

Javier Sinche

DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE 5 TON_H PARA DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMPAÑÍA FABRICA DE C...

 Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::20205:431063625

Fecha de entrega

17 feb 2025, 10:09 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 feb 2025, 10:11 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

REVFINAL_FZCH_Javier Sinche 17-02-25 07.55-fusionado.pdf

Tamaño de archivo

8.4 MB

116 Páginas

17,064 Palabras

86,834 Caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

8%	Fuentes de Internet
0%	Publicaciones
1%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uns.edu.pe	2%
2	Internet	repositorio.untels.edu.pe	2%
3	Internet	vsip.info	1%
4	Internet	es.martinsprocket.com	<1%
5	Internet	hdl.handle.net	<1%
6	Internet	ciencia.lasalle.edu.co	<1%
7	Internet	repositorio.espe.edu.ec	<1%
8	Internet	repositorio.itm.edu.co	<1%
9	Internet	www.scribd.com	<1%
10	Internet	www.slideshare.net	<1%
11	Internet	issuu.com	<1%

12	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
13	Internet	repositorio.utc.edu.ec	<1%
14	Internet	repositorio.utn.edu.ec	<1%
15	Internet	ninive.ismm.edu.cu	<1%
16	Internet	www.manualzz.com	<1%
17	Internet	www.tribunale.napolinord.giustizia.it	<1%
18	Internet	repositorio.umsa.bo	<1%
19	Internet	ikee.lib.auth.gr	<1%
20	Internet	repositorio.uta.cl	<1%
21	Internet	riunet.upv.es	<1%
22	Internet	fr.scribd.com	<1%
23	Internet	repositorio.uax.es	<1%
24	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
25	Internet	www.dspace.uce.edu.ec	<1%

2

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA****DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE 5 TON/H PARA
DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMPAÑÍA FABRICA DE CHOCOLATE,
LIMA**

2

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**PRESENTADO POR EL BACHILLER**SINCHE CCAHUANA, JAVIER ALBERTO
ORCID:0009-0002-3299-8023**ASESOR**SANCHEZ AYTE, JORGE AUGUSTO
ORCID:0000-0001-9734-3381**Villa El Salvador
2024**

0

2

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mi familia quienes han sido parte fundamental para mi educación, dándome su apoyo constante día a día y a la universidad UNTELS por la oportunidad de forjar mis conocimientos profesionales. A la empresa DINUT S.A.C por permitirme ser parte de ellos y desarrollarme como profesional en la actualidad.

2

AGRADECIMIENTO

A los profesores de la universidad y a mis compañeros de trabajo, me apoyaron a la realización de mi tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
LISTADO DE TABLAS	vii
LISTADO DE TABLAS	viii
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
ASPECTOS GENERALES	2
1.1 Contexto (empresa)	2
1.1.1 Misión	2
1.1.2 Visión	2
1.1.3 Servicios y Productos	3
1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo	3
1.2.1 Delimitación temporal	3
1.2.2 Delimitación espacial	3
1.2.3 Objetivos	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes	5
2.1.1 Nacional	5
2.1.2 Internacionales	7
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1 Transportador Helicoidal	8
2.2.2 Partes del transportador	11

2.2.3	Parámetros de diseño	31
2.2.4	Acero Inoxidable 304L	37
2.3	Definición de Términos Básicos.....	38
	CAPÍTULO III	41
	DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	41
3.1	Determinación y análisis del problema.	41
3.2	Modelo de solución propuesto.	41
3.2.1	Parámetros de diseño	41
3.2.2	Factor de diseño del transportador helicoidal.....	43
3.2.3	Cálculo de la capacidad requerida	44
3.2.4	Cálculo del diámetro del Helicoidal por Capacidad	46
3.2.5	Cálculo de la Velocidad del Transportador.....	48
3.2.6	Cálculo de la potencia del transportador	48
3.2.7	Cálculo del Torque	56
3.2.8	Selección del Motorreductor.....	56
3.2.9	Selección del Diámetro del Eje.....	57
3.2.10	Selección del Diámetro del Tubo y Perno de Acoplamiento.....	58
3.2.11	Selección de Bridas para Artesa Tubular	59
3.2.12	Selección del diámetro de la Artesa tubular	60
3.2.13	Cálculo del Helicoide o Tornillo Sinfín	61
3.2.14	Selección de tapas para Artesa.....	65
3.3	Resultados.....	66
3.3.1	Parámetros de Diseño del módulo de transportador helicoidal vertical y horizontal.....	66
3.3.2	Componentes mecánicos del transportador helicoidal	67
	CONCLUSIONES.....	69
	RECOMENDACIONES	70

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	72
ANEXO A: Figuras	72
ANEXO B: Planos	88

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	Tipo de Materiales a Transportar	43
Tabla 2	Código de Clasificación del Material	43
Tabla 3	Datos generales del material para el diseño del transportador	44
Tabla 4	Factor de Capacidad según el Paso Especial C_{F1}	45
Tabla 5	Factor de Capacidad según el Helicoide C_{F2}	46
Tabla 6	Factor de Capacidad según el numero de Paletas C_{F3}	46
Tabla 7	Características de los materiales	47
Tabla 8	Capacidad para Transportadores Helicoidales	48
Tabla 9	Factor del Diámetro del transportador, F_d	50
Tabla 10	Factor del buje para colgante, F_b	51
Tabla 11	Factor del Material, F_m	52
Tabla 12	Factor del tipo de helicoidal, F_f	53
Tabla 13	Factor de paletas, F_p	53
Tabla 14	Factor de Eficiencia de las Transmisiones	55
Tabla 15	Valores de torsión para selección de diámetro del eje	58
Tabla 16	Relación diametro del eje respecto al tubo ,pernos de acople.	59
Tabla 17	Selección de Bridas para Artesa Tubular	60
Tabla 18	Tamaños de Tubos Dimensiones y Pesos	61
Tabla 19	Tabla de Tamaño Máximos de Partículas	62
Tabla 20	Tabla de Tapas de Artesa Exterior	66
Tabla 21	Datos calculados para los parámetros de diseño del transportador	62
Tabla 22	Datos de componentes mecánicos para el transportador helicoidal	63
Tabla 23	Datos de componentes mecánicos para el transportador helicoidal	64

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación Geográfica de la Empresa DINUT S.A.C	4
Figura 2	Transportador Helicoidal	9
Figura 3	Transportador Helicoidal Inclinado	10
Figura 4	Transportador Helicoidal vertical y horizontal.....	11
Figura 5	Partes del Transportador Helicoidal.	11
Figura 6	Artesa del tipo “U”	12
Figura 7	Artesa del tipo “U” con ceja Ángulo	13
Figura 8	Artesa del tipo “U” con Ceja Formada	13
Figura 9	Artesa Tubular con Formada.....	14
Figura 10	Artesa Tubular Sólida	15
Figura 11	Artesa Ensanchada	15
Figura 12	Artesa con Canal	16
Figura 13	Transportador Helicoidal de Paso Estándar	17
Figura 14	Transportador Helicoidal Cónico, Paso Estándar.....	18
Figura 15	Transportador Helicoidal de Paso Reducido.	18
Figura 16	Transportador Helicoidal con Paletas.....	19
Figura 17	Transportador Helicoidal Progresivo de Paso Variable	20
Figura 18	Transportador Helicoidal con Doble y Triple Paso.....	21
Figura 19	Transportador Helicoidal con Corte y Dobles de Paso Estándar.....	22
Figura 20	Transportador Helicoidal con Corte o Muecas de Paso Estándar . .	22
Figura 21	Transportador Helicoidal sin Eje Central	23
Figura 22	Transportador Helicoidal con Hélice Hueca	24
Figura 23	Transportador Helicoidal de Listón con Postes de soportes.....	24
Figura 24	Tipos de Tapas para un tipo de Artesa.....	25
Figura 25	Puerta de inspección para mantenimiento	26
Figura 26	Tipos de cubiertas para un tipo de Artesa.	27
Figura 27	Tipos de Ejes Motriz y Terminales	28
Figura 28	Tipos de Ejes Motriz de Acoplamiento	28
Figura 29	Rodamiento para piso y Unidad de brida	30
Figura 30	Detalle de la Holgura de Transportador Helicoidal	34
Figura 31	Esquema para el código del material.....	43
Figura 32	Factor de corrección de potencia para transportar material	53

Figura 33	Factor de sobrecarga, F	55
Figura 34	Perímetro mayor del Helicoide	62
Figura 35	Perímetro menor del Helicoide	63
Figura 36	Distancia lado ,paso y diametro del helicoide.....	34
Figura 37	Características de los Materiales	72
Figura 38	Código de Clasificación del Material.....	73
Figura 39	Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal CF ₁	74
Figura 40	Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal CF ₂	74
Figura 41	Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal CF ₃	74
Figura 42	Factores de Capacidad del Transportador helicoidal	75
Figura 43	Tamaño Máximo de partículas.....	76
Figura 44	Selección de componentes.....	76
Figura 45	Selección de componentes	77
Figura 46	selección de componentes	77
Figura 47	Selección de Bujes para colgantes.....	78
Figura 48	Factor del diametro del transportador	78
Figura 49	Factor del diametro del transportador.....	79
Figura 50	Factor de paletas	79
Figura 51	Factor de eficiencia.....	79
Figura 52	Capacidad torsional para acero inoxidable 304-316.....	79
Figura 53	Dimensiones del helicoide según su clase	80
Figura 54	tapa de la artesa tubular	80
Figura 55	Dimensionamiento de la artesa tubular	81
Figura 56	Dimensionamiento del helicoide.....	82
Figura 57	Dimensionamiento de la brida de artesa.	82
Figura 58	Espesor de los tubos según la cedula.....	83
Figura 59	Dimensiones de los tornillos.....	84
Figura 60	Dimensionamiento de la tapa de artesa.....	85
Figura 61	Cuadro de selección del motorreductor	86
Figura 62	Dimensiones de la serie C39 SIMENS -Motorreductores	87

RESUMEN

1 En el presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolló “DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE 5 TON/H PARA DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMPAÑÍA FABRICA DE CHOCOLATE, LIMA” se ha desarrollado con la finalidad de mejorar el proceso de transporte de los desechos sólidos sin el contacto directo con el personal a cargo del área ya que actualmente el material residual es sacado de manera rustica con ayuda de herramientas manuales (pala y balde) que a la larga podrían afectar tanto ergonómicamente su salud tales como dolores musculares , malestares generales por el esfuerzo físico constante.

2 Este trabajo busca mejorar las condiciones de trabajo en su operación en CNCH, la metodología que se empleara para realizar el siguiente trabajo de investigación es el método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño.

1 Para el cálculo de los componentes se va a utilizar la normativa ANSI CEMA 350, necesario para el estudio de parámetros para diseñar transportadores de tornillo sinfín ya que estos son ampliamente usados para el traslado de una amplia variedad de materiales cuyos resultados obtenidos en calculo son capacidad requerida $220 ft^3/h$, velocidad del transportador 60 rpm, potencia de accionamiento en vacío 0.0026 Hp, potencia de desplazamiento del material 0.25 Hp , potencia total 1.5 Hp , torque 120 N-m . con estos datos previamente son clave para conocer los componentes mecánicos del transportador como son diámetro del eje $\varnothing 1 \frac{1}{2} in$, diámetro del tubo helicoidal $\varnothing 2 in$ cedula 40, diámetro de la artesa tubular $\varnothing 10 in$, cálculos y diámetro del helicoide $\varnothing 9 in$,bridas y tapas para artesa, con toda la información recopilada se diseñó un prototipo en 3D usando el software inventor además se agregó las vistas isométricas de los componentes en mención.

INTRODUCCIÓN

1 El siguiente trabajo con título “DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR HELICOIDAL DE 5 TON/H PARA DESECHOS SÓLIDOS EN LA COMPAÑÍA FABRICA DE CHOCOLATE, LIMA”, se ha desarrollado con la finalidad de mejorar el proceso de transporte de los desechos sólidos sin el contacto directo con el personal a cargo del área añadiendo ello también a una problemática relevante, al no disponer de un equipo capaz de transportar cantidades constante de desechos orgánicos e inorgánicos proveniente del filtro de prensa de fajas Ashbrook Simon-Hartley hacia las tolvas de recolectores de desechos sólidos.

El objetivo general es el diseño de un transportador helicoidal para el área de PTAR, con la implementación de transportador helicoidal horizontal vertical respectivamente se evacuará de manera continua una cantidad estimada de 5 ton/h de desechos sólidos en el área PTAR.

Reduciendo considerablemente los costos de la empresa en realizar dicho trabajo, reducir también la contaminación del área, como también un punto clave reducir la exposición del personal al contacto directo con este material residual ya que los operarios del área realizaban el acopio de los desechos sólidos de manera rustica con ayuda de herramientas manuales que a la larga podrían afectar tanto ergonómicamente su salud.

Se va a diseñar el transportador helicoidal ya que su diseño se basa en un estudio de ingeniería en una memoria de cálculo, tiene sustento técnico, esto hace que el equipo sea más confiable.

El presente trabajo de tesis, se ha desarrollado de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se da conocer el contexto de la empresa, indica el desarrollo espacial, temporal del trabajo, y los objetivos que motivan dicha investigación.

24 En el Capítulo II, se muestran los antecedentes relacionados con dicho trabajo de investigación, bases teóricas (técnicas, metodología, normativas), definición de términos básicos correspondientes para el desarrollo del trabajo que tiene como propósito siguiente sustentar el trabajo de suficiencia profesional.

2 En el Capítulo III, se desarrolló del trabajo de suficiencia profesional, la determinación y análisis del problema, diseño, cálculos de parámetros selección de componentes del transportador modelo de solución propuesto, resultados y conclusiones obtenidas.

2

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Contexto (empresa).

La empresa DINUT S.A.C. se especializa en la elaboración y ejecución de proyectos de automatización y electromecánica de mantenimiento eléctrico mecánico con 5 años de experiencia en el mercado en la industria nacional.

1.1.1 Misión

La empresa tiene como misión desarrollar comercializar productos con alta aceptación en la industria tanto eléctrica, mecánica y automatización para lograrlo cuenta con el respaldo de personal capacitado, contamos con un portafolio de equipos acorde a la demanda actual ofrece servicios de automatización eléctrico mecánico comprendiendo claramente las necesidades de nuestros clientes usando las mejores tecnologías, y diseños para brindarles soluciones eficientes.

0

1.1.2 Visión

Ser la empresa líder en el mercado en la elaboración y ejecución de proyectos a nivel nacional en automatización eléctrico mecánico, con un equipo con un solo enfoque, proponiendo soluciones innovadoras a las necesidades de nuestros clientes además cumpliendo con la demanda del mercado de esta manera consolidarnos nuestra presencia a nivel nacional.

1.1.3 Servicios y Productos

Servicios: Automatización para sistema de seguridad en procesos industriales, contabilización de productos, servicio de mantenimiento de tableros eléctricos, mantenimiento de componentes sanitarios.

Productos: Parte mecánico tenemos como la construcción de equipos con diseño sanitario manifolds, transportadores de línea, correntómetro, tanques para destilación de aceites, filterflo, tanques sanitarios mayormente para un sistema de integración para preparación de jarabe simple y componentes proveemos también de materiales, equipos y consumibles para su ejecución, construcción de tableros de control, tableros eléctricos.

2

1.2 Delimitación temporal y espacial del trabajo.

1.2.1 Delimitación temporal.

El presente trabajo elaborado para la sustentación por modalidad de suficiencia profesional está comprendido del 08 de febrero del 2024 hasta el 22 de marzo del 2024.

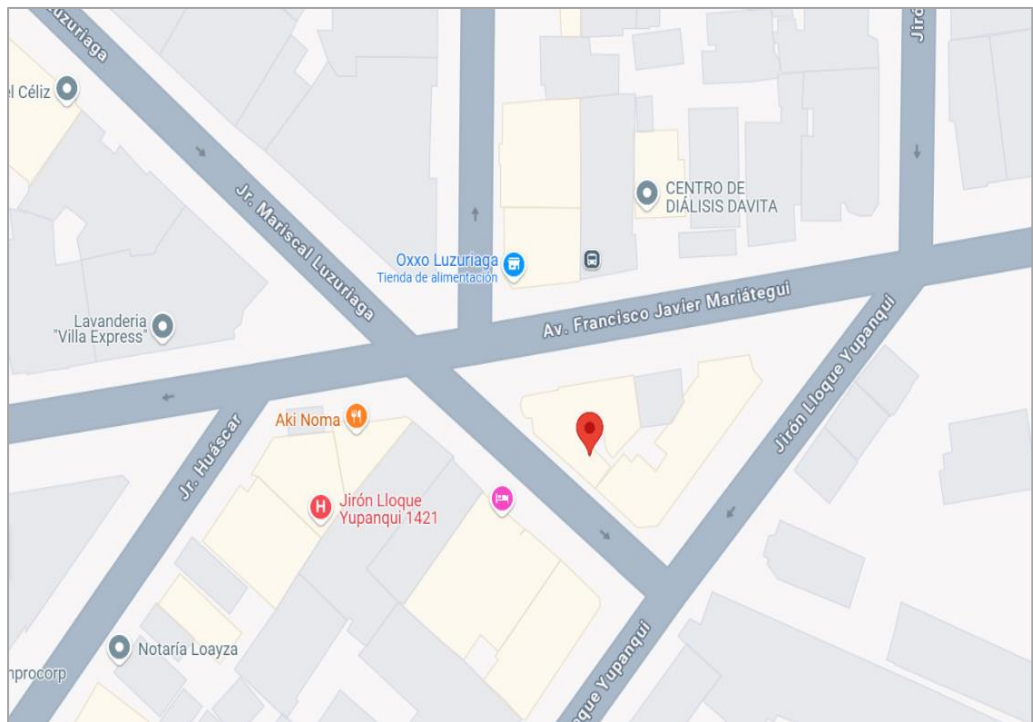
1.2.2 Delimitación espacial.

Así también este trabajo de suficiencia profesional parte considerar del equipo encargado de proyectos y su desarrollo, se encuentra en la empresa DINUT S.A.C por lo que la delimitación espacial se encuentra ubicada en el Jr Mariscal Luzuriaga Nro. 737 Dpto.401(Alt. de la Cdra. 11 de la Av. Mariátegui) departamento de lima. En la Figura 1, se muestra la ubicación geográfica de la empresa DINUT S.A.C.

22

Figura 1

Ubicación Geográfica de la Empresa DINUT S.A.C



Nota. Fuente: Google Maps.

1.2.3 Objetivos.

- O1. Objetivo 1.** Determinar los parámetros de diseño para el módulo de transportador helicoidal.
- O2. Objetivo 2.** Dimensionar los componentes mecánicos de un transportador helicoidal según la norma ANSI CEMA 350.
- O3. Objetivo 3.** Realizar el diseño en 3D del sistema de transporte helicoidal en el software CAD inventor para su verificación de datos en diseño.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacional

(Obregón, 2023) realizó un estudio sobre el “*Diseño modular de transportador helicoidal de inclinación variable aplicando controlador lógico programable*” en Nuevo Chimbote. Este trabajo de investigación propone el diseño de un sistema modular de transportador helicoidal de inclinación variable para la industria, aplicando un controlador lógico programable. Buscó optimizar el transporte de materiales de diversas condiciones de trabajo con ello mejorando la significativamente la eficiencia operativa. Se evaluaron diferentes tipos de configuraciones del transportador realizando una comparativa en cuanto eficiencia de trabajo cuando trabaja en determinado Angulo de trabajo dando como resultado aumentar hasta un 25% la capacidad de transporte , mejorando en cuanto a su precisión del sistema además se analizó mediante análisis de elementos finitos los componentes más críticos del transportador para tener una mejor visualización de donde surgir fallas tales como el espesor de la placa de soporte artesana para una carga puntual ,dando como resultado 6mm, las columnas rectangulares del primer soporte ,dentro de su cálculo admisible de perfil se determinó a un 424.23 kN para una carga crítica de 1272.7 kN con un factor de seguridad 3 obteniendo un esfuerzo máximo 81.58 N/mm² , al analizarlo mediante el programa SolidWorks representa 34.9% de fiabilidad en su resultado y para terminar la viga de unión travesaño que es la que soporta todo el peso de transportador incluido el actuador hidráulico ,en teoría se obtuvo un resultado de 3.36 MPa en términos de análisis de carga simulada con un esfuerzo máximo fue de 75.593 MPa dando como resultados una fiabilidad mayor. El estudio también identifico que el uso de PLCs redujo errores de control de inclinación, mejorando la precisión con ello se redujo el costo operativo.

(Lhinders, 2022) en su trabajo *“Diseño de un transportador de hielo tipo tornillo sin fin”*, en Lima. Buscó Diseñar un transportador para hielo en escamas tipo sin fin. El cual se demostraron que el movimiento de materiales dentro del transportador es relativamente constante, cuando la tasa de llenado es inferior a la de 50%, cuando la tasa de llenado es superior es de 50 % el movimiento circular se mejora por el aumento de la velocidad rotación, lo que afecta la estabilidad y reduce la eficiencia del transporte ,con esto el autor concluyo que no habría problema ya que la tasa de llenado es de un 30 % con una velocidad constante. En su elaboración de cálculo de diseño se obtuvo una capacidad necesaria de 6600 lbf/h equivalente a 3 ton/h, torque requerido de 525.2 lbf/pulg, el diámetro del helicoidal de 6 pulg y velocidad de 120 rpm para el motorreductor. Además, se definió el tipo de transportador en base a una comparación de ventajas tanto de facilidad de instalación y bajo costo de fabricación, siendo la mejor alternativa para transportar hielo en escamas sin afectar al producto ni al equipo, el de tornillo sin fin.

(Polo, 2017) desarrollo el trabajo *“Diseño del conjunto de transportadores helicoidales para evacuar 1.8 ton/h de ceniza de la caldera de la empresa Agrolmos S.A.C”* en Trujillo. El objetivo del estudio es optimizar el proceso de evacuación de cenizas, mejorando la eficiencia del sistema de transporte. Además, el estudio determinó que el diseño propuesto es capaz de operar de manera continua durante 16 horas al día lo que incrementa significativamente la productividad de la planta además permitió aumentar la capacidad de evacuación dando como resultados la velocidad del helicoide 26.63 rpm, a un diámetro de 9 in con una capacidad equivalente a 145.140 pie³/h tomando en cuenta desde la descarga del precipitador electrostático hacia el transportador principal, el tipo de helicoide es estándar ,por otro lado se usara un motor de 1.5 hp.

(Ayala, 2019) en su tesis *“Diseño de una transportadora de harina para el traslado de molido en la Empresa Agroindustrial Vásquez S.A.C”* en Huancayo. buscó diseñar una transportadora de harina para el traslado de molido. El nivel de investigación fue descriptivo de revisión bibliográfica. En el desarrollo del trabajo de investigación se diseñó con la maquina con una

capacidad de transportar un flujo de 400 kg/h teniendo una masa total de 52.26 kg. Hélice con un diámetro de 95. Mm, su potencia 18.79 W con torque de 1.5 Nm a una revolución de 120 rpm, la rapidez lineal 0.1524 m/s. con respecto al motorreductor su rotación de salida 292 rpm la potencia de ingreso $\frac{1}{4}$ Hp, sistema de transmisión la polea motriz y conducida fueron $\varnothing$ 65 mm y $\varnothing$ 158 mm respectivamente la relación de transmisión es de 2.43 correa de perfil tipo A para su transmisión.

2.1.2 Internacionales

5 (Aguilera, 2013) realizó un estudio sobre el *“Rediseño del Tornillo Sinfín de los transportadores Rotatorios del Filtro de mangas de la Planta Preparación de Mineral”* desarrollado en Cuba. Buscó realizar un plan de mantenimiento y selección de una nueva transmisión del reductor para el aumento de la capacidad del tornillo sinfín. El cual concluyo en cuanto a su coste actual con el diseñado en 35% menos a realizando el proceso de mantenimiento a un bajo coste. En cuanto a la hora de producción lo proyectado es 29.72 t/hr, se realizó una revisión bibliográfica donde se buscaba las referencias relevantes del trabajo para posterior mente aplicar los conceptos y parámetros de diseño. En su rediseño proyectado salió valores tales como su potencia 8.0 kW, número de revolución 1800 rpm, potencia nominal del reductor 7,2 kW, relación de transmisor 18.94, con ello la propuesta del rediseño cumple con parámetros productivos para obtener una mayor eficiencia.

1 (Osorio, 2018) en su trabajo *“Estudios, Puesta en marcha Proposición de Ensayos para un Transportador de Tornillo de Laboratorio ubicado en Valparaíso”*, Chile. El objetivo fue realizar ajustes a un transportador de tornillo para ejecutar la puesta en marcha de esta máquina. El nivel de investigación fue descriptivo de revisión bibliográfica obteniendo puntos relevantes de su trabajo para posteriormente aplicarlos bajo los parámetros referidos del comportamiento del transportador con ello se adiciono ensayos de modelado y simulaciones con la finalidad de registrar los efectos producidos al motor en diferentes acontecimientos de trabajo.

(Bonastre, 2024) desarrollo el trabajo “*Diseño de un Transportador Sinfin Refrigerado*” en España. Buscó diseñar un transportador helicoidal que permita el avance de residuos sólidos desde la salida del pirolizador mientras desciende de unos 500°C hasta unos 60 °C. El nivel de investigación fue descriptivo de revisión bibliográfica, teniendo como resultado la potencia necesaria del motor en 0.225 kW, velocidad de operación es de 70 rpm, longitud del equipo 5 m, el coeficiente de transferencia de calor es 305 W/m² °C, con luz de 4 m², para definir un buen desempeño para transportador se propuso la inclusión de difusores o aletas en el interior de las camisas exterior al agua a recorrer la superficie del tubo por ambos lados. Esta surgencia se debe a que el agua al circular por el exterior de la camisa interior, no lo vaya a realizar de igual manera por ambas caras.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Transportador Helicoidal

Los transportadores de tornillo sin fin son instalaciones transportadoras para material a granel, que se basan en el principio de funcionamiento del tornillo de Arquímedes. El elemento transportador es un metal plano moldeado en forma de hélice (hélice de tornillo sin fin). Esta rota alrededor del eje longitudinal y transporta el material en horizontal, vertical o en un plano inclinado. Durante el transporte del material a granel también pueden llevarse a cabo etapas de procesamiento como mezclado, deshidratación o compresión. También es posible enfriar o secar durante el transporte. Los transportadores de tornillo sin fin tienen una estructura sencilla, pero su uso solo es razonable para longitudes de transporte relativamente cortas. Y debido al rozamiento del material a granel en la artesa del tornillo, la potencia necesaria de un transportador de tornillo es considerablemente superior que la banda transportadora o un elevador de cangilones. (Polo, 2017,p.18)

Figura 2

Transportador Helicoidal



Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

2.2.1.1 Transportador Helicoidal Inclinado

Los transportadores helicoidales inclinados requieren mayor potencia y tiene menor capacidad que los transportadores helicoidales horizontales. E l incremento en la potencia y la disminución en la capacidad depende del ángulo de inclinación y de las características del material a transportar.

Los transportadores inclinados operan con mayor eficiencia, si las artesas son tubulares o el diseño involucra casquillos en la cubierta y el mismo número de colgantes intermedios. De ser posible deben operar a velocidades relativamente altas para evitar que el material se regrese. (Martin,2020, p.H-31).

Figura 3

Transportador Helicoidal Inclinado



Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

2.2.1.2 Transportador Helicoidal Vertical y Horizontal

Los transportadores helicoidales verticales proveen un método eficiente para subir la mayoría de los materiales que pueden ser manejados en los transportadores helicoidales horizontales. Como los transportadores verticales deben ser alimentado uniformemente para evitar atascamientos, por regla general su, diseño incluye una alimentación helicoidal integrada.

Al igual que los transportadores horizontales, los transportadores verticales están disponibles con accesorios y características especiales, incluyendo componentes en acero inoxidable y en otras aleaciones. (Martin,2020, p.H-31)

Figura 4

Transportador Helicoidal vertical y horizontal



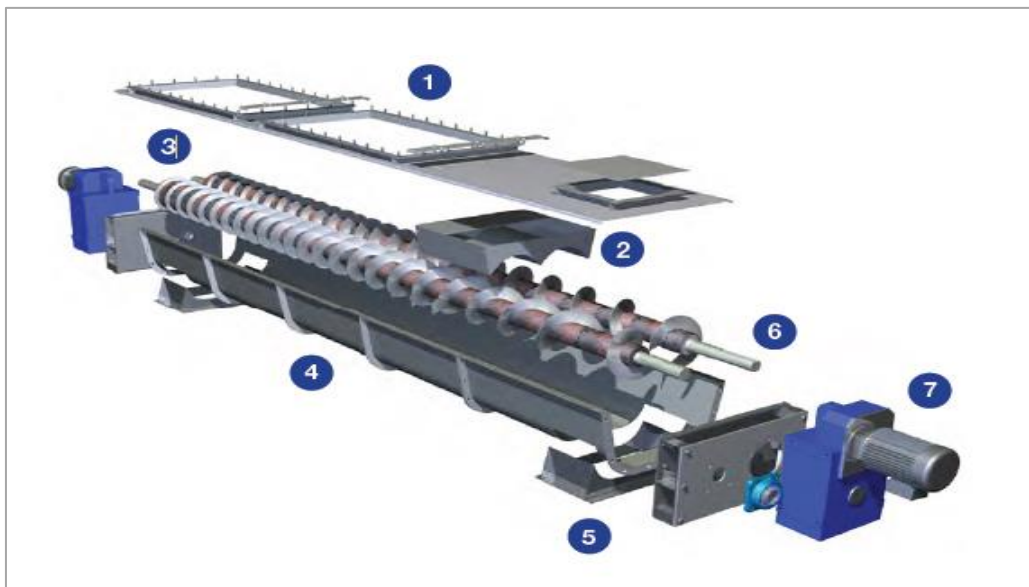
Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

2.2.2 Partes del transportador

En la figura se pueden destacar los siguientes que en su mayoría se construye con regularidad:

Figura 5

Partes del Transportador Helicoidal



Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

Un transportador helicoidal es un mecanismo muy útil en cuanto costo por la flexibilidad en cuanto a su construcción y fabricación si fuera el caso de piezas para su mejor desempeño. En la figura 5 se puede apreciar partes del transportador helicoidal

- 1 Puerta de inspección para mantenimiento
- 2 Cubierta
- 3 Helicoide
- 4 Artesa
- 5 Soporte Y Chasis
- 6 Eje
- 7 Motorreductor

2.2.2.1 Artesa

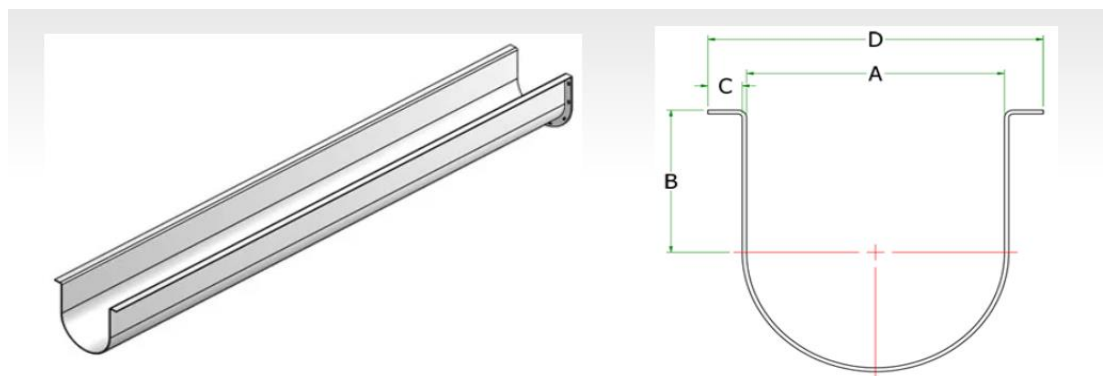
Son paredes metálicas que rodean envuelve y cierra al transportador, forman parte del alojamiento del tornillo sin fin para contener el material, trasladarlo hacia un punto concreto y aislarlo del ambiente exterior. Entre los tipos de artesas para transportador de tornillo tenemos los siguientes: (Martin, 2020, p.H-52).

- Artesa en “U”

Es una artesa económica de uso común, construcción de una sola pieza tiene una longitud estándar en existencia. (Martin, 2022, p.H-6).

Figura 6

Artesa del tipo “U”



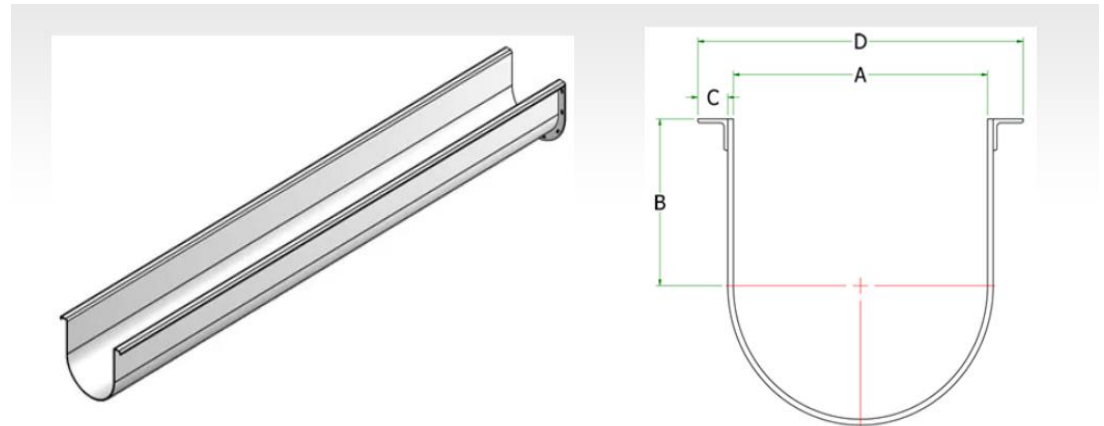
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Artesa en “U” con Ceja Ángulo**

Tiene una construcción rígida, sus longitudes son estándares. (Martin, 2020, p.H-52).

Figura 7

Artesa del tipo “U” con ceja Ángulo



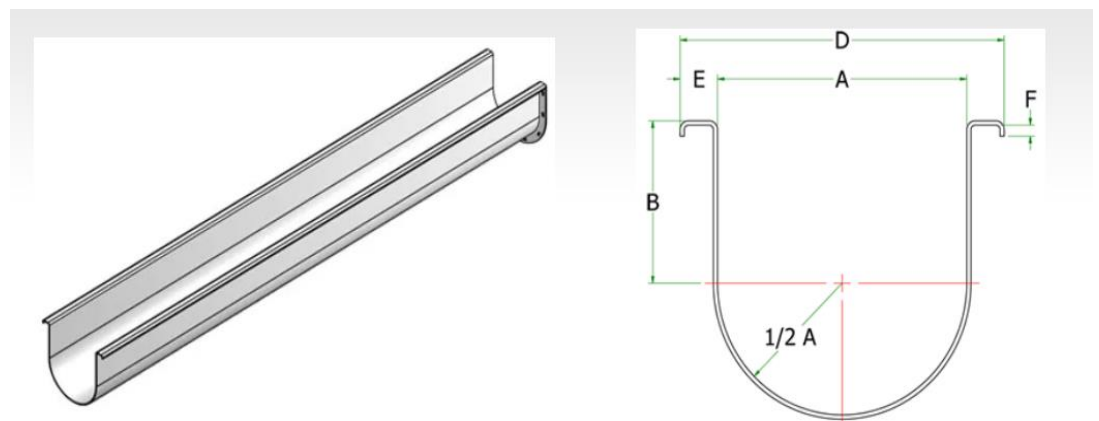
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Artesa en “U” con Ceja Formada**

Es un tipo de artesa con construcción de una sola pieza. La ceja provee una rigidez extra a la pieza. Longitud estándar en existencia. (Martin, 2020, p.H-52).

Figura 8

Artesa del tipo “U” con Ceja Formada



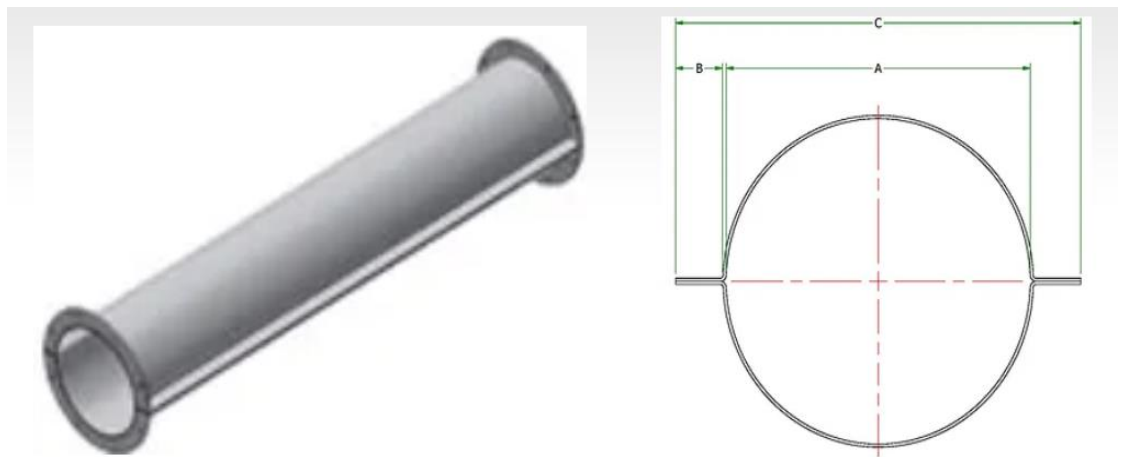
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Artesa tubular con Ceja Formada**

Esta clase de artesa puede operar llena en aplicaciones de uso de alimentadores. En aplicaciones inclinadas, minimiza el regreso del material. Se desensambla fácilmente para su mantenimiento, se pueden sellar con empaque para confinamiento a prueba de polvo además se requieren registros para colgante para usar colgantes estándar. (Martin, 2020, p.H-52).

Figura 9

Artesa Tubular con Formada



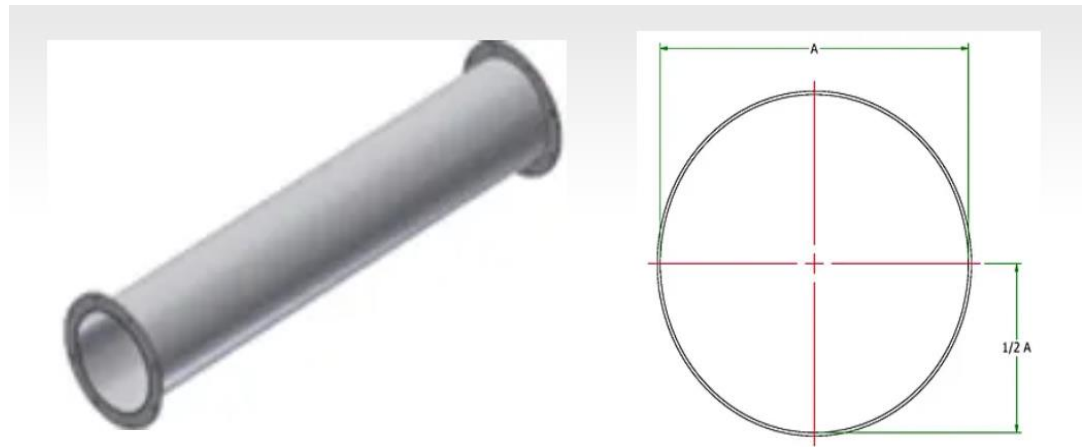
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Artesa Tubular Sólida**

Construcción de una pieza para aplicaciones totalmente cerradas o inclinadas, pueden cargarse completamente en su sección transversal (hasta un 95% de porcentaje de carga) son muy fuertes para facilitar el transporte en pendiente además se requiere registro para colgante para usar colgantes estándar. (Martin, 2020, p.H-52).

Figura 10

Artesa Tubular Sólida



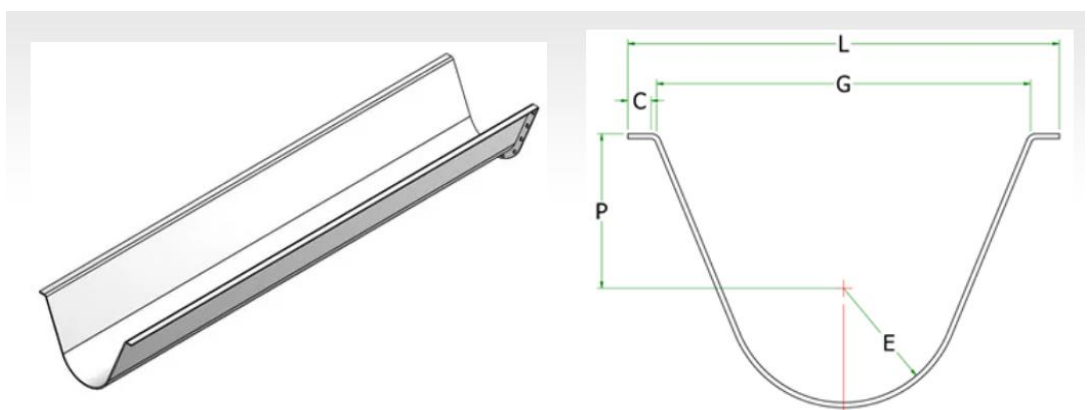
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Artesa Ensanchada**

Se utiliza cuando los materiales tienden a puentearse o cuando se necesitan entradas ensanchadas. (Martin, 2020, p.H-52).

