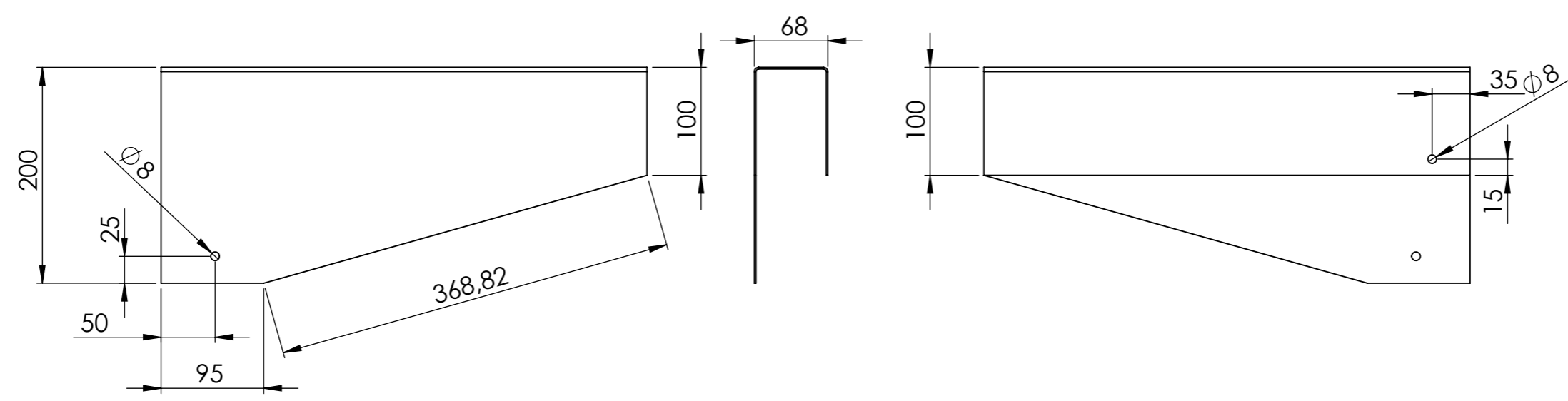
D

D

E

E

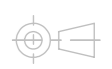
F

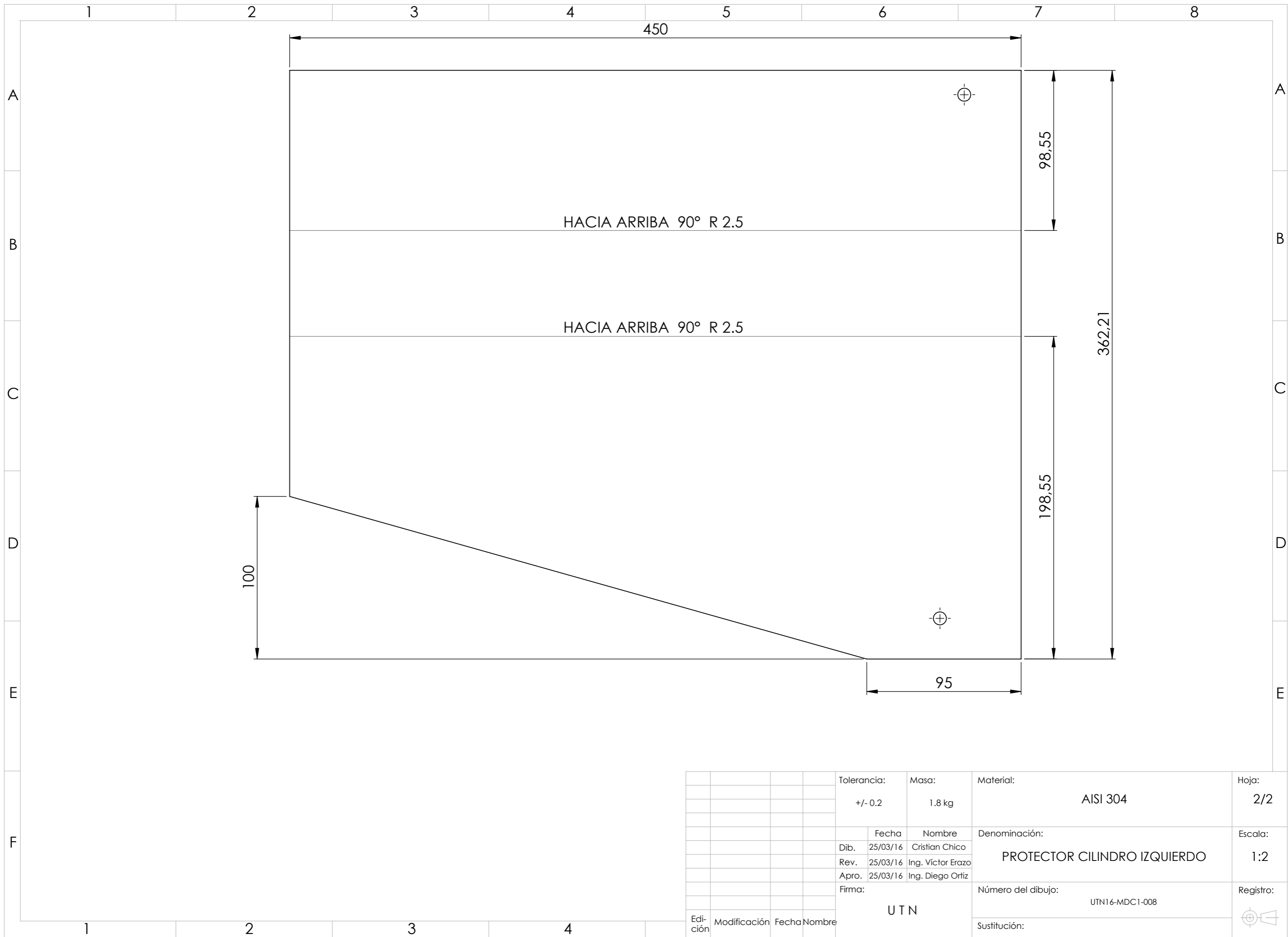


Chapa metálica de 1.5 mm de espesor

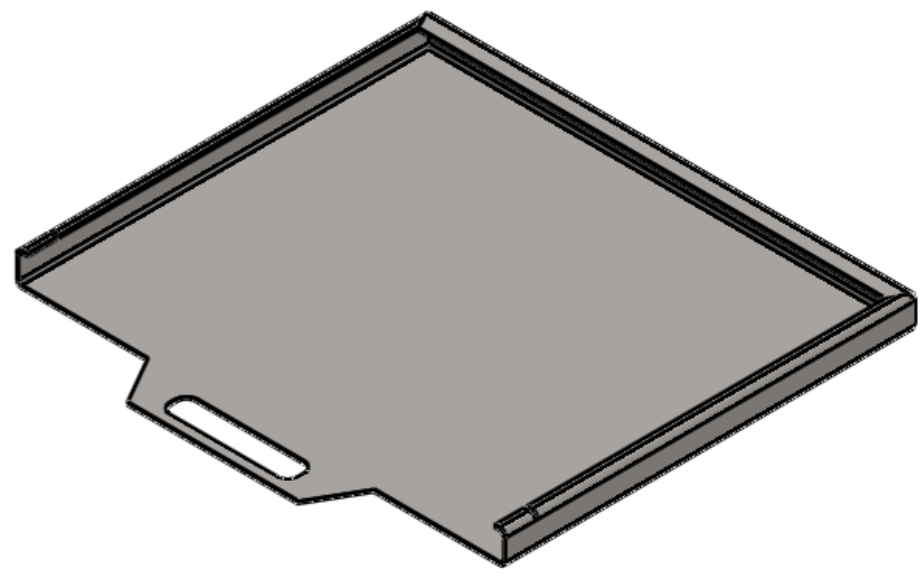
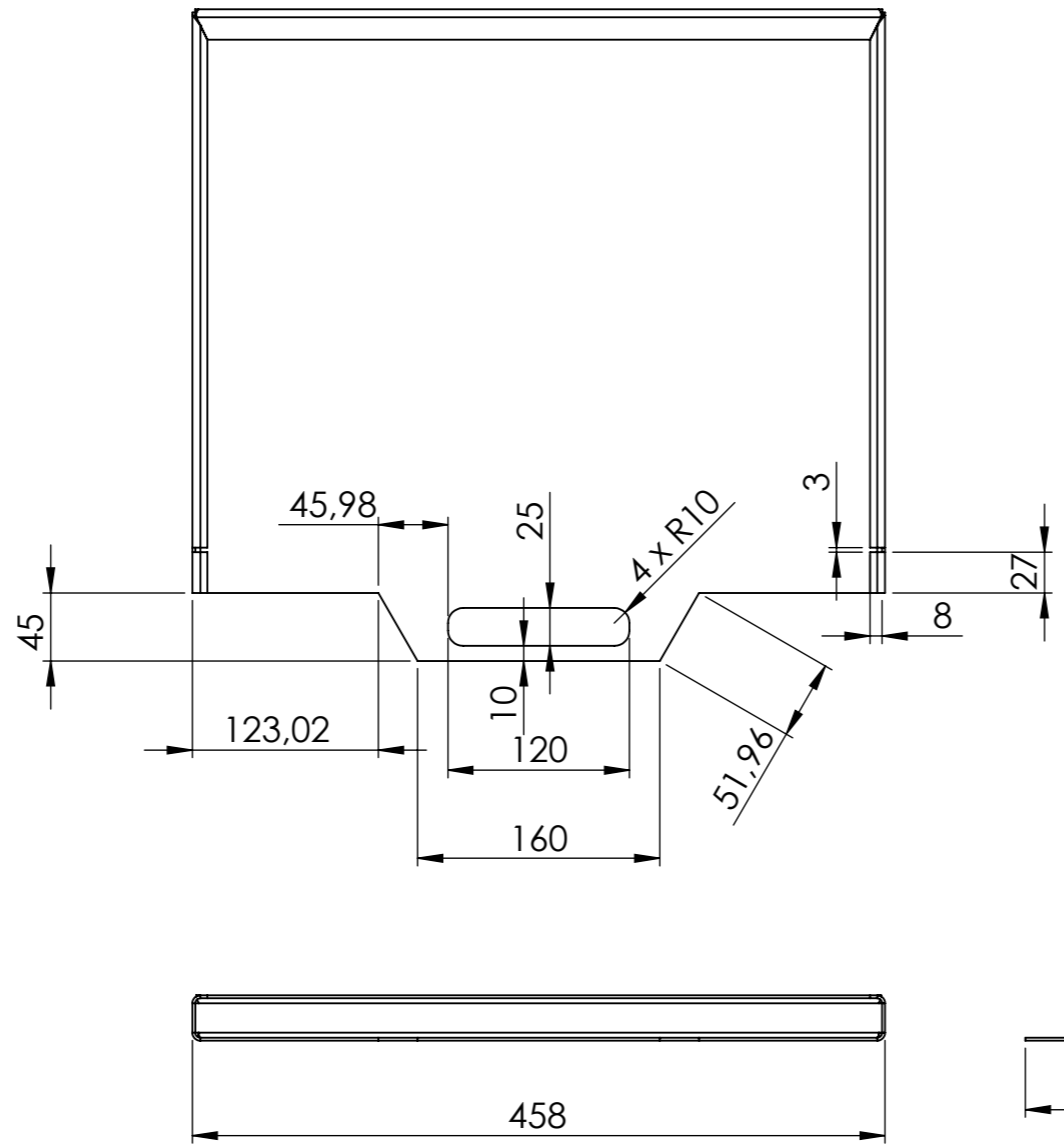
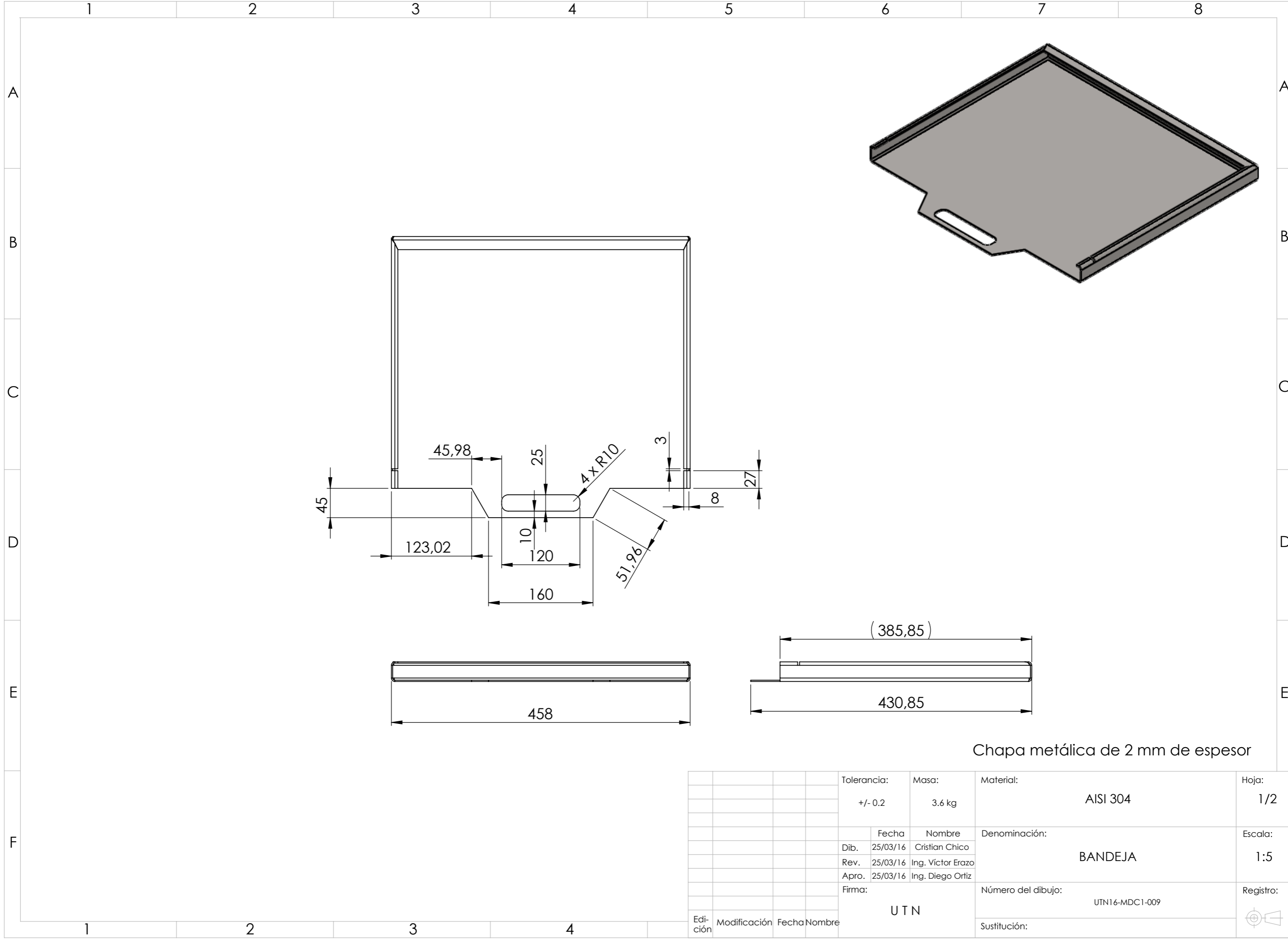
				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.8 kg	AISI 304	1/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
				UTN		UTN16-MDC1-008	
Edi-	Modificación	Fecha	Nombre			Sustitución:	

