



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**“SISTEMA CARTESIANO CNC PARA SOLDADURA DE PUNTO EN
LÁMINAS DE ACERO INOXIDABLE PARA MIPYMES
METALMECÁNICAS DE IMBABURA.”**

Trabajo de grado previo a la obtención de título de Ingeniera en Mecatrónica

Línea de investigación: Producción industrial y Tecnologías Sostenibles

Autor:

Sheyla Anahí Flores Dávila

Director:

Cosme Damián Mejía Echeverría

Asesor:

Víctor Alfonso Erazo Arteaga

Ibarra, Ecuador de 2026



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005273717		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Flores Dávila Sheyla Anahí		
DIRECCIÓN:	Otavalo, Barrio Monserrat, Calle Chasquis		
EMAIL:	safloresd@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	N/A	TELÉFONO MÓVIL:	0985493441

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Sistema cartesiano CNC para soldadura de punto en láminas de acero inoxidable para Mipymes metalmecánicas de Imbabura.
AUTOR (ES):	Sheyla Anahí Flores Dávila
FECHA: DD/MM/AAAA	03/03/2026
PROGRAMA:	☒ GRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Víctor Alfonso Erazo Arteaga Cosme Damián Mejía Echeverría

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 03 días del mes de marzo de 2026

EL AUTOR:

Sheyla Anahí Flores Dávila



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 03 de marzo del 2026

MSc. Cosme Damián Mejía Echeverría

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

MSc. Cosme Damián Mejía Echeverría
C.C.: 1002641281



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de Integración Curricular “SISTEMA CARTESIANO CNC PARA SOLDADURA DE PUNTO EN LÁMINAS DE ACERO INOXIDABLE PARA MIPYMES METALMECÁNICAS DE IMBABURA.” elaborado por Sheyla Anahí Flores Dávila, previo a la obtención del título de INGENIERA EN MECATRÓNICA, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f).....

MsC. Cosme Damián Mejía Echeverría
C.C.: 1002641281

(f).....

MsC. Víctor Alfonso Erazo Arteaga
C.C.: 1719188029

DEDICATORIA

Este trabajo es para mi familia, quienes han sido mi fuerza en cada paso de este camino. Para aquellos que me apoyaron en los momentos difíciles, que creyeron en mí cuando las dudas aparecían y que celebraron cada pequeño logro conmigo.

A quienes han estado a mi lado con amor, paciencia y palabras de aliento, gracias por no dejarme caer y por impulsarme a seguir, incluso en los días más duros.

Este logro representa el fruto del esfuerzo compartido, y a ustedes les dedico con gratitud y profundo respeto este importante paso en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primero, agradezco a mis profesores por ser más que mentores; por ser una guía llena de experiencias que inspiran a ser mejor cada día. Gracias por cada consejo y por compartir su conocimiento conmigo.

A mis padres Hugo y Anita, quienes son mi mayor fortaleza, gracias por acompañarme en cada paso, sin importar cuán difícil fuera el camino. Gracias por sus sacrificios silenciosos, por creer en mí en los momentos en que incluso yo dudaba, por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la humildad. Papi, gracias por tus palabras llenas de fe y amor, enseñándome que los sueños se construyen con disciplina y corazón.

A mis hermanos Colin y Ruby, gracias por estar siempre ahí, listos para ayudarme. Gracias por empujarme a terminar lo que empecé. Cada gesto, por pequeño que fuera, significó un impulso para seguir adelante. Aunque no siempre lo exprese, los valoro más de lo que las palabras pueden decir, y sé que, sin su apoyo, este logro no habría sido posible.

A mis amigos Michelle, Andrew, Pedro, Emerson gracias por cada momento de risa, por ser una fuente constante de alegría, por las palabras de aliento y por acompañarme en este camino, haciendo que cada día fuera más llevadero con su compañía sincera.

A Dylan esa persona especial que siempre está a mi lado, gracias por tu amor incondicional, por tu paciencia infinita y por ser mi refugio en los momentos difíciles. Gracias por darme tu apoyo sincero.

Este logro es para ti mi abuelita que me ayudaste a ser una buena mujer, gracias siempre por verme cuidado con tanto cariño, aunque ya no estés, tu recuerdo guía mis pasos y celebras conmigo desde el cielo.

RESUMEN

El presente trabajo expone el diseño de un prototipo de sistema cartesiano CNC para la soldadura por puntos en láminas de acero inoxidable, enfocado en las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) del sector metalmecánico de la provincia de Imbabura. La propuesta surge como una alternativa frente a las limitaciones de la soldadura manual, caracterizada por baja precisión, errores frecuentes y variabilidad en la calidad de las uniones, factores que inciden negativamente en la eficiencia y competitividad de estas empresas. La investigación se centra en el desarrollo conceptual, técnico y funcional del sistema e incluye el análisis de los principios de la soldadura por puntos, los requerimientos mecánicos y electrónicos, así como la programación de controladores necesarios para su funcionamiento. Además, se realizan simulaciones estructurales mediante análisis por elementos finitos (FEA) para validar la resistencia del sistema frente a las cargas estáticas generadas durante el proceso, asegurando un comportamiento estable y preciso. Los resultados de las simulaciones permiten optimizar parámetros como la capacidad de carga y la tolerancia de posicionamiento. El estudio concluye que el diseño propuesto es técnica y económicamente viable para su implementación futura, y representa una solución escalable y accesible que podría mejorar significativamente la calidad, eficiencia y competitividad de los procesos productivos en las Mipymes metalmecánicas de la región.

Palabras clave: Sistema cartesiano CNC, soldadura de punto, acero inoxidable, automatización, Mipymes metalmecánicas.

ABSTRACT

This work presents the design of a prototype Cartesian CNC system for spot welding on stainless steel sheets, aimed at micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) in the metalworking sector of Imbabura province. The proposal emerges as an alternative to the limitations of manual welding, which is characterized by low precision, frequent errors, and variability in the quality of joint factors that negatively affect the efficiency and competitiveness of these companies. The research focuses on the conceptual, technical, and functional development of the system, including the analysis of the principles of spot welding, the mechanical and electronic requirements, as well as the programming of controllers required for its operation. In addition, structural simulations are carried out through finite element analysis (FEA) to validate the system's resistance to static loads generated during the welding process, ensuring stable and precise performance. The results of the simulations allow for the optimization of key parameters such as load capacity and positioning tolerance. The study concludes that the proposed design is technically and economically viable for future implementation and represents a scalable and accessible solution that could significantly improve the quality, efficiency, and competitiveness of production processes in the region's metalworking MSMEs.

Keywords: Cartesian CNC system, spot welding, stainless steel, automation, metalworking MSMEs.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA	ii
CONSTANCIAS	iii
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	v
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN	vi
CURRICULAR	vi
APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 General	2
1.2.2 Específicos	2
1.3 Alcance y delimitación	2
1.4 Justificación	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Sistema cartesiano CNC	6
2.2.1 Definición del sistema cartesiano	6
2.2.2 Control de un sistema cartesiano	7
2.2.3 Usos industriales de los sistemas cartesianos	7
2.3 Control numérico computarizado	7
2.3.1 Beneficios del uso de máquinas CNC en industrias:	8
2.3.2 Limitaciones del uso de máquinas CNC en industrias	9
2.4 Soldadura	10
2.4.1 Soldadura de Punto:	10

2.4.2 Materiales apropiados para soldadura de punto.....	11
2.4.3 Comparación con otros métodos de unión como la soldadura MIG/TIG	14
2.4.4 Tipos de máquinas soldadoras de punto.....	16
2.4.5 Evaluación de competencias	16
2.5 Especificaciones de la Soldadora de Punto DTN-100	19
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	21
3.1 Enfoque y tipos de investigación.....	21
3.2 Diseño de la Investigación.....	22
3.2.1 Fase 1: Analizar los Principios Básicos de la Soldadura por Puntos, las Máquinas y Otras Variables que Intervienen en el Proceso.....	22
3.2.2 Fase 2: Diseñar el Sistema Cartesiano CNC para Soldadura de Puntos con los Requerimientos de Ingeniería	23
3.2.3 Fase 3: Validar Mediante Simulación La Resistencia Mecánica Del Sistema CNC Para Soldadura De Punto	24
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	25
4.1. Requerimientos de solución del sistema.....	25
4.1.1 Situación actual	25
4.1.2 Necesidades del cliente para el sistema	26
4.1.3 Análisis QFD para el Diseño de la Máquina.....	28
4.1.4 Evaluación de la competencia mediante el análisis QFD	29
4.2 Parámetros de diseño	31
4.2.1 Desglose del funcionamiento de la máquina.....	31
4.3 Estudio y Elección de Alternativas	34
4.3.1 Matriz morfológica	34
4.3.2 Elección de la mejor solución	38
4.4. Diseño Mecánico	41
4.4.1 Materiales Utilizados	43
4.4.2 Plataforma de Sujeción Modular de Planchas	46
4.4.3 Sistema de movimiento en el eje Y	59
4.4.4 Sistema de movimiento en el eje X.....	68

4.5 Selección de componentes eléctricos	79
4.5.1 Controlador Principal y Software de Control	80
4.5.2 Selección del Motor	81
4.5.3 Drivers de Motor	83
4.5.4 Fuente de Alimentación	84
4.5.5 Sistema de Control	86
4.5.6 Sensores de Final de Carrera	87
4.6 Costos de la máquina	87
CONCLUSIONES	91
REFERENCIAS	94
ANEXOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Sistema de movimiento CNC.	6
Fig. 2.2 Primera Máquina CNC.	8
Fig. 2.3 Diagrama de la soldadura por puntos.	10
Fig. 2.4 Organizador grafico de los distintos tipos de soldadora de punto.	16
Fig. 4.1 Comparación de puntajes de los requerimientos del cliente	30
Fig. 4.2 Comparación de puntajes de los parámetros técnicos del diseño	30
Fig. 4.3 Nivel cero del desglose de funciones	31
Fig. 4.4 Nivel uno del desglose de funciones.	32
Fig. 4.5 Nivel dos del desglose de funciones.	33
Fig. 4.6 Prototipo	42
Fig. 4.9 Ensamble plataforma modular.	47
Fig. 4.10 Esfuerzo de von Mises	48
Fig. 4.11 Factor de seguridad	49
Fig. 4.12 Conector casero.	50
Fig. 4.13 Prensa de hierro de 2 in.	51
Fig. 4.15 DCL de la mesa.	53
Fig. 4.16 Diagramas de esfuerzo y momento flector	55
Fig. 4.17 Simulación	58
Fig. 4.18 Curva de convergencia	58
Fig. 4.19 Sistema de movimiento Y	59
Fig. 4.20 Masa del marco.	60
Fig. 4.21 Masa de la guía.	61
Fig. 4.22 DCL movimiento en Y	62
Fig. 4.23 Diagrama de fuerza	63
Fig. 4.24 Diagrama de momento	64
Fig. 4.25 Simulación de SolidWorks del eje Y	65
Fig. 4.26 Husillo de bolas sfu2505.	67
Fig. 4.27 Sistema de movimiento Y	69
Fig. 4.28 Peso de la guía	70
Fig. 4.29 Diagrama del cuerpo libre	71

Fig. 4.30 Diagrama de fuerza cortante	72
Fig. 4.31 Diagrama de momento flector.....	73
Fig. 4.32 Simulación Sistema de movimiento x	74
Fig. 4.33 Sistema de movimiento guías	75
Fig. 4.34 Rueda de movimiento en v y perno excéntrico	76
Fig. 4.35 simulación de la palca de la guía	78
Fig. 4.36 Comportamiento de la guía	78
Fig. 4.37 Sistema de control	79
Fig. 4.38 Interfaz de uso de mach 3	81
Fig. 4.39 Driver HBS86	84
Fig. 4.40 Diagrama de conexiones	87
Fig. 4.41 Diagrama de conexión del Mach 3	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Corriente mínima recomendado en kiloamperios [25]	12
Tabla 2.2 Distancia entre puntos [25]	13
Tabla 2.3 Parámetros típicos para soldadura por puntos según espesor de material y resistencia esperada.	14
Tabla 2.4 Tabla comparativa de competencias [32], [33].	17
Tabla 4.1 Voz del cliente.	26
Tabla 4.2 Voz del ingeniero.	27
Tabla 4.3 Ponderaciones QFD.	28
Tabla 4.4 Funciones que realiza cada parte de la máquina.....	32
Tabla 4.5 Funciones que realiza cada parte de la máquina.....	33
Tabla 4.6 Matriz Morfológica para sistema CNC	34
Tabla 4.7 Ventajas y desventajas Alternativa 1	36
Tabla 4.8 Ventajas y desventajas Alternativa 2	37
Tabla 4.9 Ventajas y desventajas Alternativa 3	38
Tabla 4.10 Ponderaciones de los parámetros más importantes de la máquina.	38
Tabla 4.11 Evaluación de las alternativas de solución con respecto al costo optimizado ...	39
Tabla 4.12 Evaluación de las alternativas de solución con respecto al diseño óptimo	39
Tabla 4.13 Evaluación de las alternativas de solución con respecto a la fiabilidad	39
Tabla 4.14 Evaluación de las alternativas de solución con respecto a la seguridad	40
Tabla 4.15 Evaluación de las alternativas de solución con respecto a la usabilidad	40
Tabla 4.16 Evaluación de alternativas de solución revisa	40
Tabla 4.17 Tabla propiedades físicas del acero inoxidable 304	43

Tabla 4.18	Tabla propiedades mecánicas del acero inoxidable 304	44
Tabla 4.19	Tabla propiedades físicas del acero AISI 1008	44
Tabla 4.20	Tabla propiedades mecánicas del acero AISI 1008	44
Tabla 4.21	Propiedades del material AST 36	45
Tabla 4.22	Tabla propiedades mecánicas del acero AST 36	45
Tabla 4.23	Tabla propiedades físicas del nylon.....	46
Tabla 4.24	Tabla propiedades mecánicas del nylon	46
Tabla 4.25	Detalle de las partes	47
Tabla 4.26	Detalle de las partes	59
Tabla 4.27	Detalle de las partes	69
Tabla 4.28	Detalle de las partes	75
Tabla 4.29	Componentes del sistema de control.....	80
Tabla 4.30	Tabla del consumo eléctrico.....	85
Tabla 4.31	Componentes del sistema de control.....	86
Tabla 4.32	Costo de materiales mecánicos.....	88
Tabla 4.33	Costo de materiales eléctricos.....	89

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El proceso de soldadura por puntos es uno de los métodos más utilizados en la industria para unir láminas metálicas de manera rápida y precisa, teniendo balance entre costo y resistencia. En sectores como el automotriz, por ejemplo, se aplican entre 3 000 y 5 000 puntos de soldadura por vehículo durante el ensamblaje, y más del 90 % de las uniones metálicas se realizan mediante este proceso [1][2].

En Ecuador las MIPYMES del sector metalmecánico según datos del INEC, más del 85 % aun operan con procesos manuales o semiautomatizados, lo que evidencia una clara brecha tecnológica respecto a las prácticas industriales modernas. La soldadura por puntos también se aplica en la fabricación de productos como malla electrosoldada, estanterías, cerramientos, gabinetes eléctricos y estructuras livianas [3]. Estudios sobre el nivel de automatización en industrias manufactureras ecuatorianas muestran que cerca del 48 % de las pequeñas y medianas empresas operan con sistemas manuales y solo alrededor del 7 % con tecnología automatizada [4].

Estudios demuestran que los procesos de soldadura por puntos presentan tasas de defectos de hasta un 15 % en sus uniones metálicas, cuando el proceso depende únicamente de la habilidad del operario, es común que existan errores en la ubicación de los puntos, variaciones en la presión de los electrodos o tiempos de aplicación de corriente [5], lo que afectan directamente la calidad de la unión, afectar la calidad del producto final; es especialmente notable en láminas de grandes dimensiones como las de acero inoxidable de 1,80 x 1,80 m y espesores de 1 y 2 mm, donde el movimiento requerido para soldar todos los puntos puede ser significativo [6] y [7].

Un inconveniente de los sistemas CNC diseñados para la soldadura por puntos es el costo elevado; largos periodos de importaciones; además están diseñadas principalmente con

dimensiones pequeñas, lo que no cumple con los requisitos de capacidad necesarios para aplicaciones de soldadura en materiales grandes y pesados, resultando prohibitivamente caro, lo cual hace inaccesible para la industria incorporar esta máquina [9] [10].

El diseño de un sistema cartesiano CNC pretende ser accesible y, además, automatizar el proceso de soldadura por puntos proporcionaría mejoras significativas en términos de costos, precisión, repetibilidad y calidad de las uniones soldadas. Esto no solo ayudaría a reducir errores humanos y pérdidas, además de incrementar la consistencia en los productos manufacturados, contribuyendo así a un proceso más eficiente en la industria manufacturera.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Desarrollar un sistema cartesiano CNC para soldadura de puntos en aplicaciones industriales.

1.2.2 Específicos

- Analizar los principios básicos de la soldadura por puntos, las máquinas y otras variables que intervienen en el proceso.
- Diseñar el sistema cartesiano CNC para soldadura de puntos con los requerimientos de ingeniería.
- Validar mediante simulación el funcionamiento del sistema CNC para soldadura de punto.

1.3 Alcance y delimitación

El proyecto se enfoca en el diseño de un sistema cartesiano CNC adaptado a una soldadora de punto, con la capacidad de trabajar con dos láminas de acero inoxidable, una de 2 mm sobre

otra de 1 mm de espesor con dimensiones máximas de 1.80 x 1.80 m. Este sistema proporcionará un control de los ejes cartesianos en el proceso de soldadura automatizada, basado en la investigación y los requerimientos de ingeniería. Posteriormente, se evaluará el funcionamiento mediante cálculos y simulaciones. Una vez completado este proceso, se obtendrán planos técnicos y se validará el diseño utilizando herramientas de simulación.

1.4 Justificación

Este proyecto de investigación y avances tecnológicos pretende ser accesible dentro del país siendo el proceso de soldadura por punto una necesidad en la industria manufacturera radica en la necesidad de mejorar la precisión, eficiencia y calidad de las uniones soldadas. Estos problemas tienen implicaciones directas en la integridad de los productos manufacturados y en la eficiencia de los procesos de producción.

En el aspecto económico, los largos periodos de importación y disponibilidad hacen que la máquina tenga un costo muy elevado siendo un proceso manual, conlleva una calidad variable en las uniones soldadas. Esto afecta la funcionalidad y durabilidad de los productos finales, generando costos adicionales por retrabajos y posibles reclamos de clientes.

La parte técnica del proceso las máquinas no están diseñadas para grandes dimensiones, para soldar las láminas toma tiempos considerables, lo que limita su utilidad en la industria manufacturera actual. Esto aumenta los costos de producción y el tiempo de entrega de los productos, lo que puede afectar negativamente la competitividad de la empresa en el mercado.

El diseño del sistema CNC cartesiano plantea soluciones de ingeniería, aplicando investigación y análisis de ingeniería mecatrónica, ayudando a solucionar problemas locales en la industria manufacturera.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La soldadura por puntos de resistencia es uno de los métodos más utilizados para la unión de láminas metálicas delgadas en aplicaciones industriales, especialmente en sectores como el automotriz y metalmecánico. Este proceso se basa en la aplicación simultánea de presión mecánica y corriente eléctrica a través de electrodos, generando calor por efecto Joule que permite la formación de un núcleo de fusión localizado entre las láminas superpuestas [9]. Diversos estudios han descrito los principios fundamentales del proceso, así como los parámetros que influyen directamente en la calidad de la unión, entre los que destacan la corriente de soldadura, el tiempo de aplicación y la fuerza ejercida por los electrodos.

Mallaradhy et al. (2018) presentaron una revisión del proceso de soldadura por puntos de resistencia, abordando sus fundamentos, aplicaciones industriales y técnicas de optimización. En su estudio se destaca que la correcta selección de los parámetros. Asimismo, los autores señalan que la variabilidad en dichos parámetros puede provocar defectos como expulsión de material fundido, falta de fusión o reducción de la resistencia mecánica del punto soldado [10].

Desde un enfoque numérico y microestructural, Sadeghian et al. (2022) desarrollaron un modelo de simulación termoeléctrico-mecánico del proceso de soldadura por puntos de resistencia entre acero inoxidable 304 y acero al carbono, validado mediante ensayos experimentales. El estudio permitió predecir la distribución de temperatura, la formación del núcleo de fusión y los cambios microestructurales en la zona afectada por el calor [11]. Los resultados mostraron que el aumento del aporte térmico incrementa el tamaño del *weld nugget* y modifica la microestructura, influyendo directamente en las propiedades mecánicas del punto soldado.

En un estudio más reciente, Khan et al. (2024) analizaron la influencia de los parámetros del proceso de soldadura por puntos en la microestructura y las propiedades mecánicas de uniones en acero inoxidable AISI 304. Mediante ensayos experimentales y caracterización metalográfica, los autores observaron que una adecuada combinación de corriente y tiempo de soldadura favorece la formación de un *nugget* más uniforme y con mayor resistencia mecánica, mientras que condiciones no óptimas generan defectos internos y disminuyen el desempeño de la unión [12].

Estudios recientes sobre soldadura por puntos de acero inoxidable tipo 304, se ha evidenciado que la calidad de la unión está estrechamente relacionada con el posicionamiento del electrodo sobre la lámina. Zhang et al. (2025) emplearon simulaciones y pruebas experimentales para analizar la influencia de parámetros como corriente, tiempo y presión, determinando que pequeñas desviaciones en la posición del electrodo afectan el diámetro del núcleo de fusión y la resistencia mecánica de la unión [13]. Estos resultados muestran que la precisión y repetibilidad del posicionamiento constituyen factores relevantes en el proceso de soldadura por puntos, especialmente en aplicaciones que requieren la realización de múltiples puntos de soldadura.

En un estudio realizado por Wang et al. (2020), se analizó cómo mejorar el tiempo total de operación en celdas de soldadura por puntos, utilizando una buena planificación de trayectorias. El objetivo fue que el robot pudiera soldar varios puntos en menos tiempo y sin chocar con obstáculos. Para eso, aplicaron su método en dos casos: uno con 25 puntos distribuidos en una superficie plana y otro con 21 puntos en un espacio con obstáculos. En ambos, lograron reducir en gran medida el tiempo. Por ejemplo, en el primer caso, bajaron de 34,1 a 23,9 segundos (una mejora del 29,9 %) y en el segundo, de 35,7 a 27,1 segundos (mejorando en un 24,1 %).

Aunque su estudio se basó en robots industriales con brazos articulados, los resultados también aplican a sistemas cartesianos, como el que se plantea en este proyecto. Los resultados

evidencian que la planificación adecuada de trayectorias y movimientos entre puntos de soldadura influye directamente en la eficiencia del proceso automatizado [14].

Estudios recientes como el de Stavropoulos y Sabatakakis (2024) han abordado el aseguramiento de calidad en la soldadura por resistencia, destacando la necesidad de implementar sistemas de monitoreo automatizado que detecten defectos en tiempo real y mejoren la confiabilidad del proceso. Si bien estas soluciones están pensadas para entornos industriales de gran escala, su enfoque puede adaptarse a contextos de menor presupuesto, como el que enfrentan muchas Mipymes metalmecánicas [15]. Investigaciones como la de Banga et al. (2021) han demostrado que la planificación adecuada de trayectorias en procesos automatizados de soldadura puede reducir significativamente los tiempos de ciclo, aumentando la eficiencia productiva [16].

2.2 Sistema cartesiano CNC

2.2.1 Definición del sistema cartesiano

Un sistema cartesiano se caracteriza por tener tres ejes de control, lo que le permite realizar movimientos en las direcciones X, Y y Z. Las tres articulaciones deslizantes permiten movimientos en las direcciones izquierda-derecha, adelante-atrás, arriba-abajo. Permite el posicionamiento, ensamblaje y manejo de materiales como se puede observar en la Fig. 2.1 [17].

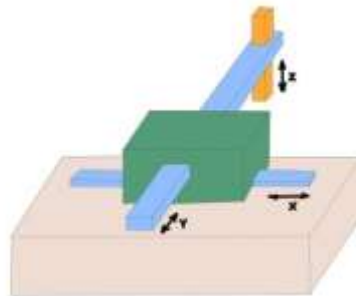


Fig. 2.1 Sistema de movimiento CNC.

2.2.2 Control de un sistema cartesiano

El control de un sistema cartesiano se realiza mediante una combinación de programación y sistemas de control. La interfaz de usuario máquina permite configurar las coordenadas y movimientos según las necesidades de cada tarea. Los sensores incorporados monitorean el entorno y ajustan el comportamiento en tiempo real para optimizar la precisión y eficiencia [18].

2.2.3 Usos industriales de los sistemas cartesianos

Los sistemas cartesianos son ideales para aplicaciones que requieren movimientos precisos y repetitivos en tres ejes lineales (X, Y y Z). Algunas de sus principales aplicaciones industriales incluyen:

- **Ensamblaje:** Colocación precisa de componentes electrónicos en circuitos impresos.
- **Manipulación de materiales:** Movimiento y organización sistemática de productos o materiales.
- **Soldadura:** Procesos de soldadura automatizada con movimientos lineales.
- **Pintura y recubrimiento:** Aplicaciones de pintura y recubrimientos con trayectorias programadas precisas.
- **Carga y descarga de máquinas:** Tareas de carga y descarga en máquinas herramientas [17].

2.3 Control numérico computarizado

El desarrollo del Control Numérico Computarizado (CNC) ha sido fundamental en la automatización de procesos industriales. El CNC tiene sus inicios con el desarrollo de la computadora electrónica después de la Segunda Guerra Mundial [14].

Durante las décadas de 1950 y 1960, la integración de la computación permitió avanzar desde controles basados en válvulas electrónicas hasta sistemas basados en microprocesadores, lo

cual redujo costos y aumentó la eficiencia. (Véase en la Fig. 2.2) se aprecia la primera máquina CNC [14].

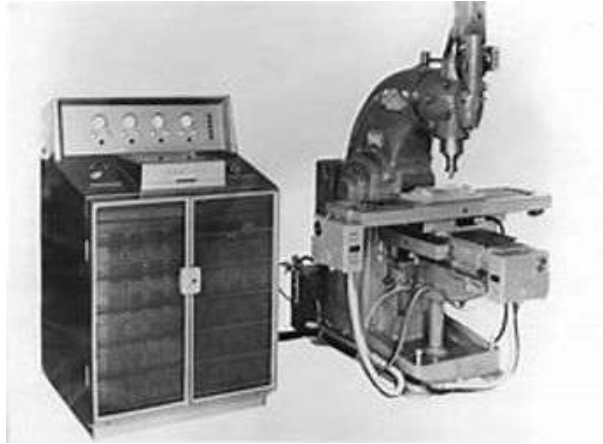


Fig. 2.2 Primera Máquina CNC.

A principios de los años 60, surgió el CNC como una evolución del control numérico directo (DNC), permitiendo la programación centralizada para múltiples tipos de máquinas [20].

Actualmente, las máquinas CNC controlan el movimiento preciso de ejes X, Y, y Z mediante instrucciones numéricas. La combinación con sistemas CAD/CAM ha simplificado la programación y aumentado la precisión, permitiendo la fabricación de piezas complejas con eficiencia y calidad [20].

2.3.1 Beneficios del uso de máquinas CNC en industrias:

- Adaptabilidad tecnológica según nuevos requisitos.
- Mantienen alta precisión de mecanizado gracias a la combinación de una estructura mecánica rígida, sistemas de accionamiento de alta resolución y control computarizado del movimiento.
- El nivel de riesgo en la operación de máquinas CNC es reducido, ya que los operadores no intervienen directamente en el proceso, el cual es controlado por

computadoras. Además, cuentan con rutinas de parada de emergencia en caso de contratiempos.

- El proceso se distingue por su alta precisión, ya que los diseños se crean en programas CAD (Diseño Asistido por Computadora) y la producción en programas CAM (Manufactura Asistida por Computadora).
- La precisión se ve beneficiada por los actuadores de las máquinas, los cuales ofrecen resoluciones muy altas que contribuyen a un sistema eficiente.
- Alta versatilidad para adaptarse fácilmente a diferentes tamaños y formas de piezas debido a su configuración modular.
- Reduce la necesidad de múltiples operarios en la línea de producción.
- Minimiza los errores de producción, dado que las máquinas CNC pueden realizar trabajos repetitivos miles de veces sin pérdida de precisión a lo largo del tiempo, lo que mejora significativamente la calidad del producto final.
- Capacidad para ejecutar procesos complejos que, de realizarse manualmente, requerirían una inversión considerable de tiempo [21].

2.3.2 Limitaciones del uso de máquinas CNC en industrias

- La inversión tiene un costo elevado.
- Programas con extensas líneas de código.
- El mantenimiento es costoso y requiere personal capacitado.
- Su velocidad de operación está limitada por parámetros de corte, precisión y estabilidad mecánica, lo que puede restringir la productividad en procesos que requieren altas tasas de producción continua [21]

2.4 Soldadura

2.4.1 Soldadura de Punto:

Funcionamiento

La soldadura por resistencia es un proceso de unión que se basa en la aplicación de fuerza a las superficies en contacto y la generación de calor mediante el paso de corriente eléctrica a través de la resistencia eléctrica en dichas superficies. (Véase Fig. 2.4). Este método es ampliamente utilizado en diversas industrias debido a su eficacia y capacidad para producir uniones de alta calidad, especialmente en materiales laminados [22].

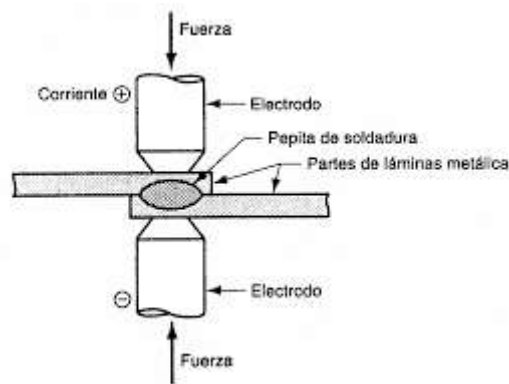


Fig. 2.3 Diagrama de la soldadura por puntos.

Ciclos del Proceso de Soldadura por Puntos

- **SQUEEZE (Compresión):** Los electrodos aplican presión sobre las piezas, asegurando un contacto firme y evitando movimientos durante el proceso de soldadura.
- **Función:** Preparar las piezas para el paso de corriente.
- **Tiempo típico:** Depende del espesor del material, ajustable según necesidad.

- **WELD (Soldadura):** Se aplica corriente constante a través de los electrodos, generando calor en el punto de contacto para fundir y unir los materiales.
- **Factores críticos:** Corriente de soldadura, voltaje, tiempo de aplicación y presión.
- **HOLD (Mantenimiento):** Después de interrumpir la corriente, se mantiene la presión para permitir que el material fundido se solidifique. Esto asegura una unión mecánicamente resistente.
- **REST (Reposo):** Intervalo entre la finalización de un punto de soldadura y el inicio del siguiente, utilizado para reposicionar las piezas y evitar sobrecalentamientos [24].

Beneficios:

- **Rapidez:** Es un método muy eficiente, ideal para procesos de producción en masa.
- **Simplicidad:** Es un proceso fácilmente automatizable y requiere menos habilidad operativa que la soldadura con arco eléctrico.
- **Eficiencia:** Consume menos energía y es ideal para soldar láminas delgadas de metal [25].

Limitaciones:

- No es adecuada para materiales gruesos o para aplicaciones donde se requiere una alta resistencia estructural.
- Solo puede aplicarse en puntos accesibles desde ambos lados de las piezas a unir.
- Las uniones pueden ser menos fuertes en comparación con las realizadas mediante soldadura con arco eléctrico, lo que limita su uso en aplicaciones de alta exigencia [25].

2.4.2 Materiales apropiados para soldadura de punto

El acero, debido a su menor conductividad térmica y mayor resistencia eléctrica, es particularmente adecuado para este proceso, siendo el acero con bajo contenido de carbono el más ideal [26].

El acero inoxidable, en particular los grados austeníticos y ferríticos, así como las superaleaciones de níquel y titanio, presentan valores de resistividad eléctrica distintos a los del acero al carbono, lo que influye directamente en la cantidad de calor generado durante el proceso de soldadura por puntos. En el caso de las aleaciones ligeras, como el aluminio, su elevada conductividad térmica y baja resistencia eléctrica obligan a emplear niveles de corriente significativamente mayores para alcanzar la fusión localizada requerida [26].

En este contexto, la Tabla 2.1 presenta los valores de corriente mínima recomendada en función del espesor de la placa más fina, el tipo de material y la configuración del cordón de soldadura (una o doble fila), constituyendo una referencia técnica para la selección inicial de los parámetros de operación del proceso [27].

Tabla 2.1 Corriente mínima recomendado [27].

Espesor de la placa más fina (mm)	Acero estructural (una fila)	Acero inoxidable y superaleaciones (una fila)	Aleación ligera (una fila)	Acero estructural (doble fila)	Acero inoxidable y superaleaciones (doble fila)	Aleación ligera (doble fila)
0.5	8	6	12	16	14	22
0.8	9	7	12	18	16	22
1.0	10	8	14	20	18	24
1.2	11	9	14	22	20	26
1.5	12	10	16	24	22	30
2.0	14	12	20	28	26	36
2.5	16	14	24	32	30	40
3.0	18	16	26	36	34	46

3.5	18	16	26	36	34	46
4.0	20	18	30	42	40	50

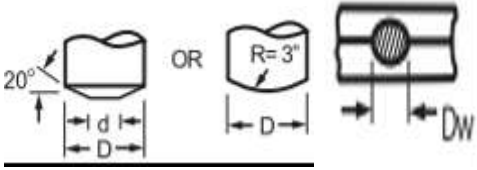
Tabla 2.2 Distancia entre puntos [27].

Espesor de la placa más fina (mm)	Acero estructural	Acero inoxidable superaleaciones	y Aleación ligera
0.5	10	8	15
0.8	12	10	15
1.0	12	10	15
1.2	14	12	15
1.5	14	12	20
2.0	16	14	25
2.5	18	16	25
3.0	20	18	30
3.5	22	20	35
4.0	24	22	35

Parámetros recomendados de operación según el espesor del material

Para definir los parámetros de soldadura por puntos, es fundamental considerar las recomendaciones establecidas por la norma ISO 14373:2024, la cual define los requisitos técnicos para la unión de chapas de acero de bajo carbono mediante soldadura por resistencia. Esta norma proporciona guías sobre la distancia mínima entre puntos, diámetro de electrodos, tiempo de soldadura y fuerza de compresión, con el fin de asegurar uniones resistentes y confiables. En la Tabla 2.3 se resumen algunos de estos valores, adaptados a los materiales y espesores utilizados en este estudio [28].

Tabla 2.3 Parámetros típicos para soldadura por puntos según espesor de material y resistencia esperada.

Espesor r (mm)				Fuerza (N)	Tiempo (ms)	Corr. Min (A)	Corr. Max (A)	Resistencia Corte		
	Ø Ext. Elect. (mm)	Ø Int. Elect. (mm)	Zona Fundida (mm)					Corte 70k (N)	Corte 90k (N)	Corte 150k (N)
0.53	7.94	3.97	2.54	1779.2	66.7	4000	3200	370	470	500
0.64	9.53	3.97	3.05	2312.9	83.3	5000	4100	500	600	680
0.86	11.11	4.76	3.81	3336.0	100.0	7000	5500	800	920	110
1.78	15.88	6.35	6.35	7561.6	200.0	12300	10000	2400	2800	2900
1.98	15.88	7.94	6.99	8451.2	233.3	14000	11000	2700	3400	3550
2.39	15.88	7.94	7.37	10675.2	266.7	15700	12700	3550	4200	4000
2.77	19.05	9.53	7.37	12454.4	300.0	17700	14000	4200	5000	5300
3.18	19.05	9.53	7.62	14678.4	333.3	18000	15500	5000	6000	7600

2.4.3 Comparación con otros métodos de unión como la soldadura MIG/TIG.

Ventajas de la soldadura TIG:

La soldadura por puntos compite con otros procesos como la soldadura MIG (Metal Inert Gas) y TIG (Tungsten Inert Gas), cada uno con ventajas específicas dependiendo del tipo de aplicación y material obsérvese en la tabla 2.4.

Tabla 2.4 Comparación con otros métodos de soldadura [29]

Criterio	Soldadura por Puntos	Soldadura TIG	Soldadura MIG
Velocidad de operación	Alta. Ideal para producción en serie de láminas	Baja. Requiere más tiempo por unión	Alta. Adecuada para producción en masa
Precisión	Media. Adecuada para puntos localizados	Alta. Produce uniones finas y limpias	Media. Menos precisa que TIG
Tipo de material	Láminas delgadas de acero (1–3 mm)	Variedad de metales, incluidos inoxidables y aleaciones especiales	Variedad de materiales, especialmente en industria general
Requerimiento de habilidad	Baja a media. Puede automatizarse	Alta. Requiere operador experimentado	Media. Más fácil de operar que TIG
Costo de equipos	Medio. Equipos básicos accesibles, CNC costosos	Alto. Equipos y consumibles más caros	Medio. Equipos accesibles, pero requiere gas
Aplicación industrial	Automotriz, electrodomésticos, estructuras metálicas livianas	Aeroespacial, alimentaria, farmacéutica, calderería fina	Construcción, automotriz, estructuras metálicas de mediana escala
Resistencia de unión	Media. Adecuada para esfuerzos ligeros y medianos	Alta. Ideal para uniones críticas	Alta. Buena resistencia para estructuras
Salpicaduras y limpieza	Baja. Proceso limpio	Muy baja. Prácticamente sin salpicaduras	Alta. Puede requerir limpieza posterior

2.4.4 Tipos de máquinas soldadoras de punto

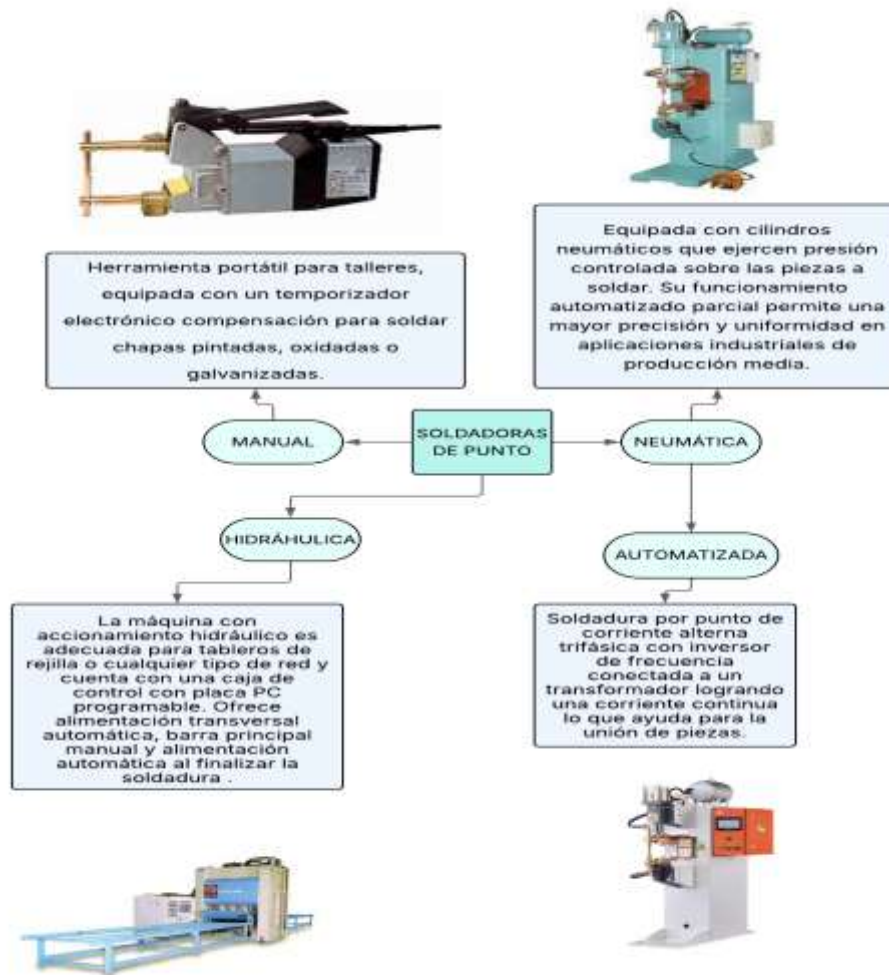


Fig. 2.4 Organizador grafico de los distintos tipos de soldadora de punto.

2.4.5 Evaluación de competencias

HepcoMotion

Componentes de movimiento lineal de alta precisión, guías lineales en acero inoxidable, sistemas de guiado en V, actuadores lineales.

Ventajas:

- Resistencia a la corrosión.

- Tecnología precisa y durable.
- Flexibilidad en diseño para adaptarse a aplicaciones personalizadas [32].

Desventajas:

- No fabrican máquinas completas; solo componentes.
- Dependencia de integradores para sistemas finales.
- Posible costo elevado en personalización [32].

Fortalezas en el Mercado:

- Soluciones modulares.
- Reputación por calidad y fiabilidad.

Suzhou Hanxin

Máquinas CNC completas para soldadura por puntos, automática con mesa XY.

Ventajas:

- Máquina integrada lista para usar.
- Sistema neumático y eléctrico eficiente.
- Certificación CE para cumplir con estándares internacionales [33].

Desventajas:

- Diseño específico para aplicaciones como malla de alambre; menos adaptable.
- Enfocado principalmente en soluciones estándar, menor flexibilidad para aplicaciones personalizadas.
- Peso elevado (950 kg), lo que puede limitar su movilidad [33].

Fortalezas en el Mercado:

Tabla 2.5 Tabla comparativa de competencias[32], [33].

Aspecto	HepcoMotion	Suzhou Hanxin
Enfoque	Componentes de movimiento lineal y sistemas de automatización.	Máquinas CNC completas para soldadura por puntos.
Flexibilidad	Alta: Soluciones modulares que se integran a diferentes diseños.	Baja: Diseño enfocado en aplicaciones específicas como malla.
Costos iniciales	Alto: Componentes premium con tecnología avanzada.	Medio: Máquina integrada lista para usar.
Aplicaciones	Múltiples: Según diseño del cliente o integrador.	Limitadas: Mallas de alambre, jaulas, contenedores metálicos.
Precisión	Muy alta: Componentes diseñados para alta exactitud.	Alta: Adecuada para trabajos estándar de soldadura por puntos.
Peso y movilidad	Ligero: Componentes individuales modulares.	Pesado: Máquina completa (950 kg).
Facilidad de Uso	Requiere integrador especializado para ensamblar un sistema final.	Alta: Máquina lista para usar con configuración estándar.
Certificaciones	Dependientes del cliente o integrador.	Certificación CE para estándares internacionales.
Mantenimiento	Bajo: Sistemas de guiado en V y actuadores sellados.	Medio: Neumática y mecánica requieren mantenimiento periódico.
Durabilidad	Muy alta: Materiales resistentes a la corrosión y desgaste.	Alta: Componentes robustos para uso continuo.

Mercado	Integradores, clientes que buscan Industrias de productos metálicos
Objetivo	soluciones personalizadas. específicos (mallas, jaulas).

2.5 Especificaciones de la Soldadora de Punto DTN-100

Características Generales:

La máquina DTN-100 es un equipo de soldadura por puntos tipo proyección, actualmente en funcionamiento en el taller. Esta máquina será adaptada e integrada a un sistema CNC cartesiano, con el objetivo de automatizar el proceso de soldadura para mejorar la precisión, repetibilidad y productividad del sistema.

- **Capacidad nominal:** 100 KVA.
- **Espesor máximo de soldadura:** + 5 mm.
- **Voltaje de entrada:** 380 V.
- **Frecuencia:** 50 Hz / 60 Hz.
- **Corriente de soldadura:** 200 - 13,000 A.
- **Tiempo de soldadura:** 0.1 - 1 segundo.
- **Ciclo de trabajo nominal:** 50%.
- **Peso:** 100 kg.
- **Condición:** Nueva.

Características Destacadas:

- **Controlador Basado en Microprocesador TCW-32:** Permite ajustar tiempos de apriete, corriente, soldadura y forja entre 0 y 250 ciclos (0 a 5 segundos).

- **Función de Compensación Automática de Corriente (ACC):** Garantiza una corriente de salida estable incluso con variaciones en la impedancia secundaria o en la tensión de la red eléctrica.
- **Función de Conteo:** Facilita la estadística de la cantidad de soldaduras realizadas.
- **Visualización de Corriente:** Muestra el valor real de la corriente de trabajo primaria o el porcentaje de la corriente nominal.
- **Programas Almacenables:** Posibilidad de guardar múltiples programas para su recuperación y uso posterior.

Aplicaciones:

- Adecuada para la soldadura de placas de acero de bajo carbono, acero inoxidable y aluminio.
- Especialmente útil en la fabricación de muebles de acero, cocinas y jaulas.

Fabricante:

- Empresa: Shanghai Sanyu Industry Co., Ltd.
- Ubicación: Shanghai, China.
- Experiencia: Cerca de 20 años en la fabricación y exportación de máquinas de soldadura y equipos relacionados.

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque y tipos de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se basa en el uso de cálculos de ingeniería y en el análisis de parámetros relacionados con el proceso de soldadura por puntos y el funcionamiento del sistema CNC. Asimismo, se emplean herramientas de simulación para obtener y analizar resultados numéricos que permiten evaluar el comportamiento del sistema propuesto.

Investigación Documental

Este tipo de investigación se aplicó durante el desarrollo del proyecto para sustentar técnicamente las decisiones de diseño y selección de componentes. Se utilizó mediante:

- Revisión de libros, artículos técnicos y manuales relacionados con la soldadura por puntos.
- Consulta de documentación técnica sobre parámetros de soldadura para distintos espesores.
- Revisión de fichas técnicas de materiales y componentes empleados en el diseño del sistema cartesiano.

Investigación descriptiva

La investigación descriptiva permitió analizar y describir los elementos que conforman el sistema cartesiano CNC propuesto. Mediante este enfoque se identificaron los componentes mecánicos, eléctricos y de control del sistema, así como su forma de funcionamiento.

- Describir el proceso de soldadura por puntos desde el punto de vista operativo.
- Definir la estructura y los subsistemas del sistema cartesiano CNC.

- Analizar las trayectorias de los puntos de soldadura dentro del área de trabajo.

Investigación Aplicada

La investigación aplicada permitió diseñar e implementar soluciones técnicas concretas. Se utilizó durante el desarrollo del sistema mediante:

- Diseño mecánico del sistema cartesiano CNC considerando los requerimientos identificados: desplazamiento en tres ejes, precisión de posicionamiento y robustez estructural.
- Configuración de parámetros técnicos como el tiempo de soldadura y la presión de los electrodos, adaptados a las características del acero inoxidable utilizado por las empresas locales.

La validación estructural se realizó mediante software de simulación como SolidWorks Simulation, para comprobar resistencia, desplazamiento y esfuerzos en los elementos críticos del sistema cartesiano.

3.2 Diseño de la Investigación

Este trabajo se desarrolló mediante la asignación de propuestas con diversas actividades individuales con el fin de cumplir con los objetivos planteados, manteniendo un orden estructurado y secuencial para diseñar un sistema cartesiano CNC para soldadura de puntos.

3.2.1 Fase 1: Analizar los Principios Básicos de la Soldadura por Puntos, las Máquinas y Otras Variables que Intervienen en el Proceso.

Estudio de los fundamentos de la soldadura por puntos, incluyendo la corriente, tiempo de soldadura, y presión de electrodos.

Actividad 1: Investigación de las Variables en el Proceso de Soldadura por Puntos

Identificación de variables de soldadura como corriente, presión de electrodos, y espesor de láminas.

Actividad 2: Análisis de Tecnologías Disponibles en Máquinas de Soldadura por Puntos

Evaluación de máquinas de soldadura convencionales, CNC y sistemas de soldadura.

Comparación de ventajas y desventajas en términos de costo, precisión y mantenimiento.

Actividad 3: Especificaciones del Mecanismo a Diseñar

Definición de requisitos del sistema como capacidad de movimiento en ejes X, Y, Z, precisión de posicionamiento, y capacidad de carga.

Consideración de la interfaz de usuario y sistemas de seguridad.

3.2.2 Fase 2: Diseñar el Sistema Cartesiano CNC para Soldadura de Puntos con los Requerimientos de Ingeniería

Selección y configuración de componentes mecánicos, sistemas eléctricos para el proceso de soldadura automatizada.

Actividad 4: Planteamiento de Posibles Soluciones y Selección de la Mejor

Proposición de solución, desde un sistema CNC que cuente con los componentes adecuados.

Evaluación basada en costos, facilidad de uso y precisión para seleccionar la mejor opción.

Actividad 5: Diseño del Sistema Utilizando Software CAD

Uso de herramientas CAD como SolidWorks para diseñar componentes mecánicos

Creación de modelos 3D y ensamblajes para verificar compatibilidad y funcionalidad.

Actividad 6: Diseño Electrónico

Selección de controladores de movimiento, sensores de posición y fuentes de alimentación.

Actividad 7: Programación del Control

Arquitectura del sistema de control

Integración de sensores y actuadores, y creación de la interfaz para configuración y monitoreo.

Actividad 8: Elaboración de Planos

Creación de planos detallados de componentes y ensamblajes con especificaciones de materiales.

3.2.3 Fase 3: Validar Mediante Simulación La Resistencia Mecánica Del Sistema CNC Para Soldadura De Punto

Utilización de software de simulación estructural. Simulación de trayectorias soldadura asegurando el desempeño requerido de la máquina.

Actividad 9: Desarrollo del Modelo de Simulación Empleando los Softwares Correspondientes

Simulación del comportamiento estructural.

Actividad 10: Comprobación de Cálculos y Simulaciones

Verificación de cálculos de mecánicos y eléctricos necesarios.

Comparación de resultados simulados con datos teóricos y ajustes necesarios.

Actividad 11: Validación de la Propuesta

Se establece los datos y retroalimentación para realizar ajustes finales en el diseño para asegurar que el sistema sea funcional y confiable antes de su implementación final en entornos industriales reales

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Requerimientos de solución del sistema.