Figura 11

Artesa Ensanchada



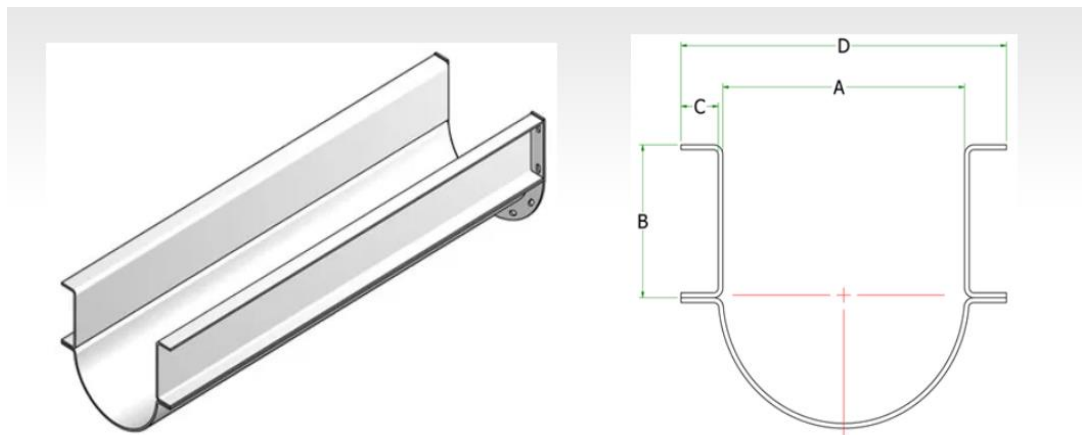
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Artesa con Canal**

Este tipo de artesa añade refuerzo estructural cuando las artesas son más largas que lo estándar. (Martin, 2020, p.H-52).

Figura 12

Artesa con Canal



Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

2.2.2.2 Helicoidales

Los helicoidales es el responsable del transporte de materiales sólidos, un transportador de tornillo se definirá de acuerdo con la característica de trabajo, tales como caudal cantidad de material a ser transportado, velocidad de transporte inclinación transportador, entre otros. presentan dos grandes grupos indicados en tabla ya sea los helicoidales continuos como también los helicoidales seccionales estándar. Son realizados mayormente con planchas que oscilan entre los 2 mm a 12 mm según diámetro de eje y material a transportar. (Martin, 2020, p.H-50).

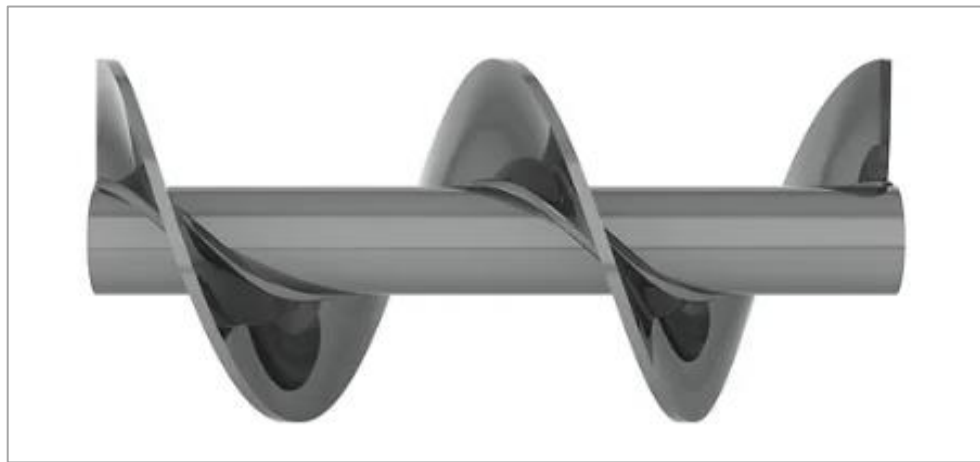
Además, el helicoide este sujeto a tipos de paso en su forma, entre los tipos principales están:

- **Transportador Helicoidal de Paso Estándar**

Los helicoidales con paso de avance igual al diámetro son considerados estándar, son apropiados para una gran variedad de materiales en la mayoría de aplicaciones de Tornillo Transportador Helicoidal en su configuración de tipo horizontal. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 13

Transportador Helicoidal de Paso Estándar



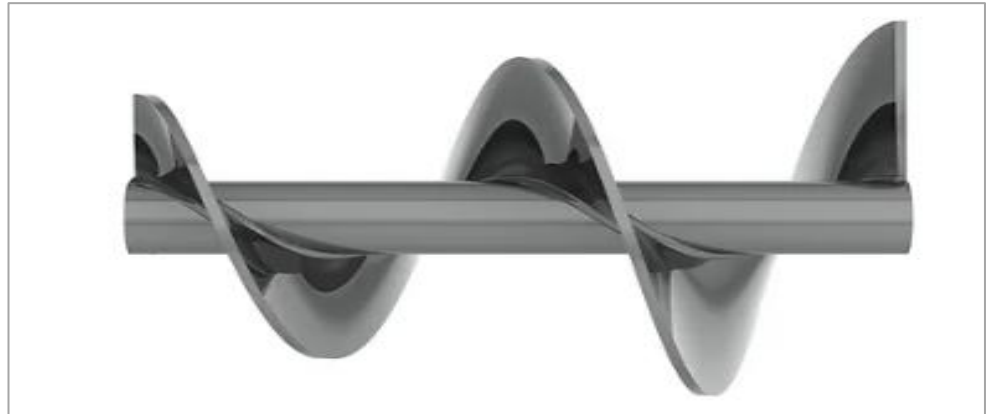
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal Cónico, Paso Estándar**

Los Tornillos Helicoidales cónicos proporcionan un cambio incremental continuo en el volumen de extracción del Tornillo Helicoidal. Esto promueve una reducción uniforme en una situación de tolva completa, este diseño provoca compactación del material. Son equivalentes es su operación, pero más económicos que los de paso variable. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 14

Transportador Helicoidal Cónico, Paso Estándar



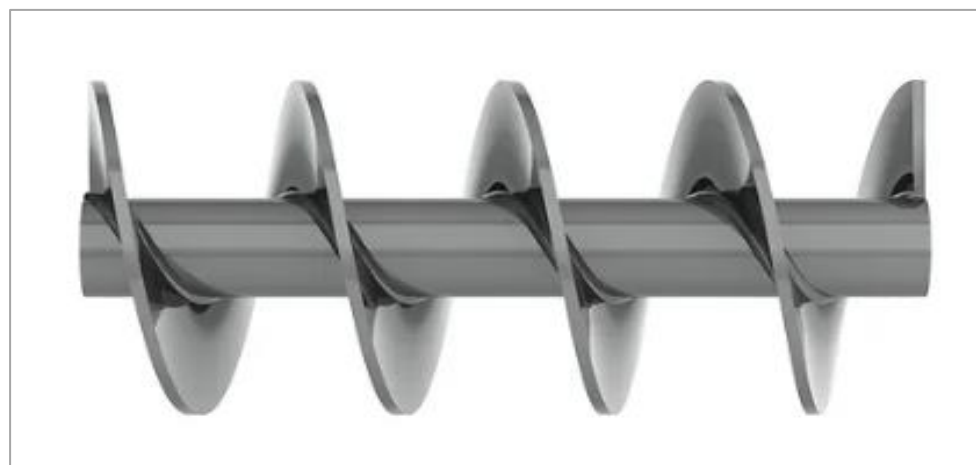
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal paso reducido**

Los helicoidales de paso corto son utilizados en todas las referencias tanto horizontal, en vertical o inclinado. También se utilizan para controlar la alimentación en la entrada y para reducir la descarga de materiales que fluyen libremente. Cuanto más corto es el paso de avance más eficiente es el tonillo transportador. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 15

Transportador Helicoidal de Paso Reducido



Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal con Paletas**

Estas clases de helicoidales tienen paletas los cuales se colocan en formato helicoidal alrededor de un tubo central cuadrado o redondo se forma un espiral segmentada. Se usan en mezcladoras de productos secos cuando se agregan líquidos durante el proceso. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 16

Transportador Helicoidal con Paletas



Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal Progresivo o Tornillo de Paso Variable**

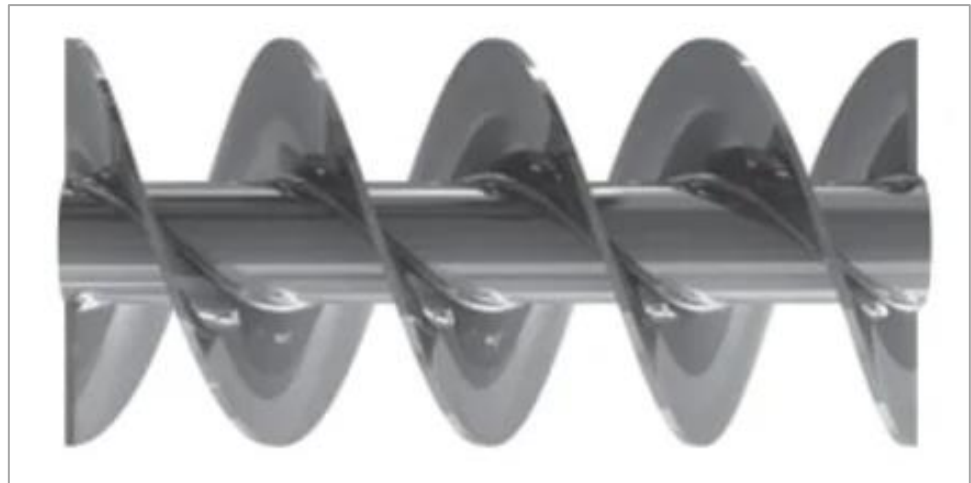
Los transportadores sin fin de paso variable se utilizan para controlar la cantidad de material arrastrado a lo largo de la tolva. Al aumentar el paso se avanza a lo largo de un tornillo helicoidal, puede aumentar gradualmente el volumen de producto que puede ingresar al sistema. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 17*Transportador Helicoidal Progresivo de Paso Variable*

Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal con Doble y Triple Paso**

Los transportadores de tornillo helicoidal con doble inicio se usan para acelerar el proceso de transporte en la entrada del transportador de tornillo e incluso compensar el efecto de pulsación en la salida. También se usan típicamente en barrenas helicoidales de perforación para que al realizar la perforación se igualen las fuerzas de torsión en el tornillo transportador helicoidal sinfín. Este diseño tiene una particularidad con algunos materiales ya que permiten que estos fluyan suave y uniformemente. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 18*Transportador Helicoidal con Doble y Triple Paso*

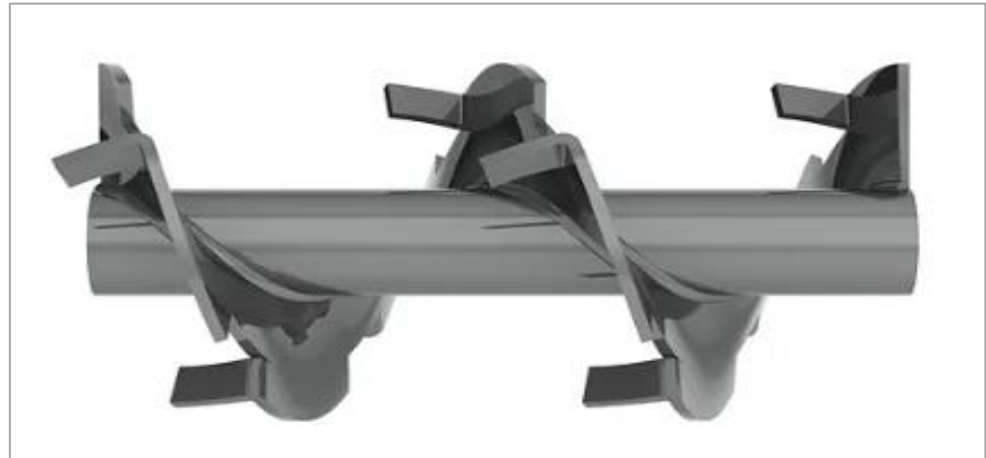
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal con Corte y Dobles, Paso Estándar**

Este tipo de helicoidal con muescas dobladas se utilizan para proporcionar una acción de mezcla suave. Los transportadores helicoidales con muescas son útiles para mezclar diferentes materiales durante el proceso de transporte. El flujo retardado parcialmente favorece un minucioso mezclado. Es excelente para calentar, enfriar o airear sustancias. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 19

Transportador Helicoidal con Corte y Dobles de Paso Estándar

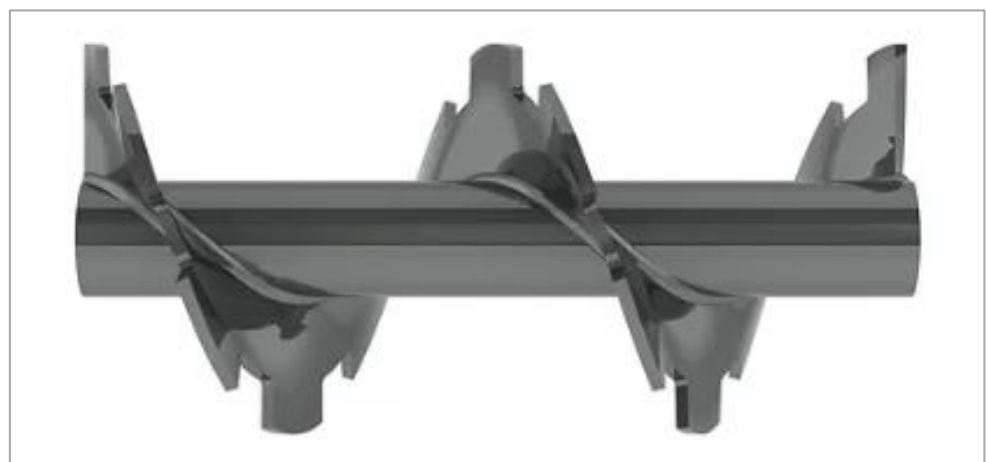


Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal con Muestras, Paso Estándar**
Tiene un segmento cortado a intervalos regulares en su extremo exterior, esto favorece el efecto de mezclado y agitación del material en tránsito. Es muy útil para mover materiales que tienden a compactarse. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 20

Transportador Helicoidal con Corte o Muestras de Paso Estándar



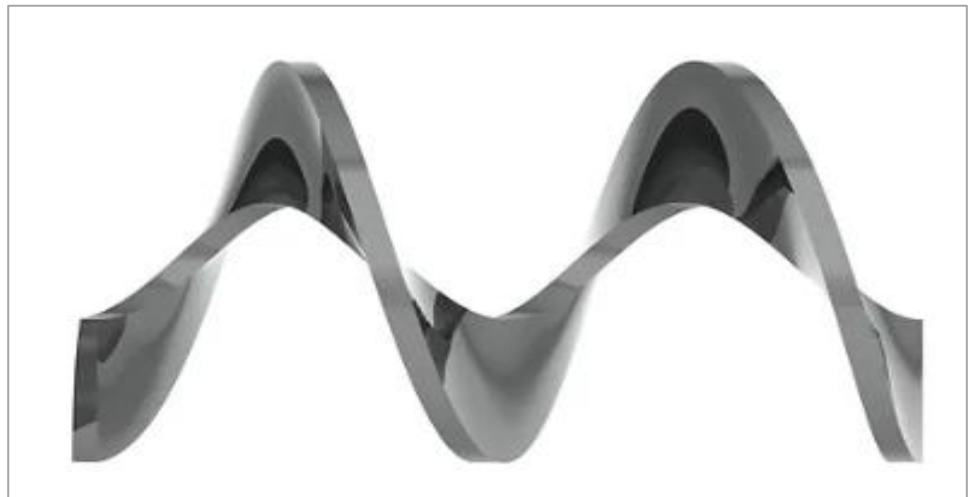
Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal sin eje Central (Shaftless)**

Los transformadores de gusano sinfín sin centro (Shaftless) se utilizan para mover materiales extremadamente pegajosos o fibrosos que tienden a enrollarse o acumularse en un tubo central. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 21

Transportador Helicoidal sin Eje Central



Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- **Transportador Helicoidal con hélice hueca**

Este tipo de helicoide tiene una particularidad su hélice hueca se utilizan para pasar líquidos de calefacción o refrigeración alrededor de la hélice sinfín. La tubería central hueca como el tramo hueco se usan como intercambiadores de calor para enfriar, calentar o descongelar el material que se transporta. (Martin, 2020, p.H-77).

Figura 22

Transportador Helicoidal con Hélice Hueca



Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

- Transportador Helicoidal Listón con Poste

Los tornillos transportadores de cinta con poste de soporte se utilizan para manejar materiales pegajosos o cohesivos que tienden a acumularse en la interfaz del tubo del tornillo, el listón consiste de helicoidales seccionales soldados para formar una hélice. (Martin, 2020, p.H-82).

Figura 23

Transportador Helicoidal de Listón con Postes de soportes



Nota. Fuente: Bega Helicoidales, Bega (2024)

2.2.2.3 Tapas de Artesa o Lateral

Las tapas para cerrar y conectar la parte inicial como el final de carrera de la artesa se puede instalar la chumacera o rodamientos para fijar el eje helicoidal, la perforación para chumaceras de bronce o para chumaceras de bola con brida son estándar, se aplica también los rodamientos de bronce y de bolas. (Martin, 2020, p.H-62).

En las siguientes imágenes se puede observar sus tipos de tapas para un tipo de artesa en específico.

Figura 24

Tipos de Tapas para un tipo de Artesa

	ARTESA "U"	ARTESA TUBULAR	ARTESA ENSANCHADA	ARTESA RECTANGULAR	
TAPAS DE ARTESA EXTERIOR CON PIE					Es el tipo más usado ya que incluye el soporte de la artesa.
TAPAS DE ARTESA EXTERIOR SIN PIE					El soporte de la artesa no está incluido.
TAPAS DE ARTESA DE PATRÓN INTERIOR		Disponible según la aplicación	Disponible según la aplicación		Se utiliza cuando el espacio es limitado o la artesa no tiene brida en el extremo.
TAPAS DE ARTESA DE DESCARGA FRONTAL		Disponible según la aplicación			Para transportadores con descarga en el extremo. Se requiere un rodamiento de pared especial.
TAPAS DE ARTESA CON RODAMIENTO EXTERIOR SENCILLO					Se utiliza cuando se requiere usar un sello de empaque por compresión o un sello de collarín bipartido (glándula).

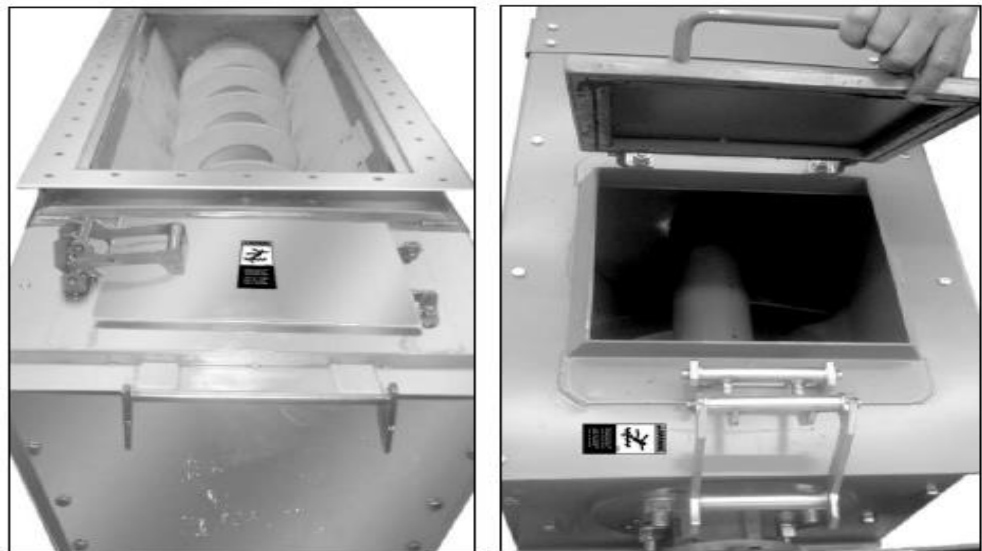
Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

2.2.2.4 Puerta de Inspección para Mantenimiento a Prueba de Polvo

Las puertas de inspección son ideales para inspección visual. Esto permiten eficientemente el acceso al personal autorizado y mantienen la seguridad con una pestaña de seguridad. La puerta viene con un sello de hule o también se puede optar con empaques para su hermeticidad en cuanto a su cierre. la manilla y las bisagras son moldeables dependiendo de su diseño. (Martin, 2020, p.H-103).

Figura 25

Cubierta, Cámara de inspección para mantenimiento



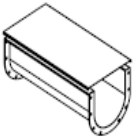
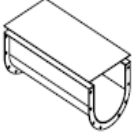
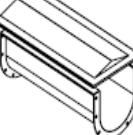
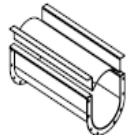
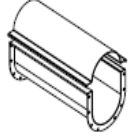
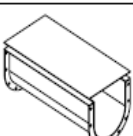
Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

2.2.2.5 Cubierta de Artesa

Son planchas ubicadas en la parte superior de la Artesa, surte el trabajo hermetizar en su extensión al helicoides. (Martin, 2020, p.H-101).

Figura 26

Tipos de cubiertas para un tipo de Artesa

CUBIERTA FORMADA		Es la que se utiliza con mayor frecuencia. Se puede suministrar con empaques y soleras de unión en aplicaciones a prueba de fuga de polvo. Puede suministrarse semiformada si se utilizan prensas de resorte para sujetar la cubierta.
CUBIERTA PLANA		Se utiliza normalmente sólo para cubrir el transportador por seguridad.
CUBIERTA DE ARTESA ENSANCHADA		Normalmente son del tipo bridado y de calibres mayores debido al claro que deben cubrir.
CUBIERTA A DOS AGUAS		Las cubiertas a dos aguas son similares a las cubiertas formadas convencionales, excepto que la arista forma un pico al centro de la cubierta. Una placa soldada en el extremo cierra la cubierta y las diversas secciones se sellan con las soleras de unión. Estas cubiertas se recomiendan en aplicaciones a la intemperie para evitar que se acumule la humedad. También se usan en caso que se requiera una cubierta más rígida.
CUBIERTAS DE CASQUILLO		Se utiliza para convertir las artesas en "U" a sección tubular en aplicaciones inclinadas o de alimentadores helicoidales.
CUBIERTAS DE DOMO		Estas cubiertas son domos de medio círculo rolados al mismo diámetro interior de la artesa, formadas para atornillarse a los ángulos superiores de la artesa. Se utilizan cuando se requiere ventear humos y/o gases calientes despididos por el material que está siendo transportado. Las secciones de los extremos tienen soldadas placas y las diversas secciones se conectan con las soleras de unión. Se puede colocar tubos de venteo y/o líneas de succión.
CASQUILLOS PARA ALIMENTADORES		Los casquillos se utilizan en secciones de artesa de los alimentadores helicoidales para reducir el claro entre la cubierta y el helicoidal y de esta forma controlar el flujo del material. La longitud es la apropiada para evitar que los materiales fluyan sin control. Los espesores de los casquillos son proporcionales al tamaño y calibre de la artesa.

Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

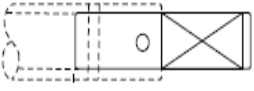
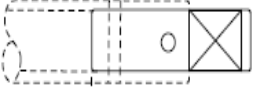
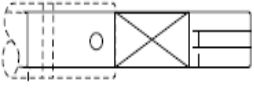
2.2.2.6 Eje Helicoidal

Generalmente tubular recibe el movimiento de la transmisión y gira apoyado sobre rodamientos, situados a distancias especificadas por tablas. Existen apoyos terminales o extremos y apoyos intermedios, para longitudes considerables.

Existen dos grupos de ejes en cuanto a funcionalidad. Como se puede ver en la siguiente figura. (Martin, 2020, p.H-50).

Figura 27

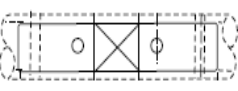
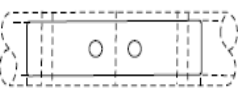
Tipos de Ejes Motriz y Terminales

EJE TERMINAL		Los ejes terminales solo sirven para apoyar la última sección del helicoidal por lo que regularmente se suministran en acero rolado en frío. Los ejes terminales se barrenan con plantilla para facilitar la instalación y con tolerancias diametrales cerradas para asegurar la adecuada operación del rodamiento.
EJE TERMINAL PARA COLGANTE		Los ejes terminales para colgante están diseñados para conectar solamente una sección del helicoidal con un buje para colgante. Estos ejes también pueden ser usados en pares para dividir un transportador excesivamente largo a fin de utilizar dos transmisiones.
EJE MOTRIZ #1		Este tipo de eje motriz se utiliza cuando el transportador se suministra con tapas estándar. El barrenado con plantilla facilita la instalación.
TRANSMISIÓN ESPECIAL		Se fabrican considerando la longitud requerida de acuerdo a la posición de los rodamientos, los sellos y el cuñero.

Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

Figura 28

Tipos de Ejes Motriz de Acoplamiento

ACOPLAMIENTO		Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes se suministran normalmente en acero C-1045; sin embargo, también se pueden suministrar ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante cuando se transportan materiales muy abrasivos. El barrenado con plantilla facilita la instalación.
ACOPLAMIENTO CERRADO		Los ejes de acoplamiento cerrado, se utilizan para unir secciones de helicoidales cuando no se requiere el uso de colgantes. El barrenado con plantilla facilita la instalación.

Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

2.2.2.7 Colgante

Su principal función es no permitir la flexión en las partes intermedias, donde sea necesario al tornillo, siendo diseñada primordialmente para soportar cargas radiales con bajo porcentaje de carga axial. En casos de entrelaces se puede tener apoyo en ambos extremos o colocar un apoyo en conjunto con una guía que surte como machine. (Martin,2020, p.H-91)

2.2.2.8 Buje

Es la parte mecánica, su principal función es evitar el desgastes o atrofiamiento del eje u otros componentes. Puede ser solo de un material (bronce teflón, nailon, acero, etc.) o de dos a más materiales en su composición previo cálculos, estos son versátiles y se pueden utilizar como soporte o cojinetes, como accesorios de centrado. (Martin, 2020, p.H-6).

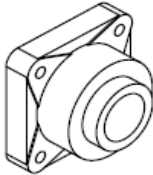
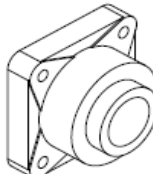
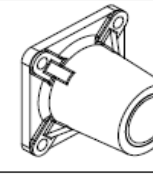
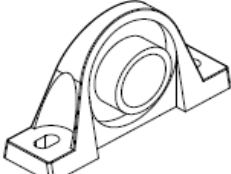
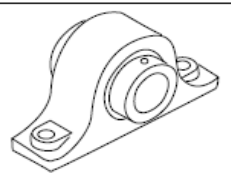
2.2.2.9 Cajas para Rodamiento de Tapa

Estos componentes no están sujetas a desgaste a diferencia de los bujes, las cajas cumplen con los estándares CEMA para los patrones de barrenos de los rodamientos de bolas entre otras con lo que se puede usar con cualquier tipo de sello. (Martin, 2020, p.H-70).

Existen tipos de cajas para rodamiento. Como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 29

Rodamiento para piso y Unidad de brida

UNIDADES DE BRIDA	Montadas sobre la Tapa de la Artesa		Rodamiento de Bolas Unidad de Brida o de Pared
			Rodamiento de Rodillos Unidad de Brida o de Pared
			Rodamiento de Bronce Unidad de Brida o de Pared
RODAMIENTOS DE PISO	Montadas en el Pedestal de la Tapa de Artesa		Rodamiento de Bolas Unidad de Piso
			Rodamiento de Rodillos Unidad de Piso

Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

2.2.2.10 Sello de Eje

El sello de ejes permite aislar el motorreductor con la estructura helicoidal esta disponibles varios tipos de sellos para prevenir la contaminación del material transportado además de evitar que el material fugue del sistema. (Martin, 2020, p.H-74).

2.2.2.11 Entrada del Material

Llamado también tolva de recepción está sujeto a dimensiones especifica que esta al descubierto con un ducto ya sea empernado o soldado, para que el material a transportar caiga libremente para su traslado. (Martin, 2020, p.H-6).

2.2.2.12 Salida del Material

Así como la tolva de recepción este cumple una función específica el cual es acopiar en su extremo el material a granel dado que este podría adoptar diversas tipo y modelo en cuanto a su diseño ya que podría ser una tolva invertida a su eje o colocado con una bandeja deslizante con caída angular, dependerá a qué punto se quiera llegar. (Martin, 2020, p.H-6).

2.2.2.13 Base Soporte del Transportador

Estructura de soporte donde descansa la artesa y se apoya toda la estructura del transportador helicoidal. (Martin, 2020, p.H-6).

2.2.3 Parámetros de diseño

Para realizar el cálculo del transportador helicoidal en su extensión, se hace uso principalmente de la normativa ANSI/CEMA Standard N° 350, dado que reúne las características de ingeniería necesarias para diseñar adecuadamente un transportador helicoidal. Además, se complementando con el catálogo Martin para transportadores helicoidales.

Para el desarrollo del diseño se tuvo en cuenta los parámetros que se detallan en el Manual de Transportadores Helicoidales Martin. (Obregón, 2023,p.17)

2.2.3.1 Características del Material a Transportar

Actualmente existe muchos materiales a transportar, por esto que CEMA (Conveyor Equipment Manufacturing Association) ha definido las características de los materiales.

Además, si se desea manejar un material que no figura en la tabla de materiales, en algunos casos es posible hacer al menos una selección preliminar del número de código del material comparando el material con materiales similares al listado, esta tabla muestra la clase, características del material y código del material. (Obregón, 2023, p.18)

cabe remarcar que tanto el catálogo de Martin y CEMA son similares en contenido y forma.

Para propósito del diseño del transportador, los materiales a transportar están clasificados de acuerdo al código de la tabla 1.2 y listado en la tabla 1.1. (Martin, 2020, p.H-6).

2.2.3.2 Capacidad requerida del Transportador

Se define como capacidad de transportar al gasto volumétrico por unidad de tiempo (caudal) que se necesita transportar desde el punto de carga (entrada) hasta el punto de salida (descarga). La capacidad se deberá ser expresada en pie cúbico sobre hora (pie^3/hr) y es el requerido por el proceso. (Obregón, 2023,p.19)

$$\frac{C}{RPM} = \frac{0.7854(D_s^2 - D_p^2)P.K.60}{1728} \quad (1)$$

2.2.3.3 Capacidad equivalente del transportador

Es la capacidad del transportador helicoidal donde se utilizan tipos especiales de tornillo, como tornillos de paso corto, tramos cortados y plegados y tramos de cinta, se debe utilizar una capacidad equivalente. (Obregón, 2023,p.20)

El cálculo de la capacidad equivalente (C_{equiv}) depende de 3 factores estos se encuentran en las Figura 39, 40 y 41 respectivamente.

$$C_{equiv} = C_{req}(CF_1)(CF_2)(CF_3) \quad (2)$$

2.2.3.4 Diámetro de Helicoide por capacidad

Primero determinamos la capacidad del transportador, con la siguiente ecuación 3 y seguidamente con la respuesta de la ecuación buscamos en la tabla 1.6 en el diámetro del helicoidal. (Polo, 2017,p.27)

$$N_a = \frac{C_{req} \text{ en } \text{pie}^3/h}{(\text{pie}^3/h)/rpm} = rpm \quad (3)$$

2.2.3.5 Diámetro de Helicoide por Tamaño de Partícula

El tamaño de un transportador helicoidal no solo está determinado por la capacidad requerida, sino también por el tamaño y la proporción de las partículas del material que están siendo manejadas. El tamaño de una partícula es la máxima dimensión que tiene. Si una partícula tiene una dimensión más grande que su sección transversal, esa dimensión mayor determinara el tamaño de la partícula. Las características del material y de la partícula también afectan. Algunos materiales tienden a formar partículas grandes y duras que no se rompen al moverse dentro del transportador. En ese caso deben tomarse medidas para manejar dichas partículas. otros materiales pueden tener partículas relativamente duras, pero que pueden reducir su tamaño al moverse a través del transportador. Otros materiales tienen partículas que se rompen fácilmente en el transportador helicoidal por lo que estas partículas no imponen limitaciones. Existen tres clases de tamaños de partículas indicados en la Figura 43 (Anexo A) (Martin, 2020, p.H-19)

CLASE I: Es la mezcla de partículas grandes y finas en donde no más del 10% son partículas con un tamaño máximo de la mitad del máximo; y 90%son partículas menores a la mitad del tamaño máximo.

CLASE II: Es la mezcla de partículas grandes y finas en donde no más del 25% son partículas con un tamaño máximo de la mitad del máximo; y 75%son partículas menores a la mitad del tamaño máximo.

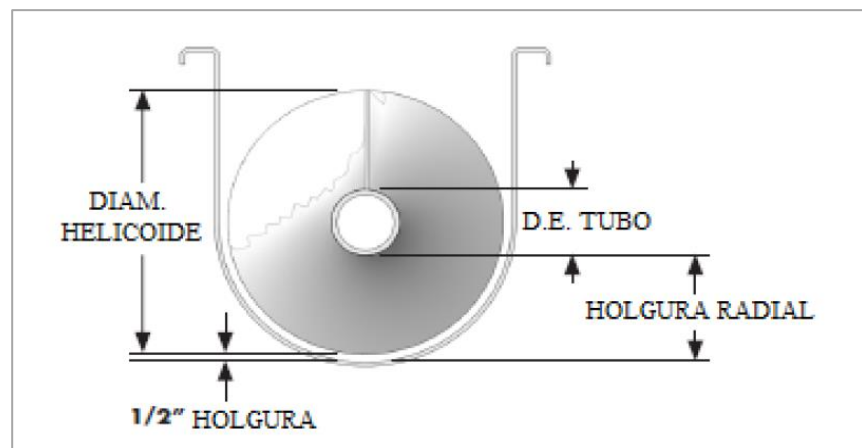
CLASE III: Es la mezcla de partículas grandes en donde el 95% son partículas con un tamaño máximo de la mitad del máximo; y 5% o menores son partículas menores a una décima parte del tamaño máximo. (Martin, 2020, p.H-19)

Mediante la ecuación (4) podemos conocer su clase del material a la par comparando con el rango especificado escrito en la Figura 43. (Martin, 2020, p.H-19)

$$R = \frac{\text{Separación Radial (In)}}{\text{Espacio Libre (In)}} \quad (4)$$

Figura 30

Detalle de la Holgura de Transportador Helicoidal



Nota. Fuente: Screw Conveyors for Bulk Materials, CEMA (2009)

Para determinar la forma como tal del helicoides dadas las circunstancias se debe de conocer con certeza el diámetro del tubo, el diámetro de la artesa y el paso del helicoides además de definir su clase. En la Figura 43 (Anexo A) se podemos conocer dichos datos. Otra manera de comprobar dichos datos es ayudando mediante determinadas ecuaciones.

$$\emptyset \text{ Tubo} = T$$

$$\emptyset \text{ Helicoidal} = H$$

$$\text{Longitud (Paso)} = P$$

- **Perímetro Mayor ($2P_M$):** Es el recorrido de la mayor que muestras el helicoides a vista del diámetro del helicoides.

$$2P_M = \sqrt{(Hx\pi)^2 + P^2} \quad (5)$$

- **Perímetro Menor ($2P_m$):** Es el recorrido de la menor que muestras el helicoide a vista del diámetro del tubo.

$$2P_m = \sqrt{(T\pi)^2 + P^2} \quad (6)$$

- **Lado (L) :** Es la distancia que tiene desde el diámetro superior del tubo con la distancia del diámetro del helicoide a vista frontal.

$$L = \frac{H - T}{2} \quad (7)$$

- **Grado del Helicoide (X) :** Es la distancia que tiene desde los lados extremos que tiene el helicoide seccionado.

$$X = 360 - \left[\frac{2\pi x(2P_m)}{2\pi x R_{Helicoide}} \right] \quad (8)$$

- **Radio Mayor del Helicoide ($R_{Helicoide}$) :** Es el lado mayor helicoide cuando se encuentra estirado respecto a su paso.

$$R_{Helicoide} = r_{Helicoide} + L \quad (9)$$

- **Radio Menor del Helicoide ($r_{Helicoide}$) :** Es el lado mayor tubo cuando se encuentra estirado respecto a su paso.

$$r_{Helicoide} = \frac{2P_m x L}{2P_m - 2P_m} \quad (10)$$

- **Numero Tentativa de Aletas ($N_{Tentativa de Aletas}$) :** Es la división de la longitud de las hélices seccionales que cubro cierto tramo respecto a su paso

$$N_{Tentativa de Aletas} = \frac{L_{Longitud del transportador}}{P} \quad (11)$$

2.2.3.6 Velocidad del transportador

Para transportadores con helicoidales de paso estándar o completo, la velocidad puede ser calculada con la siguiente formula:

$$N = \frac{\text{Capacidad Equivalente en pies cúbicos por hora}}{\text{Pies cúbicos por hora o 1RPM}}$$

$$N = \frac{\text{Capacidad}(ft^3/hr)]}{ft^3/hr a 1RPM} \quad (12)$$

Nota: Revolución por minuto del helicoidal (esta velocidad no debe ser mayor a la velocidad máxima recomendada). (Martin, 2022, p.H-16)

2.2.3.7 Potencia de accionamiento

La potencia requerida para operar un transporte helicoidal se basa en una instalación adecuada, en un alimentación regular y uniforme del material al transportador y en otros criterios de diseño indicados en este manual. La potencia requerida es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (hp_f), y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada (hp_m) multiplicada por el factor de sobrecarga (F_o) y dividido entre la eficiencia total de la transmisión (e). (Martin, 2020, p.H-23)

Potencia para mover el transportador en vacío, para vencer la fricción (hp_f),

$$hp_f = \frac{L \cdot N \cdot F_d \cdot f_b}{1,000.000} \quad (13)$$

Potencia para mover el material velocidad especificada (hp_m).

$$hp_m = \frac{C \cdot L \cdot W \cdot F_f \cdot F_m \cdot F_p}{1,000.000} \quad (14)$$

$$hp_{Total} = \frac{(hp_f + hp_m)F_o}{e} \quad (15)$$

Los siguientes factores determina la potencia requerida de un transportador helicoidal

L = Longitud total del transportador, en pies.

N = Velocidad de Operación, RPM (revolución por minuto).

Fd= Factor del diámetro del transportador

Fb= Factor del buje para colgante

C = Capacidad en pies cúbicos por hora

W = Densidad del material en libras por pie cúbico

Ff = Factor de helicoidal

Fm = Factor de material

Fp = Factor de las paletas (electivo, cuando se requieran)

Fo = Factor de sobrecarga

e = Eficiencia de la transmisión

2.2.3.8 Capacidad Torsional Crítico

Los elementos del tornillo transportador se verán afectados por el torque en sus componentes. El diseño general de los transportadores helicoidales está limitado por el torque que pueden soportar los tubos, los ejes y los pernos de acoplamiento para su ensamble. Esto limita su diseño, por lo que se debe tener en cuenta el torque crítico, como se indica en el siguiente formula. Cuya unidad figura en (Pulg.Lbs). (Obregón, 2023, p.24)

$$T = \frac{63025xhp_t}{N} \quad (16)$$

2.2.4 Acero Inoxidable 304L

Dado que el trabajo se realizará en una planta sanitaria y por la composición que tiene este material se toma en cuanta usar acero inoxidable. (Bohler, 2017,p.38)

El acero inoxidable está formado con una aleación promedio de C máx. 0.03, silicio 0.5, Mn 1.40, Cr 18.5, Ni 9.5%, muy resistente a la corrosión intergranular y ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la acción corrosiva del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficies pulida espejo. (Bohler, 2017,p.38)

Aplicaciones: En las industrias alimenticias tales como cervecera, lechera, azucarera. Fábricas de jabones, ceras, grasas comestibles, utensilios domésticos, industrias farmacéuticas y de técnica dental, etc. También son usados para elementos, que exigen una resistencia a temperatura hasta 350 °C. (Bohler, 2017,p.38)

2.3 Definición de Términos Básicos

- **Abono Orgánico:** Un abono orgánico es un fertilizante que se elabora a partir de materiales orgánicos, como restos vegetales, estiércol o cenizas, y que no contiene químicos. Se obtiene a partir de la descomposición natural de la materia orgánica, que es digerida por microorganismos que la transforman en nutrientes para el suelo y las plantas.
- **Densidad:** es una propiedad intrínseca de la materia, ya que este material no depende de la cantidad de sustancia que se considere se expresa en (kg/m^3) o (lb/ft^3)
- **Granel:** Es un material seco, semiseco que se presenta en forma de polvo, grumos o granos que se almacenan en grandes cantidades, son vertibles.
- **Capacidad:** Los transportadores de tornillo transportan material a granel por volumen con capacidades calculadas en pies cúbicos por hora.
- **Transportador Helicoidal:** Son un tornillo central dentro de un contenedor rectangular de largo o tubular, que depende de las necesidades de cada uso. El tornillo gira sobre su eje, y por su forma, va desplazando los materiales a transportar hacia el otro extremo (descarga), también es conocido como transportador de tornillo sinfín.

- **Tolva:** Recipiente en forma cónica hueca invertida de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, etc.
- **Motor:** Está compuesta de un motorreductor eléctrico de eje hueco, el diámetro del agujero varía según la potencia y el fabricante, que proporciona movimientos al helicoidal. La transmisión se da directamente a través del eje rector.
- **Materiales Abrasivos:** Estos materiales deben ser manejados en transportadores cuyas artesas se fabriquen con aleaciones resistentes a la abrasión y con helicoidales con superficies endurecidas. El recubrir todas las partes expuestas con hule o con resina especiales reducirá el daño causado por la abrasión.
- **Materiales corrosivos:** Los componentes pueden ser fabricados de aleaciones no afectados por el material o pueden ser cubiertos.
- **Materiales que se degradan:** Algunas partículas que se rompen o se deforman fácilmente, pueden ser manejadas en transportadores helicoidales, reduciendo la velocidad y seleccionado una carga de artesa lo suficientemente grande para manejar el volumen requerido.
- **Materiales que se entrelazan o se enredan:** Algunas veces, es posible manejar estos materiales con componentes estándar si se utilizan dispositivos especiales de alimentación en la entrada del transportador.
- **Trabajos en temperatura elevada:** Los componentes deben ser fabricados en aleación que resistan altas temperaturas. El proceso debe permitir que los materiales se enfríen al ser transportados, las artesas enchaquetadas pueden ser usadas en el extremo de alimentación para enfriar el material. Se pueden usar componentes estándar después del punto en donde la temperatura del material se ha reducido a niveles seguros.
- **Materiales viscosos o pegajosos:** Para manejar estos materiales los transportadores que se usan con más frecuencia son los de listón, aunque los transportadores con componentes estándar con recubrimiento especiales pueden mejorar el flujo del material.