1 2 3 4



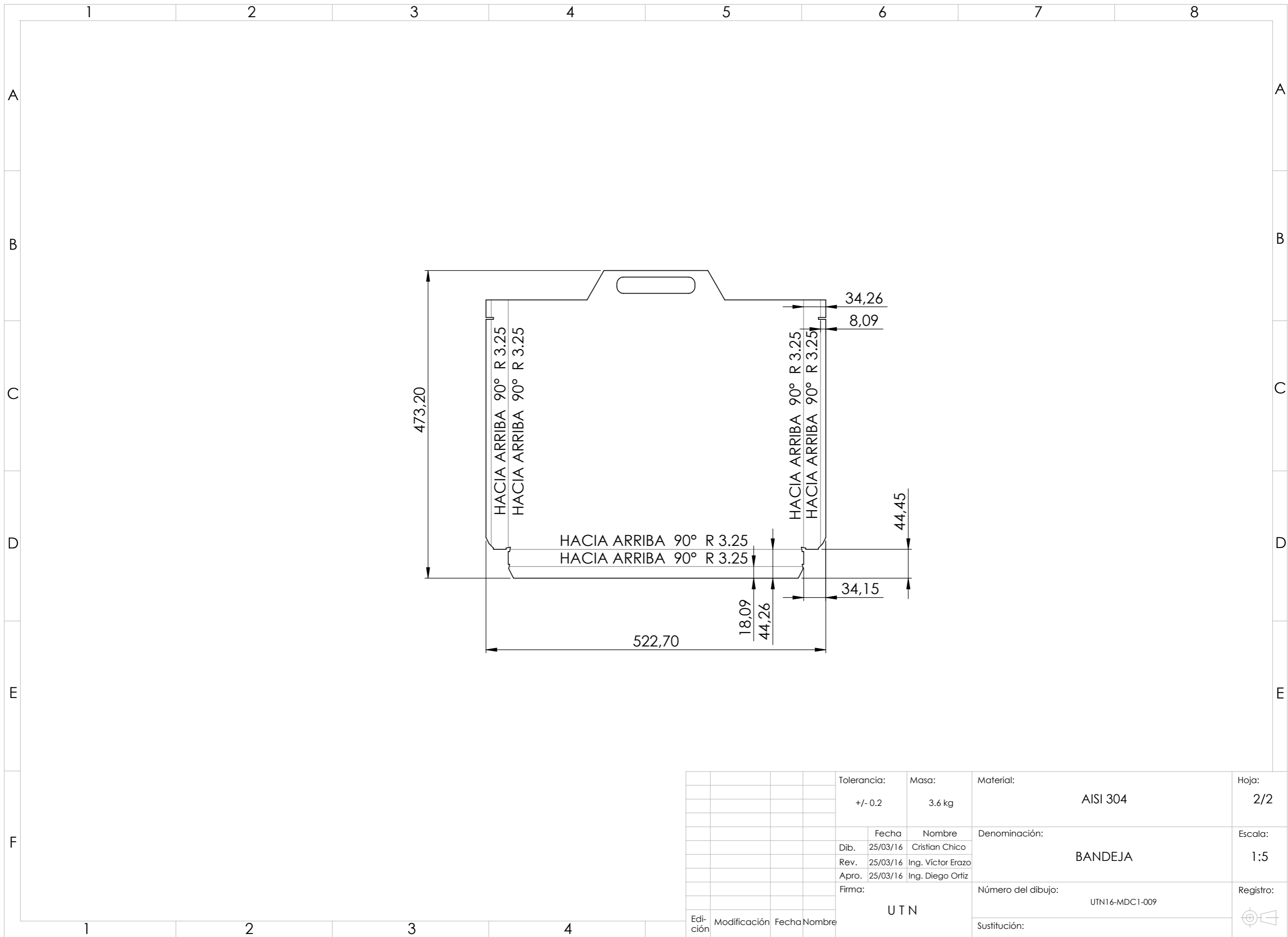


				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	1.8 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:2
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	PROTECTOR CILINDRO IZQUIERDO
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:		Número del dibujo:	Registro:
						UTN16-MDC1-008	
				Edición	Modificación	Sustitución:	
				Fecha	Nombre		

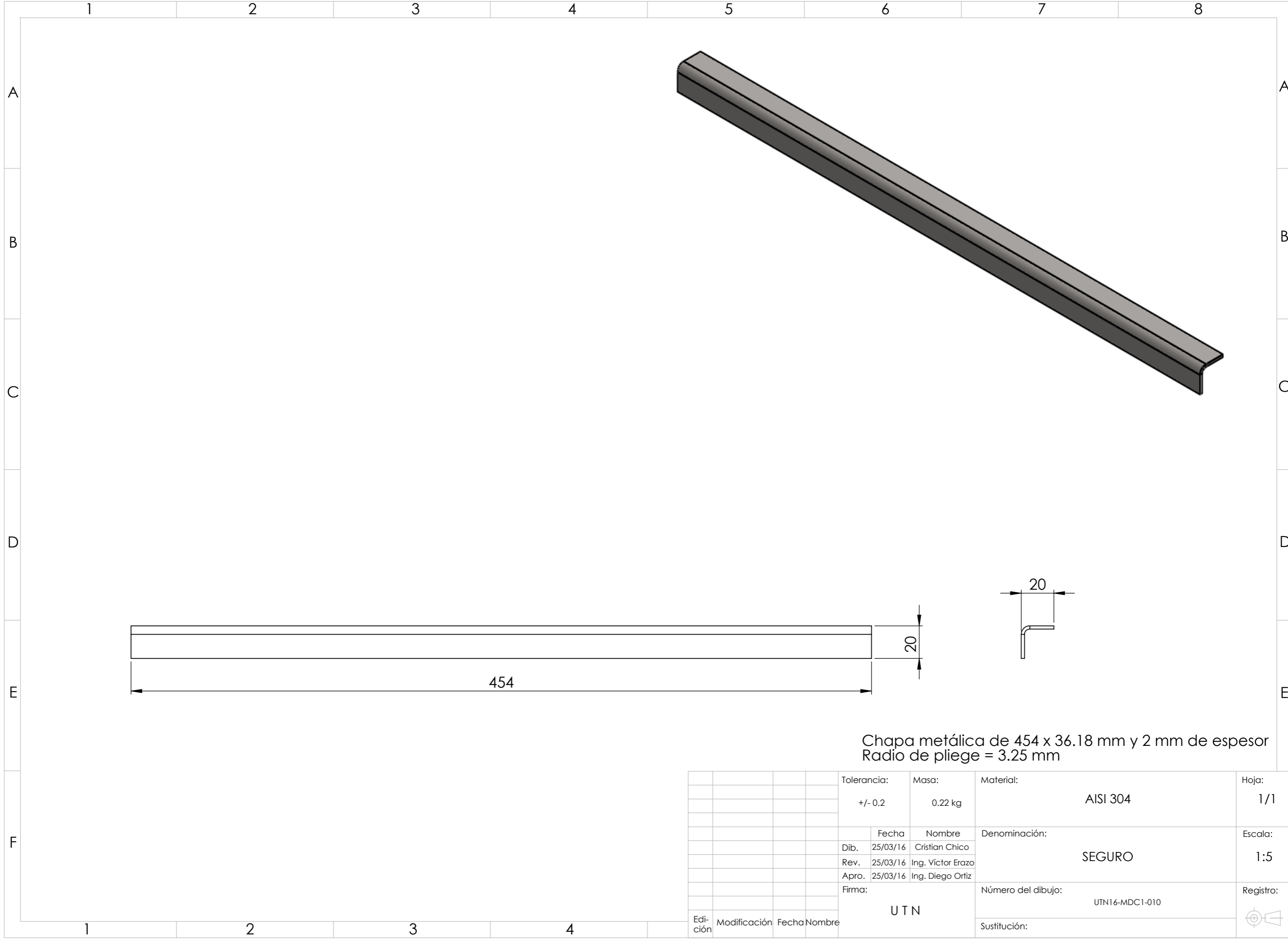


Chapa metálica de 2 mm de espesor

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:	
				+/- 0.2	3.6 kg	AISI 304	1/2	
				Dib.	Fecha	Nombre	Denominación:	
				25/03/16	25/03/16	Cristian Chico	BANDEJA	
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo		
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz		
				Firma:	UTN		Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-009		
						Sustitución:	Registro:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	3.6 kg	AISI 304	2/2
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:	UTN		Registro:
						Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-009	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