4.1.1 Situación actual

En la empresa MACROEQUIPOS se cuenta con una soldadora de punto D(T)N-100Q, equipada con una mesa de trabajo de 4x2 metros fabricada con perfiles de acero de una pulgada y media, diseñada para facilitar el movimiento de las planchas metálicas durante el proceso de soldadura. La mesa utiliza perfiles de acero en ángulo como rieles, complementados con una rueda que permite desplazar las planchas en una dirección específica permitiendo el desplazamiento en el eje perpendicular, brindando versatilidad para ajustar su posición y garantizar un manejo eficiente de las piezas en ambas direcciones durante las operaciones.

Sin embargo, el proceso actual requiere la intervención de un operador para mover manualmente la mesa y posicionar el material. Para soldar una pieza, el operario jala toda la mesa, lo que exige un esfuerzo físico y precisión manual. A su vez, el punto de soldadura se activa mediante un accionador controlado por el pie, lo que deja ambas manos libres para que el operario pueda ajustar y manipular el material sobre la mesa.

Actualmente, el proceso presenta errores de entre 4 y 5 mm en la precisión de las soldaduras, lo cual no cumple con los estándares requeridos. Por lo tanto, se hace necesario implementar mejorar el sistema para reducir estos errores en las piezas fabricadas.

4.1.2 Necesidades del cliente para el sistema

Los detalles de la máquina se abordan en la Tabla 1 donde se observa los requerimientos y características clave para el cliente.

Tabla 4.1 Voz del cliente.

Demandas del cliente	Descripción
Costo accesible	La máquina debe ser económica, ofreciendo una solución de bajo costo para el cliente.
Capacidad de carga	La mesa debe tener una capacidad de trabajar con dos planchas de hasta 1,80 x 1,80m de acero inoxidable de 1 y 2 mm.
Funcionabilidad	El sistema debe ser capaz de mover tanto el mecanismo como las planchas sin afectar el resultado.
Precisión	La máquina debe garantizar un posicionamiento en los ejes con una tolerancia de ± 0.5 mm.
Productividad	Reducir el tiempo de fabricación de una pieza a menos de 5 horas para optimizar la eficiencia y capacidad de respuesta en la producción.
Estabilidad	Implementar un mecanismo o proceso que minimice el pandeo de la plancha al ser sometida al calor de la soldadora, asegurando una manipulación adecuada por parte del operador.
Escalabilidad	La mesa debe ser adaptable para trabajar con planchas de distintos tamaños.

Una vez identificadas las demandas del cliente, se elabora una tabla denominada 'Voz del Ingeniero', en la cual se detallarán los requisitos y recomendaciones técnicas para satisfacer dichas necesidades.

Tabla 4.2 Voz del ingeniero.

Requisitos del ingeniero	Descripción
Costo optimizado	Diseñar un sistema rentable, optimizando los costos de fabricación y selección de componentes, manteniendo la funcionalidad y durabilidad.
Diseño mecánico	Asegurar un diseño mecánico que proporciona estabilidad y soporte para el sistema CNC, permitiendo precisión en el proceso de soldadura.

Usabilidad	Interfaz intuitiva y un sistema de fácil operación, de modo que los usuarios puedan utilizar y programar el sistema sin requerir conocimientos avanzados, y operar con las planchas.
Componentes accesibles	Seleccione componentes estándar y fáciles de obtener, accesibles en el mercado, facilitando el mantenimiento y reemplazo de piezas.
Fiabilidad	Diseñar un sistema que garantice un funcionamiento estable y continuo, minimizando el riesgo de fallos durante el proceso de soldadura de punto.
Materiales resistentes y duraderos.	Materiales que resistan el desgaste, soporten el peso, el calor generado en la soldadura, asegurando una larga vida útil del sistema.
Control numérico	Implementar tecnología CNC para automatizar el proceso de soldadura de punto, mejorando la producción.
Seguridad	Incorporar dispositivos y estándares de seguridad (como paradas de emergencia y barreras físicas) para proteger al operador y prevenir accidentes.
Mantenimiento	Diseñar el sistema para que sea fácil de limpiar, ajustar y reparar, reduciendo tiempos y costos asociados al mantenimiento regular.

4.1.3 Análisis QFD para el Diseño de la Máquina

Este análisis de Despliegue de la Función de Calidad (QFD) que se encuentra en el Anexo 1 evalúa las principales necesidades del cliente. Se determinaron los requerimientos más críticos y su impacto en el diseño de la máquina, estableciendo correlaciones con las características técnicas. Como resultado, se identificaron mejoras en materiales y procesos para optimizar la eficiencia y minimizar deformaciones. Los detalles completos del análisis se presentan en los anexos.

Tabla 4.3 Ponderaciones QFD.

Requerimientos del Cliente (Qué)	Importancia (%)	Características del Diseño (Cómo)	Peso relativo (%)
Costo accesible	5	Diseño	18%
Productividad	5	Costo optimizado	12%

Capacidad de carga	3	CNC	11%
Funcionabilidad	3	Materiales resistentes y duraderos	11%
Precisión	3	Usabilidad	11%
Estabilidad	3	Componentes accesibles	11%
Escalabilidad	3	Fiabilidad	10%
		Seguridad	8%
		Mantenimiento	8%
Total			100,0%

Este análisis permite priorizar tanto los requerimientos de los clientes como los enfoques técnicos necesarios para desarrollar un diseño eficiente, cumpliendo con los valores más críticos para optimizar el rendimiento y satisfacción del cliente.

4.1.4 Evaluación de la competencia mediante el análisis QFD

Se realizó una evaluación técnica utilizando el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD) podemos observar en Anexo 1 para comparar el desempeño de tres alternativas: Competidor #1 (Suzhou Hanxin), Competidor #2 (HepcoMotion) y el diseño propio.

Según la evaluación de los requerimientos del cliente (Qué). Véase en la Fig. 4.1:

- Diseño propio obtiene los puntajes más altos en costo accesible, productividad, precisión y escalabilidad, lo que lo posiciona como el más adecuado en términos de eficiencia económica y capacidad de adaptación.
- HepcoMotion destaca únicamente en precisión y funcionabilidad, pero presenta bajo desempeño en costo y escalabilidad, lo cual limita su aplicación en entornos de producción flexible y de bajo presupuesto.

- Suzhou Hanxin muestra valores aceptables en capacidad de carga y funcionabilidad, pero su baja puntuación en costo accesible y escalabilidad lo hace menos competitivo frente a los otros.

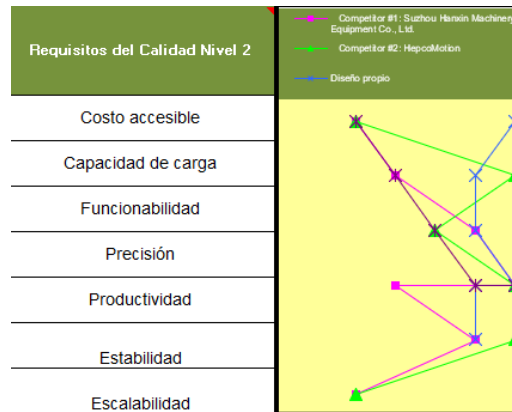


Fig. 4.1 Comparación de puntajes de los requerimientos del cliente

En cuanto a los parámetros técnicos (Cómo) véase en la Fig. 4.2:

- Diseño propio presenta mejor calificación en diseño, costo optimizado, materiales duraderos, CNC, usabilidad y componentes accesibles, lo que respalda su viabilidad técnica con un enfoque robusto e integral.
- HepcoMotion es limitado en CNC y fiabilidad, afectando su potencial de automatización y confiabilidad operativa.
- Suzhou Hanxin, aunque es fuerte en mantenimiento y seguridad, tiene bajo rendimiento en aspectos clave como diseño, componentes accesibles y usabilidad.

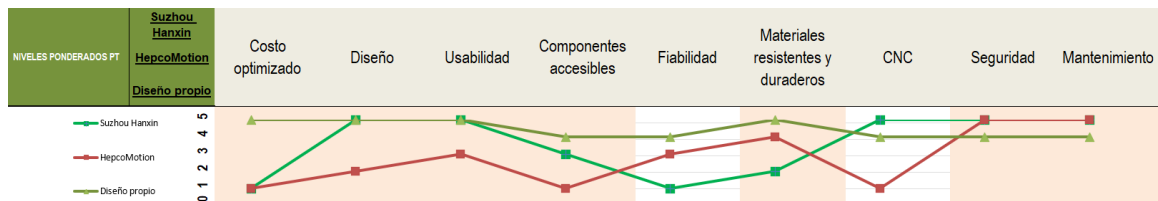


Fig. 4.2 Comparación de puntajes de los parámetros técnicos del diseño

4.2 Parámetros de diseño

4.2.1 Desglose del funcionamiento de la máquina.

A través de la matriz QFD, se identificaron los parámetros clave necesarios para desarrollar un sistema CNC para soldadura de punto. La problemática se centra en crear una máquina que pueda soportar cargas considerables y utilizar componentes accesibles en el mercado local, reduciendo así costos y asegurando su reposición. Es fundamental que el sistema cuente con un control y movimiento eficiente.

Para abordar esta problemática, se realiza un desglose funcional del sistema. En el Nivel 0, se establece el funcionamiento básico (véase en la Fig. 4.3). Este mapa funcional se construyó según la metodología VDI 2221 para análisis de sistemas electromecánicos, garantizando que cada función secundaria se relacione con un requerimiento del usuario [35]. Este nivel describe cómo el sistema llevará a cabo el proceso de soldadura automática, detallando la secuencia de operaciones para garantizar la soldadura.



Fig. 4.3 Nivel cero del desglose de funciones

El proceso mostrado en la (Fig. 4.4 y tabla 4.4), correspondiente al nivel 1, se divide en tres cuadros principales. El primero es posicionamiento y movimiento del material: corresponde a la etapa de preparación del material a través de acciones manuales y eléctricas. El segundo es control y seguridad, en el cual se garantiza que todo esté correctamente configurado y listo para proceder.

Finalmente, el tercer cuadro es Aplicación de la soldadura, donde se realiza el proceso de soldadura con el material previamente preparado y verificado.

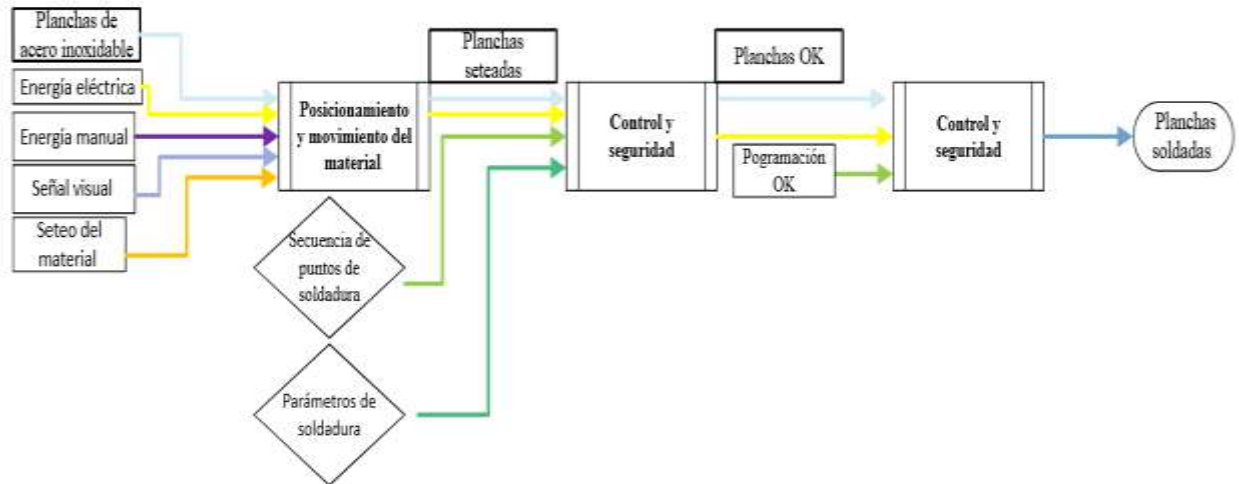


Fig. 4.4 Nivel uno del desglose de funciones.

Tabla 4.4 Funciones que realiza cada parte de la máquina

Función	Descripción
Posicionamiento y movimiento del material.	Es el área de preparación del proceso, donde se ajustan y posicionan las planchas de acero inoxidable para asegurar la posición antes de soldar.
Control y seguridad	Gestión de los parámetros y la secuencia del proceso de soldadura, estableciendo ajustes y monitoreando posibles fallos.
Aplicación de la soldadura	Realiza la unión de las planchas mediante puntos de soldadura de forma automatizada.

Se exhibe (Fig. 4.5), el diseño funcional de segundo nivel, el cual define funciones secundarias que facilitan la ejecución de las funciones primarias en el sistema cartesiano CNC de soldadura de punto.

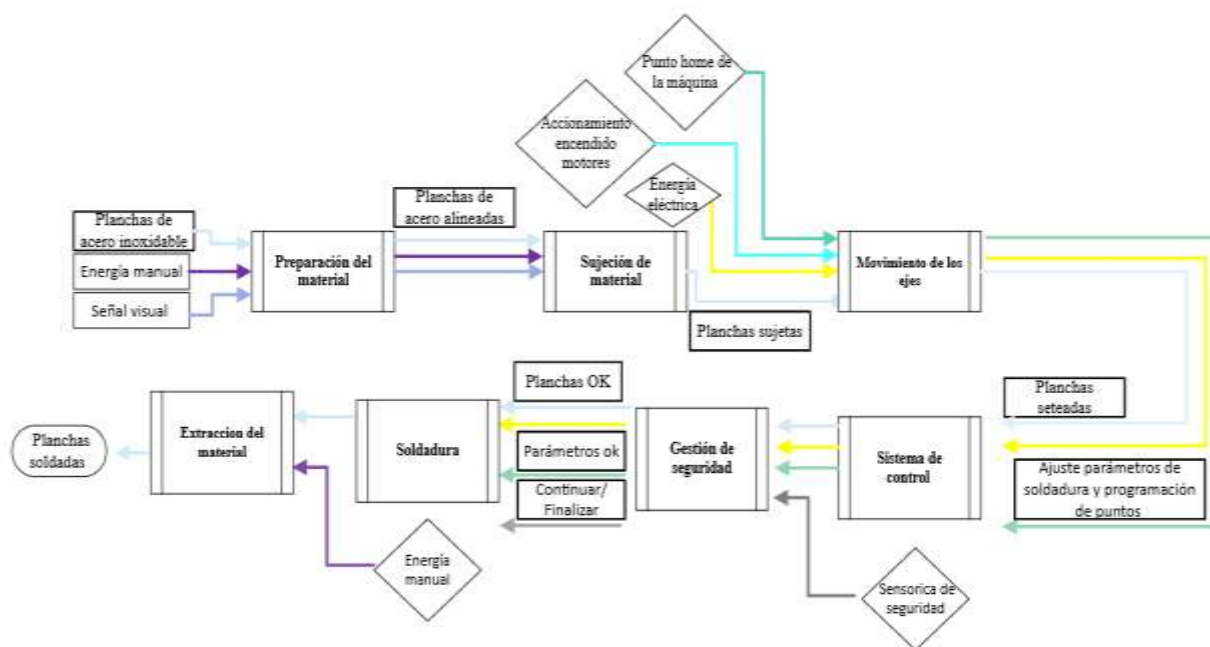


Fig. 4.5 Nivel dos del desglose de funciones.

Con ayuda de los diagramas, organizamos la información y describimos el proceso, detallando la funcionalidad de cada módulo en el sistema. Esto permite comprender cada paso de la operación y cómo interactúan entre sí las distintas partes.

Tabla 4.5 Funciones que realiza cada parte de la máquina

Función 1	Función 2	Descripción
	Preparación del material	Asegúrese de que las planchas de acero inoxidable estén correctamente alineadas, utilizando energía manual y señales visuales para facilitar el proceso.
Posicionamiento y movimiento del material.	Sujeción de material	Garantizar la fijación segura de las planchas antes de iniciar el movimiento en el sistema cartesiano.
	Movimiento del sistema cartesiano	Coordina el desplazamiento de las planchas sujetas, asegurando el posicionamiento para la soldadura mediante motores y guías.
Control y seguridad	Sistema de control	Configure los parámetros del proceso de soldadura, incluyendo programación, ajuste de parámetros y monitoreo del estado del sistema.

Aplicación de la soldadura	Gestión de seguridad	Supervisa las condiciones operativas del sistema, gestiona alertas y permite reiniciar o detener el proceso en caso de anomalías.
	Soldadura	Realiza la unión de las planchas mediante soldadura puntual, verificando la calidad del proceso y obteniendo las piezas soldadas con precisión.
	Extracción del material	Retire las planchas soldadas de la máquina, asegurando que las piezas estén listas para la inspección final o el siguiente proceso de fabricación.

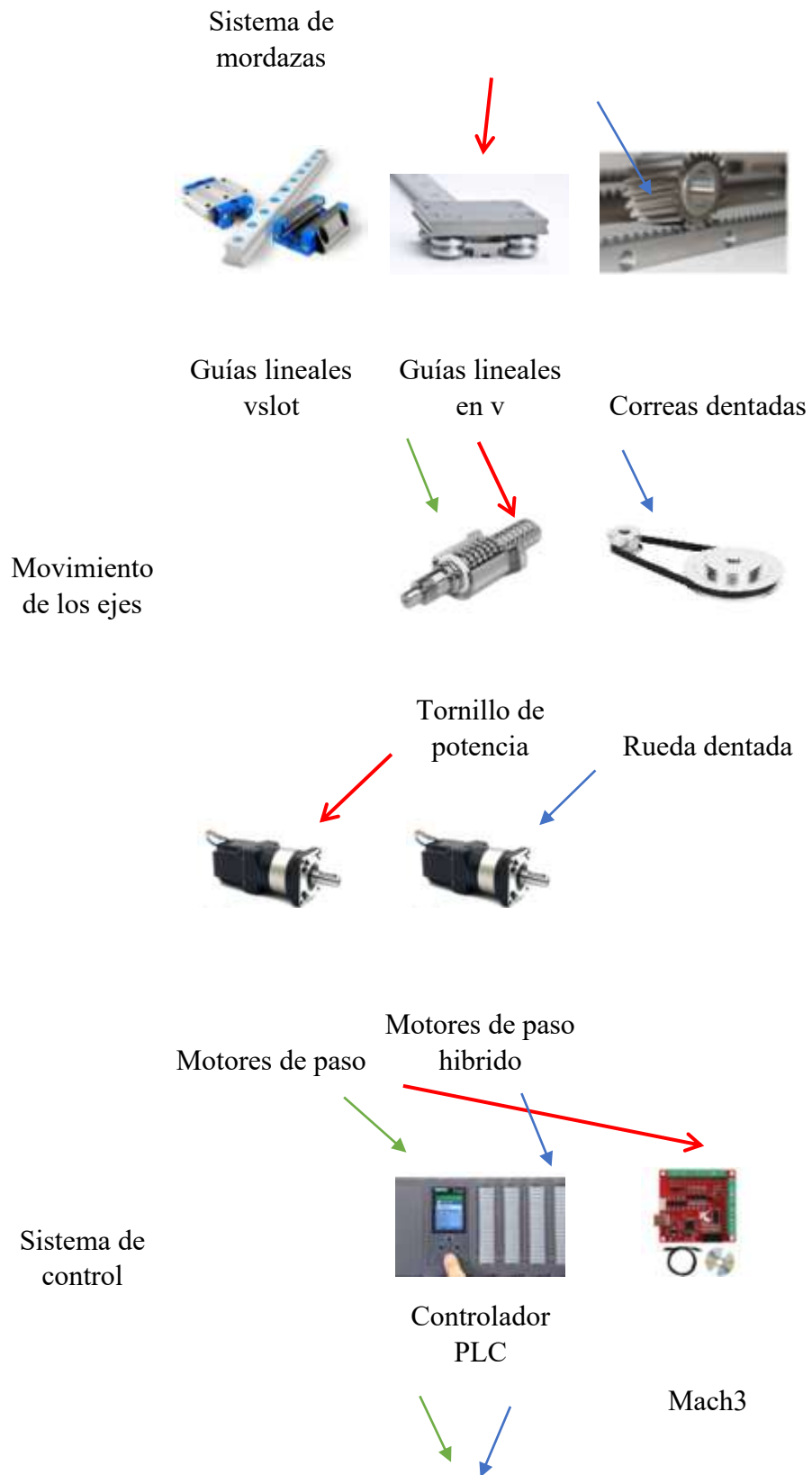
4.3 Estudio y Elección de Alternativas

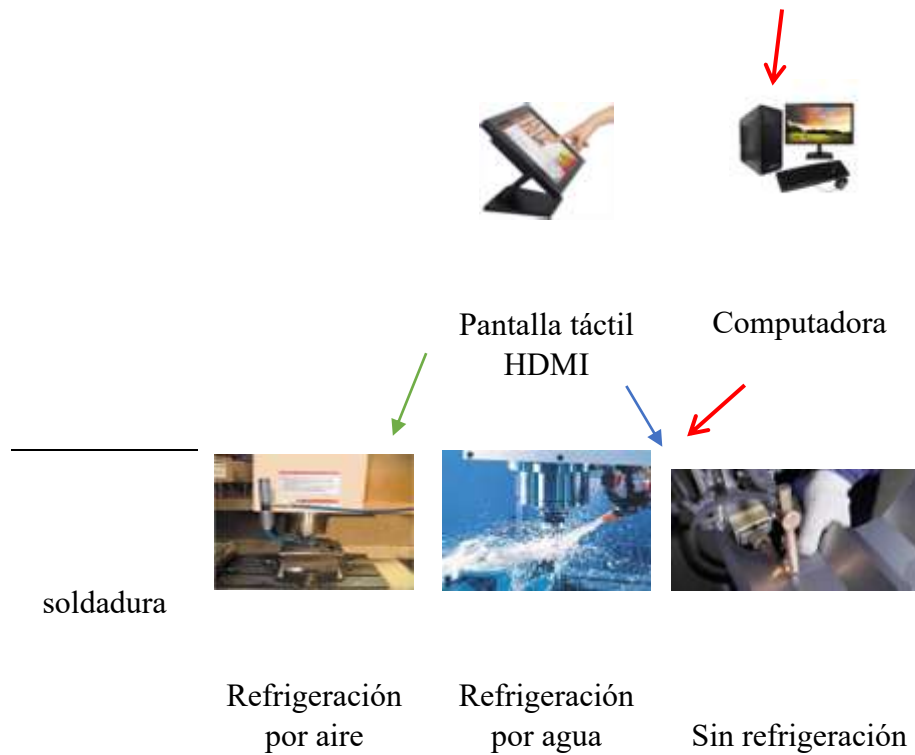
4.3.1 Matriz morfológica

La matriz morfológica es una herramienta que permite evaluar y comparar distintas alternativas tecnológicas para cada uno de los parámetros clave en el diseño de la máquina. En esta matriz se identifican diferentes soluciones

Tabla 4.6 Matriz Morfológica para sistema CNC

Parámetros	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Preparación del material			
Sistema de sujeción			
	Ajustable	Modular	
			
		Sistema de abrazadera	





ALTERNATIVA 1

El sistema prioriza la precisión y la robustez; la preparación del material se realiza en una plataforma modular sobre una mesa fija con sujeción mediante abrazaderas mecánicas. El movimiento cartesiano emplea guías lineales en V, tornillos de potencia y motores paso a paso, y el control se efectúa mediante el software Mach3. La seguridad incluye finales de carrera y parada de emergencia. La soldadura se realiza por resistencia eléctrica utilizando parámetros definidos según la norma ISO 14373:2024 para uniones de acero inoxidable de 1 mm y 2 mm de espesor, consistentes en una corriente de 7–10 kA, un tiempo de 100 ms, una fuerza de apriete de 8000 N, electrodos de 11 mm de diámetro exterior y 4.7 mm en la cara de contacto, una separación entre puntos de 10 mm y refrigeración por agua. La extracción del material es manual.

Tabla 4.7 Ventajas y desventajas Alternativa 1

Ventajas:	Desventajas:

-
- | | |
|--|--|
| - Alta precisión por uso de guías lineales y tornillo de potencia. | - Requiere computadora externa. |
| - Sistema de control flexible mediante Mach3. | - Sistema más pesado y menos portátil. |
| - Buena robustez estructural. | |
-

ALTERNATIVA 2

Este diseño prioriza una solución ligera y económica; la preparación del material se realiza sobre una plataforma modular en una mesa fija y la sujeción mediante abrazaderas mecánicas. El movimiento cartesiano se basa en guías V-slot con poleas y bandas dentadas, lo que reduce costos a costa de una menor precisión. El sistema de control emplea un PLC con pantalla táctil HDMI y la seguridad incluye finales de carrera y parada de emergencia. La soldadura se ejecuta por resistencia eléctrica utilizando los mismos parámetros definidos para la primera alternativa (corriente de 7–10 kA, tiempo de 100 ms, fuerza de apriete de 8000 N, electrodos de 11 mm de diámetro exterior y 4.7 mm en la cara de contacto, y separación entre puntos de 10 mm), sin refrigeración de electrodos. La extracción del material es manual.

Tabla 4.8 Ventajas y desventajas Alternativa 2

Ventajas:	Desventajas:
- Diseño económico y ligero.	- Menor precisión debido al uso de bandas.
- Interfaz moderna y fácil de usar.	- No incluye sistema de refrigeración.
- Uso de componentes de menor costo y disponibilidad.	- Durabilidad limitada frente a estructuras más robustas.

ALTERNATIVA 3

Este diseño prioriza la velocidad y adaptabilidad; la preparación del material se realiza con perfiles de acero inoxidable y una plataforma adaptable, mientras que la sujeción se efectúa mediante mordazas. El movimiento cartesiano emplea correas dentadas y motores híbridos, permitiendo mayores velocidades de operación. El control se realiza mediante un PLC con pantalla táctil HDMI y la seguridad incluye finales de carrera y parada de emergencia. La soldadura se ejecuta por resistencia eléctrica utilizando los mismos parámetros definidos para las alternativas anteriores (corriente de 7–10 kA, tiempo de 100 ms, fuerza de apriete de 8000 N, electrodos de 11 mm de diámetro exterior y 4.7 mm en la cara de contacto, y separación entre puntos de 10 mm), con refrigeración por aire. La extracción del material es manual.

Tabla 4.9 Ventajas y desventajas Alternativa 3

Ventajas:	Desventajas:
- Alta velocidad de desplazamiento. - Buena adaptabilidad y fuerza de sujeción de potencia mediante mordazas. - Interfaz moderna con PLC y pantalla táctil.	- Menor precisión que sistemas con tornillo - Sistema mecánico más complejo. - Mayor costo que la alternativa 2 y 1.

4.3.2 Elección de la mejor solución

Las alternativas serán evaluadas en base a datos técnicos, considerando su eficiencia, precisión y costos

Tabla 4.10 Ponderaciones de los parámetros más importantes de la máquina.

Criterios ponderados	Costo optimizado	Diseño óptimo	Fiabilidad	Seguridad	Usabilidad	$\sum +1$	Ponderación
Costo optimizado		0	1	1	0	3	0,20

Diseño óptimo	1		0,5	1	1	4,5	0,30
Fiabilidad	0	0,5		0,5	0,5	2,5	0,17
Seguridad	0	0	0,5		0,5	2	0,13
Usabilidad	1	0	0,5	0,5		3	0,20
Total						15	1,00

Diseño óptimo >Costo optimizado=Usabilidad>Fiabilidad>Seguridad

Tabla 4.11 Evaluación de las alternativas de solución con respecto al costo optimizado

Costo optimizado	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	1	2,5	0,42
Alternativa 2	0,5		1	2,5	0,42
Alternativa 3	0	0		1	0,17
Total				6	1,00

alternativa 1=alternativa2>alternativa 3

Tabla 4.12 Evaluación de las alternativas de solución con respecto al diseño óptimo

Diseño óptimo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42
Total				6	1,00

alternativa 3=alternativa1>alternativa 2

Tabla 4.13 Evaluación de las alternativas de solución con respecto a la fiabilidad

Fiabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	2	0,33
Alternativa 2	0,5		0	1,5	0,25
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42

Total	6	1,00
-------	---	------

alternativa 3>alternativa 1>alternativa 2

Tabla 4.14 Evaluación de las alternativas de solución con respecto a la seguridad

Seguridad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		0,5	0,5	2	0,33
Alternativa 2	0,5		0,5	2	0,33
Alternativa 3	0,5	0,5		2	0,33
Total				6	1,00

Tabla 4.15 Evaluación de las alternativas de solución con respecto a la usabilidad

Usabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\sum+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0,5	2,5	0,42
Alternativa 2	0		0	1	0,17
Alternativa 3	0,5	1		2,5	0,42
Total				6	1,00

alternativa 1=alternativa 3>alternativa 2

Tabla 4.16 Evaluación de alternativas de solución revisa

Conclusiones	Costo optimizado	Diseño óptimo	Fiabilidad	Seguridad	Usabilidad	$\sum$	Ponderación
Alternativa 1	0,20 x0,42	0,30x0,42	0,17x0,33	0,13x0,33	0,20x0,42	0,39	1
Alternativa 2	0,20 x0,42	0,30x0,17	0,17x0,25	0,13x0,33	0,20x0,17	0,25	3
Alternativa 3	0,20 x0,17	0,30x0,42	0,17x0,42	0,13x0,33	0,20x0,42	0,36	2

Con base en la Tabla 4.16. La **Alternativa 1** como la solución final a implementar, al cumplir con los requisitos funcionales y técnicos definidos desde la etapa de diseño conceptual, y al presentar mayor coherencia con las necesidades del cliente e ingeniería.

4.4. Diseño Mecánico

Teniendo en cuenta las necesidades del cliente, se han adaptado distintas piezas para lograr un diseño más económico, manteniendo la precisión y el área de soldadura requerida (observé en la Fig. 4.6). Por solicitud del cliente, las planchas serán soldadas solo en la mitad de su superficie, debido a su gran tamaño y al espacio disponible de 4×3 m para la implementación del sistema cartesiano. Se ha evaluado el comportamiento estructural en tres zonas críticas, donde el peso representa un factor determinante en la estabilidad y desempeño del conjunto.

La zona de operación estará debidamente señalizada conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 7010, que establece los símbolos gráficos de seguridad en el lugar de trabajo. Además, el piso será marcado según la NTE INEN-ISO 45001:2018, que contempla la gestión de la seguridad y salud ocupacional[36], [37].

El uso del sistema está respaldado por un manual se encuentra en el Anexo 2, conforme a lo requerido por la NTE INEN-ISO 12100, que cubre los principios generales de diseño seguro de maquinaria. En dicho manual se detallan las precauciones, señalizaciones y normas a seguir para reducir el riesgo de accidentes[38].

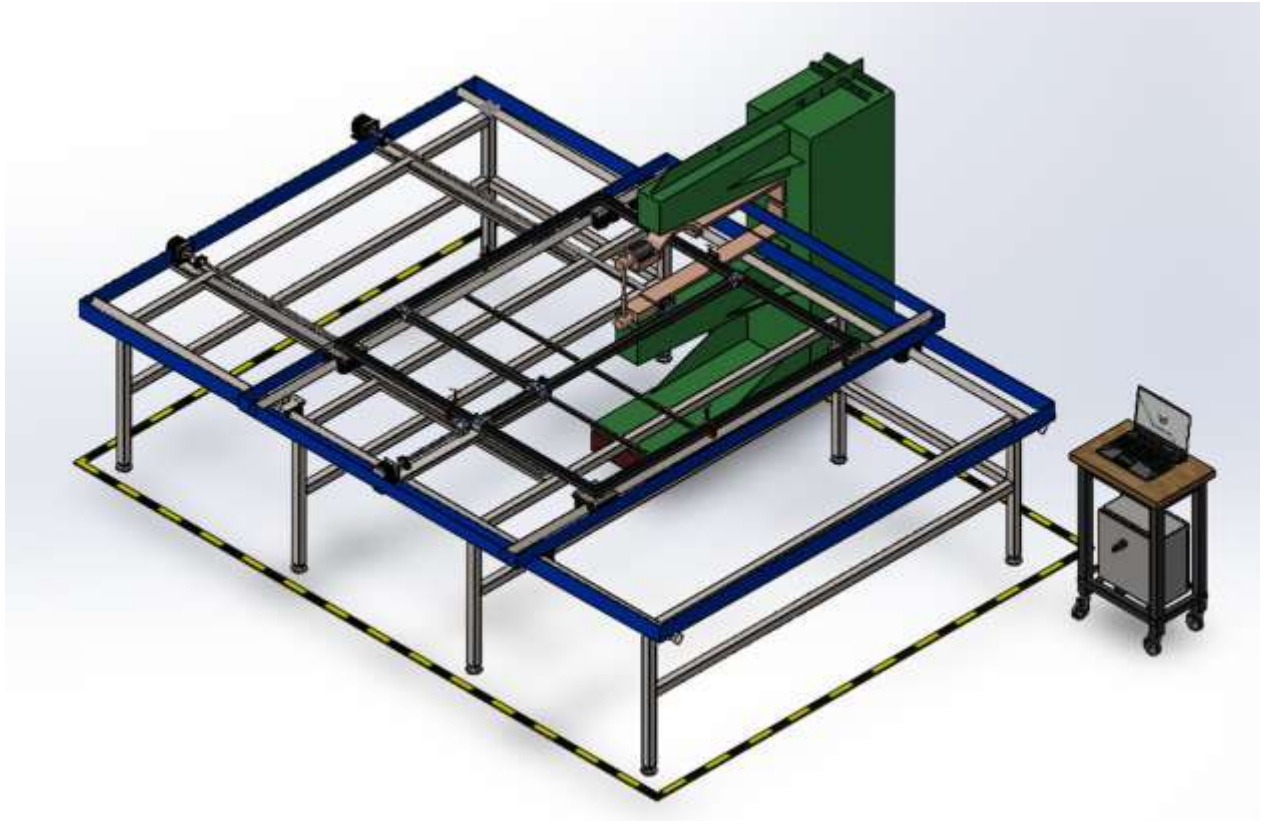


Fig. 4.6 Prototipo

Para la definición de los parámetros de operación del proceso de soldadura por puntos, se consideraron las recomendaciones técnicas disponibles en la literatura y en la norma ISO 14373:2024, las cuales establecen rangos de corriente, fuerza de apriete, tiempo de soldadura y geometría del electrodo en función del material y el espesor de las chapas a unir.

En el presente estudio se analizan uniones de acero inoxidable conformadas por dos planchas superpuestas de espesores 1 mm y 2 mm, por lo que el espesor de referencia corresponde a la placa más fina (1 mm), de acuerdo con el criterio empleado en las Tablas 2.1 y 2.2.

Según la Tabla 2.1, para acero inoxidable y superaleaciones con un espesor de 1 mm, la corriente mínima recomendada para una unión de una fila se encuentra en el orden de 8 kA, valor que se incrementa en configuraciones de doble fila. Asimismo, la Tabla 2.2 indica que la distancia

recomendada entre puntos para este espesor es de aproximadamente 10 mm, criterio que fue considerado en la definición de la trayectoria de soldadura automatizada.

Adicionalmente, la Tabla 2.3, basada en las recomendaciones de la norma ISO 14373:2024, esto es en base el artículo proporciona valores típicos de fuerza de apriete del electrodo para distintos espesores de material. Para espesores equivalentes cercanos a 1–3 mm, los valores de fuerza recomendados se encuentran en el rango de 7.5 kN a 8.5 kN, dependiendo de la resistencia esperada de la unión y del diámetro del electrodo.

En función de estos criterios, y considerando las capacidades nominales de la soldadora neumática utilizada (DTN-100), se seleccionó una fuerza de apriete de 8000 N, valor que se encuentra dentro del rango recomendado por la norma y la literatura técnica para la soldadura por puntos de acero inoxidable con los espesores analizados. Esta fuerza garantiza un adecuado contacto mecánico y eléctrico entre las chapas durante el ciclo de soldadura, favoreciendo la formación estable del nugget y la repetibilidad del proceso.

4.4.1 Materiales Utilizados

Para garantizar resistencia a la corrosión, estabilidad estructural y un adecuado desempeño mecánico, se han seleccionado los siguientes materiales:

Acero inoxidable 201

Alta resistencia a la corrosión, ideal para estructuras expuestas a temperaturas elevadas y condiciones ambientales adversas.

Tabla 4.17 Tabla propiedades físicas del acero inoxidable 304

Propiedades Físicas	Métrico
---------------------	---------

Densidad 7.81 g/cc

Tabla 4.18 Tabla propiedades mecánicas del acero inoxidable 304

Propiedades Mecánicas	Métrico
Resistencia a la tracción, Última	505 MPa
Resistencia a la tracción, Límite elástico	215 MPa @ Deformación 0.2%
Módulo de elasticidad	193 GPa
Coefficiente de Poisson	0.29
Módulo de corte	77.0 GPa

Acero AISI 1018

Material de buena maquinabilidad, utilizado en ejes y soportes mecánicos.

Tabla 4.19 Tabla propiedades físicas del acero AISI 1008

Propiedades Físicas	Métrico
Densidad	7,872 g/cc

Tabla 4.20 Tabla propiedades mecánicas del acero AISI 1008

Propiedad Métrica	Propiedad Métrica
Resistencia a la tracción, máxima 305 MPa	Resistencia a la tracción, máxima 305 MPa
Resistencia a la tracción, límite elástico 170 MPa	Resistencia a la tracción, límite elástico 170 MPa

Módulo de elasticidad	200 GPA	Módulo de elasticidad	200 GPA
Módulo volumétrico	160 GPA	Módulo volumétrico	160 GPA
Relación de Poisson	0.29	Relación de Poisson	0.29
Maquinabilidad 55%		Maquinabilidad 55%	
Módulo de corte	80.0 GPA	Módulo de corte	80.0 GPA

Acero AST 36

Tabla 4.21 Propiedades del material AST 36

Propiedad	Métrico
Densidad	7.86 g/cc

Tabla 4.22 Tabla propiedades mecánicas del acero AST 36

Propiedad Métrica	Propiedad Métrica
Resistencia a la tracción, última	685 - 696 MPa
Resistencia a la tracción, fluencia	250 - 301 MPa
Módulo de elasticidad	207 GPA
Límite de fluencia a compresión	365 MPa

Nylon

El Nylon es un material de baja fricción y alta resistencia al desgaste, ideal para piezas móviles. Ofrece buena resistencia mecánica. Soporta temperaturas de hasta 225 °C y mantiene estabilidad dimensional. Es resistente a aceites y combustibles, siendo ligero, duradero y eficiente.

Tabla 4.23 Tabla propiedades físicas del nylon

Propiedad	Métrico
Densidad	1,14 g/cc

Tabla 4.24 Tabla propiedades mecánicas del nylon

Propiedad	Métrico
Resistencia a la tracción, máxima	67,0 MPa
Resistencia a la tracción, límite elástico	63,8 MPa
Módulo de elasticidad	2,64 GPA
Dureza, Rockwell M	85
Dureza, Shore D	77,3
Alargamiento en rotura (tensión)	64,00%
Módulo de flexión	2,38 GPA

4.4.2 Plataforma de Sujeción Modular de Planchas

Esta plataforma constituye el soporte principal del sistema, diseñada para sostener planchas de acero inoxidable durante el proceso de soldadura. Representa el primer punto crítico de evaluación estructural, ya que debe verificarse si la estructura es capaz de resistir adecuadamente las cargas aplicadas. Se ha seleccionado acero al carbono A36, conforme a la norma NTE INEN

2415, debido a su buena resistencia mecánica, facilidad de fabricación y soldabilidad. No se optó por aluminio, ya que, pese a su menor peso, no ofrece la resistencia estructural requerida para esta aplicación (véase Figura 4.9 y la tabla 4.25 correspondiente) además mírese los planos en anexos.

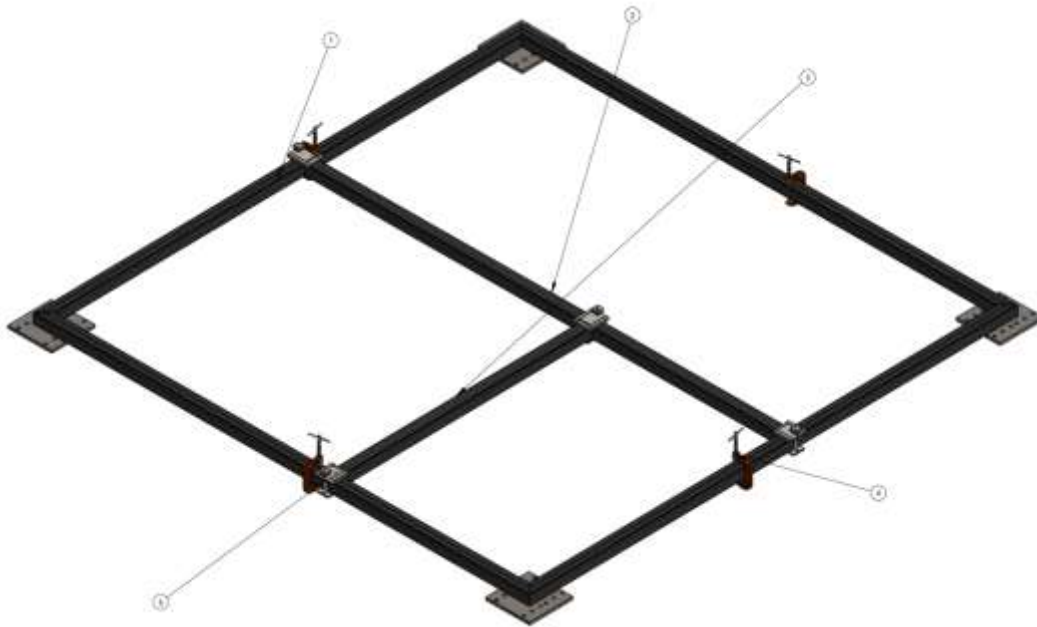


Fig. 4.7 Ensamble plataforma modular.

Tabla 4.25 Detalle de las partes

Parte	Descripción	Dimensiones
6	Perfil 40x40x3mm	7,20 [m]
1	Placa 160x160x4mm	6,44 [kg]
2	Prensa tipo c	2 [in]
3	Perfil 40x40x3mm	1.72[m]
4	Conector de tubo de 40x40mm	62,5x94x46 [mm]
5	Perfil 40x40x3mm	0,92[m]

El armado se realiza mediante conectores caseros (observe en la Fig. 4.12) la pieza analizada corresponde a un conjunto estructural compuesto por dos placas unidas mediante un

perno vertical, el cual cumple la función de transmitir la carga aplicada en la placa superior hacia la base inferior. El perno actúa como elemento de unión, trabajando principalmente a esfuerzo cortante y, de forma secundaria, a flexión, debido a la posible excentricidad de la carga aplicada.

El análisis se realizó mediante el método de elementos finitos (FEA), considerando como material acero negro. Se aplicó una carga sobre la placa superior y se restringió la placa inferior, representando las condiciones reales de funcionamiento del conjunto.

Los resultados obtenidos Fig 4.10 muestran que el esfuerzo equivalente de von Mises máximo alcanza un valor aproximado de:

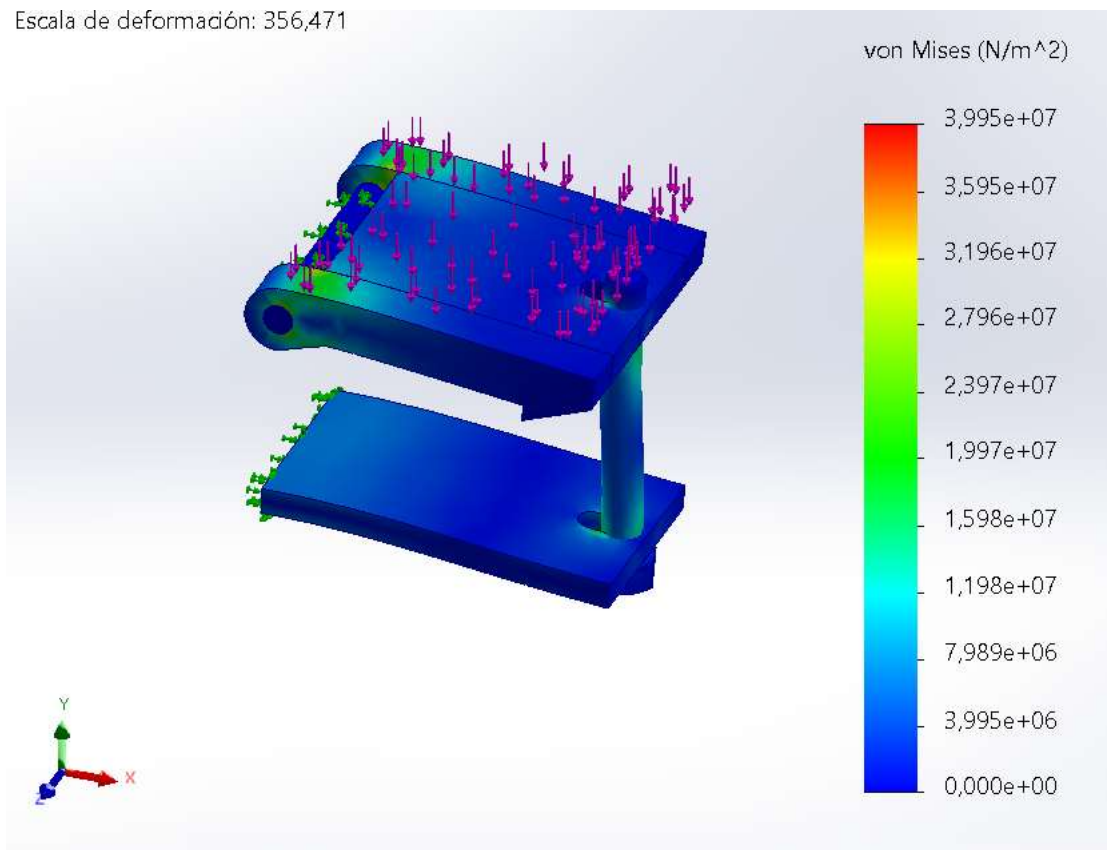


Fig. 4.8 Esfuerzo de von Mises

$$\sigma_{max} \approx 3.99 \times 10^7 \text{ Pa } (\approx 40 \text{ MPa})$$

Este valor se encuentra muy por debajo del límite elástico típico del acero negro ($\approx 240\text{--}250\text{ MPa}$), lo que indica que el material trabaja dentro del régimen elástico, sin presentar deformaciones permanentes.

El análisis del factor de seguridad arroja un valor mínimo aproximado de:

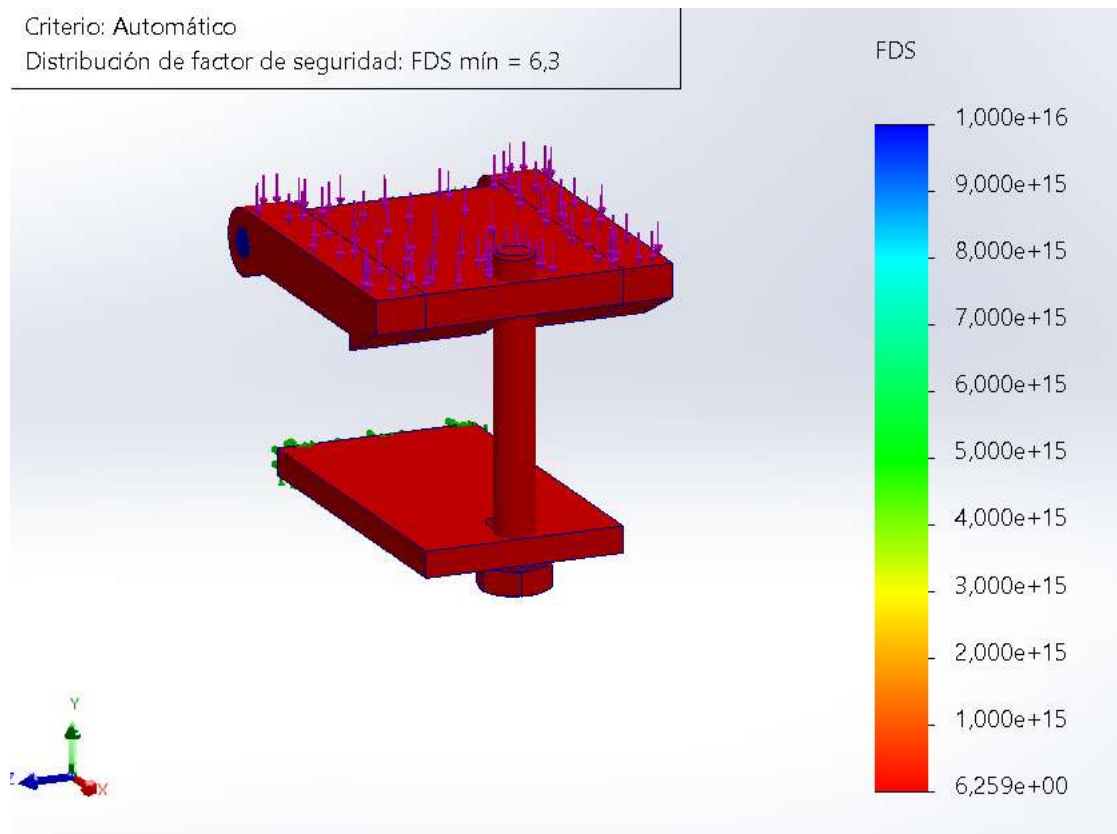


Fig. 4.9 Factor de seguridad

$$FS_{min} \approx 6.3$$

Lo cual demuestra que el conjunto presenta una capacidad resistente ampliamente superior a la carga aplicada. Las mayores concentraciones de esfuerzo se localizan en la zona de contacto entre el perno y la placa superior, lo cual es coherente con el comportamiento mecánico esperado, ya que en dicha región se produce la transferencia directa de la carga.