- **Materiales explosivos:** El peligro debido a esta condición puede ser minimizado en la mayoría de las instalaciones, utilizando componentes fabricados con materiales no ferrosos y observando las técnicas adecuadas para sellar los transportadores. También se recomienda utilizar sistemas para extraer los polvos explosivos.
- **Factor del material:** El factor del material representa la resistencia de un material a granel a transportar y se utiliza para calcular la potencia del transportador de tornillo. El factor de material puede variar para los alimentadores de tornillo.
- **Porcentaje de carga mínima:** La carga del canal es un factor primordial para determinar el tamaño del transportador y se basa en la profundidad máxima en que el material a granel fluirá a través de un transportador de tornillo sin causar un desgaste indebido en el transportador, componentes como tornillos, cojinetes, ejes de acoplamiento y canales. La carga en la cubeta es menor para material a granel abrasivos en comparación con material a granel no abrasivos.
- **Rodamientos:** La serie de componentes recomendada ayuda en la selección de componentes del transportador de tornillo para un material a granel determinado. En general, se aceptan construcciones más livianas para materiales de flujo libre y no abrasivos materiales a granel. Se hace una recomendación a una construcción más resistente para materiales lentos y abrasivos.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Determinación y análisis del problema.

En la Compañía Nacional de Chocolates del Perú (CNCH), tiene una política de sostenibilidad ambiental y gestión de residuos que data desde el año 2010 buscando disminuir la generación e incrementar el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Durante ese tiempo la compañía contaba con un equipo rustico que acopiaba el material residual ya sea una carreta elevador, pala y recogedor el cual se realizaba de manera deficiente la recolección del residuo orgánico proveniente de PTAR, debido a la apertura de las líneas de producción y a la creciente demanda de productos ,no hace sostenible seguir usando dichos métodos de acopio ya que a largo plazo también afectaría en la salud a los operarios encargados del área de PTAR ya sea en su ergonomía, problemas estomacales, pulmonares entre otros enfermedades.

Por ello se diseñó un transportador helicoidal horizontal -vertical capaz de transportar una cantidad continúa estimada de 5 ton/h de residuos orgánicos desde el filtro prensa de fajas (Ashbrook Simon-Hantley) hacia la tolva recolectora de desechos sólidos.

Este trabajo de investigación es del tipo aplicativo, está basada en el método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño, se usó la norma ANSI/CEMA Estándar N 350 y manuales estándares de diseño.

Para lo cual el trabajo de suficiencia profesional plantea los siguientes problemas.

3.2 Modelo de solución propuesto.

3.2.1 Parámetros de diseño

Para la elaboración del diseño del transportador helicoidal para una capacidad determinada de 5 ton/h, lo primero es identificar el tipo de material a transportar, para el caso se tomará en base al gran catálogo de Martin y de la Norma CEMA Estándar 350. En la Figura 37 (Anexo A).

Para el desarrollo de este trabajo, el material a transportar es el residuo orgánico que en términos similares sería el **abono** que en términos de traducción sería el material **compost**. En tabla 1, se observa la característica este material.

Tabla 1

Tipo de Materiales a Transportador

Descripción del Material	lb/ft ³	Código CEMA	Series de Componentes	Máxima partícula	Factor Material	Carga Artesa
Abono (Compost)	30-50	D745TV	3A – 3B	-7	1.0	30A

Nota. Fuente: Adaptado de Transportador de Tornillo para material a granel, (CEMA, 2024)

Se identifica el código del material en la tabla 1, con ello se haya las características el material en la tabla 2

Tabla 2

Código de Clasificación del Material

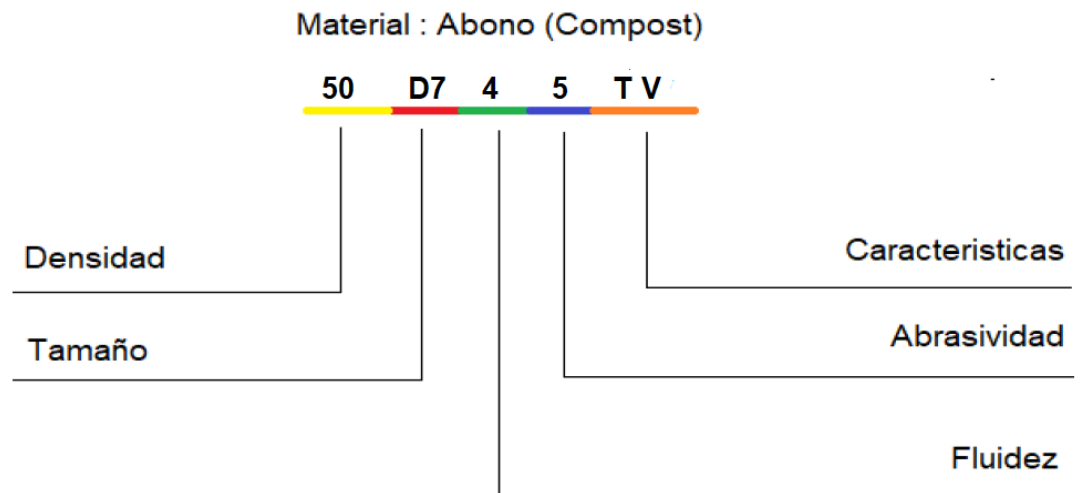
Clase	Característica de Material		Código
Densidad	Densidad a Granel, Sin Compactar		Libras por pie cubico
Tamaño	Granular	7" y menor (3" a 7")	D7
Fluidez	Fluido Lento		4
Abrasividad	Abrasividad Media		5
Propiedades	Medianamente Corrosivo		T
	Se Entrelaza, Enreda o Aglomera		V

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Una vez identificado las características del material e identificación del material se plasma a un esquema para su fácil lectura del código del material, como se muestra en la figura 31.

Figura 31

Esquema para el código del material



3.2.2 Factor de diseño del transportador helicoidal

Para efectos de cálculos requeridos para el diseño se tiene los siguientes además de metraje en campo.

Tabla 3

Datos generales del material para el diseño del transportador

Datos Recopilados	
Material a Transportar	Abono Orgánico
Densidad aparente	50 lb/ft ³
Capacidad inicial (másica)	5 ton/h
Temperatura del material	25°C
Longitud Transportador Horizontal	2.5 m
Longitud Transportador Vertical	2 m

Por efectos de cálculo se tomará solo la longitud para el diseño del transportador helicoidal en horizontal ya que en términos de costos se diseñará las dimensiones del helicoide tanto en horizontal y vertical.

3.2.3 Cálculo de la capacidad requerida

Para determinar la capacidad requerida o real (C_{req}) se debe de dividir la capacidad inicial o flujo masico inicial entre el peso específico del material como se aprecia de la siguiente ecuación:

$$C_{req} = \frac{C_i}{\gamma} \quad (17)$$

$$C_{req} = \frac{5 \text{ ton}/h}{50 \text{ lb}/ft^3} = \frac{11000 \text{ lb}/h}{50 \text{ lb}/ft^3}$$

$$C_{req} = 220 \text{ ft}^3/h$$

Hallada la capacidad requerida en pie cúbicos-hora se procede a seleccionar los factores de capacidad según el catálogo Martin.

El factor de capacidad según el paso especial en la tabla 4. Describe la distancia que hay entre helicoides seccionados, por fines de costo para el proyecto se opta por el paso corto para usarlo con fines en el transportador helicoidal vertical específicamente en su extensión.

Tabla 4

Factor de Capacidad según el Paso Especial C_{F1}

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial C_{F1}		
Paso	Descripción	C_{F1}
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = ½ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 1 ½ Diámetro del Helicoidal	0.67

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Se tomará que el paso corto $C_{F1} = 1.5$

Factor de Capacidad según el Helicoide en la tabla 5. Describe la forma del helicoide para transportar un material especial en específico, para esta ocasión se opta por la forma estándar igual a 1 ya que no habría problema con el traslado del material puesto que no tiene propiedades especiales que impidan su transporte.

Tabla 5

Factor de Capacidad según el Helicoide C_{F2}

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial C_{F2}			
Tipos de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doble	N. R	3.75	2.54
Helicoidal de Liston	1.04	1.37	1.62

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Acabe decir si no se utiliza ninguna de los tipos anteriores de helicoidal se opta por:

$$C_{F2} = 1.0$$

De igual manera en la tabla 6 Factor de Capacidad según el Numero de Paletas, dado para este caso en específico no contaría paletas mezcladoras por tanto podemos inferir que el valor C_{F3} es igual a 1.

Tabla 6

Factor de Capacidad según el Numero de Paletas C_{F3}

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras C_{F3}					
Paletas Estándar de Paso Invertido	Paletas por Paso				
a 25°	Ninguna	1	2	3	4
Factor	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

$$C_{F3} = 1.0$$

Teniendo los coeficientes se procederá a reemplazar los valores en la ecuación 18.

$$C_{equiv} = C_{req}(C_{F1})(C_{F2})(C_{F3}) \quad (18)$$

$$C_{equiv} = 220 \text{ } ft^3/h \times 1.5 \times 1.0 \times 1.0$$

$$C_{equiv} = 330 \text{ } ft^3/h$$

Obtenida la capacidad equivalente se procede a determinar el diámetro del transportador.

3.2.4 Cálculo del diámetro del Helicoidal por Capacidad

Para determinar el diámetro del transportador es prescindible conocer la carga de la artesa del material junto a la capacidad equivalente hallado, tenemos lo siguiente en la tabla 7, la carga de artesa es 30 A.

Tabla 7

Características de los materiales

Descripción del Material	lb/ft ³	Código CEMA	Series de Componentes	Máxima partícula	Factor Material	Carga Artesa
Abono (Compost)	30-50	D745TV	3A – 3B	-7	1.0	30A

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

sabemos de lo calculado la capacidad equivalente es de:

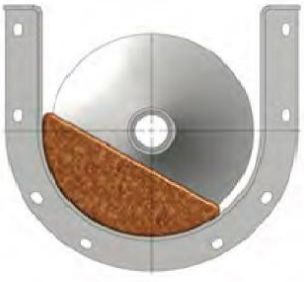
$$C_{equiv} = 330 \text{ } ft^3/h$$

Con ambos valores obtenidos previamente podemos hallar el diámetro del helicoidal como se observa en la tabla 8.

Con el dato de C_{equiv} a paso completo se toma el inmediato superior de 330 que sería 545 a un máximo de rpm, además que la carga de la artesa a transportar es a un 30%A, Se obtiene el diámetro del helicoidal.

Tabla 8

Capacidad para Transportadores Helicoidales

Carga de Artesa	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Max. RPM
		A 1	A Max.	
		RPM	RPM	
 30%	4	0.41	50	130
	6	1.49	180	120
	9	5.45	545	100
	10	7.57	720	95
	12	12.90	1160	90
	14	20.80	1770	85
	16	31.20	2500	80
	18	45.00	3380	75
	20	62.80	4370	70
	24	109.00	7100	65
	30	216.00	12960	60
	36	368.80	18400	50

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

Por tanto, de la tabla 8 obtenemos lo siguiente:

<i>Carga de la artesa</i>	30% A
<i>Capacidad pie³/h, a 1 rpm</i>	5.45
<i>Capacidad pie³/h, a un Max de rpm</i>	545
<i>Máximo de rpm</i>	100
<i>Diametro del Helicoide</i>	9 in

3.2.5 Cálculo de la Velocidad del Transportador

Se determinará la velocidad del transportador partiendo de la capacidad requerida y la capacidad a 1 rpm quedando de la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{Capacidad Equivalente en pies cúbicos por hora}}{\text{Pies cúbicos por hora o 1 rpm}} = \frac{C_{eq}}{C_{r1}}$$

$$N = \frac{\text{Capacidad}(ft^3/hr)]}{ft^3/hr \text{ a 1 rpm}} \quad (19)$$

Reemplazando los valores calculados:

$$N = \frac{330 \text{ } ft^3/h}{5.45 \text{ } ft^3/h}$$

$$N = 60.55 \text{ rpm} = 60 \text{ rpm}$$

$$N = 60 \text{ rpm}$$

La velocidad del transportador es de 330 ft^3/h de 60 rpm

3.2.6 Cálculo de la potencia del transportador

Para determinar la potencia total de accionamiento del transportador de tornillo se debe obtener la potencia de accionamiento en vacío seguido de la potencia para desplazamiento del material. Por lo tanto, en expresión mencionada:

$$hp \text{ Total} = \frac{(hp_f + hp_m)F_0}{e} \quad (20)$$

Para determinar primero la potencia de accionamiento en vacío para ello tendremos que ayudarnos de tablas para obtener datos para hallar el Factor del diámetro del Transportador, F_d y el Factor del buje para colgante, f_b . Para ello nos ayudaremos con las tablas 9 y 10 respectivamente.

$$hp_f = \frac{L \cdot N \cdot F_d \cdot f_b}{1,000.000} \quad (21)$$

Tabla 9

Factor del Diámetro del transportador, F_d

Factor del Diámetro del Transportador, F_d	
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.00
6	18.00
9	31.00
10	37.00
12	55.00
14	78.00
16	106.00
18	135.00
20	165.00
24	235.00
30	365.00
36	540.00

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

Para hallar el factor F_d nos ayudamos con el diámetro del transportador helicoidal obtenido en la tabla 8, vemos que:

$$F_d = 31.0$$

Si bien es cierto que no se usa Factor del buje para colgante en tramos cortos ya sea en transportador helicoidal de 2.5 metros, dado un caso especial como se muestra en la figura 1 se opta por colocar un buje de bronce independiente de la distancia del transportador , ello estará al finalizar el tubo helicoidal pero antes de la cámara de mantenimiento de la parte inferior , en el caso de transportador vertical todo sería normal ya que se empleara en sus extremos chumaceras no habría problema alguno. Ver anexo B

Tabla 10

Factor del buje para colgante, f_b

Tipos de Buje		Factor del buje para colgante, f_b
B	Rodamiento de Bolas	1.0
L	Bronce	1.7
S	Bronce Grafitado	2.0
	Bronce, Impregnado en Aceite	
	Madera, Impregnado en Aceite	
	Nylatron	
	Nylon	
	Teflón	
	UHMW	
	Melamine (MCB)	
	Ertalyte, Quadrent	
	Uretano	
H	Hierro Endurecido	3.4
	Superficie Endurecida	4.4
	Stellite	
	Cerámico	
	Aleación de Hierro Blanco	

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

Se tomará en consideración el tipo de buje de bronce con el factor de 1.7,

$$f_b = 1.7$$

3.2.6.1 Cálculo de potencia de accionamiento en vacío

Para determinar la potencia de vacío se aplicará la siguiente ecuación:

$$hp_f = \frac{L \cdot N \cdot F_d \cdot f_b}{1,000.000} \quad (22)$$

Se procede a reemplazar los valores obtenidos previamente:

Sabemos que, $1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$

$$hp_f = \frac{(8.2 \text{ ft}) \times (60 \text{ rpm}) \times 1.7 \times 31}{1,000.000} = 0.026 \text{ HP}$$

3.2.6.2 Cálculo de potencia de desplazamiento del material

Este indica la potencia para mover el material en el transportador, se determina de la siguiente manera:

$$hp_m = \frac{C \cdot L \cdot W \cdot F_f \cdot F_m \cdot F_p}{1,000.000} \quad (23)$$

Para determinar el Factor del Material (F_m), Factor del tipo de helicoidal (F_f), Factor de paletas (F_p), usaremos las siguientes tablas 11 ,12 y 13.

Tabla 11

Factor del Material, F_m

Descripción del Material	lb/ft ³	Código CEMA	Series de Componentes	Máxima partícula	Factor Material	Carga Artesa
Abono (Compost)	30-50	D ₇ 45TV	3A – 3B	-7	1.0	30A

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

El factor del material se obtiene al identificar el material en la tabla 11 se muestra un fragmento de ello donde especifica el valor de $F_m=1.0$

Al precisar previamente que el tipo de helicoidal seria estándar se puede determinar el factor del tipo helicoidal F_f , como se muestra en la tabla 12

Tabla 12

Factor del tipo de helicoidal, F_f

Tipo de Helicoidal	Factor F_f			
	Factor por porcentaje de carga de transportador, F_f			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.00	1.00	1.00	1.00
Helicoidal con Corte	1.10	1.15	1.20	1.30
Con Corte y Doble	N. R	1.50	1.70	2.20
Helicoidal de Listón	1.05	1.14	1.20	--

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

$$F_f = 1.0$$

Para este diseño no se contará con paletas para el transporte de abono orgánico por ende visualizando la tabla 13.

Tabla 13

Factor de paletas, F_p

Numero de Paletas por Paso	Factor de paletas (F_p)				
	Paletas Estándar por Paso. Paletas Ajustadas a 45° Paso Invertido				
	0	1	2	3	4
Factor de paletas (F_p)	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

$$F_p = 1.0$$

Reemplazamos las variables con los valores obtenidos anteriormente en la ecuación (23), se obtiene lo siguiente:

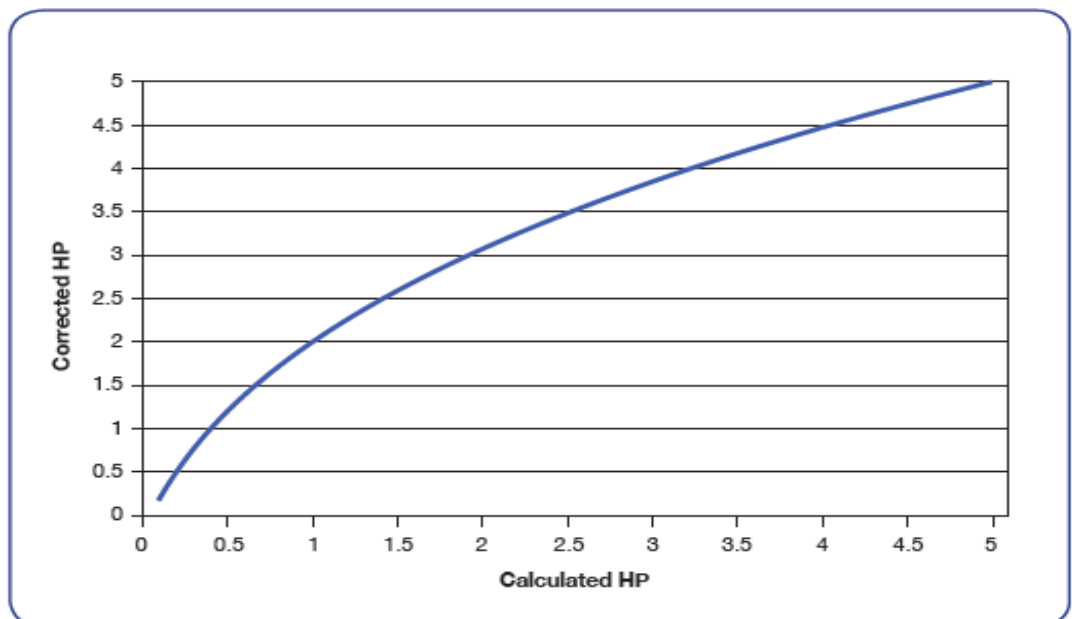
$$hp_m = \frac{(330 \text{ ft}^3/h) \times (8.2 \text{ ft}) \times (50 \text{ lb/ft}^3) \times 1 \times 1 \times 1}{1,000.000}$$

$$hp_m = 0.135 \text{ HP}$$

Se aplica el factor de corrección de potencia dado que para esta potencia se involucra una carga inherente al transportador por tal motivo se toma la siguiente potencia como se muestra en la figura 36

Figura 32

Factor de corrección de potencia para transportar material



Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

La potencia de desplazamiento del material apoyado con la corrección de potencia es:

$$hp_m = 0.25 \text{ HP}$$

Para determinar la potencia total visto en la ecuación (20), faltarían determinar el factor de eficiencia de las transmisiones a la vez el factor de sobrecarga.

Tabla 14

Factor de Eficiencia de las Transmisiones, €

Factor de Eficiencia € de las Transmisiones			
Transmisión para Transportador Helicoidal o Montado en Eje con Transmisión de Bandas en V	Reductor de Engranajes Helicoidales con Transmisión de Bandas en V y Cople	Motorreductor con Cople	Motorreductor con Transmisión de Cadena
0.88	0.87	0.95	0.87

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

Según visto en la tabla 14, el motorreductor trabajara con transmisión a cadena por ende $e = 0.95$

Para hallar el factor de sobrecarga, se tiene la siguiente ecuación:

$$\sum Potencia (hp_f + hp_m) = 0.026 + 0.25 \quad (24)$$

$$\sum Potencia (hp_f + hp_m) = 0.026 + 0.25 = 0.276$$

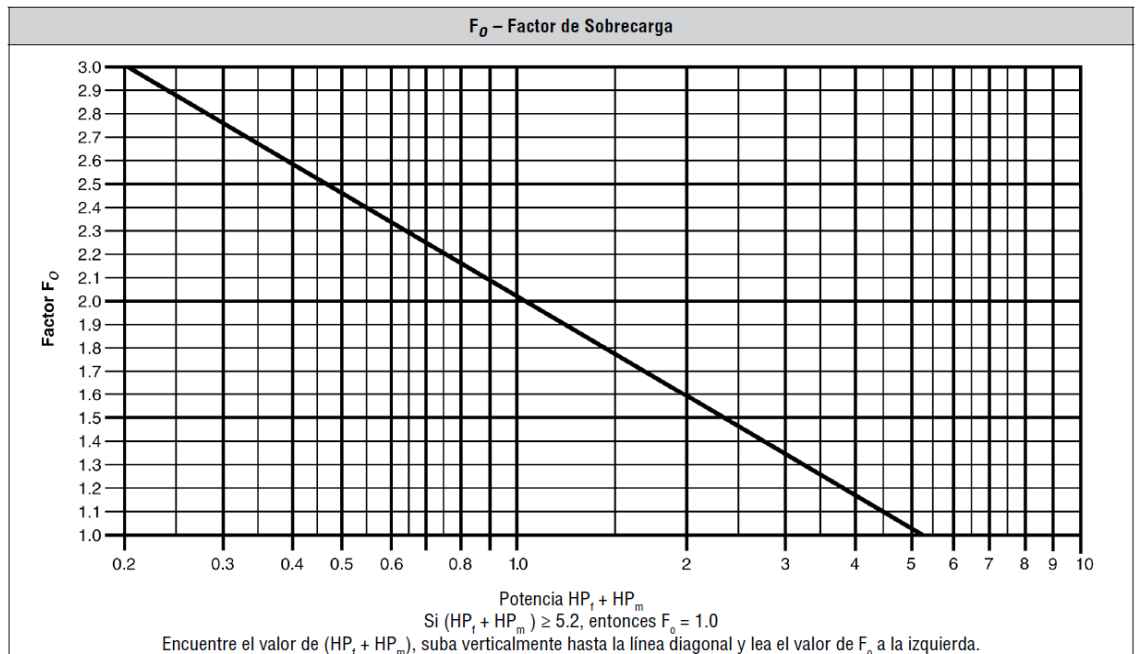
$$\sum Potencia (hp_f + hp_m) = 0.276$$

Con este resultado, en la figura 37, se traza una línea en la abscisa para hallar el factor de sobrecarga.

$$F_0 = 2.8$$

Figura 33

Factor de sobrecarga, F_0



Nota. Fuente: Manejo de Materiales, (Martin,2020)

Para finalizar este proceso se reemplaza a la ecuación (12), los valores para hallar la potencia total:

$$hp\ Total = \frac{(hp_f + hp_m)F_0}{e} \quad (25)$$

$$hp\ Total = \frac{(0.026 + 0.25) \times 2.8}{0.95} = \frac{(0.276) \times 2.8}{0.95}$$

$$hp\ Total = 0.81\ HP$$

El factor de potencia es cercano a 1 HP, lo que se interpreta que el transportador helicoidal debe de tener una capacidad de proporcionar esa cantidad de energía para el movimiento sin la intervención de agentes externos, por ello para garantizar un buen funcionamiento seguro y confiable en cuanto a su vida útil se recomendaría aplicar un factor de seguridad.

$$hp\ Total = 1.5\ HP = 1.5\ HP\ (0.746)$$

$$hp\ Total = 1.119\ kw = 1.1\ kW$$

1

3.2.7 Cálculo del Torque

Los transportadores helicoidales dependen mucho en su diseño por la cantidad de torque que se puede transmitir con seguridad a través de los tubos ejes y tornillos ya ensamblados.

$$T = \frac{63025 \times hp_t}{N} \quad (26)$$

Reemplazar en la ecuación 15:

$$T = \frac{63025 \times (0.81 \text{ hp})}{60 \text{ rpm}}$$

$$T = 850.84 \text{ lbf} - \text{pulg}$$

$$T = 96.132 \text{ N} - \text{m}$$

$$T = 120 \text{ N} - \text{m}$$

3.2.8 Selección del Motorreductor

Los datos de entrada para la selección del motorreductor:

Potencia 1.5 hp o 1.1 kW

Torque 120 Nm

Velocidad 60 rpm

Del catalogo siemens seleccionaremos un motorreductor Siemens C.39-LE90SG4E (Figura 60 y 61- Anexo A).

3.2.9 Selección del Diámetro del Eje

Dado que se usará acero inoxidable para este caso es conveniente revisar el catálogo de *KWS* donde especifica este material.

Tabla 15

Valores de torsión para selección de diámetro del eje

Valores de Torsión del Acero Inoxidable 304-316L					
Diámetro del Eje	Seguridad de torsión	Acoplamiento			
		Eje	en dos pernos	Tubería cedula 40	
		Torsión	Pernos	Tubería en cizalla	Tubería en rodamiento
		<i>PSI</i>	<i>lbs. in</i>	<i>lbs. in</i>	<i>lbs. in</i>
1	6,000	700	1,300	2,800	1,900
1 ½	6,000	2,600	3,500	6,800	5,000
2	6,000	6,500	7,300	12,700	7,900

Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

Mediante esta tabla para una torsión de 934.87 Lbs-In tenemos un eje de 1 ½ con este dato se puede identificar el diámetro del tubo de cedula 40 correspondiente.

$$\varnothing Eje_{Inox} = 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

3.2.10 Selección del Diámetro del Tubo y Perno de Acoplamiento

Dado que se usará acero inoxidable para este caso es conveniente revisar el catálogo de *KWS* donde especifica este material.

Tabla 16

Relación diámetro del eje respecto al tubo, perno de acople

Diámetro del Eje (pulgadas)	Tubo Cedula 40	Diámetro del Perno (pulgadas)
	Tamaño (pulgadas)	
1	1 1/4	3/8
1 1/2	2	1/2
2	2 1/2	5/8
2 7/16	3	5/8
3	3 1/2	3/4
3	4	3/4
3 7/16	4	7/8
3 15/16	5	1 1/8
4 7/16	6	1 1/4

Nota. Fuente: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

Sabiendo el diámetro del eje se obtiene los siguientes datos:

<i>Diámetro del eje</i>	1 1/2 in
<i>Diámetro tubo cedula</i>	2 in
<i>Diámetro del perno</i>	1/2

3.2.11 Selección de Bridas para Artesa Tubular

Las Cotas y Medidas de los pernos que se ubicaran en la brida como en su alimentación

Tabla 17

Tabla patrón de barrenos para bridas de alimentación y artesa tubular

$\emptyset$	Tornillos en la Brida		A	E	T	U
	Tubular	Alimentación				
4	6-3/8	12-1/4	5	7	3/8	7 1/2
6	8-3/8	12-3/8	7	8 7/8	11/16	10
9	8-3/8	12-3/8	10	11 7/8	1/2	13
10	8-3/8	12-3/8	11	13 1/4	5/8	14 1/4
12	8-1/2	12-3/8	13	15	7/8	17 1/4
14	8-1/2	20-3/8	15	17	7/8	19 1/4
16	8-5/8	20-3/8	17	19 1/2	7/8	21 1/4
18	10-5/8	20-1/2	19	22	1 1/8	24 1/4
20	10-5/8	20-1/2	21	24 3/8	1 1/8	26 1/4
24	10-5/8	20-1/2	25	28 1/2	1 1/8	30 1/4

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

$\emptyset$: Diámetro del helicode	9 in
Diámetro de tornillo para la brida tubular	3/8 in
A: Diámetro de la artesa	10 in
E: Distancia de los centro entre la artesa y del tornillo	11 7/8 in
T: Espesor de la brida	1/2 in
U: Diámetro mayor de la brida para artesa artesa	10 in

3.2.12 Selección del diámetro de la Artesa tubular

En primera instancia se halló el diámetro de transportador helicoidal o tornillo sinfín el cual es 9 pulgadas por ser dimensionará con el inmediato superior. Según tabla:

Tabla 18

Tamaños de Tubos Dimensiones y Pesos

Tamaño Nominal del Tubo (In)	Diámetro Exterior (In)	Cedula	Pared (In)	Diámetro Inferior (In)	Peso (Lb)
10	10.750	5S	0.134	10.482	15.19
		10S	0.165	10.420	18.70
		20	0.250	10.250	28.04
		30	0.307	10.136	34.24
		40 40S Estándar	0.365	10.020	40.48
		60 80S + Pesado	0.500	9.750	54.74
		80	0.593	9.564	64.33
		100	0.718	9.224	76.93
		120	0.843	9.064	89.20
		140	1.000	8.750	104.1
		160	1.125	8.500	115.7

Nota. Fuente: Adaptado de Manejo de Materiales, (Martin, 2020)

3.2.13 Cálculo del Helicoide o Tornillo Sinfín

La relación del tamaño máximo se da por relación entre:

$$R = \frac{\text{Separación Radial (In)}}{\text{Espacio Libre (In)}} \quad (27)$$

$$R = \frac{3 \frac{13}{16}''}{(3''-7'')} = 1.27'' - 0.54''$$

Tabla 19

Tabla de Tamaño Máximos de Partículas

Tabla de Tamaño Máximos de Partículas						
$\emptyset$	Tamaño de Tubería	Tubo D.E (In)	Separación Radial (In)	Clase I (R=1.75)	Clase II (R=2.5)	Clase III (R=4.5)
4"	1-1/4"	1-5/8"	1-11/16"	3/4"	1/2"	1/4"
6"	2"	2-3/8"	2-5/16"	1-1/4"	3/4"	1/2"
9"	2"	2-3/8"	3-13/16"	2"	1-1/2"	3/4"
	2-1/2"	2-7/8"	3-9/19"	2"	1-1/4"	3/4"

Existe otra manera de comprobar lo hallado en tabla, su cálculo es aproximado en cuando a dimensión donde tenemos en tablas las dimensiones del diámetro del tubo y el diámetro del Helicoidal:

$$\emptyset \text{ Tubo} = T = 2 \text{ in}$$

$$\emptyset \text{ Helicoidal} = H = 9 \text{ in} = 228.6 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud (Paso)} = P = 6 \text{ in} = 152.4 \text{ mm}$$

$$2P_M = \text{Perimetro Mayor}$$

$$2P_m = \text{Perimetro Menor}$$

$$L = \text{Lado}$$

$$X = \text{Grado del Helicoide}$$

$$R_{\text{Helicoide}} = \text{Radio Mayor del Helicoide}$$

$$r_{\text{Helicoide}} = \text{Radio Menor del Helicoide}$$

$$2P_M = \sqrt[2]{(Hx\pi)^2 + P^2} \quad (28)$$

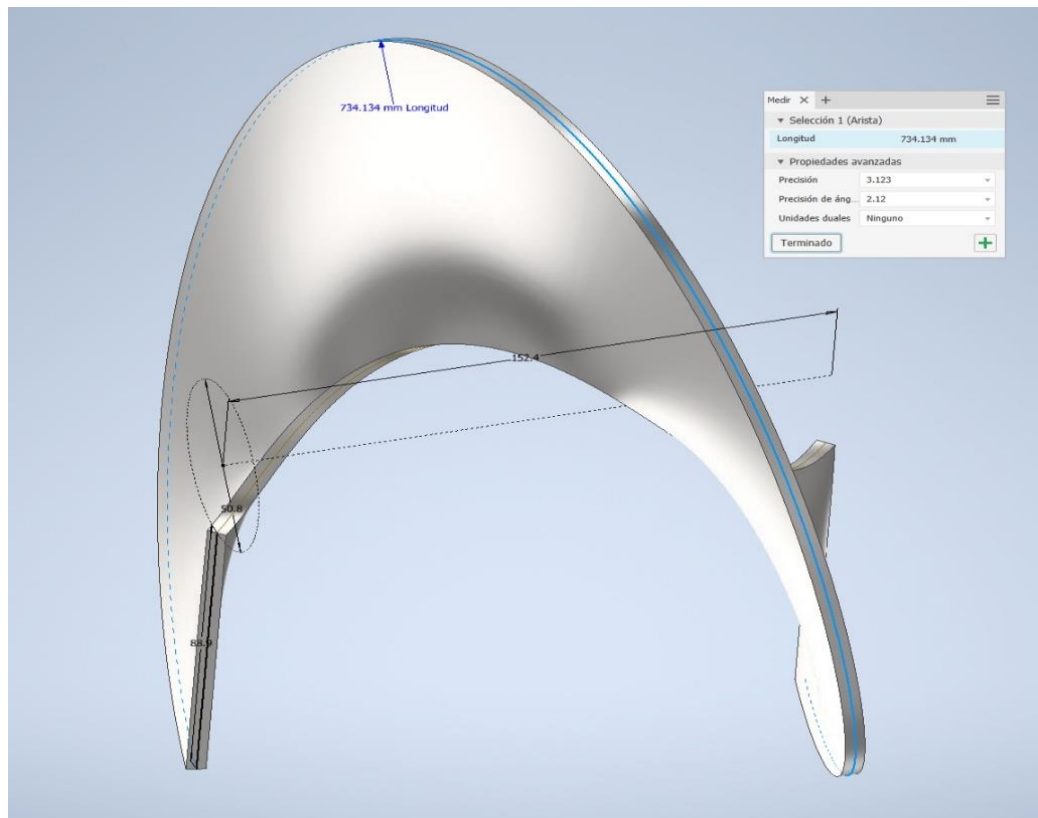
$$2P_M = \sqrt[2]{(9x\pi)^2 + 6^2} = 28.904 \text{ in}$$

$$2P_M = 28.904 \text{ in} \quad \text{ó} \quad 2P_M = 734.1616 \text{ mm}$$

Comparativa con el resultando dando el $2P_M = 734.134 \text{ mm}$ queda entre los márgenes debido a que se omite en el modelado cuando se soleva el boceto.

Figura 34

Perímetro mayor del Helicoide



Nota. Fuente: Modelado 3D del helicoide en el software inventor

$$2P_m = \sqrt[2]{(Tx\pi)^2 + P^2} \quad (29)$$

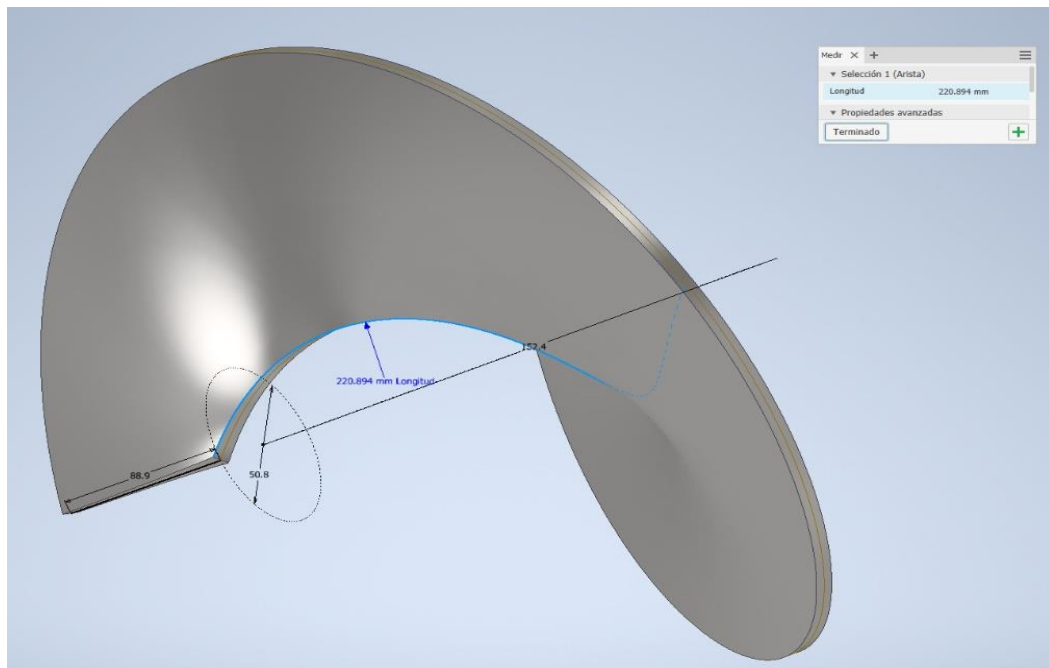
$$2P_m = \sqrt[2]{(2x\pi)^2 + 6^2} = 8.688 \text{ in}$$

$$2P_m = 8.688 \text{ in} \quad \text{ó} \quad 2P_m = 220.6752 \text{ mm}$$

De la misma manera la comparativa con el resultando dando el $2P_m = 220.894 \text{ mm}$ queda entre los márgenes debido a que se omite en el modelado cuando se soleva el boceto

Figura 35

Perímetro menor del Helicoide



Nota. Fuente: Modelado 3D del helicoide en el software inventor

En la imagen se puede visualizar el valor de la longitud en milímetros del lado del helicoide además de su diámetro del tubo helicoidal y la longitud en su extensión del helicoide seccionado.

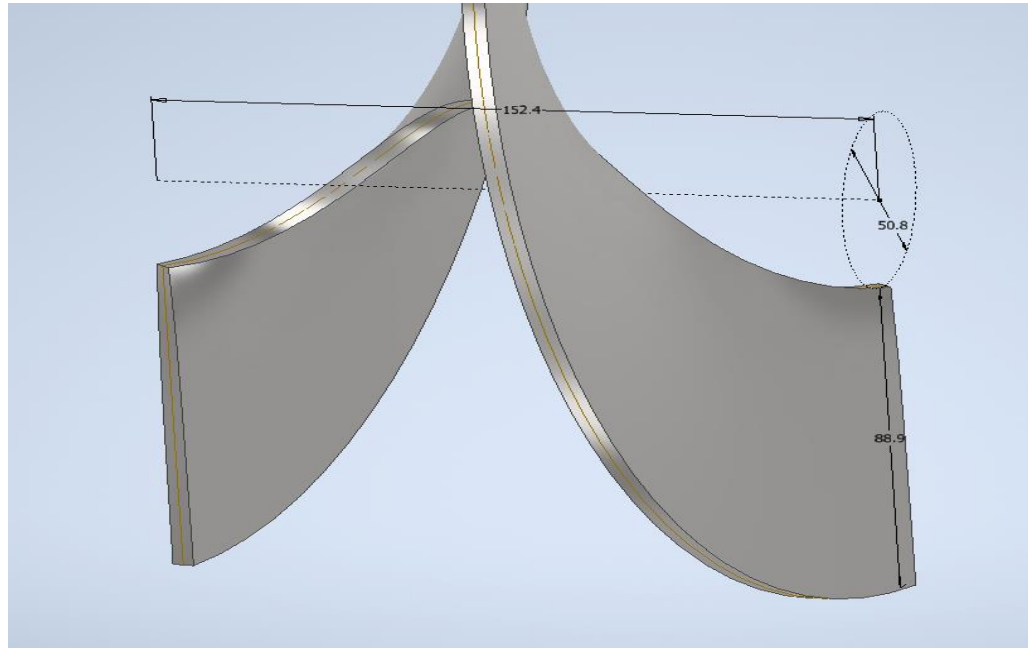
$$L = \frac{H - T}{2} \quad (30)$$

$$L = \frac{H - T}{2} = \frac{9 \text{ in} - 2 \text{ in}}{2} = \frac{7 \text{ in}}{2}$$

$$L = 3.5 \text{ in} \quad \text{ó} \quad L = 88.9 \text{ mm}$$

Figura 36

Distancia del lado, paso y diámetro del helicoide



Nota. Fuente: Modelado 3D del helicoide en el software inventor

$$X = 360 - \left[\frac{2\pi x (2P_M)}{2\pi x R_{Helicoide}} \right] \quad (31)$$

$$X = 360 - \left[\frac{2\pi x (28.904 \text{ in})}{2\pi x 5.004 \text{ in}} \right] = 5.78^\circ$$

$$X = 5.78^\circ$$

$$R_{Helicoide} = r_{Helicoide} + L \quad (32)$$

$$R_{Helicoide} = 1.504 \text{ in} + 3.5 \text{ in}$$

$$R_{Helicoide} = 5.004 \text{ in}$$

$$r_{Helicoide} = \frac{2P_m x L}{2P_M - 2P_m} \quad (33)$$

$$r_{Helicoide} = \frac{8.688 \text{ in} x 3.5 \text{ in}}{28.904 \text{ in} - 8.688 \text{ in}} = 1.504 \text{ in}$$

$$r_{Helicoide} = 1.504 \text{ in}$$

$$N_{Tentativa\ de\ Aletas} = \frac{L_{Longitud\ del\ transportador}}{P} \quad (34)$$

$$N_{Tentativa\ de\ Aletas} = \frac{L}{P} = \frac{1600\ mm + 2200\ mm}{6\ in} = 25\ aproximado$$

3.2.14 Selección de tapas para Artesa

Previamente se seleccionó el tipo de artesa tubular que se realizara tanto en el transportador helicoidal vertical como el horizontal, se seleccionará solo una tapa de artesa para ubicarlo en la zona inicial donde se encontrara con el motor del transportador horizontal para ello se tomara la selección de la tabla de manejo de materiales de Martin.