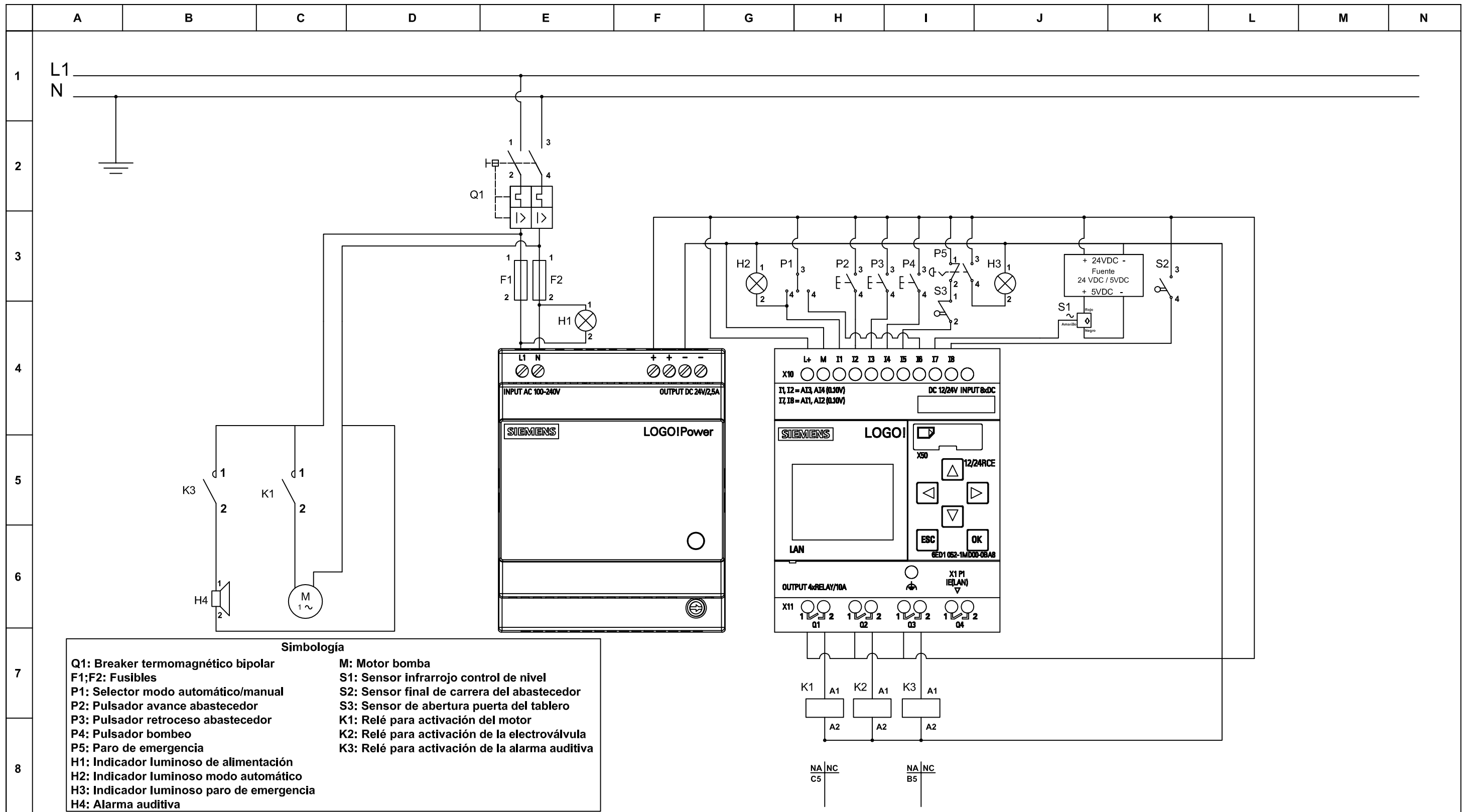


Chapa metálica de 454 x 36.18 mm y 2 mm de espesor
 Radio de pliego = 3.25 mm

				Tolerancia:	Masa:	Material:	Hoja:
				+/- 0.2	0.22 kg	AISI 304	1/1
						Denominación:	Escala:
				Dib.	Fecha	Nombre	1:5
				Rev.	25/03/16	Ing. Víctor Erazo	
				Apro.	25/03/16	Ing. Diego Ortiz	
				Firma:	UTN		Registro:
						Número del dibujo:	
						UTN16-MDC1-010	
						Sustitución:	
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre				

ANEXO III

Diagrama eléctrico de la máquina



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Carrera de Ingeniería en Mecatrónica

Diagrama de control

DIAGRAMA ELÉCTRICO

Autor: Cristian Geovanny Chico Godoy

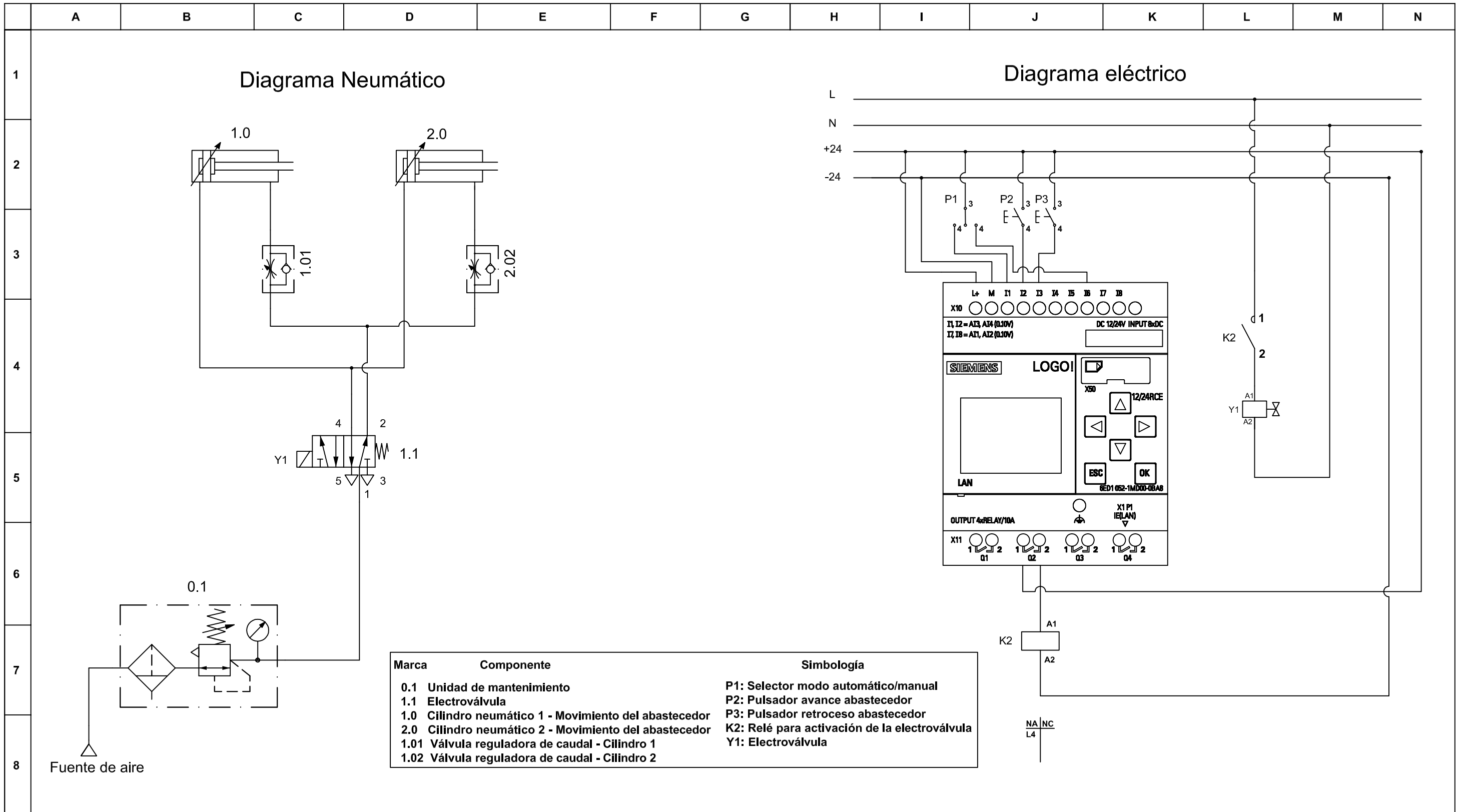
Fecha: 28-04-2016

Lámina: 1

Revisado: Ing. Diego Ortiz

ANEXO IV

Diagrama neumáticos de la máquina



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Carrera de Ingeniería en Mecatrónica

Diagrama de control

DIAGRAMA NEUMÁTICO

Autor: Cristian Geovanny Chico Godoy

Fecha: 28-04-2016

Lámina: 1

Revisado: Ing. Diego Ortiz

ANEXO V

Catálogo de DIPAC Materiales de acero inoxidable



Calidad AISI 304
Descripción Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intersticial hasta 300°C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas si se emplea con la superficie pulida espejo.
Aplicaciones Industrias alimenticias, cerveceras, azucarera, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental etc...
Longitud 6 m

Composición Química						
%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica (N/mm2)	Punto de Fluencia (N/mm2)	Elongación %Min.	Dureza ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

Dimensiones	
Diámetro	
3/16"	
1/4"	
5/16"	
3/8"	
1/2"	
5/8"	
3/4"	
1"	
1 1/4"	
1 1/2"	
2"	
2 1/2"	
3"	
3 1/2"	
4"	
5"	
6"	





DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO

INOXIDABLE

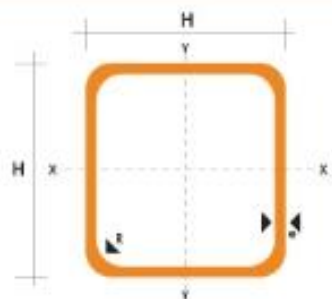
TUBO CUADRADO EN ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales

Norma	AISI 304
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa consulta
Dimensiones	Desde 1/2" hasta 2"
Espesor	Desde 0.60mm hasta 2.00mm



Pulgadas	DIMENSIONES		PESO	EJES X-X E Y-Y			
	H	e	P	AREA			
	mm	mm	Kg/5m	A	I	W	I
				cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
1/2	12	0.60	1.32	0.27	0.06	0.10	0.47
		0.75	1.86	0.32	0.07	0.12	0.47
		0.95	2.28	0.40	0.08	0.13	0.45
5/8	15	0.60	1.74	0.35	0.12	0.16	0.59
		0.75	2.16	0.41	0.14	0.19	0.58
		0.95	2.70	0.51	0.16	0.21	0.56
3/4	20	0.60	2.22	0.47	0.29	0.29	0.79
		0.75	2.88	0.56	0.34	0.34	0.78
		0.95	3.60	0.70	0.41	0.41	0.77
		1.10	4.20	0.80	0.47	0.47	0.77
1	25	1.50	5.64	1.05	0.58	0.58	0.74
		0.75	3.60	0.71	0.69	0.55	0.99
		0.95	4.50	0.89	0.84	0.67	0.97
		1.10	5.22	1.02	0.95	0.76	0.97
1 1/4	30	1.50	7.08	1.35	1.21	0.97	0.95
		0.95	5.40	1.06	1.50	1.00	1.18
		1.10	6.24	1.24	1.70	1.13	1.17
1 1/2	40	1.50	8.46	1.65	2.19	1.47	1.15
		0.95	7.20	1.46	3.68	1.84	1.59
		1.10	4.34	1.68	4.20	2.10	1.58
2	50	1.50	11.28	2.25	5.48	2.74	1.56
		1.50	14.04	2.85	11.06	4.42	1.97