Esta pieza permite un sistema modular que facilita el montaje en anexos podemos ver la hoja de procesos.

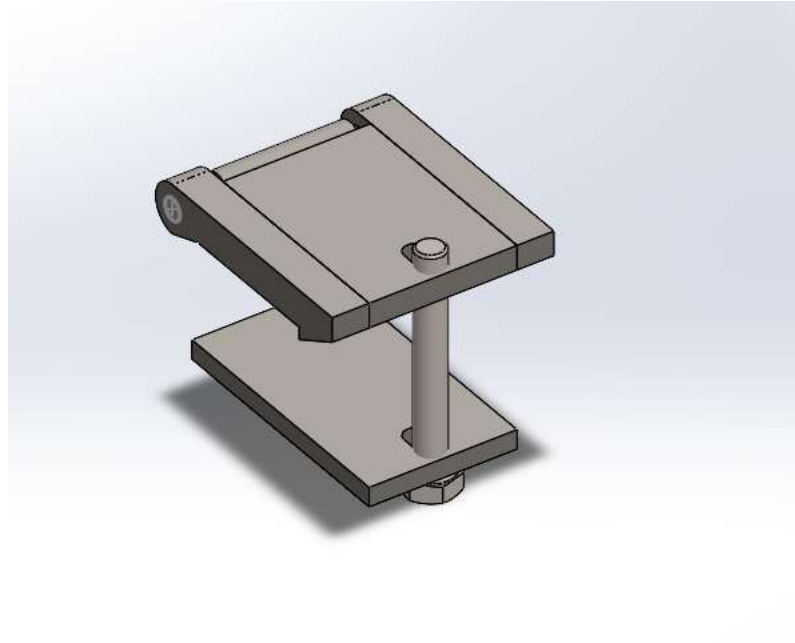


Fig. 4.10 Conector casero.

El diseño permite ajustar la estructura según el tamaño de las planchas, adaptándose a distintas configuraciones de trabajo de forma eficiente y práctica.

Se incorporan mordazas tipo “C” para fijar las piezas y evitar desplazamientos, asegurando mayor precisión en el proceso y cumpliendo con el Decreto Ejecutivo 255 de seguridad laboral.



Fig. 4.11 Prensa de hierro de 2 in.

Análisis estructural

Tal como se muestra en la Figura 4.14, el marco estructural de la máquina está conformado por vigas de igual geometría, material y disposición, sobre las cuales se apoyan las planchas de acero inoxidable de 2 mm y 1 mm de espesor. Debido a esta configuración simétrica y a que el peso del material se distribuye de manera uniforme sobre todo el marco, se considera válido realizar el análisis estructural tomando una sola viga representativa del conjunto.

Este análisis tiene como finalidad verificar si, bajo las condiciones de carga distribuidas mostradas en la figura, la viga presenta deformaciones apreciables que puedan provocar desplazamientos o afectar la correcta estabilidad del material durante el proceso de soldadura.

La plataforma soporta el peso de dos planchas de acero inox sujetas con mordazas tipo “C”. Se considera un punto crítico de la máquina, ya que concentra las mayores cargas y esfuerzos, por lo que requiere un análisis para garantizar su resistencia y seguridad. El peso se transfiere hacia las esquinas, donde se encuentran los carros de deslizamiento. Estos se desplazan sobre tubos de acero inoxidable inclinados a 45°, lo que contribuye para que tenga mejor estabilidad.

- Dimensiones de las planchas:

- Ancho[A]= 1.80 m
- Largo[L]= 1.80 m
- Espesor de la primera plancha [e1]=0.001 m
- Espesor de la segunda plancha [e2] =0.002 m

➤ Volúmenes de las planchas:

$$V = A \times L \times e \quad (1)$$

Donde:

V = Volumen de la plancha (m³)

A = Ancho de la plancha (m)

L = Largo de la plancha (m)

e = Espesor de la plancha (m)

- Para la plancha de 1 mm V1=0.00324m³
- Para la plancha de 2 mm V2=0.00648m³

➤ Peso de las planchas:

$$P = V \times \rho \quad (2)$$

P = Masa de la plancha (kg)

V = Volumen de la plancha m³

ρ = Densidad del material ($\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

- Para la plancha de 1 mm P1=25.92kg
- Para la plancha de 2 mm P2= 51.84kg
- Abrazaderas tipo C= 0.53kg

$$W = P \cdot g \quad (3)$$

Donde:

W = Peso (N).

P = Masa (kg).

g = Aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$).

$$W_T = 768 \text{ N}$$

En 4 tubos el peso [W] es:

$$W = 192 \text{ N}$$

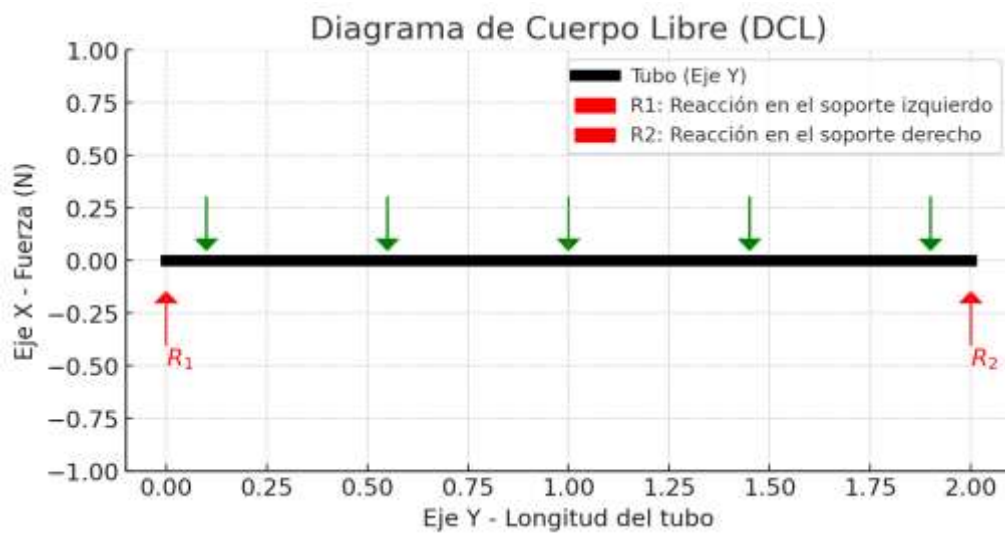


Fig. 4.12 DCL de la mesa.

➤ Equilibrio

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

$$R_1 + R_2 = W_T$$

Donde:

R_1 y R_2 = son las reacciones en los soportes (N).

W_T = peso del tubo.

$$\Sigma M = 0 \quad (5)$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_2 \times L = W_T \times \frac{L}{2}$$

$$R_2 = 96 \text{ N}$$

$$R_1 = R_2 = 96 \text{ N}$$

$$q = \frac{W}{L} \quad (6)$$

q: carga distribuida por unidad de longitud

W: carga total aplicada

L: longitud sobre la que actúa esa carga

➤ Momento flector máximo

$$M_{\max} = \frac{q \times L^2}{8} \quad (7)$$

$$M_{\text{MAXIMO}} = 43.2 \text{ Nm}$$

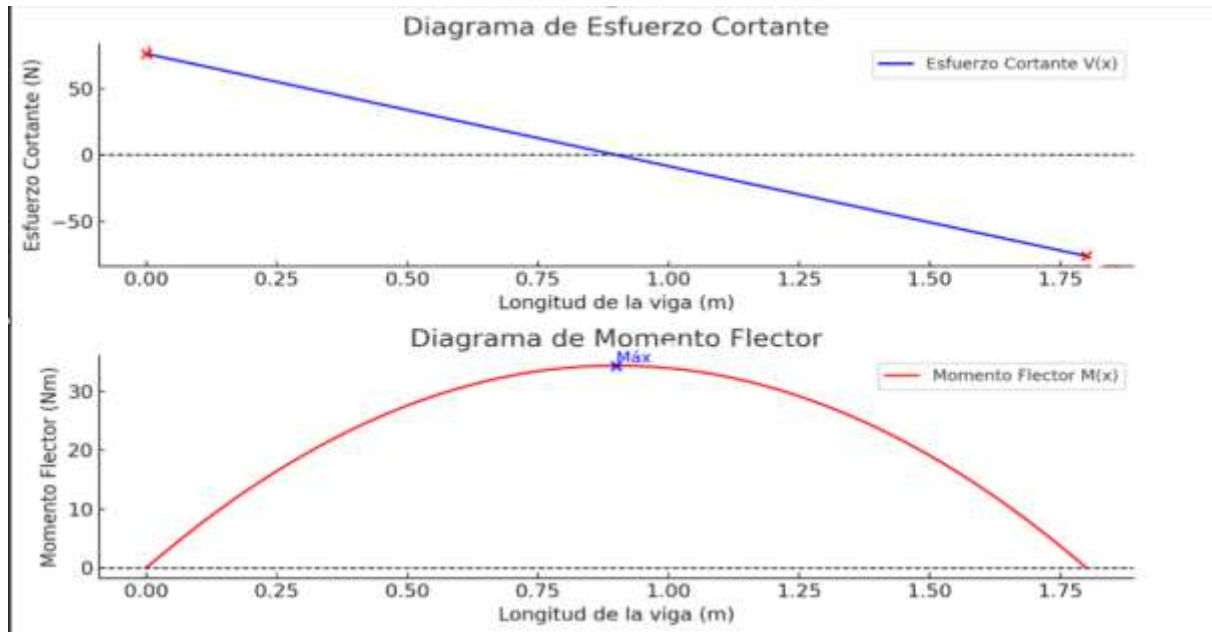


Fig. 4.13 Diagramas de esfuerzo y momento flector

Resistencia del material (límite de fluencia):

- $S_y = 250, \frac{N}{mm^2}$ (para acero A36)

Dimensiones del tubo cuadrado:

Largo $[L] = 40\text{mm}$

Espesor $[e] = 3\text{mm}$

Carga total en el tubo:

- $F_{\text{tubo}} = 192 \text{ N}$.

5. Momento flector máximo:

- $M_{\text{máximo}} = 43.2 \text{ Nm}$

➤ Momento de Inercia I para tubo cuadrado

$$I = \frac{L^4}{12} - \frac{(L-2e)^4}{12} \quad (8)$$

$$I = 101972 \text{ mm}^4$$

- Distancia y desde el Eje Neutro

Para un tubo cuadrado, la distancia desde el eje neutro hasta la superficie del tubo es la mitad del lado del tubo:

$$y = \frac{L}{2} \quad (9)$$

$$y=20\text{mm}$$

- Esfuerzo Máximo

Usamos la fórmula de esfuerzo de flexión:

$$\sigma = \frac{M \times y}{I} \quad (10)$$

Sustituyendo

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 8,5 \frac{N}{mm^2}$$

- Factor de Seguridad (FS)

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_{m\acute{a}x}} \quad (11)$$

Donde:

FS: Factor de seguridad (adimensional)

S_y : Límite de fluencia del material (N/mm²) (MPa)

$\sigma_{m\acute{a}x}$: Esfuerzo máximo calculado (N/mm²) (MPa)

$$FS = 30$$

- Deflexión máxima de una viga simplemente apoyada sometida a carga distribuida

$$\delta_{max} = \frac{5qL^4}{384EI} \quad (12)$$

Donde:

δ_{max} : Deflexión máxima (**m**)

q: Carga distribuida (**N/m**)

L: Longitud de la viga (**m**)

E: Módulo de Young (**N/m²**)

I: Momento de inercia (**m⁴**)

$$\delta_{max} \approx 0.72 \text{ mm}$$

Comparación con límite admisible

Según criterios de rigidez para máquinas de precisión, el límite admisible se define como:

$$\delta_{\text{límite}} = \frac{L}{2000}$$

$$\delta_{\text{límite}} = 0.9 \text{ mm}$$

El resultado obtenido ($\delta_{max} = 0.72 \text{ mm}$) se encuentra por debajo del límite permitido, por lo que se concluye que la estructura cumple con los requisitos de deflexión para una máquina CNC de alta precisión.

Análisis de Convergencia - Factor de Seguridad

El análisis de convergencia del factor de seguridad obtenido mediante el método de elementos finitos (FEA) (véase la Fig. 4.12. y Anexo 3) Este análisis permite comparar los

Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default+Como mecanizada+)
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FOS mín = 33



FOS

9.213e+03
8.367e+03
7.441e+03
6.515e+03
5.589e+03
4.663e+03
3.737e+03
2.811e+03
1.885e+03
9.589e+02
3.295e+01

Fig. 4.14 Simulación



Fig. 4.15 Curva de convergencia

A medida que se incrementa el número de nodos en el análisis FEA, el valor del factor de seguridad converge hacia el valor analítico de 30. Se observa que con un refinamiento de malla de 260 000 nodos se obtiene un valor de 33, lo que representa un error relativo aproximado del 10%. Más allá de este punto, los valores tienden a estabilizarse, lo cual valida la calidad del modelo. Este nivel de error es aceptable para fines académicos, y por tanto se considera que la solución obtenida con dicho refinamiento representa adecuadamente el comportamiento real del sistema.

4.4.3 Sistema de movimiento en el eje Y

Este subsistema está diseñado para permitir el desplazamiento longitudinal del eje Y sobre la mesa. Está compuesto por un conjunto de tubos inclinados a 45° como guías lineales ubicadas a lo largo de la estructura base, sobre las cuales se monta carro deslizante, (mírese en la Fig. 4.16y tabla 4.26), aseguran un desplazamiento suave y preciso. La transmisión del movimiento puede realizarse mediante husillo de bolas, con motores paso a paso. Este eje permite que la unidad de soldadura cubra diferentes posiciones en el plano longitudinal del área de trabajo.

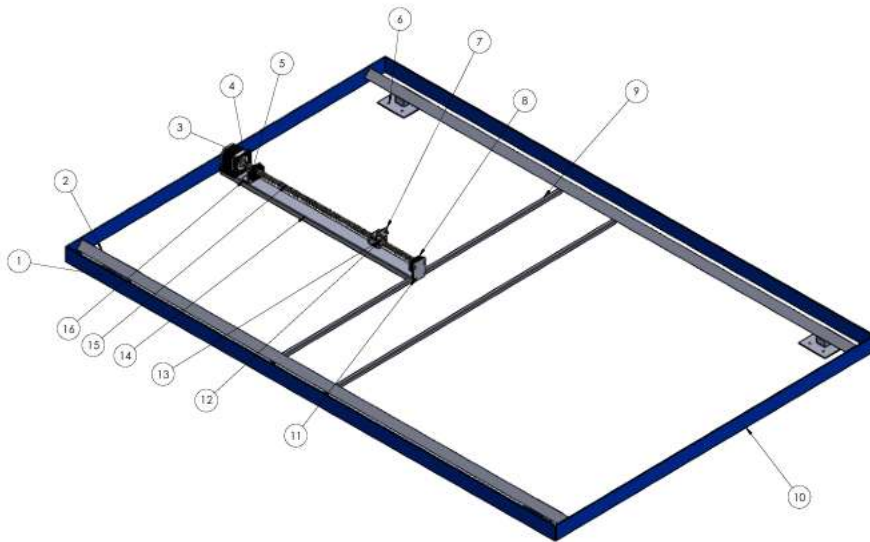


Fig. 4.16 Sistema de movimiento Y

Tabla 4.26 Detalle de las partes

Parte	Descripción	Dimensiones
1	Platina	<u>1916x80x4mm</u>
2	Perfil inox 2in	5,8 [m]
3	Motor nema 34	80 [mm]
4	Soporte de motor nema 34	85 [mm]
5	Acople	55x40 [mm]
6	Placa	160x160x4 [mm]
7	Soporte montaje de aluminio	66x50x4 [mm]
8	BF15	88x60x26 [mm]
9	Perfil de 20x20x2	3,472 [m]

10	Platina	2908x80x4mm
11	Soporte de BF15	100X75X6 [mm]
12	Montaje de aluminio	66x48x40
13	Tuerca SFU	76x38 [mm]
14	Perfil	70x30x3 [mm]
15	Husillo de bolas	SFU2505
16	BK15	70X48X38 [mm]

Análisis Estructural

Para evaluar la carga que deben soportar las guías, se considera la distribución de las reacciones generadas por el peso de las planchas, sumadas al peso del marco estructural, como se observa en la Figura 4.17. Además, se incluye el peso propio de las guías (véase Figura 4.16). Este elemento se analiza como punto crítico, ya que la viga soporta el peso acumulado. Por ello, es indispensable verificar su capacidad resistente y calcular el factor de seguridad para garantizar un desempeño seguro y confiable.

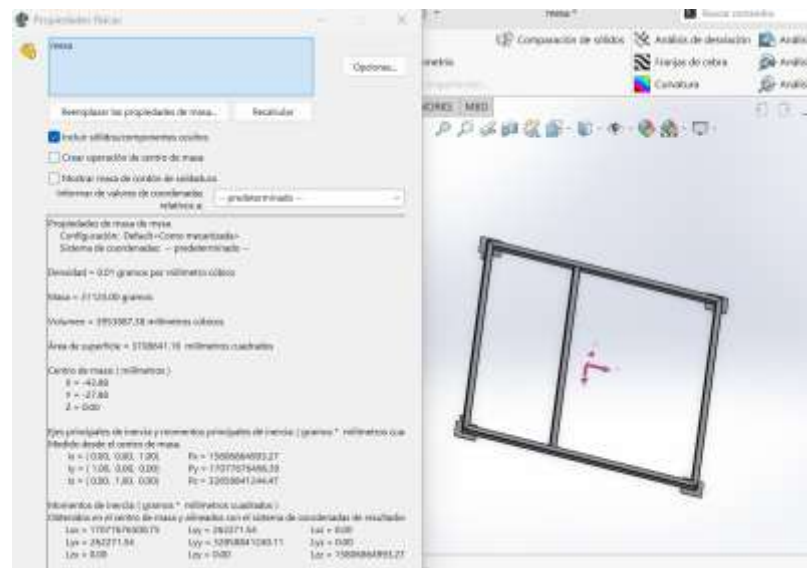


Fig. 4.17 Masa del marco.

Masa: $P_M = 31.13$ kg

Peso: $W_M = 305.39$ N

Distribuido a las 4 guías 76,4 N por guía.

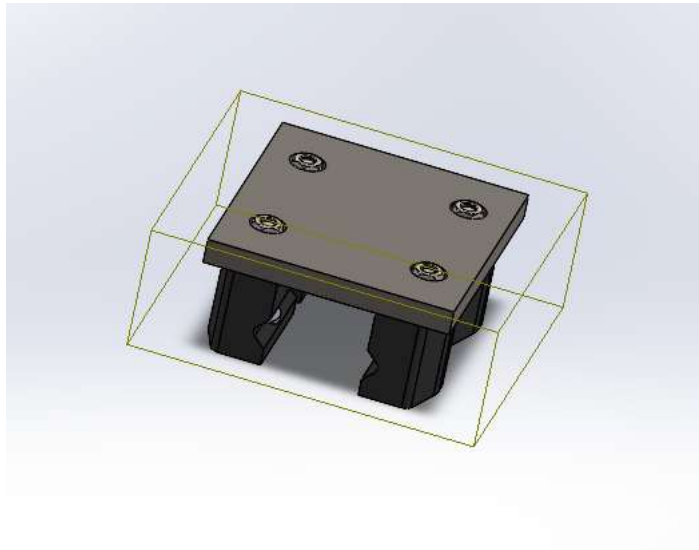


Fig. 4.18 Masa de la guía.

Masa: $P_G = 4kg$

Peso: $W_G=39,24\text{ N}$

$$W_T = W_G + W_M$$

$$W_T = 115.64\text{ N}$$

$$R_1 = R_2 = 192\text{ N}$$

Peso total en una guía

$$F = R + W_T$$

$$F_1 = F_2 = 307.64\text{ N}$$

Para evaluar la capacidad de la estructura para soportar el peso combinado de las guías, las planchas y la mesa, se aplican las cargas en los puntos más críticos de la máquina.

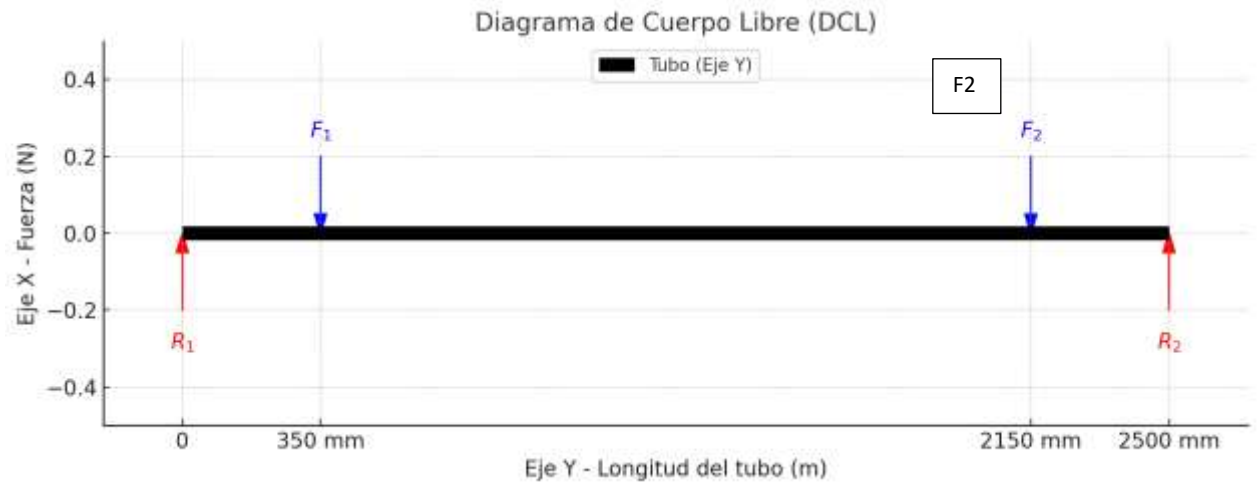


Fig. 4.19 DCL movimiento en Y

➤ Equilibrio

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 = F_1 + F_2$$

Donde:

R1 y R2 son las reacciones en los soportes (N).

$$\Sigma M = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_2 \times (L) = F_1 \times (350) + F_2 \times (2150)$$

$$R_2 = 332 \text{ N}$$

$$R_1 = 283 \text{ N}$$

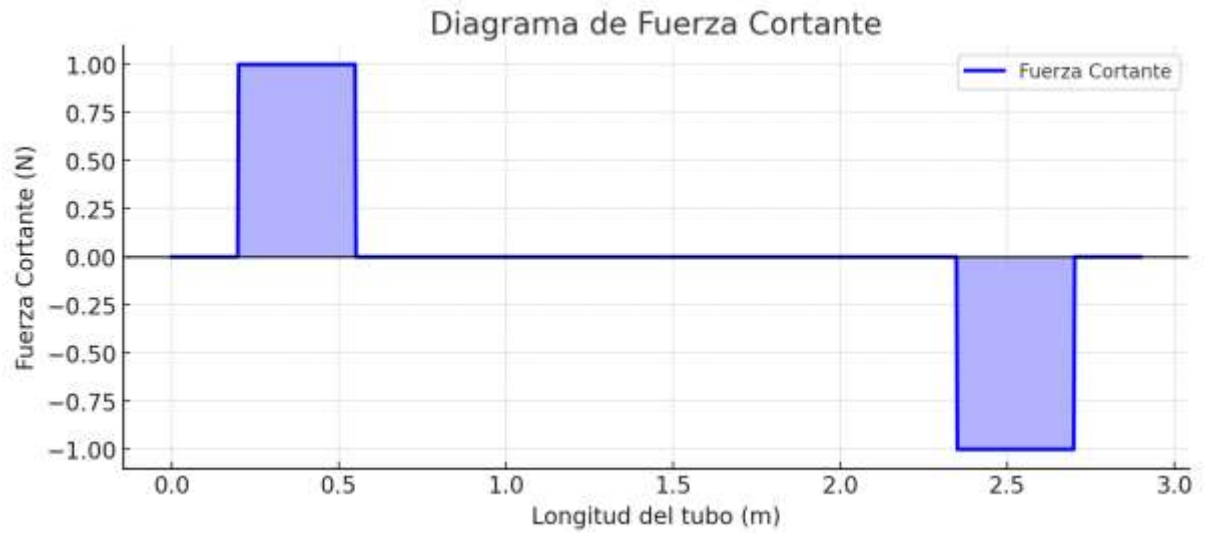


Fig. 4.20 Diagrama de fuerza

➤ Momento Flector en la Viga:

Momento $x=200\text{mm}$

$M(x)=0$

Momento $x=550\text{mm}$

$M(x)=107.7 \text{ Nm}$

Momento $x=2350\text{mm}$

$M(x)= 107,7 \text{ Nm}$

Momento $x=2700\text{mm}$

$M(x)=0$

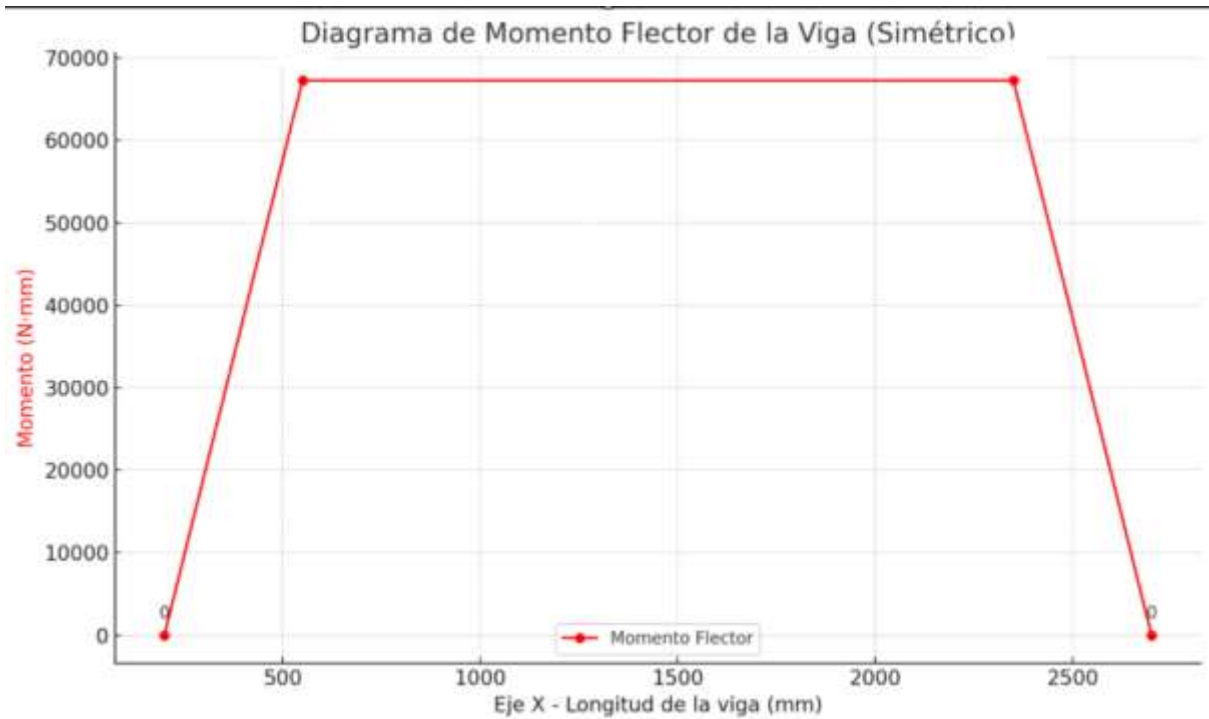


Fig. 4.21 Diagrama de momento

$$M_{MAXIMO} = Fxd$$

$$M_{MAXIMO} = 107.7 \text{ Nm}$$

➤ Momento de Inercia I

$$I = 147712 \text{ mm}^4$$

➤ Distancia y desde el Eje Neutro

$$y=25\text{mm}$$

➤ Esfuerzo Máximo

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 19.66 \text{ MPa}$$

➤ Factor de Seguridad (FS)

Resistencia del material (límite de fluencia):

$$- S_y = 275, \frac{N}{mm^2} \text{ (para acero 201)}$$

$$FS = 15,1$$

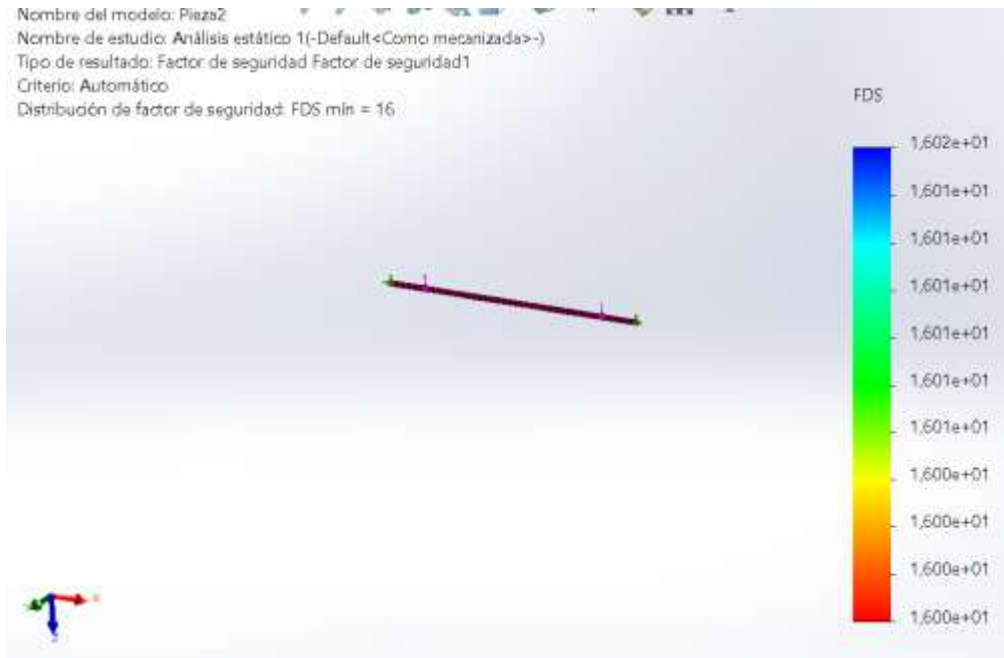


Fig. 4.22 Simulación de SolidWorks del eje Y

El cálculo analítico entrega $FS = 15,1$ y la simulación FEA, $FS = 16,0$. La diferencia relativa es 5,6 %, valor situado dentro del ± 10 % aceptado para validar modelos. Esto confirma la coherencia entre ambos métodos y la validez del análisis. No se requieren ajustes adicionales al diseño.

El ciclo de operación considera soldar sobre una plancha de 1.80 x 1.80 m, con puntos. toma cada punto alrededor de 3 segundos, y el movimiento entre puntos 1.5 segundos, dando un tiempo total de 4.5 segundos por ciclo.

Velocidad de movimiento entre puntos

$$V = \frac{d}{t} \quad (13)$$

V= Velocidad de movimiento[mm/min]

d= Distancia entre puntos[mm]

t = Tiempo disponible para el movimiento [s]

V= 1600 mm/min

Fuerza de fricción

$$F = \mu_k \cdot W \quad (14)$$

$\mu_k=0.57$ (fricción rueda en V con tubo de acero)

W= Peso Total

$$F=617.5 \text{ N}$$

Husillo de bolas SFU2505

El husillo de bolas SFU2505 se seleccionó por sus características mecánicas y funcionales que lo convierten en la mejor opción para este sistema cartesiano CNC. Además de pertenecer a la categoría de precisión C7, lo cual garantiza una tolerancia axial de $\pm 0.05 \text{ mm}/300 \text{ mm}$, este componente presenta las siguientes ventajas:



Fig. 4.23 Husillo de bolas sfu2505.

- **Alta capacidad de carga:** Gracias a su diámetro de 25 mm, el husillo ofrece una resistencia estructural adecuada para soportar cargas elevadas, lo cual es crucial considerando el peso de las planchas de acero inoxidable utilizadas en el sistema.
- **Paso de 5 mm:** Esta especificación proporciona un equilibrio ideal entre velocidad lineal y precisión de posicionamiento. Un paso más alto comprometería el torque disponible del motor, mientras que uno más bajo reduciría la velocidad operativa. El paso de 5 mm permite un desplazamiento eficiente sin comprometer la resolución ni el esfuerzo del motor paso a paso.
- **Alta eficiencia mecánica:** A diferencia de los husillos con rosca trapezoidal, los husillos de bolas poseen un coeficiente de fricción significativamente menor, lo que se traduce en menor pérdida de potencia y menor exigencia para el motor, permitiendo mayor eficiencia energética y menor generación de calor.
- **Mayor precisión y repetibilidad:** Su diseño minimiza el juego mecánico (backlash), lo cual es esencial en aplicaciones CNC que requieren movimientos precisos y repetitivos, como la soldadura por puntos automatizada.

- **Durabilidad y bajo mantenimiento:** Los husillos de bolas están diseñados para una vida útil prolongada con un mantenimiento mínimo, siempre que se realice una lubricación adecuada. Esto los hace ideales para entornos de producción continua como los de las MIPYMES industriales.
- **Compatibilidad con acoplamientos estándar y tuercas recirculantes:** Este modelo es ampliamente compatible con componentes estándar del mercado, lo cual facilita su integración, mantenimiento y reemplazo en caso de ser necesario.

Capacidad dinámica mínima

$$C = \frac{F_{ax}}{S_f} \quad (15)$$

$$C = 309 \text{ [N]}$$

→ El husillo SFU 2505 tiene C=15 000 NC

Vida útil L_{10}

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F_{eq}}\right)^3 \cdot 10^6 \quad (16)$$

$$L_{10} = 398\,000 \text{ [h]}$$

Vida útil muy superior al mínimo (10 000 h)

4.4.4 Sistema de movimiento en el eje X

Montado perpendicularmente sobre el eje Y, este módulo está diseñado para realizar el desplazamiento transversal de la soldadura, figura 4.24. Se compone de un marco estructural desplazable que viaja sobre los carritos del eje Y, incorporando los tubos inclinados y carros deslizantes para mantener la precisión del recorrido. Este eje permite alcanzar las posiciones

laterales requeridas para soldar puntos distribuidos a lo largo del ancho de la plancha. Además, su diseño facilita el mantenimiento y ajuste del sistema según las dimensiones de la pieza a soldar.

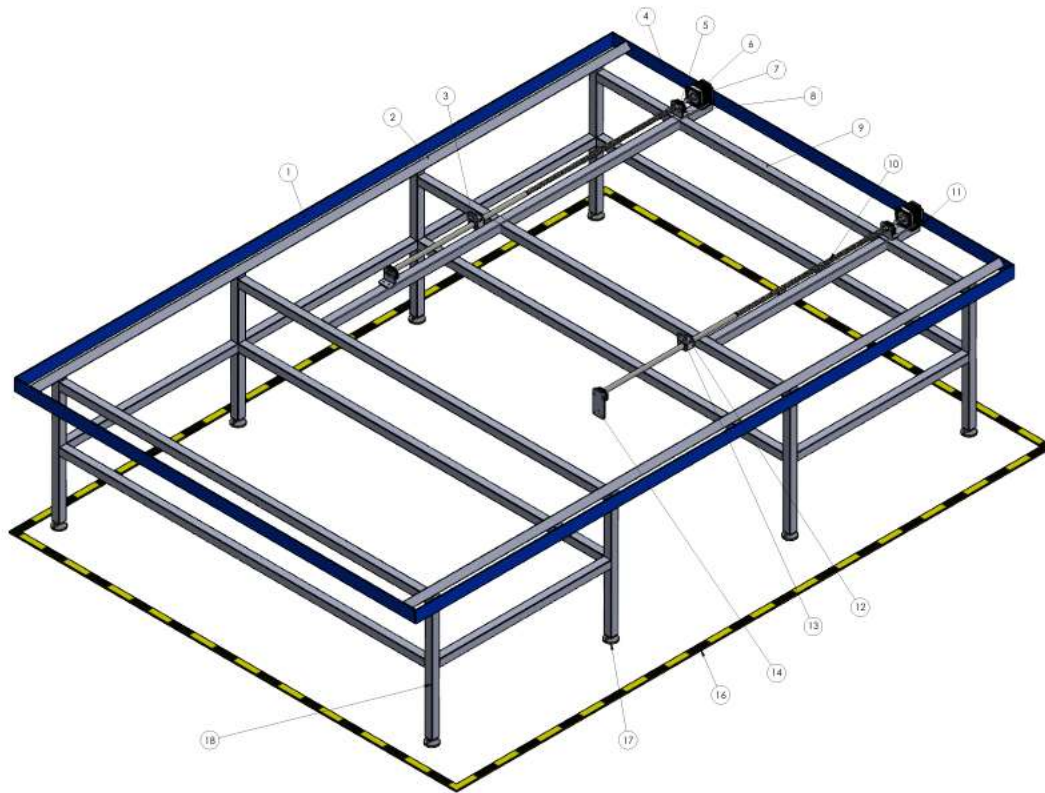


Fig. 4.24 Sistema de movimiento Y

Tabla 4.27 Detalle de las partes

Parte	Descripción	Dimensiones
1	Platina	4012x80x4 [mm]
2	Tubo de acero inoxidable	2 [in]
3	Soporte montaje de aluminio	66x50x4 [mm]
4	Acople	55x40 [mm]
5	BF15	88x60x26 [mm]
6	Motor nema 34	80 [mm]
7	Soporte del BF15	

8	Tubo cuadrado al carbono	50 [mm]
9	Tubo cuadrado al carbono	50 [mm]
10	Husillo de bolas SFU2505	2000 [mm]
11	Soporte de motor nema 34	85 [mm]
12	Montaje de aluminio	66x48x40
13	Tuerca SFU	76x38 [mm]
14	Placa	
15	Cinta de seguridad	
16	Pie Nivelador	
17	Tubo cuadrado al carbono	50 [mm]

Carga del sistema de movimiento en X

Para determinar la carga que deben soportar las guías, se analiza la distribución de las reacciones originadas por el peso de las planchas, junto con el peso del marco estructural, como se muestra en la Figura 4.25.

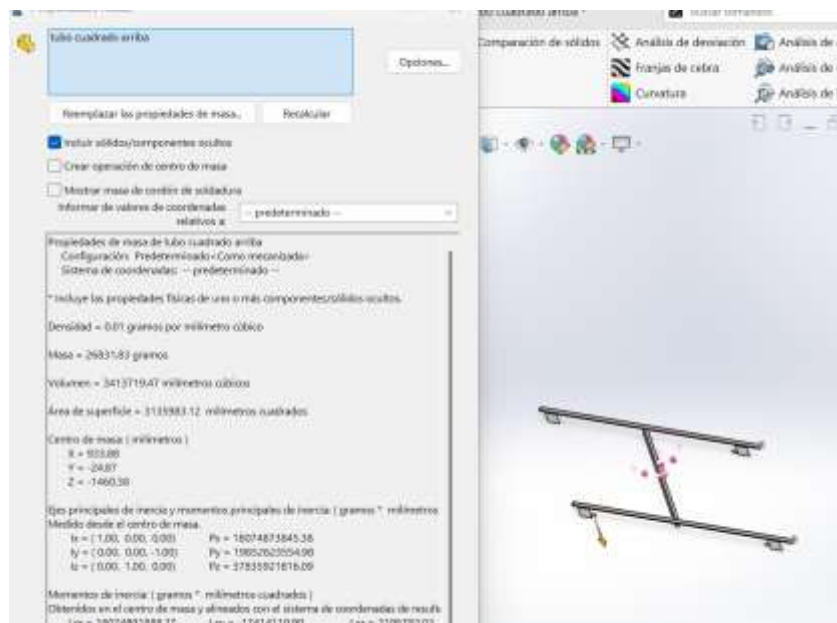


Fig. 4.25 Peso de la guía

Peso tubo guía

$P=32 \text{ kg}$

$W_{TG}=314 \text{ N}$

EN LAS 4 REACCIONES

$$W_T = 4W_G + W_{TG}$$

$$W_T = 470,9 \text{ N}$$

EN LAS CUATRO REACCIONES

$$W_T = 117,7 \text{ N}$$

$$W_{T \text{ movimiento } y} = 307,64 \text{ N}$$

$$F = R + W_T$$

$$F = 425,34 \text{ N}$$

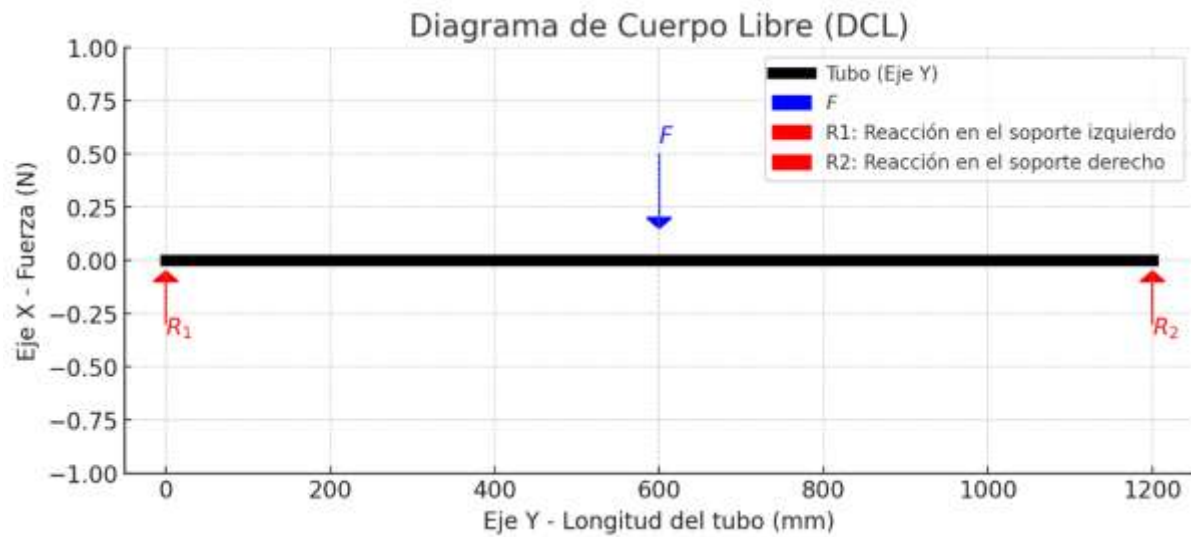


Fig. 4.26 Diagrama del cuerpo libre

Equilibrio

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 = F$$

Donde:

R1 y R2 son las reacciones en los soportes (N).

$$\Sigma M = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_2 \times L = F \times \frac{L}{2}$$

$$R_1 = R_2 = 212,8 \text{ N}$$

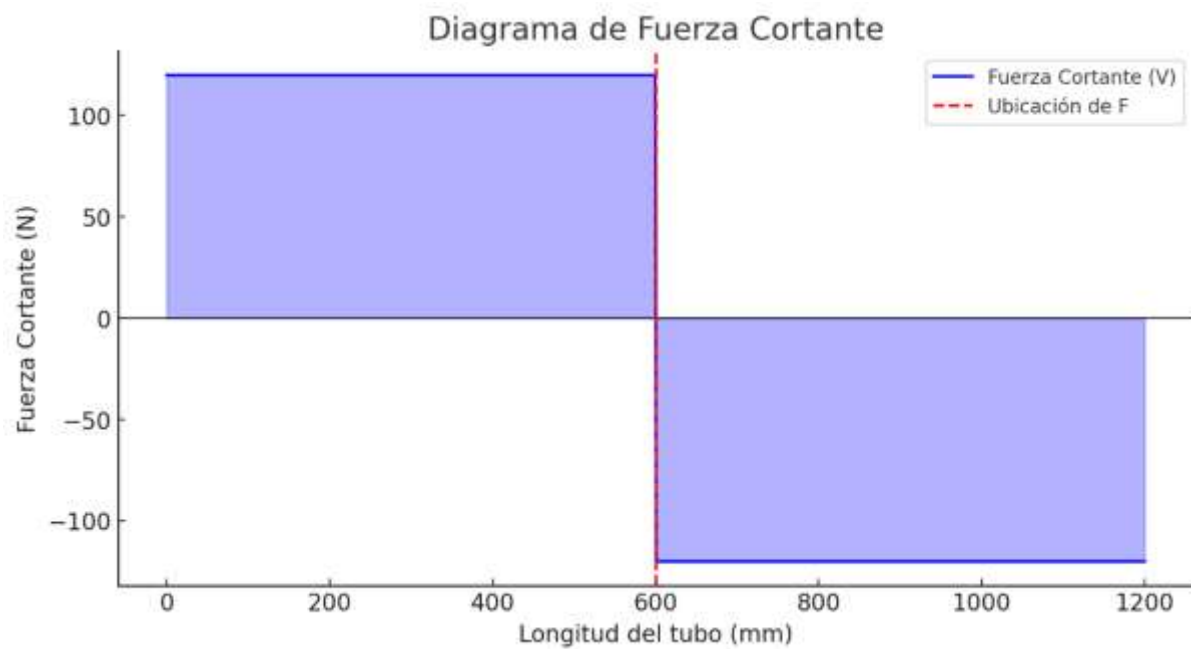


Fig. 4.27 Diagrama de fuerza cortante

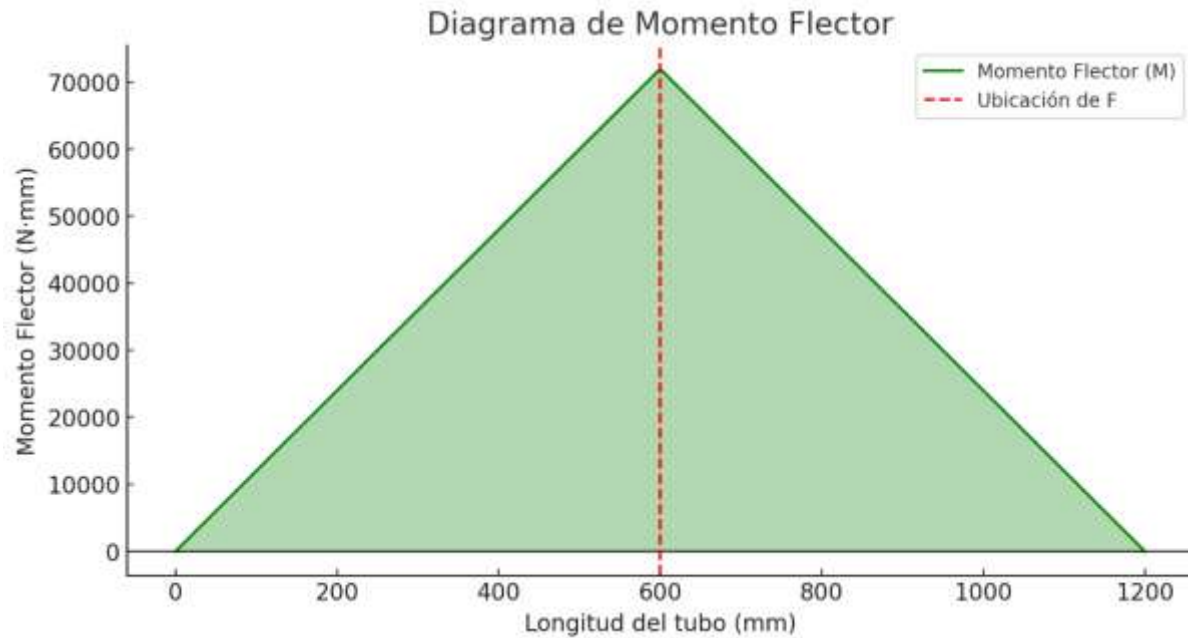


Fig. 4.28 Diagrama de momento flector

$$M_{MAXIMO} = 128 \text{ Nm}$$

- Momento de Inercia I

$$I = \frac{L^4}{12} - \frac{(L - 2e)^4}{12}$$

Sustituyendo $L = 50, \text{ mm}$ y $e = 2, \text{ mm}$:

$$I = 147712 \text{ mm}^4$$

- Distancia desde el Eje Neutro

$$y = 25 \text{ mm}$$

- Calcular el Esfuerzo Máximo

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 21,6 \text{ MPa}$$

- Factor de Seguridad (FS)

$$FS = 12,7$$

El cálculo analítico arroja un factor de seguridad de 12,7, mientras que la simulación FEA da un valor de 13,0. Como se observa en la Fig. 4.29 La diferencia relativa entre ambos métodos es de 2,3 %, lo cual se encuentra dentro del margen de error aceptable (<5 %). Esta concordancia valida el modelo analítico y confirma la seguridad del diseño estructural.