Tabla 16

Tabla de Tapas de Artesa Exterior

Diámetro Helicoidal	Diámetro Eje	Nom	B	Rodamiento Bolas (D)	K	L	N
9"	1 1/2"	9CHTE3BB	6 5/8	2 1/8"	1/4	13 1/4	3/8
	2"	9CHTE4BB	6 5/8	2 1/2"	1/4	13 1/4	3/8

De la siguiente tabla mostrado podemos identificar los siguientes datos:

Nom = Nomenclatura para la Tapa de Artesa = 9CHTE3BB

Diametro del Eje = Ø 1 1/2"

Diametro del transportador helicoidal = Ø 9"

D = Rodamiento de bolas = Ø 2 1/8"

L = Diametro de la tapa de artesa = Ø 13 1/4"

N = Diametro de la tuerca = Ø 3/8"

K = Espesor de la Tapa de Artesa = 1/4"

B = Distancia de parte superior de la Tapa hasta su eje de la misma

B = 6 5/8"

3.3 Resultados

3.3.1 Parámetros de Diseño del módulo de transportador helicoidal vertical y horizontal

Tabla 20

Datos calculados para los parámetros de diseño del transportador helicoidal

Parámetros	Valor
Material a Transportar	Abono Orgánico
Material del transportador helicoidal	Acero Inoxidable 304L
Capacidad o Capacidad Inicial	5 TON/H
Longitud (L)	$H = 2.5 \text{ m}, V = 2 \text{ m}$
Capacidad Requerida (Cr)	$220 \text{ ft}^3/h$
Capacidad Equivalente	$330 \text{ ft}^3/h$
Diámetro del helicoide (D_h)	9 in
Velocidad del Transportador (N)	60 rpm
Potencia de accionamiento en vacío (P_{fr})	0.026 HP
Potencia de desplazamiento del material (P_m)	0.25 HP
Potencia Total Real (P_{TR})	0.81 HP
Potencia Total (P_T)	1.5 HP
Torque	120 N – m

Para el resultado número 1, en la tabla 20 se observa como primeros datos el tipo de material a transportar, la capacidad inicial y la distancia para el traslado y acopio del material. sabiendo esos datos se procedió al hallado de la carga de la artesa y sus factores de diseño con ello se determinó la capacidad requerida, capacidad equivalente, las potencias el cual estará sometida tanto en accionamiento en vacío como potencia de desplazamiento del material, así como conocer su total en cuanto a la potencia de trabajo del transportador helicoidal, así como también su torque y el diámetro del helicoide.

3.3.2 Componentes mecánicos del transportador helicoidal

Tabla 21

Datos de componentes mecánicos para el transportador helicoidal

Componentes mecánicos del transportador helicoidal	
Eje helicoidal	
Diámetro del Eje	$\varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ in}$
Longitud	250mm
Tubo helicoidal	
Diámetro Interior del Tubo helicoidal (cedula 40)	$\varnothing 52.48 \text{ mm}$
Diámetro Superior del Tubo helicoidal (cedula 40)	$\varnothing 60.3 \text{ mm}$
Espesor	3.91 mm
Perno para acople entre el eje y el tubo helicoidal	
Diámetro del perno	$\varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ in}$
Diámetro nominal del Eje	$\varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ in}$
Diámetro nominal del tubo helicoidal	$\varnothing 2 \text{ in}$
Brida para Artesa Tubular	
Diámetro Inferior de la brida	$\varnothing 10 \frac{3}{4} \text{ in} - 273 \text{ mm}$
Diámetro Superior de la brida	$\varnothing 330.252 \text{ mm}$
Espesor	$\frac{1}{2} \text{ in}$
Distancia de los centros entre la artesa y el perno	$\varnothing 11 \frac{7}{8} \text{ in} - 301.625 \text{ mm}$
Cantidad de pernos – Diámetro del perno	8 – $\varnothing \frac{3}{8} \text{ in}$
Artesa Tubular	
Diámetro nominal del Artesa	$\varnothing 10 \text{ in}$
Diámetro exterior del Artesa	$\varnothing 10 \frac{3}{4} \text{ in} - 273 \text{ mm}$
Cedula	40 S
Pared- espesor	$0.365 \text{ in} = 9.27 \text{ mm Aprox}$
Tapa para Artesa Tubular	
Diámetro del helicoide	$\varnothing 9 \text{ in}$
Diámetro del Eje	$\varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ in}$
Diámetro exterior de la Tapa de Artesa	$\varnothing 13 \frac{1}{4} \text{ in} - 336.55 \text{ mm}$
Cantidad de pernos – Diámetro del perno	8 – $\varnothing \frac{3}{8} \text{ in}$
Distancia de los centros entre la artesa y el perno	$\varnothing 11 \frac{7}{8} \text{ in} - 301.625 \text{ mm}$
Espesor	$\frac{1}{4} \text{ in}$
Cantidad -Diámetro para perno de chumacera -	4 – $\varnothing 1 \frac{1}{2} \text{ in}$

Tabla 22

Datos de componentes mecánicos para el transportador helicoidal

Helicoide	
Diámetro del helicoide	$\varnothing 9 \text{ in}$
Diámetro del tubo	$\varnothing 2 \text{ in}$
Paso del helicoide	$\varnothing 6 \text{ in}$
Perímetro mayor	$28.904 \text{ in} = 734.1616 \text{ mm}$
Perímetro menor	$8.688 \text{ in} = 220.6752 \text{ mm}$
Lado	$3.5 \text{ in} = 88.9 \text{ mm}$
Grado del helicoidal	5.78°
Radio mayor del helicoide	5.004 in
Radio menor del helicoide	1.504 in
Numero de helicoides	25

Para el resultado número 2, en la investigación realizada, en la tabla 21 y 22 se presenta como resultados los componentes mecánicos el cual se muestran las dimensiones de cada pieza tanto longitudes, ángulos, diámetros y espesores para el posterior diseño en 3D.

Para el resultado numero 3, el cual es el diseño en 3D del transportador helicoidal se toma para el diseño con datos obtenidos en la tabla 21 y 22 respectivamente ello nos facilitara con las dimensiones de cada pieza para el diseño en 3D en general como también sus vistas isométricas de cada pieza. El plano general en 3D como sus vistas isométricas de cada pieza se realizaron mediante el programa inventor y están adjuntas en el anexo B- Planos del (1 al 18).

CONCLUSIONES

- De acuerdo a la norma CEMA 350, se determinó los parámetros de diseño para el transportador helicoidal tanto el vertical y el horizontal los cuales son la capacidad de transporte $220 \text{ ft}^3/h$, velocidad de transporte 60 rpm , potencia de accionamiento en vacío 0.026 hp , potencia de desplazamiento del material 0.25 hp , potencia real 0.81 hp , potencia total 1.5 hp y el torque requerido $120 \text{ N} - \text{m}$. Estos datos fueron obtenidos ya que se identifico y clasifico el material a transportar (abono orgánico) como también el flujo a transportar $5 \text{ ton}/h$ en conjunto al metrado que se realizó previo al diseño con estos parámetros de diseño se puede determinar los componentes mecánicos del transportador helicoidal.
- Se determino los componentes mecánicos del transportador, dentro de ellos tenemos las selecciones del helicoide, selección del tipo de tapa para la artesa, brida de la artesa tubular dimensiones del eje, del tubo, tolva de recepción todo ellos se encuentran detallado en cuanto a sus dimensiones y espesores en la tabla 21 y 22 de los resultados.
- Se diseño el transportador helicoidal horizontal y vertical en base a los parámetros de diseño en conjunto con los componentes mecánicos determinados tanto por CEMA y catálogos de fabricantes. La realización del diseño y prototipo aplicados en el software inventor se puede visualizar el 3D en conjunto con los planos isométricos en el Anexo B - Planos del 1 al 18.

RECOMENDACIONES

1

- Para el diseño del prototipo es importante tener en cuenta el tipo de material el cual se va a transportar el peso específico del material, la velocidad de transporte, los factores de diseño y su longitud de trabajo del transportador para este caso tanto vertical como horizontal, estos datos son clave para determinar los componentes del transportador. además, el transportador helicoidal de abono orgánico solo debe de trabajar como máximo con el flujo para el cual haya sido diseñado.

1

- Tener en consideración la norma CEMA, los catálogos de los fabricantes para determinar los parámetros de diseño y seleccionar adecuadamente los espesores requeridos para la parte estructural y complementos del sistema mecánico.
- En el diseño del transportador helicoidal solicitada debe realizarse de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos de trabajo, para cumplir con lo planificado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, L. R. (2013). Rediseño del tornillo sin fin de los transportadores rotatorios del filtro de mangas de la planta preparación de mineral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Moa.
- Ayala, J. (2019). Diseño de una transportadora de harina para el traslado de molido en la Empresa Agroindustrial Vásquez S.A.C. Universidad Nacional Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Bega. (2024). Fabricación de Transportador Helicoidal. Durango, Mexico.
- Bohler. (2017). Manual de Aceros Especiales. Lima, Lima.
- Bonastre, J. (2024). Diseño de un Transportador Sinfin Refrigerado. Universidad Miguel Hernández de Elche, Valencia, España.
- CEMA. (2024). Transportador de Tornillo para material a granel. Obtenido de https://www.academia.edu/42666730/SCREW_CONVEYORS_for_Bulk_Materials
- KWS, M. (2015). KWS Design Engineering Manufacturing. Obtenido de <https://www.kwsmfg.com/wp-content/uploads/Screw-Conveyor-Engineering-Guide.pdf>
- Lhinders, J. (2022). Diseño de un transportador de hielo tipo tornillo sin fin. Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- Martin, S. &. (2020). Manual Manejo de Materiales a granel. Obtenido de https://es.martinsprocket.com/docs/catalogs/material%20handling/2_transportadores%20helicoidales/seccion_h_helicoidales.pdf
- Obregón, R. (2023). Diseño modular de transportador helicoidal de inclinación variable aplicando controlador lógico programable. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
- Osorio, D. (2018). Estudio , Puesta en marcha y Proporción de Ensayos para un Transportador de Tornillo de Laboratorio. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Quilpué, Chile.
- Polo, R. (2017). Diseño del Conjunto de Transportadores Helicoidales para evacuar 1.8ton/h de ceniza de la caldera de la Caldera de la Empresa Agrolmos S.A.C. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú.

ANEXOS

ANEXO A:

Figura 37

Características de los Materiales

Material Description	Loose Bulk Density Lbs/Cu Ft	CEMA Material Code	Component Series	Material Factor	V
Charcoal, Ground	18-28	23A ₁₀₀ 45N	2D	1.2	
Charcoal, Lumps	18-28	23D ₃ 45QN	2D	1.4	
Chocolate, Cake, Pressed	40-45	43D ₃ 25	2B	1.5	
Chrome Ore	125-140	133D ₃ 36	3D	2.5	
Cinders, Blast Furnace	57	57D ₃ 36T	3D	1.9	
Cinders, Coal	40	40D ₃ 36T	3D	1.8	
Clay (See Bentonite, Diatomaceous Earth, Fuller's Earth, Kaolin, & Marl)			—	—	
Clay, Brick, Dry, Fines	100-120	110C ₃ 36	3D	2.0	
Clay, Calcined	80-100	90B ₆ 36	3D	2.4	
Clay, Ceramic, Dry, Fines	60-80	70A ₁₀₀ 35P	1A-1B-1C	1.5	x
Clay, Dry, Lumpy	60-75	68D ₃ 35	2D	1.8	
Clinker, Cement (See Cement, Clinker)			—	—	
Clover, Seed	45-48	47B ₆ 25N	1A-1B-1C	0.4	x
Coal, Anthracite (Culm and River)	55-61	60B ₆ 35TY	2A-2B	1.0	
Coal, Anthracite, Sized, 1/2"	49-61	55C ₃ 25	2A-2B	1.0	
Coal, Bituminous, Mined	40-60	50D ₃ 35LNXY	1A-1B	0.9	
Coal, Bituminous, Mined, Sized	45-55	48D ₃ 35QVN	1A-1B	1.0	
Coal, Bituminous, Mined, Slack	43-50	47C ₃ 45TN	2A-2B	0.9	
Coal, Lignite	37-45	41D ₃ 35TN	2D	1.0	
Cocoa, Beans	30-45	38C ₃ 25Q	1A-1B	0.5	
Cocoa, Nibs	35	35C ₃ 25	2D	0.5	
Cocoa, Powdered	30-35	33A ₁₀₀ 45XY	1B	0.9	
Coconut, Shredded	20-22	21E45	2B	1.5	x
Coffee, Beans, Green	25-32	29C ₃ 25PQ	1A-1B	0.5	
Coffee, Beans, Roasted	20-30	25C ₃ 25PQ	1B	0.4	x
Coffee, Chaff	20	20B ₆ 25MY	1A-1B	1.0	x
Coffee, Ground, Dry	25	25A ₄₀ 35P	1A-1B	0.6	x
Coffee, Ground, Wet	35-45	40A ₄₀ 45X	1A-1B	0.6	
Coffee, Soluble	19	19A ₄₀ 35PUY	1B	0.4	x
Coke, Breeze	25-35	30C ₃ 37NY	3D	1.2	
Coke, Loose	25-35	30D ₇ 37N	3D	1.2	
Coke, Petrol, Calcined	35-45	40D ₇ 37NY	3D	1.3	
Compost	30-50	40D ₄ 45TV	3A-3B	1.0	
Concrete, Pre-Mix, Dry	85-120	103C ₃ 36U	3D	3.0	
Copper Sulfate (Bluestone)	75-95	85C ₃ 35S	2A-2B-2C	1.0	
Copper, Ore	120-150	135D _x 36	3D	4.0	
Copper, Ore, Crushed	100-150	125D ₃ 36	3D	4.0	
Copra, Cake, Ground	40-45	43B ₆ 45HW	1A-1B-1C	0.7	x
Copra, Cake, Lumpy	25-30	28D ₃ 35HW	2A-2B-2C	0.8	
Copra, Lumpy	22	22E35HW	2A-2B-2C	1.0	
Copra, Meal	40-45	42B ₆ 35HW	2D	0.7	x
Cork, Granulated	12-15	14C ₃ 35JYN	1A-1B-1C	0.5	x
Cork, Ground, Fines	5-15	10B ₆ 35JNY	1A-1B-1C	0.5	x
Corn, Cleanings	20-30	25B ₆ 35PY	1A-1B-1C	0.4	
Corn, Cracked	40-50	45B ₆ 25PN	1A-1B-1C	0.7	x
Corn, Grits	40-45	43B ₆ 35PN	1A-1B-1C	0.5	x
Corn, Steeped	40-60	50D ₃		0.8	
Corn Cobs, Ground	17	17C ₃ 25YN	1A-1B-1C	0.6	
Corn Cobs, Whole*	12-15	14E35NV	2A-2B	—	x
Corn Ear*	56	56D ₁₆ 35NV	2A-2B	—	x
Corn Fiber Feed, Dry, Cooled	15-35	25B ₆ 35		0.6	
Corn Fiber Feed, Dry, Ground	15-35	25B ₆ 35		0.5	
Corn Fiber Feed, Dry, Not Cooled	15-35	25B ₆ 35		1.5	
Corn Fiber Feed, Pellets, Dry	30-40	35C ₃ 35		1.0	

Tomado de: Transportador de Tornillo para material a granel, (CEMA, 2024)

Figura 38

Código de Clasificación del Material

Clase	Características de Material		Código
Densidad	Densidad a granel, Sin Compactar		Libras por pie cúbico
Tamaño	Muy Fino	Malla No. 200 (.0029") y menor	A200
		Malla No. 100 (.0059") y menor	A100
		Malla No. 40 (.016") y menor	A40
	Fino	Malla No. 6 (.132") y menor	B6
	Granular	1/2" y menor (malla 6" a 1/2")	C1/2
		3" y menor (1/2" a 3")	D3
		7" y menor (3" a 7")	D7
	Terrones	16" y por debajo (0" a 16")	D16
		Arriba de 16" a ser especificado, X = tamaño máximo	DX
	Irregular	Fibroso, Cilíndrico, etc.	E
Fluidez	Fluido Muy Libre		1
	Fluido Libre		2
	Fluido Promedio		3
	Fluido Lento		4
Abrasividad	Abrasividad Media		5
	Abrasividad Moderada		6
	Abrasividad Extrema		7
Propiedades Misceláneas o Peligrosas	Acumulación y Endurecimiento		F
	Genera Electricidad Estática		G
	Descomposición — Se Deteriora en Almacenamiento		H
	Inflamabilidad		J
	Se Hace Plástico o Tiende a Suavizarse		K
	Muy Polvoso		L
	Al Airearse Se Convierte en Fluido		M
	Explosividad		N
	Pegajoso — Adhesión		O
	Contaminable — Afecta uso		P
	Degradable — Afecta uso		Q
	Emite Humos o gases Tóxicos Peligrosos		R
	Altamente Corrosivo		S
	Medianamente Corrosivo		T
	Higroscópico		U
	Se Entrelaza, Enreda o Aglomera		V
	Presencia de Aceites		W
	Se Comprime Bajo Presión		X
	Muy Ligero — Puede Ser Levantado por el Viento		Y
	Temperatura Elevada		Z

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 39

Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal CF_1

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = 1/2 Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 1 1/2 Diámetro del Helicoidal	0.67

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 40

Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal CF_2

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF_2			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con Corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con Corte y Doble	N.R. *	3.75	2.54
Helicoidal de Listón	1.04	1.37	1.62

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 41

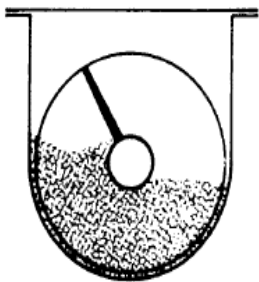
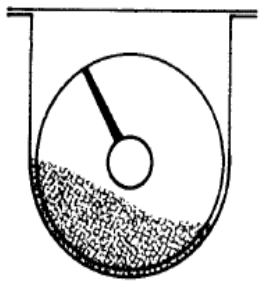
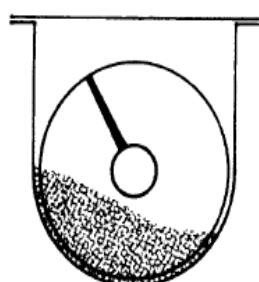
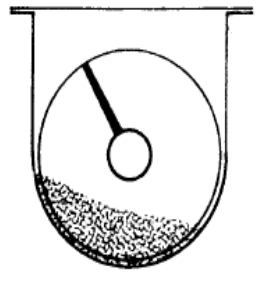
Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal CF_3

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF_3					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor CF_3	1.00	1.08	1.16	1.24	1.32

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 42

Factores de Capacidad del Transportador Helicoidal

Carga de Artesa		Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM
			A 1 RPM	A Máx. RPM	
45%		4	0.62	114	184
		6	2.23	368	165
		9	8.20	1270	155
		10	11.40	1710	150
		12	19.40	2820	145
		14	31.20	4370	140
		16	46.70	6060	130
		18	67.60	8120	120
		20	93.70	10300	110
		24	164.00	16400	100
		30	323.00	29070	90
		36	553.20	4142	75
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3380	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
		30	216.00	12960	60
		36	368.80	18400	50
30% B		4	0.41	29	72
		6	1.49	90	60
		9	5.45	300	55
		10	7.60	418	55
		12	12.90	645	50
		14	20.80	1040	50
		16	31.20	1400	45
		18	45.00	2025	45
		20	62.80	2500	40
		24	109.00	4360	40
		30	216.00	7560	35
		36	368.80	11064	30
15%		4	0.21	15	72
		6	0.75	45	60
		9	2.72	150	55
		10	3.80	210	55
		12	6.40	325	50
		14	10.40	520	50
		16	15.60	700	45
		18	22.50	1010	45
		20	31.20	1250	40
		24	54.60	2180	40
		30	108.00	3780	35
		36	184.40	5537	30

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 43
Tamaño Máximo de Partículas

Tabla de Tamaños Máximos de Partículas					
Diámetro de Helicoidal (pulgadas)	Tubo D.E. * (pulgadas)	Separación Radial Δ (pulgadas)	Clase 1 10% de partículas Partícula máxima (pulg.)	Clase 2 25% de partículas Partícula máxima (pulg.)	Clase 3 95% de partículas Partícula máxima (pulg.)
6	2 3/8	2 5/16	1 1/4	3/4	1/2
9	2 3/8	3 3/16	2 1/4	1 1/2	3/4
9	2 7/8	3 9/16	2 1/4	1 1/2	3/4
12	2 7/8	5 1/16	2 3/4	2	1
12	3 1/2	4 3/4	2 3/4	2	1
12	4	4 1/2	2 3/4	2	1
14	3 1/2	5 3/4	3 1/4	2 1/2	1 1/4
14	4	5 1/2	2 1/2	1 1/4	1 1/4
16	4	6 1/2	3 3/4	2 3/4	1 1/2
16	4 1/2	6 1/4	3 3/4	2 3/4	1 1/2
18	4	7 1/2	4 1/4	3	1 3/4
18	4 1/2	7 1/2	4 1/4	3	1 3/4
20	4	8 1/2	4 3/4	3 1/2	2
20	4 1/2	8 1/4	4 3/4	3 1/2	2
24	4 1/2	10 1/4	6	3 3/4	2 1/2
30	4 1/2	13 1/4	8	5	4
36	5 3/8	14 1/2	9 1/2	7 1/2	6

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 44
Selección de Componentes

Grupo de Componentes 1					
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)	
		Helicoidales Continuos	Helicoidales Seccionales	Artesa	Cubierta
6	1 1/2	6H304	6S307	Cal. 16	Cal. 16
9	1 1/2	9H306	9S307	Cal. 14	Cal. 14
9	2	9H406	9S409	Cal. 14	Cal. 14
12	2	12H408	12S409	Cal. 12	Cal. 14
12	2 7/16	12H508	12S509	Cal. 12	Cal. 14
14	2 7/16	14H508	14S509	Cal. 12	Cal. 14
16	3	16H610	16S612	Cal. 12	Cal. 14
18	3	—	18S612	Cal. 10	Cal. 12
20	3	—	20S612	Cal. 10	Cal. 12
24	3 7/16	—	24S712	Cal. 10	Cal. 12
30	3 15/16	—	30S816	3/16"	Cal. 10
36	4 7/16	—	36S916	1/4"	Cal. 10

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

7

Figura 45
Selección de Componentes

Grupo de Componentes 2					
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)	
		Helicoidales Continuos	Helicoidales Seccionales	Artesa	Cubierta
6	1 1/2	6H308	6S309	Cal. 14	Cal. 16
9	1 1/2	9H312	9S309	Cal. 10	Cal. 14
9	2	9H412	9S412	Cal. 10	Cal. 14
12	2	12H412	12S412	3/16"	Cal. 14
12	2 7/16	12H512	12S512	3/16"	Cal. 14
12	3	12H614	12S616	3/16"	Cal. 14
14	2 7/16	—	14S512	3/16"	Cal. 14
14	3	14H614	14S616	3/16"	Cal. 14
16	3	16H614	16S616	3/16"	Cal. 14
18	3	—	18S616	3/16"	Cal. 12
20	3	—	20S616	3/16"	Cal. 12
24	3 7/16	—	24S716	3/16"	Cal. 12
30	3 15/16	—	30S824	1/4"	Cal. 10
36	4 7/16	—	36S924	3/8"	3/16"

Tomado de: Manejo de Materiales, **(Martin, 2020)**.

Figura 46
Selección de Componentes

Grupo de Componentes 3					
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Diámetro del Eje (Pulgadas)	Número de Helicoidal		Espesor, Calibre Americano Estándar (Pulgadas)	
		Helicoidales Continuos	Helicoidales Seccionales	Artesa	Cubierta
6	1 1/2	6H312	6S312	Cal. 10	Cal. 16
9	1 1/2	9H312	9S312	3/16"	Cal. 14
9	2	9H414	9S416	3/16"	Cal. 14
12	2	12H412	12S412	1/4"	Cal. 14
12	2 7/16	12H512	12S512	1/4"	Cal. 14
12	3	12H614	12S616	1/4"	Cal. 14
14	3	—	14S624	1/4"	Cal. 14
16	3	—	16S624	1/4"	Cal. 14
18	3	—	18S624	1/4"	Cal. 12
20	3	—	20S624	1/4"	Cal. 12
24	3 7/16	—	24S724	1/4"	Cal. 12
30	3 15/16	—	30S832	3/8"	Cal. 10
36	4 7/16	—	36S932	3/8"	3/16"

Tomado de: Manejo de Materiales, **(Martin, 2020)**.

Figura 47

Selección de Bujes para Colgantes

Selección de Bujes para Colgantes				
Grupos de Componentes de Bujes	Tipos de Bujes	Material Recomendado para Ejes de Acoplamiento Δ	Temperatura de Operación Máxima Recomendada	F_b
B	Rodamiento de Bolas	Estándar	180°F	1.0
L	Bronce	Estándar	300°F	
S	<i>Martin</i> Bronce*	Estándar	450°F	2.0
	Bronce Grafitado	Estándar	500°F	
	Bronce Impregnado de Aceite	Estándar	200°F	
	Madera Impregnado de Aceite	Estándar	160°F	
	Nylatron	Estándar	250°F	
	Nylon	Estándar	160°F	
	Teflon	Estándar	250°F	
	UHMW	Estándar	225°F	
	Melamina (MCB)	Estándar	250°F	
	Ertalyle® Quadrant	Estándar	200°F	
H	Uretano	Estándar	200°F	4.4
	<i>Martin</i> Hierro Endurecido*	Endurecido	500°F	
	Hierro Endurecido	Endurecido	500°F	
	Sup. Endurecida	Endurecido o Especial	500°F	
	Stellite	Especial	500°F	
	Cerámica	Especial	1,000°F	
	Aleación de Hierro Blanco	Especial	500°F	

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 48

Factor del Diámetro del Transportador

Factor del Diámetro del Transportador, F_d	
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0
6	18.0
9	31.0
10	37.0
12	55.0
14	78.0
16	106.0
18	135.0
20	165.0
24	235.0
30	365.0
36	540.0

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 49

Factor del Diámetro del Transportador

Factor F_f				
Tipo de Helicoidal	F_f Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoidal con Corte	1.10	1.15	1.20	1.3
Con Corte y Doble	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Helicoidal de Listón	1.05	1.14	1.20	—

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 50

Factor de Paleta

Factor de Paleta F_p					
Paletas Estándar por Paso. Paletas Ajustadas a 45° Paso Invertido					
Número de Paletas por Paso	0	1	2	3	4
Factor de Paleta – F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 51

Factor de Eficiencia

Factor de Eficiencia (e) de las Transmisiones				
Transmisión para Transportador Helicoidal o Montado en Eje con Transmisión de Bandas en "V"	Reductor de Engranajes Helicoidales con Transmisión de Bandas en V y Cople	Motorreductor con Cople	Motorreductor con Transmisión de Cadena	Corona Sinfin
.88	.87	.95	.87	Consulte a <i>Martin</i>

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 52

Capacidad Torsional para acero inoxidable

Shaft Dia.	Stainless Steel Torque Values							
	Shaft		Coupling Bolts (2-Bolt)		Pipe – Schedule 40			
	304 & 316		18-8		A-312			
	Torsion		Bolts in Shear		Pipe in Shear		Pipe in Bearing	
	Safe Stress	Torque Rating	Safe Stress	Torque Rating	Safe Stress	Torque Rating	Safe Stress	Torque Rating
	PSI	In-Lbs	PSI	In-Lbs	PSI	In-Lbs	PSI	In-Lbs
1	6,000	700	6,000	1,300	6,000	2,800	6,000	1,900
1-1/2	6,000	2,600	6,000	3,500	6,000	6,800	6,000	5,000
2	6,000	6,500	6,000	7,300	6,000	12,700	6,000	7,900
2-7/16	6,000	12,800	6,000	8,900	6,000	20,600	6,000	11,800
3	6,000	24,300	6,000	15,900	6,000	28,600	6,000	15,700
3-7/16	6,000	36,400	6,000	24,800	6,000	38,300	6,000	22,100
3-15/16	6,000	52,400	6,000	46,900	6,000	65,000	6,000	52,100
4-7/16	6,000	75,600	6,000	65,300	6,000	101,100	6,000	90,700

Tomado de: Guía de ingeniería de transportadores sinfin, KWS (2016)

Figura 53

Dimensiones del helicoide según su clase

Screw Dia.	Pipe Size	Pipe O.D.	Radial Clearance	Class 1 (R = 1.75)	Class 2 (R = 2.5)	Class 3 (R = 4.5)
4"	1-1/4"	1-5/8"	1-11/16"	3/4"	1/2"	1/4"
6"	2"	2-3/8"	2-5/16"	1-1/4"	3/4"	1/2"
9"	2"	2-3/8"	3-13/16"	2"	1-1/2"	3/4"
	2-1/2"	2-7/8"	3-9/19"	2"	1-1/4"	3/4"
12"	2-1/2"	2-7/8"	5-1/16"	2-3/4"	2"	1"
	"3	3-1/2"	4-3/4"	2-1/2"	1-3/4"	1"
	3-1/2"	4"	4-1/2"	2-1/2"	1-3/4"	3/4"
14"	3"	3-1/2"	5-3/4"	3-1/4"	2-1/4"	1-1/4"
	3-1/2"	4"	5-1/2"	3"	2"	1"
16"	3-1/2"	4"	6-1/2"	3-1/2"	2-1/2"	1-1/4"
	4"	4-1/2"	6-1/4"	3-1/2"	2-1/4"	1-1/4"
18"	3-1/2"	4"	7-1/2"	4-1/4"	2-3/4"	1-1/2"
	4"	4-1/2"	7-1/4"	4"	2-3/4"	1-1/2"
20"	3-1/2"	4"	8-1/2"	4-3/4"	3-1/4"	1-3/4"
	4"	4-1/2"	8-1/4"	4-1/2"	3-1/4"	1-3/4"
24"	4"	4-1/2"	10-1/4"	5-3/4"	4"	2-1/4"
30"	5"	5-9/16"	12-11/16"	7"	5"	2-3/4"
36"	6"	6-5/8"	15-3/16"	8-1/2"	6"	3-1/4"

Tomado de: Guía de ingeniería de transportadores sinfín, KWS (2016)

Figura 54

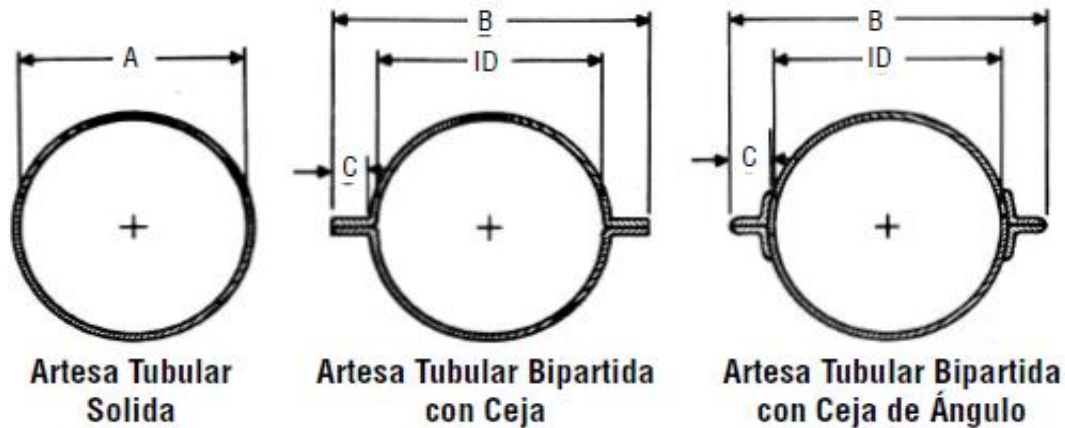
Tapa de artesa tubular

Diám. del Trans- portador	Diámetro de Eje	Número de Parte	B	D			K	L	N	Peso lb
				Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos				
4	1	4CHTE2-*	4	2 1/4	1 5/8		1/4	8	3/8	2
6	1 1/2	6CHTE3-*	5 1/16	3 1/2	2 1/8	3 3/4	1/4	10 1/8	3/8	3
9	1 1/2	9CHTE3-*	6 5/8	3 1/2	2 1/8	3 3/4	1/4	13 1/4	3/8	6
	2	9CHTE4-*	6 5/8	4 7/16	2 1/2	3 7/8	1/4	13 1/4	3/8	6
10	1 1/2	10CHTE3-*	7 3/8	3 1/2	2 1/8	3 3/4	1/4	14 3/4	3/8	7
	2	10CHTE4-*	7 3/8	4 7/16	2 1/2	3 7/8	1/4	14 3/4	3/8	7
12	2	12CHTE4-*	8 1/8	4 7/16	2 1/2	3 7/8	1/4	16 1/4	1/2	13
	2 7/16	12CHTE5-*	8 1/8	5 5/16	2 9/16	4 7/16	1/4	16 1/4	1/2	13
	3	12CHTE6-*	8 1/8	5 15/16	3 3/4	4 15/16	1/4	16 1/4	1/2	13
14	2 7/16	14CHTE5-*	9 1/8	5 5/16	2 9/16	4 7/16	1/4	18 1/4	1/2	19
	3	14CHTE6-*	9 1/8	5 15/16	3 3/8	4 15/16	1/4	18 1/4	1/2	19
16	3	16CHTE6-*	10 5/8	6	3 7/16	5	5/16	21 1/4	5/8	29
18	3	18CHTE6-*	12 1/8	6 1/16	3 1/2	5 1/16	3/8	24 1/4	5/8	39
	3 7/16	18CHTE7-*	12 1/8	6 5/8	3 3/4	5 5/8	3/8	24 1/4	5/8	39
20	3	20CHTE6-*	13 1/8	6 1/16	3 1/2	5 1/16	3/8	26 1/4	5/8	63
	3 7/16	20CHTE7-*	13 1/8	6 5/8	3 3/4	5 5/8	3/8	26 1/4	5/8	63
24	3 7/16	24CHTE7-*	15 1/8	6 5/8	3 3/4	5 5/8	3/8	30 1/4	5/8	87

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 55

Dimensionamiento de la artesa tubular

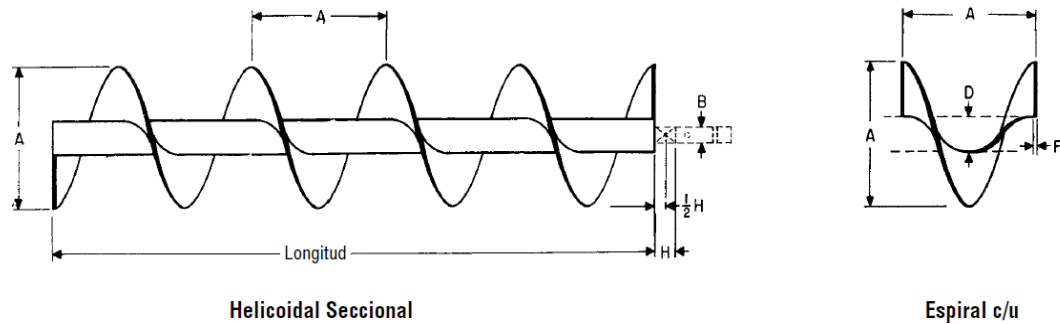


Diámetro del Transportador	Espesor de la Artesa	Artesa Tubular			Ceja Formada			Ceja de Ángulo			A	B	C
		No. de Parte	Peso (lb)		No. de Parte	Peso (lb)		No. de Parte	Peso (lb)				
			Largo 10'	Largo 5'		Largo 10'	Largo 5'		Largo 10'	Largo 5'			
4	□ 16 Cal.	4CHT16			4CHT16-F	43		4CHT16-A	81			7 1/8	1
	14	4CHT14	60	31	4CHT14-F	53		4CHT14-A	89	5	7 3/16		
	12	4CHT12			4CHT12-F	74		4CHT12-A	106		7 1/4		
6	□ 16 Cal.	6CHT16	50	27	6CHT16-F	60		6CHT16-A	110			9 5/8	1 1/4
	14	6CHT14	62	33	6CHT14-F	75		6CHT14-A	122	7	9 11/16		
	12	6CHT12	85	44	6CHT12-F	103		6CHT12-A	145		9 3/4		
	10	6CHT10	109	56	6CHT10-F	133		6CHT10-A	187		9 13/16		
	3/16	6CHT7	145	74	6CHT7-F	168		6CHT7-A	205		9 7/8		
9	16 Cal.	9CHT16	72	39	9CHT16-F	84		9CHT16-A	131			12 5/8	1 1/4
	□ 14	9CHT14	89	47	9CHT14-F	104		9CHT14-A	148	10	12 11/16		
	12	9CHT12	122	64	9CHT12-F	143		9CHT12-A	181		12 3/4		
	10	9CHT10	155	80	9CHT10-F	182		9CHT10-A	214		12 13/16		
	3/16	9CHT7	208	107	9CHT7-F	245		9CHT7-A	267		12 7/8		
	1/4	9CHT3	275	140	9CHT3-F	324		9CHT3-A	334		13		
10	16 Cal.	10CHT16	79	42	10CHT16-F	91		10CHT16-A	138			13 5/8	1 1/4
	□ 14	10CHT14	97	52	10CHT14-F	112		10CHT14-A	156	11	13 11/16		
	12	10CHT12	133	70	10CHT12-F	154		10CHT12-A	192		13 3/4		
	10	10CHT10	169	88	10CHT10-F	196		10CHT10-A	228		13 13/16		
	3/16	10CHT7	227	117	10CHT7-F	264		10CHT7-A	286		13 7/8		
	1/4	10CHT3	301	154	10CHT3-F	350		10CHT3-A	360		14		
12	□ 12 Cal.	12CHT12	163	88	12CHT12-F	193		12CHT12-A	235			16 1/4	1 1/2
	10	12CHT10	208	111	12CHT10-F	247		12CHT10-A	280	13	16 5/16		
	3/16	12CHT7	275	144	12CHT7-F	328		12CHT7-A	347		16 3/8		
	1/4	12CHT3	362	188	12CHT3-F	432		12CHT3-A	434		16 1/2		
14	□ 12 Cal.	14CHT12	187	101	14CHT12-F	217		14CHT12-A	259			18 1/4	1 1/2
	10	14CHT10	236	126	14CHT10-F	275		14CHT10-A	308	15	18 5/16		
	3/16	14CHT7	316	166	14CHT7-F	369		14CHT7-A	388		18 3/8		
	1/4	14CHT3	416	216	14CHT3-F	486		14CHT3-A	488		18 1/2		
16	□ 12 Cal.	16CHT12	212	114	16CHT12-F	242		16CHT12-A	310			21 1/4	2
	10	16CHT10	268	142	16CHT10-F	307		16CHT10-A	366	17	21 5/16		
	3/16	16CHT7	358	187	16CHT7-F	411		16CHT7-A	456		21 3/8		
	1/4	16CHT3	472	244	16CHT3-F	542		16CHT3-A	570		21 1/2		
18	□ 12 Cal.	18CHT12	242	133	18CHT12-F	280		18CHT12-A	340			23 1/4	2
	10	18CHT10	304	164	18CHT10-F	352		18CHT10-A	402	19	23 5/16		
	3/16	18CHT7	405	214	18CHT7-F	471		18CHT7-A	503		23 3/8		
	1/4	18CHT3	533	278	18CHT3-F	621		18CHT3-A	631		23 1/2		
20	□ 10 Cal.	20CHT10	335	188	20CHT10-F	381		20CHT10-A	433			25 5/16	2
	3/16	20CHT7	446	237	20CHT7-F	510		20CHT7-A	544	21	25 3/8		
	1/4	20CHT3	586	307	20CHT3-F	671		20CHT3-A	684		25 1/2		
24	□ 10 Cal.	24CHT10	399	215	24CHT10-F	445		24CHT10-A	497			29 5/16	2
	3/16	24CHT7	531	281	24CHT7-F	594		24CHT7-A	629	25	29 3/8		
	1/4	24CHT3	699	365	24CHT3-F	784		24CHT3-A	797		29 1/2		

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 56

Dimensionamiento del helicoide



A Diámetro del Helicoidal	B Diámetro del Eje	Número de Parte Helicoidal Completo	Número de Parte Sólo Espiras	Tamaño de Tubo		F Espesor del Helicoidal	H Ancho del Buje del Colgante	Longitud Estándar Pies-Pulg.	Peso Promedio (lb)			
				Interior	D Exterior				Longitud Estándar	Por Pie	Espiras c/u	Espirales Aprox. por Pie
6	1 1/2	6S312-*	6SF312-*	2	2 3/8	3/16	2	9 - 10	75	7.5	1.7	2.0
	1 1/2	6S316-*	6SF316-*	2	2 3/8	1/4	2	9 - 10	90	8.0	2.2	2.0
9	1 1/2	9S312-*	9SF312-*	2	2 3/8	3/16	2	9 - 10	95	9.5	4.3	1.33
	1 1/2	9S316-*	9SF316-*	2	2 3/8	1/4	2	9 - 10	130	13.0	5.5	1.33
	1 1/2	9S324-*	9SF324-*	2	2 3/8	3/8	2	9 - 10	160	16.0	7.9	1.33
	2	9S412-*	9SF412-*	2 1/2	2 7/8	3/16	2	9 - 10	115	11.5	4.3	1.33
	2	9S416-*	9SF416-*	2 1/2	2 7/8	1/4	2	9 - 10	130	13.0	5.5	1.33
	2	9S424-*	9SF424-*	2 1/2	2 7/8	3/8	2	9 - 10	160	16.0	7.9	1.33
10	1 1/2	10S312-*	10SF312-*	2	2 3/8	3/16	2	9 - 10	120	12.0	5.0	1.2
	1 1/2	10S316-*	10SF316-*	2	2 3/8	1/4	2	9 - 10	135	13.5	6.7	1.2
	1 1/2	10S324-*	10SF324-*	2	2 3/8	3/8	2	9 - 10	165	16.5	8.7	1.2
	2	10S412-*	10SF412-*	2 1/2	2 7/8	3/16	2	9 - 10	120	12.0	5.0	1.2
	2	10S416-*	10SF416-*	2 1/2	2 7/8	1/4	2	9 - 10	135	13.5	6.7	1.2
	2	10S424-*	10SF424-*	2 1/2	2 7/8	3/8	2	9 - 10	165	16.5	8.7	1.2
12	2	12S412-*	12SF412-*	2 1/2	2 7/8	3/16	2	11 - 10	156	13.0	7.2	1.0
	2	12S416-*	12SF416-*	2 1/2	2 7/8	1/4	2	11 - 10	204	17.0	9.7	1.0
	2	12S424-*	12SF424-*	2 1/2	2 7/8	3/8	2	11 - 10	268	22.3	12.7	1.0
	2 7/16	12S509-*	12SF509-*	3	3 1/2	10 Ga.	3	11 - 9	160	14.0	5.7	1.0
	2 7/16	12S512-*	12SF512-*	3	3 1/2	3/16	3	11 - 9	178	14.8	7.2	1.0
	2 7/16	12S516-*	12SF516-*	3	3 1/2	1/4	3	11 - 9	210	17.5	9.7	1.0
	2 7/16	12S524-*	12SF524-*	3	3 1/2	3/8	3	11 - 9	274	22.5	12.7	1.0
	3	12S612-*	12SF612-*	3 1/2	4	3/16	3	11 - 9	198	16.5	7.2	1.0
	3	12S616-*	12SF616-*	3 1/2	4	1/4	3	11 - 9	216	18.0	9.7	1.0
	3	12S624-*	12SF624-*	3 1/2	4	3/8	3	11 - 9	280	24.0	12.7	1.0