NOMENCLATURA

- A= Área de la selección transversal del tubo, cm²
- I= Momento de inercia de la sección, cm⁴
- W= Módulo resistente de la sección, cm³
- r= Radio de giro de la sección, cm

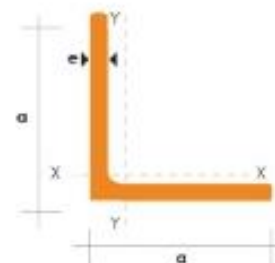
ANGULOS EN ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales

Norma	ASIS 304
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa consulta



DIMENSIONES		PESO		AREA
mm				
a	e	kg/m	kg/6m	cm ²
20	2	0.60	3.62	0.76
20	3	0.87	5.27	1.11
25	2	0.75	4.56	0.96
25	3	1.11	6.68	1.41
25	4	1.45	8.75	1.84
30	3	1.36	8.13	1.71
30	4	1.77	10.63	2.24
40	3	1.81	11.00	2.31
40	4	2.39	14.34	3.04
40	6	3.49	21.34	4.44
50	3	2.29	13.85	2.91
50	4	3.02	18.33	3.84
50	6	4.43	26.58	5.64
60	6	5.37	32.54	6.84
60	8	7.09	42.54	9.03
65	6	5.84	35.25	7.44
70	6	6.32	38.28	8.05
75	6	6.78	40.65	8.64
75	8	8.92	54.18	11.36
80	8	9.14	55.18	11.60
100	6	9.14	55.18	11.64
100	8	12.06	72.36	15.36
100	10	15.04	90.24	19.15
100	12	18.28	109.68	22.58





TUBO REDONDO EN ACERO INOXIDABLE

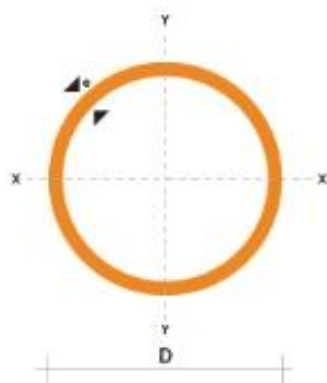
Especificaciones Generales

Norma	AISI 304
Largo Normal	6.00m
Otros largos	previa consulta
dimensiones	Desde 5/8" hasta 2-7/8"
Espesor	Desde 0.80mm hasta 2.00mm



NOMENCLATURA

A =	Área de la selección transversal del tubo, cm ²
I =	Momento de inercia de la sección, cm ⁴
W =	Módulo resistente de la sección, cm ³
i =	Radio de giro de la sección, cm



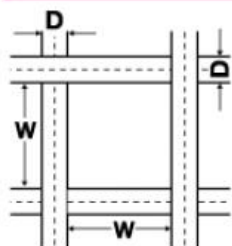
DIAMETRO EXTERIOR (D)		ESPESOR		PESO		PROPIEDADES	
Pulg	mm	e mm	P kg/8m	A cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
5/8	15.90	0.60	1.44	0.29	0.08	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.64	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.16	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.26	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.96	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.36	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	0.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.76
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 3/8	60.33	1.50	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19

ANEXO VI

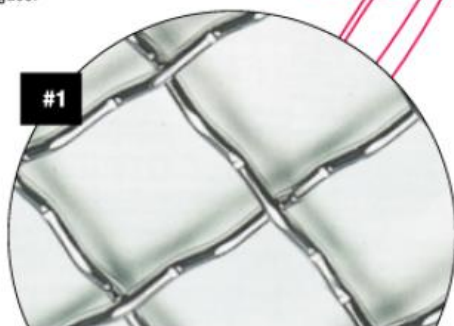
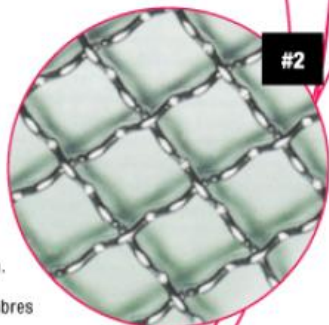
Catálogo de Repermetal
Mallas de acero inoxidable

MALLAS ACERO INOXIDABLE

Mallas Lisas/Planas



D: Diámetro del alambre en mm.
W: Abertura (luz de malla).
 Distancia en mm. entre dos alambres contiguos.



MESH	Espesor	Abertura	%	Ancho de Tela		
				1	1,22	1,50
1	2 mm.	25 mm.		●		
1 Esp.	2,5 mm.	25 mm.		●		
2	1,6 mm.	12 mm.	72	●	●	
2 Esp.	2 mm.	12,2 mm.	72	●		
3	1,4 mm.	7,22 mm.	73	●	●	
3 Esp.	1,6 mm.	7,22 mm.	73		●	
4	1,1 mm.	5,25 mm.	68	●	●	
4 Esp.	1,6 mm.	5,25 mm.	68	●		
5	0,9 mm.	4,08 mm.	64	●	●	
5 Esp.	1,5 mm.	4,08 mm.	64		●	
6	0,9 mm.	3,33 mm.	62	●	●	
6 Esp.	1,23 mm.	3,33 mm.	62		●	
7	0,75 mm.	2,63 mm.	72	●		
8	0,8 mm.	2,38 mm.	60	●	●	
8 Esp.	1,23 mm.	2,38 mm.	60	●	●	
9	0,9 mm.	2 mm.	46	●		
10	0,63 mm.	1,94 mm.	59	●	●	
10 Esp.	0,9 mm.	1,94 mm.	59	●	●	
12	0,5 mm.	1,62 mm.	58	●	●	
12 Esp.	0,7 mm.	1,62 mm.	58	●		
12 Súper Esp.	0,9 mm.	1,62 mm.	58	●	●	
14	0,5 mm.	1,31 mm.	54	●	●	
16	0,45 mm.	1,15 mm.	46	●	●	
16 Esp.	0,65 mm.	1,15 mm.	46		●	
18	0,44 mm.	1,12 mm.	49	●	●	

ANEXO VII

Resultados de pruebas:
Bomba RV-100 con cuajada

BOMBA RV: RESULTADOS PRUEBAS CON CUAJADA DE MOZZARELLA

Durante el mes de septiembre se realizaron pruebas de trasvase de cuajada de mozzarella (de leche entera de vaca) con la bomba RV-100 en la empresa Egido Galbani SPA (Grupo Lactalis) en Italia. Con un caudal requerido de 50 m³/h y una presión diferencial inferior a 1 bar.



- Según el cliente, para considerar un trasvase correcto y mantener el producto íntegro el porcentaje de grasa debe ser inferior al 0,4%.
- Con una bomba centrífuga con inductor y motor a 1500 rpm de otro fabricante los valores oscilaban entre 0,5% y 0,6%, valores no satisfactorios para el cliente.
- Los resultados con la bomba RV-100 con variador de frecuencia (aprox. A 1000 rpm) fueron de entre 0,25% y 0,4%.
- Gracias a los resultados obtenidos en la prueba, el cliente nos compró 2 unidades modelo RVS-100 (modelo sanitario) para esta aplicación

ANEXO VIII

Características técnicas Bomba Inoxpa RV-100



8. Especificaciones Técnicas

8.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

	50 Hz	60 Hz
Caudal máximo	160 m ³ /h (704 US GPM)	180 m ³ /h (793 US GPM)
Presión máxima de trabajo	8 bar (116 PSI)	8 bar (116 PSI)
Presión diferencial máxima	1,6 bar (23 PSI)	2,2 bar (32 PSI)
Velocidad máxima	1500 rpm	1800 rpm
Rango de temperaturas de trabajo.....	-10 °C a +140°C (EPDM) 14 °F a 284 °F (EPDM)	-10 °C a +140°C (EPDM) 14 °F a 284 °F (EPDM)
Nivel sonoro	60-80 dB(A)	60-80 dB(A)
Conexiones aspiración / Impulsión	DIN 11851 (estándar)	DIN 11851 (estándar)

Datos tomados con agua limpia a +20°C



Cuando el nivel de ruido en el área de operación exceda de 85 dB(A) utilice una protección especial.

Materiales

Piezas en contacto con el producto	AISI 316L
Otras piezas en acero inoxidable	AISI 304
Juntas en contacto con el producto	EPDM (estándar)
Otros materiales opcionales	Consultar con el proveedor
Acabado superficial	Pulido espejo

Cierre Mecánico

Tipo de cierre	cierre simple Interior
Material parte estacionaria	Carburo de Silicio
Material parte giratoria	Carburo de Silicio
Material juntas	EPDM

ANEXO IX

Informe de resultados
Viscosidad de la cuajada



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-AL-22423
ORDEN DE TRABAJO No 45235

SOLICITADO POR:	LOPEZ JHADIRA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	IBARRA AV ELOY ALFARO 330 Y ZALDUMBIDE
MUESTRA:	CUAJADA
DESCRIPCIÓN:	CUAJADA
LOTE:	---
FECHA DE ELABORACIÓN:	---
FECHA DE VENCIMIENTO:	---
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/06/2014
HORA DE RECEPCIÓN:	10:50
FECHA DE ANÁLISIS:	11/06/2014
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	11/06/2014
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	LIQUIDO
Contenido declarado : 500mL.	Contenido encontrado: 500mL.
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREADO POR:	Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
* Viscosidad spindle 64 RPM 100	cP	1602.00	MAL-67 Brookfield



Bioq. Ana María Hidalgo
Bioq. Ana María Hidalgo
JEFE ÁREA DE ALIMENTOS



2 / 11

RAI-4.1-04

ANEXO X

Catálogo Inoxpa bombas RV

Bomba de Rodete Helicoidal Industrial

RV



I Aplicación

La bomba RV es la solución ideal para el bombeo de producto mezcla de líquido y sólido o productos de viscosidad media, imposibles de bombear con una bomba centrífuga tradicional.

Gracias al diseño helicoidal de su rodete permite el trasvase del producto de una manera delicada y sin atrancamientos.

Ideal para el trasvase de semielaborados, restos de producto, desechos, etc. de la industria alimentaria, y de barnices, colas, aguas negras, etc. de la industria química fina.

La gama RV_XXR es equivalente a la RV_XX pero incorpora un soporte de rodamientos en la linterna para aplicaciones que requieren un gran esfuerzo axial y para productos más viscosos.

I Principio de funcionamiento

Debido al perfil helicoidal del rodete, la bomba en su funcionamiento permite el paso de sólidos sin dañar su estructura con un flujo optimizado para evitar la obturación de la misma.

I Diseño y características

Bomba monobloc.

Rodete helicoidal.

Cuerpo con drenaje.

Cuerpo con voluta excéntrica.

Alto rendimiento (65 - 70%), menor potencia instalada.

Motor eléctrico IEC B35 1500 rpm.

Cierre mecánico EN 12756 (DIN 24960 L1K).

Conexiones DIN 11851.

Soporte de rodamientos integrado en la linterna (Modelos RV-80R y RV-100R).

Tamaño de sólido máximo ø75mm.

Bomba certificada según normativa sanitaria 3A.

I Materiales

Piezas en contacto con el producto

AISI 316L

Linterna

AISI 316L

Otras piezas de inoxidable

AISI 304

Soporte de rodamientos (RV_XXR)

GG 25

Juntas

EPDM según FDA 177.2600

Cierre mecánico

SIC/SIC/EPDM

Acabado superficial interno

Electropulido

Acabado superficial externo

Electropulido

I Opciones

Conexiones SMS, Clamp, Macon, Garolita, FIL, RJT, bridas DIN...

Cuadro eléctrico CE con 10 m de cable y clavija.

Carretillo en acero inoxidable.

Mando a distancia.

Recubrimiento.

Motor con variador de frecuencia.