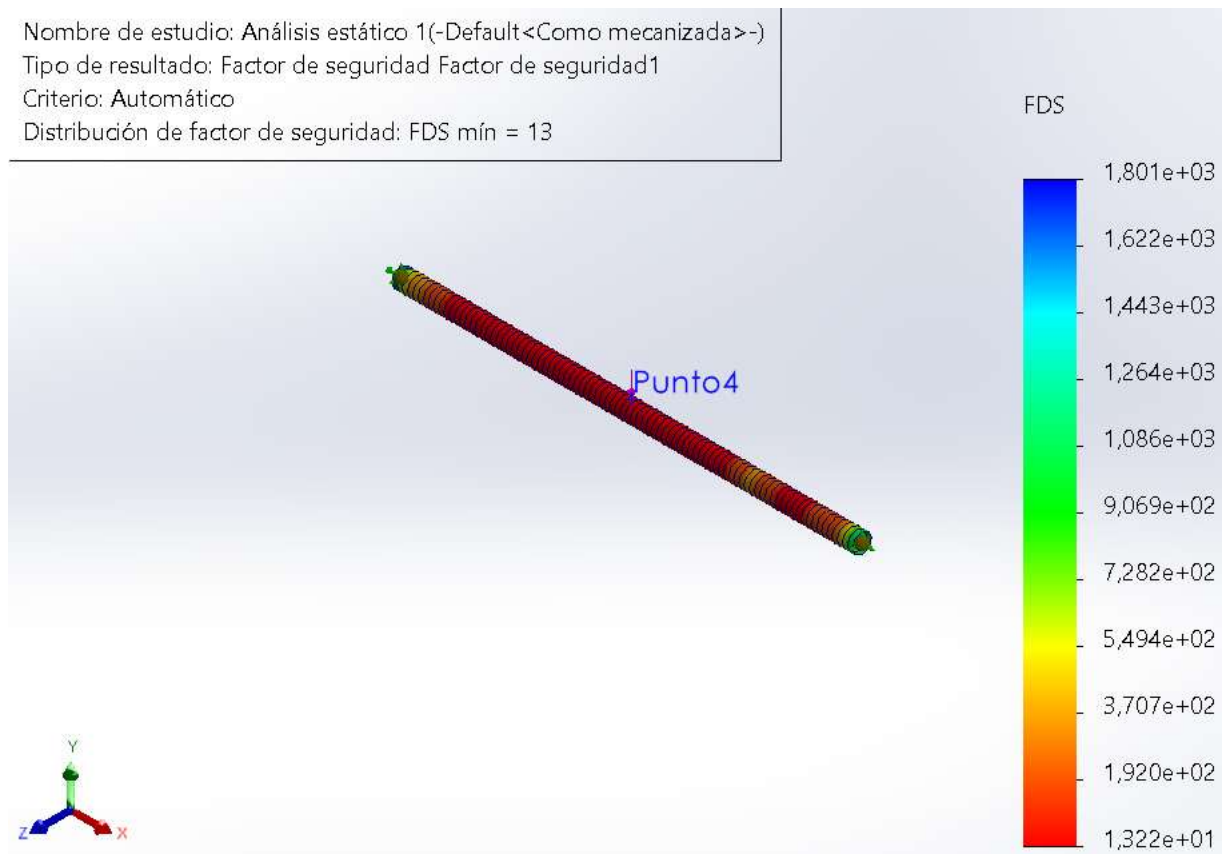


Fig. 4.29 Simulación Sistema de movimiento x

4.4.4 Sistema de movimiento Guías

El sistema de movimiento mostrado en la Fig. 4.30 está compuesto por varias partes clave que trabajan en conjunto para garantizar el desplazamiento lineal suave y preciso. La caperuza, con una altura de 65 mm, está fabricada en nylon y cumple la función de proteger la rueda y

proporcionar un soporte adecuado, evitando contaminación por polvo o partículas y mejorando la vida útil del sistema.

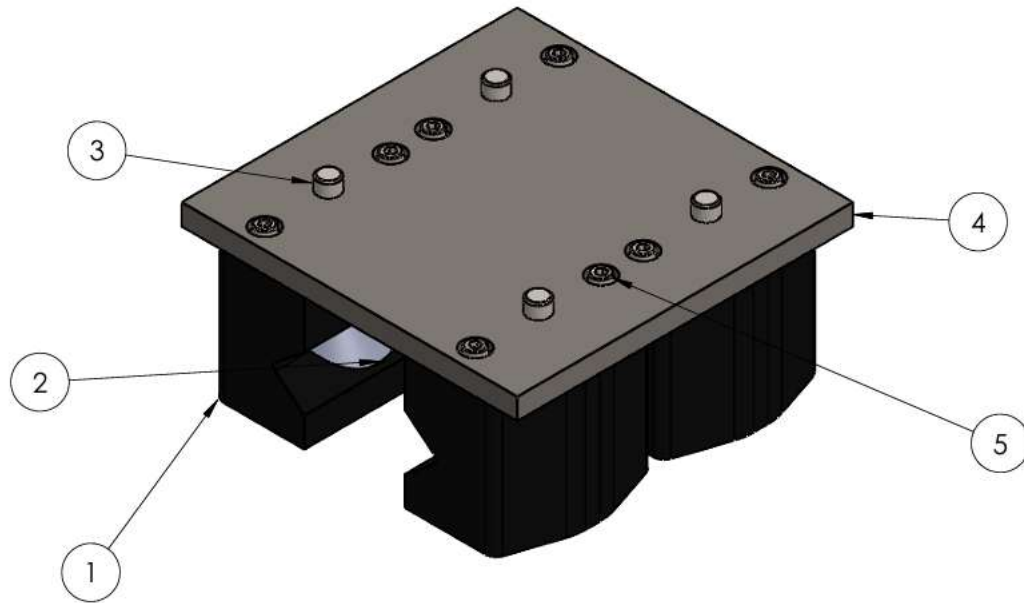


Fig. 4.30 Sistema de movimiento guías

Tabla 4.28 Detalle de las partes

Parte	Descripción	Dimensiones
1	Caperuza	65 [mm]
2	Rueda	526v
3	Perno excéntrico	M10
4	Placa	160x160 [mm]
5	Perno	M5

La rueda, identificada con el modelo 526v, es un componente esencial que permite el movimiento lineal de la estructura sobre las guías o rieles, reduciendo la fricción y soportando la carga aplicada. Esta rueda se monta sobre un perno excéntrico M10, el cual es fundamental ya que

permite realizar ajustes finos en la presión y alineación de la rueda contra la guía. Esto corrige posibles desalineaciones o tolerancias del montaje, asegurando el contacto adecuado y evitando holguras durante el desplazamiento [39], [41].



Fig. 4.31 Rueda de movimiento en v y perno excéntrico

El sistema se ensambla sobre una placa base de 160 x 160 mm, que proporciona rigidez estructural y distribución uniforme de la carga de la rueda y la caperuza sobre la máquina o estructura a la que se acople.

Se implementa una caperuza de nylon como recubrimiento para las ruedas, con el objetivo de proporcionar mayor estabilidad durante el desplazamiento del sistema y proteger los componentes internos del ingreso de polvo y suciedad. Esta caperuza será mecanizada mediante torno, y en los anexos se presenta la hoja de proceso correspondiente a su fabricación.

Finalmente, se emplean pernos M5, que son tornillos estándar utilizados para fijar piezas menores como cubiertas, sujetadores o la propia rueda y caperuza a la placa, asegurando un ensamblaje firme y confiable.

Simulación

Aunque la carga total del sistema corresponde a una masa aproximada de 100 kg, dicha carga no actúa completamente sobre una sola guía, ya que en la configuración real el conjunto se encuentra soportado por cuatro guías, por lo que el peso tiende a distribuirse entre ellas.

En este caso, se asumió que cada perno puede llegar a soportar 100 N, lo cual permite evaluar el comportamiento del sistema ante una condición conservadora.

De esta manera, el modelo se evaluó bajo una condición de carga crítica por perno, siendo:

$$F_{perno} = 100 \text{ N}$$

lo cual asegura que el análisis mantenga un enfoque de seguridad, sin depender de una distribución perfectamente uniforme.

Se muestra una simulación de la placa Fig 4.32 con el fin de verificar si esta soporta la carga aplicada y si presenta deformaciones significativas. En los resultados se observa que la deformación es pequeña y que los mayores esfuerzos se concentran alrededor de los orificios de fijación. El esfuerzo máximo obtenido es muy inferior al límite elástico del material ASTM A36, por lo que la placa trabaja en el rango elástico y no representa un elemento crítico del sistema.

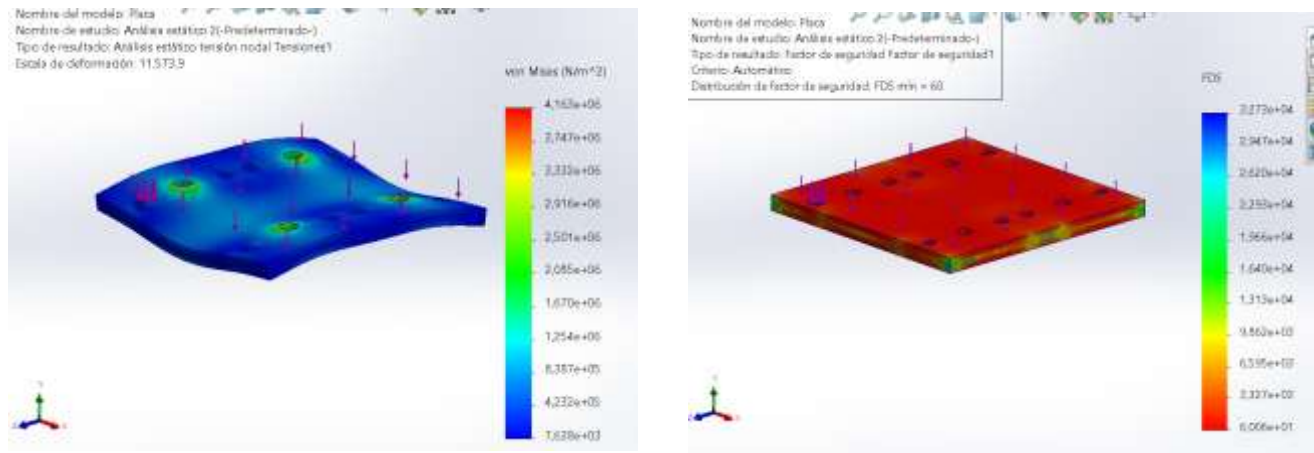


Fig. 4.32 simulación de la palca de la guía

Se presenta la simulación de la guía de la Fig 4.33 para analizar su comportamiento estructural frente a las fuerzas transmitidas por los pernos. Los resultados muestran una deformación leve en la estructura, concentrándose los mayores esfuerzos en los pernos. El esfuerzo máximo obtenido es menor que el límite elástico del material, alcanzándose un factor de seguridad mínimo aproximado de 6.7, lo que indica que la guía es estructuralmente funcional bajo la condición de carga analizada.

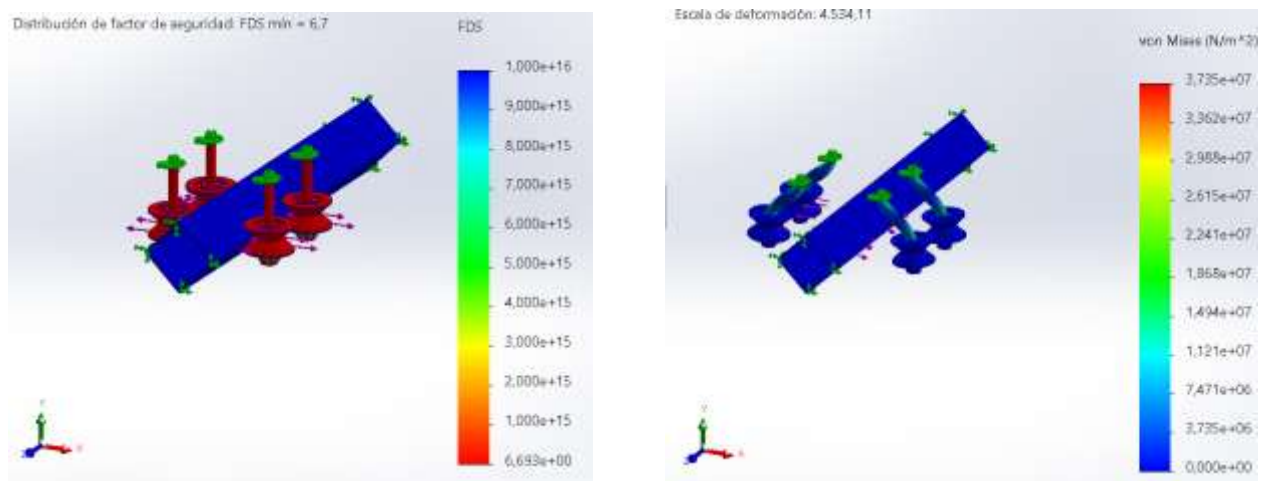


Fig. 4.33 Comportamiento de la guía

El perno M10 se modeló analíticamente como un elemento circular sometido a flexión debido al brazo e , calculándose el momento $M = F \cdot e$ y el esfuerzo máximo $\sigma_{flex} = 32M/(\pi d^3)$. Para el caso crítico $F = 100\text{ N}$ y $e = 61\text{ mm}$, se obtuvo $\sigma_{flex} \approx 62\text{ MPa}$. La simulación por elementos finitos reportó un esfuerzo equivalente máximo de $\sigma_{vm} \approx 37\text{ MPa}$. Ambos valores son del mismo orden de magnitud y confirman que el perno trabaja principalmente a flexión y se mantiene en el rango elástico bajo la carga considerada.

El esfuerzo obtenido se encuentra muy por debajo de los niveles típicos de fluencia de aceros estructurales y pernos comerciales, por lo que el perno opera dentro del régimen elástico.

4.5 Selección de componentes eléctricos

La elección de los componentes electrónicos fue un proceso crítico en el diseño del sistema cartesiano CNC para soldadura de punto. Se priorizó la compatibilidad, disponibilidad local, y facilidad de programación. A continuación, se detallan los componentes seleccionados y la justificación técnica para cada uno.

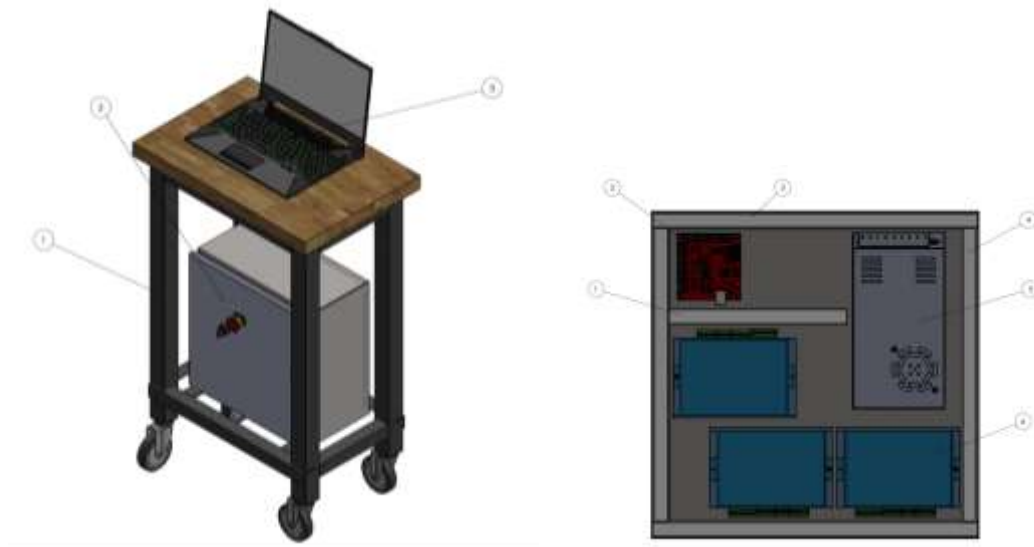


Fig. 4.34 Sistema de control

Tabla 4.29 Componentes del sistema de control

N.º	Componente	Tamaño / Especificación
1	Canaleta DIN 20×20 (PVC rígido)	217 mm
2	Controlador Mach3 USB 4 ejes	4 ejes, con cable USB
3	Canaleta DIN 20×20 (PVC rígido)	397 mm
4	Canaleta DIN 20×20 (PVC rígido)	357 mm
5	Fuente de alimentación	12V, 400W, 33A
6	Driver HB586H	5.6A, para motores NEMA 23
7	Ensamble de mesa (estructura con ruedas)	Tubo inox 40×40×1 mm, mesa 600×500 mm
8	Gabinete de control (NSYCRN44200P)	400×400×200 mm, acero al carbono
9	Portátil existente	Laptop 15.6", i5, 8GB, SSD 256GB
10	Superficie de madera de mesa	MDF 600×500×30 mm
11	Ruedas industriales con freno	3" (set de 4)
12	Tornillería y accesorios	Tornillos inox M6/M8, terminales y fijaciones

4.5.1 Controlador Principal y Software de Control

La implementación del sistema cartesiano CNC para soldadura de punto se basa en la integración de una computadora personal con el software Mach3, permite el control de múltiples ejes y es compatible con diversos tipos de hardware, facilitando la generación y ejecución de

trayectorias mediante código G se puede observar en la Fig.4.35 como usamos el código G mostrado en anexos.

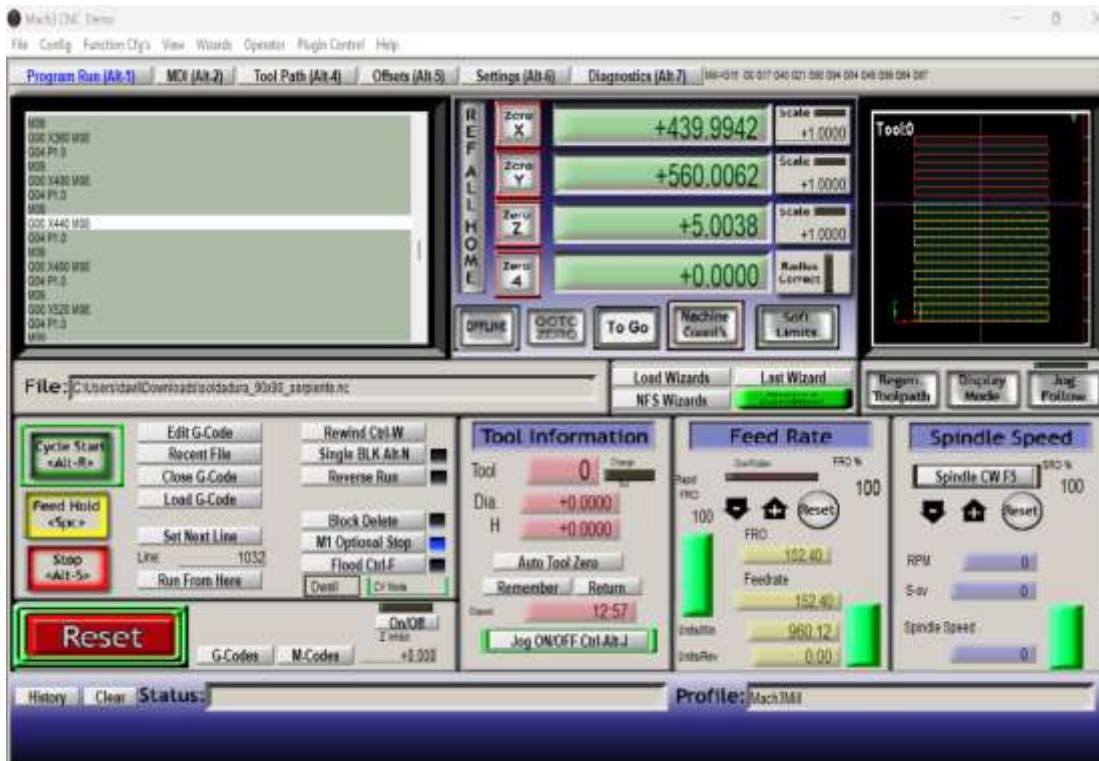


Fig. 4.35 Interfaz de uso de mach 3

Para la interfaz entre la computadora y los componentes del sistema, se emplea una tarjeta de control USB compatible con Mach3, que interpreta las señales del software y las transmite a los drivers de los motores paso a paso.

4.5.2 Selección del Motor

Para el sistema cartesiano CNC, la elección del motor paso a paso es crítica, ya que de este depende la precisión y confiabilidad del posicionamiento en los ejes X, Y y Z. Se realizó un análisis técnico del torque necesario para vencer la carga axial y asegurar un movimiento fluido, considerando tanto la operación constante como las fases de arranque y parada.

El torque de carga T_L se calculó mediante la expresión:

$$T_L = \frac{F \cdot P}{2\pi \cdot \eta} \quad (17)$$

T_L : Torque necesario [N·m]

F: Fuerza axial sobre el husillo [N]

p: Paso del husillo [m]

η : Eficiencia del husillo

2π : Radianes por vuelta completa

$$T_L = 0.58 \text{ [N]}$$

Operación de parada/Arranque

$$T_a = (J_o \cdot i^2 + J_L) \cdot \frac{\pi \cdot \theta_s}{180 \cdot n} \cdot f_2^2$$

Dónde:

J_o : Inercia del Rotor [Kg·m²]

J_L : Inercia Total [Kg·m²]

N_M : Velocidad de Operación [r/min]

t_1 Tiempo de aceleración (desaceleración) [s]

i: Relación de transmisión

$$T_a = 0.0053 \text{ N}$$

$$T_M = (T_L + T_a) \cdot S_f$$

Torque requerido

T_M : Torque Requerido [N·m]

T_L : Torque de Carga [N·m]

T_a : Torque de Aceleración [N·m]

S_f : Factor de Seguridad

$$T_M = 1.27N$$

Tipo de Motor Nema	Torque
Motor Nema 17	Aplicaciones que no requieren mayor torque (0,56 N.m).
Motor Nema 23	Aplicaciones que requieren de torque moderado (2,68 N.m).
Motor Nema 34	Aplicaciones que requieren mayor torque (12,07 N.m).

Se elige un motor paso a paso NEMA 23, con torque nominal superior a 2 N·m, el cual garantiza desempeño fiable sin necesidad de reductora se puede observar su data Sheet en Anexos

4.5.3 Drivers de Motor

Para el control de los motores paso a paso, se utilizaron drivers de bucle cerrado modelo HBS86H, los cuales ofrecen ventajas significativas en términos de precisión y confiabilidad. Estos drivers incorporan retroalimentación mediante encoders, permitiendo corregir desviaciones en tiempo real y garantizando que los motores sigan fielmente las trayectorias programadas. Además, permiten manejar corrientes elevadas y son compatibles con el software Mach3.



Fig. 4.36 Driver HBS86

4.5.4 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación garantiza el correcto funcionamiento del sistema CNC, se seleccionó una fuente de alimentación con salida de 24 VDC y 10 A. Esta elección se basa en el análisis del consumo energético de los motores paso a paso NEMA 23, junto con sus respectivos drivers modelo HBS86H.

Cálculo de Potencia Total Requerida

La potencia necesaria para alimentar el sistema se calcula según la siguiente expresión:

$$P_{TOTAL} = V \cdot I \quad (18)$$

Donde:

V= Voltaje de alimentación [V]

I= Corriente total consumida [A]

Tabla 4.30 Tabla de consumo eléctrico

Componente	Voltaje [V]	Corriente [A]	Potencia [W]
------------	-------------	---------------	--------------

Driver HBS86H + Motor (Eje X)	48	2.8	134.4
Driver HBS86H + Motor (Eje Y)	48	2.8	134.4
Driver HBS86H + Motor (Eje Z)	48	2.8	134.4
Tarjeta Mach3 USB	5	0.5	2.5
Finales de carrera (3)	5	0.06	0.3
LEDs y pérdidas menores	5	0.1	0.5
TOTAL potencia	—	—	≈ 406.5 W

$$P_{\text{TOTAL}} = 406.5 \text{ W}$$

Selección de la Fuente

La fuente seleccionada es de 48 VDC, 12 A, con una potencia máxima de:

$$P_{\text{FUENTE}} = 48\text{V} \times 12\text{A} = 576\text{W}$$

Este valor es superior al consumo estimado del sistema, lo cual permite un margen que cubre pérdidas por eficiencia, sensores de final de carrera, ventilación, y otros componentes menores del sistema.

4.5.5 Sistema de Control

El sistema se controla directamente desde la laptop que ejecuta el software Mach3, permitiendo al operador visualizar, ajustar y gestionar los parámetros operativos de forma intuitiva. Esta configuración centraliza el control en un único dispositivo, optimizando la interacción con el sistema.

Tabla 4.31 Componentes del sistema de control

Parte	Descripción	Dimensiones
1	Gabinete	400x400x200[mm]
2	Driver HBS86H	191x97.5x52
3	Tarjeta Mach 3	77.1x 81,5 [mm]
4	Fuente de alimentación	215x115x50 mm]
5	Canaleta DIN	20X20 [mm]

Cabe mencionar que en los anexos se adjunta el plano electrónico correspondiente al esquema presentado.

- Diagrama de conexiones

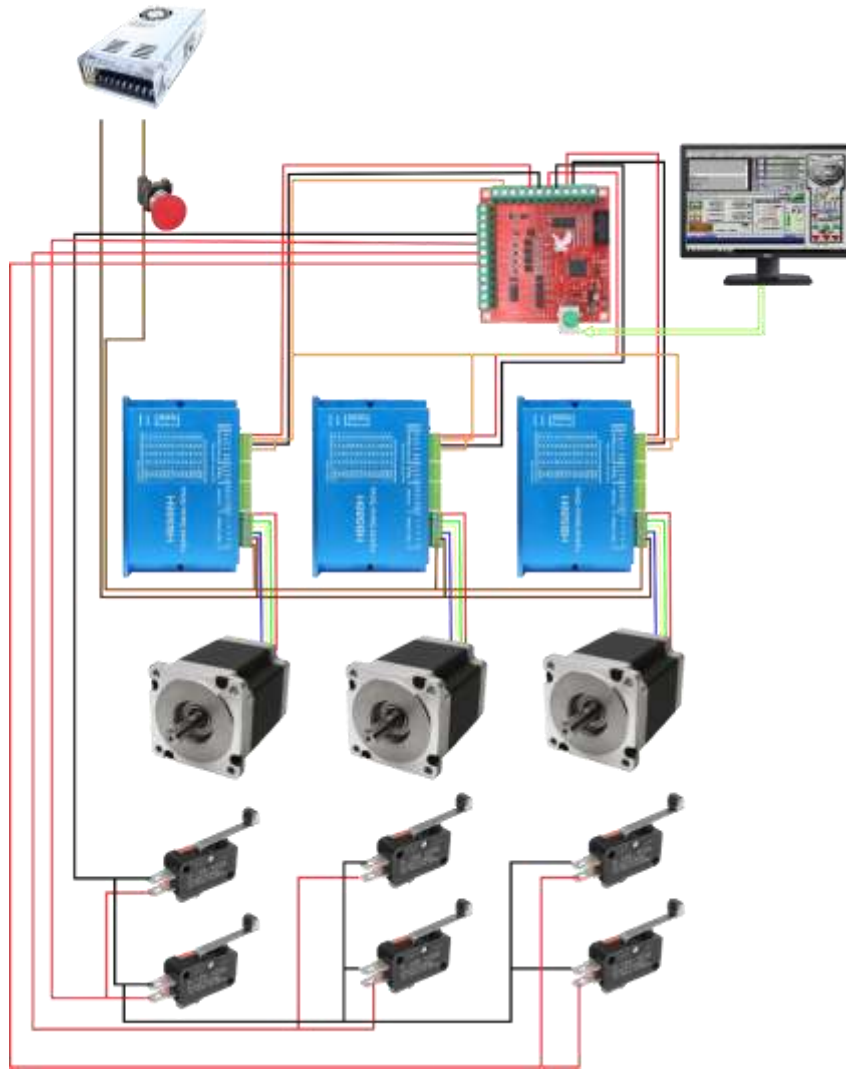


Fig. 4.37 Diagrama de conexiones

4.5.6 Sensores de Final de Carrera

Para garantizar la seguridad y precisión del sistema, se integraron sensores tipo óptico y mecánico, los cuales permiten detectar los límites de desplazamiento de cada eje, previniendo colisiones y errores en la ejecución de trayectorias.

4.6 Costos de la máquina

La siguiente tabla 4.31 detalla los costos estimados de fabricación de la máquina, incluyendo perfiles estructurales, componentes mecánicos, electrónicos, elementos de fijación y

accesorios. Los valores están expresados en dólares estadounidenses (USD) y corresponden a precios unitarios y totales según las cantidades y dimensiones utilizadas véase en la Tabla 4.32 y 4.33.

Tabla 4.32 Costos de materiales Mecánicos

Nº	Descripción	Dimensiones	Precio (USD)	Total (USD)
1	Perfil 40x40x3mm	7,20 [m]	4,5 \$	32,40
2	Placa	160x160x4 mm	1,29 \$	10,32
3	Prensa tipo C	2 [in]	3,12 \$	12,48
4	Perfil 40x40x3mm	1,72 [m]	4,5 \$	7,74
5	Conector tipo T para 40x40mm	62,5x94x46 [mm]	3,15 \$	12,60
6	Platina	1916x80x4 mm	7,7 \$	15,40
7	Platina	2908x80x4 mm	11,66 \$	23,32
8	Perfil inox 2"	13,8 [m]	18,5 \$	255,30
9	Motor NEMA 23	80 [mm]	59,9 \$	179,70
10	Soporte motor NEMA 34	85 [mm]	8,5 \$	25,50
11	Acople	55x40 [mm]	2 \$	6,00
12	Placa	160x160x4 mm	1,29 \$	10,32
13	Soporte aluminio	66x50x4 [mm]	1,5 \$	1,50
14	Perfil 20x20x2	3,472 [m]	2,3 \$	7,99
15	Montaje aluminio	66x48x40 [mm]	19,5 \$	58,50
16	Perfil	70x30x3 [mm]	5,1 \$	5,10
17	kit Husillo SFU2505	1000 [mm]	195 \$	195,00
18	Platina	4012x80x4 mm	19,1 \$	398,67
19	Soporte aluminio	66x50x4 [mm]	1,5 \$	1,50
20	Tubo cuadrado al carbono	70000 [mm]	3,1 \$	217,00
21	Husillo SFU2505	2000 [mm]	320 \$	320,00
22	Cinta de seguridad	—	6 \$	6,00
23	Pie nivelador	—	3,5 \$	28,00
24	Caperuza	65 [mm]	4 \$	2,50
25	Rueda	526v	3 \$	96,00
26	Perno excéntrico	M10	1,2 \$	38,40
27	Perno	M5	0,15 \$	4,80
28	Pintura y pernos		\$	40,00
TOTAL				2012,04

Tabla 4.33 Costos de materiales Eléctricos

N.º	Componente	Tamaño / Especificación	Total (USD)
1	Canaleta DIN 20×20 (PVC rígido)	217 mm	\$3,00

2	Controlador Mach3 USB 4 ejes	4 ejes, con cable USB	\$150,00
3	Canaleta DIN 20×20 (PVC rígido)	397 mm	\$5,00
4	Canaleta DIN 20×20 (PVC rígido)	357 mm	\$5,00
5	Fuente de alimentación	12V, 400W, 33A	\$60,00
6	Driver HB586H	5.6A, para motores NEMA 23	\$240,00
7	Ensamble de mesa (estructura con ruedas)	Tubo inox 40×40×1 mm, mesa 600×500 mm	\$50,00
8	Gabinete de control (NSYCRN44200P)	400×400×200 mm, acero al carbono	\$100,00
9	Portátil existente	Laptop 15.6", i5, 8GB, SSD 256GB	—
10	Superficie de madera de mesa	MDF 600×500×30 mm	\$15,00
11	Ruedas industriales con freno	3" (set de 4)	\$25,00
12	Tornillería y accesorios	Tornillos inox M6/M8, terminales y fijaciones	\$10,00
Total			\$663,00

La tabla presentada contempla únicamente el costo de los materiales. Si bien no hay cifras oficiales en Ecuador, fuentes especializadas indican que en la fabricación de máquinas CNC, el tiempo de fabricación (mano de obra + montaje + pruebas) representa entre 30 % y 50 % del costo total [43], [44]

Concepto	Total (USD)
Soldadora de punto	\$ 4000,00
Materiales mecánicos	\$2 012,04
Materiales eléctricos	\$663,00
Subtotal	\$6675,04
+ 40 % (mano de obra, montaje, pruebas de sistema cartesiano)	\$7745,06

Comparativa con máquinas existentes

Sistema	Costo estimado	Fuente / Observación
Tu sistema		Basado en tu subtotal de materiales (~\$2 675,04) más 40 %
(materiales + 40 %)	\$7745,06	estimado para mano de obra, montaje y pruebas y con el costo de maquina soldadora de punto.
Sistema completo importado	\$25 000	Precios FOB reportados para máquinas CNC completas (mesa + soldadora), dependiendo del modelo y proveedor: (Alibaba.com)
Sistema completo importado	\$18 500	- (Suzhou Hanxin Machinery)

El sistema local tiene un costo estimado de $\approx \$7745,06$, mientras que los sistemas completos importados tienen precios significativamente más altos, entre \$25000, con un rango promedio de \$18500. Esto representa un ahorro estimado de entre el 58 % y el 69 %, dependiendo del modelo importado considerado.

CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema cartesiano CNC para soldadura por puntos permitió cumplir con el objetivo general del proyecto, al proponer una solución automatizada, funcional y técnicamente viable para el proceso de unión de láminas de acero inoxidable en las MIPYMES metalmecánicas de la provincia de Imbabura. El diseño se ajusta a las condiciones reales de estas empresas, considerando sus limitaciones económicas, el tipo de procesos productivos que realizan y la necesidad de mejorar la precisión, repetibilidad y calidad de las uniones soldadas.

El análisis de los principios de la soldadura por puntos permitió identificar los parámetros críticos que influyen directamente en la calidad del proceso, tales como la corriente de soldadura, el tiempo de aplicación y la fuerza de apriete de los electrodos. Estos parámetros fueron seleccionados conforme a la literatura técnica y a las recomendaciones establecidas en la norma ISO 14373:2024, garantizando que el sistema diseñado sea compatible con las características del acero inoxidable empleado y asegure un proceso de soldadura estable y confiable.

El diseño del sistema cartesiano CNC se desarrolló a partir de criterios de ingeniería mecánica, eléctrica y de control, la adecuada selección y dimensionamiento de los componentes permitió alcanzar una tolerancia de posicionamiento estimada de $\pm 0,5$ mm, valor que representa una mejora significativa en comparación con el proceso manual previamente empleado y que contribuye directamente a la repetibilidad y calidad de los puntos de soldadura.

La validación del diseño se realizó mediante simulaciones estructurales por el método de elementos finitos, comprobándose que la estructura del sistema soporta adecuadamente las cargas estáticas, presentando un error relativo aproximado del 10 %. Este valor se considera aceptable para fines de validación estructural

Desde el punto de vista económico, el sistema diseñado presenta un costo estimado de aproximadamente USD 7 745,06, valor considerablemente inferior al de los sistemas CNC importados, cuyos precios superan en promedio los USD 18 500. Esta diferencia representa un ahorro aproximado entre el 58 % y el 69 %, lo que convierte al sistema propuesto en una alternativa accesible para las MIPYMES metalmecánicas. Adicionalmente, la posibilidad de integrar el sistema a una soldadora de punto existente permite reducir aún más los costos de implementación sin comprometer su funcionalidad.

RECOMENDACIONES

Realizar pruebas experimentales en condiciones reales de operación industrial para validar el desempeño práctico del diseño y contrastar los resultados obtenidos mediante simulaciones estructurales.

Ejecutar ensayos de repetibilidad y verificación de la tolerancia de posicionamiento estimada, especialmente bajo ciclos continuos de trabajo, con el fin de confirmar la estabilidad del sistema en condiciones reales de producción.

Desarrollar estudios complementarios orientados a optimizar los parámetros del proceso de soldadura por puntos (corriente, tiempo y fuerza de apriete), con el objetivo de ampliar la aplicabilidad del sistema a distintos espesores y configuraciones de material.

Profundizar la validación estructural mediante escenarios adicionales de carga y condiciones de operación, con el fin de fortalecer la confiabilidad del diseño propuesto.

Efectuar una evaluación económica posterior a la implementación, considerando costos de operación, mantenimiento y consumo energético, para determinar la viabilidad del sistema a largo plazo en MIPYMES metalmecánicas.

REFERENCIAS

- [1] H. Zhang, Y. Hou, T. Yang, Q. Zhang, and J. Zhao, "Welding quality evaluation of resistance spot welding using the time-varying inductive reactance signal," *Meas Sci Technol*, vol. 29, no. 5, Mar. 2018, doi: 10.1088/1361-6501/AAA830.
- [2] "Soldadura por punto: Uniendo metales con precisión." Accessed: May 07, 2024. [Online]. Available: <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/soldadura-por-punto-uniendo-metales-con-precision>
- [3] K. Zhou and P. Yao, "Overview of recent advances of process analysis and quality control in resistance spot welding," *Mech Syst Signal Process*, vol. 124, pp. 170–198, Jun. 2019, doi: 10.1016/J.YMSSP.2019.01.041.
- [4] H. Deng, X. Gao, D. Zhang, W. Lu, P. Gao, and Y. Zhang, "Defect detection and data generation of shunt between three layers of resistance spot welding based on deep convolutional generative adversarial network and conditional variational autoencoder," *Eng Appl Artif Intell*, vol. 160, p. 111866, Nov. 2025, doi: 10.1016/J.ENGAPPAI.2025.111866.
- [5] "Soldadura por puntos: ventajas, desventajas y aplicaciones." Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://proleantech.com/es/spot-welding-advantages-disadvantages-applications/#FAQs>
- [6] W. Liu, J. Hu, and J. Qi, "Resistance Spot Welding Defect Detection Based on Visual Inspection: Improved Faster R-CNN Model," *Machines* 2025, Vol. 13, Page 33, vol. 13, no. 1, p. 33, Jan. 2025, doi: 10.3390/MACHINES13010033.
- [7] J. M. Ibujés Villacís and M. A. Benavides Pazmiño, "Contribution of technology to the productivity of small and medium-sized enterprises in the textile industry in Ecuador," *Cuadernos de Economía*, vol. 41, no. 115, pp. 140–150, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.CESJEF.2017.05.002.
- [8] K. Kümmerer and J. Clark, "Green and Sustainable Chemistry BT - Sustainability Science: An Introduction," *Sustain Sci*, pp. 43–59, 2016, Accessed: Sep. 05, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-94-017-7242-6_4
- [9] "Máquina de Soldadura por Puntos de China, lista de productos de Máquina de Soldadura por Puntos de China en es.Made-in-China.com." Accessed: Sep. 05, 2025. [Online]. Available: https://es.made-in-china.com/tag_search_product/Point-Welding-Machine_hyeuhn_1.html?utm_source=chatgpt.com
- [10] J. M. Ibujés Villacís and M. A. Benavides Pazmiño, "Contribución de la tecnología a la productividad de las pymes de la industria textil en Ecuador," *Cuadernos de Economía*, vol. 41, no. 115, pp. 140–150, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.CESJEF.2017.05.002.
- [11] M. Xu, Z. Wang, S. Guan, and Z. Liu, "Numerical Simulation of Resistance Spot Welding of 304 Thin-walled Stainless Steel", doi: 10.1590/0104-9224/SI30.01.
- [12] X. Wang, X. Zhou, Z. Xia, and X. Gu, "A survey of welding robot intelligent path optimization," *J Manuf Process*, vol. 63, pp. 14–23, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.JMAPRO.2020.04.085.

- [13] S. Sánchez Mondragón, "Diseño y fabricación de un sistema CNC para el corte por plasma de planchas metálicas en la empresa MG Industria & Comercio S.A.C.," *Universidad Continental*, 2023, Accessed: Jun. 30, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14380>
- [14] R. Guerrero Luis Fernando Director and I. Francisco Roberto Naranjo Cobo, "Implementación de un sistema CNC grabadora y cortadora láser tamaño A0 para el laboratorio de tecnologías eléctricas," May 2023, Accessed: Jun. 30, 2024. [Online]. Available: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14067>
- [15] H. K. Banga, P. Kalra, R. Kumar, S. Singh, and C. I. Pruncu, "Optimization of the cycle time of robotics resistance spot welding for automotive applications," *J Adv Manuf Process*, vol. 3, no. 3, p. e10084, Jul. 2021, doi: 10.1002/AMP2.10084.
- [16] H. K. Banga, P. Kalra, R. Kumar, S. Singh, and C. I. Pruncu, "Optimization of the cycle time of robotics resistance spot welding for automotive applications," *J Adv Manuf Process*, vol. 3, no. 3, Jul. 2021, doi: 10.1002/AMP2.10084)).
- [17] "Robots cartesianos: Definición, tipos y funcionamiento en la Industria." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.manufactura-latam.com/es/noticias/robots-cartesianos-definicion-tipos-y-funcionamiento-en-la-industria>
- [18] M. E. Badillo Nájera, "'CONTROL DE TRAYECTORIAS DE UN ROBOT CARTESIANO' Tesis que presenta".
- [19] "HISTORIA DE LOS CNC." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.inter2000mecanizados.com/post/historia-de-los-cnc>
- [20] O. M. Dinorin, "Historia, Evolución y Tendencias del CNC Manufactura Asistida por Computadora Satellite TOSHIBA," pp. 7–10.
- [21] "Sistemas XYZ: precisión en tres planos - Urany®." Accessed: Jul. 07, 2024. [Online]. Available: <https://urany.net/blog/sistemas-xyz-precisi%C3%B3n-en-tres-planos>
- [22] "Newfangled Solutions Mach3." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.machsupport.com/software/mach3/>
- [23] "TB6560 pdf, TB6560 Download, TB6560 Description, TB6560 Datasheet, TB6560 view :: ALLDATASHEET ::" Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/download/1180443/ETC/TB6560.html>
- [24] "User's Manual For DM860 Fully Digital Stepper Drive".
- [25] "Resistance and Mechanical Joining - TWI." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.twi-global.com/what-we-do/research-and-technology/technologies/welding-joining-and-cutting/resistance-and-mechanical-joining>
- [26] "▷Soldadura eléctrica por resistencia." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://deingenierias.com/soldadura/soldadura-electrica-por-resistencia/>

- [27] "Recommended Practices for Resistance Welding", Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: www.copyright.com.
- [28] Leobardo. Arriaga Segundo, C. Bernache González, and L. Gabriel. Zarate Ordoño, "Procesos de soldadura.," p. 274, 2010.
- [29] "What is Spot Welding? (A Complete Welding Process Guide) - TWI." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-spot-welding>
- [30] "Soldadura por puntos: Guía en profundidad y técnicas reveladas | MachineMFG." Accessed: Nov. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.machinemfg.com/es/spot-welding-guide/>
- [31] "UNE-EN ISO 14373:2024 Soldeo por resistencia. Procedimiento pa..." Accessed: Jun. 04, 2025. [Online]. Available: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0073450>
- [32] V. H. L. CORTEZ, "Inspección no destructiva por ultrasonido en soldaduras de puntos por resistencia (RSW) en aceros al carbono para partes manufacturadas en la industria automotriz," Dec. 2005, Accessed: Oct. 13, 2024. [Online]. Available: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4121036>
- [33] "Inspección no destructiva por ultrasonido en soldaduras de puntos por resistencia (RSW) en aceros al carbono para partes manufacturadas en la industria automotriz." Accessed: Oct. 13, 2024. [Online]. Available: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4121036?show=full>
- [34] "Pinza de Soldadura Manual por resistencia o punto Manual ART 7902 -." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://elimed.com.ec/tienda/pinza-de-soldadura-manual-por-resistencia-o-punto-manual-art-7902/>
- [35] "China ADB-130 Platform spot welding machine Manufacturer and Supplier | Agera." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.agerawelder.com/adb-130-platform-spot-welding-machine-product/>
- [36] "Máquina de soldadura hidráulica de tableros de rejilla de puntos múltiples DJ-CTC700 | da jie." Accessed: Jul. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.dajieco.com/spa/special-welding/DJ-CTC700.html>
- [37] "Componentes de movimiento lineal | Página de inicio | HepcoMotion." Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.hepcotion.com/>
- [38] "Mesa XY máquina automática CNC de soldadura por puntos para malla de alambre Contenedor - China Máquina de soldadura por puntos, soldadura por puntos." Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: https://es.made-in-china.com/co_suzhouhanxin/product_Xy-Table-Automatic-CNC-Spot-Welding-Machine-for-Wire-Mesh-Container_yuysnrshg.html
- [39] H. Kim, W. K. Jung, I. G. Choi, and S. H. Ahn, "A Low-Cost Vision-Based Monitoring of Computer Numerical Control (CNC) Machine Tools for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs)," *Sensors* 2019, Vol. 19, Page 4506, vol. 19, no. 20, p. 4506, Oct. 2019, doi: 10.3390/S19204506.

- [40] M. E. Cortés, C. Miriam, and I. León, "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN Colección Material Didáctico 10 Generalidades sobre Metodología de la Investigación".
- [41] "MA 03. - Metodologías de Diseño - VDI 2221-2222 | PDF | Diseño | Planificación." Accessed: Jun. 04, 2025. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/456876401/MA-03-Metodologias-de-Diseno-VDI-2221-2222>
- [42] "NTE INEN-ISO 45001: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso - Apive." Accessed: Jun. 14, 2025. [Online]. Available: <https://apive.org/download/nte-inen-iso-45001-sistemas-de-gestion-de-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-requisitos-con-orientacion-para-su-uso/>
- [43] "SÍMBOLOS GRÁFICOS. COLORES DE SEGURIDAD Y SEÑALES DE SEGURIDAD. PARTE 1: PRINCIPIOS DE DISEÑO PARA SEÑALES DE SEGURIDAD E INDICACIONES DE SEGURIDAD Primera edición GRAPHICAL SYMBOLS. SAFETY COLORS AND SAFETY SIGNS. PART 1: DESIGN PRINCIPLES FOR SAFETY SIGNS AND SAFETY MARKINGS First edition CONTENIDO PÁGINA".
- [44] "Nte Inen Iso 12100 | PDF | Organización internacional para la estandarización." Accessed: Jun. 14, 2025. [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/604216405/nte-inen-iso-12100>
- [45] "Conector de tubo cuadrado de 40x40 Mm, accesorios de tubo de hierro galvanizado, barandilla sin soldadura DIY, junta en T, Base 1 ud. - AliExpress 13." Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://es.aliexpress.com/item/1005008096256436.html>
- [46] "Prensa de hierro nodular para carpintería, 2" 1U - TRUPER." Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <https://www.kywi.com.ec/prensa-de-hierro-nodular-para-carpinteria-2-/p>
- [47] "PERNO EXCENTRICO 10MM – Sherpa Group." Accessed: Jul. 05, 2025. [Online]. Available: <https://sherpa.com.ec/shop/automotriz/otros/perno-excentrico-10mm/>
- [48] "Software DFMA®: Diseño para fabricación y ensamblaje." Accessed: Aug. 28, 2025. [Online]. Available: https://dfma.com/news/strategies.asp?utm_source=chatgpt.com
- [49] "Diseño para el ensamblaje: la piedra angular de la eficiencia de la fabricación moderna - SixSigma.us." Accessed: Aug. 28, 2025. [Online]. Available: https://www.6sigma.us/manufacturing/design-for-assembly-dfa/?utm_source=chatgpt.com

ANEXOS

ANEXO 1: Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

MATRIZ DE CALIDAD DEL SISTEMA CARTESIANO CNC PARA SOLDADURA DE PUNTO EN LÁMINAS DE ACERO INOXIDABLE PARA MIPYMES METALMECÁNICAS DE IMBABURA.



Anexo2 : Manual de Seguridad y Uso

Sistema CNC cartesiano para soldadora de punto Soldadura de Punto

Precauciones Generales de Seguridad

	ADVERTENCIA – Para minimizar el riesgo de lesiones, es imprescindible que el usuario lea detenidamente el manual de instrucciones antes de operar el equipo.
---	--



- Solo personal capacitado debe operar o mantener el equipo.
- Usar guantes aislantes, gafas de seguridad y ropa ignífuga.
- Desconectar la máquina antes de manipular electrodos o realizar mantenimiento.
- Asegurar una ventilación adecuada para extracción de humos.
- Verificar la conexión a tierra eléctrica (resistencia $\leq 4 \Omega$).
- Seguridad Eléctrica y Neumática



- La soldadura por puntos genera chispas y calor que pueden causar incendios o explosiones si hay materiales inflamables cerca. Es crucial mantener el área despejada, utilizar protección adecuada y seguir

Reglamento de Seguridad y Salud del Trabajo (Decreto 2393) y las normas INEN aplicables a soldadura y prevención de riesgos. Se debe contar con extintores y un vigía contra incendios durante la operación.

- - Verificar estado de fusibles NH00 de 63 A.

- - Confirmar presión de aire estable (0.8 MPa).
- - Desconectar y esperar 5 minutos antes de abrir la carcasa.



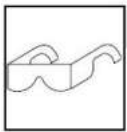
El contacto con partes eléctricas activas puede causar descargas fatales o quemaduras graves. Es vital usar guantes aislantes, ropa seca, y asegurarse de que el equipo esté correctamente conectado a tierra. Se debe desconectar la máquina antes de intervenirla y evitar trabajar solo, especialmente en ambientes húmedos o con riesgo de contacto accidental.



Partes calientes no se deben tocar piezas calientes sin protección; se recomienda esperar el enfriamiento o utilizar guantes térmicos y herramientas adecuadas.



Las pinzas y mecanismos móviles pueden causar atrapamientos; mantener las manos alejadas y no quitar las protecciones del equipo



Utilizar siempre gafas de seguridad con protección lateral o careta para evitar lesiones oculares.



El humo de soldadura y residuos contienen compuestos peligrosos (como plomo o cadmio) que pueden causar cáncer o malformaciones; se deben lavar las manos tras la exposición.



Respetar el ciclo de trabajo del equipo y permitir pausas para evitar daños por sobrecalentamiento.

Especificaciones de la soldadora

La soldadura por resistencia une metales mediante calor generado por la resistencia eléctrica del material, junto con presión y tiempo controlado.

La corriente pasa a través de electrodos que presionan las piezas, produciendo calor localizado en la zona de unión.

El proceso no requiere materiales de aporte y es rápido y repetible.

El tiempo de soldadura depende del tipo de material, espesor, corriente y área de contacto del electrodo.

MODEL: DTN-100Q



Parámetro	Valor
Modelo	DTN-100Q
Capacidad Nominal	100 KVA
Tensión de Entrada	380 V / 50 Hz
Tensión Secundaria (sin carga)	8.1 V

Ciclo de trabajo	20%
Presión de aire requerida	0.8 MPa (8 bar)
Normativa indicada	GB-8366-2004

Componentes Principales

- Transformador enfriado por aire (corriente máxima ≈ 30 kA).
- Pinzas neumáticas con electrodos CuCrZr Ø 20 mm.
- Temporizador digital ajustable (0.10 – 1.00 s).
- Electroválvula 24 V DC y manorreductor 0.8 MPa.
- Panel de control con indicadores LED y pulsador de disparo.