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 57

Dimensionamiento de la brida de artesa

Diám. del Helicoidal	Tornillos en la Brida		A	E	Q	R	S	T	U
	Tabular X	Descarga Y							
4	6 - 3/8	12 - 1/4	5	7	2 1/4	—	2 1/4	3/8	7 1/2
6	8 - 3/8	12 - 3/8	7	8 7/8	2 13/16	—	3	11/16	10
9	8 - 3/8	12 - 3/8	10	11 7/8	4	—	4	1/2	13
10	8 - 3/8	12 - 3/8	11	13 1/4	4 5/16	—	4 3/8	5/8	14 1/4
12	8 - 1/2	12 - 3/8	13	15	5 1/8	—	5 1/4	7/8	17 1/4
14	8 - 1/2	20 - 3/8	15	17	3 1/2	3 1/2	3 1/2	7/8	19 1/4
16	8 - 5/8	20 - 3/8	17	19 1/2	3 3/4	4	4	7/8	21 1/4
18	10 - 5/8	20 - 1/2	19	22	4 7/16	4 3/8	4 3/8	1 1/8	24 1/4
20	10 - 5/8	20 - 1/2	21	24 3/8	4 7/8	4 3/4	4 3/4	1 1/8	26 1/4
24	12 - 5/8	20 - 1/2	25	28 1/2	5 5/8	5 5/8	5 1/2	1 1/8	30 1/4

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 58

Espesor de los tubos según la cedula

Tamaño Nom. del Tubo (pulg.)	Diámetro Exterior (pulg.)	Cédula I.P.S			Pared (pulg.)	Diámetro Interior (pulg.)	Peso/ Pie (lb)	Tamaño Nom. del Tubo (pulg.)	Diámetro Exterior (pulg.)	Cédula I.P.S			Pared (pulg.)	Diámetro Interior (pulg.)	Peso/ Pie (lb)
1/8	.405	10S			.049	.307	.1863	3	3.500	5S			.083	3.334	3.029
		40	40S	Estándar	.068	.269	.2447			10S			.120	3.260	4.332
		80	80S	Extra Pesado	.095	.215	.3145			40	40S	Estándar	.216	3.068	7.576
1/4	.540	10S			.065	.410	.3297	3 1/2	4.000	80	80S	Extra Pesado	.300	2.900	10.25
		40	40S	Estándar	.088	.364	.4248			160			.438	2.624	14.32
		80	80S	Extra Pesado	.119	.302	.5351					XX Pesado	.600	2.300	18.58
3/8	.675	10S			.065	.545	.4235	4	4.500	5S			.083	3.834	3.472
		40	40S	Estándar	.091	.493	.5676			10S			.120	3.760	4.973
		80	80S	Extra Pesado	.126	.423	.7388			40	40S	Estándar	.226	3.548	9.109
1/2	.840	5S			.065	.710	.5383	5	5.563	80	80S	Extra Pesado	.318	3.364	12.50
		10S			.083	.674	.6710						.083	4.334	3.915
		40	40S	Estándar	.109	.622	.8510			10S			.120	4.260	5.613
3/4	1.050	80	80S	Extra Pesado	.147	.546	1.088	6	6.625	40	40S	Estándar	.237	4.026	10.79
		160			.187	.466	1.304			80	80S	Extra Pesado	.337	3.826	14.98
				XX Pesado	.294	.252	1.714			120			.438	3.624	19.00
1	1.315	5S			.065	.920	.6838	8	8.625	160			.531	3.438	22.51
		10S			.083	.884	.8572					XX Pesado	.674	3.152	27.54
		40	40S	Estándar	.113	.824	1.131			5S			.109	5.345	6.349
1 1/4	1.660	80	80S	Extra Pesado	.154	.742	1.474	10	10.750	10S			.134	5.295	7.770
		160			.218	.614	1.937			40	40S	Estándar	.258	5.047	14.62
				XX Pesado	.308	.434	2.441			80	80S	Extra Pesado	.375	4.813	20.78
1 1/2	1.900	5S			.065	1.185	.8678	10	10.750	120			.500	4.563	27.04
		10S			.109	1.097	1.404			160			.625	4.313	32.96
		40	40S	Estándar	.133	1.049	1.679					XX Pesado	.750	4.063	38.55
2	2.375	80	80S	Extra Pesado	.179	.957	2.172	10	10.750	5S			.109	6.407	7.585
		160			.250	.815	2.844			10S			.134	6.357	9.289
				XX Pesado	.358	.599	3.659			40	40S	Estándar	.280	6.065	18.97
2 1/2	2.875	5S			.065	1.530	1.107	10	10.750	80	80S	Extra Pesado	.432	5.761	28.57
		10S			.109	1.442	1.806			120			.562	5.491	36.39
		40	40S	Estándar	.140	1.380	2.273			160			.718	5.189	45.30
3	3.500	80	80S	Extra Pesado	.191	1.278	2.997	10	10.750			XX Pesado	.864	4.897	53.16
		160			.250	1.160	3.765			5S			.109	8.407	9.914
				XX Pesado	.382	.896	5.214			10S			.148	8.329	13.40
4	4.000	20			.250	1.160	3.765	10	10.750	250			.250	8.125	22.36
		30			.277	.896	5.214			30			.277	8.071	24.70
		40	40S	Estándar	.322	1.770	1.274			40	40S	Estándar	.322	7.981	28.55
5	4.500	60			.406	1.682	2.085	10	10.750	60	80S	Extra Pesado	.500	7.813	35.64
		80	80S	Extra Pesado	.500	1.610	2.718			80	80S	Extra Pesado	.500	7.625	43.39
		100			.593	1.500	3.631			100			.593	7.439	50.87
6	5.000	120			.718	1.338	4.859	10	10.750	120			.718	7.189	60.63
		140			.812	1.100	6.408			140			.812	7.001	67.76
				XX Pesado	.400	1.100	6.408					XX Pesado	.875	6.875	72.42
7	5.563	5S			.065	2.245	1.604	10	10.750	160			.906	6.813	74.69
		10S			.109	2.157	2.638			5S			.134	10.482	15.19
		40	40S	Estándar	.154	2.067	3.653			10S			.165	10.420	18.70
8	6.625	80	80S	Extra Pesado	.218	1.939	5.022	10	10.750	20			.250	10.250	28.04
		160			.343	1.689	7.444			30			.307	10.136	34.24
				XX Pesado	.436	1.503	9.029			40	40S	Estándar	.365	10.020	40.48
9	7.625	5S			.083	2.709	2.475	10	10.750	60	80S	Extra Pesado	.500	9.750	54.74
		10S			.120	2.635	3.531			80	80S	Extra Pesado	.593	9.564	64.33
		40	40S	Estándar	.203	2.469	5.793			100			.718	9.224	76.93
10	8.625	80	80S	Extra Pesado	.276	2.323	7.661	10	10.750	120			.843	9.064	89.20
		160			.375	2.125	10.01			140			1.000	8.750	104.1
				XX Pesado	.552	1.771	13.69			160			1.125	8.500	115.7

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 59

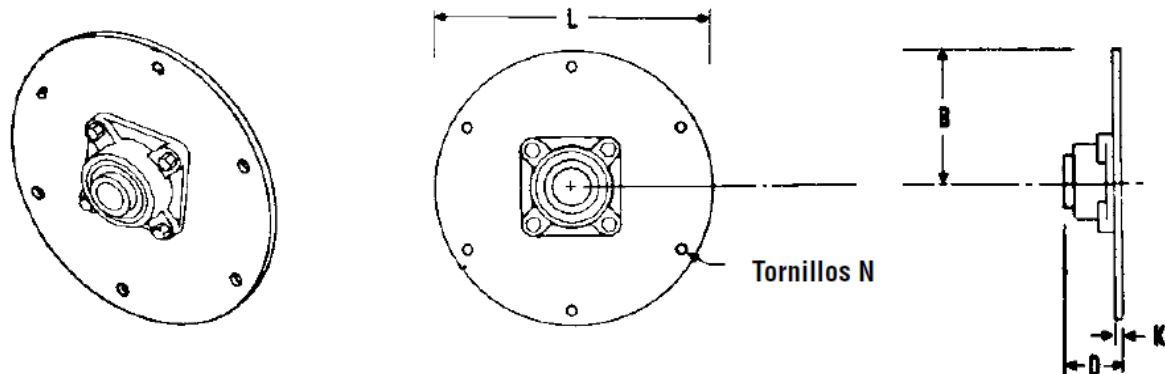
Dimensiones de los tornillos

Nombre de la Parte	4	6	9	10	12	14	16	18	20	24
Brida, Artesa	6-3/8 x 1 1/4	6-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-1/2 x 1 1/2	8-1/2 x 1 1/2	8-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	12-5/8 x 1 3/4
Brida, Artesa Tubular	6-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-1/2 x 1 1/2	8-1/2 x 1 1/2	8-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	12-5/8 x 1 3/4
Tapas, Artesa										
Interior	6-1/4 x 3/4	7-3/8 x 1	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-1/2 x 1 1/4	8-1/2 x 1 1/4	8-5/8 x 1 1/4	10-5/8 x 1 1/4	10-5/8 x 1 1/2	12-5/8 x 1 1/2
Descarga Interior	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1 1/4	6-3/8 x 1 1/4	6-1/2 x 1 1/4	6-1/2 x 1 1/4	6-5/8 x 1 1/4	6-5/8 x 1 1/2	6-5/8 x 1 1/2	6-5/8 x 1 1/2
Rectangular Interior	5 1/4 x 3/4	6-3/8 x 1	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	10-1/2 x 1 1/4	11-1/2 x 1 1/4	12-5/8 x 1 1/4	12-5/8 x 1 1/4	12-5/8 x 1 1/2	12-5/8 x 1 1/2
Tipo Exterior	6-3/8 x 1 1/4	6-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-1/2 x 1 1/2	8-1/2 x 1 1/2	8-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	12-5/8 x 1 3/4
Descarga Exterior	4-3/8 x 1	2-3/8 x 1	4-3/8 x 1 1/4	4-3/8 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/4	4-5/8 x 1 1/2	4-5/8 x 1 1/2	4-5/8 x 1 1/2	6-5/8 x 1 1/2
Tapas, Artesa Tubular	6-3/8 x 1	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-3/8 x 1 1/4	8-1/2 x 1 1/2	8-1/2 x 1 1/2	8-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	10-5/8 x 1 3/4	12-5/8 x 1 3/4
Colgante, Artesa										
Estilo 60		2-1/2 x 2	2-1/2 x 2	2-1/2 x 2	2-1/2 x 2 1/2	2-1/2 x 2 1/2	2-5/8 x 2 3/4	2-5/8 x 2 3/4	2-5/8 x 2 3/4	
Estilo 70		4-3/8 x 1	4-3/8 x 1 1/4	4-3/8 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 3/4	4-5/8 x 2	
Estilo 216		4-3/8 x 1 1/4	4-3/8 x 1 1/4	4-3/8 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-5/8 x 1 3/4	4-5/8 x 2	4-5/8 x 2 1/2
Estilo 220	4-1/4 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-1/2 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-5/8 x 1 3/4	4-5/8 x 1 3/4	4-5/8 x 1 3/4
Estilo 226	4-1/4 x 1	4-3/8 x 1 1/4	4-3/8 x 1 1/4	4-3/8 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-5/8 x 1 3/4	4-5/8 x 2	4-5/8 x 2 1/2
Estilo 230		4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-1/2 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/2	4-5/8 x 1 3/4	4-5/8 x 1 3/4	4-5/8 x 1 3/4
Estilo 316	4-1/4 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-1/2 x 1 1/2	4-1/2 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/4	4-5/8 x 1 1/2	4-5/8 x 1 1/2	4-5/8 x 1 1/2
Estilo 326	4-1/4 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-3/8 x 1	4-1/2 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/4	4-1/2 x 1 1/4	5/8 x 1 1/2	4-5/8 x 1 1/2	4-5/8 x 1 1/2
Cubiertas, Artesas (estándar 10 pies)	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1	10-5/16 x 1
Silleta — Pies										
Pie Bridado	2-3/8 x 1 1/2	2-3/8 x 1 1/2	2-3/8 x 1 1/2	2-3/8 x 1 1/2	2-1/2 x 1 3/4	2-1/2 x 1 3/4	2-5/8 x 2	2-5/8 x 2	2-5/8 x 2	2-5/8 x 2
Silleta										
Descargas										
Tornillos de Unión	8-3/8 x 1 1/2	8-3/8 x 1 1/2	8-3/8 x 1 1/2	8-3/8 x 1 1/2	8-3/8 x 1 1/2	12-3/8 x 1 1/2	12-3/8 x 1 1/2	12-1/2 x 1 1/2	12-1/2 x 1 1/2	12-1/2 x 1 1/2
Brida	12-3/8 x 1	12-3/8 x 1	12-3/8 x 1	12-3/8 x 1	12-3/8 x 1	20-3/8 x 1	20-3/8 x 1	20-1/2 x 1	20-1/2 x 1	20-1/2 x 1
Brida con Compuerta	10-3/8 x 1	10-3/8 x 1	10-3/8 x 1	10-3/8 x 1	10-3/8 x 1	16-3/8 x 1	16-3/8 x 1	16-1/2 x 1 1/4	16-1/2 x 1 1/4	16-1/2 x 1 1/4

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

Figura 60

Dimensionamiento de la tapa de artesa



Diám. del Trans- portador	Diámetro de Eje	Número de Parte	B	D			K	L	N	Peso lb
				Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos				
4	1	4CHTE2-*	4	2 1/4	1 5/8		1/4	8	3/8	2
6	1 1/2	6CHTE3-*	5 1/16	3 1/2	2 1/8	3 3/4	1/4	10 1/8	3/8	3
9	1 1/2	9CHTE3-*	6 5/8	3 1/2	2 1/8	3 3/4	1/4	13 1/4	3/8	6
	2	9CHTE4-*	6 5/8	4 7/16	2 1/2	3 7/8	1/4	13 1/4	3/8	6
10	1 1/2	10CHTE3-*	7 3/8	3 1/2	2 1/8	3 3/4	1/4	14 3/4	3/8	7
	2	10CHTE4-*	7 3/8	4 7/16	2 1/2	3 7/8	1/4	14 3/4	3/8	7
12	2	12CHTE4-*	8 1/8	4 7/16	2 1/2	3 7/8	1/4	16 1/4	1/2	13
	2 7/16	12CHTE5-*	8 1/8	5 5/16	2 9/16	4 7/16	1/4	16 1/4	1/2	13
	3	12CHTE6-*	8 1/8	5 15/16	3 3/4	4 15/16	1/4	16 1/4	1/2	13
14	2 7/16	14CHTE5-*	9 1/8	5 5/16	2 9/16	4 7/16	1/4	18 1/4	1/2	19
	3	14CHTE6-*	9 1/8	5 15/16	3 3/8	4 15/16	1/4	18 1/4	1/2	19
16	3	16CHTE6-*	10 5/8	6	3 7/16	5	5/16	21 1/4	5/8	29
18	3	18CHTE6-*	12 1/8	6 1/16	3 1/2	5 1/16	3/8	24 1/4	5/8	39
	3 7/16	18CHTE7-*	12 1/8	6 5/8	3 3/4	5 5/8	3/8	24 1/4	5/8	39
20	3	20CHTE6-*	13 1/8	6 1/16	3 1/2	5 1/16	3/8	26 1/4	5/8	63
	3 7/16	20CHTE7-*	13 1/8	6 5/8	3 3/4	5 5/8	3/8	26 1/4	5/8	63
24	3 7/16	24CHTE7-*	15 1/8	6 5/8	3 3/4	5 5/8	3/8	30 1/4	5/8	87

Tomado de: Manejo de Materiales, (Martin, 2020).

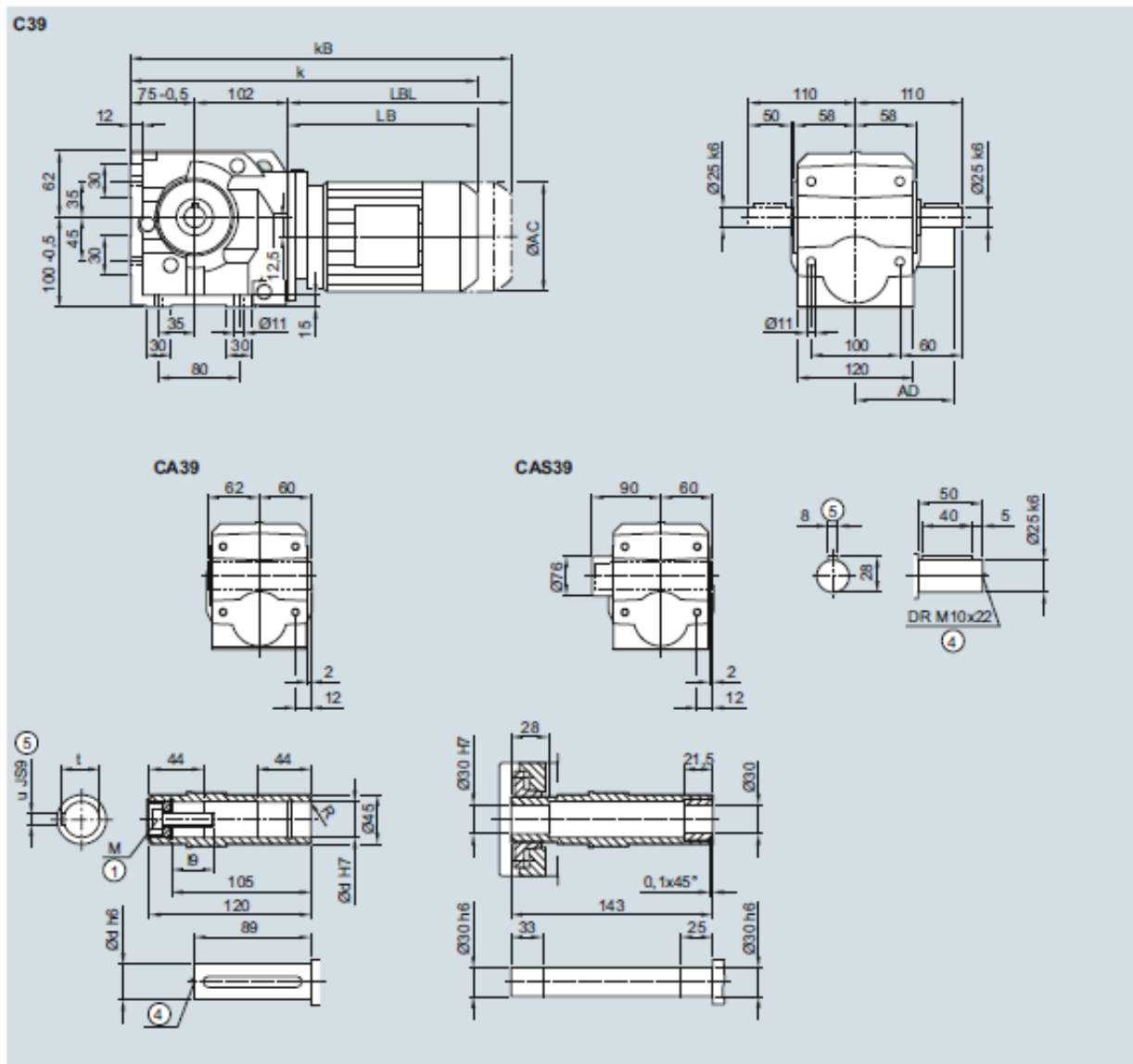
Figura 61
Cuadro de selección del motorreductor

P_{rated} kW	n_2 rpm	T_2 Nm	i -	F_{R2} N	f_B -	m kg	Article No. (Article No. supplement → below)	Order code No. of poles
1.1	C.49-LE90SG4E							
	42	220	33.73	4 300	1.7	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ R1	
	46	200	30.67	4 270	1.9	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ Q1	
	53	178	26.89	4 200	2.1	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ P1	
	59	158	24.00	4 160	2.2	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ N1	
	67	141	21.39	4 100	2.3	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ M1	
	72	130	19.74	4 050	2.5	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ L1	
	82	114	17.29	3 960	2.7	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ K1	
	94	100	15.16	3 870	2.9	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ J1	
	104	91	13.75	3 790	3.0	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ H1	
	110	85	12.94	3 750	3.2	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ G1	
	125	75	11.41	3 650	3.5	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ F1	
	144	65	9.9	3 540	3.8	27	2KJ3603 - ■ EK22 - ■ ■ E1	
	C.39-LE90SG4E							
	42	220	33.73	5 590	0.91	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ R1	
	44	215	32.64	5 320	0.98	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ Q1	
	50	191	28.32	5 230	1.2	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ P1	
	55	173	25.75	5 200	1.4	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ N1	
	65	149	22.08	5 120	1.6	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ M1	
	71	135	20.07	5 060	1.7	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ L1	
	81	119	17.6	4 960	1.9	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ K1	
	91	106	15.71	4 870	2.0	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ J1	
	102	94	14.0	4 770	2.2	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ H1	
	110	87	12.92	4 700	2.3	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ G1	
	126	76	11.31	4 580	2.5	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ F1	
	144	67	9.92	4 440	2.7	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ E1	
	158	61	9.0	4 350	2.9	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ D1	
	168	57	8.47	4 290	3.0	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ C1	
	191	50	7.47	4 170	3.3	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ B1	
	220	44	6.48	4 010	3.5	23	2KJ3602 - ■ EK22 - ■ ■ A1	
	C.29-LE90SG4E							
	91	106	15.71	3 610	0.87	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ J1	
	102	95	14.0	3 570	0.98	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ H1	
	110	87	12.92	3 560	1.1	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ G1	
	126	76	11.31	3 510	1.2	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ F1	
	144	67	9.92	3 440	1.4	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ E1	
	158	61	9.0	3 390	1.5	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ D1	
	168	57	8.47	3 360	1.6	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ C1	
	191	50	7.47	3 290	1.7	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ B1	
	220	44	6.48	3 190	1.9	17	2KJ3601 - ■ EK22 - ■ ■ A1	

Adaptado: catálogo de motorreductores de siemens,

Figura 62

Dimensiones de la serie C39 SIMENS -Motorreductores



Shaft	d	I9	M	R	t	u		
	25	32.6	M10	1.6	28.3	8		
	30	32.6	M10	3.0	33.3	8		
Motor	LA 63M	71M	LE 80M	80ZM	90S/L	90ZL	100L	100ZL
AC	117.8	138.8	156.3	156.3	173.8	173.8	198.0	198.0
AD ¹⁾	124.0	134.0	149.2	149.2	154.2	154.2	170.5	170.5
k	371.0	403.0	467.0	502.0	528.5	568.5	585.0	620.0
kB	415.5	458.0	527.0	562.0	598.5	638.5	663.5	698.5
LB	194.0	226.0	290.0	325.0	351.5	391.5	408.0	443.0
LBL	238.5	281.0	350.0	385.0	421.5	461.5	486.5	521.5

Adaptado: catálogo de motorreductores de siemens,

ANEXO B: PLANOS

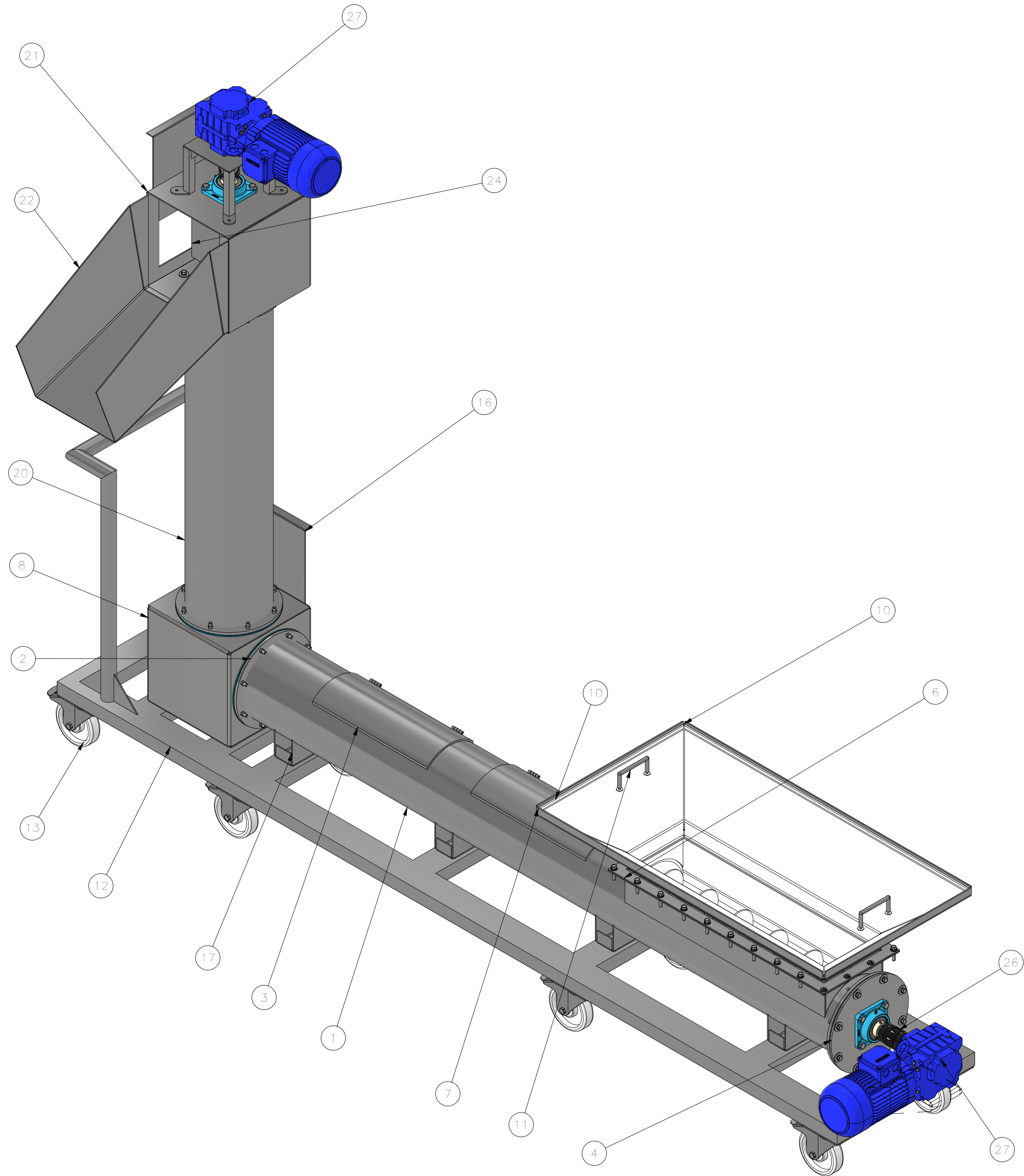
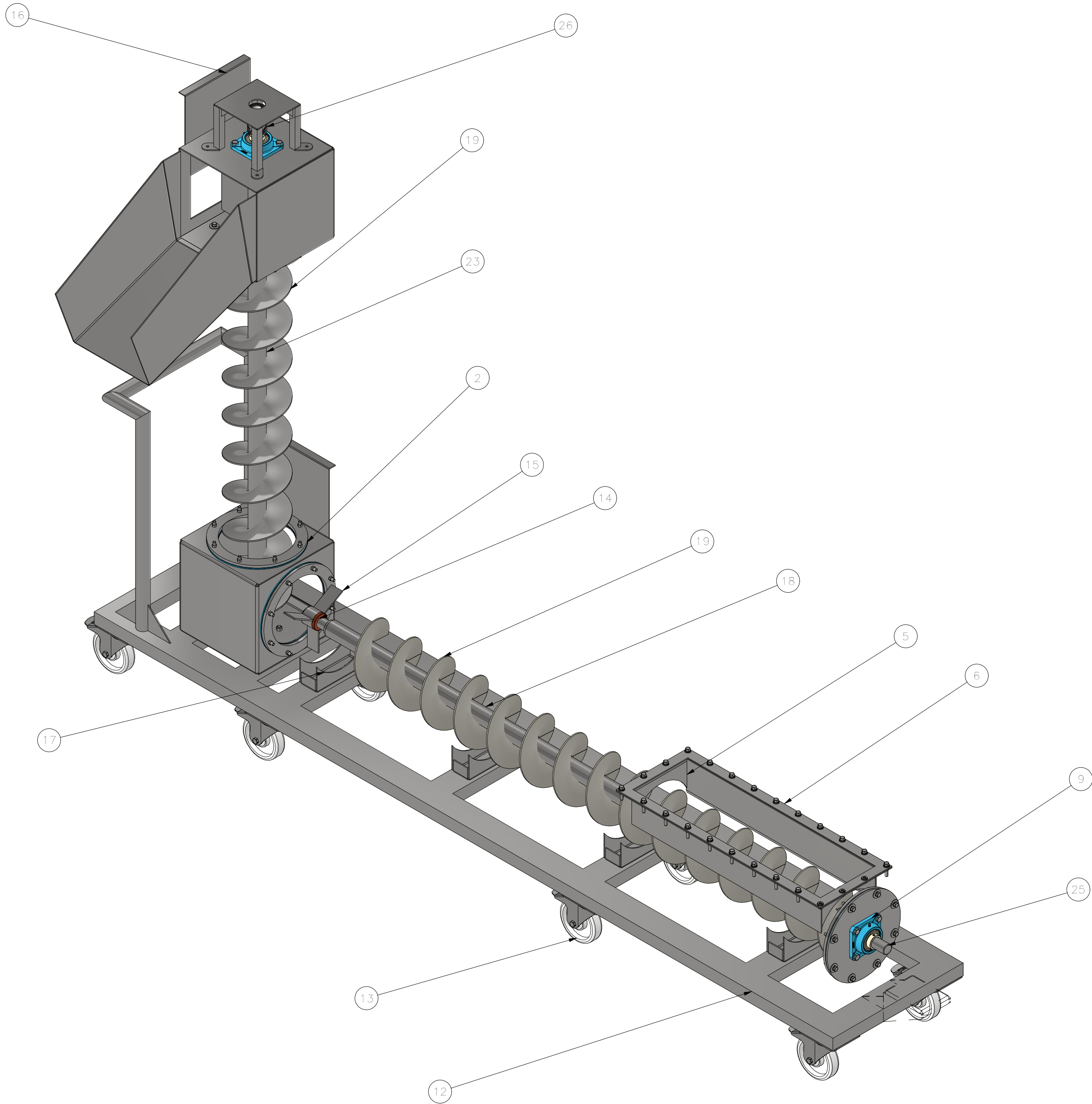
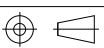


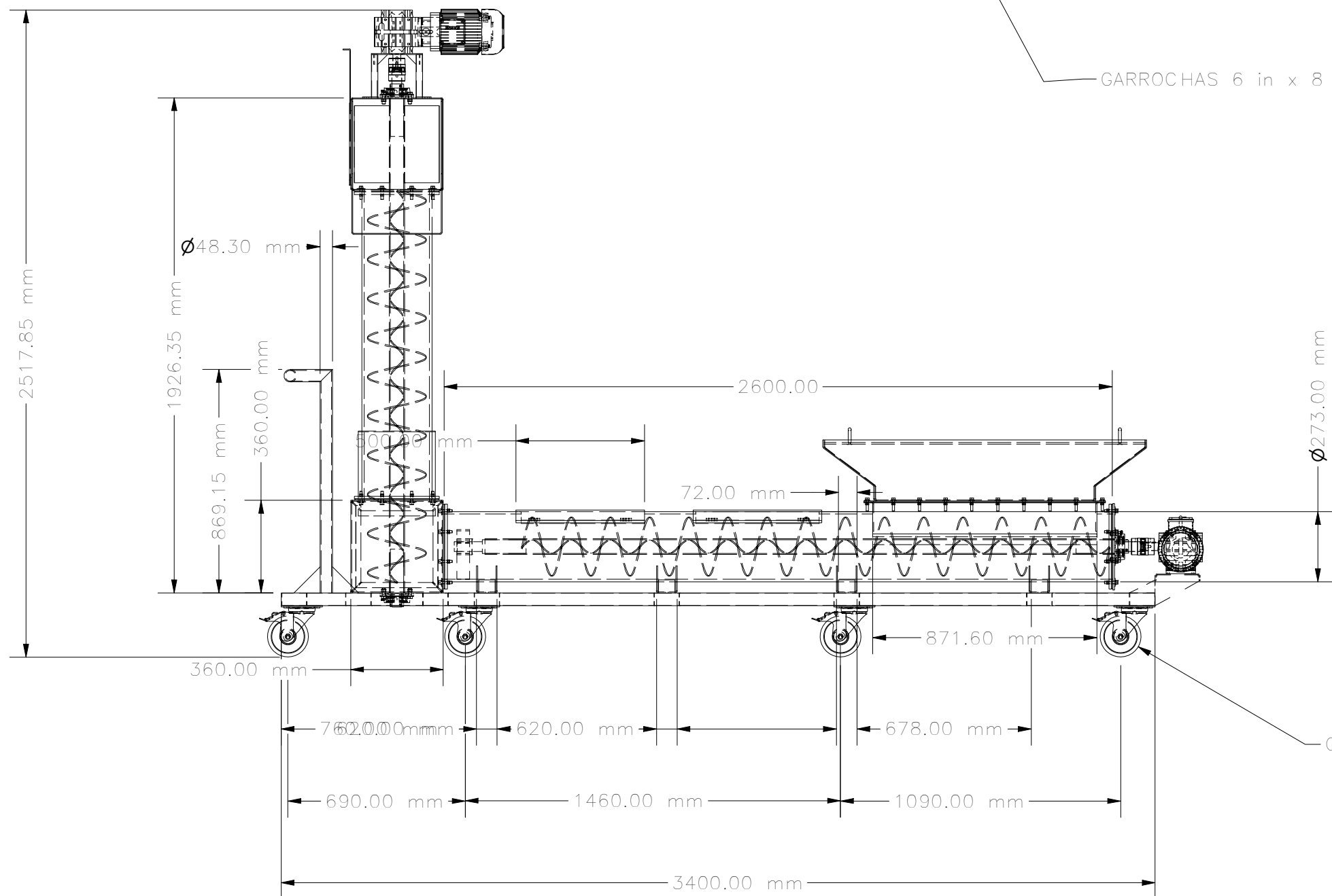
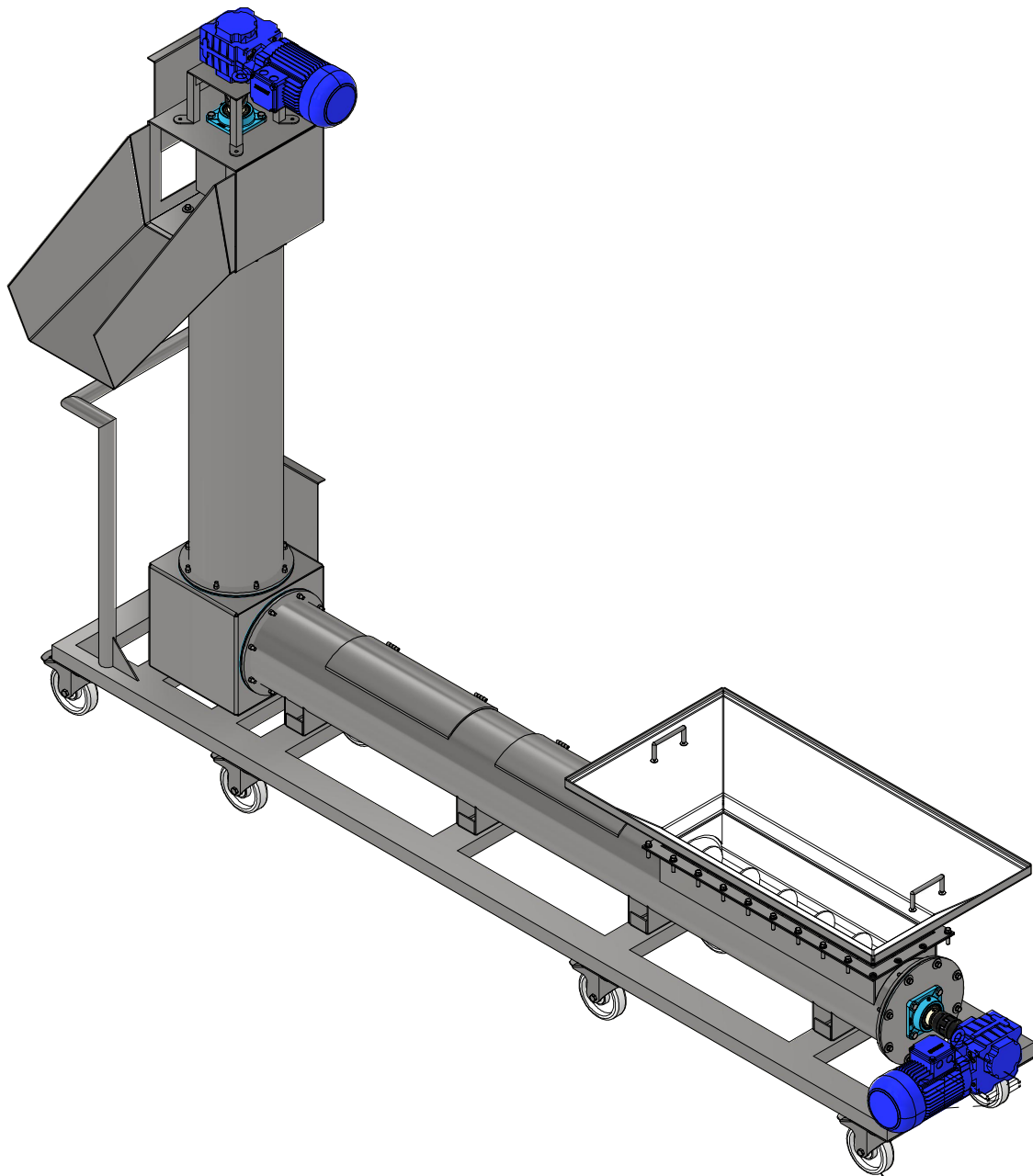
Table with 5 columns: Item Number, Designation, Quantity, Material, and Notes. It lists 27 components including motor, shafts, tubes, housing parts, and structural elements with their respective materials and quantities.

Technical drawing header and footer containing drawing metadata (DIBUJO, DISEÑO, APROBO, NORMA), scale information (ESCALA 1/10), date (FECHA 26/01/24), university logo (UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR), and drawing title (MODELADO 3D DEL TRANSPORTADOR HELICOIDAL).