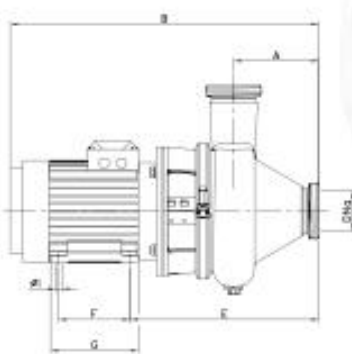
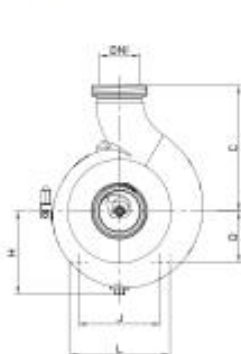


Bomba de Rodete Helicoidal Industrial

RV

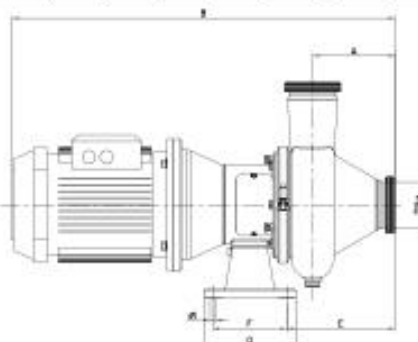
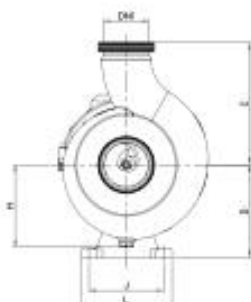
I Especificaciones técnicas

Caudal máximo	180 m ³ /h	793 US GPM
Altura diferencial máxima	22 mcl	72 ft
Presión máxima trabajo	8 bar	116 PSI
Tª máxima trabajo	-10 °C a +120 °C (EPDM)	14 °F a 248 °F
	+140 °C (SIF, máx. 30 min)	284 °F
Velocidad máxima	1800 rpm	



TIPO	Ø sólido [mm]	Potencia [kW] (IEC)	Velocidad [rpm]	DNa DNI	A	B	C	D	E	F	G	H	Øi	J	L
RV-65	45	0,75 (80)	1500	65	120	483	215	80	263	100	125	130	10	125	160
RV-80	60	2,2 (100) 4 (112)		80	167	632	245	100	369	140	172	163	12	160	197
RV-100	75	4 (112)		100	189	671	250	112	406	140	172	166	12	190	220

Dimensiones en mm



TIPO	Ø sólido [mm]	Potencia [kW] (IEC)	Velocidad [rpm]	DNa DNI	A	B	C	D	E	F	G	H	Øi	J	L
RV-80R	60	2,2 (100)	1500	80	167	765	245	212	225,5	170	210	165	13	170	210
		4 (112)			167	795	245	212	225,5	170	210	165	13	170	210
RV-100R	75	4 (112)		100	189	817	250	212	247,5	170	210	168	13	170	210
		5,5 (132) 7,5 (132)			189	875	250	212	247,5	170	210	168	13	170	210

Dimensiones en mm



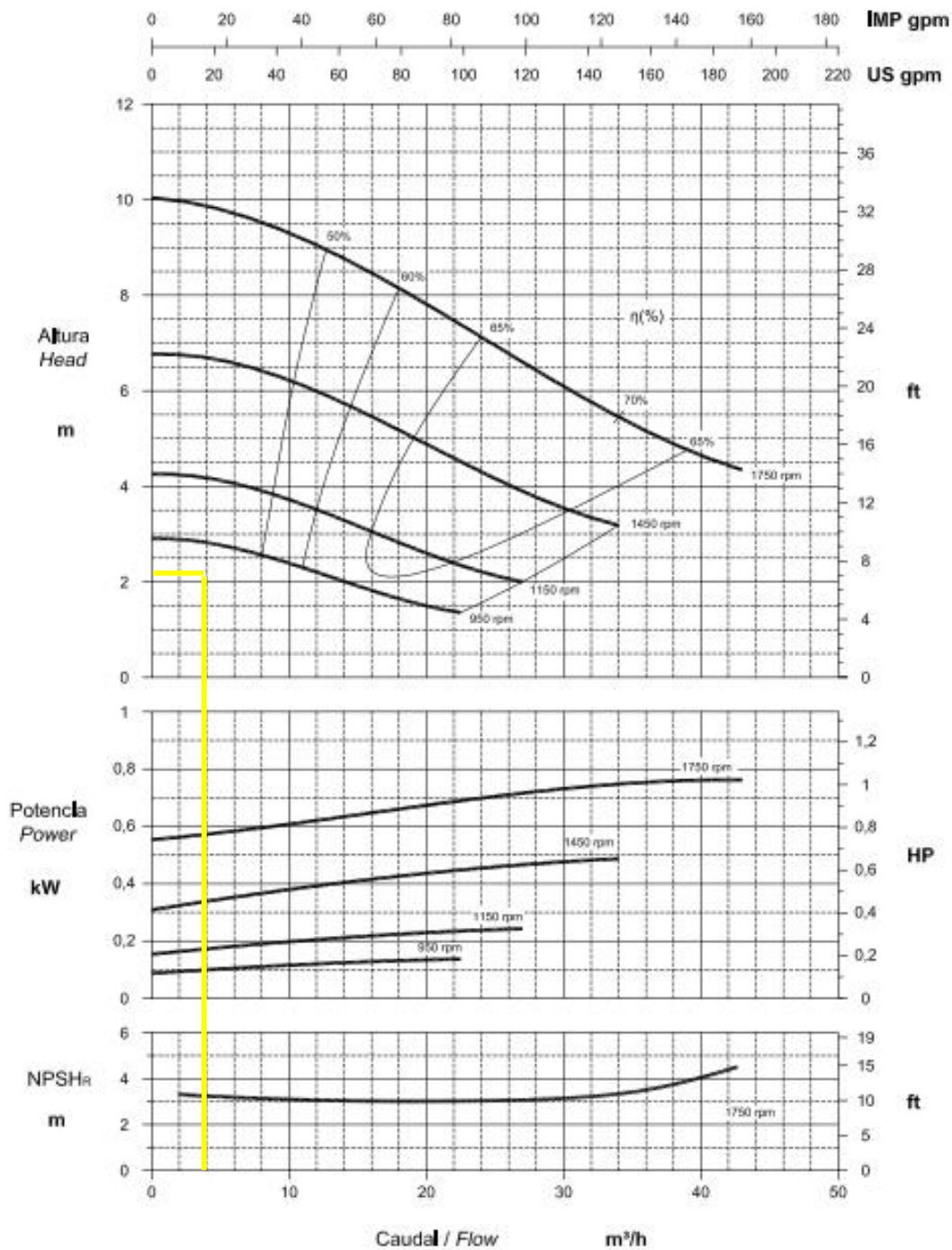
Información orientativa. Reservados todos los derechos de modificar cualquier material o característica sin previo aviso.
Para más información consulte nuestra página web. www.inoxpa.com



ANEXO XI

Curva característica Bomba Inoxpa
RV-65

 <p>INOXPA SOURCE OF SOLUTIONS</p> <p>CURVAS CARACTERÍSTICAS BOMBA CENTRÍFUGA PUMP PERFORMANCE CHARACTERISTICS</p>	Rodete / Impeller Semi-abierto / Semi-open	Ø Boca exp. / Pump inlet DN-65	Bomba / Pump RV-65
	Ø Rodete / Ø Impeller 150 mm	Ø Boca Imp. / Pump outlet DN-65	
	Número pallas / Blade number 1	Estera máx. / Max. splash Ø45 mm	Velocidad / Speed -



Los datos tienen referencia a agua a 20°C. Performance data refer to clear water at 20°C.

Tolerancia según ISO 9906:1999 Anexo A / Permissible tolerance ISO 9906:1999 Annex A

ANEXO XII

Selección de motor y reductor





Farm Duty Motors



TEAO – Single-Phase
– Poultry Fan – Foot Mount

HP	KW	RPM	NEMA Frame	Catalog Number	List Price	Mult. Symbol	Approx. Shipping Weight (lbs)	Service Factor	FL Amps @ High	FL. Eff (%)	"C" Dimension (in)	Voltage (V)	Notes
0.33	0.25	1800	48	.3318ES1BPFC48	311	G1	23	1.25	3.00	64.0	10.748	115/208-230	3,9;16
0.5	0.37	1800	C56	.5018ES1BPFC56	336	G1	27	1.25	4.20	65.0	11.102	115/208-230	3,9;16
0.75	0.55	1800	B56	.7518ES1BPFB56	414	G1	33	1.25	5.60	70.0	11.102	115/208-230	3,9
1	0.75	1800	D56	.00118ES1BPFD56	449	G1	35	1.15	7.00	72.0	12.283	115/208-230	3,9



P ₁ [kW]	n ₂ [min ⁻¹]	M ₂ [Nm]	f _B	i _{ges}	i _{sch}	i _{vor}	F _R [N]	F _{RF} [N]	Modelo	
										
										
									60 - 69	60 - 69
0,37									SK 1SI 31 - IEC71	
	335	9	2,5	5	5	1080	750			60391050
	223	13	2.1	7.5	7.5	1220	850			60391080
	168	17	1,5	10	10	1320	910			60391100
	134	20	1,2	12,5	12,5	1390	970			60391130
	112	22	1,3	15	15	1470	1020			60391150
	84	28	1,0	20	20	1590	1010			60391200
	67	33	0,8	25	25	1680	1000			60391250
	56	35	0,9	30	30	1790	990			60391300

ANEXO XIII

Características del Duralon

Características del duralon®

GENERALES	METODO DE PRUEBA DIN-ASTM	UNIDADES	DURALON®		
			C 100	C 90	C 80
Densidad		g/cm ³	1.15	1.14	1.12
Temp Fusión	ASTM D789	°C	220	208/210	202/206
Abs (Humedad)					
- en aire		o/o	2.5	2.3	2.0
- en agua		o/o	6.5	4.5	3.0

MECANICAS					
Resist./Tracción	ASTM D638	kg/cm ²	560/815	407/713	357/611
Elong./Tracción fase elástica	ASTM D638	o/o	10/25	10/30	10/45
Resist. compresión (deform. 10/0)	ASTM D695	kg/cm ²	850	800	750
Resist./compres. (sin deformación)		Kg/cm ²	140	125	110
Resist./Flexión	DIN 53452 ASTM D790	Kg/cm ²	815/1530	408/1325	306/1170
Modulo/elasticidad	ASTM D638	Kg/cm ²	2240/3570	785/2550	610/2240
Resist. esfuerzo cortante	ASTM D732	Kg/cm ²	650	550	450
Resist. impacto a 20°C	DIN 53453	Kg/cm/cm ²	s/rupt.	s/rupt.	s/rupt.
Resist. impacto en caliente	DIN 53453	Kg/cm/cm ²	s/rupt.	s/rupt.	s/rupt.

COEFICIENTES DE FRICCION/ DESGASTE / ABRASION	DURALON®		
	C 100	C 90	C 80
- Estático en seco	0.4	0.25	0.3
- Dinámico en seco	0.3	0.22	0.15
- Estático en aceite	0.10	0.10	0.10
- Dinámico en aceite	0.08	0.08	0.08
- Estático con circulación forzada en aceite	0.002	0.011	0.02
- Dinámico con circulación forzada en aceite	-	-	-
- Estático en agua	0.23	0.23	0.23
- Dinámico en agua	0.19	0.19	0.19

MATERIAL	COEFICIENTE FRICCION	ABRASION MICRONES Km
DURALON®	0.35/0.43	0.1
Poliéster (PETP)	0.54	0.5
Poliétileno alta densidad (PE/HD)	0.25	1.0/4.6
Poliacetal	0.34	4.6
Polimetil meta acrilato (PMMA)	0.54	4.8
Polivinil Cloruro (PVC)	0.60	5.6
Poliétileno baja densidad (PE/LD)	0.58	7.1
Acilonitril Butadieno-estirolo (ABS)	0.50	8.4
Co-poliacetal	0.32	8.9
Polipropileno (PP)	0.30	11

Usos y Aplicaciones del duralon®

LAS PROPIEDADES ANTES MENCIONADAS COVIERTEN AL DURALON® EN EL MATERIAL IDEAL PARA EL MAQUINADO DE PIEZAS TALES COMO:



INDUSTRIA METALMECANICA:
Engranajes, piñones, ruedas dentadas, bujes y chumaceras de baja velocidad, cremalleras, cojinetes deslizables, ejes, poleas, catalinas, ruedas, asientos para válvulas, arandelas, rodamientos, bujes, coronas, articulaciones esféricas, guías, etc.