Principio de Funcionamiento

El ciclo de soldadura por resistencia se divide en cuatro fases esenciales:

Fase	Descripción
Squeeze (Pre-apriete)	El cilindro neumático desciende hasta que los electrodos rozan las chapas, aplicando una presión inicial ligera (3,5 – 4,5 kN). Asegura contacto íntimo y elimina aire entre superficies. Tiempo recomendado: 0,18 – 0,25 s (9 – 12 ciclos a 50 Hz).
Weld (Soldadura)	El controlador TCW-32 dispara los SCR, permitiendo el flujo de corriente de 14 – 16 kA RMS durante 8 ciclos (0,16 s). Se emplea un doble impulso: • Pre-pulso: 60 % de I_p (≈ 9–10 kA) durante 4 ciclos (0,08 s) para precalentar.

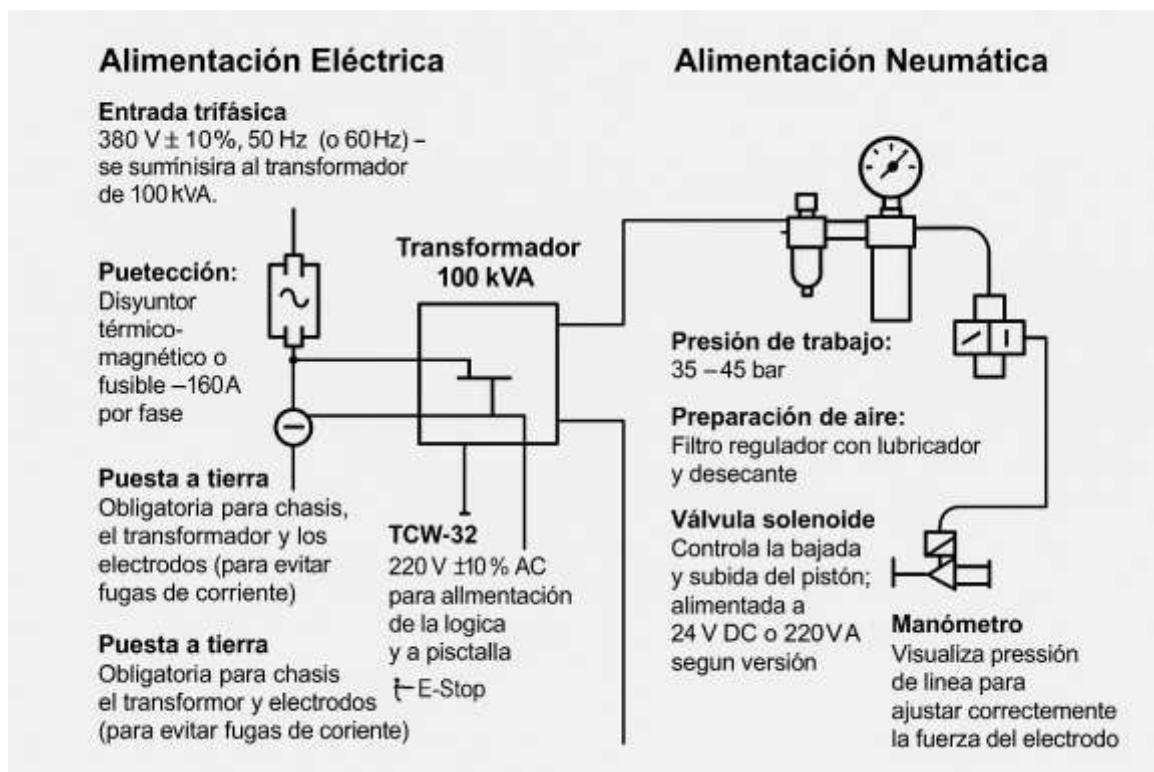
- Pulso principal: 100 % de I_p ($\approx 14\text{--}16$ kA) durante 8 ciclos (0,16 s) para formar el “botón” de soldadura.

Hold (Forja)	Una vez finalizados los pulsos de corriente, se mantiene la presión (3,5 – 4,5 kN) durante 5 – 7 ciclos (0,10 – 0,14 s) para consolidar el botón y evitar porosidades o fisuras.
Release (Apertura)	Se anula la señal de presión y los electrodos se retiran en 0,15 s, permitiendo extraer las piezas unidas sin dañar el botón recién formado.

Los parámetros reales para acero inoxidable AISI 304 (1 mm + 2 mm) se resumen en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 – Programa de soldadura para AISI 304 (1 mm + 2 mm)

Fase	Corriente (kA RMS)	Ciclos (50 Hz)	Tiempo (s)	Fuerza (kN)	Comentario
Squeeze	–	9 – 12	0,18 0,25	– 3,5 – 4,5	Contacto inicial, evita expulsiones
Pre-pulso	60 % · 9 – 10	4	0,08	3,5 – 4,5	Calentamiento progresivo de chapa gruesa
Pulso	100 % · 14 – 16	8	0,16	3,5 – 4,5	Formación simétrica del “botón”
Hold	–	5 – 7	0,10 0,14	– 3,5 – 4,5	Solidificación bajo presión
Release	–	–	0,15	–	Retiro del electrodo sin dañar el botón



Verificación de Calidad de la Soldadura

Para garantizar la integridad de las uniones, se emplean ensayos destructivos normalizados según ISO 10447–2022 (ensayo de pelado – peel test) y ensayos de cizalla-tracción:

Ensayo	Criterio (AISI 304, t = 3 mm)	Mínimo	Frecuencia	Comentario
Peel-test	Diám. botón $\geq 5\sqrt{t} = 5\sqrt{3} \approx 8,66$ mm	Cada 2 000 puntos o 1 h		Se retira el botón con cincel y se mide el diámetro resultante.
Shear-test	$F \geq 4$ kN	Un cupón por turno		Se aplica carga en cizalla hasta fractura; asegura resistencia ≥ 10 % Límite Elástico.

En caso de no cumplir los criterios, se debe ajustar ± 1 ciclo de soldadura o $\pm 0,5$ kN de presión.

Buenas Prácticas de Uso y Seguridad

1. Protección del operario:

- EPP: careta con filtro para soldadura, guantes de cuero, protección auditiva, gafas de seguridad.
- Mantener distancias seguras de manos y rostro al electrodo durante el ciclo.

2. Configuración del área:

- Suelo nivelado y limpio; anclar el bastidor al suelo para evitar vibraciones.
- Iluminación adecuada (≥ 500 lux) sobre la zona de soldadura.

3. Verificación antes de operar:

- Hay que confirmar que agua (sistema de refrigeración) fluye correctamente (Sensor de flujo activo).
- Revisar que aire comprimido tenga presión estable y caudal suficiente.
- Inspeccionar electrodos: diámetro $\geq 7,5$ mm; superficie libre de óxidos y contaminantes.

4. Secuencia de arranque:

- Encender alimentación de agua y verificar temperatura < 30 °C.
- Encender aire comprimido y ajustar regulador a bar modal.
- Activar la soldadora (disyuntor principal) → ingresar parámetros en TCW-32 → comprobar ACC activo → realizar prueba en cupón de acero.

5. Bloqueo por fallos:

- Water Fault: si el sensor de caudal detecta < 1 L/min, TCW-32 bloquea SCR y muestra alarma.
- Air Fault: si la presión de aire cae < 30 bar, el electrodo no baja y se impide soldar.
- Emergency Stop: botón rojo desconecta alimentación de SCR y libera presión neumática inmediatamente.

Mesa Cartesiana CNC

La mesa cartesiana CNC se diseñó para desplazar con precisión las planchas debajo del electrodo, mejorando la repetibilidad y la cadencia de producción. A continuación, se describen sus características técnicas y conexiones.

Descripción General

El sistema CNC consta de:

1. Estructura Base:

- Fabricada con perfiles tubulares de acero al carbono ASTM A36 ($50 \times 50 \times 2$ mm), reforzada con travesaños para soportar cargas > 100 kg.
- Topes y soportes laterales para fijar las placas con mordazas tipo “C”.

2. Movimiento en Eje Y:

- Guías inclinadas a 45° hechas con tubos de acero inoxidable 201.
- Husillo de bolas SFU 2505 ($\varnothing 25$ mm, paso 5 mm, C_m ín 15 000 N, vida útil ≈ 398 000 h).

- Motor paso a paso NEMA 23 (torque nominal $\geq 2 \text{ N}\cdot\text{m}$), acoplado rígidamente al husillo.
- Carro deslizante con rodamientos de precisión, carga estática $> 200 \text{ kg}$.

3. Movimiento en Eje X:

- Similar al eje Y, montado ortogonalmente.
- Husillo SFU 2505 y 2 motores NEMA 23 idénticos a los del eje Y.

4. Control Numérico:

- Software Mach3: convierte PC en controlador de 3 ejes, interpreta códigos G y G-CODE.
- Tarjeta de Control USB: envía pulsos Step/Dir a los drivers.
- Drivers cerrados HBS86H: control en lazo cerrado con encoder, detectan y corrigen pérdidas de pasos (hasta 7,2 A pico).

5. Sensores y Seguridad:

- Finales de carrera ópticos/mecánicos en límites de recorrido X y Y.
- SSR (Solid State Relay): controla la línea de mando de la soldadora (24 V DC) desde Mach3.
- Botón de emergencia: detiene ejes y desconecta SSR para cortar corriente a la soldadora.

6. Fuente de Alimentación:

- 24 V DC, 10 A para drivers, sensores, SSR y válvula de solenoide de la soldadora.

- 220 V AC para la PC, monitor y soldadora.

Secuencia de Integración



Encendido Inicial

Encender fuente 24 V DC, verificar que drivers no muestran alarmas.



Conexión a la Soldadora

Conectar SSR a la entrada de mando de 24 VDC de soldadora (TCW-32) Configurar en Mach3 por: E.j. "Relay #1) a activare SSR quando trayectoria alcance un punto soldadura.



Referenciado (Home)

Pulsar "Home All" en Mach3; dos ejes X e Y se desplaza hasta activar finades carrera y establecer origen (0,0) sin errores



Carga de Trayectorias

Importar archivo G-CODE (.nc) con coordenadas de puntos de soldadura. Cada posición programada en G-CODE incluya un comando M8 (por ejemplo)



Ejecución

Pulsar "Cycle Start" en Mach3; la mesa se desplaza al primer punto (X1, Y1) Mach3 activa el SSR (M8) en la posición, enviando 24 V al TCW-32 para iniciar ciclo de soldadura (0,8 s). Tras el ciclo de soldadura, Mach3 espera un tiempo (programado en G-CODE) y luego mueve a al punto siguiente repetitr



Detención de Emergencia

En caso de presionar E-Stop: Mach3 para ejes, abre SSR (corta mando de soldadura) e detiene programa. Para reanudar Mach3 v

Mantenimiento Preventivo

Para asegurar la confiabilidad y prolongar la vida útil de los equipos, se proponen rutinas periódicas de mantenimiento tanto para la soldadora como para la mesa CNC y el sistema de refrigeración.

Soldadora D(T)N-100Q

Intervalo	Actividad	Observaciones
	• Limpieza visual de electrodos (7,5 mm min. de diámetro).	
Cada turno	• Verificar caudal de agua (> 1 L/min). • Confirmar presión neumática (35 – 45 bar). • Purga del circuito de agua (válvulas $\frac{1}{4}$").	Limpiar residuos metálicos con cepillo de nylon.
Semanal	• Revisar y apretar abrazaderas de mangueras. • Comprobar estado de cables y bornes eléctricos. • Tip-dressing electrodos (cada 2 000 puntos o $\varnothing < 7,5$ mm).	Verificar que no haya fugas en racores y tuberías.
Mensual	• Inspección interna de la camisa de agua del transformador (corrosión o incrustaciones). • Verificar ángulo de disparo de SCR con osciloscopio ($\pm 2^\circ$). • Desmontar y limpiar radiador (2).	Desmontar bloques de electrodos para limpieza a fondo.
Semestra I	• Reemplazar filtros de agua (filtro malla 100 μm). • Revisar válvulas neumáticas y sellos del cilindro.	Inspeccionar devanados y medir resistencia de aislamiento del transformador.

Sistema de Refrigeración por Agua

Mesa Cartesiana CNC

Intervalo	Actividad	Observaciones
	• Limpiar residuos de polvo y virutas en guías y carro.	
Cada día de uso	• Verificar ausencia de holguras en la transmisión de husillo. • Comprobar funcionamiento de finales de carrera.	Usar paño seco o aire comprimido a bajas presiones para no dañar rodamientos.
Semanal	• Lubricar husillos de bolas (SFU 2505) con grasa adecuada (LMS XHP 221) cada 400 h de uso. • Inspeccionar tensión de cinturones (si aplica).	Verificar alineación de rodamientos y ejes, corregir si hay desviaciones.
Mensual	• Revisar conexiones eléctricas en drivers HBS86H: apretar bornes y comprobar temperaturas $< 60^{\circ}\text{C}$. • Chequear calibración de Mach3 (posicionamiento $\pm 0,5\text{ mm}$). • Desmontar finales de carrera ópticos y limpiar lentes.	Realizar prueba de trayectorias en vacío para detectar “lost steps”.
Trimestral	• Verificar estado del SSR (soldadora): medir voltaje de salida 24 V cuando Mach3 envía señal. • Controlar desgaste de mordazas tipo “C”.	Sustituir tornillería o elementos mecánicos desgastados.
Semestral	• Inspeccionar estado de rodamientos del carro y sustituir si presentan juego axial $> 0,1\text{ mm}$. • Reemplazar husillo o tuerca de recirculación si muestra holgura $> 0,05\text{ mm}$.	Revisar integridad de perfiles estructurales (óxidos, grietas).

Normas y estándares aplicables

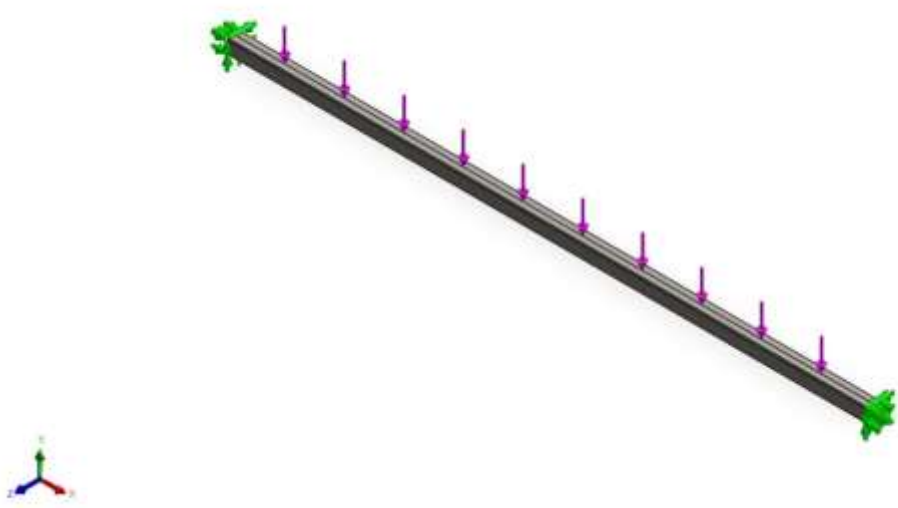
A continuación, se enlistan las normas que respaldan el diseño, la calificación del procedimiento de soldadura, la seguridad de la maquinaria y los criterios de calidad. Cada entrada incluye el código, el año, el título y la cobertura principal que aporta al trabajo.

Código / Año	Título en español	Alcance principal
ISO 4063:2023	Soldadura y procesos afines – Nomenclatura de procesos y números de referencia	Define el proceso 21 (soldadura por resistencia-punto) y sus subtipos.
AWS C1.1M/C1.1-2019	Prácticas recomendadas para soldadura por resistencia	Tablas de horarios (tiempo, corriente, presión) para aceros austeníticos (punto y proyección).
ISO 10447:2022	Soldadura por resistencia – Ensayos de pelado y cincel para uniones de puntos y proyecciones embebidas	Métodos de prueba (peel-test y chisel-test) para verificar diámetro y resistencia del botón.
ISO 15614-12:2019 / AWS C1.1-2019	Especificación y calificación de procedimientos de soldadura para materiales metálicos—Prueba de procedimiento de soldadura—Parte 12: Soldadura por resistencia / Prácticas recomendadas para soldadura por resistencia	Criterios para WPS/PQR de soldadura por puntos y proyección: cómo documentar, ensayar y aprobar el procedimiento.

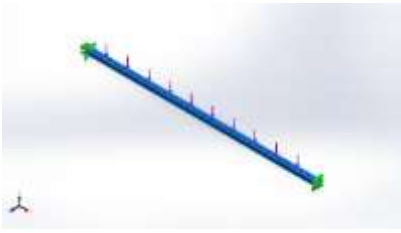
IEC 60204-1:2016	Seguridad de la maquinaria – Equipo eléctrico de las máquinas – Parte 1: Requisitos generales	Requisitos de diseño eléctrico, puesta a tierra, protecciones y etiquetado para máquinas industriales.
ISO 12100:2010	Seguridad de la maquinaria – Principios generales de diseño – Evaluación de riesgos y reducción de riesgos	Metodología para identificar peligros, estimar y reducir riesgos durante diseño y operación.
EN ISO 11611:2015 / EN ISO 11612:2015	Ropa de protección para soldadura y procesos afines / Ropa de protección contra calor y llamas	Especifica requisitos para prendas (Chaquetas, pantalones, guantes) que protejan al soldador frente a salpicaduras y radiación térmica.
VDI 2221:2020	Metodología para el diseño de productos técnicos	Guía de etapas y criterios de diseño sistemático de productos mecánicos (aplicable a la mesa CNC).
ISO 230-1:2012	Código de prueba para máquinas herramienta – Parte 1: Precisión geométrica de máquinas en condiciones sin carga o de acabado	

Anexo 3: Simulación de punto crítico Plataforma modular

Información de modelo

 Nombre del modelo: Pieza2 Configuración actual: Default<Como mecanizada>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Línea de partición12 	Sólido	Masa:6,24643 kg Volumen:0,000795723 m ³ Densidad:7.850 kg/m ³ Peso:61,215 N	C:\Users\davil\OneDrive\Escritorio\Tesis\Simulaciones\Mesa\Pieza2.SLDPRT Jun 16 13:56:49 2025

Propiedades de material

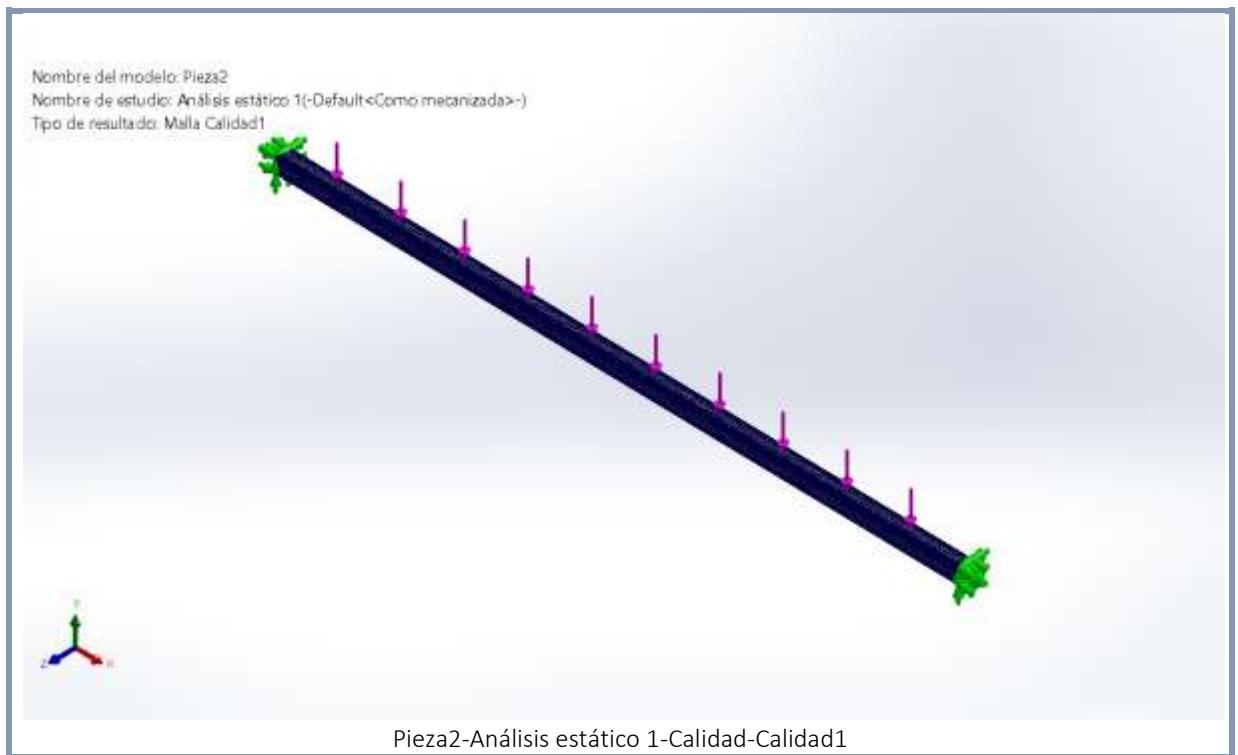
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 2,5e+08 N/m² Límite de tracción: 4e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0,26 Densidad: 7.850 kg/m³ Módulo cortante: 7,93e+10 N/m²	Sólido 1(Acero inoxidable TUBO CUADRADO 50MM 2ESPESOR (Línea de partición12) (Pieza2)
Datos de curva: N/A		

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máximo de elemento	28,7739 mm
Tamaño mínimo del elemento	2,2961 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

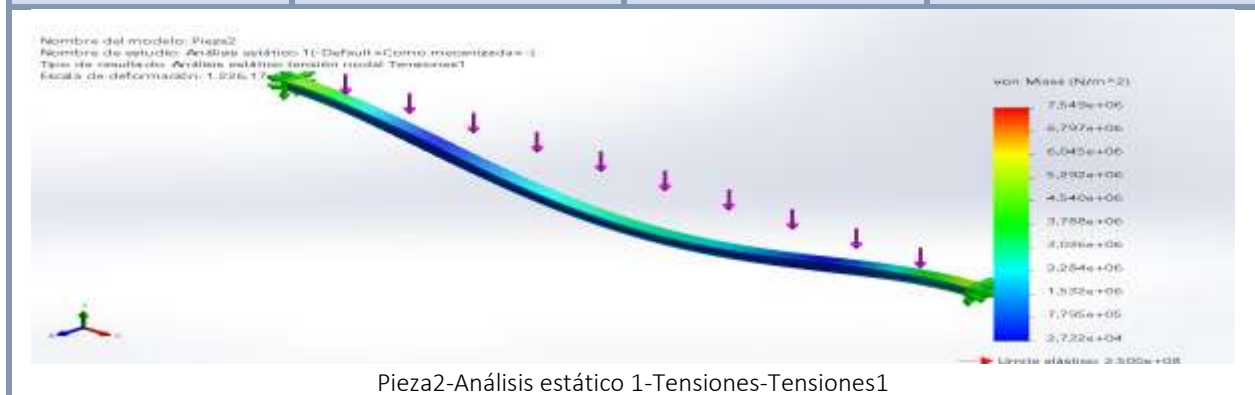
Información de malla - Detalles

Número total de nodos	317446
Número total de elementos	177880
Cociente máximo de aspecto	14,275
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	94,2
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0,0405
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:00:25
Nombre de computadora:	SHEYLA

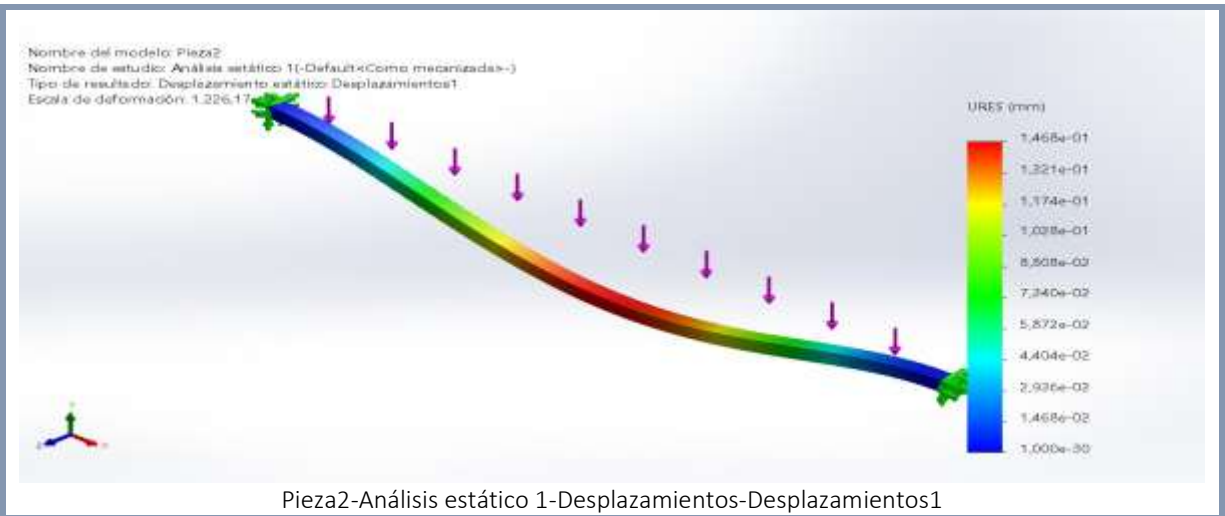


Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2,732e+04N/m ² Nodo: 225483	7,549e+06N/m ² Nodo: 3201



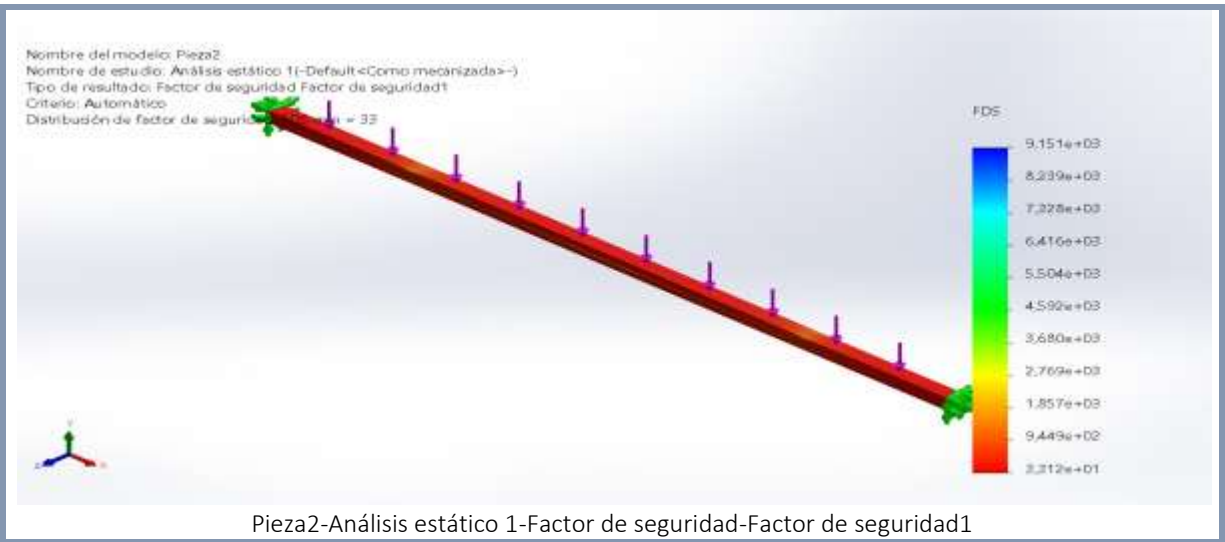
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000e+00mm Nodo: 1	1,468e-01mm Nodo: 296476



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	5,357e-08 Elemento: 126551	2,986e-05 Elemento: 55520



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	3,312e+01 Nodo: 3201	9,151e+03 Nodo: 225483

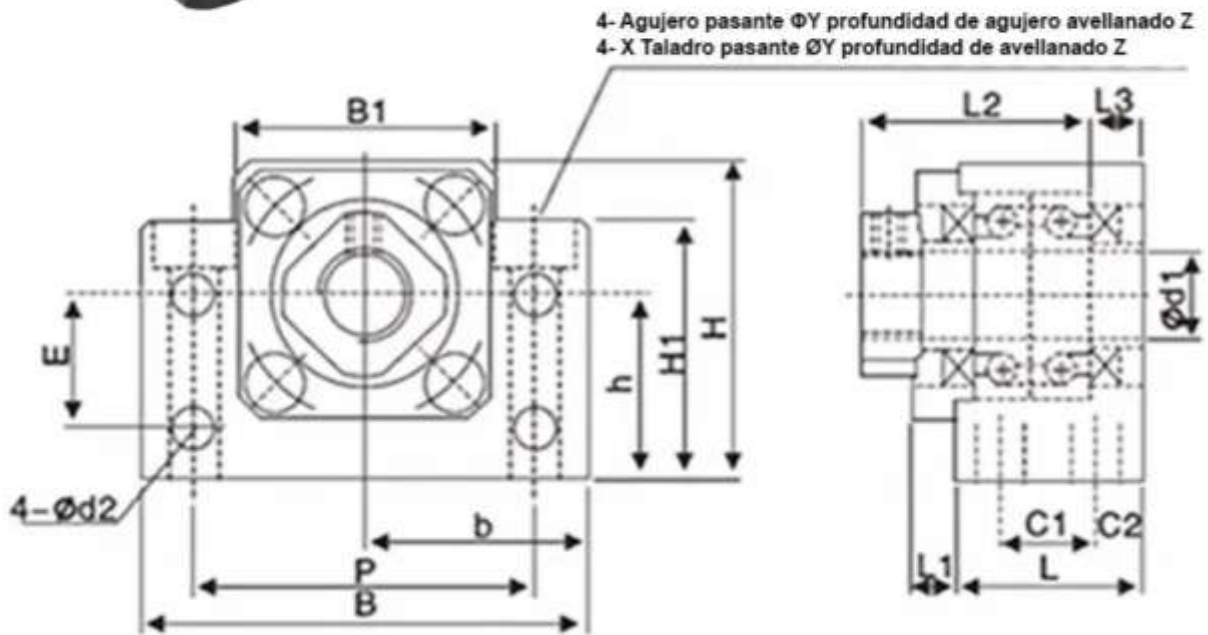


Anexo 5: Data Shell del husillo de bolas sfu2505



Soporte para tornillo
de bolas

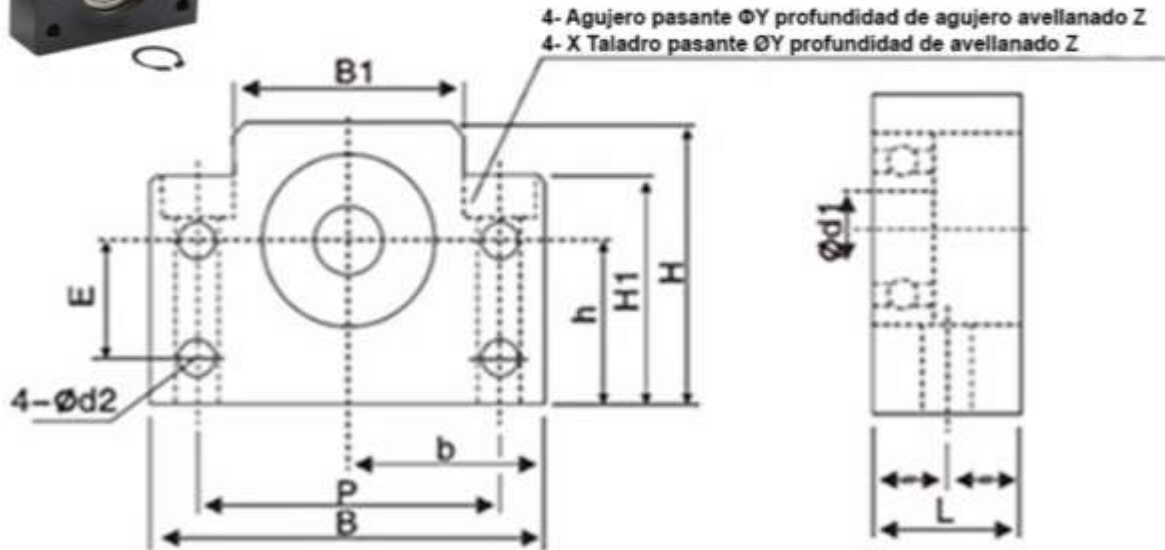
BK



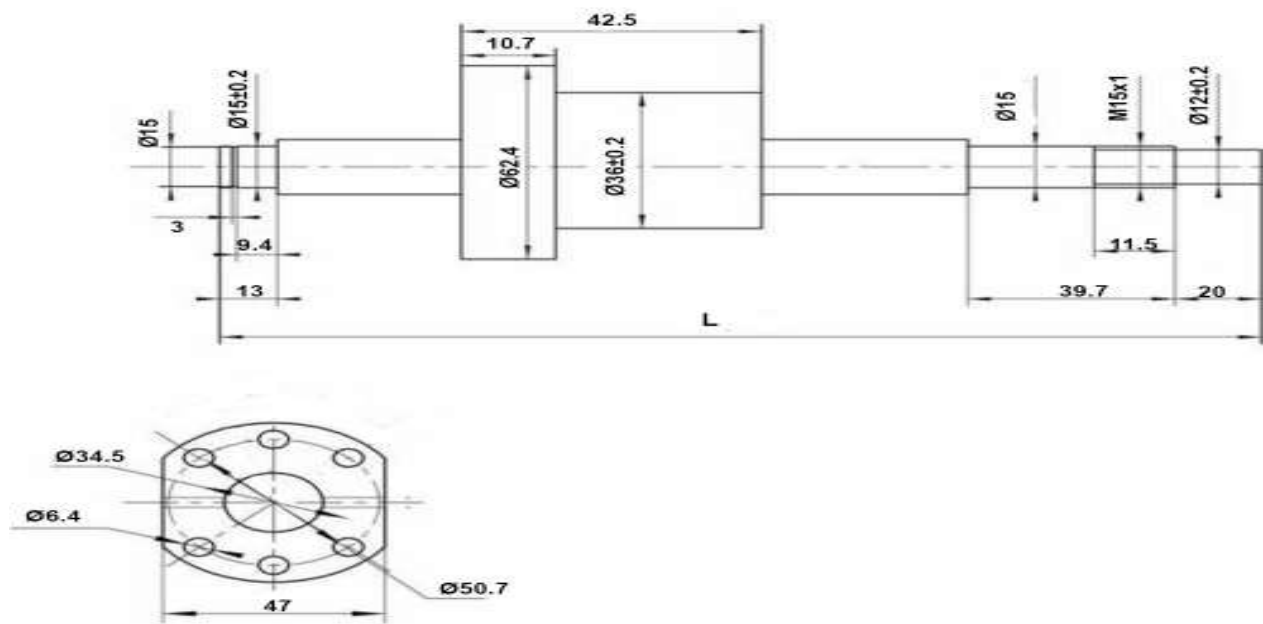
MODELO	D1	L	L1	L2	L3	C1	C2	B	H	B±0.02	H±0.02	B1	H1	E	P	D2	X	Y	Z
BK10	10	25	5	29	8	13	6	60	39	30	22	34	32.5	15	46	5.5	6.6	10.8	5
BK12	12	25	5	29	5	18	6	60	43	30	25	34	32.5	18	46	5.5	6.6	10.8	1.5
BK15	15	27	6	32	6	15	6	70	48	35	29	40	38	18	54	5.5	6.6	11	6.5
BK20	20	35	8	43	8	19	8	88	60	44	34	52	50	22	70	6.6	9	14	8.5

Soporte para tornillo de bolas

BF



MODELO	$\varnothing 1$	L	B	H	$B \pm 0.02$	$H \pm 0.02$	B1	H1	E	P	$\varnothing 2$	X	Y	Z
BF10	8	20	60	39	30	22	34	32.5	15	46	5.5	6.6	10.8	5
BF12	10	20	60	43	30	25	34	32.5	18	48	5.5	6.6	10.5	1.5
BF15	15	20	70	48	35	28	40	38	18	54	5.5	6.8	11	6.5
BF20	20	25	88	60	44	34	52	50	22	70	6.6	9	14	8.5



Anexo 6: Data Sheet Componentes electrónicos



Hybrid Servo Drive HBS86 Datasheet

Specifications

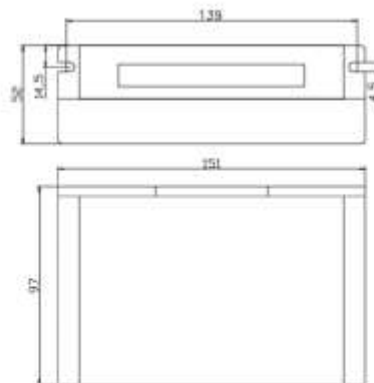
Electrical Specifications

Parameter	Min	Typical	Max	Unit
Input Voltage	30	60	100	VDC
	20	-	70	VAC
Output Current	0	-	8.2(Peak)	A
Pulse Input Frequency	0	-	200	kHz
Logic Signal Current	7	10	16	mA
Isolation Resistance	500	-	-	MΩ

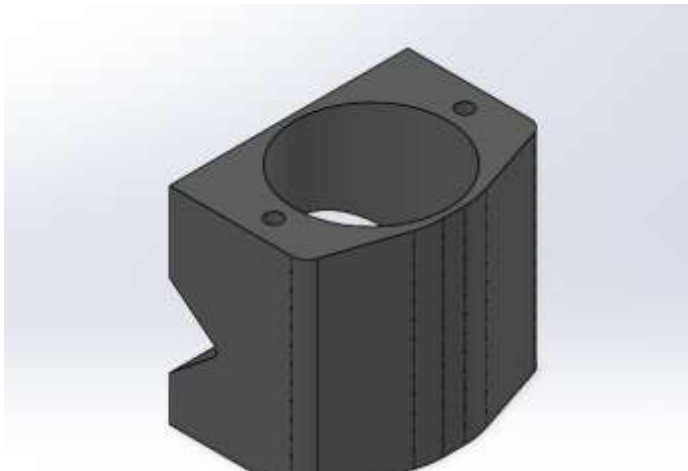
Operating Environment

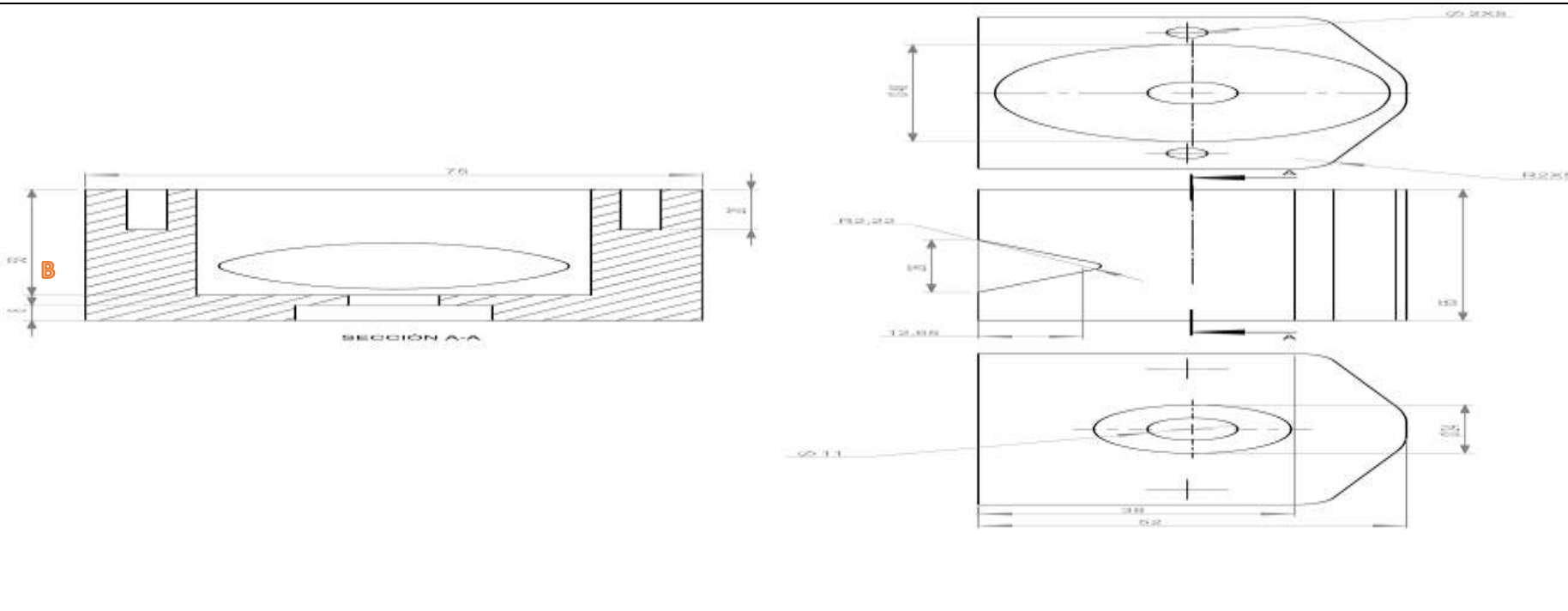
Cooling	Natural Cooling or Forced cooling	
Operating Environment	Environment	Avoid dust, oil fog and corrosive gases
	Storage Temperature	-20℃ — 65℃ (-4℉ — 149℉)
	Ambient Temperature	0℃ — 50℃ (32℉ — 122℉)
	Humidity	40%RH — 90%RH
	Operating Temperature (Heat Sink)	70℃ (158℉) Max
Storage Temperature	-20℃ — 65℃ (-4℉ — 149℉)	
Weight	580 g (9.88 oz)	

Mechanical Specifications



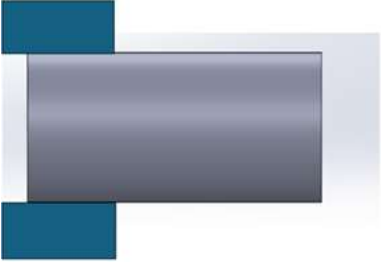
Anexo 7: Hoja de procesos de la caperuza

Proyecto	Mecanizado Manual	Plano Nro.	CC-03-05-02-00	Trab. Nro	1	Fecha:
Pieza	Caperuza	Plano Nro.	CC-03-05-02-00	Hoja:	1	02/02/2026
Material	Nylon	Dimensiones en bruto:	75x65x52 mm			
Realizado por: Sheyla Flores			Observaciones:			
						

										
Fase	Subfase	Operación	Denominación	Croquis	Herramientas /control /indicaciones	psd (#)	pp (mm)	N (rpm)	Va (mm/min)	t (min)

1. Mecanizado de la pieza.	1. Obtención de la pieza	1	Corte y verificación de la pieza en bruto		Barra de Nylon	-	-	-	-	1
	2. Sujeción en el torno	1	Verificar las condiciones de seguridad en el torno		Torno, plato de 3 garras, buril mano derecha, llave del torno y barra de nylon.	-	-	-	-	1
		2	Con la ayuda de la llave abrir el plato de 3 garras y colocar la barra.			-	-	-	-	1
		3	Apretar el plato con la llave.			-	-	-	-	1
		4	Verificar que el buril sea el correcto para refrentar (mano derecha).			-	-	-	-	1



3. Refrentado	1	Centrar y alinear la pieza de corte.		Torno, plato de 3 garras, buril y barra de acero.	-	-	-	-	1
	2	Centrar y alinear la pieza de corte.		Indicación: Apoyarse con el carro longitudinal y su respectiva manivela para llegar a la Superficie con el buril.	1	1	1200	2	2
	3	Verificar que las dimensiones sean las correctas.		Barra de acero y un calibrador.	-	-	-	-	1
4. Contrapunto	1	Retirar la barra del torno y colocarla en sentido contrario para posteriormente hacer el contrapunto.		Torno, plato de 3 garras, broca de centros y barra de acero	-	-	775	-	1
5. Cilindrado	1	Procedemos a realizar el cilindrado, desbastando 0.5 mm del diámetro de toda la barra		Torno, plato de 3 garras, buril de mano derecha y la barra de acero que se está manufacturando. Indicaciones: De esta forma, se obtiene el diámetro de 75 mm.	2	1	1400	250	4

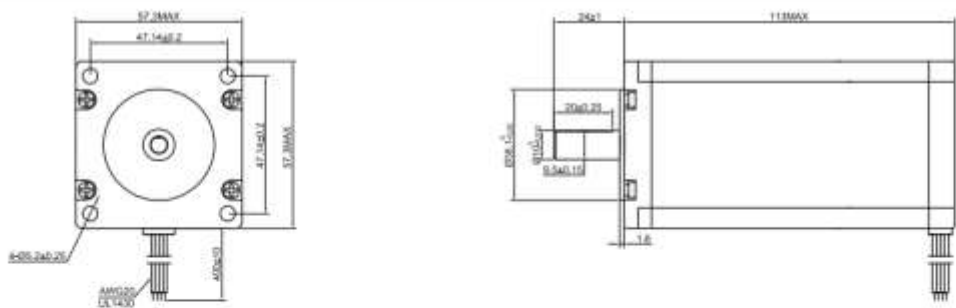
6. Trazado	2	Medición		Verificar diámetro con calibrador	2	-	-	-	2
	3	Acabado		Pasada de acabado exterior (si aplica)	2	0,3	1600	180	2
	1	Montar broca Ø6–8 mm en portabrocas del contrapunto		Lubricar leve (si tienes); sacar viruta	2	-	900	120	2
	2	Taladrar a Ø11 mm		Entradas por etapas; retirar para evacuar viruta	2	-	700	100	3

	3	Medir diámetro y profundidad del taladro		Calibrador/profundímetro	-	-	-	-	2
7. Alesado y mandrinado interior (cavidad)	1	Alesar a diámetro final del alojamiento (si el plano exige precisión)		Barra alesadora; pasadas finas	2	0.5	800	120	3
	2	Mandrinar la cavidad interna (según sección A-A)		Buril interior; controlar profundidad	2	1	900	150	5
	3	Verificar diámetros internos y profundidad		Calibrador interno / telescópico si tienes	3	-	-	-	3
	1	Generar radios y transiciones		Buril de perfil / lija controlada	2	0,3	1200	120	4

	2	Hacer chaflanes de borde (si aplica)		Buril chaflán 45°	2	0,5	1200	120	2
9. Tronzado y volteo	1	Tronzar a longitud dejando 1–2 mm extra para refrentar final		Buril tronzar; rpm moderada	2	1	700	60	3
	2	Voltear la pieza y sujetar por zona ya cilindrada		Cuidar no marcar nylon (usar protección)	3	-	-	-	2
		Refrentar a longitud final		Acabado suave	3	0,5	1200	180	2
		Verificar longitud total y paralelismo de caras		Calibrador / regla	3	-	-	-	2
1	1	Sujetar pieza en mordaza con paralelas		Mordaza, paralelas, escuadra	4	-	-	-	

		2	Fresar el plano inclinado hasta medida		Fresa plana; pasadas suaves Calibrador + escuadra / transportador	4	0,5	1200	200	6
Total tiempo 56 minutos										

Anexo 8 Data Shell motor Nema 23



SPECIFICATION	CONNECTION	BIPOLAR
AMPS/PHASE		4,20
RESISTANCE/PHASE(Ohms)@25°C		0,89±10%
INDUCTANCE/PHASE(mH)@190Hz		3,40±20%
HOLDING TORQUE(Nm)(B-H)		3,00(25,50)
STEP ANGLE(°)		1,80
STEP ACCURACY(NON-ACCUM)		±5,00%
ROTOR INERTIA(g·cm²)		—
WEIGHT(kg)(B)		—
TEMPERATURE RISE≤MAX,80°C (MOTOR STANDSTILL;FOR 2PHASE ENERGIZED)		
AMBIENT TEMPERATURE -10°C-50°C[14°F-122°F]		
INSULATION RESISTANCE 100 MΩmm (UNDER NORMAL TEMPERATURE AND HUMIDITY)		
INSULATION CLASS B 130°C[266°F]		
DIELECTRIC STRENGTH 50(VAC FOR 1MN)(BETWEEN THE MOTOR COILS AND THE MOTOR CASE)		
AMBIENT HUMIDITY MAX,85%(NO CONDENSATION)		

TYPE OF CONNECTION (EXTERN)		MOTOR	
PN NO	BIPOLAR	LEADS	WINDING
1	A+ —	BLK	A+
2	A- —	GRN	A-
3	B+ —	RED	B+
4	B- —	BLU	B-

FULL STEP 2 PHASE-Ex. .
WHEN FACING MOUNTING END (K)

STEP	A+	B+	A-	B-	
1	+	+	-	-	CCW ↓ ↑ CW
2	-	+	+	-	
3	-	-	+	+	
4	+	-	-	+	

Anexo 9 Código G para el Mach3

; Código G para soldadura por puntos en una plancha de 900x900 mm

; Patrón tipo serpiente con puntos cada 40 mm

; Cada punto activa la soldadora por 1 segundo

; Generado automáticamente para uso en Mach3

G90 ; Usar coordenadas absolutas

G21 ; Unidades en milímetros

; --- Fila Y=0 mm ---

G00 Y0 ; Moverse a la fila Y=0 mm

G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X100 ; Moverse al punto X=40 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X120 ; Moverse al punto X=80 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=40 mm ---

G00 Y40 ; Moverse a la fila Y=40 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=80 mm ---

G00 Y80 ; Moverse a la fila Y=80 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=120 mm ---

G00 Y120 ; Moverse a la fila Y=120 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=160 mm ---

G00 Y160 ; Moverse a la fila Y=160 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=200 mm ---

G00 Y200 ; Moverse a la fila Y=200 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=240 mm ---

G00 Y240 ; Moverse a la fila Y=240 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=280 mm ---

G00 Y280 ; Moverse a la fila Y=280 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=320 mm ---

G00 Y320 ; Moverse a la fila Y=320 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=360 mm ---

G00 Y360 ; Moverse a la fila Y=360 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=400 mm ---

G00 Y400 ; Moverse a la fila Y=400 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=440 mm ---

G00 Y440 ; Moverse a la fila Y=440 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=480 mm ---

G00 Y480 ; Moverse a la fila Y=480 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=520 mm ---

G00 Y520 ; Moverse a la fila Y=520 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=560 mm ---