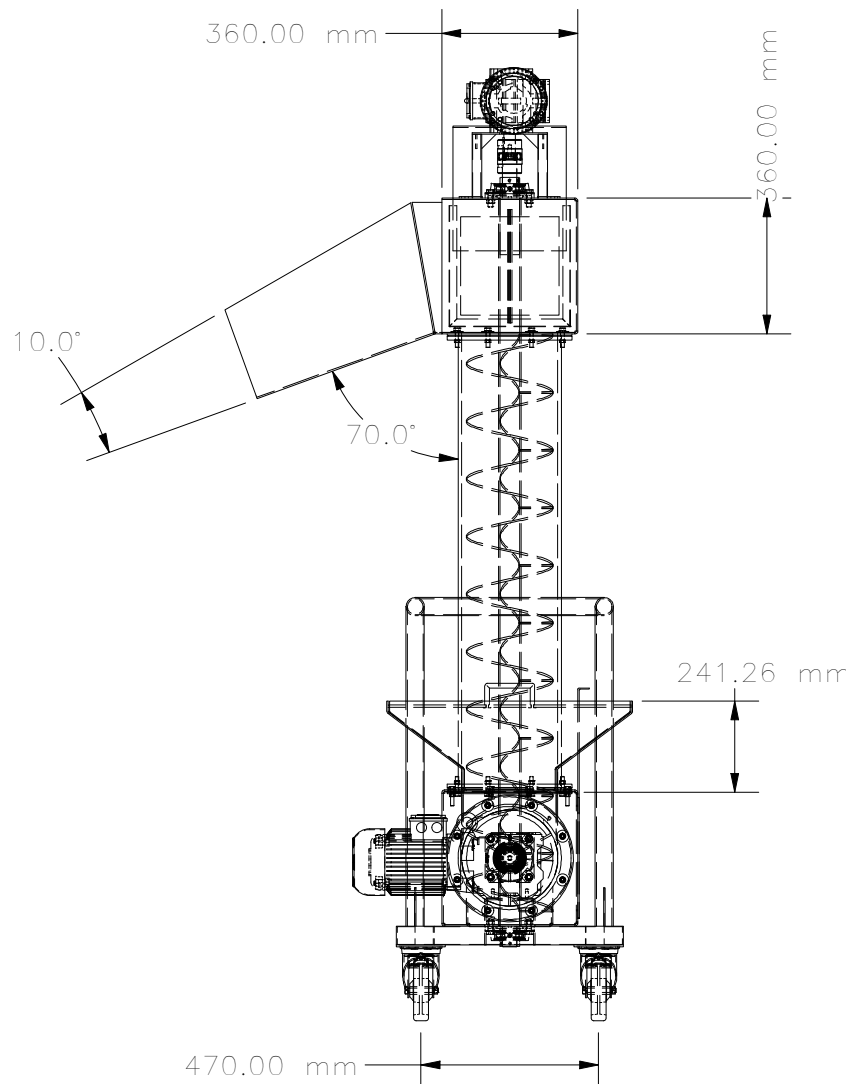
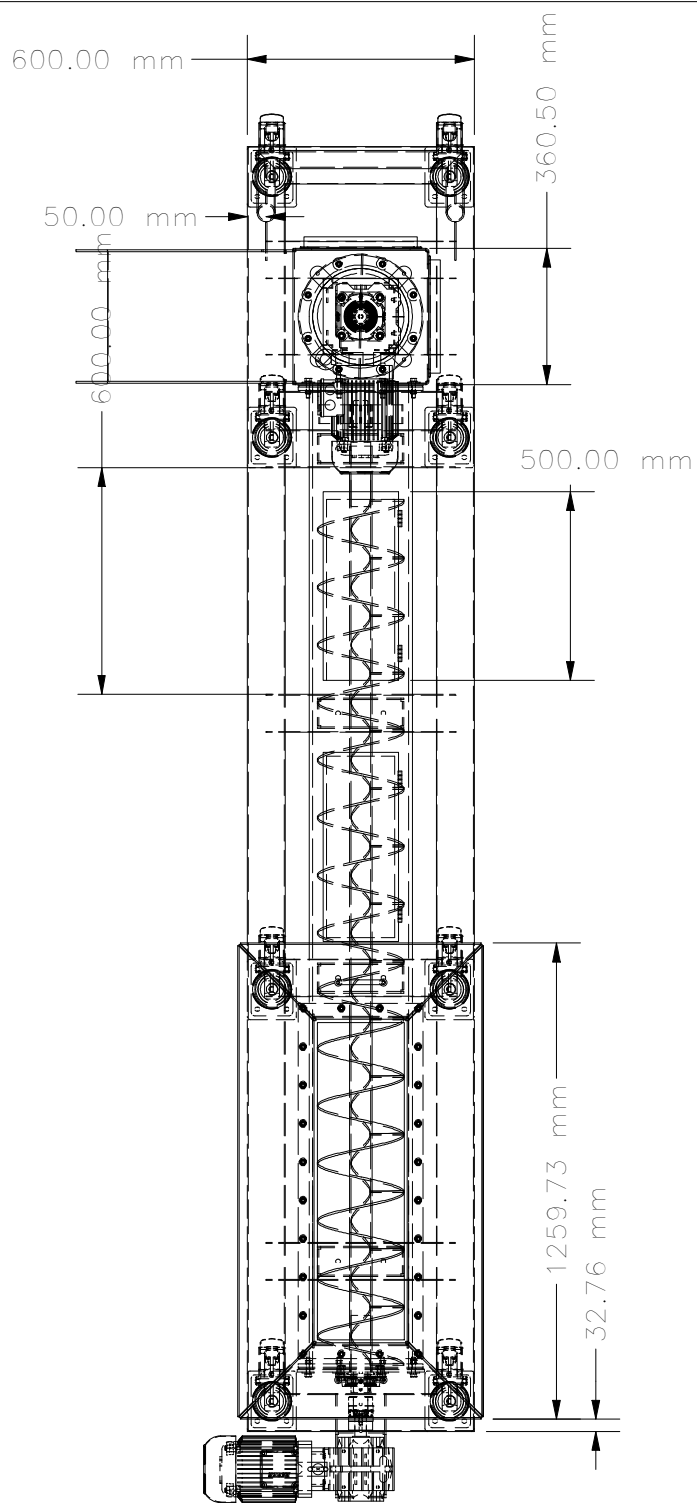
27	MOTORREDUCTOR	2				
26	COPLÉ	2				
25	EJE	4	AISI- 304	1 1/2 IN		
24	PALETA DE EXPULSION	1	AISI- 304			
23	TUBO-VERTICAL	1	AISI- 304	CEDULA 40 / DIAMETRO 2 IN		
22	PENDIENTE PARA ACOPIO	1	AISI- 304			
21	CAMARA SUPERIOR	1	AISI- 304			
20	ARTESA TUBULAR -V	1	AISI- 304			
19	HELICOIDE	25	AISI- 304	DIAMETRO 9 IN		
18	TUBO-HORIZONTAL	1	AISI- 304	CEDULA 40 / DIAMETRO 2 IN		
17	SOPORTE DE ARTESA	4	AISI- 304			
16	TAPA DE CAMARA	2	AISI- 304			
15	GUIA	1	AISI- 304			
14	BOCINA	1	COBRE			
13	GARROCHA	8	AISI- 304	NYLON 6 IN / AISI- 304		
12	VIGA DE UNION	1	AISI- 304	100x50x2MM		
11	MANIJA	2	AISI- 304			
10	TAPA ACRILICA	1	POLIETILENO	6 MM		
9	CHUMACERA	3		SKF_FY 1.1/2 TF		
8	CAMARA INFERIOR	1	AISI- 304			
7	TOLVA SUPERIOR	1	AISI- 304			
6	BRIDA PARA TOLVA	1	AISI- 304			
5	BASE DE TOLVA	1	AISI- 304			
4	TAPA- ARTESA TUBULAR	1	AISI- 304			
3	TAPA DE INSPECCION	2	AISI- 304			
2	BRIDA PARA ARTESA	4	AISI- 304			
1	ARTESA TUBULAR -H	1	AISI- 304			
N°	DESIGNACION		CN	MATERIAL	ANOTACIONES	
DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	MODELADO 3D DEL TRANSPORTADOR HELICOIDAL		
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 / 10			
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA			
NORMA			26/01/24			
 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA					PLANO N° 2 / 18	N°
					SUSTITUYE A	2
					SUSTITUIDO POR	

Identificador de la entrega trn:oid::20205431063625



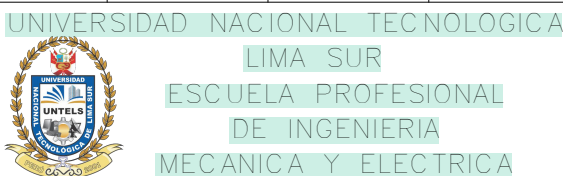
GARROCHAS 6 in x 8

GARROCHAS Ø160.00 mm[6 in]



DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	0.05
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA
NORMA	⊕		26/01/24

MODELADO 3D DEL
TRANSPORTADOR
HELICOIDAL



PLANO N° 3 / 18
SUSTITUYE A
SUSTITUIDO POR

N°
3

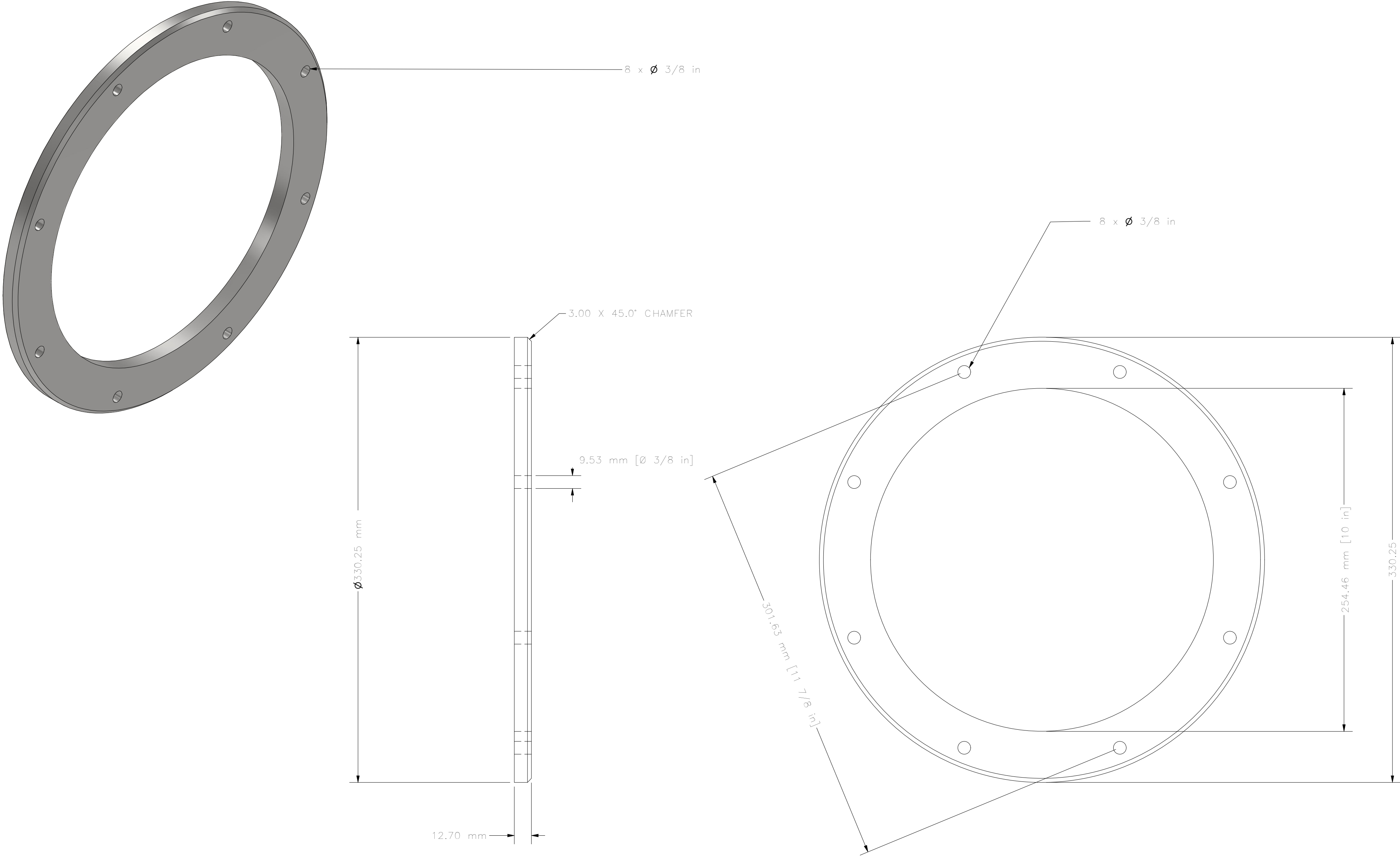
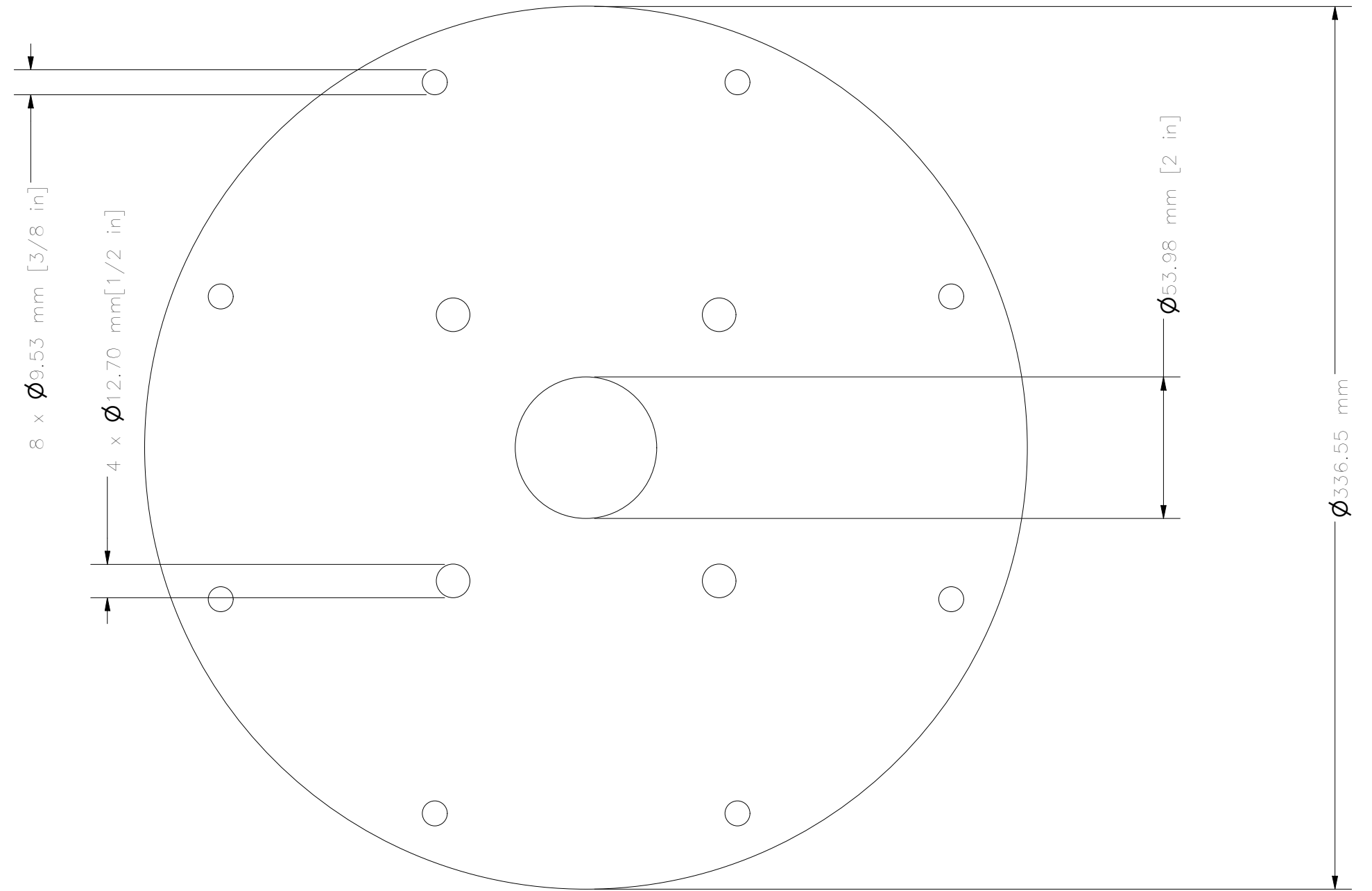
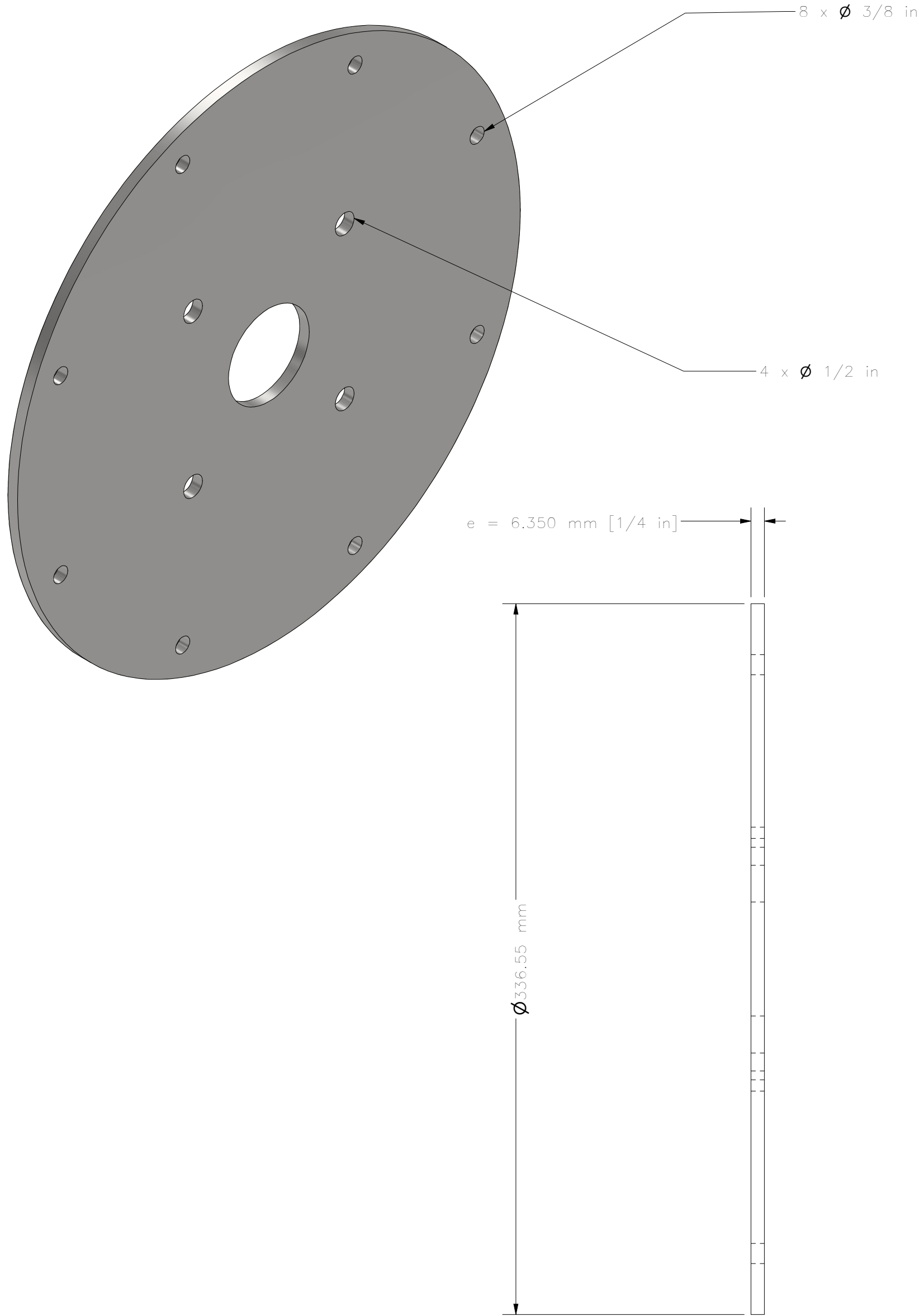
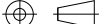
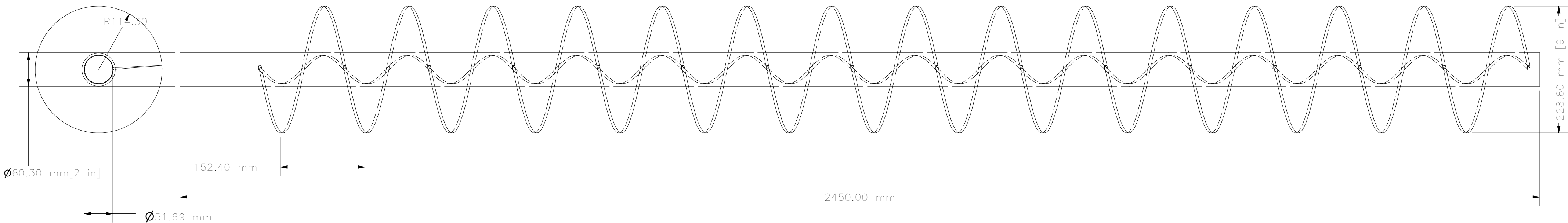
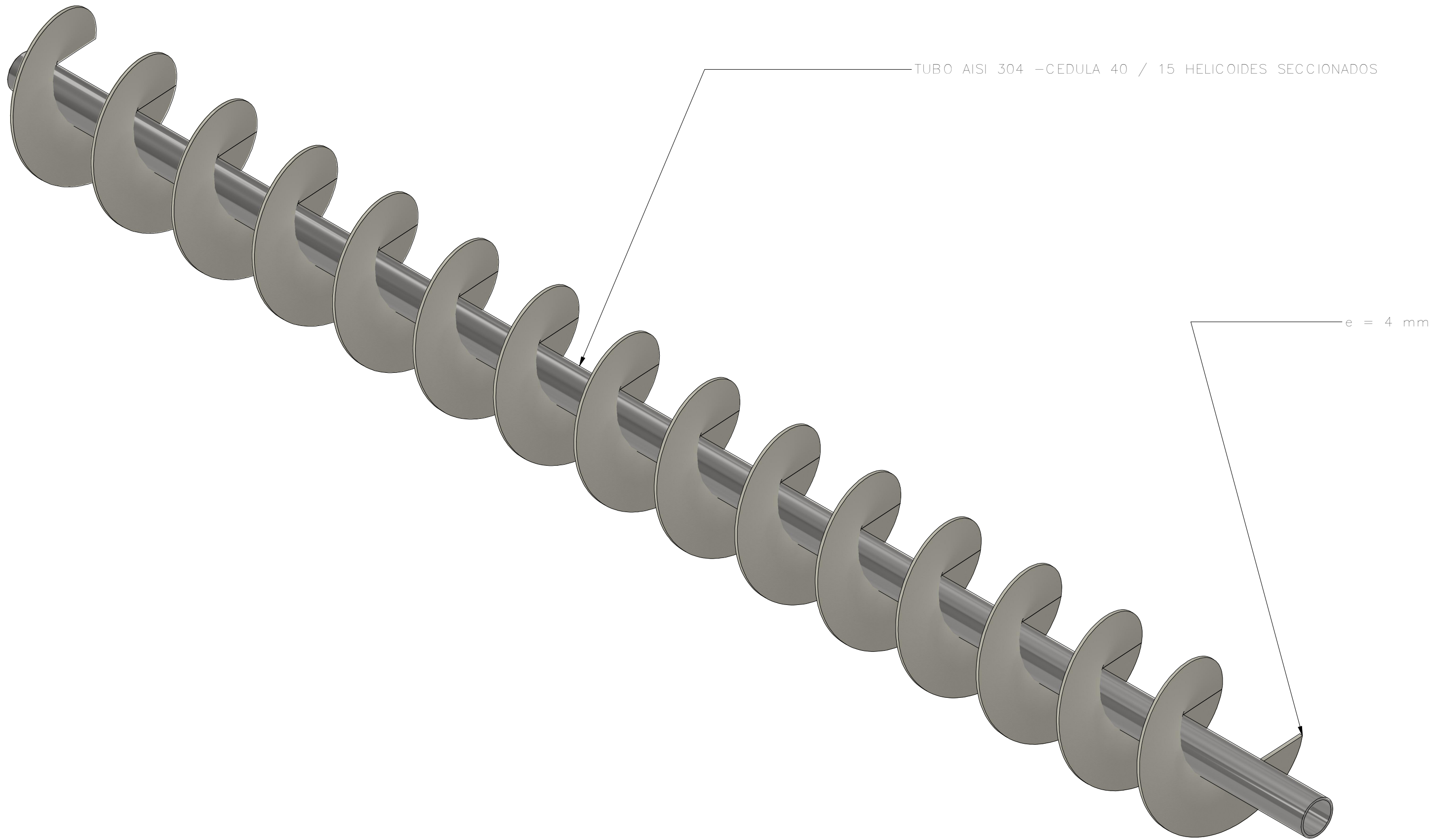


Table with 4 columns: DIBUJO, DISEÑO, APROBO, NORMA, ESCALA, FECHA, and drawing details including title 'BRIDA PARA ARTESA TUBULAR', plan number '4 / 18', and university information 'UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR'.

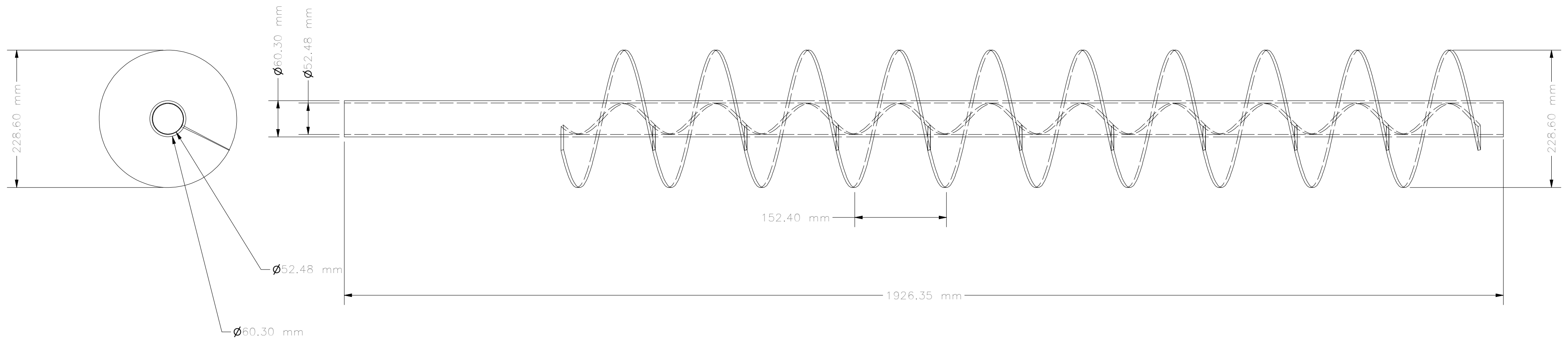
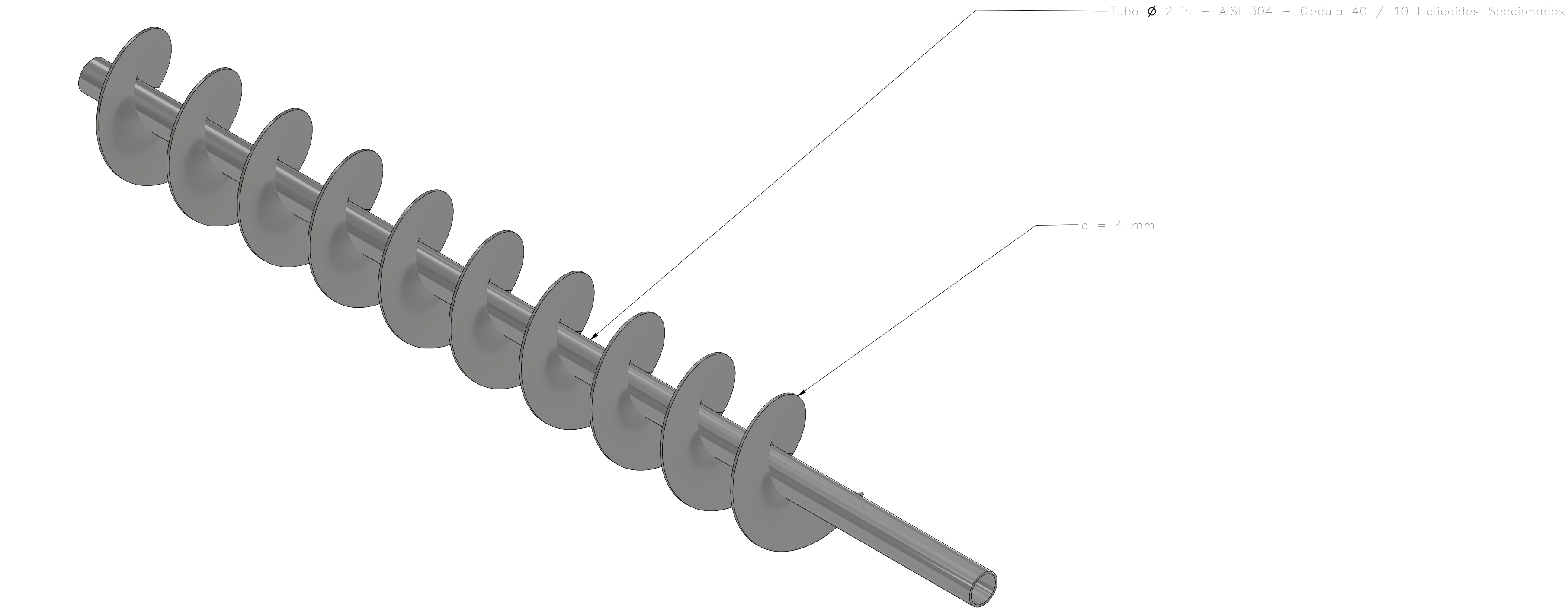


DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	TAPA DE ARTESA TUBULAR		
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 / 2			
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA			
NORMA			26/01/24			
 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				PLANO N°	5 / 18	N°
				SUSTITUYE	A	5
				SUSTITUIDO POR		
				Identificador de la entrega trnoid:20205431063625		

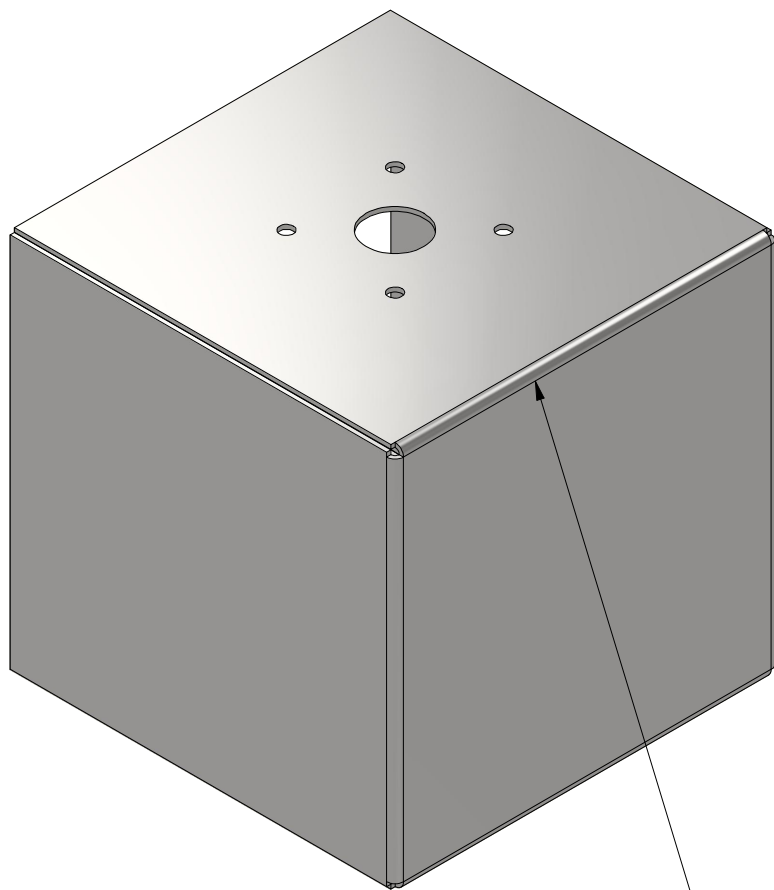


DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	TUBERIA MATRIZ TRAMO HELICOIDAL HORIZONTAL	
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 / 5		
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA		
NORMA			26/01/24		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA 				PLANO N° 6 / 18	N°
				SUSTITUYE A	6
				SUSTITUIDO POR	

Identificador de la entrega trm:oid::2020543103625

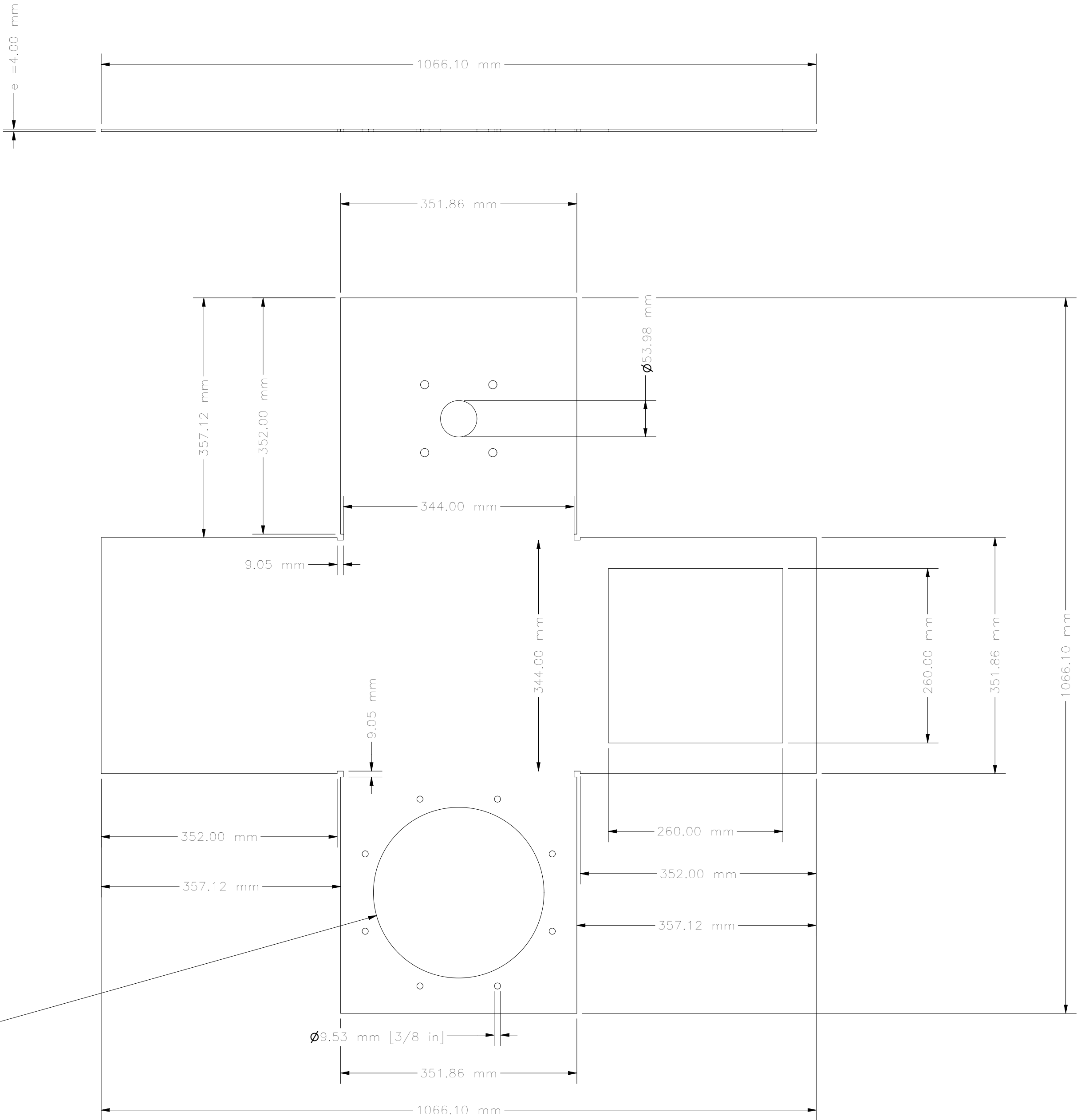


DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	TUBERIA MATRIZ TRAMO HELICOIDAL VERTICAL	
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 / 5		
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA		
NORMA			26/01/24		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				PLANO N° 7 / 18	N° 7
				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	

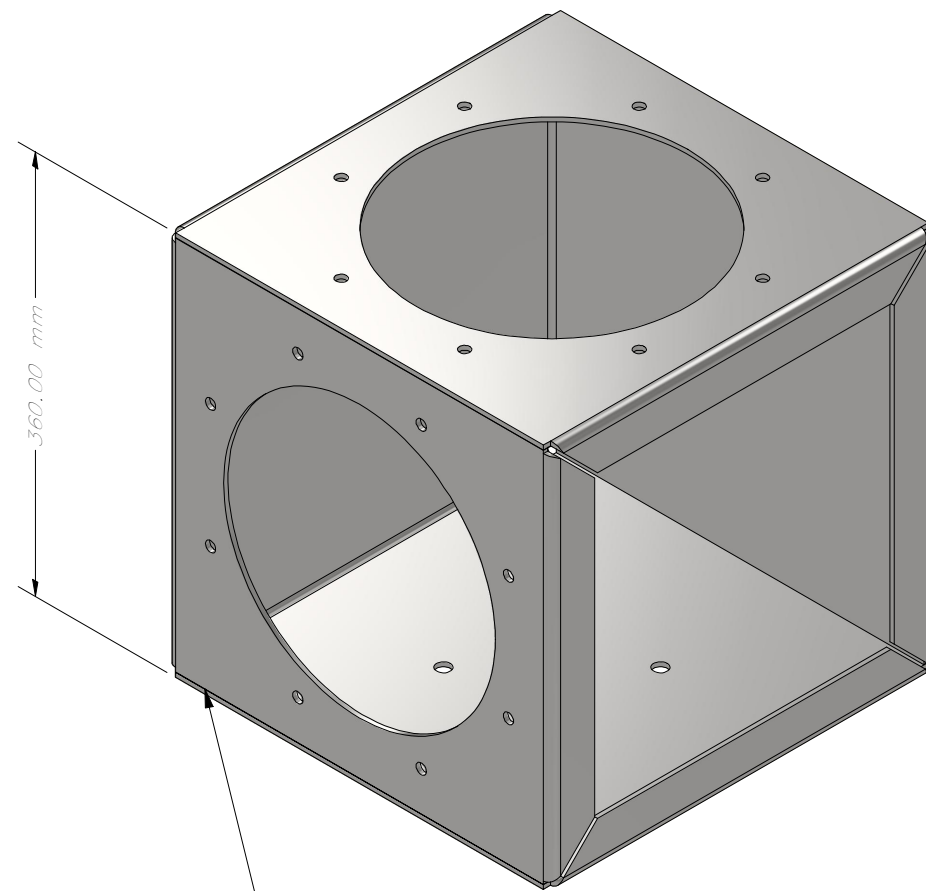


Acero Inoxidable AISI304

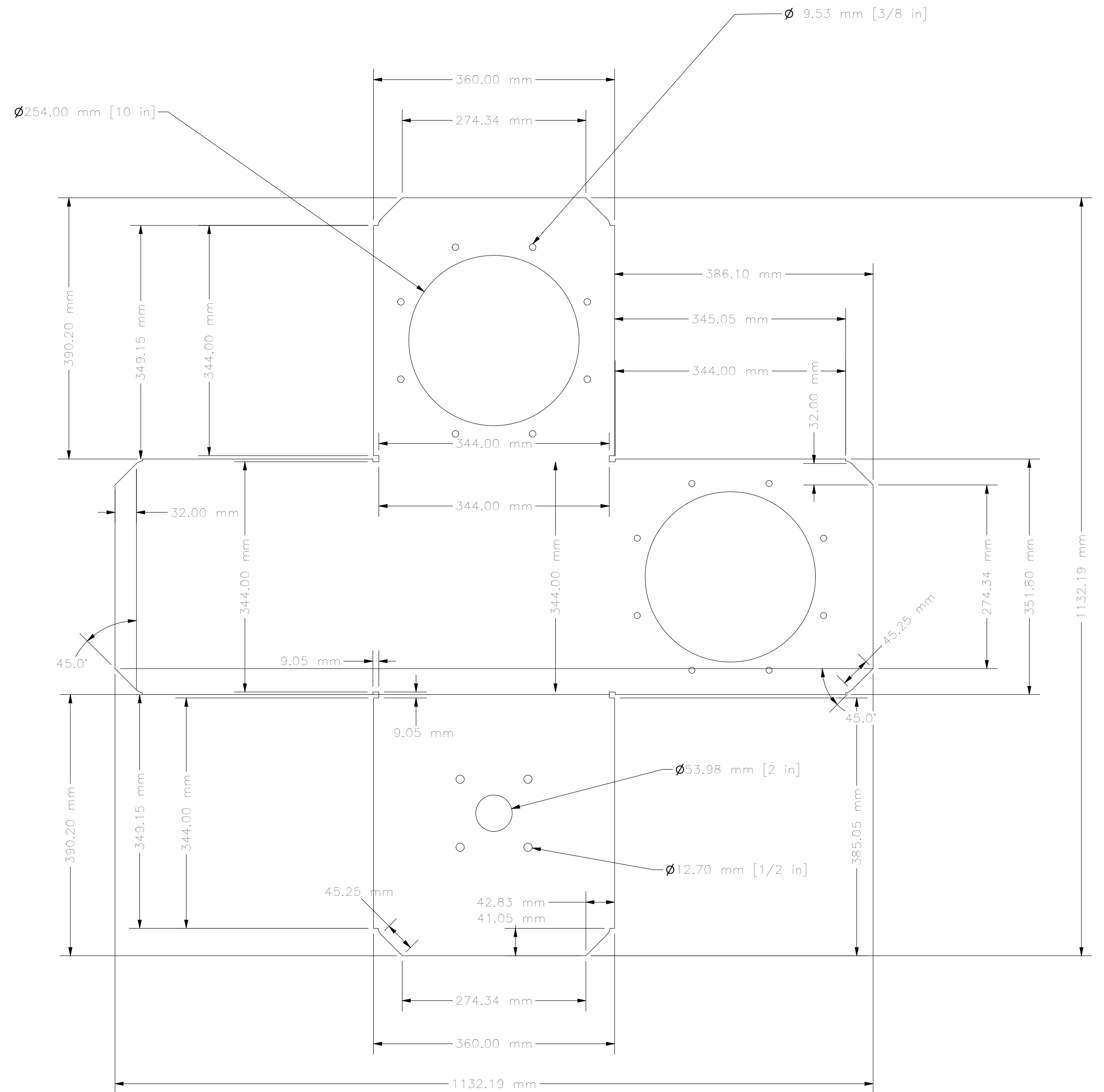
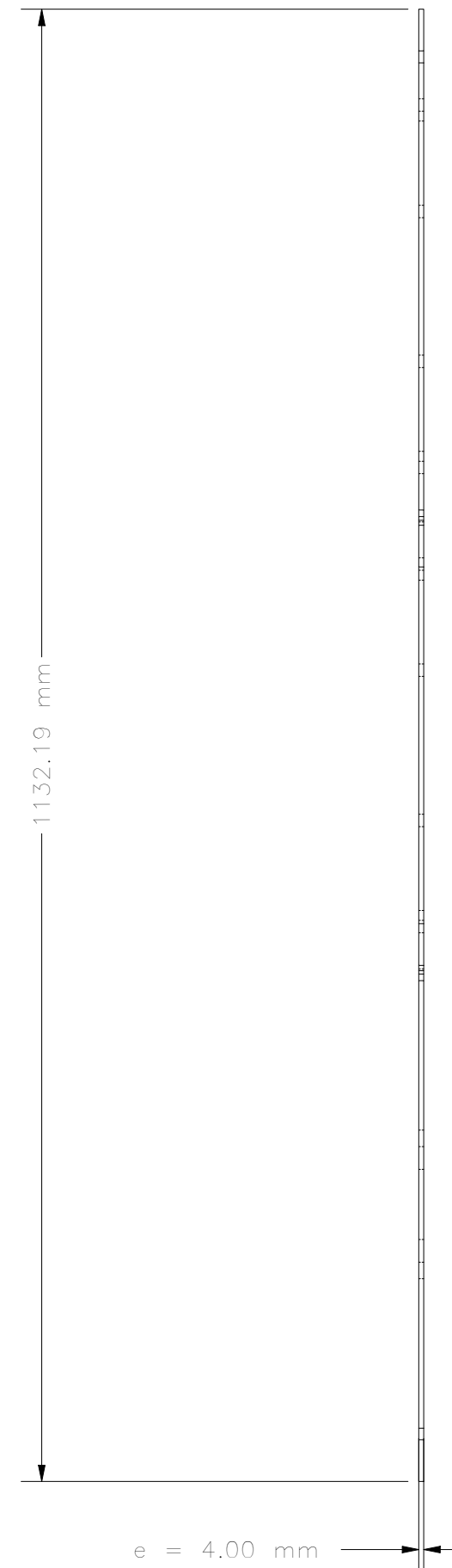
Ø254.00 mm [10 in]