INDUSTRIA DEL CALZADO:
Planchas de corte de torqueladoras, modelos, rodillos de cintas transportadoras, martillos, guías, etc.



INDUSTRIA DE BEBIDAS, CARNICA Y ALIMENTICIA EN GENERAL:
(Aprobación FDA—CFR 21 Párrafo 177-1500)
Planchas guías para raspadores y rastrillos, operadores para mezcladoras, planchas guías para máquinas enpacadoras, discos inyector de carnes, agitadores, impulsadores, estrella para llenadora en embotelladoras, tornillos sinfin para carnes, planchas de corte y procesamiento de carnes, etc.



INDUSTRIA TEXTIL/PAPELERA:
Rodillos de guías para hilos, amortiguadores y dispersadores, rodillo de calandreado, planchas de soporte para corte y estampado, barras de guía, eslabones de cadenas, etc.



INDUSTRIA NAVIERA:
Planchas protectoras con resistencia a abrasivos y golpes, plataformas de montacargas, tubos, barras planchas, boyas salvavidas. (DURALON® EXPANDIDO), planchas deslizables, hélices, rodillos de transporte, etc.



INDUSTRIA QUIMICA:
Flangies, alimentadores de tornillo sinfin para medicos abrasivos, protectores para los alabes de ventiladores y aspas hidráulicas sujetos a alta abrasión, planchas guías para raspadores, catalinas y rastrillos para fodos en plantas de tratamiento de agua, soleras deslizables y coples en las pastilladoras de jabón, engranaje y ejes para medidores de agua, aceite y gas, planchas para filtros de gran dimensión, anillos de sujeción y acoplamiento, elementos para bombas, etc.



INDUSTRIA ELECTROTECNICA:
Poleas para conductores eléctricos, catalinas en máquinas estiradoras de alambre, roldanas para teleféricos, piezas de articulación, planchas aislantes, etc.



INDUSTRIAS VARIAS:
Topes, empalmes de rieles, cremalleras, guías, rodillos de transporte, válvulas, cojinetes engranajes, anillos y retenas, cilindros de presión, ruedas, moldes para fraguar cemento, tubos, barras, planchas, injertos/postizos y tejas para laminación en la industria del acero, etc.

LO ANTERIORMENTE MENCIONADO CONSTITUYE UNICAMENTE ALGUNOS DE LOS INNUMERABLES USOS Y APLICACIONES DEL DURALON®

ANEXO XIV

Catálogo de AirTac Elementos neumáticos

CILINDROS NORMA ISO 6431

SERIE SI

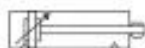


Doble efecto
Ø 32 ... 200 mm



Características

- Norma ISO 6431
- Anillo magnético standard para control de posición
- Amortiguación regulable en ambas cabezas
- No requieren lubricación



Modelos Standard

Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido Filtrado,
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:
1 a 9 Bar ~ 15 a 130 PSI

Temperatura de Trabajo:
0°C a 70°C ~ 0°F a 158°F

Kit de Alta Temperatura:
Hasta 150°C ~ 302°F

Amortiguación:
Neumática, Regulable

Materiales

Perfil:
Aleación de Aluminio

Cabezas:
Aluminio inyectado

Vástago:
Acero al carbono
con 20µ de superficie
cromo endurecida

Empaques:
Goma nitrílica

Carrera mm (Pulg)	Diámetro del Cilindro en milímetros								
	32	40	50	63	80	100	125	160	200
25 (1")	ASI32025	ASI40025	ASI50025	ASI63025	ASI80025	ASI100025	SI125025X	SI160025X	SI200025X
50 (2")	ASI32050	ASI40050	ASI50050	ASI63050	ASI80050	ASI100050	SI125050X	SI160050X	SI200050X
75 (3")	ASI32075	ASI40075	ASI50075	ASI63075	ASI80075	ASI100075	SI125075X	SI160075X	SI200075X
100 (4")	ASI32100	ASI40100	ASI50100	ASI63100	ASI80100	ASI100100	SI125100X	SI160100X	SI200100X
125 (5")	ASI32125	ASI40125	ASI50125	ASI63125	ASI80125	ASI100125	SI125125X	SI160125X	SI200125X
150 (6")	ASI32150	ASI40150	ASI50150	ASI63150	ASI80150	ASI100150	SI125150X	SI160150X	SI200150X
175 (7")	ASI32175	ASI40175	ASI50175	ASI63175	ASI80175	ASI100175	SI125175X	SI160175X	SI200175X
200 (8")	ASI32200	ASI40200	ASI50200	ASI63200	ASI80200	ASI100200	SI125200X	SI160200X	SI200200X
250 (10")	ASI32250	ASI40250	ASI50250	ASI63250	ASI80250	ASI100250	SI125250X	SI160250X	SI200250X
300 (12")	ASI32300	ASI40300	ASI50300	ASI63300	ASI80300	ASI100300	SI125300X	SI160300X	SI200300X
350 (14")	ASI32350	ASI40350	ASI50350	ASI63350	ASI80350	ASI100350	SI125350X	SI160350X	SI200350X
400 (16")	ASI32400	ASI40400	ASI50400	ASI63400	ASI80400	ASI100400	SI125400X	SI160400X	SI200400X
450 (18")	ASI32450	ASI40450	ASI50450	ASI63450	ASI80450	ASI100450	SI125450X	SI160450X	SI200450X
500 (20")	ASI32500	ASI40500	ASI50500	ASI63500	ASI80500	ASI100500	SI125500X	SI160500X	SI200500X
600 (24")	ASI32600	ASI40600	ASI50600	ASI63600	ASI80600	ASI100600	SI125600X	SI160600X	SI200600X
700 (28")	ASI32700	ASI40700	ASI50700	ASI63700	ASI80700	ASI100700	SI125700X	SI160700X	SI200700X
800 (32")	ASI32800	ASI40800	ASI50800	ASI63800	ASI80800	ASI100800	SI125800X	SI160800X	SI200800X
900 (36")	ASI32900	ASI40900	ASI50900	ASI63900	ASI80900	ASI100900	SI125900X	SI160900X	SI200900X
1000 (40")	ASI321000	ASI401000	ASI501000	ASI631000	ASI801000	ASI1001000	SI1251000X	SI1601000X	SI2001000X
1100 (44")		ASI401100	ASI501100	ASI631100	ASI801100	ASI1001100	SI1251100X	SI1601100X	SI2001100X
1200 (48")		ASI401200	ASI501200	ASI631200	ASI801200	ASI1001200	SI1251200X	SI1601200X	SI2001200X
1300 (52")				ASI631300	ASI801300	ASI1001300	SI1251300X	SI1601300X	SI2001300X
1400 (56")				ASI631400	ASI801400	ASI1001400	SI1251400X	SI1601400X	SI2001400X
1500 (60")				ASI631500	ASI801500	ASI1001500	SI1251500X	SI1601500X	SI2001500X
Ø Vástago	12 mm	16 mm	20 mm	20 mm	25 mm	25 mm	32 mm	40 mm	40 mm
Conexión	G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2	G3/4	G3/4
Empaques	ASI32K	ASI40K	ASI50K	ASI63K	ASI80K	ASI100K	ASI125K	ASI160K	ASI200K

* Para carreras no standard y cilindros de doble vástago consulte con su distribuidor

VALVULAS SOLENOIDES 5/2 y 5/3

SERIE 4V M5 - 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT

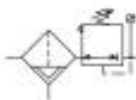


Modelos Standard

Código	Vías	Conexión	Operador	Referencia	Voltaje	CV
A12005	5/2	M5	Solenoido - resorte	4V110-M5-DC12V	12 DC	0,31
A12010	5/2	M5	Solenoido - resorte	4V110-M5-DC24V	24 DC	0,31
A12015	5/2	M5	Solenoido - resorte	4V110-M5-AC110V	110 AC	0,31
A12020	5/2	M5	Solenoido - resorte	4V110-M5-AC220V	220 AC	0,31
A12025	5/2	M5	Doble Solenoido	4V120-M5-DC12V	12 DC	0,31
A12030	5/2	M5	Doble Solenoido	4V120-M5-DC24V	24 DC	0,31
A12035	5/2	M5	Doble Solenoido	4V120-M5-AC110V	110 AC	0,31
A12040	5/2	M5	Doble Solenoido	4V120-M5-AC220V	220 AC	0,31
A12045	5/3	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-DC12V	12 DC	0,28
A12050	5/3	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-DC24V	24 DC	0,28
A12055	5/3	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-AC110V	110 AC	0,28
A12060	5/3	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-AC220V	220 AC	0,28
A12065	5/3	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-DC12V	12 DC	0,28
A12070	5/3	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-DC24V	24 DC	0,28
A12075	5/3	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-AC110V	110 AC	0,28
A12080	5/3	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-AC220V	220 AC	0,28
A13505	5/2	1/8	Solenoido - resorte	4V210-06-DC12V	12 DC	0,78
A13510	5/2	1/8	Solenoido - resorte	4V210-06-DC24V	24 DC	0,78
A13515	5/2	1/8	Solenoido - resorte	4V210-06-AC110V	110 AC	0,78
A13520	5/2	1/8	Solenoido - resorte	4V210-06-AC220V	220 AC	0,78
A13525	5/2	1/8	Doble Solenoido	4V220-06-DC12V	12 DC	0,78
A13530	5/2	1/8	Doble Solenoido	4V220-06-DC24V	24 DC	0,78
A13535	5/2	1/8	Doble Solenoido	4V220-06-AC110V	110 AC	0,78
A13540	5/2	1/8	Doble Solenoido	4V220-06-AC220V	220 AC	0,78
A13545	5/3	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-DC12V	12 DC	0,67
A13550	5/3	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-DC24V	24 DC	0,67
A13555	5/3	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-AC110V	110 AC	0,67
A13560	5/3	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-AC220V	220 AC	0,67
A13565	5/3	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-DC12V	12 DC	0,67
A13570	5/3	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-DC24V	24 DC	0,67
A13575	5/3	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-AC110V	110 AC	0,67
A13580	5/3	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-AC220V	220 AC	0,67
A14005	5/2	1/4	Solenoido - resorte	4V210-08-DC12V	12 DC	0,89
A14010	5/2	1/4	Solenoido - resorte	4V210-08-DC24V	24 DC	0,89
A14015	5/2	1/4	Solenoido - resorte	4V210-08-AC110V	110 AC	0,89
A14020	5/2	1/4	Solenoido - resorte	4V210-08-AC220V	220 AC	0,89
A14025	5/2	1/4	Doble Solenoido	4V220-08-DC12V	12 DC	0,89
A14030	5/2	1/4	Doble Solenoido	4V220-08-DC24V	24 DC	0,89
A14035	5/2	1/4	Doble Solenoido	4V220-08-AC110V	110 AC	0,89
A14040	5/2	1/4	Doble Solenoido	4V220-08-AC220V	220 AC	0,89
A14045	5/3	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-DC12V	12 DC	0,67
A14050	5/3	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-DC24V	24 DC	0,67
A14055	5/3	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-AC110V	110 AC	0,67
A14060	5/3	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-AC220V	220 AC	0,67
A14065	5/3	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-DC12V	12 DC	0,67
A14070	5/3	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-DC24V	24 DC	0,67
A14075	5/3	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-AC110V	110 AC	0,67
A14080	5/3	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-AC220V	220 AC	0,67

FILTRO/REGULADORES INTEGRADOS

SERIE GFR 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



Características

- Remueven agua y partículas sólidas mayores de 5 micrones
- Regulador con bloqueo de seguridad
- Unidad compacta y modular
- Manómetro integrado en el regulador

Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido

Remoción de Partículas:
GFR200: 5 micrones
GFR300/400: 40 micrones

Presión de Trabajo:
1.5 a 9 Bar ~ 21 a 128 PSI

Temperatura de Trabajo:
5°C a 60°C ~ 41°F a 140°F

Materiales

Cuerpo : Aluminio
Vaso : Policarbonato
Elemento
Filtrante 5µm : Polipropileno
Elemento
Filtrante 40µm : Bronce Sinterizado
Empaques : NBR

Filtro/Reguladores Miniatura

Código	NPT	Drenaje	Referencia	Micras	SCFM
A22205	1/8"	Manual	GFR200-06M-F2-W-T	5	20
A22210	1/4"	Manual	GFR200-08M-F2-W-T	5	24

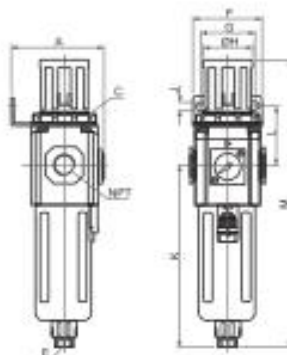
Filtro/Reguladores Standard

Código	NPT	Drenaje	Referencia	Micras	SCFM
A22215	1/4"	Manual	GFR300-08M-F2-T	40	50
A22220	1/4"	Automático	GFR300-08A-F2-T	40	50
A22225	3/8"	Manual	GFR300-10M-F2-T	40	50
A22230	3/8"	Automático	GFR300-10A-F2-T	40	50
A22235	1/2"	Manual	GFR300-15M-F2-T	40	60
A22240	1/2"	Automático	GFR300-15A-F2-T	40	60

Filtro/Reguladores de Alto Flujo

Código	NPT	Drenaje	Referencia	Micras	SCFM
A22245	1/2"	Manual	GFR400-15M-F2-T	40	100
A22250	1/2"	Automático	GFR400-15A-F2-T	40	100

Ver repuestos y accesorios en la Pag. 73



Tamaño	A	C	E	F	G
Miniatura	62	M30x1.5	Ø6	55	34
Standard	72	M40x1.5	1/8	53	40
Alto Flujo	90	M55x2	1/4	72	55

Tamaño	ØH	J	K	L	M
Miniatura	28	5.4	93.2	48	161.2
Standard	38	6.5	143	46	225.6
Alto Flujo	52	8.5	165.5	53	270.5

LUBRICADORES

SERIE GL 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



Características

- Generan una fina niebla que permite lubricar los elementos neumáticos
- Dosificador de aceite con perilla de fácil ajuste
- Unidad compacta y modular

Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido

Presión de Trabajo:
1.5 a 9 Bar ~ 21 a 128 PSI

Temperatura de Trabajo:
5°C a 60°C ~ 41°F a 140°F

Lubricante:
SAE 10 (Recomendado)

Lubricadores Miniatura

Código	NPT	Referencia	SCFM
A25205	1/8"	GL200-06-J-T	20
A25210	1/4"	GL200-08-J-T	24

Lubricadores Standard

Código	NPT	Referencia	SCFM
A25215	1/4"	GL300-08-J-T	50
A25220	3/8"	GL300-10-J-T	50
A25225	1/2"	GL300-15-J-T	60

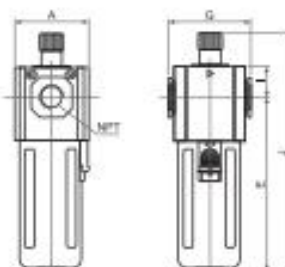
Lubricadores de Alto Flujo

Código	NPT	Referencia	SCFM
A25230	1/2"	GL400-15-J-T	100
A25235	3/4"	GL400-20-J-T	160
A25240	1"	GL600-25-J-T	160

Ver repuestos y accesorios en la Pag. 73

Materiales

- Cuerpo : Aluminio
Vaso : Policarbonato
Empaques : NBR



Tamaño	A	E	G	I	J
GL200	40	80	47	17	118-120
GL300	53,4	125	60	21	168-170
GL400	64	142	80	25	189,5-191,5
GL600	88,6	194,5	99	35	255,5-257,5

MANGUERAS EN POLIURETANO MILIMÉTRICAS Y EN PULGADAS



CDC - Poliuretano Milimétricas

Código	OD	Color	Referencia
C50000	4 mm	Azul	PU0420BLUE
C50010	6 mm	Azul	PU0640BLUE
C50020	8 mm	Azul	PU0850BLUE
C50030	10 mm	Azul	PU1065BLUE
C50040	12 mm	Azul	PU1280BLUE

Presentación: 4 mm OD en Rollos de 25 mts. y 200 mts.
6, 8, 10 y 12 mm OD en Rollos de 25 mts. y 100 mts.

Características

- Su flexibilidad excepcional permite obtener radios de curvatura mas pequeños
- Durable, ligera, resistente a la abrasión y químicos
- La manguera en espiral posee una excelente retracción para volver a su estado original
- Ideal en conexiones neumáticas a baja temperatura ambiental
- Aplicable en robótica, Herramientas y sistemas neumáticos, vacío, instrumentación, etc.

Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido

Presión de Trabajo:
0 a 10.3 Bar ~ 0 a 150 PSI

Presión de Vacío:
-750mm Hg (10Torr)

Temperatura de Trabajo:
0°C a 60°C ~ 32°F a 140°F

CDC - Poliuretano en Pulgadas

Código	OD	Color	Referencia
C51000	1/8"	Azul	PU018BLUE
C51010	1/4"	Azul	PU014BLUE
C51020	5/16"	Azul	PU0516BLUE
C51030	3/8"	Azul	PU038BLUE
C51040	1/2"	Azul	PU012BLUE

Presentación: 1/8" OD en Rollos de 25 mts. y 200 mts.
1/4", 5/16", 3/8" y 1/2" OD en Rollos de 25 mts. y 100 mts.

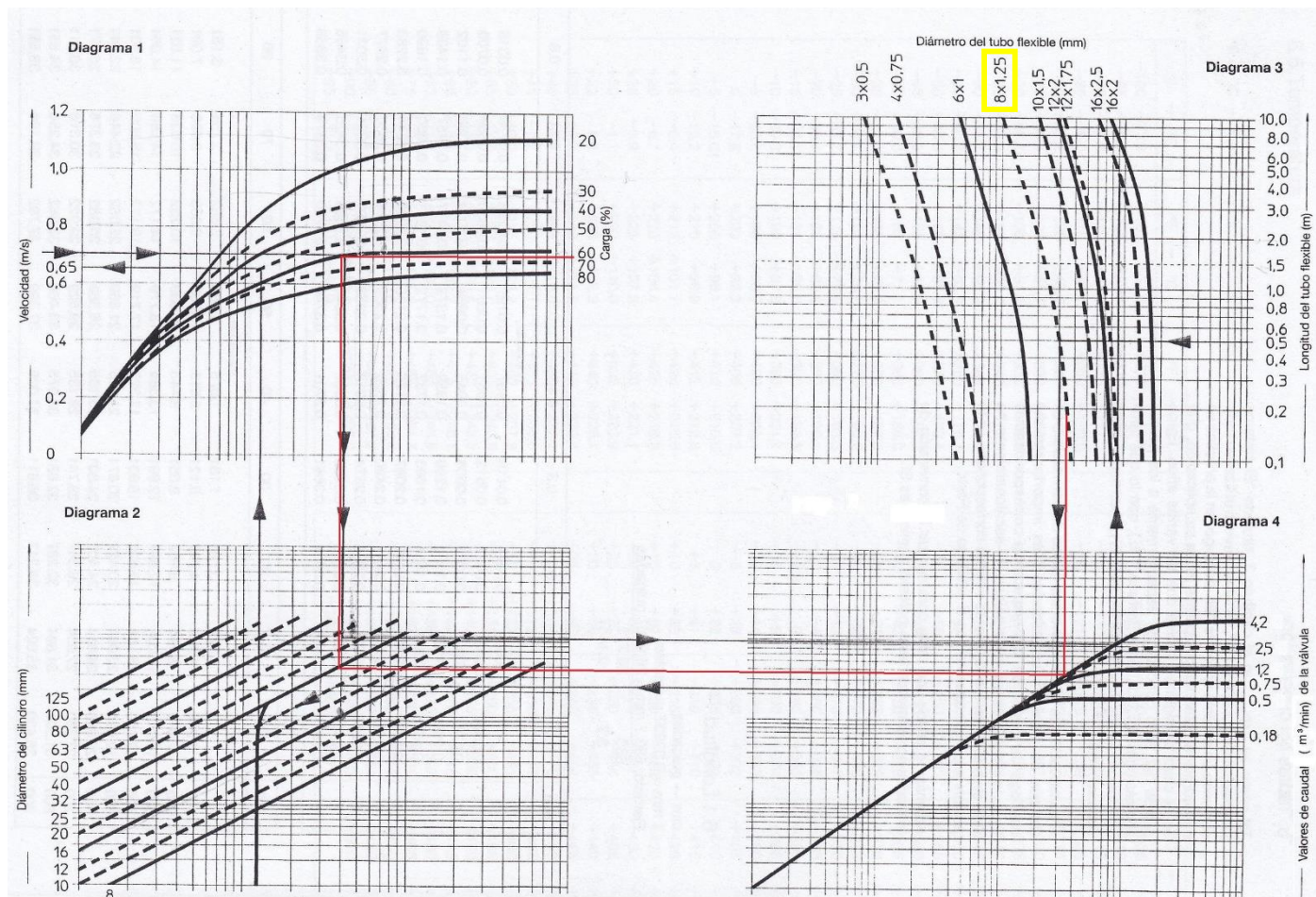


Mangueras en Espiral

Código	OD	Conexión	Longitud	Color	Referencia
C6000	6 mm	1/4"	5 mt.	Azul	UC-0640-5M
C6005	6 mm	1/4"	10 mt.	Azul	UC-0640-10M
C6010	8 mm	1/4"	5 mt.	Azul	UC-0850-5M
C6015	8 mm	1/4"	10 mt.	Azul	UC-0850-10M
C6020	10 mm	3/8"	5 mt.	Azul	UC-1065-5M

ANEXO XV

Monograma de selección de manguera
neumática



Fuente: (Festo)