G00 Y560 ; Moverse a la fila Y=560 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=600 mm ---

G00 Y600 ; Moverse a la fila Y=600 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=640 mm ---

G00 Y640 ; Moverse a la fila Y=640 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=680 mm ---

G00 Y680 ; Moverse a la fila Y=680 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=720 mm ---

G00 Y720 ; Moverse a la fila Y=720 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=760 mm ---

G00 Y760 ; Moverse a la fila Y=760 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=800 mm ---

G00 Y800 ; Moverse a la fila Y=800 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=840 mm ---

G00 Y840 ; Moverse a la fila Y=840 mm
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
 G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
 G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
 G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
 G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
 G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
 G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
 M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
 G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
 M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

; --- Fila Y=880 mm ---

G00 Y880 ; Moverse a la fila Y=880 mm
G00 X0 ; Moverse al punto X=0 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X40 ; Moverse al punto X=40 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X80 ; Moverse al punto X=80 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X120 ; Moverse al punto X=120 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X160 ; Moverse al punto X=160 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X200 ; Moverse al punto X=200 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X240 ; Moverse al punto X=240 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X280 ; Moverse al punto X=280 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X320 ; Moverse al punto X=320 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X360 ; Moverse al punto X=360 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X400 ; Moverse al punto X=400 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X440 ; Moverse al punto X=440 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X480 ; Moverse al punto X=480 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X520 ; Moverse al punto X=520 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X560 ; Moverse al punto X=560 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

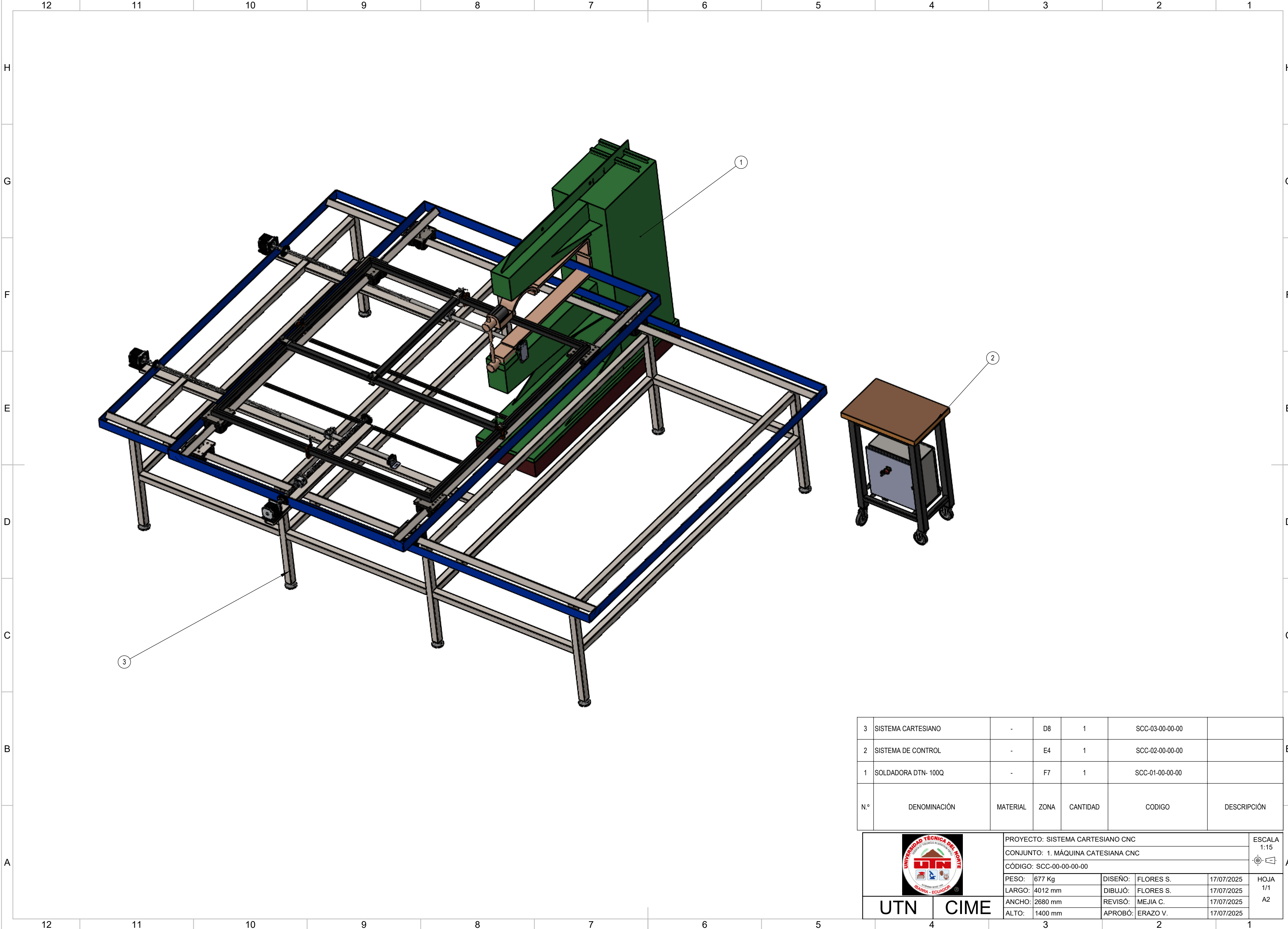
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X600 ; Moverse al punto X=600 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X640 ; Moverse al punto X=640 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X680 ; Moverse al punto X=680 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X720 ; Moverse al punto X=720 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X760 ; Moverse al punto X=760 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X800 ; Moverse al punto X=800 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X840 ; Moverse al punto X=840 mm
M08 ; Activar salida (inicia soldadura)
G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)
M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)
G00 X880 ; Moverse al punto X=880 mm

M08 ; Activar salida (inicia soldadura)

G04 P1.0 ; Esperar 1 segundo (tiempo de soldadura)

M09 ; Desactivar salida (termina soldadura)

M30 ; Fin del programa y reinicio



3	SISTEMA CARTESIANO	-	D8	1	SCC-03-00-00-00	
2	SISTEMA DE CONTROL	-	E4	1	SCC-02-00-00-00	
1	SOLDADORA DTN- 100Q	-	F7	1	SCC-01-00-00-00	
N.º	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN



PROYECTO: SISTEMA CARTESIANO CNC

CONJUNTO: 1. MÁQUINA CATESIANA CNC

CÓDIGO: SCC-00-00-00-00

PESO:	677 Kg	DISEÑO:	FLORES S.	17/07/2025
LARGO:	4012 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	17/07/2025
ANCHO:	2680 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	17/07/2025
ALTO:	1400 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	17/07/2025

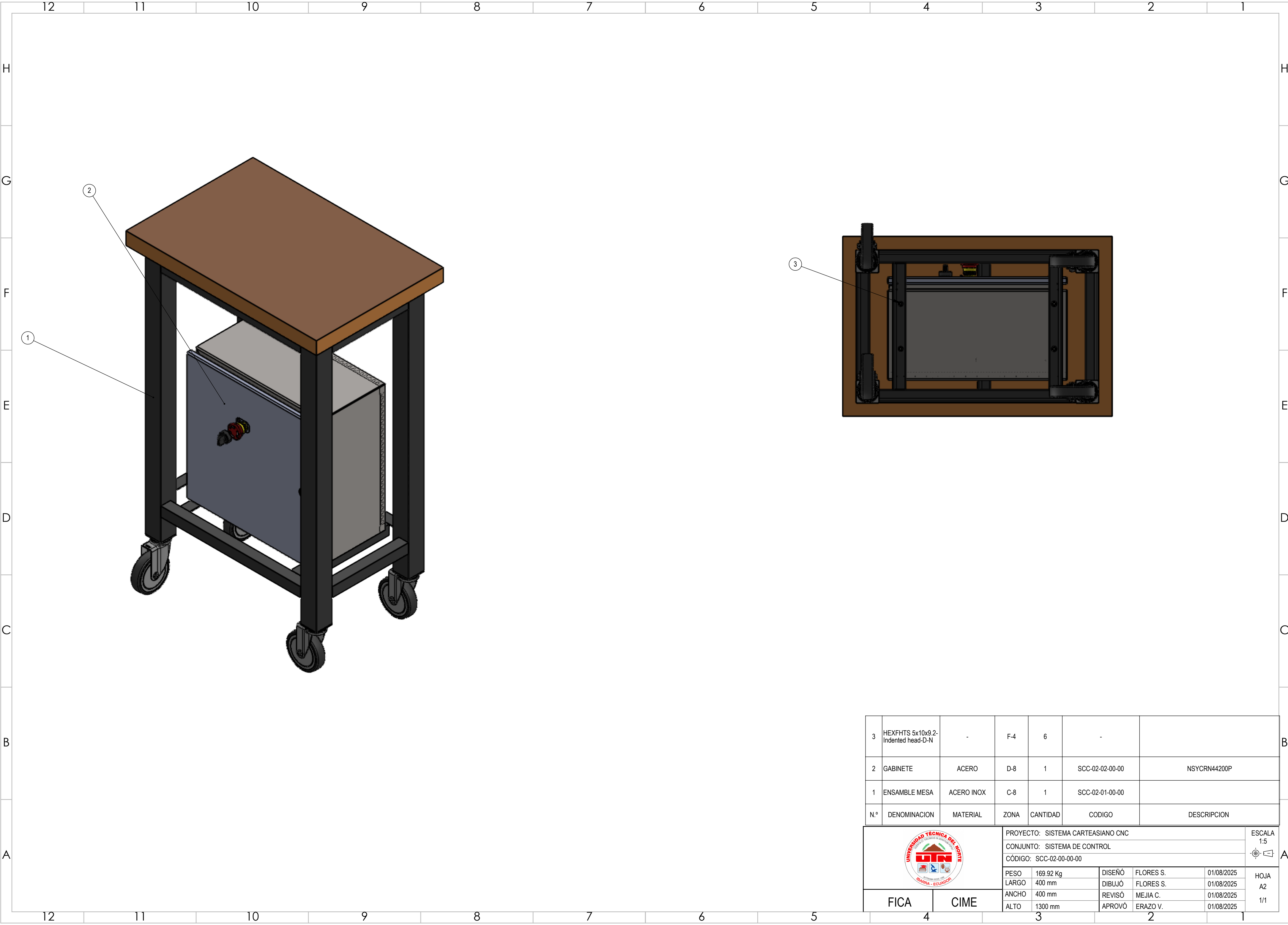
UTN

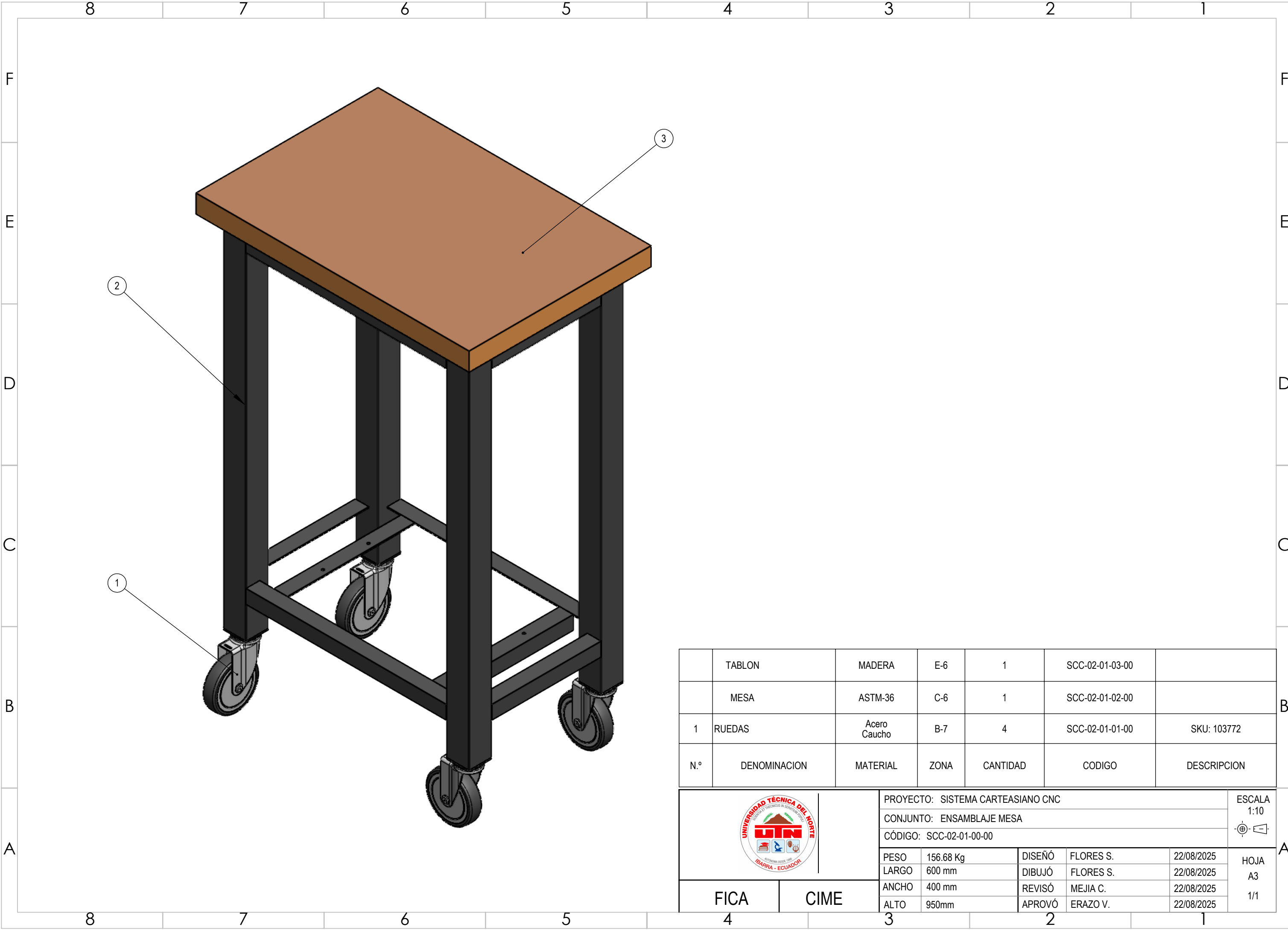
CIME

ESCALA
1:15



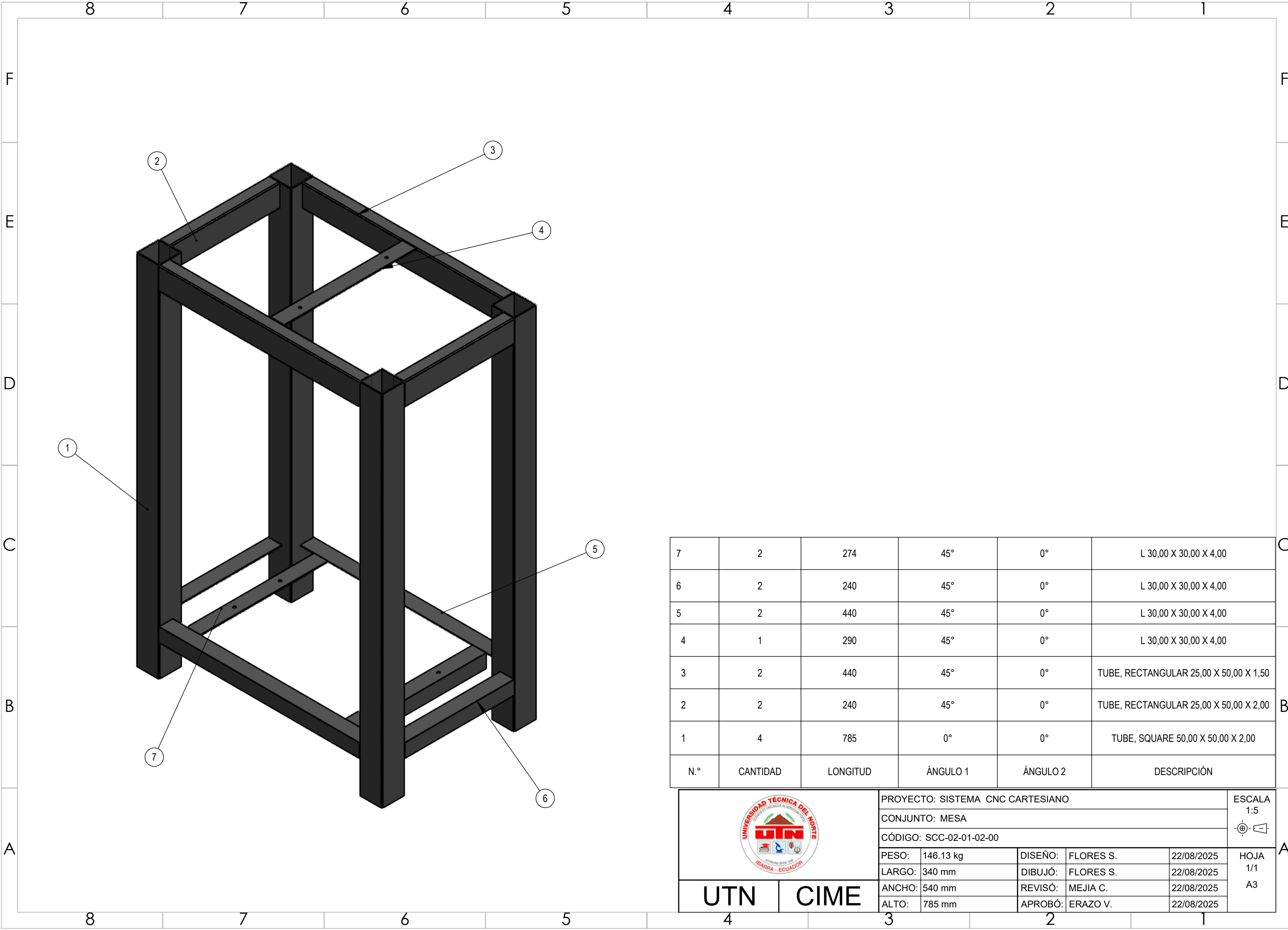
HOJA
1/1
A2





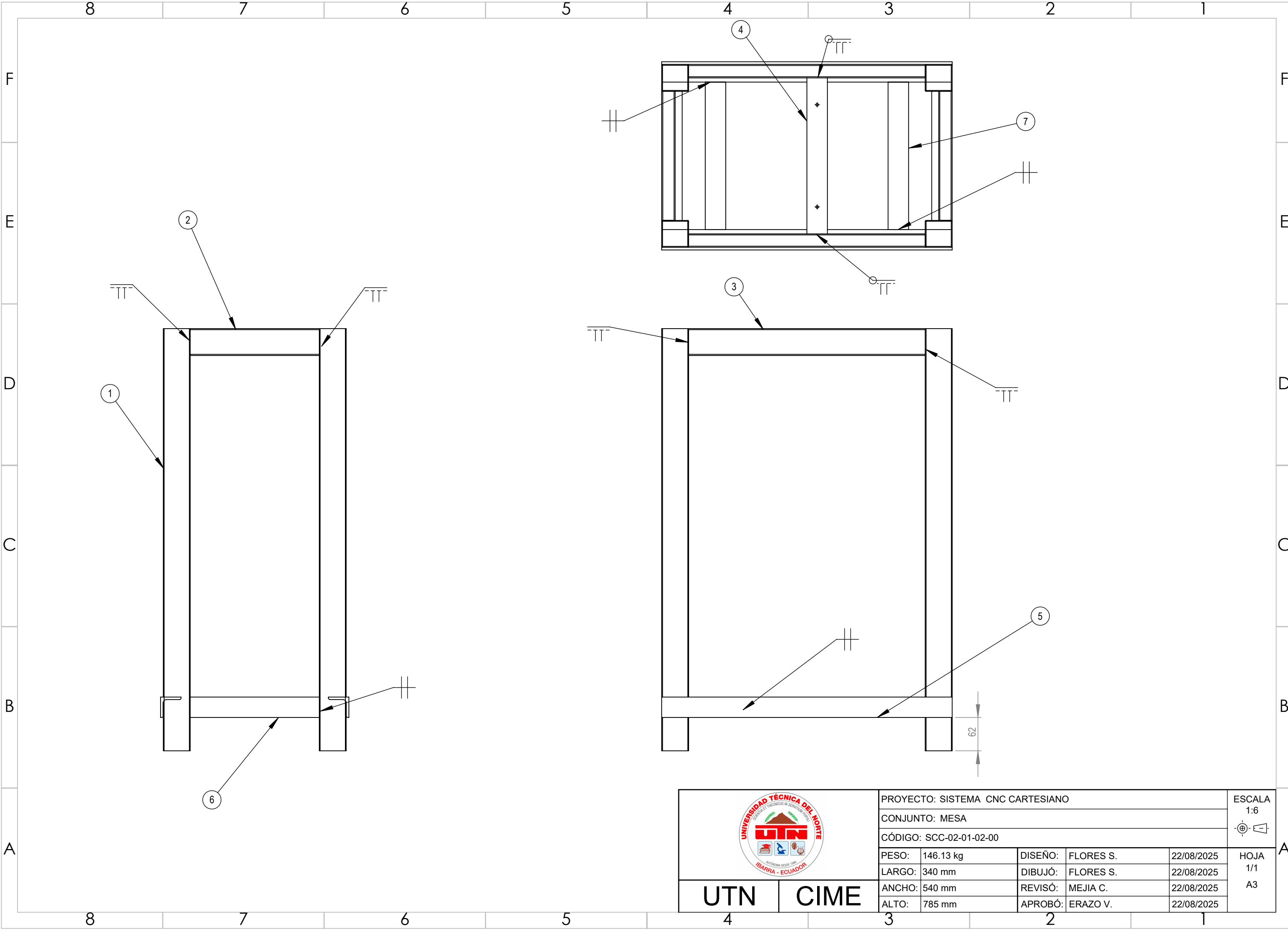
	TABLON	MADERA	E-6	1	SCC-02-01-03-00	
	MESA	ASTM-36	C-6	1	SCC-02-01-02-00	
1	RUEDAS	Acero Caucho	B-7	4	SCC-02-01-01-00	SKU: 103772
N.º	DENOMINACION	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION

		PROYECTO: SISTEMA CARTEASIANO CNC					ESCALA 1:10
		CONJUNTO: ENSAMBLAJE MESA					
		CÓDIGO: SCC-02-01-00-00					
		PESO	156.68 Kg	DISEÑO	FLORES S.	22/08/2025	HOJA A3 1/1
		LARGO	600 mm	DIBUJÓ	FLORES S.	22/08/2025	
FICA		ANCHO	400 mm	REVISÓ	MEJIA C.	22/08/2025	
		ALTO	950mm	APROVÓ	ERAZO V.	22/08/2025	
CIME							

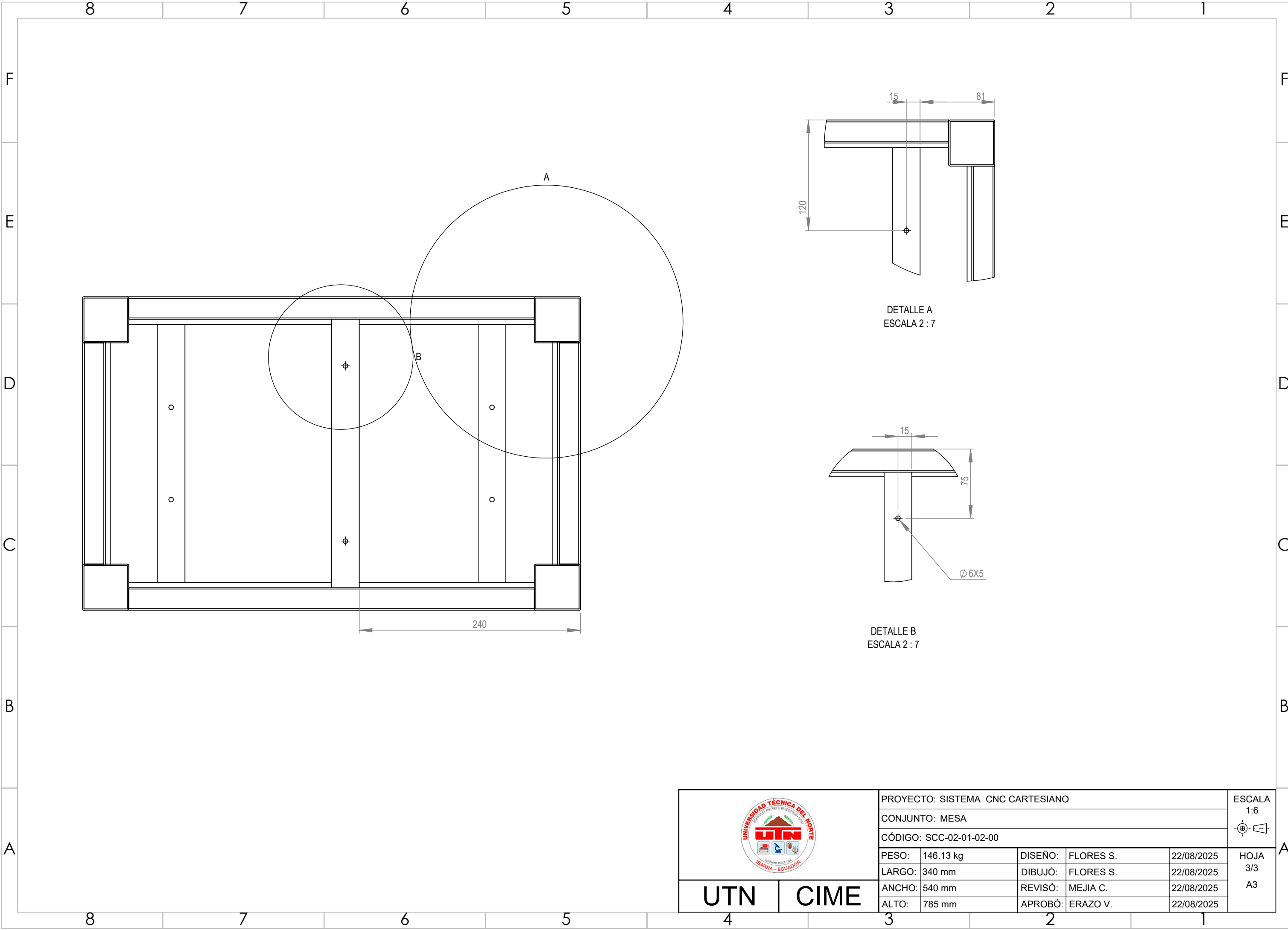


7	2	274	45°	0°	L 30,00 X 30,00 X 4,00
6	2	240	45°	0°	L 30,00 X 30,00 X 4,00
5	2	440	45°	0°	L 30,00 X 30,00 X 4,00
4	1	290	45°	0°	L 30,00 X 30,00 X 4,00
3	2	440	45°	0°	TUBE, RECTANGULAR 25,00 X 50,00 X 1,50
2	2	240	45°	0°	TUBE, RECTANGULAR 25,00 X 50,00 X 2,00
1	4	785	0°	0°	TUBE, SQUARE 50,00 X 50,00 X 2,00
N.°	CANTIDAD	LONGITUD	ÁNGULO 1	ÁNGULO 2	DESCRIPCIÓN

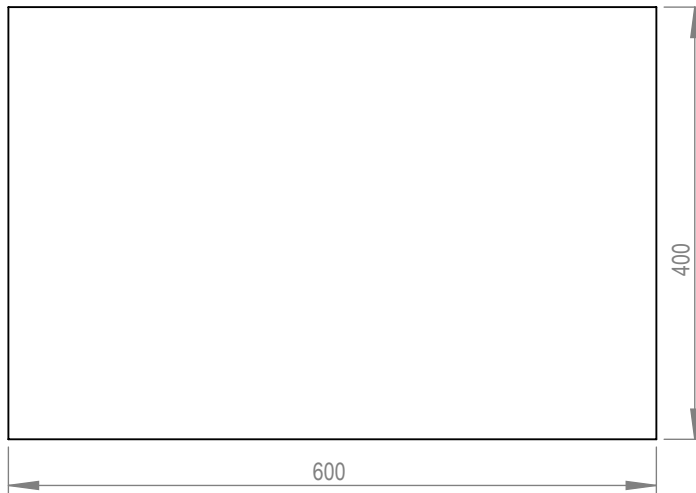
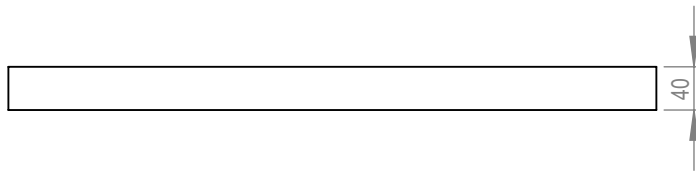
	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:5 	
	CONJUNTO: MESA					
	CÓDIGO: SCC-02-01-02-00					
	PESO:	146.13 kg	DISEÑO:	FLORES S.	22/08/2025	HOJA 1/1 A3
	LARGO:	340 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	22/08/2025	
ANCHO:		540 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	22/08/2025	
ALTO:		785 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	22/08/2025	



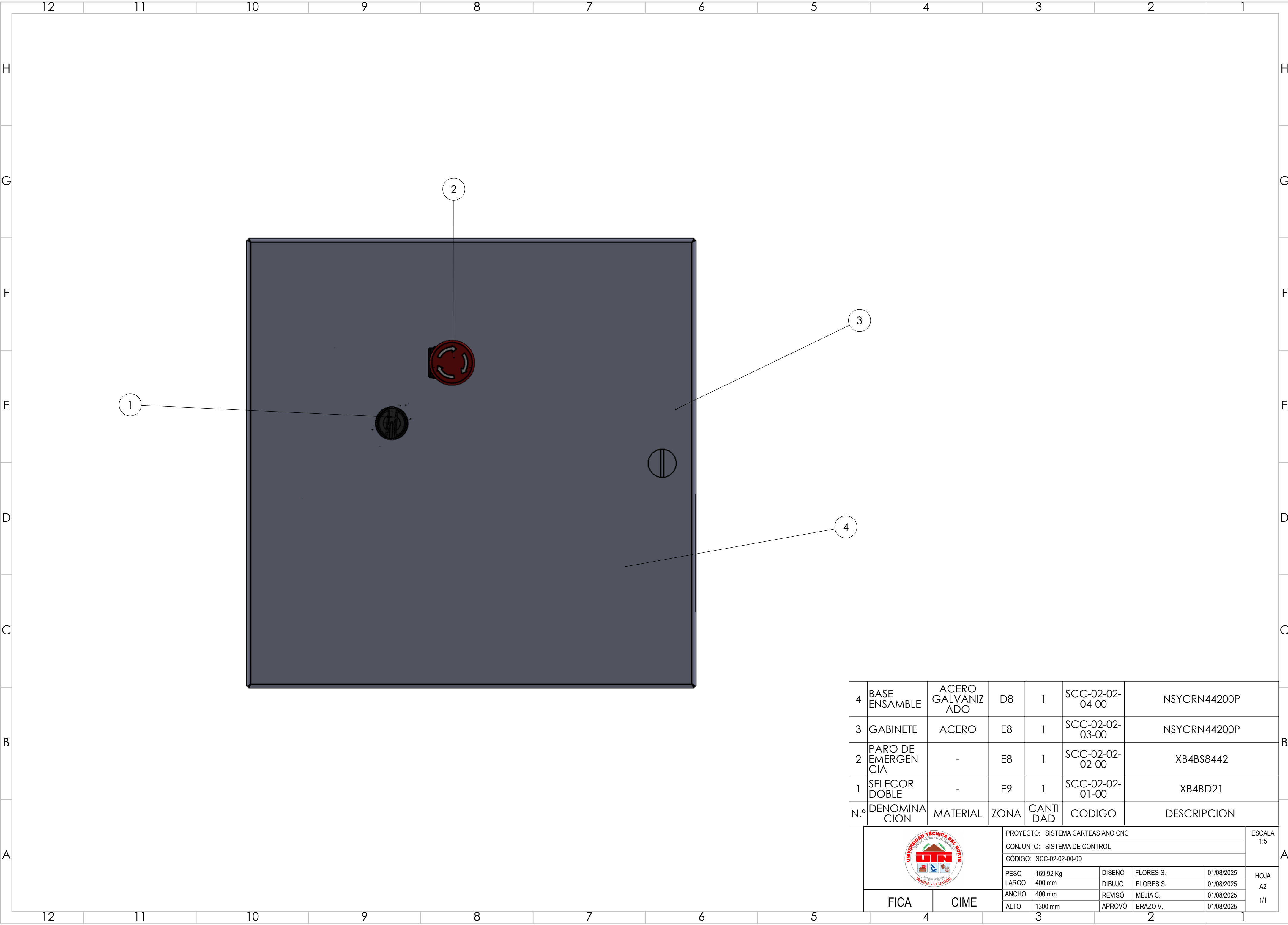
	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO					ESCALA 1:6 
	CONJUNTO: MESA					
	CÓDIGO: SCC-02-01-02-00					
	PESO:	146.13 kg	DISEÑO:	FLORES S.	22/08/2025	HOJA 1/1 A3
	LARGO:	340 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	22/08/2025	
ANCHO:	540 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	22/08/2025		
ALTO:	785 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	22/08/2025		
UTN	CIME					



 UTN		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:6
		CONJUNTO: MESA				
		CÓDIGO: SCC-02-01-02-00				HOJA 3/3 A3
		PESO:	146.13 kg	DISEÑO:	FLORES S.	22/08/2025
		LARGO:	340 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	22/08/2025
CIME		ANCHO:	540 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	22/08/2025
		ALTO:	785 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	22/08/2025

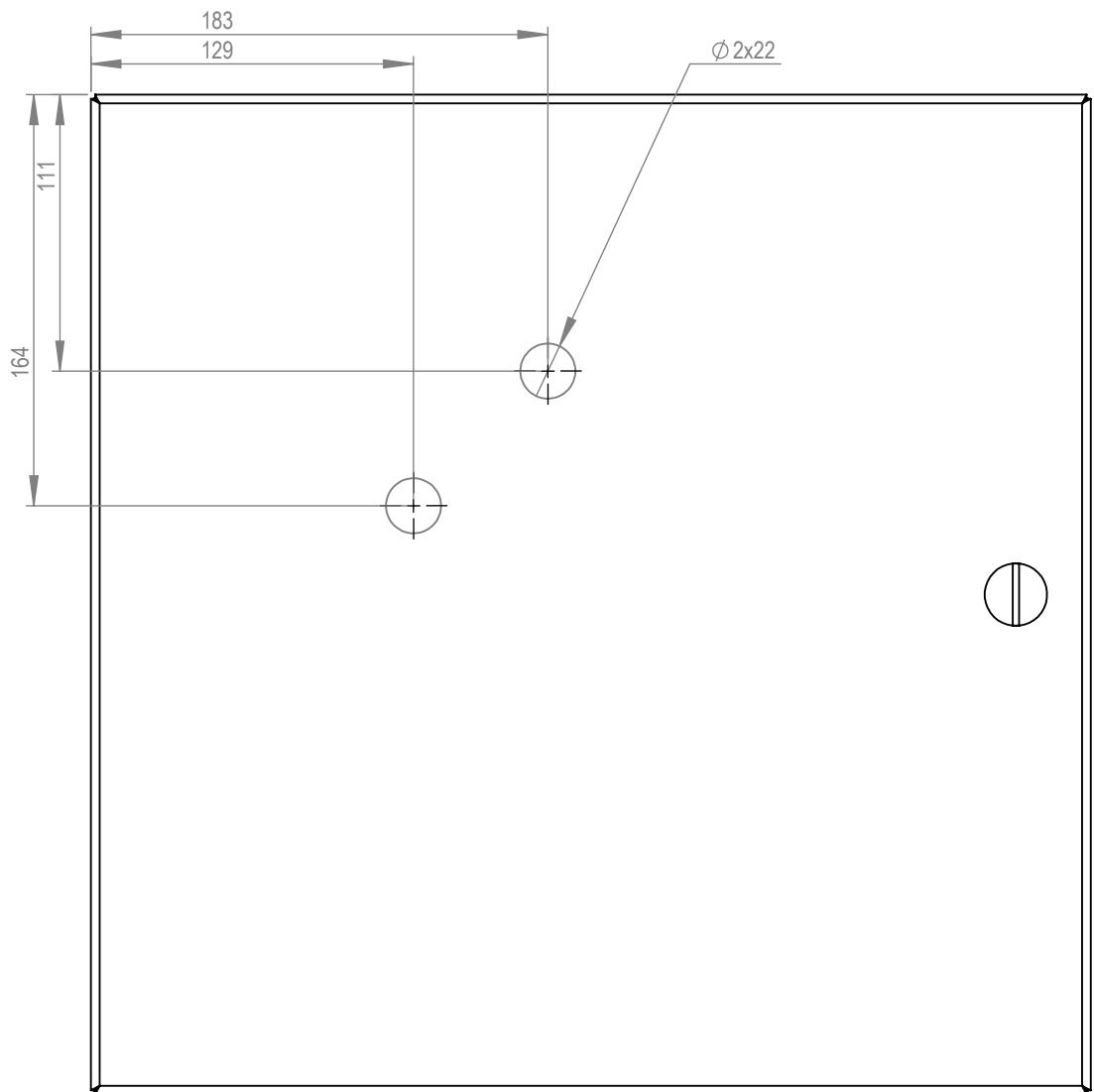


	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:10	
	PARTE: TABLON					
	CÓDIGO: SCC-02-01-03-00				TOLERANCIA: ±	
	MATERIAL:	MADERA	DISEÑO:	FLORES S.	22/08/2025	HOJA 1/1 A4
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	FLORES S.	22/08/2025	
RECUBRIMIENTO:	LACA	REVISÓ:	MEJIA C.	22/08/2025		
CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ERAZO V.	22/08/2025		
UTN	CIME					



4	BASE ENSAMBLE	ACERO GALVANIZADO	D8	1	SCC-02-02-04-00	NSYCRN44200P
3	GABINETE	ACERO	E8	1	SCC-02-02-03-00	NSYCRN44200P
2	PARO DE EMERGENCIA	-	E8	1	SCC-02-02-02-00	XB4BS8442
1	SELECOR DOBLE	-	E9	1	SCC-02-02-01-00	XB4BD21
N.º	DENOMINACION	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION

			PROYECTO: SISTEMA CARTEASIANO CNC				ESCALA 1:5	
			CONJUNTO: SISTEMA DE CONTROL					
			CÓDIGO: SCC-02-02-00-00					
			PESO	169.92 Kg	DISEÑO	FLORES S.	01/08/2025	HOJA A2 1/1
LARGO	400 mm	DIBUJO	FLORES S.	01/08/2025				
ANCHO	400 mm	REVISÓ	MEJIA C.	01/08/2025				
FICA		CIME		ALTO	1300 mm	APROVÓ	ERAZO V.	01/08/2025



PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO

ESCALA
1:3



PARTE: GABINETE DE CONTROL

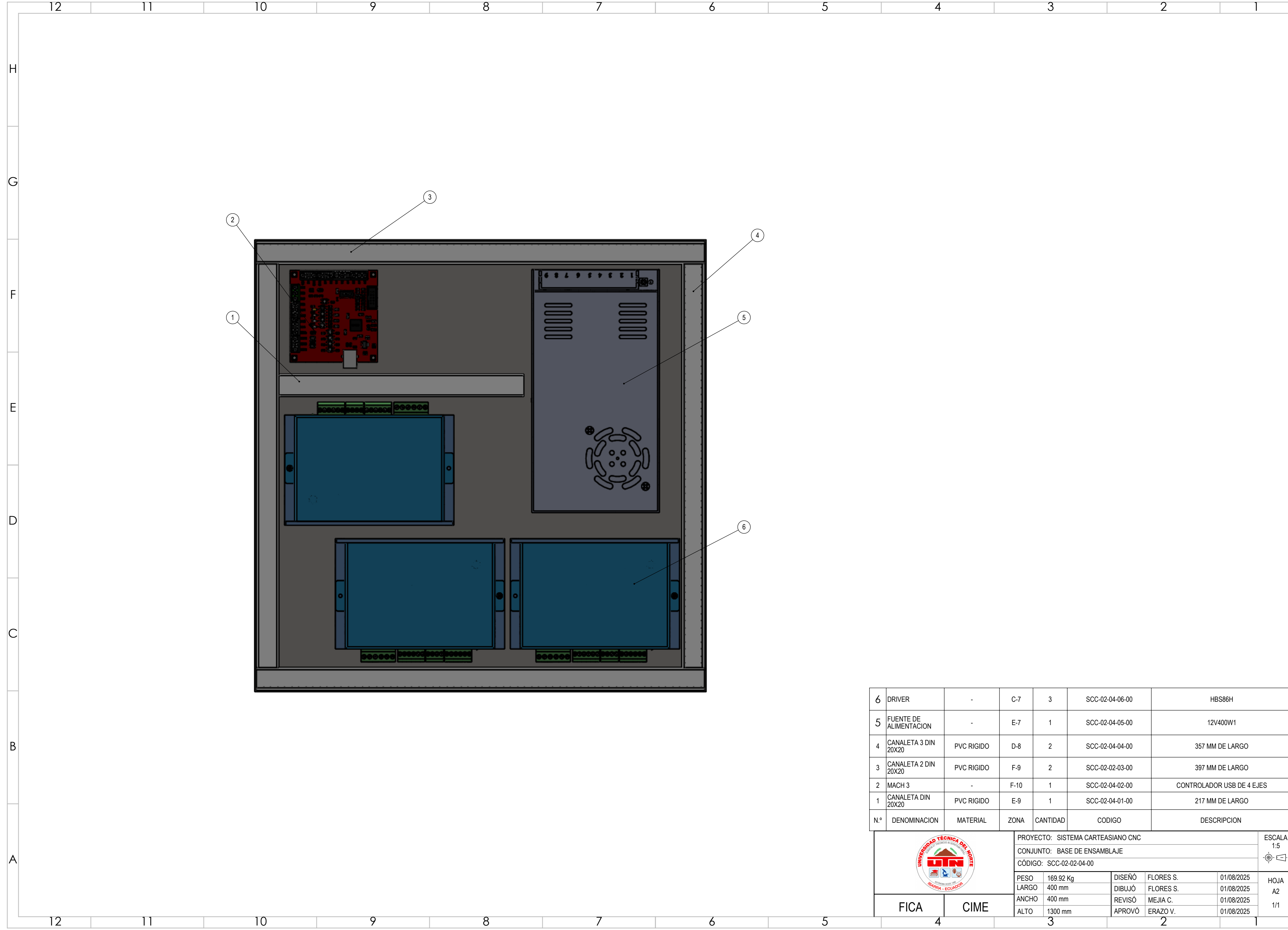
CÓDIGO: SCC-02-02-00-00

TOLERANCIA: $\pm$

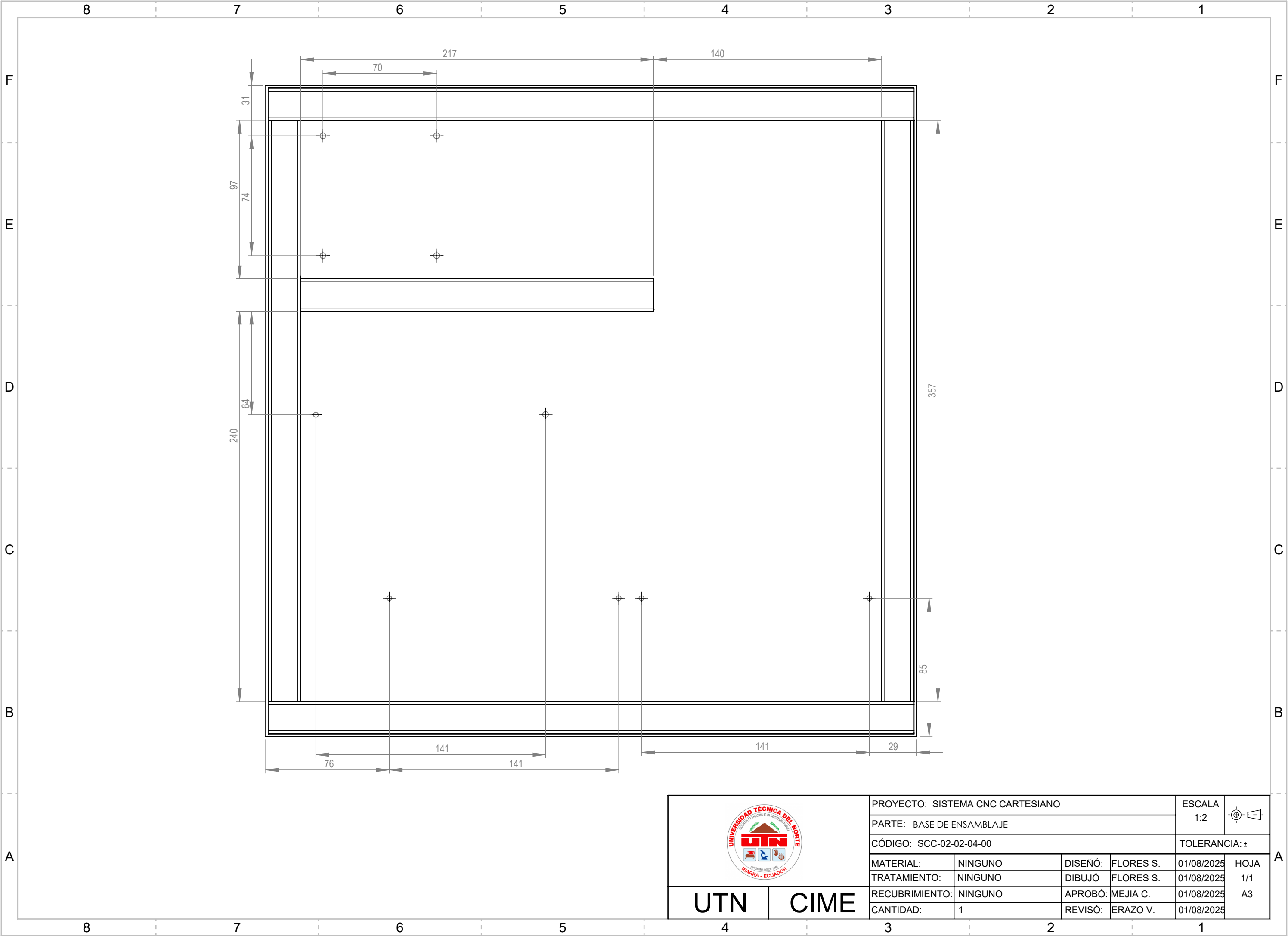
MATERIAL:	ACERO	DISEÑO:	FLORES S.	01/08/2025	HOJA
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ	FLORES S.	01/08/2025	1/1
RECUBRIMIENTO:	PINTURA	APROBÓ:	MEJIA C.	01/08/2025	A4
CANTIDAD:	1	REVISÓ:	ERAZO V.	01/08/2025	

UTN

CIME



6	DRIVER	-	C-7	3	SCC-02-04-06-00	HBS86H				
5	FUENTE DE ALIMENTACION	-	E-7	1	SCC-02-04-05-00	12V400W1				
4	CANALETA 3 DIN 20X20	PVC RIGIDO	D-8	2	SCC-02-04-04-00	357 MM DE LARGO				
3	CANALETA 2 DIN 20X20	PVC RIGIDO	F-9	2	SCC-02-02-03-00	397 MM DE LARGO				
2	MACH 3	-	F-10	1	SCC-02-04-02-00	CONTROLADOR USB DE 4 EJES				
1	CANALETA DIN 20X20	PVC RIGIDO	E-9	1	SCC-02-04-01-00	217 MM DE LARGO				
N.º	DENOMINACION	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION				
			PROYECTO: SISTEMA CARTEASIANO CNC			ESCALA 1:5 				
			CONJUNTO: BASE DE ENSAMBLAJE							
			CÓDIGO: SCC-02-02-04-00							
			PESO	169.92 Kg	DISEÑO	FLORES S.	01/08/2025	HOJA A2 1/1		
			LARGO	400 mm	DIBUJO	FLORES S.	01/08/2025			
ANCHO	400 mm	REVISO	MEJIA C.	01/08/2025						
FICA			CIME			ALTO	1300 mm	APROVÓ	ERAZO V.	01/08/2025