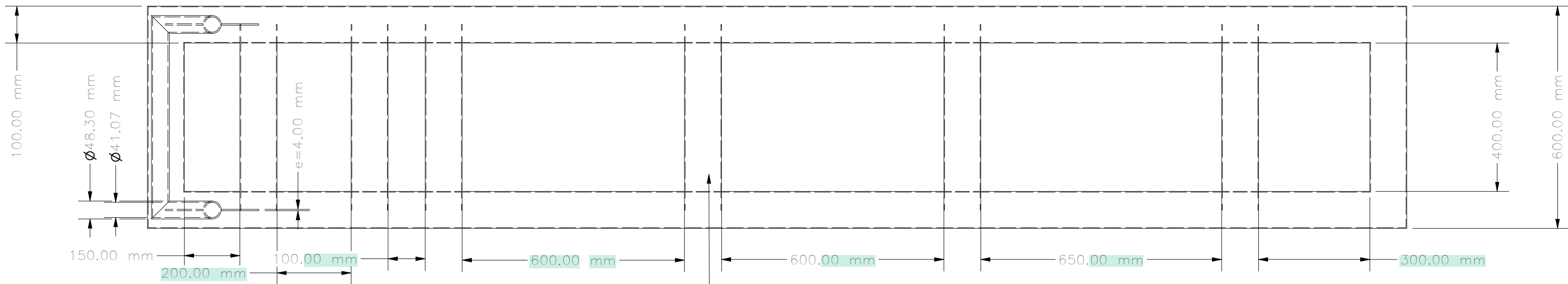
DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	CAMARA DE MANTENIMIENTO SUPERIOR	
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 / 5		
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA		
NORMA	⊕		26/01/24		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				PLANO N°	8 / 18
				SUSTITUYE A	8
				SUSTITUIDO POR	



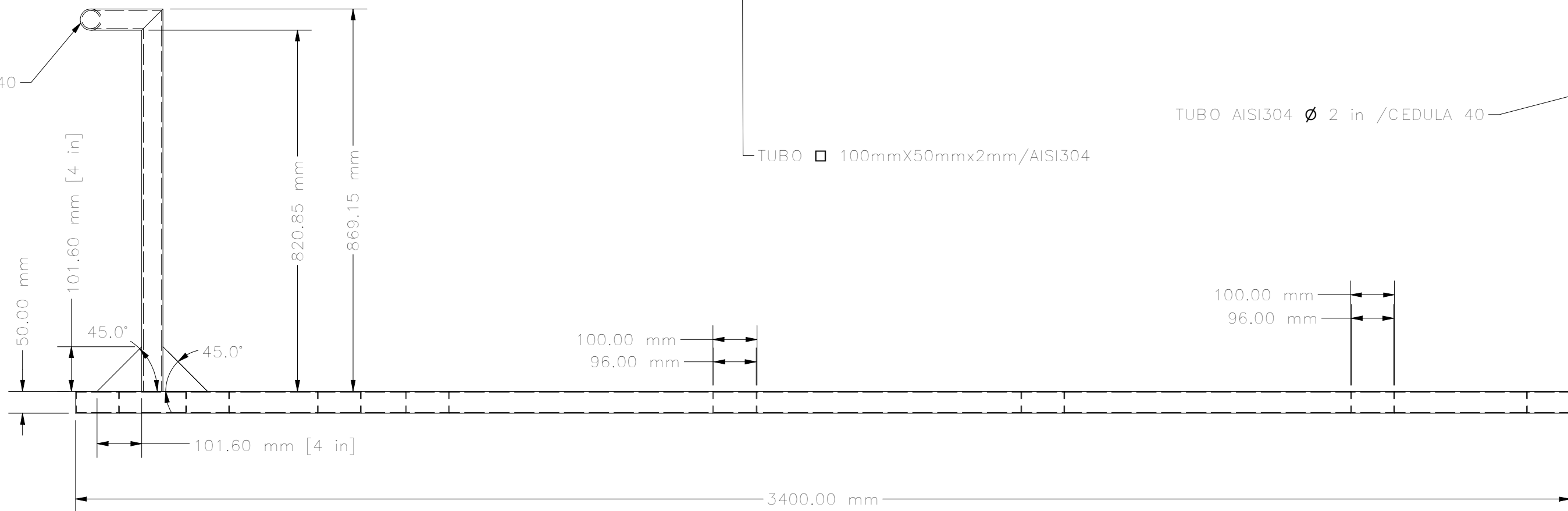
—Acero Inoxidable AISI304



DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	CAMARA DE MANTENIMIENTO INFERIOR
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 / 5	
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA	
NORMA			26/01/24	
 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA				PLANO N° 9 / 18 SUSTITUYE A 9 SUSTITUIDO POR Identificador de la entrega trn:oid::20205431063625

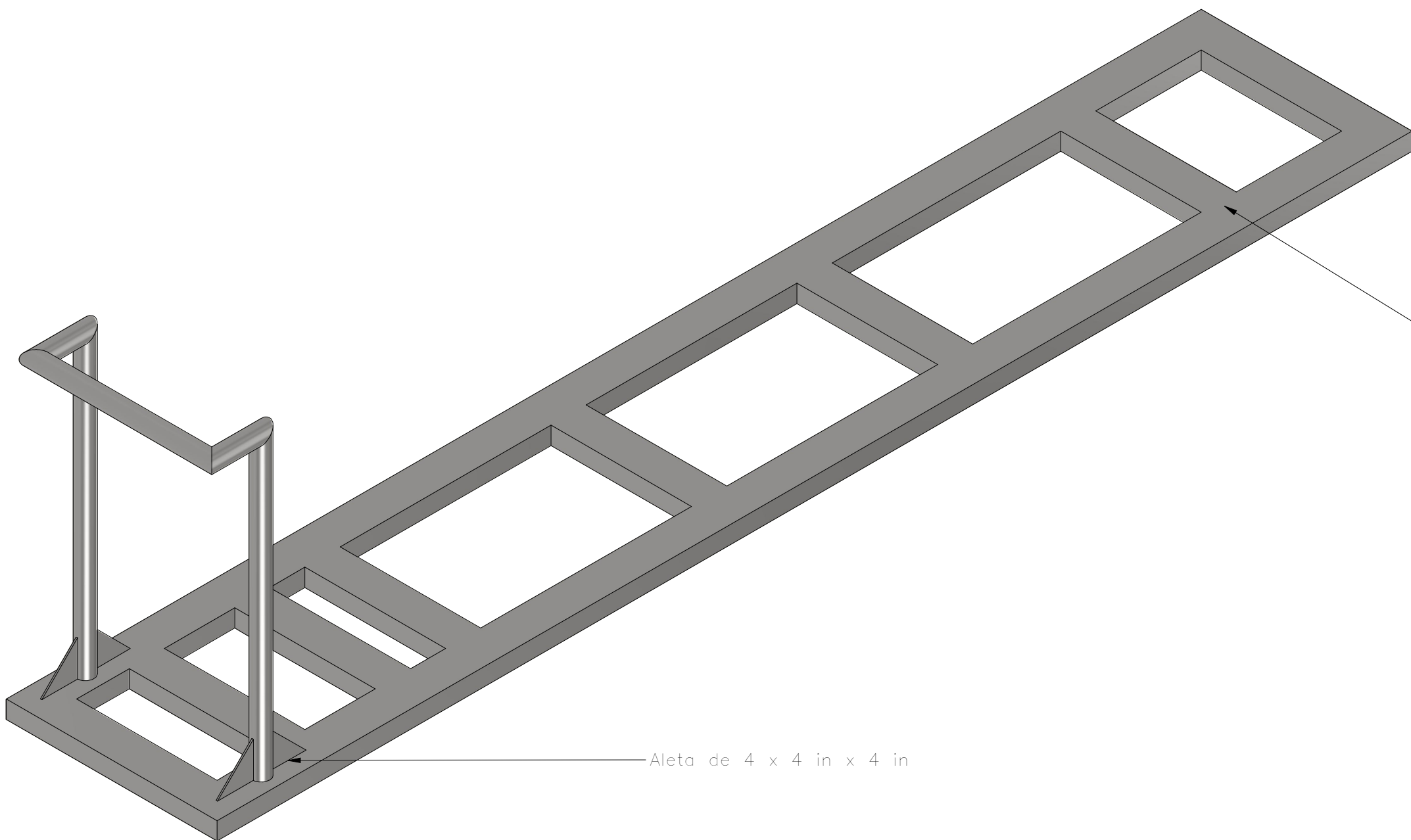
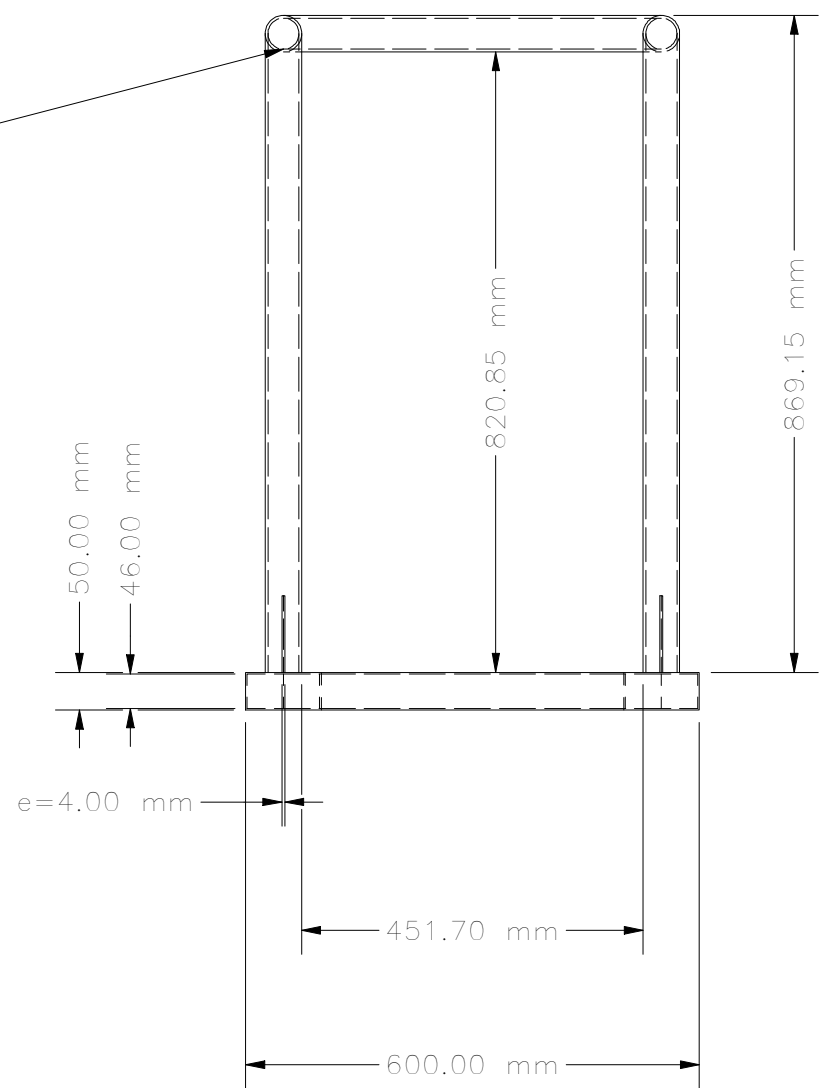


TUBO AISI304 Ø 2 in /CEDULA 40



TUBO 100mmX50mmx2mm/AISI304

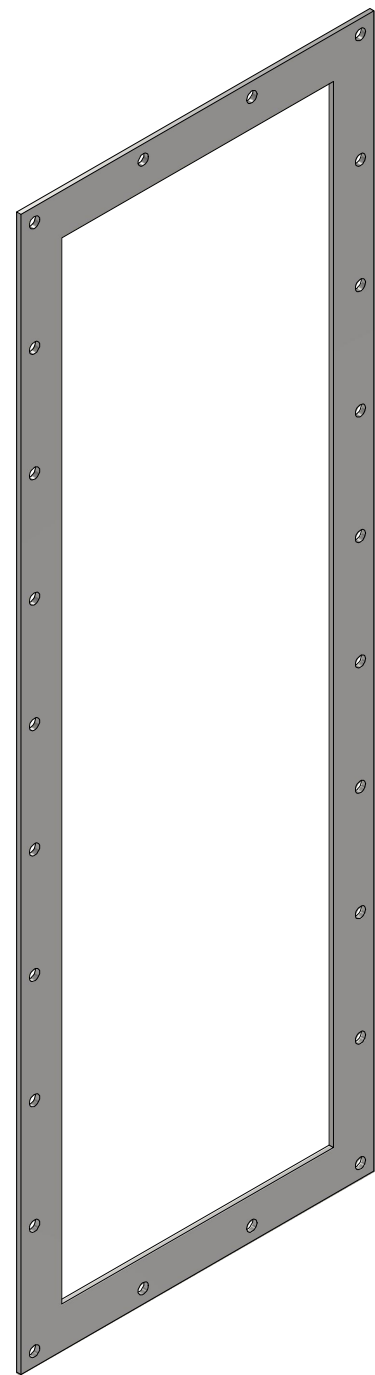
TUBO AISI304 Ø 2 in /CEDULA 40



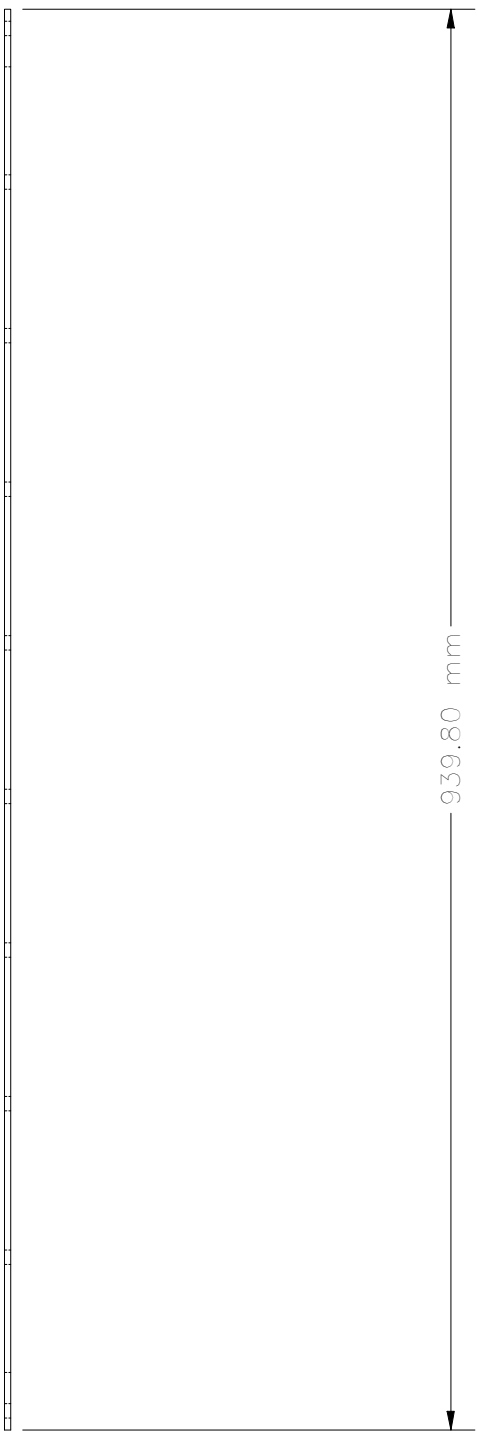
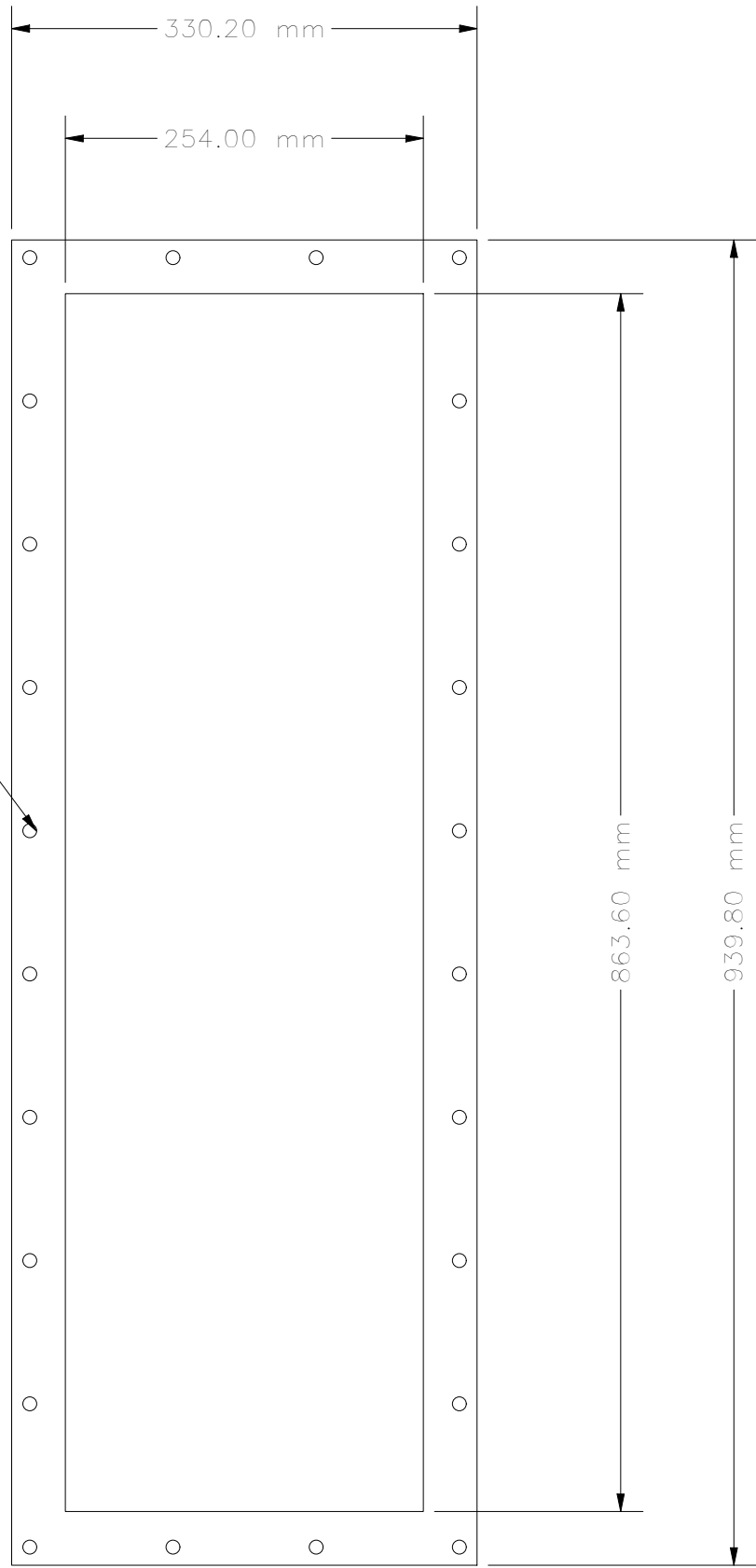
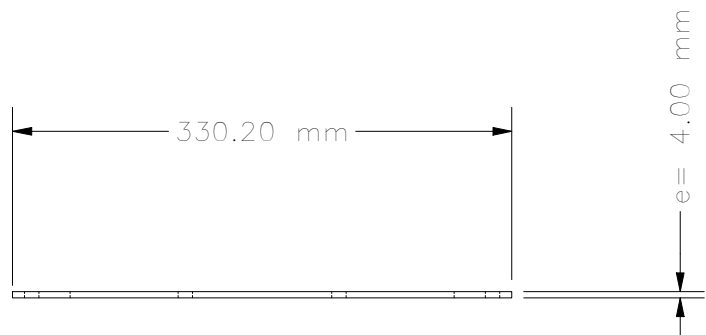
TUBO 100mmX50mmx2mm/AISI304

Aleta de 4 x 4 in x 4 in

Table with 4 columns: DIBUJO, DISEÑO, APROBO, NORMA; 4 columns: J.A.S.C, J.A.S.C, J.A.S.C, J.A.S.C; 4 columns: 08/02/24, 08/02/24, 08/02/24, 08/02/24; 4 columns: ESCALA 1 / 10, FECHA 26/01/24, PLAN 10/ 18, N° 10. Includes title 'ESTRUCTURA DEL TRANSPORTADOR HELICOIDAL' and university logo.



24 x Ø 3/8 in

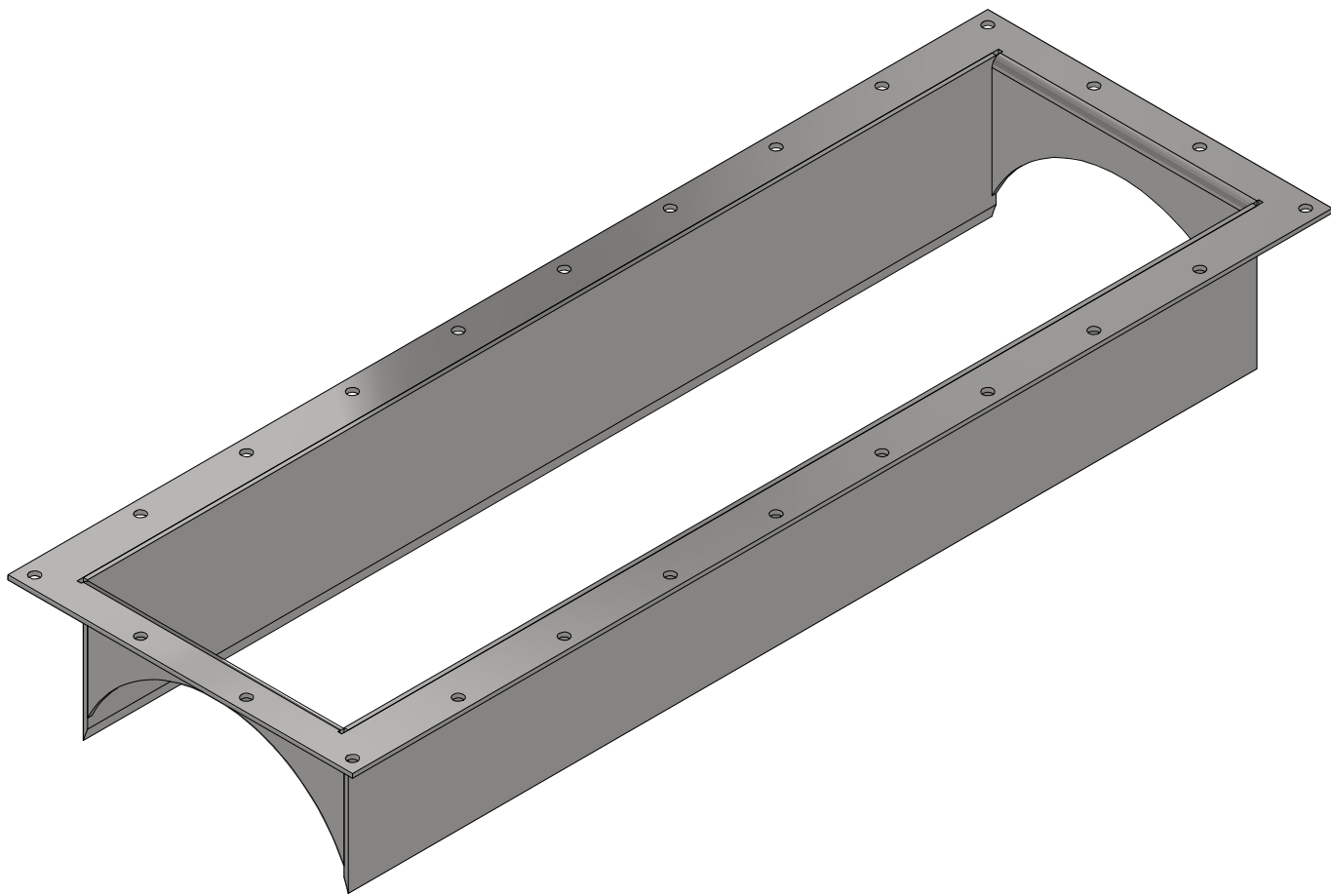


e = 4.00 mm

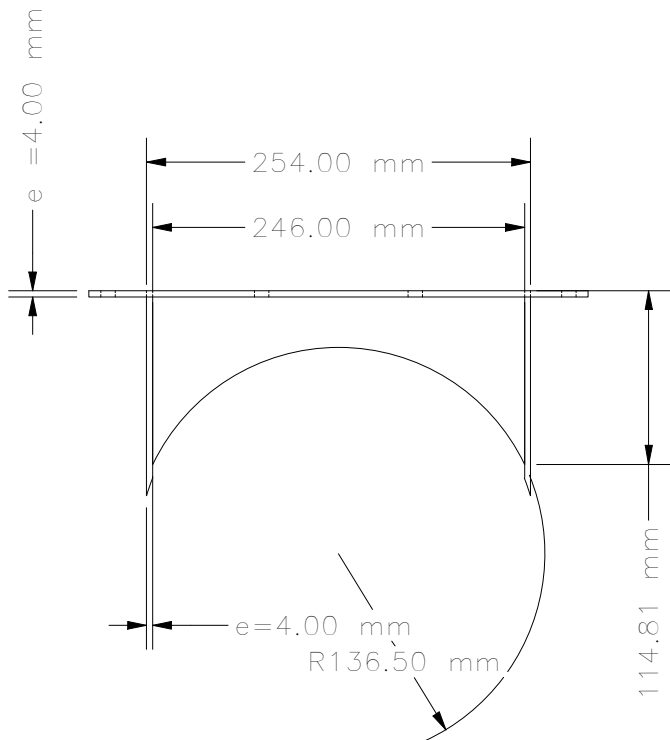
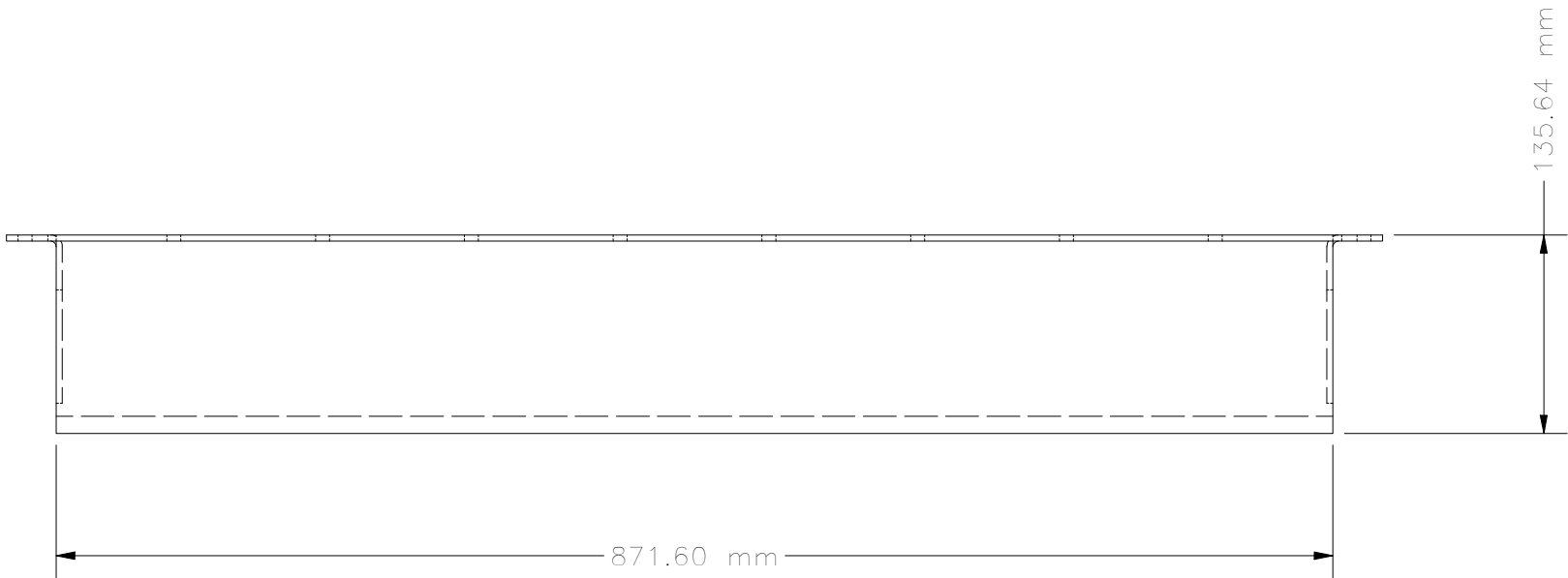
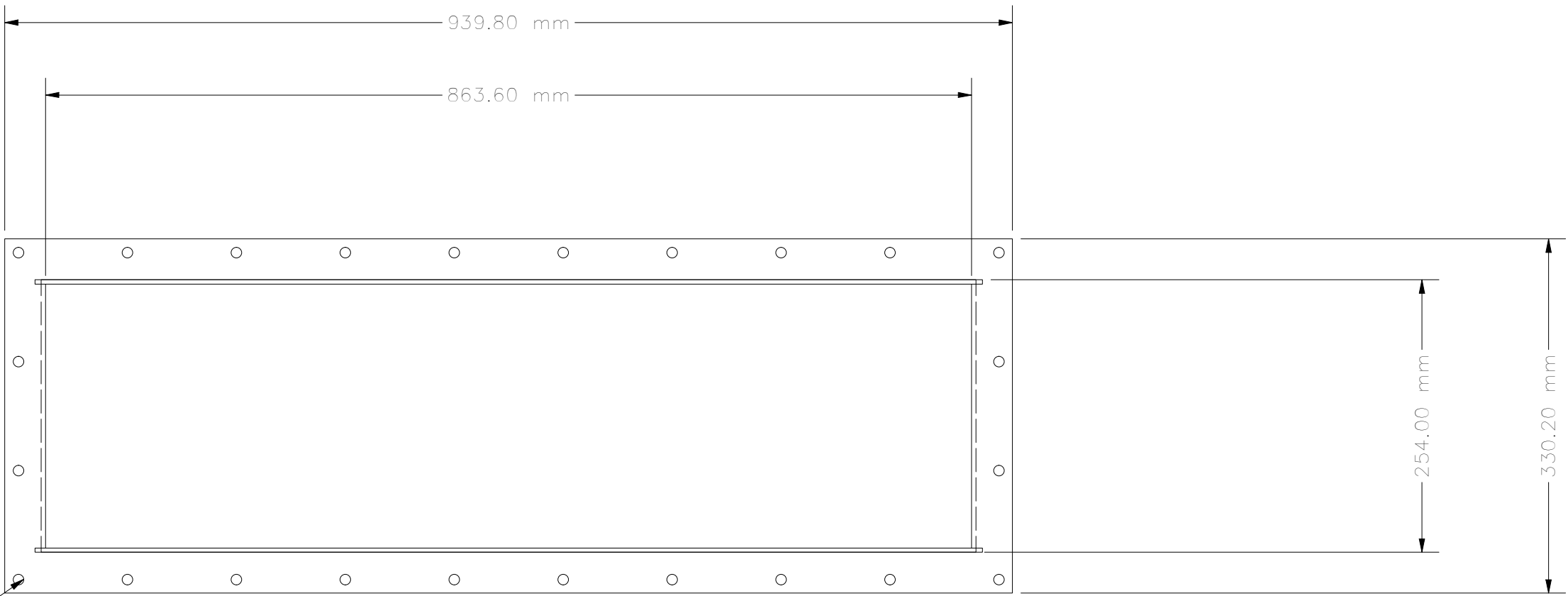
Table with 4 columns: DIBUJO, DISEÑO, APROBO, NORMA, ESCALA, FECHA, and a title block. The title block contains the text 'BRIDA PARA TOLVA DE RECEPCIÓN PARTE SUPERIOR' and a table with fields for PLANO N°, N°, SUSTITUYE A, and SUSTITUIDO POR.



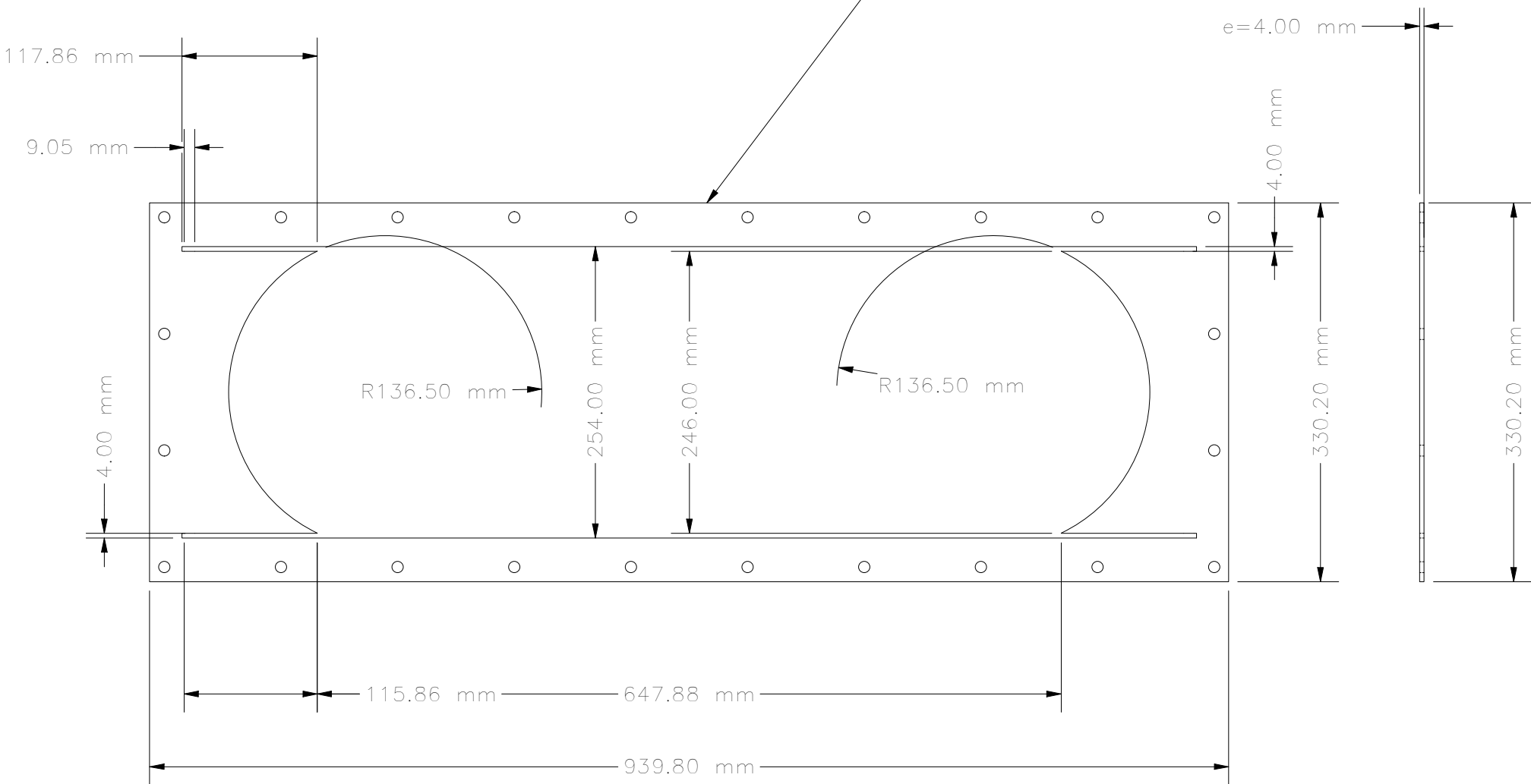
DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA 1:5	TOLVA DE RECEPCION PARTE SUPERIOR	
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24			
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA 26/01/24		
NORMA					
 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA				PLANO N° 12/ 18	N° 12
				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	
				Identificador de la entrega trn:oid::20205431063625	