ANEXO XVI

Características técnicas del compresor de aire

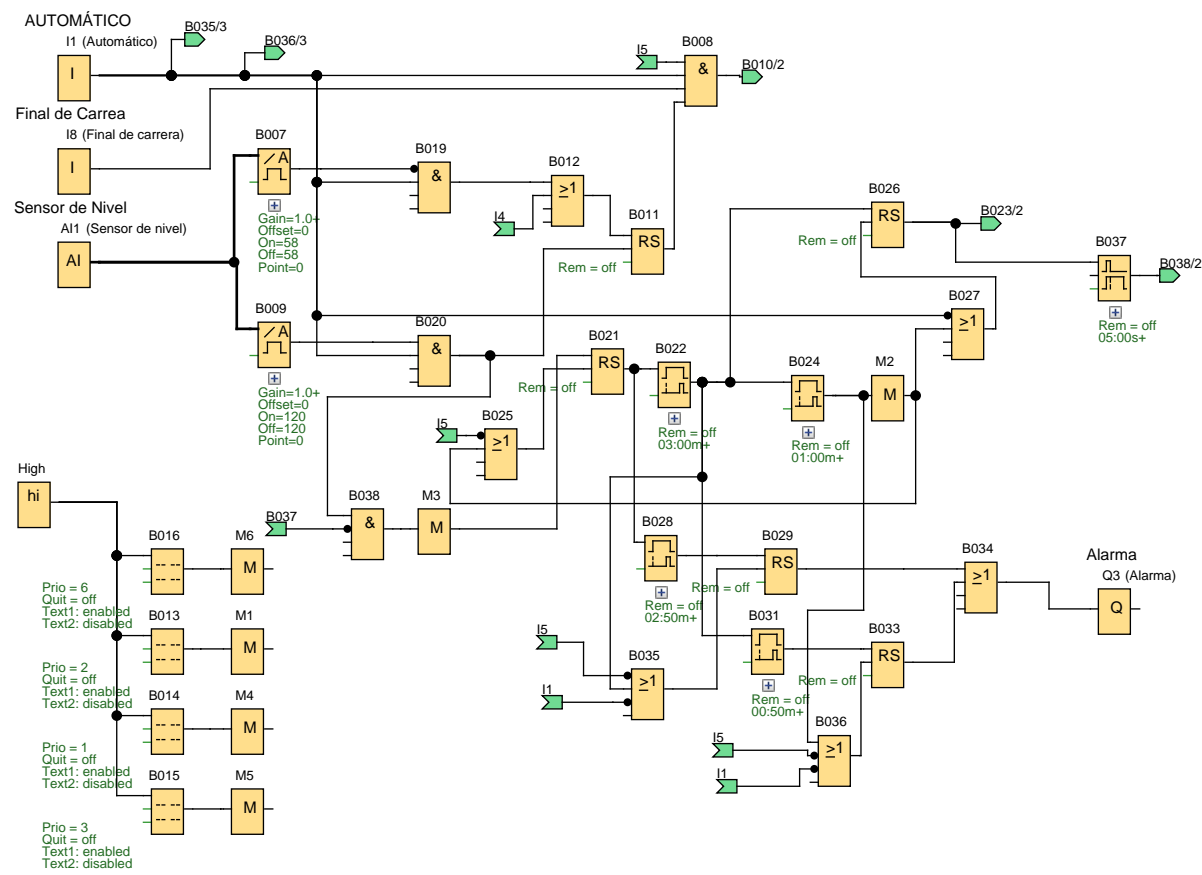
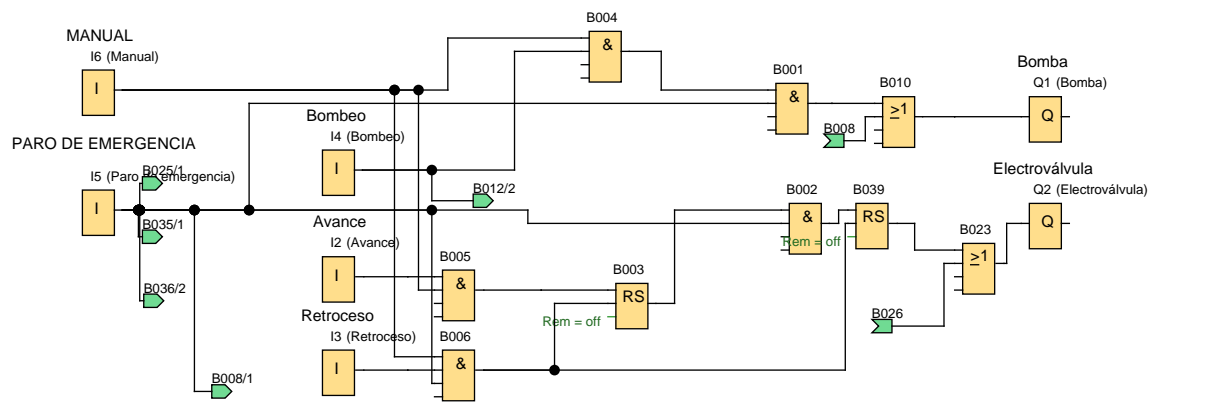
> ESPECIFICACIONES

Capacidad:	25 L
Potencia máxima:	2235 W (3 HP)
Potencia nominal:	1500 W (2 HP)
Tensión / Frecuencia:	120 V / 60 Hz
Velocidad:	3400 rpm
Presión máxima:	116 PSI - 8 Bar
Tipo:	Monofásico
Flujo continuo:	246 L/min
Flujo de aire @ 40 PSI:	4.4 CFM
Flujo de aire @ 90 PSI:	3.4 CFM
Salidas de aire:	2
Dimensiones:	52 x 33 x 62 cm
Peso:	24 kg
Accesorios incluidos:	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Botella de aceite • 1 Filtro de aire • 1 Tapón del depósito de aceite • 2 Soportes frontales de hule • 1 Bolsa con tornillería

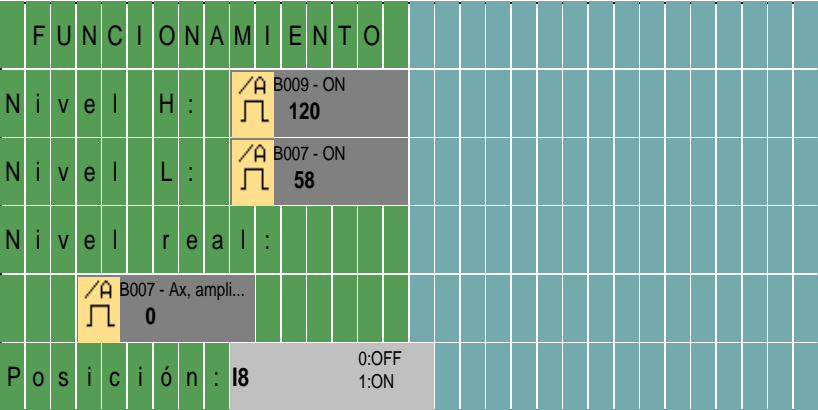
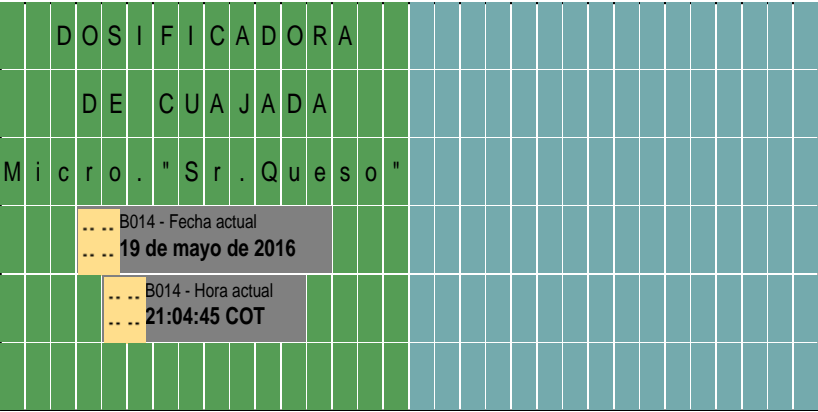


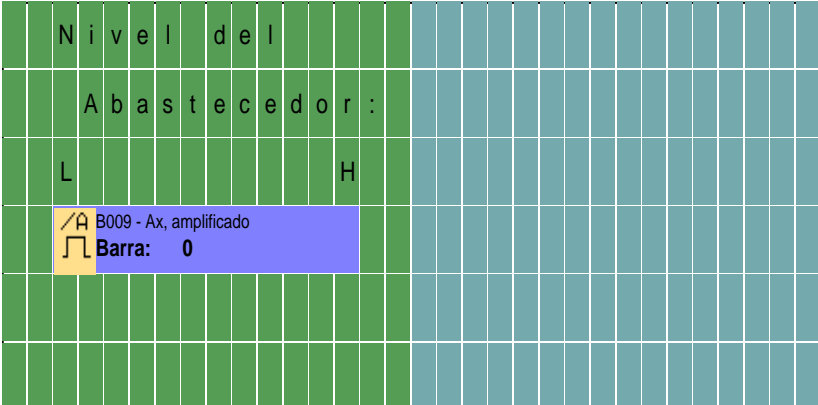
ANEXO XVII

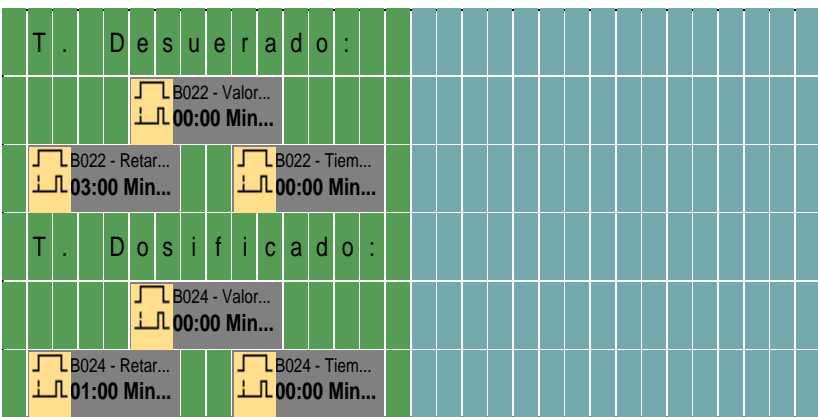
Programa del PLC



Autor:	Cristian Chico Godoy	Proyecto:	Máquina Dosificadora de Cuajada	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	15/12/15 10:42/19/05/16 21:16	archivo:	Dosificadora de cuajada - Completo 1.0	Página:	1 / 5

Número de bloque (tipo)	Parámetro				
A11(Entrada analógica) : Sensor de Nivel					
B003(Relé autoenclavador) :	Rem = off				
B007(Conmutador analógico de valor umbral) :	Gain=1.0+ Offset=0 On=58 Off=58 Point=0				
B009(Conmutador analógico de valor umbral) :	Gain=1.0+ Offset=0 On=120 Off=120 Point=0				
B011(Relé autoenclavador) :	Rem = off				
B013(Texto de aviso) :  Line2.10 B009-On Line3.10 B007-On Line3.4 B007-Ax Line6.10 IOStatus: I8;Off="OFF";On="ON"	Prio = 2 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled --> Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO!				
B014(Texto de aviso) :  Line4.4 B014-Date Line5.5 B014-Time	Prio = 1 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled --> Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO!				
Autor:	Cristian Chico Godoy	Proyecto:	Máquina Dosificadora de Cuajada	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	16/05/2016 10:42:19/05/16 21:16	archivo:	Dosificadora de cuajada -	Página:	2 / 5

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B015(Texto de aviso) : 	Prio = 3 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO!
Line4.3 Bar: B009-Ax;Max=124;Min=55;Dir=Hor;Len=12	

B016(Texto de aviso) : 	Prio = 6 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO!
Line2.6 B022-Ta Line3.9 B022-T Line3.10 B022-TRest Line5.9 B024-Ta Line6.9 B024-T Line6.10 B024-TRest	

B021(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B022(Retardo a la conexión) :	Rem = off 03:00m+
B024(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:00m+
B026(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B028(Retardo a la conexión) :	Rem = off 02:50m+
B029(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B031(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:50m+
B033(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B037(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 05:00s+
B039(Relé autoenclavador) :	Rem = off

Número de bloque (tipo)	Parámetro
I1(Entrada) : AUTOMÁTICO	
I2(Entrada) : Avance	
I3(Entrada) : Retroceso	
I4(Entrada) : Bombeo	
I5(Entrada) : PARO DE EMERGENCIA	
I6(Entrada) : MANUAL	
I8(Entrada) : Final de Carrea	
Q1(Salida) : Bomba	
Q2(Salida) : Electroválvula	
Q3(Salida) : Alarma	

Autor:	Cristian Chico Godoy	Proyecto:	Máquina Dosificadora de Cuajada	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	16/05/2015 10:42/19/05/16 21:16	archivo:	Dosificadora de cuajada -	Página:	4 / 5

Conector	Rotulación
I1	Automático
I2	Avance
I3	Retroceso
I4	Bombeo
I5	Paro de emergencia
I6	Manual
I8	Final de carrera
AI1	Sensor de nivel
Q1	Bomba
Q2	Electroválvula
Q3	Alarma

Autor:	Cristian Chico Godoy	Proyecto:	Máquina Dosificadora de Cuajada	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:		Nº diagrama:	
Fecha de creación/modificación:	16/02/2015 10:42/19/05/16 21:16	archivo:	Dosificadora de cuajada -	Página:	5 / 5