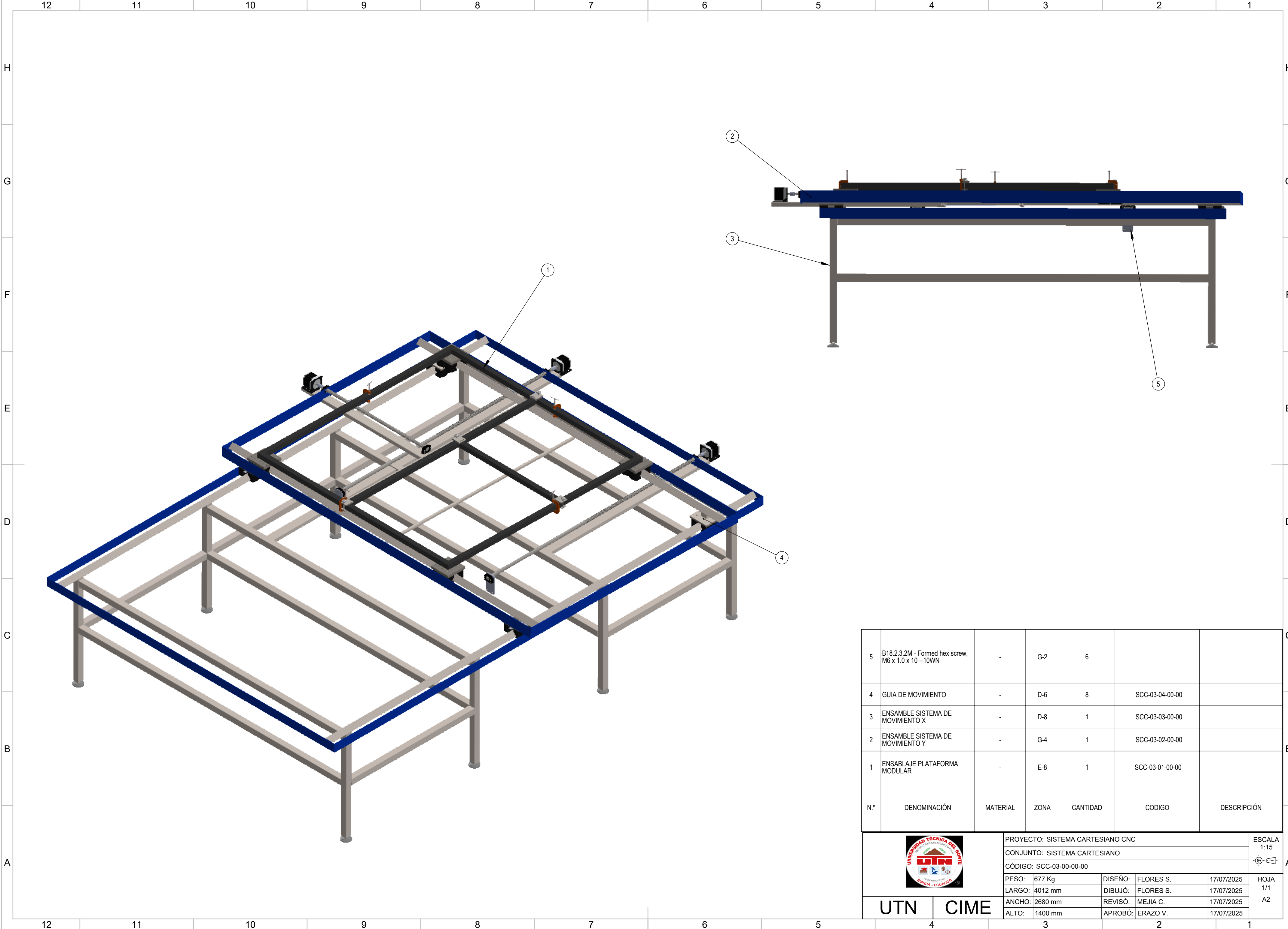


	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA	
	PARTE: BASE DE ENSAMBLAJE				1:2	
	CÓDIGO: SCC-02-02-04-00				TOLERANCIA: ±	
	MATERIAL:	NINGUNO	DISEÑO:	FLORES S.	01/08/2025	HOJA 1/1 A3
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ	FLORES S.	01/08/2025	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	APROBÓ:	MEJIA C.	01/08/2025		
CANTIDAD:	1	REVISÓ:	ERAZO V.	01/08/2025		

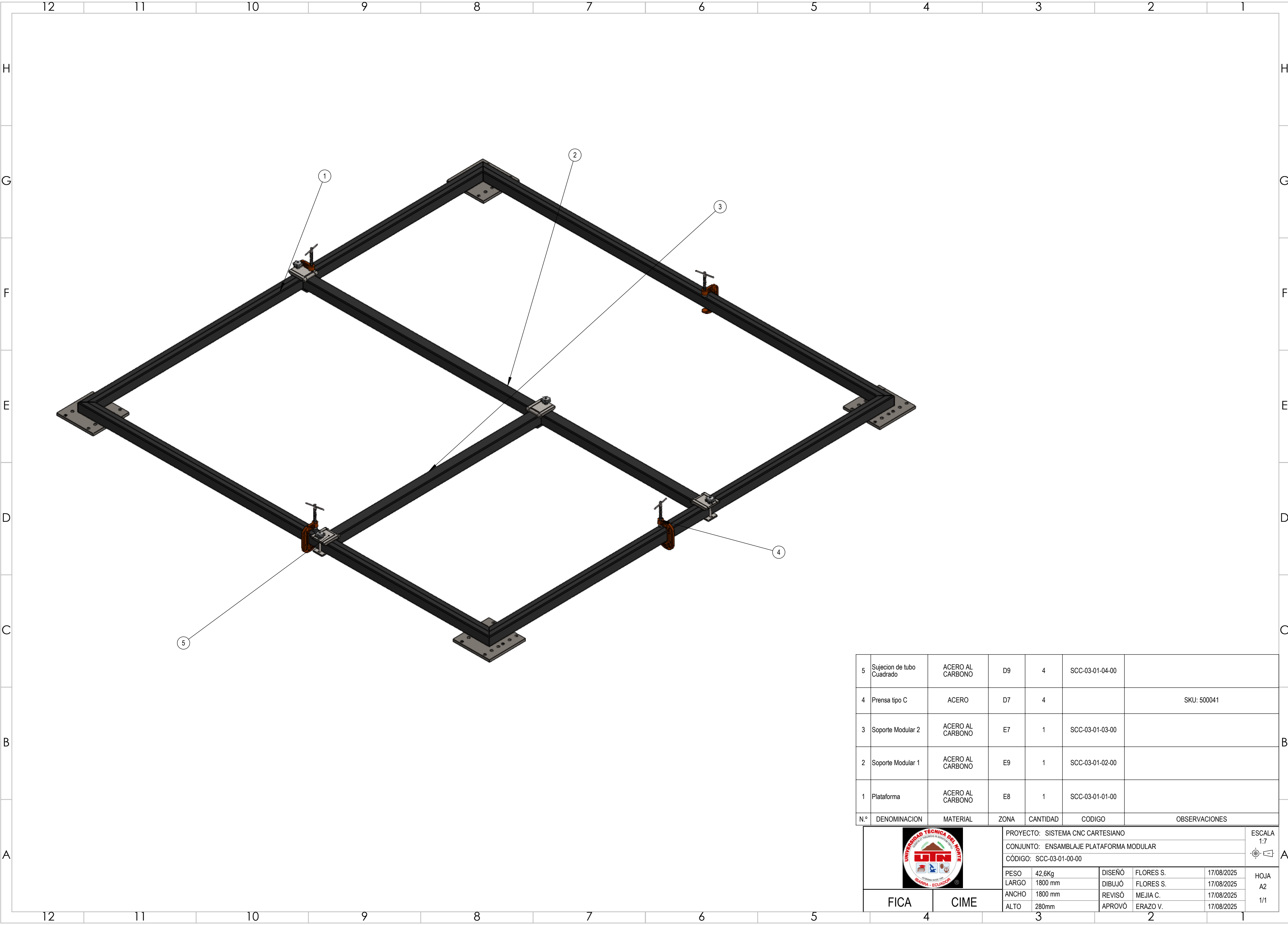
UTN	CIME
-----	------

UTN

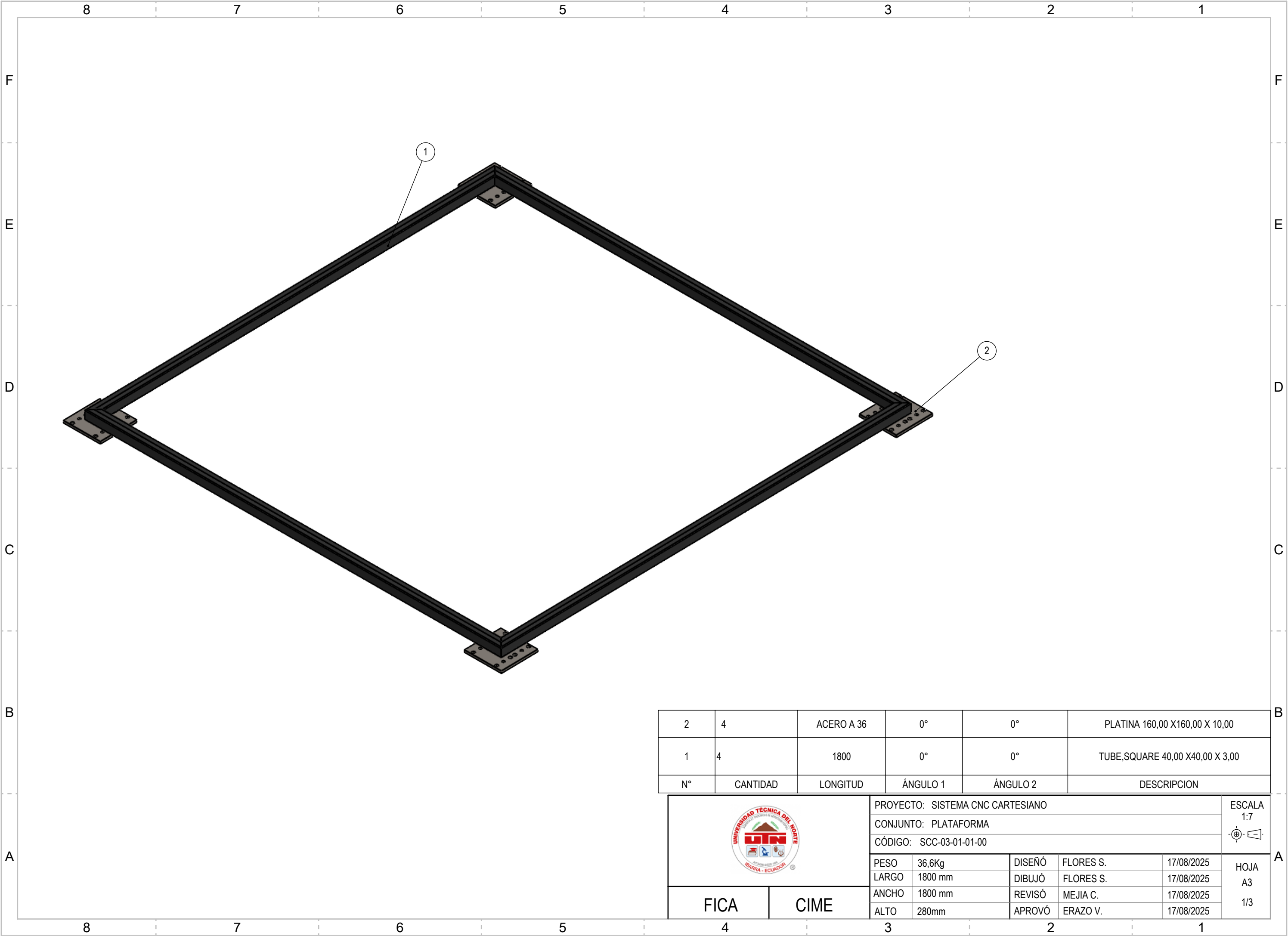
CIME



5	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 10 – 10WN	-	G-2	6		
4	GUIA DE MOVIMIENTO	-	D-6	8	SCC-03-04-00-00	
3	ENSAMBLE SISTEMA DE MOVIMIENTO X	-	D-8	1	SCC-03-03-00-00	
2	ENSAMBLE SISTEMA DE MOVIMIENTO Y	-	G-4	1	SCC-03-02-00-00	
1	ENSABLAJE PLATAFORMA MODULAR	-	E-8	1	SCC-03-01-00-00	
N.º	DENOMINACIÓN	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
		PROYECTO: SISTEMA CARTESIANO CNC				ESCALA 1:15
		CONJUNTO: SISTEMA CARTESIANO				⊕ ↗
		CÓDIGO: SCC-03-00-00-00				
		PESO: 677 Kg	DISEÑO: FLORES S.	17/07/2025	HOJA 1/1	
UTN CIME		LARGO: 4012 mm	DIBUJÓ: FLORES S.	17/07/2025	A2	
		ANCHO: 2680 mm	REVISÓ: MEJIA C.	17/07/2025		
		ALTO: 1400 mm	APROBÓ: ERAZO V.	17/07/2025		

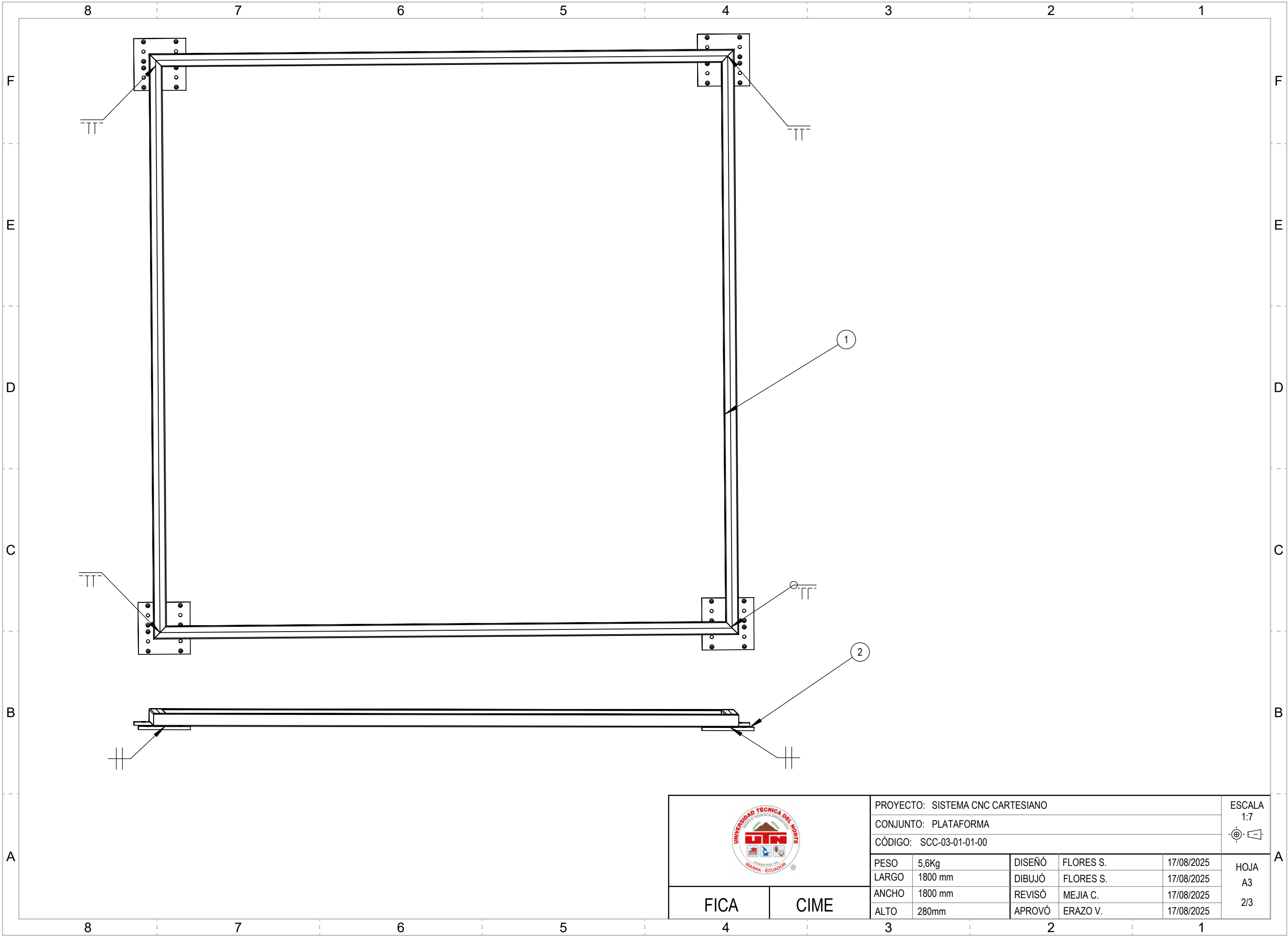


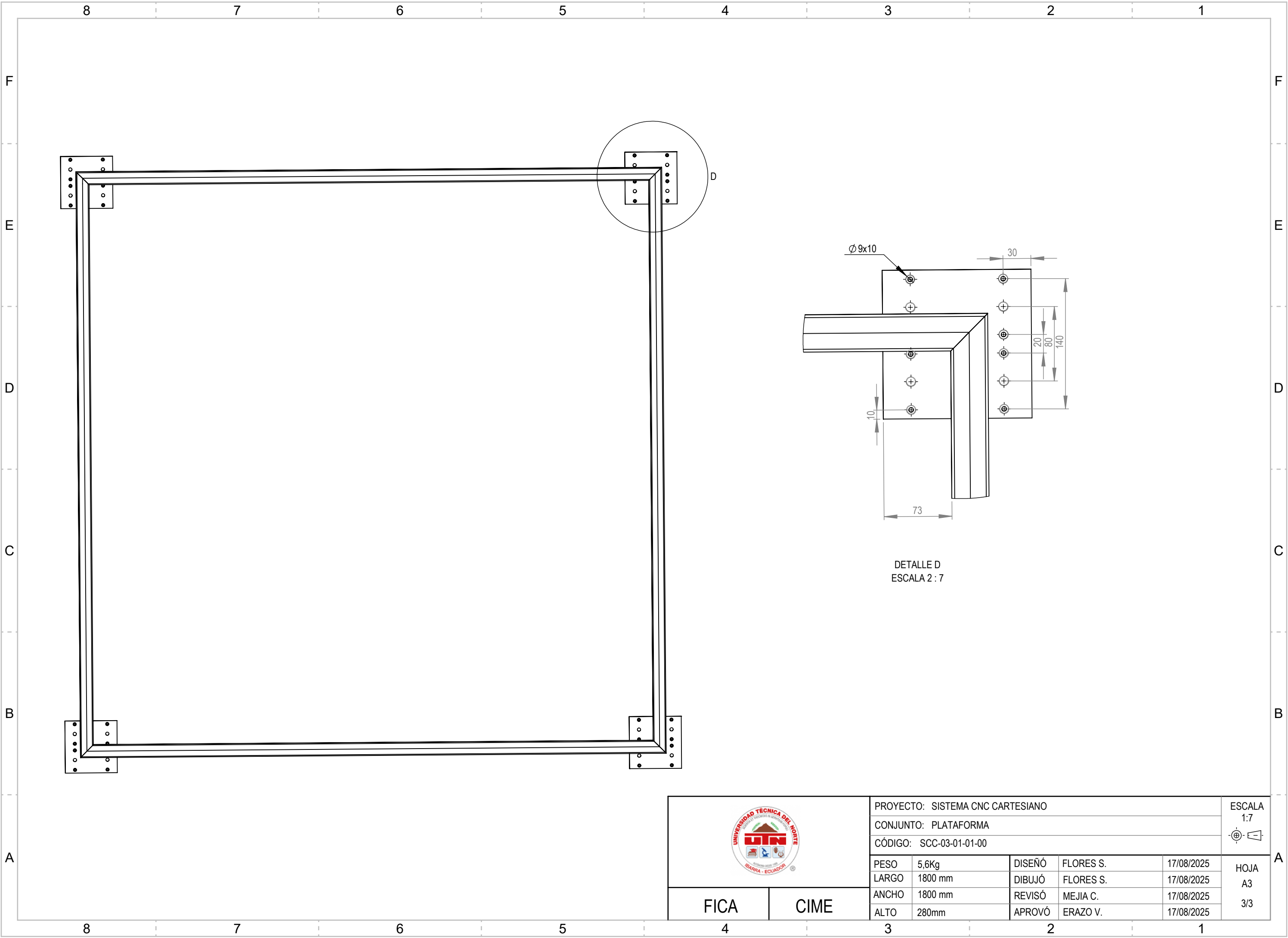
5	Sujecion de tubo Cuadrado	ACERO AL CARBONO	D9	4	SCC-03-01-04-00	
4	Prensa tipo C	ACERO	D7	4		SKU: 500041
3	Soporte Modular 2	ACERO AL CARBONO	E7	1	SCC-03-01-03-00	
2	Soporte Modular 1	ACERO AL CARBONO	E9	1	SCC-03-01-02-00	
1	Plataforma	ACERO AL CARBONO	E8	1	SCC-03-01-01-00	
N.º	DENOMINACION	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIONES
		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:7
		CONJUNTO: ENSAMBLAJE PLATAFORMA MODULAR				⌀ ↗
		CÓDIGO: SCC-03-01-00-00				
		PESO	42.6Kg	DISEÑO	FLORES S.	17/08/2025
		LARGO	1800 mm	DIBUJÓ	FLORES S.	17/08/2025
FICA		ANCHO	1800 mm	REVISÓ	MEJIA C.	17/08/2025
		ALTO	280mm	APROVÓ	ERAZO V.	17/08/2025
		CIME				HOJA A2 1/1



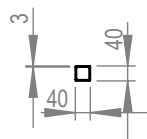
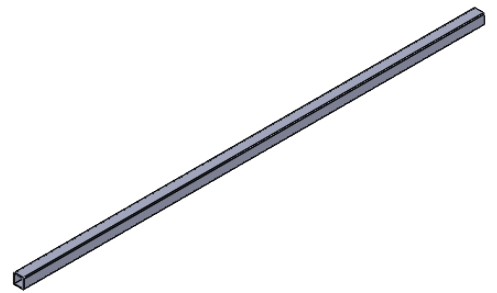
2	4	ACERO A 36	0°	0°	PLATINA 160,00 X160,00 X 10,00
1	4	1800	0°	0°	TUBE,SQUARE 40,00 X40,00 X 3,00
N°	CANTIDAD	LONGITUD	ÁNGULO 1	ÁNGULO 2	DESCRIPCION

FICA CIME	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO					ESCALA 1:7
						HOJA A3 1/3
PESO	36,6Kg	DISEÑO	FLORES S.	17/08/2025		
LARGO	1800 mm	DIBUJÓ	FLORES S.	17/08/2025		
ANCHO	1800 mm	REVISÓ	MEJIA C.	17/08/2025		
ALTO	280mm	APROVÓ	ERAZO V.	17/08/2025		





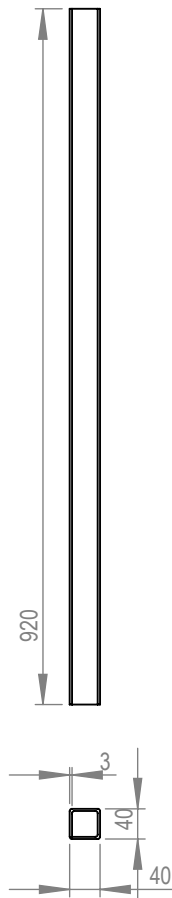
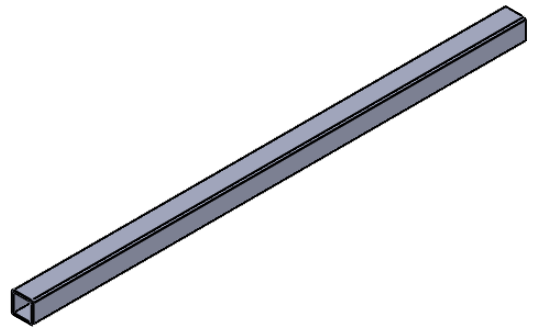
		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO					ESCALA 1:7
		CONJUNTO: PLATAFORMA					
		CÓDIGO: SCC-03-01-01-00					
		PESO	5,6Kg	DISEÑO	FLORES S.	17/08/2025	HOJA A3 3/3
LARGO	1800 mm	DIBUJÓ	FLORES S.	17/08/2025			
ANCHO	1800 mm	REVISÓ	MEJIA C.	17/08/2025			
ALTO	280mm	APROVÓ	ERAZO V.	17/08/2025			
FICA	CIME						



PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:20	
PARTE: SOPORTE MODULAR 1					
CÓDIGO: SCC-03-01-02-00				TOLERANCIA: ±	
MATERIAL:	ACERO AL CARBONO	DISEÑÓ:	FLORES S.	6/07/2025	HOJA 1/1 A4
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ	FLORES S.	6/07/2025	
RECUBRIMIENTO:	PINTURA NEGRA	APROBÓ:	MEJIA C.	6/07/2025	
CANTIDAD:	1	REVISÓ:	ERAZO V.	6/07/2025	

UTN

CIME



UTN

CIME

PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO

PARTE: SOPORTE MODULAR 2

CÓDIGO: SCC-03-01-03-00

MATERIAL:

ACERO AL CARBONO

TRATAMIENTO:

NINGUNO

RECUBRIMIENTO:

PINTURA NEGRA

CANTIDAD:

1

DISEÑO:

FLORES S.

DIBUJÓ

FLORES S.

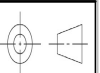
APROBÓ:

MEJIA C.

REVISÓ:

ERAZO V.

ESCALA
1:10

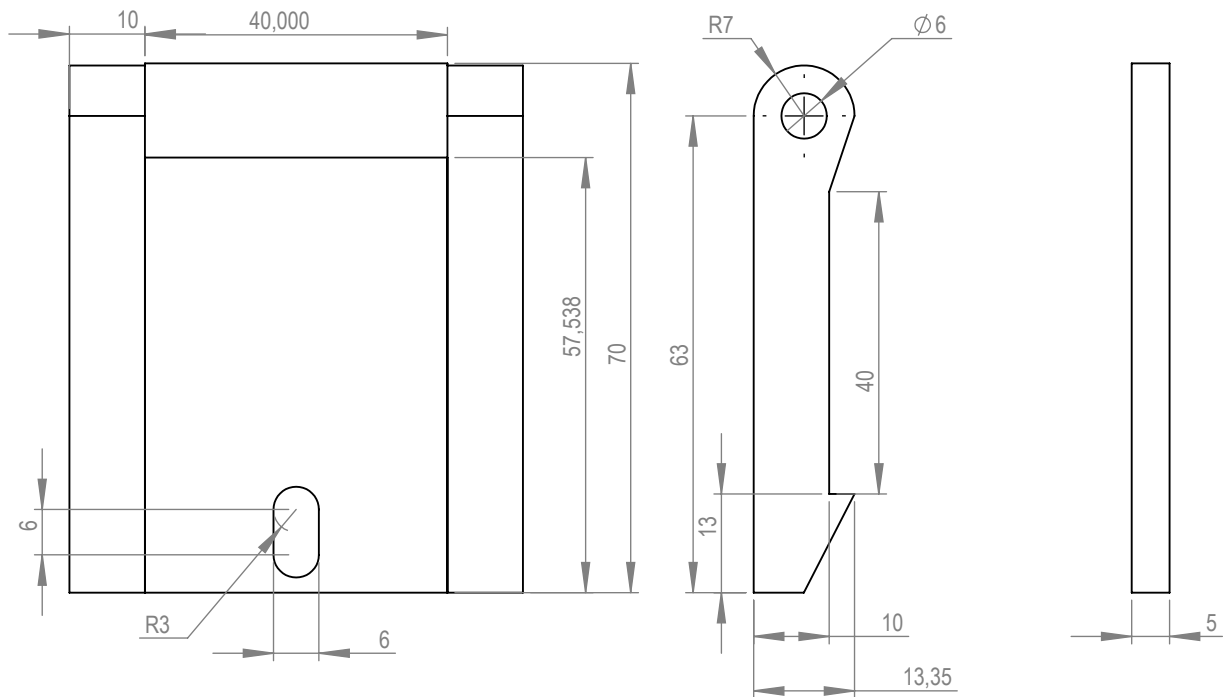
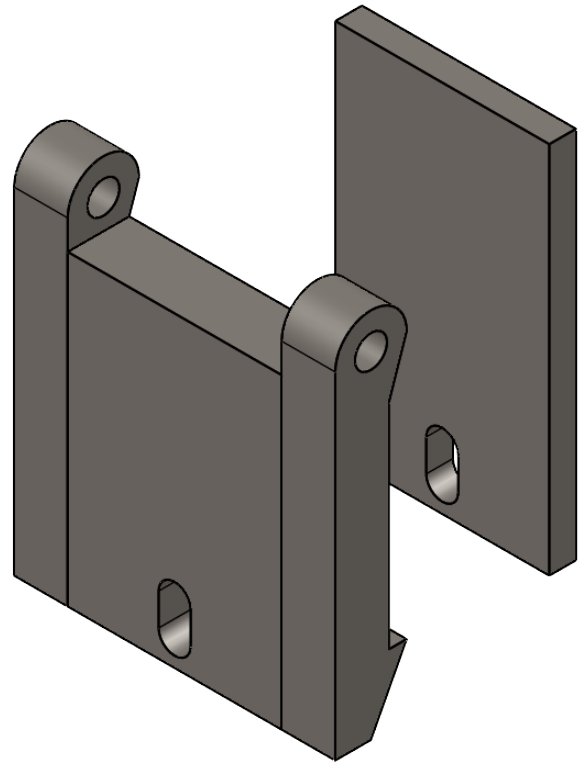


TOLERANCIA: $\pm$

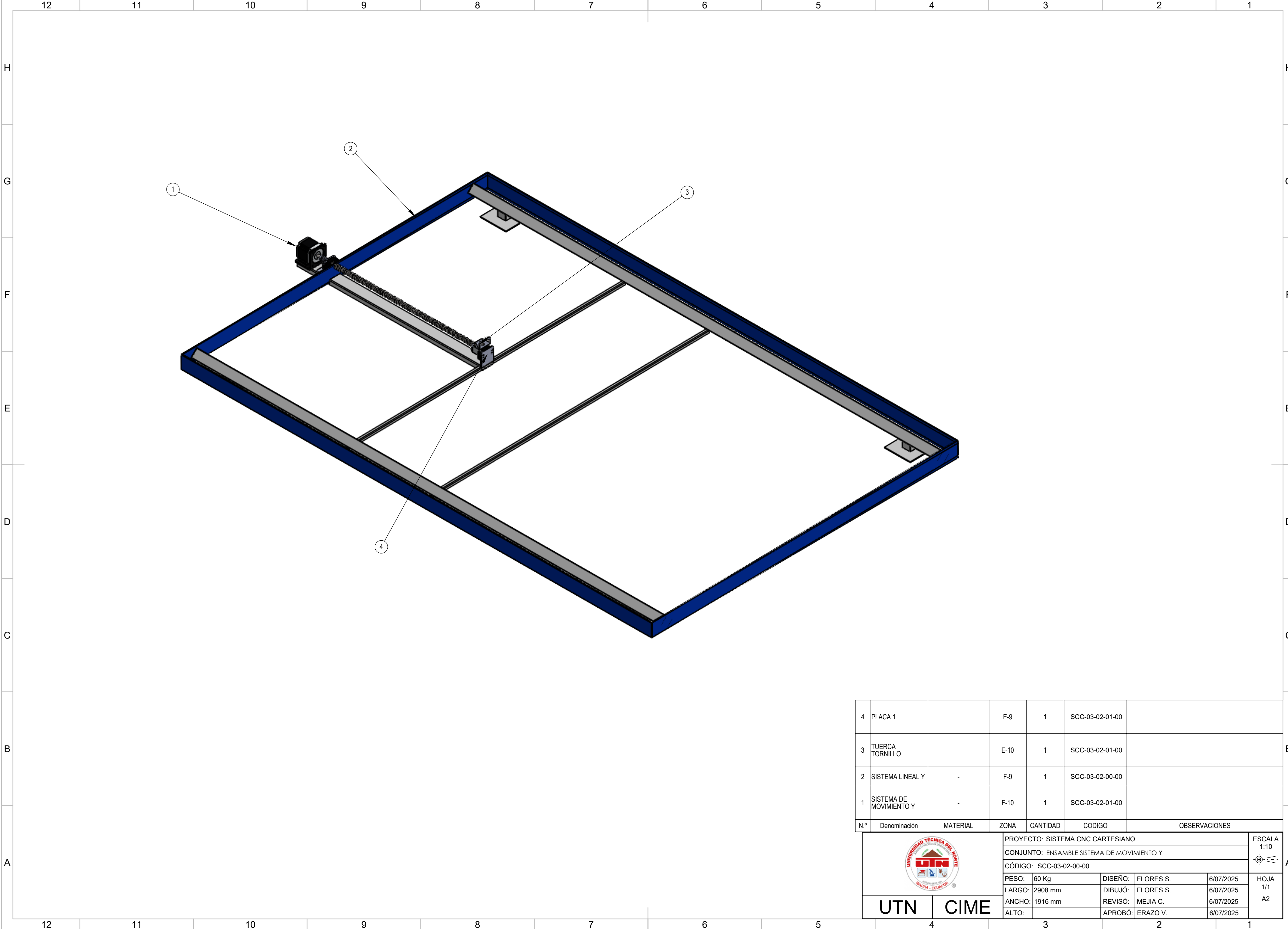
HOJA

1/1

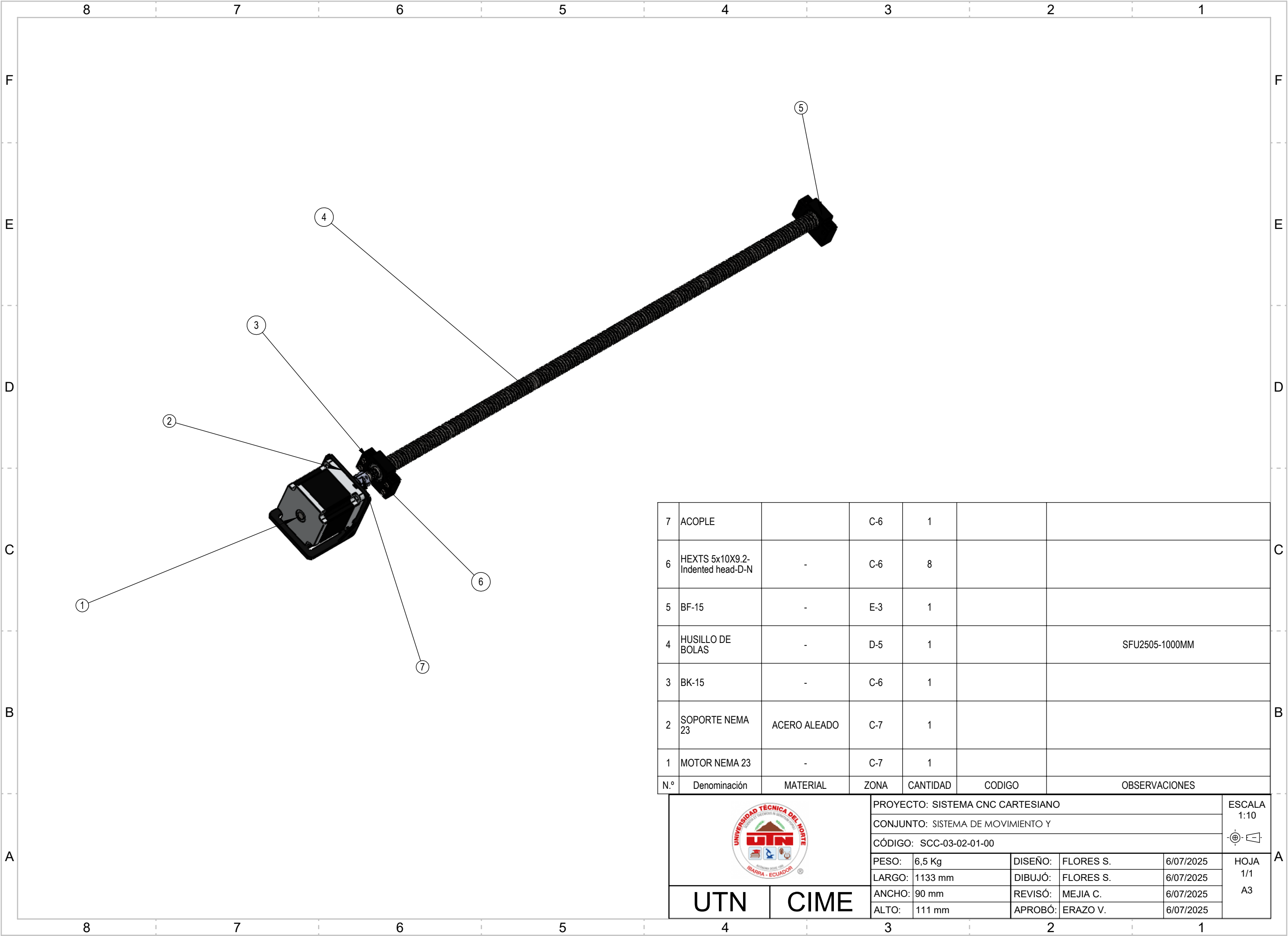
A4



		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:1		
		PARTE: Sujecion de tubo Cuadrado						
		CÓDIGO: SCC-03-01-04-00				TOLERANCIA: ±		
		MATERIAL:	ACERO AL CARBONO	DISEÑO:	FLORES S.	05/02/2026	HOJA 1/1 A4	
		TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	FLORES S	05/02/2026		
RECUBRIMIENTO:	PINTURA	REVISÓ:	MEJIA C.	05/02/2026				
CANTIDAD:	4	APROBÓ:	ERAZO V.	05/02/2026				
UTN	CIME							

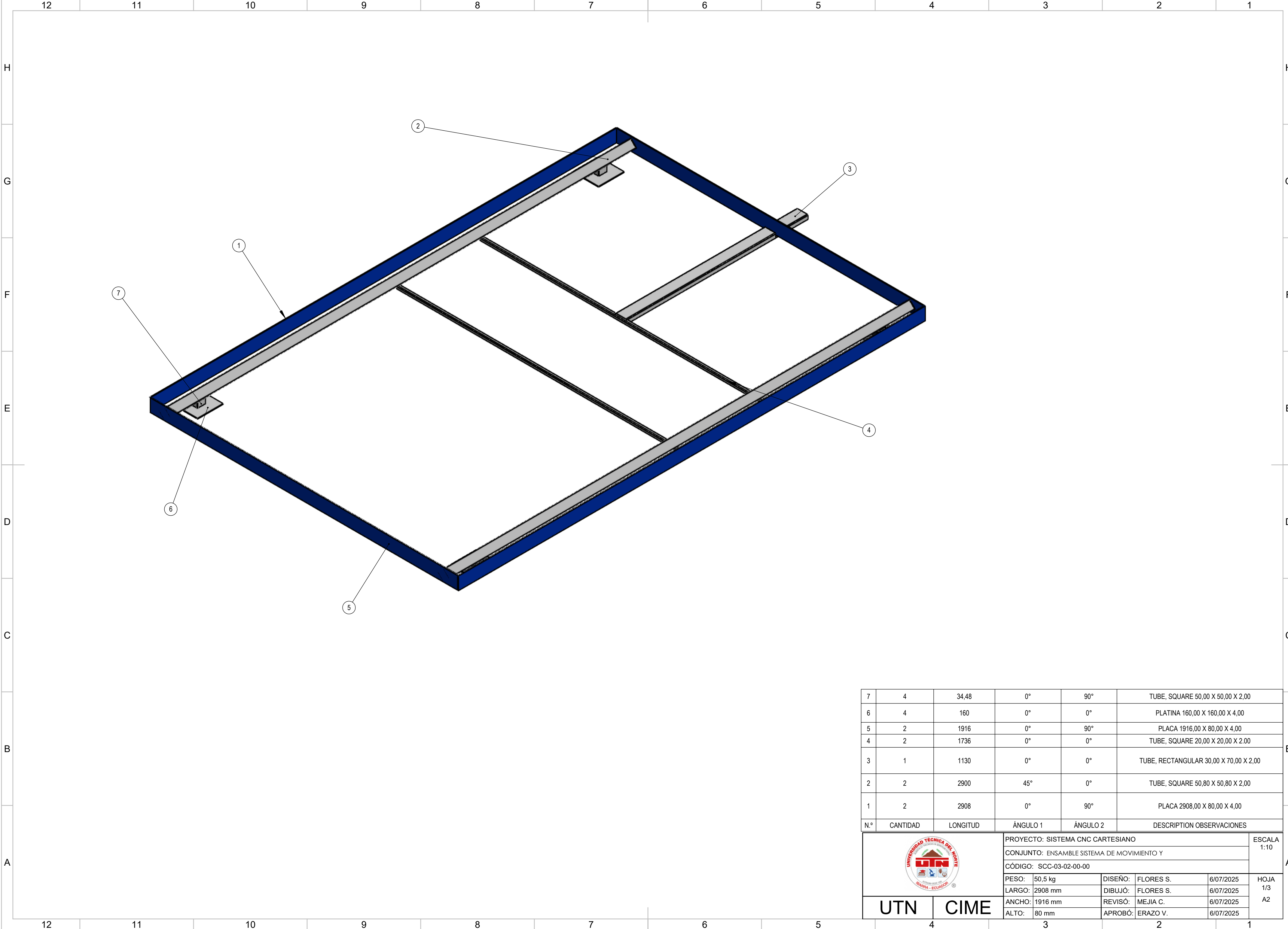


4	PLACA 1		E-9	1	SCC-03-02-01-00			
3	TUERCA TORNILLO		E-10	1	SCC-03-02-01-00			
2	SISTEMA LINEAL Y	-	F-9	1	SCC-03-02-00-00			
1	SISTEMA DE MOVIMIENTO Y	-	F-10	1	SCC-03-02-01-00			
N.º	Denominación	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIONES		
			PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO			ESCALA 1:10 		
			CONJUNTO: ENSAMBLE SISTEMA DE MOVIMIENTO Y					
			CÓDIGO: SCC-03-02-00-00			HOJA 1/1 A2		
			PESO:	60 Kg	DISEÑO:		FLORES S.	6/07/2025
			LARGO:	2908 mm	DIBUJÓ:		FLORES S.	6/07/2025
UTN		CIME	ANCHO:	1916 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	6/07/2025	
			ALTO:		APROBÓ:	ERAZO V.	6/07/2025	



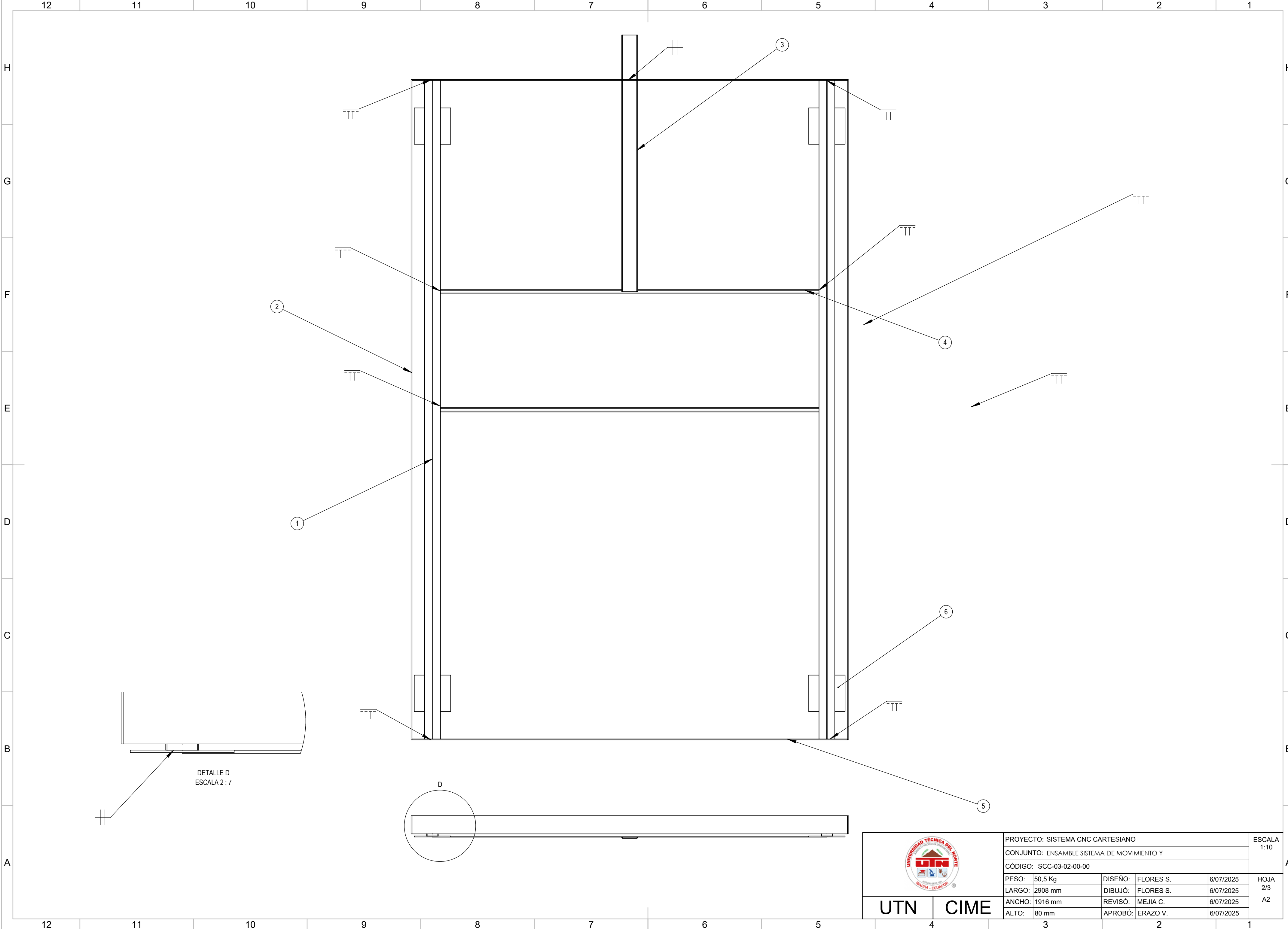
7	ACOPLE		C-6	1		
6	HEXTS 5x10X9.2-Indented head-D-N	-	C-6	8		
5	BF-15	-	E-3	1		
4	HUSILLO DE BOLAS	-	D-5	1		SFU2505-1000MM
3	BK-15	-	C-6	1		
2	SOPORTE NEMA 23	ACERO ALEADO	C-7	1		
1	MOTOR NEMA 23	-	C-7	1		
N.º	Denominación	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIONES

UTN CIME		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:10 	
		CONJUNTO: SISTEMA DE MOVIMIENTO Y					
		CÓDIGO: SCC-03-02-01-00					
		PESO:	6,5 Kg	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025	HOJA 1/1 A3
		LARGO:	1133 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	6/07/2025	
ANCHO:	90 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	6/07/2025			
ALTO:	111 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	6/07/2025			



7	4	34,48	0°	90°	TUBE, SQUARE 50,00 X 50,00 X 2,00
6	4	160	0°	0°	PLATINA 160,00 X 160,00 X 4,00
5	2	1916	0°	90°	PLACA 1916,00 X 80,00 X 4,00
4	2	1736	0°	0°	TUBE, SQUARE 20,00 X 20,00 X 2,00
3	1	1130	0°	0°	TUBE, RECTANGULAR 30,00 X 70,00 X 2,00
2	2	2900	45°	0°	TUBE, SQUARE 50,80 X 50,80 X 2,00
1	2	2908	0°	90°	PLACA 2908,00 X 80,00 X 4,00
N.º	CANTIDAD	LONGITUD	ÁNGULO 1	ÁNGULO 2	DESCRIPTION OBSERVACIONES

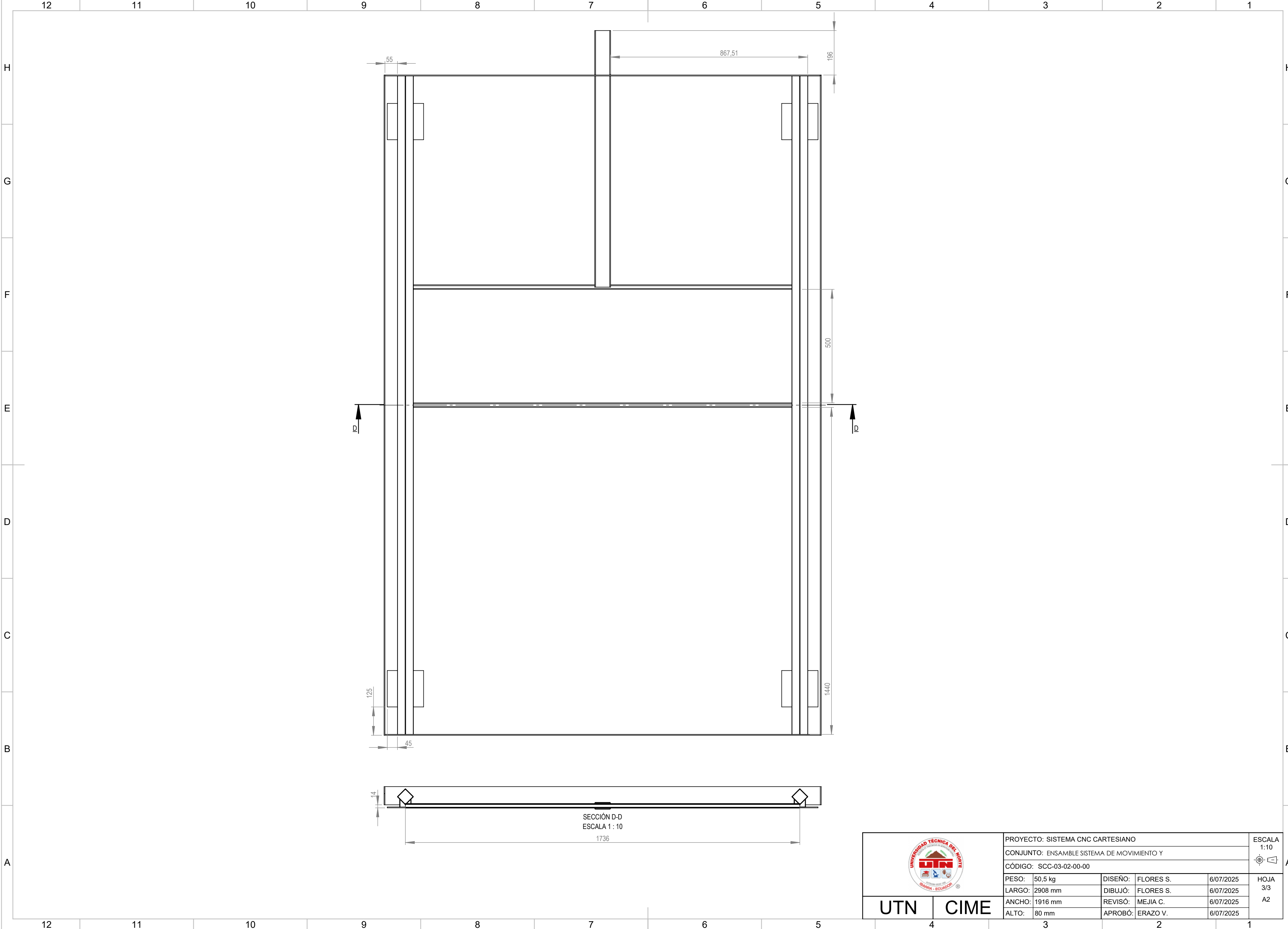
			PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO			ESCALA 1:10	
			CONJUNTO: ENSAMBLE SISTEMA DE MOVIMIENTO Y				
			CÓDIGO: SCC-03-02-00-00				
			PESO:	50,5 kg	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025
UTN		LARGO:	2908 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	6/07/2025	
		ANCHO:	1916 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	6/07/2025	
		ALTO:	80 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	6/07/2025	
CIME							



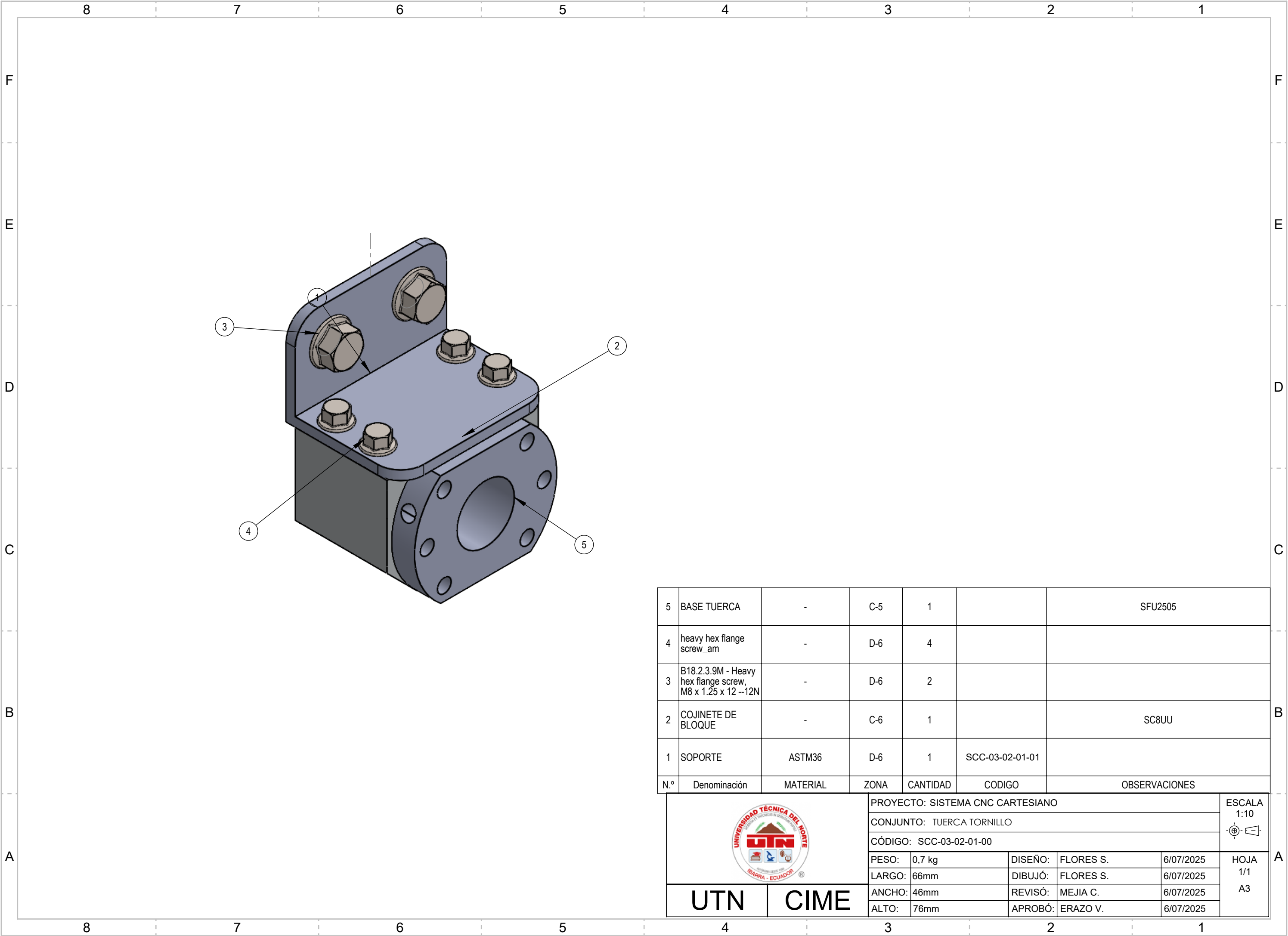
		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:10
		CONJUNTO: ENSAMBLE SISTEMA DE MOVIMIENTO Y				
		CÓDIGO: SCC-03-02-00-00				
		PESO:	50,5 Kg	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025
LARGO:	2908 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	6/07/2025		
ANCHO:	1916 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	6/07/2025		
ALTO:	80 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	6/07/2025		

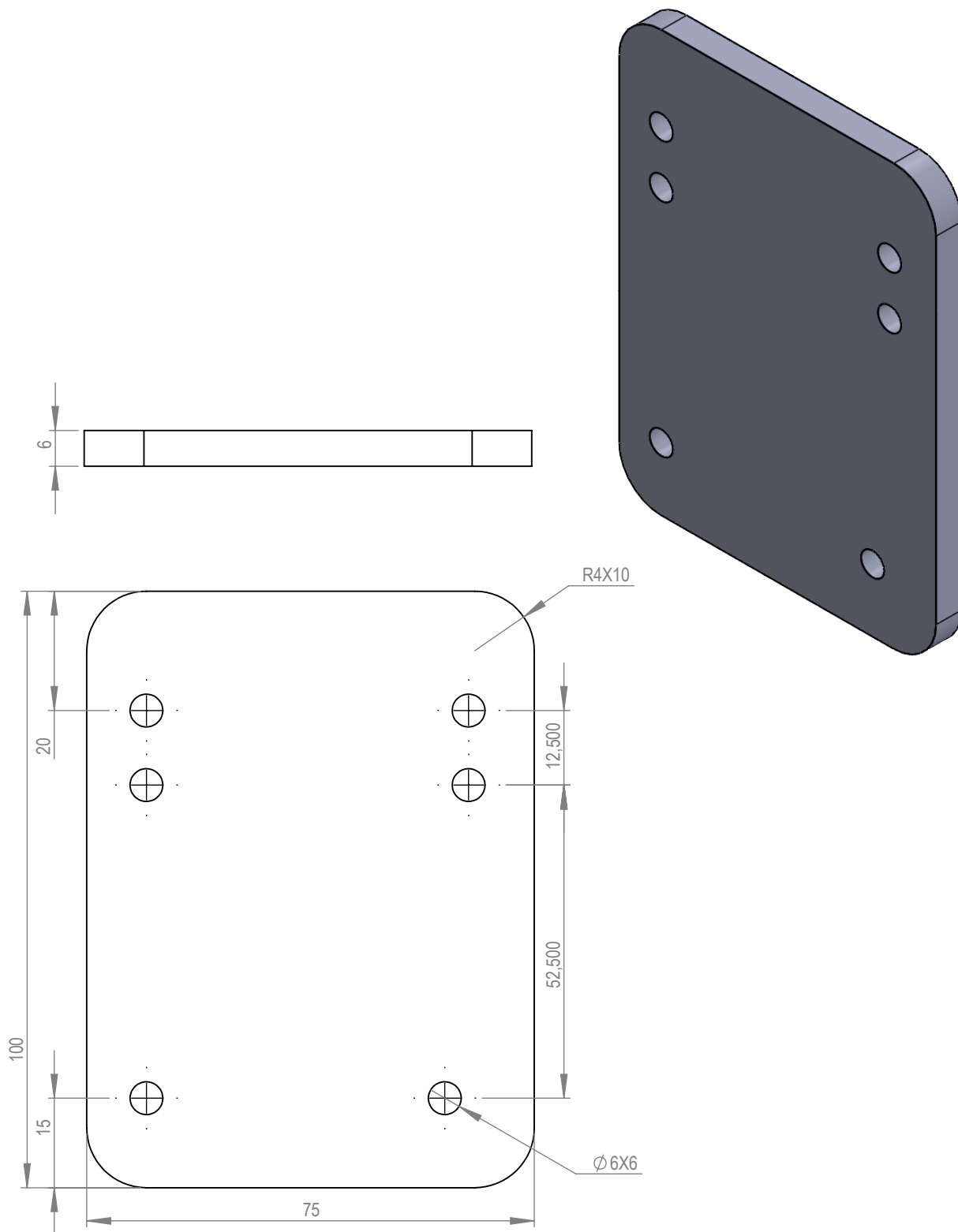
UTN

CIME



 UTN CIME	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:10 
	CONJUNTO: ENSAMBLE SISTEMA DE MOVIMIENTO Y				
	CÓDIGO: SCC-03-02-00-00				
	PESO:	50,5 kg	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025
	LARGO:	2908 mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	6/07/2025
	ANCHO:	1916 mm	REVISÓ:	MEJIA C.	6/07/2025
	ALTO:	80 mm	APROBÓ:	ERAZO V.	6/07/2025
					HOJA 3/3 A2





PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO

ESCALA
1:1



PARTE: PLACA 1

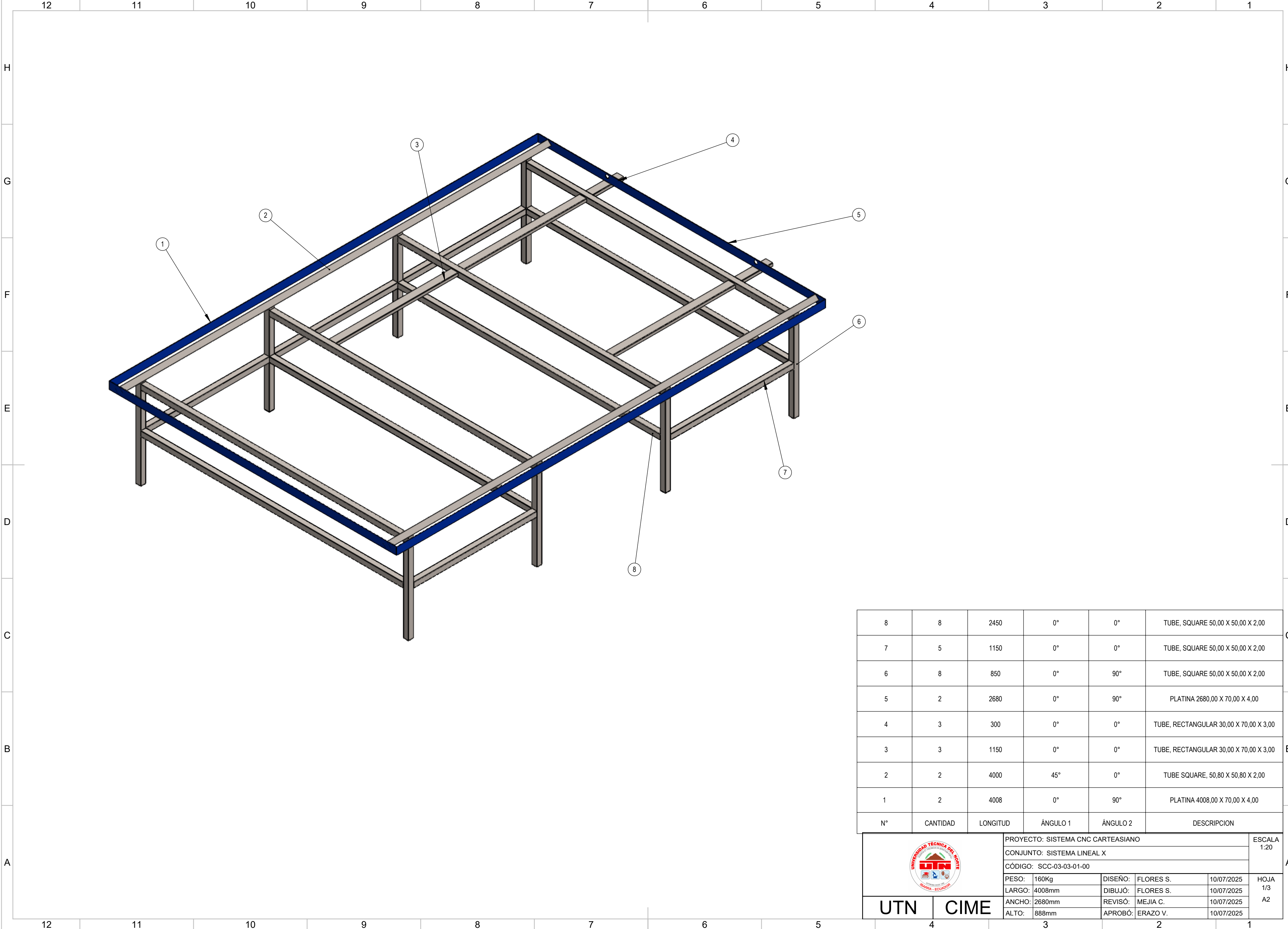
CÓDIGO: SCC-03-02-01-00

TOLERANCIA: $\pm$

MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025	HOJA
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ	FLORES S.	6/07/2025	1/1
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	APROBÓ:	MEJIA C.	6/07/2025	A4
CANTIDAD:	1	REVISÓ:	ERAZO V.	6/07/2025	

UTN

CIME



8	8	2450	0°	0°	TUBE, SQUARE 50,00 X 50,00 X 2,00
7	5	1150	0°	0°	TUBE, SQUARE 50,00 X 50,00 X 2,00
6	8	850	0°	90°	TUBE, SQUARE 50,00 X 50,00 X 2,00
5	2	2680	0°	90°	PLATINA 2680,00 X 70,00 X 4,00
4	3	300	0°	0°	TUBE, RECTANGULAR 30,00 X 70,00 X 3,00
3	3	1150	0°	0°	TUBE, RECTANGULAR 30,00 X 70,00 X 3,00
2	2	4000	45°	0°	TUBE SQUARE, 50,80 X 50,80 X 2,00
1	2	4008	0°	90°	PLATINA 4008,00 X 70,00 X 4,00
N°	CANTIDAD	LONGITUD	ÁNGULO 1	ÁNGULO 2	DESCRIPCION

PROYECTO: SISTEMA CNC CARTEASIANO

CONJUNTO: SISTEMA LINEAL X

CÓDIGO: SCC-03-03-01-00

ESCALA 1:20

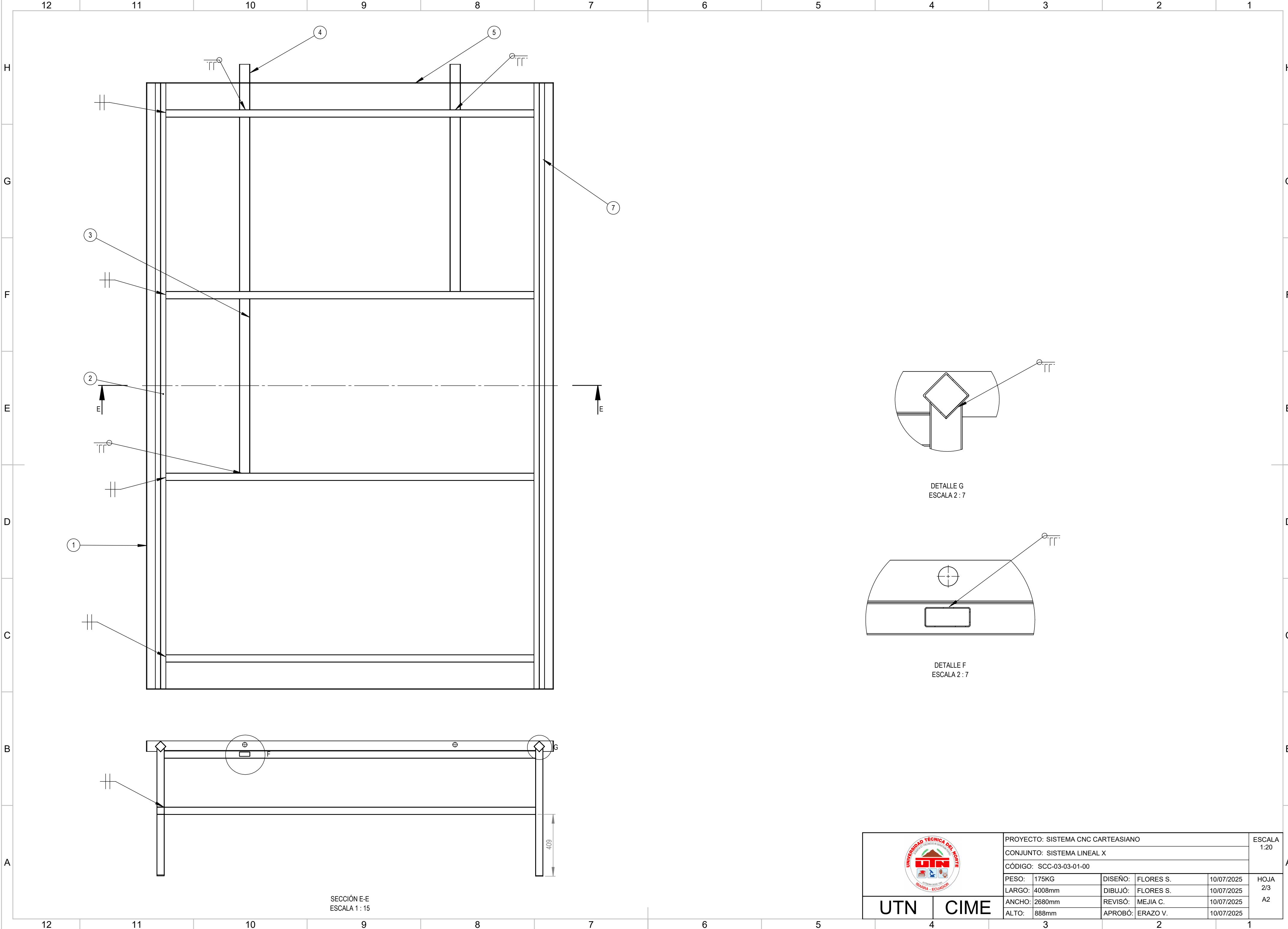
HOJA 1/3

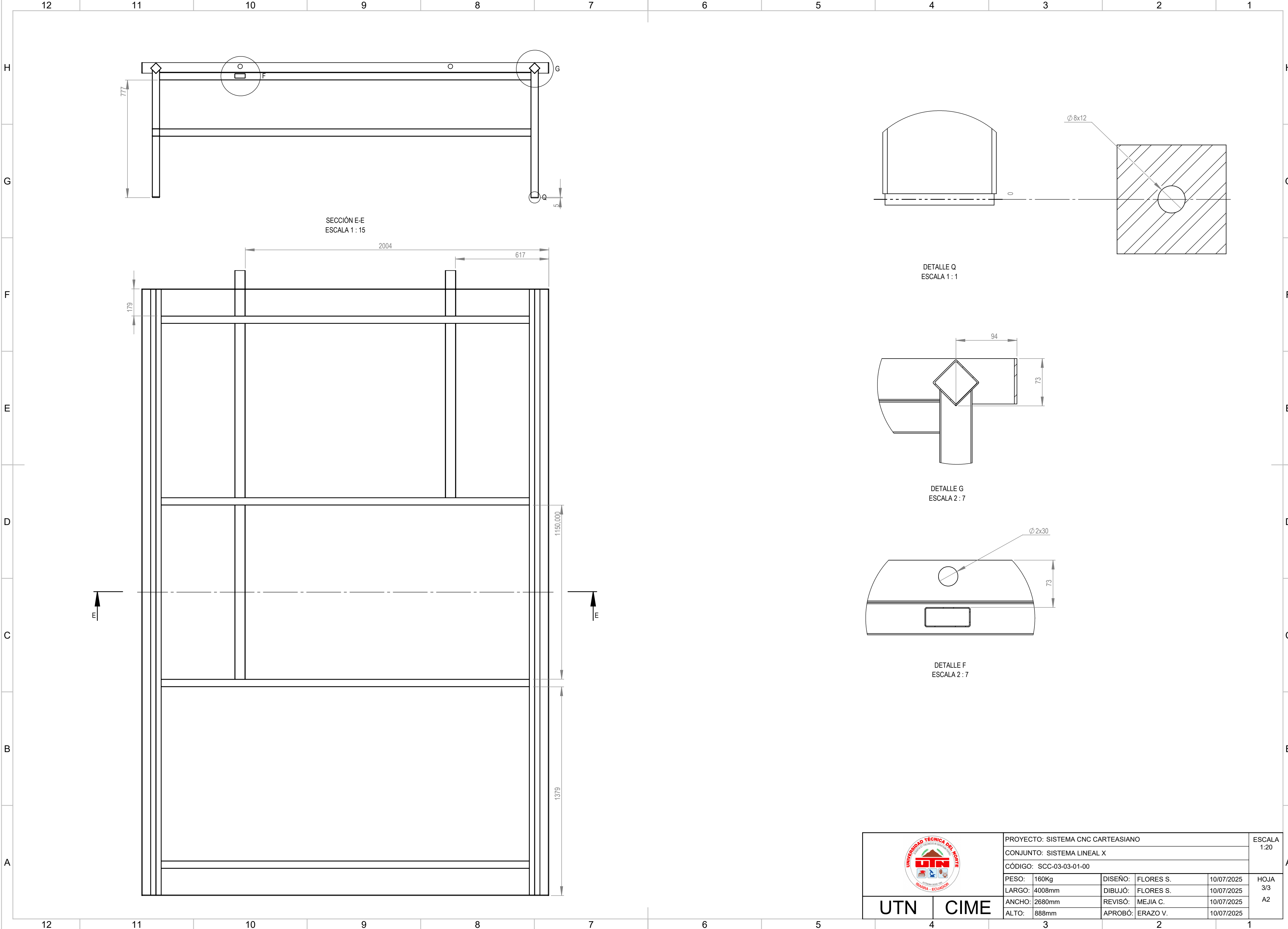
A2

PESO:	160Kg	DISEÑO:	FLORES S.	10/07/2025
LARGO:	4008mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	10/07/2025
ANCHO:	2680mm	REVISÓ:	MEJIA C.	10/07/2025
ALTO:	888mm	APROBÓ:	ERAZO V.	10/07/2025

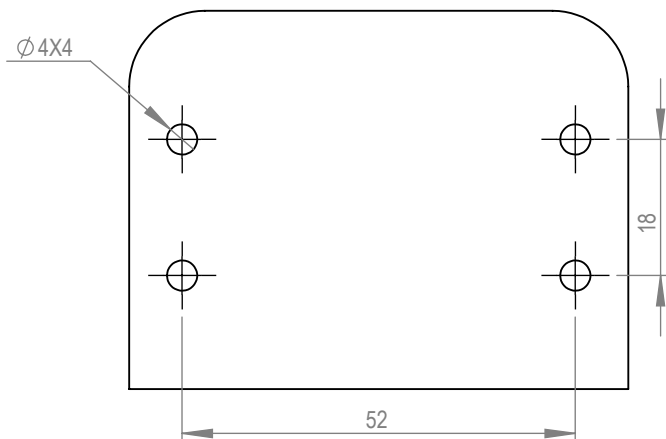
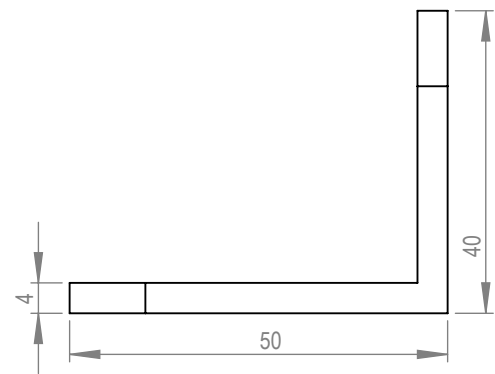
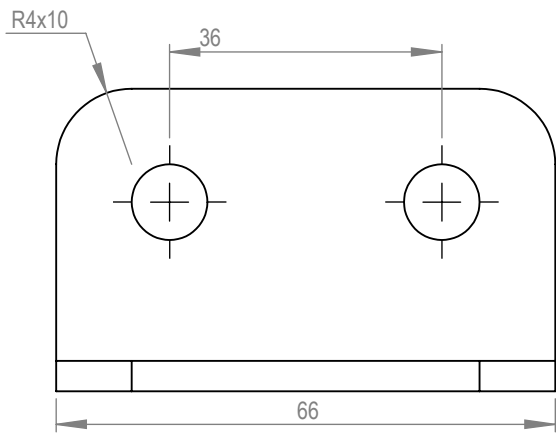
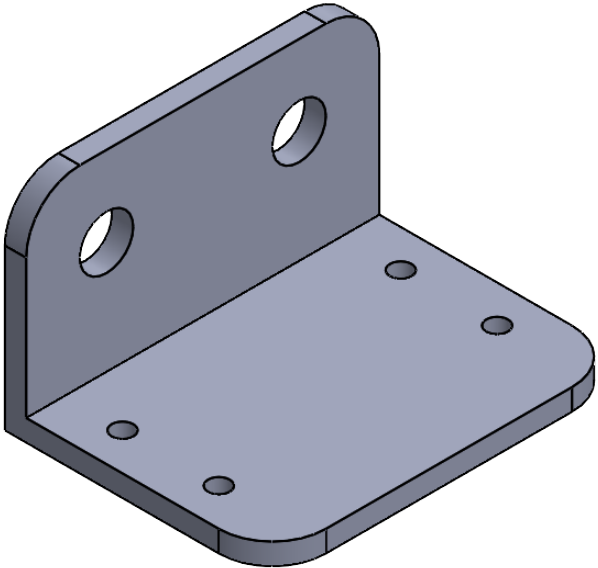
UTN

CIME

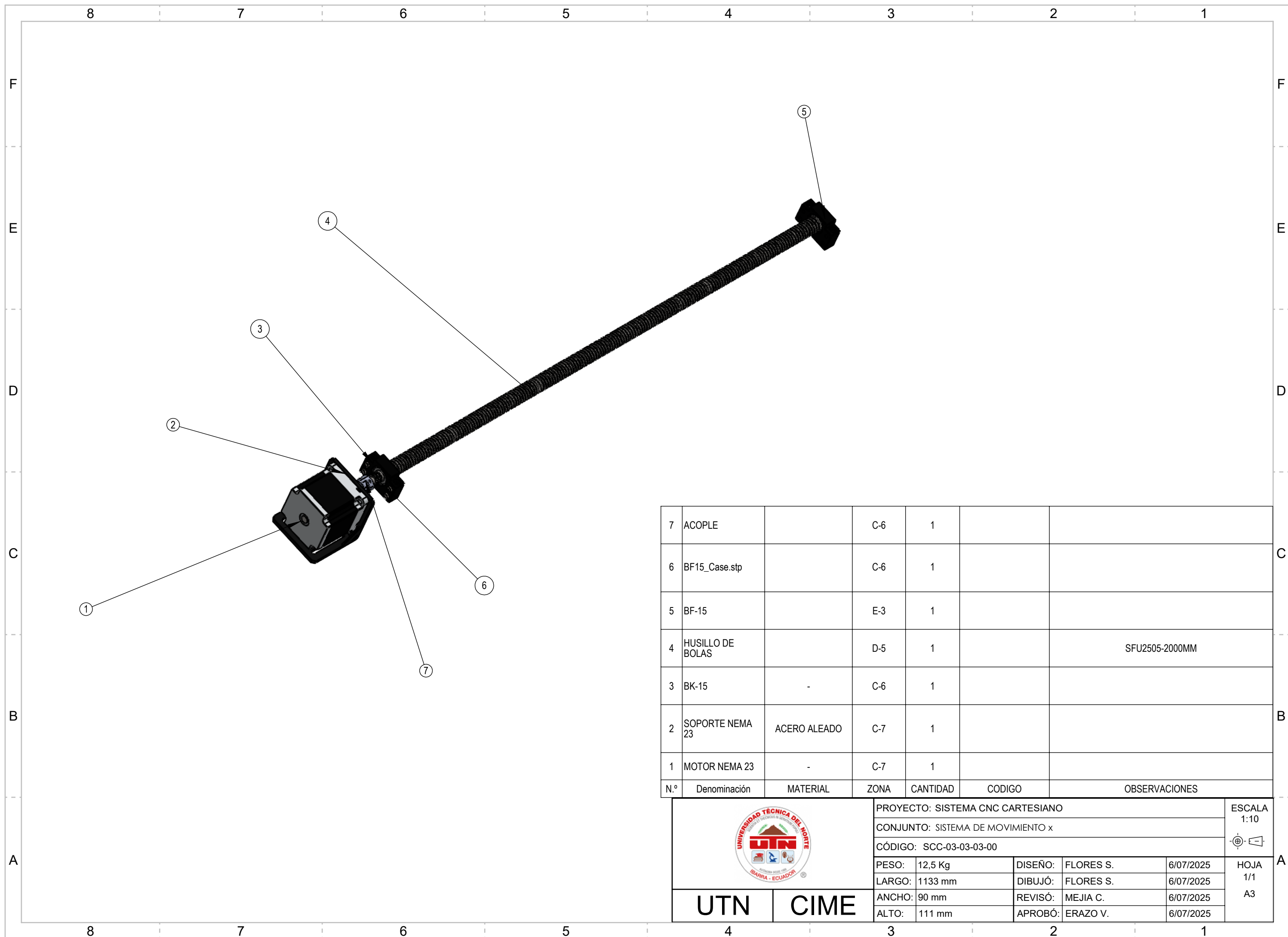


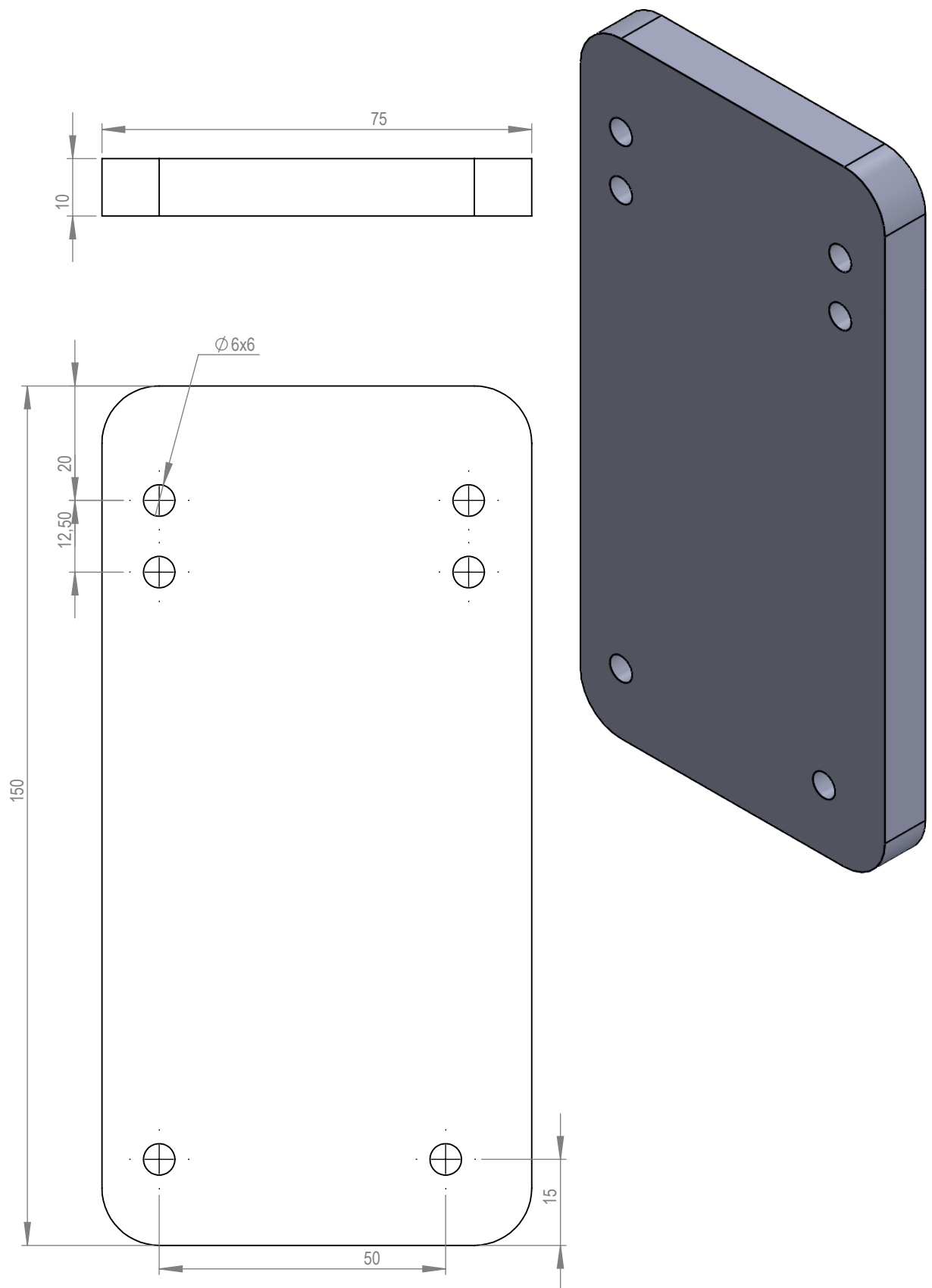


		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTEASIANO				ESCALA 1:20
		CONJUNTO: SISTEMA LINEAL X				
		CÓDIGO: SCC-03-03-01-00				
		PESO:	160Kg	DISEÑO:	FLORES S.	10/07/2025
LARGO:	4008mm	DIBUJÓ:	FLORES S.	10/07/2025		
ANCHO:		2680mm	REVISÓ:	MEJIA C.	10/07/2025	
ALTO:		888mm	APROBÓ:	ERAZO V.	10/07/2025	

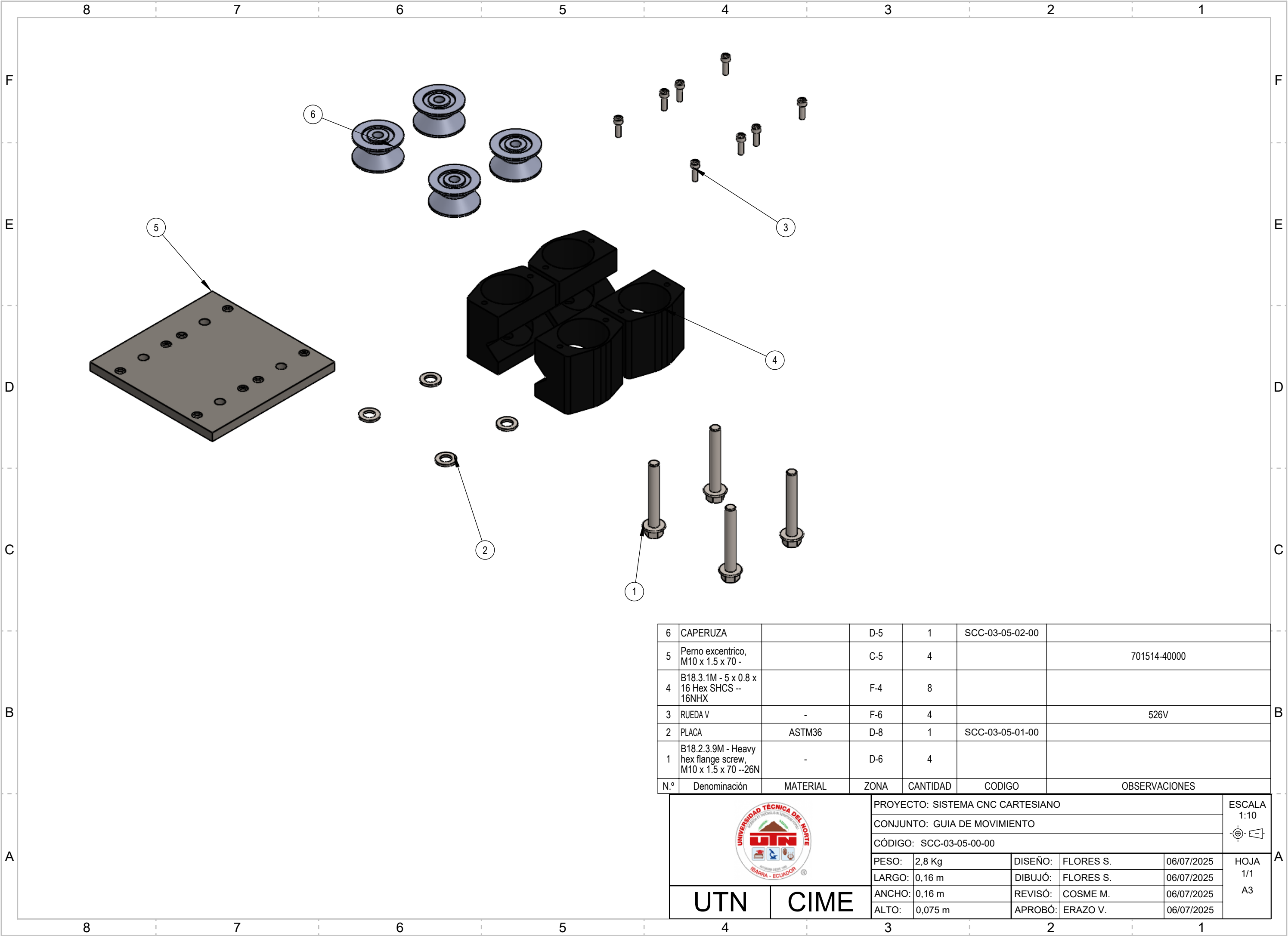


		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTEASIANO				ESCALA 1:1			
		PARTE: SOPORTE 2							
		CÓDIGO: SA-005-01				TOLERANCIA: ±			
		MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025	HOJA 1/1 A4		
		TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ	FLORES S.	6/07/2025			
UTN	CIME	RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	APROBÓ:	MEJIA C.	6/07/2025			
		CANTIDAD:	1	REVISÓ:	ERAZO V.	6/07/2025			



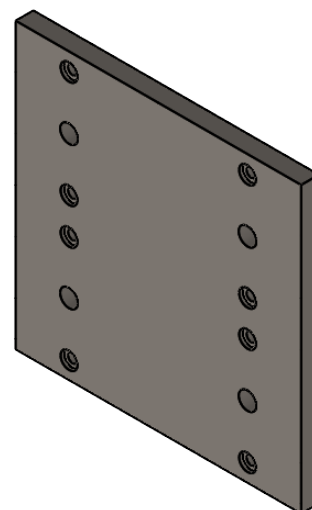
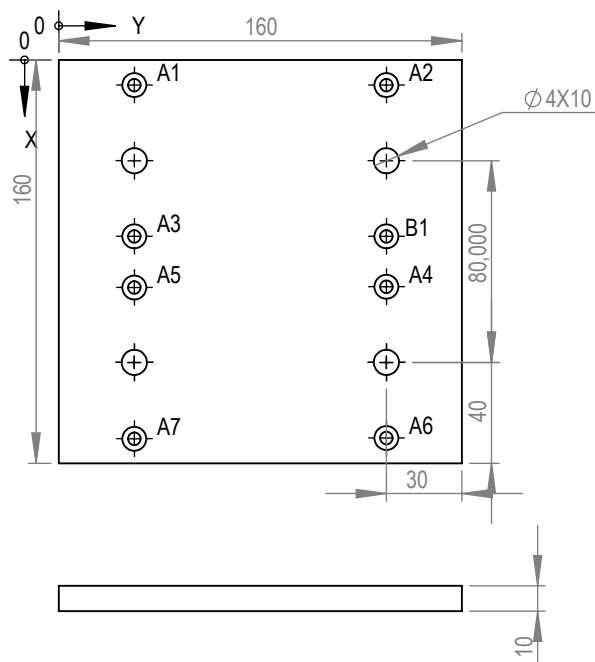


	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA	
	PARTE: SOPORTE 2				1:1	
	CÓDIGO: SCC-03-03-04-00				TOLERANCIA: ±	
	MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	FLORES S.	10/07/2025	
	TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJO:	FLORES S.	10/07/2025	
UTN	RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	REVISÓ:	MEJIA C.	10/07/2025	HOJA 1/1 A4
	CANTIDAD:	1	APROBÓ:	ERAZO V.	10/07/2025	
	CIME					



6	CAPERUZA		D-5	1	SCC-03-05-02-00	
5	Perno excentrico, M10 x 1.5 x 70 -		C-5	4		701514-40000
4	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 16 Hex SHCS -- 16NHX		F-4	8		
3	RUEDA V	-	F-6	4		526V
2	PLACA	ASTM36	D-8	1	SCC-03-05-01-00	
1	B18.2.3.9M - Heavy hex flange screw, M10 x 1.5 x 70 --26N	-	D-6	4		
N.º	Denominación	MATERIAL	ZONA	CANTIDAD	CODIGO	OBSERVACIONES

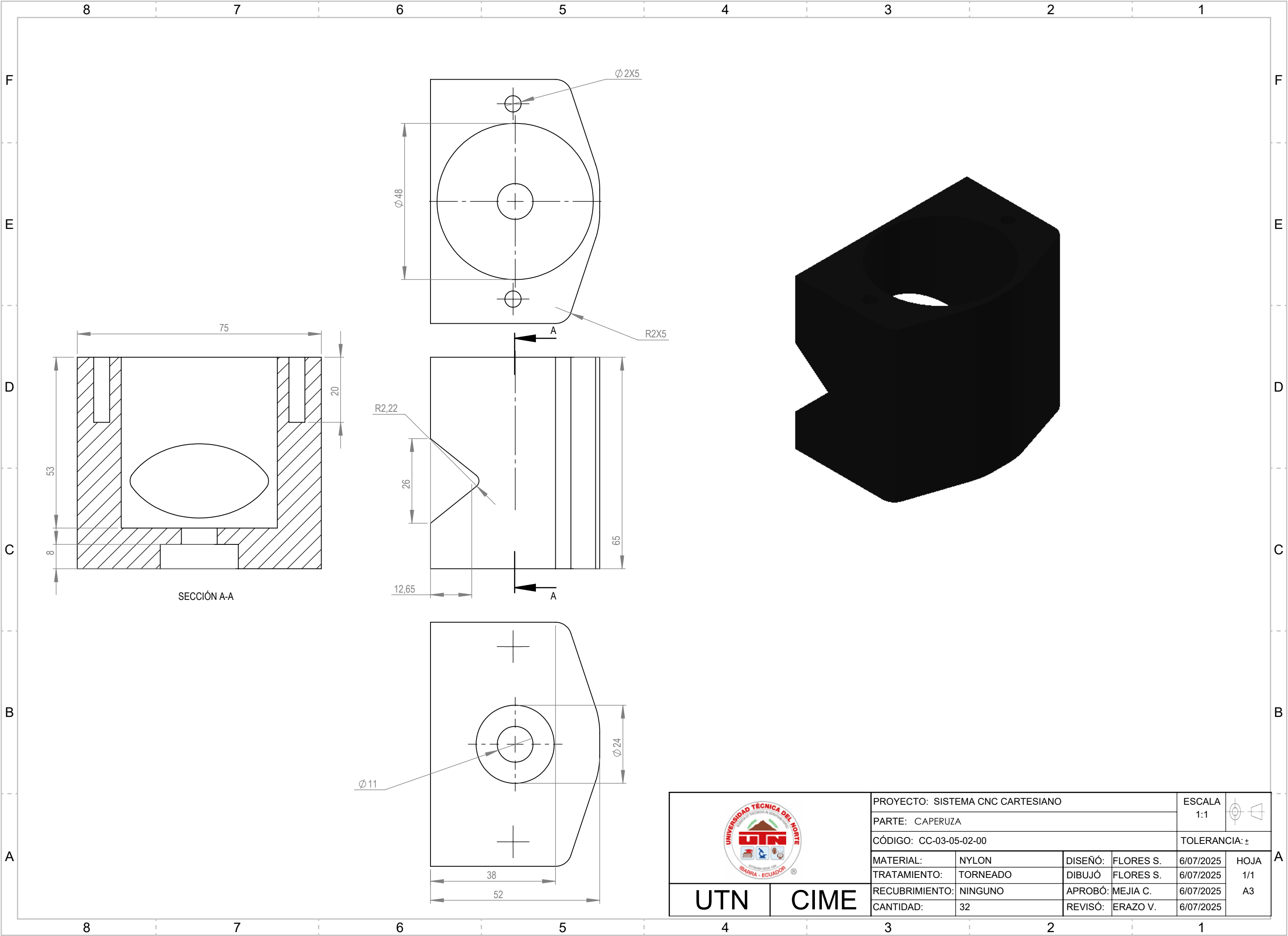
	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO					ESCALA 1:10 	
	CONJUNTO: GUIA DE MOVIMIENTO						
	CÓDIGO: SCC-03-05-00-00						
	PESO:	2,8 Kg	DISEÑO:	FLORES S.	06/07/2025	HOJA 1/1 A3	
	LARGO:	0,16 m	DIBUJÓ:	FLORES S.	06/07/2025		
UTN CIME		ANCHO:	0,16 m	REVISÓ:	COSME M.		06/07/2025
		ALTO:	0,075 m	APROBÓ:	ERAZO V.		06/07/2025



TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	10	30	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
A2	10	130	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
A3	70	30	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
A4	90	130	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
A5	90,30	30	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
A6	150	130	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
A7	150,30	30	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000
B1	70	130	ϕ 3,200 POR TODO $\square$ ϕ 9,515 ∇ 2,000

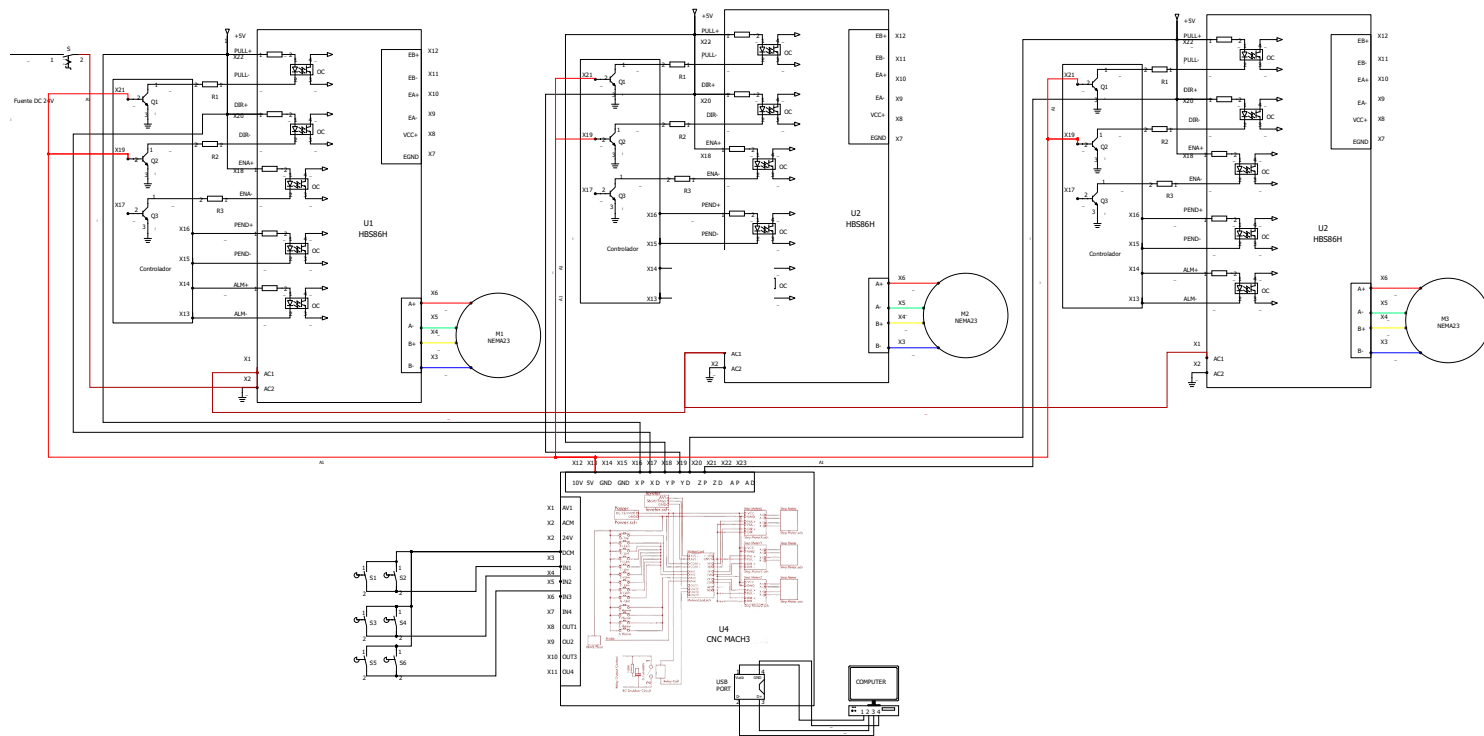
		PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:3	
		PARTE: PLACA					
		CÓDIGO: SCC-03-05-01-00				TOLERANCIA: ±	
		MATERIAL:	ACERO A36	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025	HOJA 1/1 A4
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ	FLORES S.	6/07/2025			
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	APROBÓ:	MEJIA C.	6/07/2025			
CANTIDAD:	8	REVISÓ:	ERAZO V.	6/07/2025			

UTN	CIME
-----	------



SECCIÓN A-A

	PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA 1:1		
	PARTE: CAPERUZA				TOLERANCIA: ±		
	CÓDIGO: CC-03-05-02-00						
	MATERIAL:	NYLON	DISEÑO:	FLORES S.	6/07/2025	HOJA 1/1 A3	
	TRATAMIENTO:	TORNEADO	DIBUJÓ	FLORES S.	6/07/2025		
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	APROBÓ:	MEJIA C.	6/07/2025			
CANTIDAD:	32	REVISÓ:	ERAZO V.	6/07/2025			



UTN CIME

PROYECTO: SISTEMA CNC CARTESIANO				ESCALA	
PARTE: DIAGRAMA ELECTRICICO				1:5	
CÓDIGO: DE-00				TOLERANCIA: ± SPRPSHEE	
MATERIAL:	NINGUNO	DISEÑO:	FLORES S.	18/02/2026	HOJA
TRATAMIENTO:	NINGUNO	DIBUJÓ:	FLORES S.	18/02/2026	1/1
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	APROBÓ:	MEJIA C.	18/02/2026	A3
CANTIDAD:	1	REVISÓ:	ERAZO V.	18/02/2026	