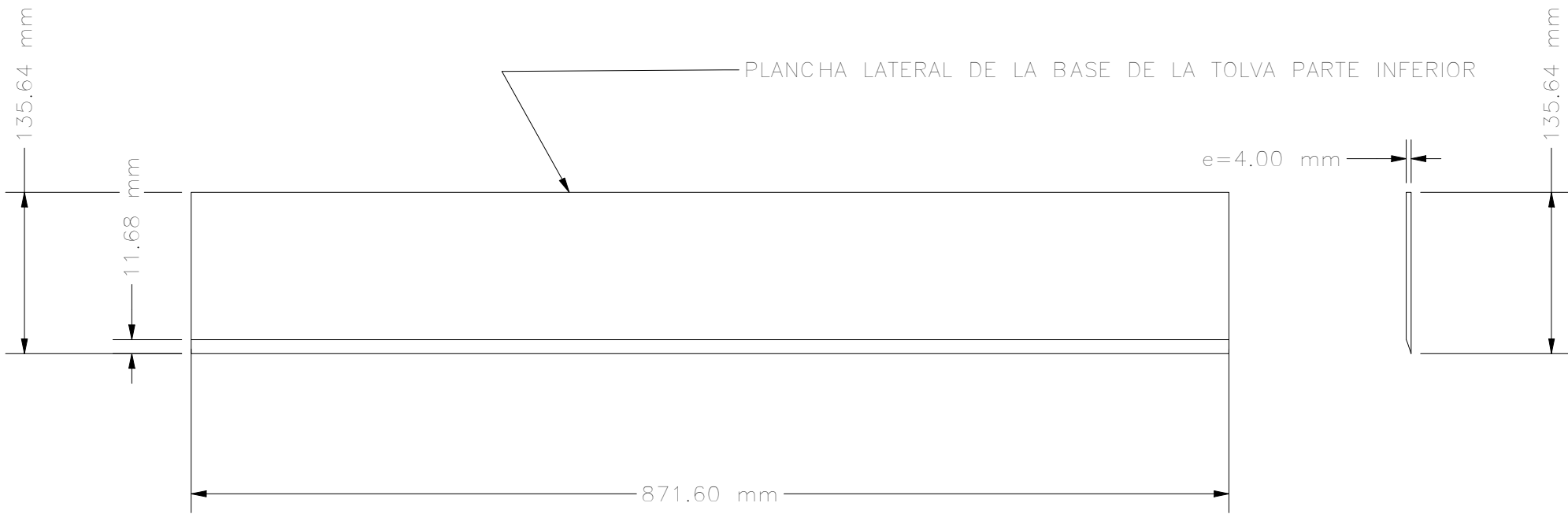
24 x Ø 3/8 in



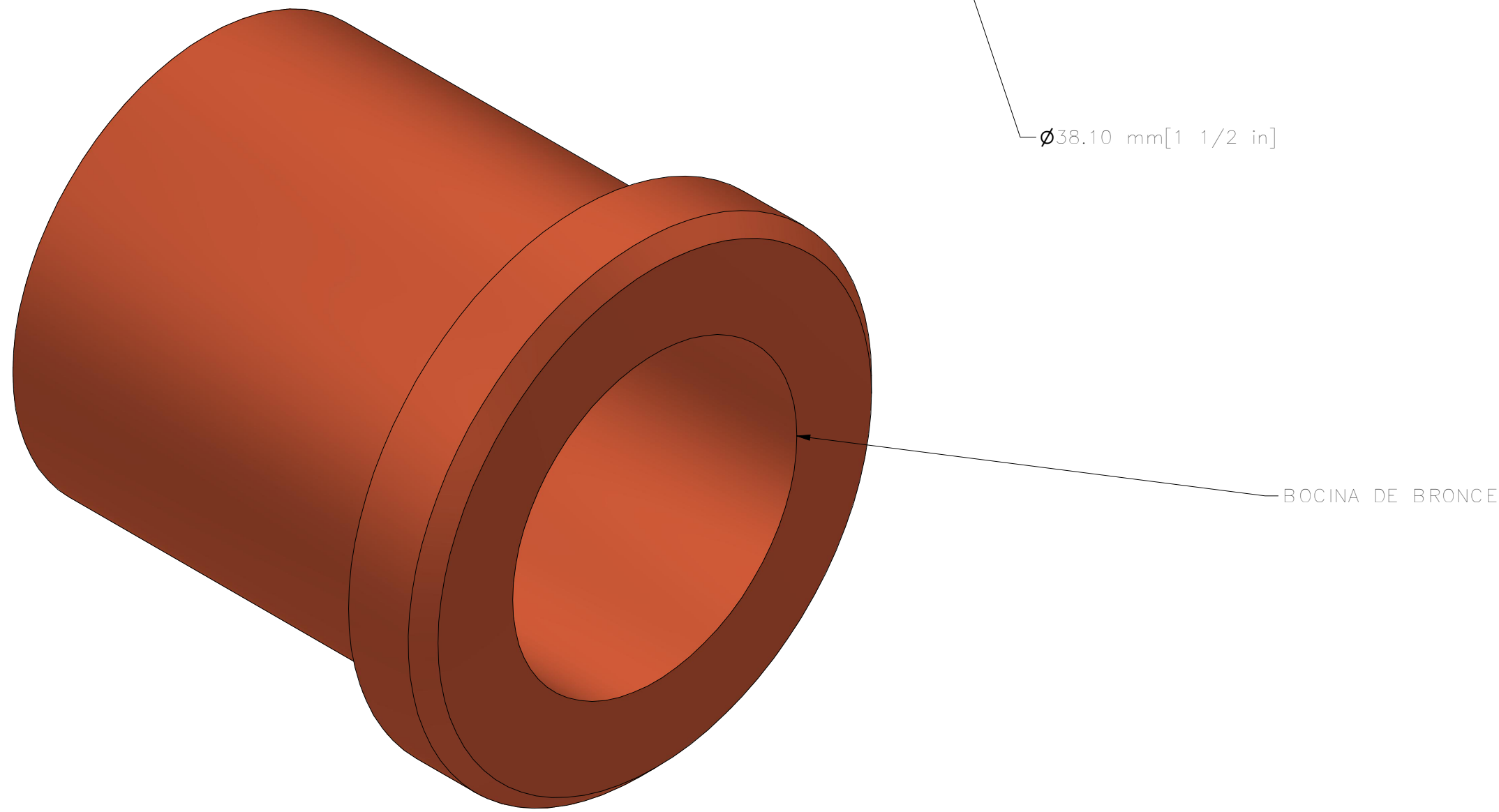
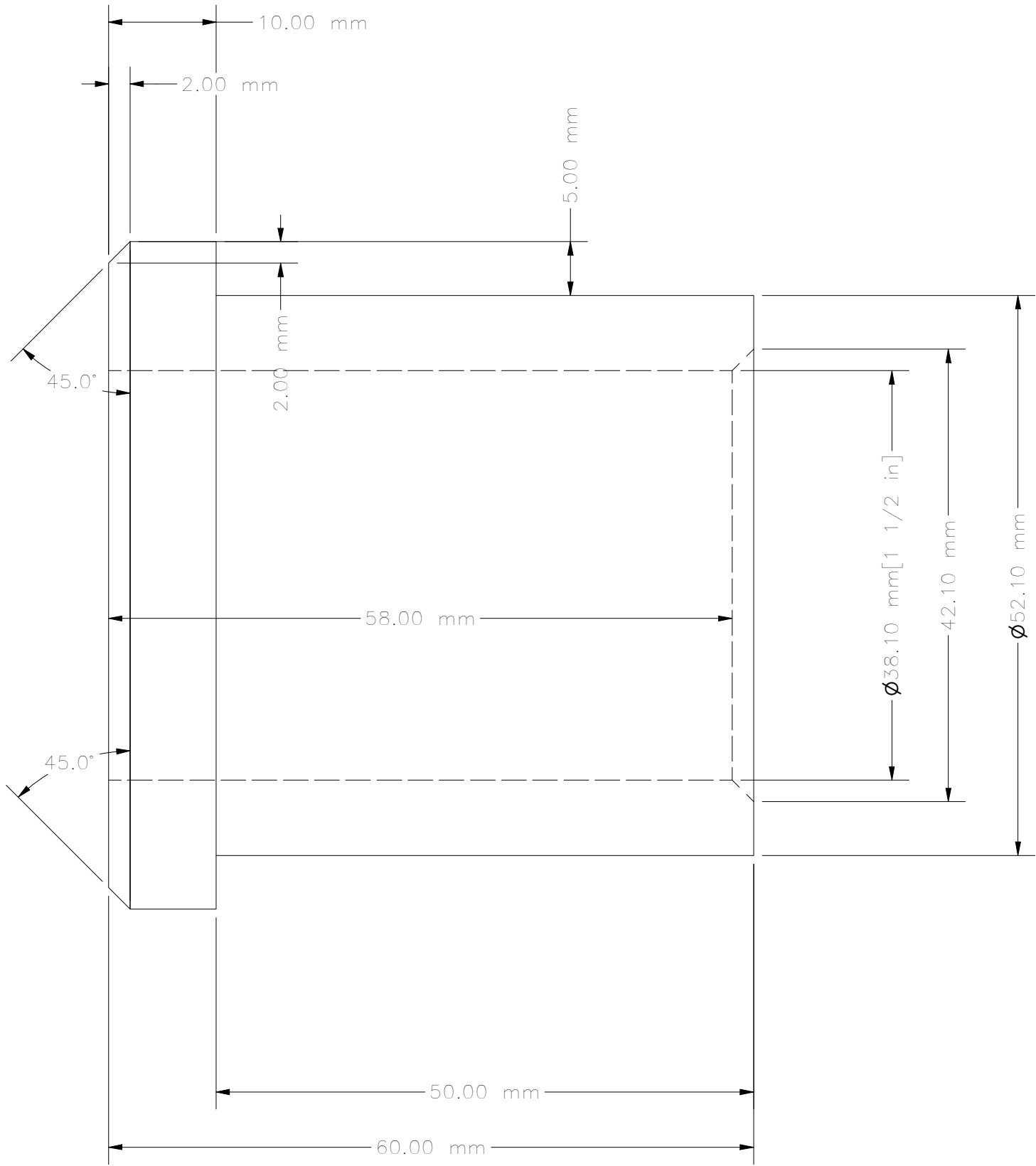
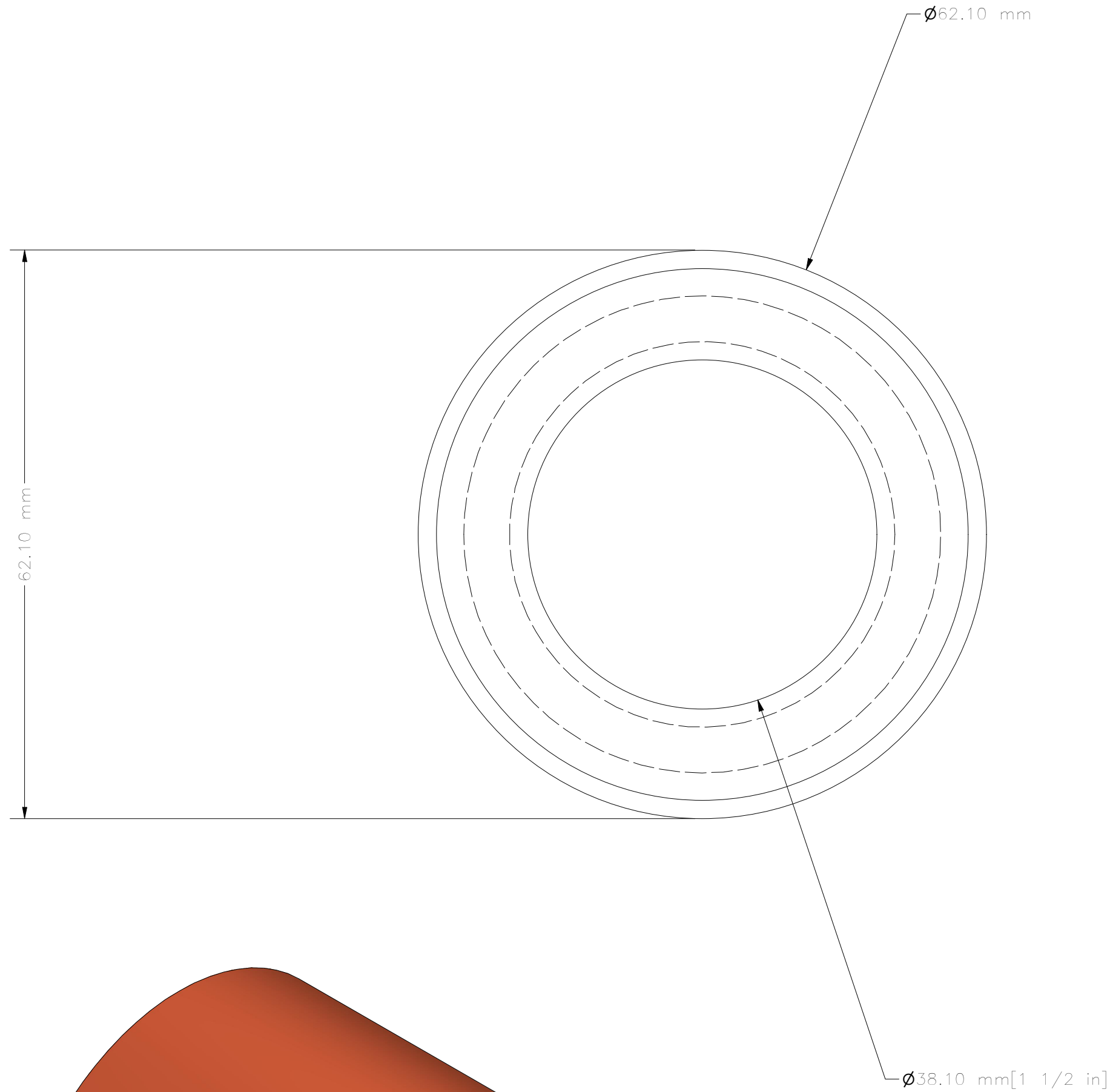
DESPLIEGUE DE LA BRIDA DE LA TOLVA PARTE INFERIOR



PLANCHA LATERAL DE LA BASE DE LA TOLVA PARTE INFERIOR



DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	TOLVA DE RECEPCIÓN PARTE INFERIOR		
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1 : 5			
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA			
NORMA	⊕		26/01/24			
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR				PLANO N°	13/ 18	N°
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				SUSTITUYE A		13
				SUSTITUIDO POR		



DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	BUJE	
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	2 : 1		
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA		
NORMA	⊕		26/01/24		
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				PLANO N° 14/ 18	N° 14
				SUSTITUYE A	
				SUSTITUIDO POR	

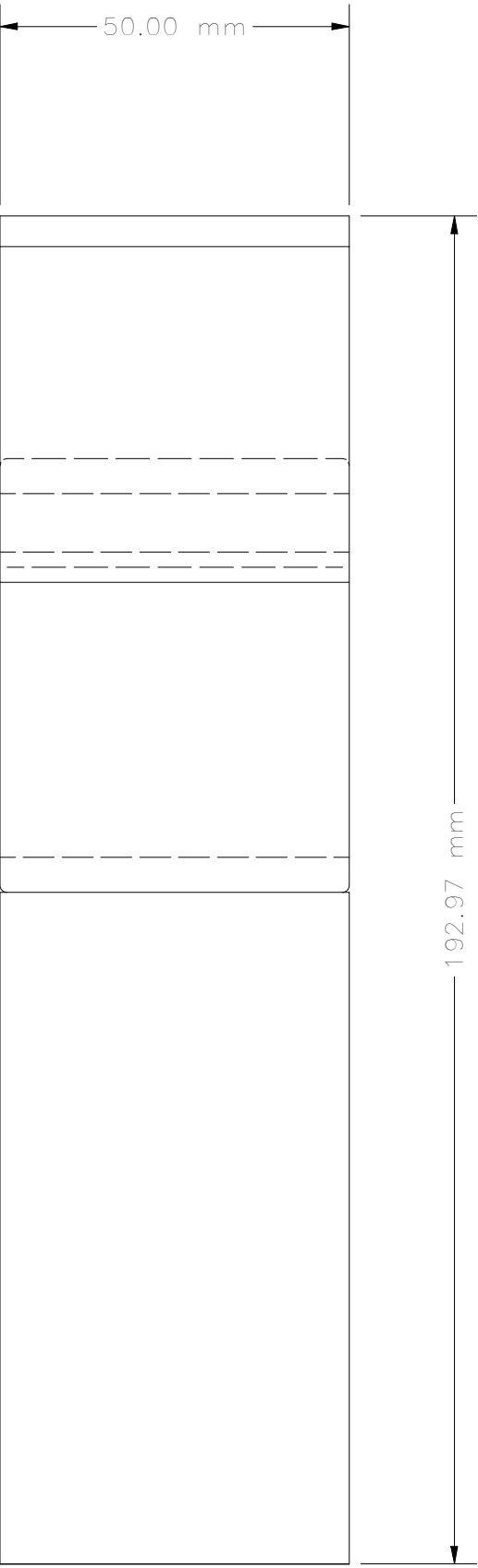
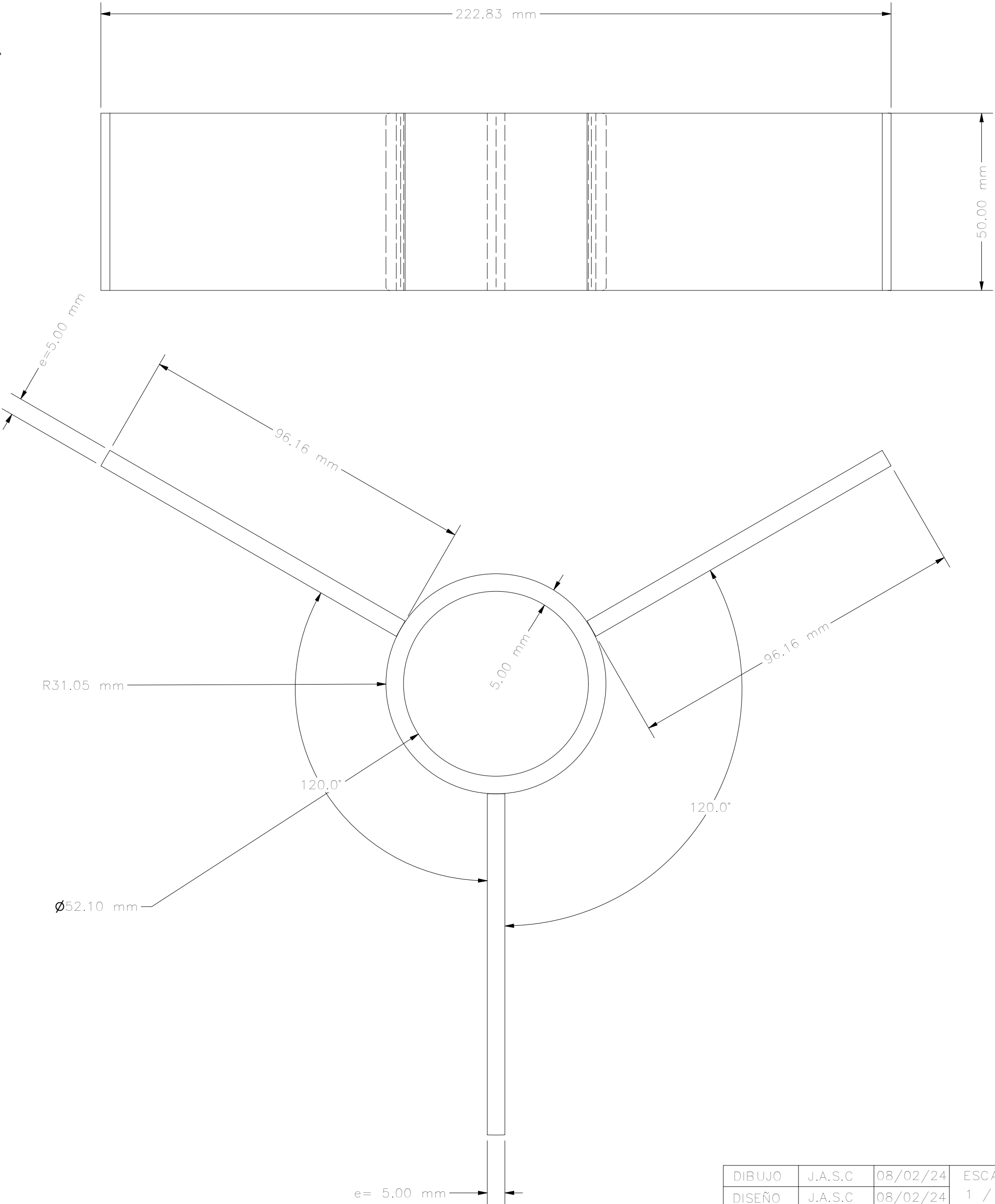
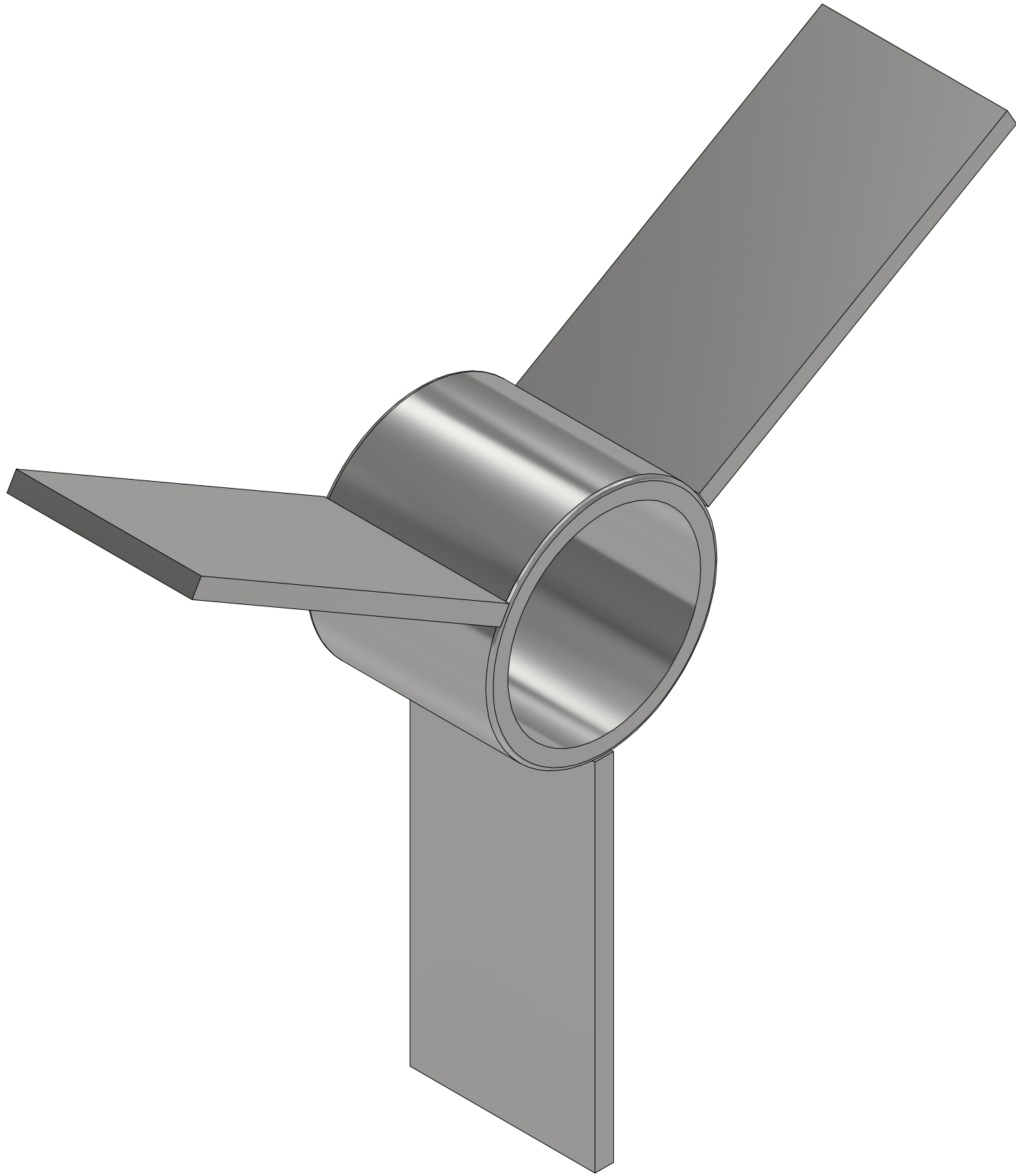
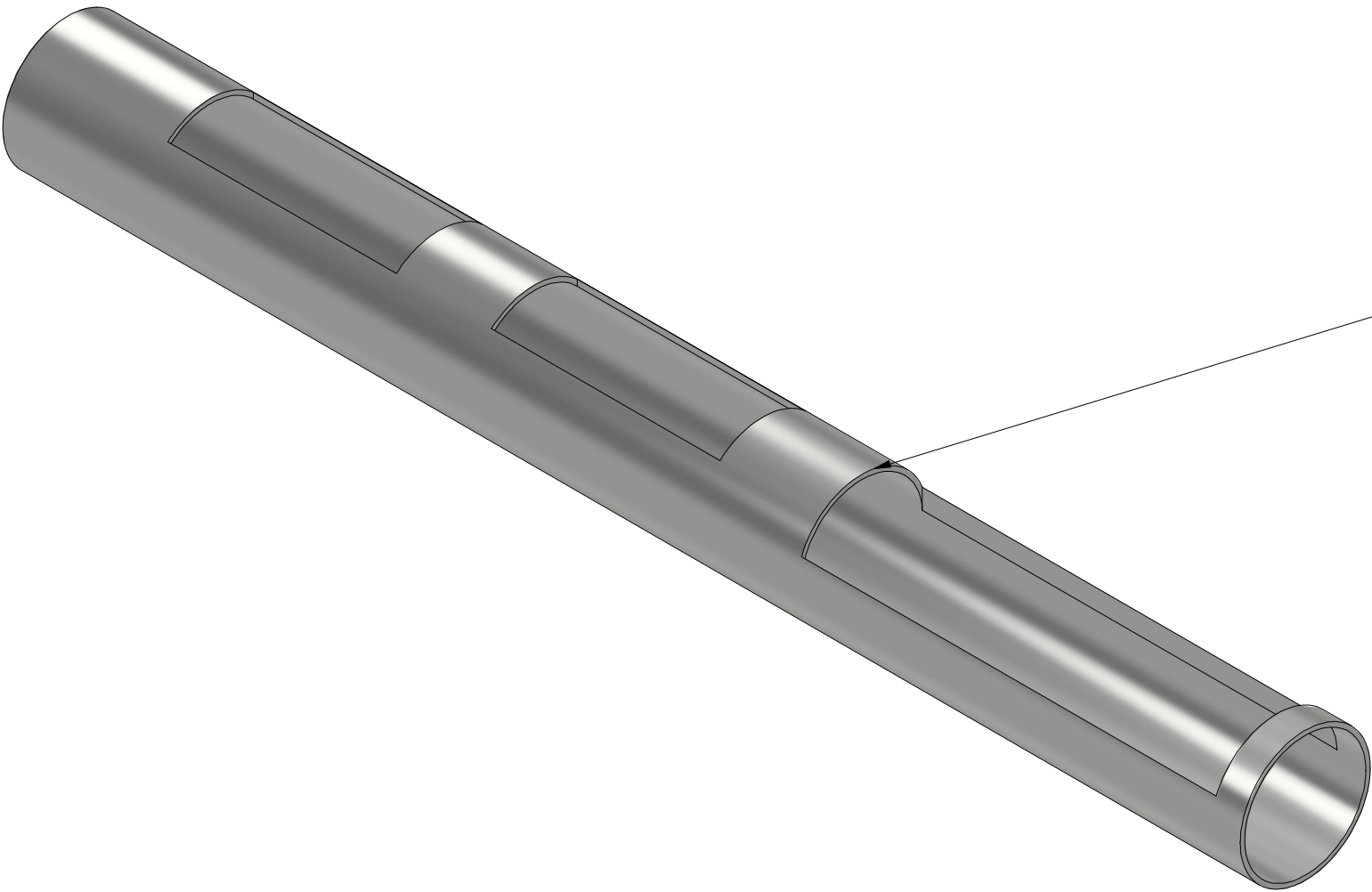
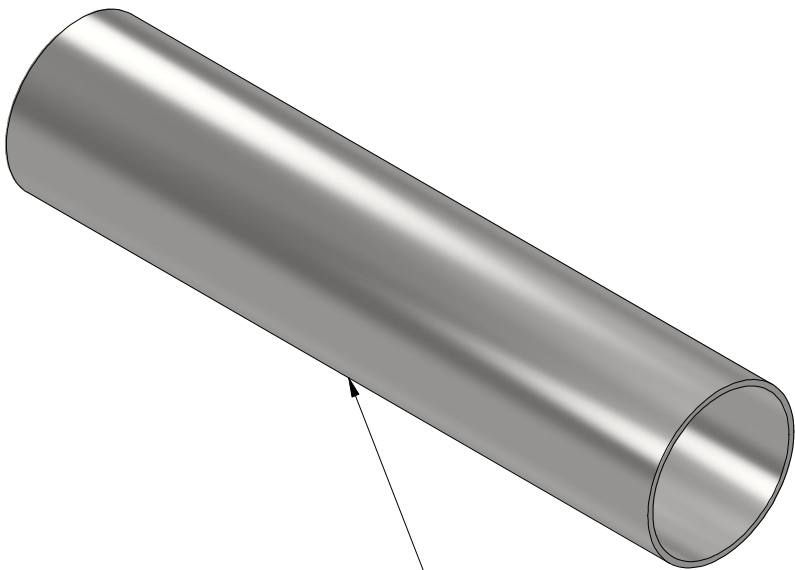
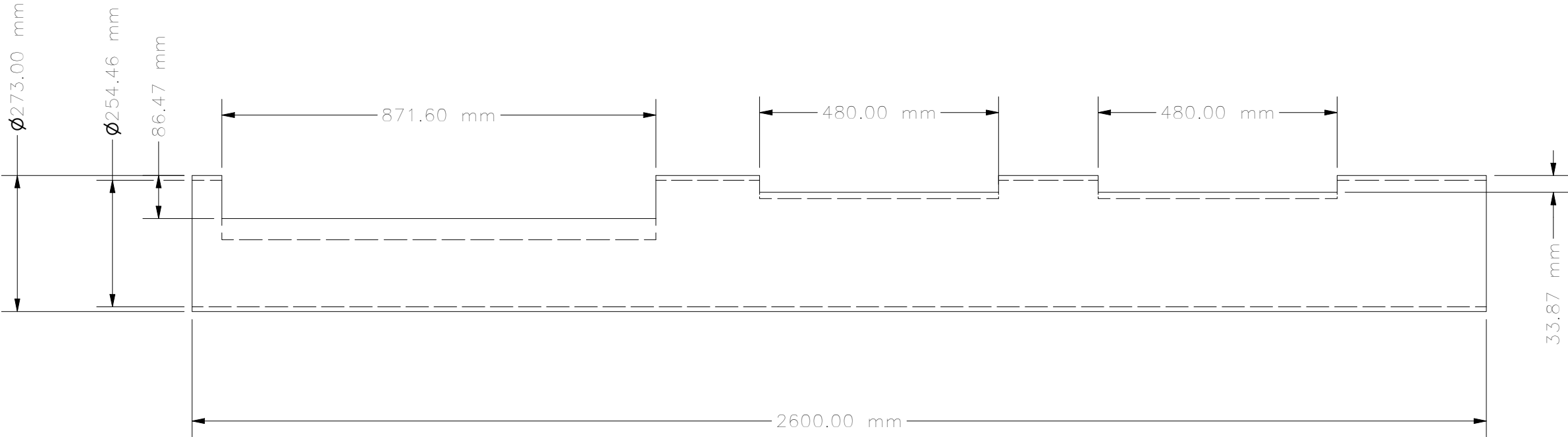
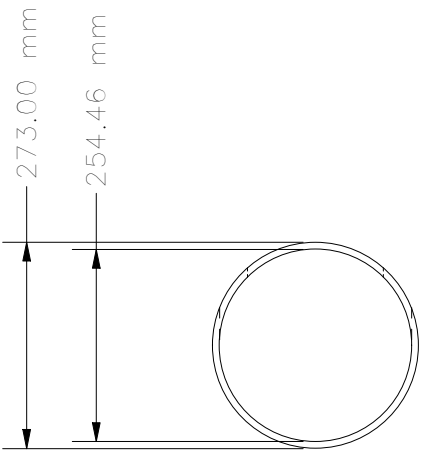


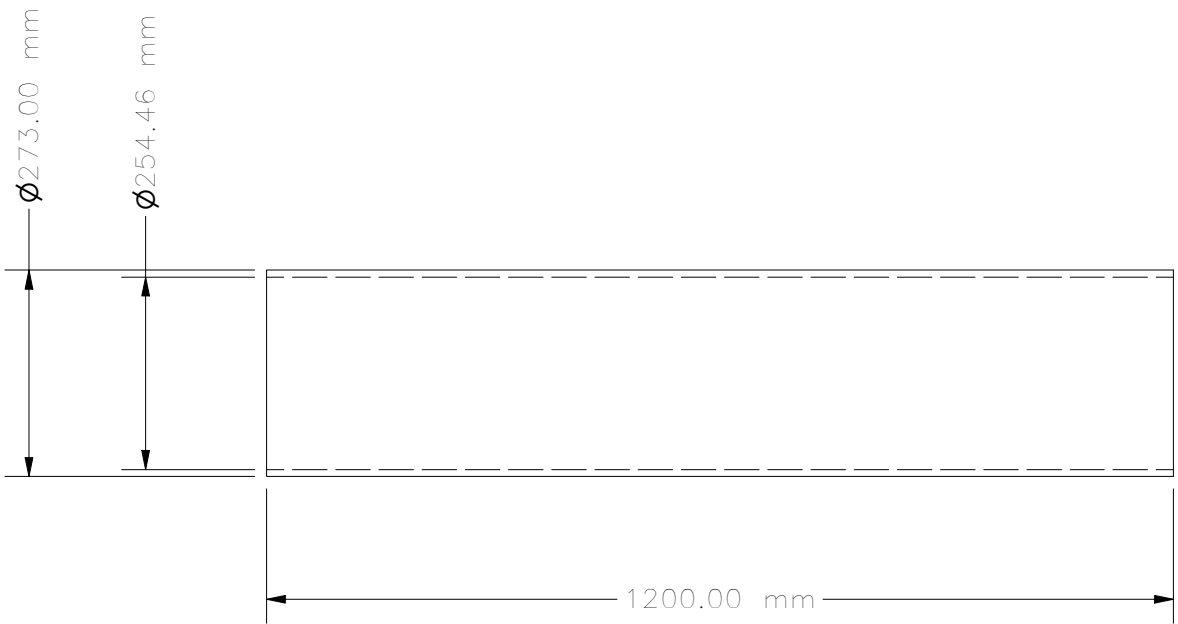
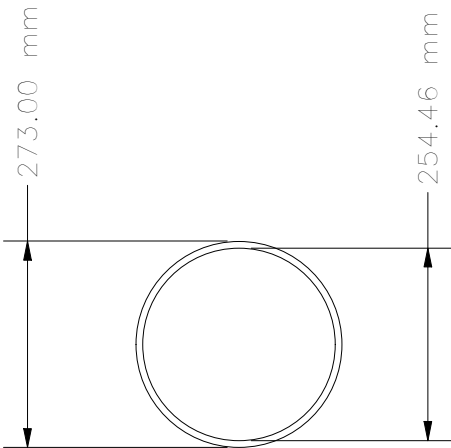
Table with 4 columns: DIBUJO, DISEÑO, APROBO, NORMA, ESCALA, FECHA, and a section for PLAN, SUSTITUYE, and SUSTITUIDO. Includes university logo and name: UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR.



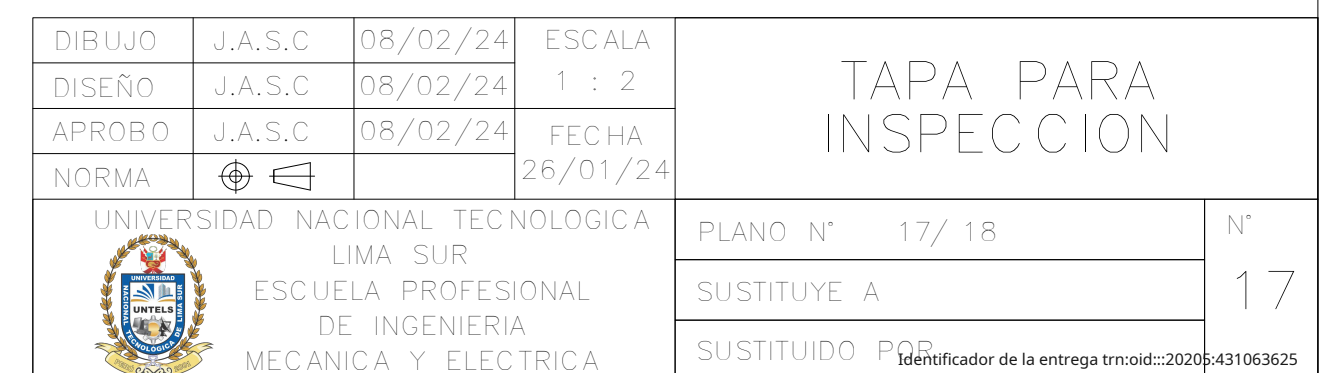
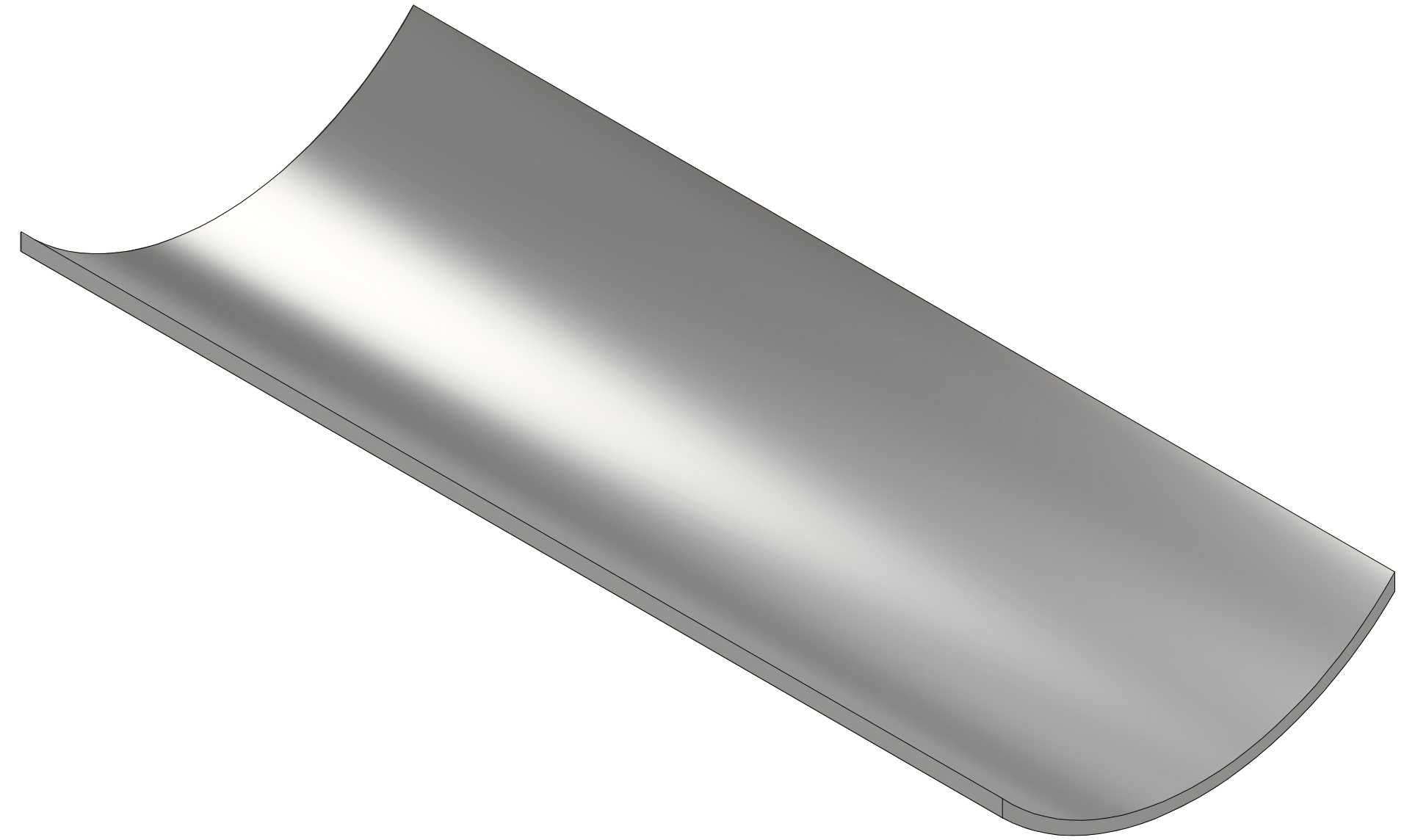
ARTESA TUBULAR HORIZONTAL



ARTESA TUBULAR VERTICAL



DIBUJO	J.A.S.C	08/02/24	ESCALA	ARTESAS HORIZONTAL Y VERTICAL		
DISEÑO	J.A.S.C	08/02/24	1:10			
APROBO	J.A.S.C	08/02/24	FECHA			
NORMA	⊕		26/01/24			
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA				PLANO	N° 16/ 18	N°
				SUSTITUYE	A	16
				SUSTITUIDO POR		



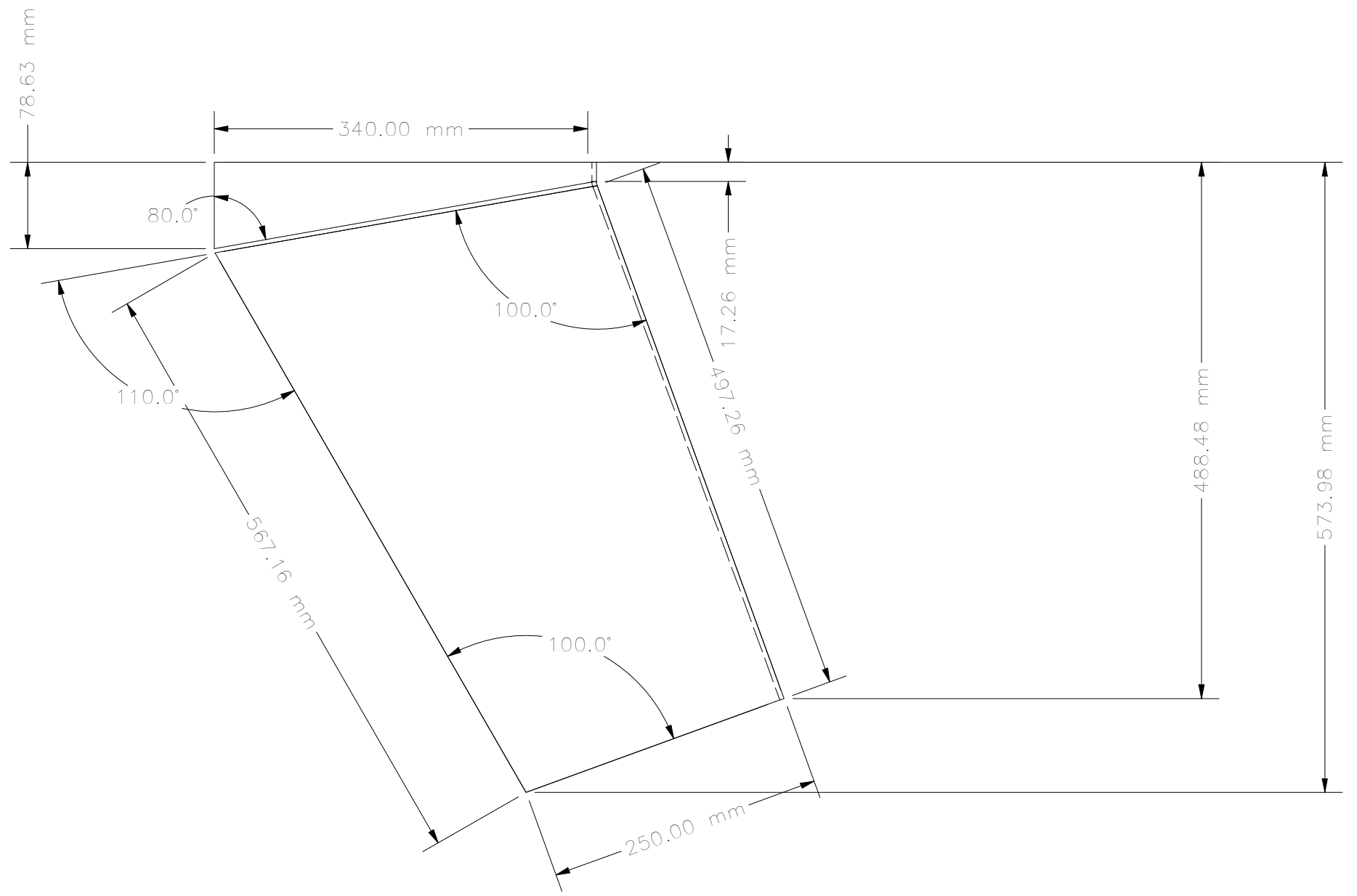
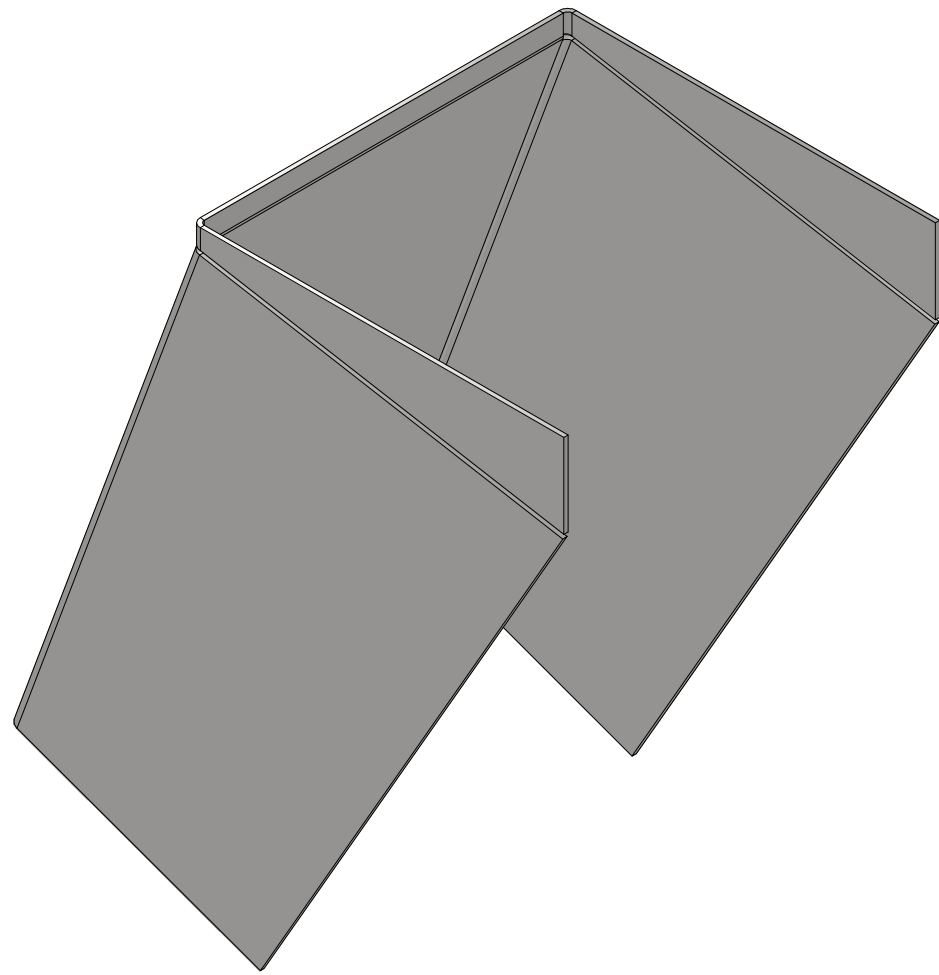
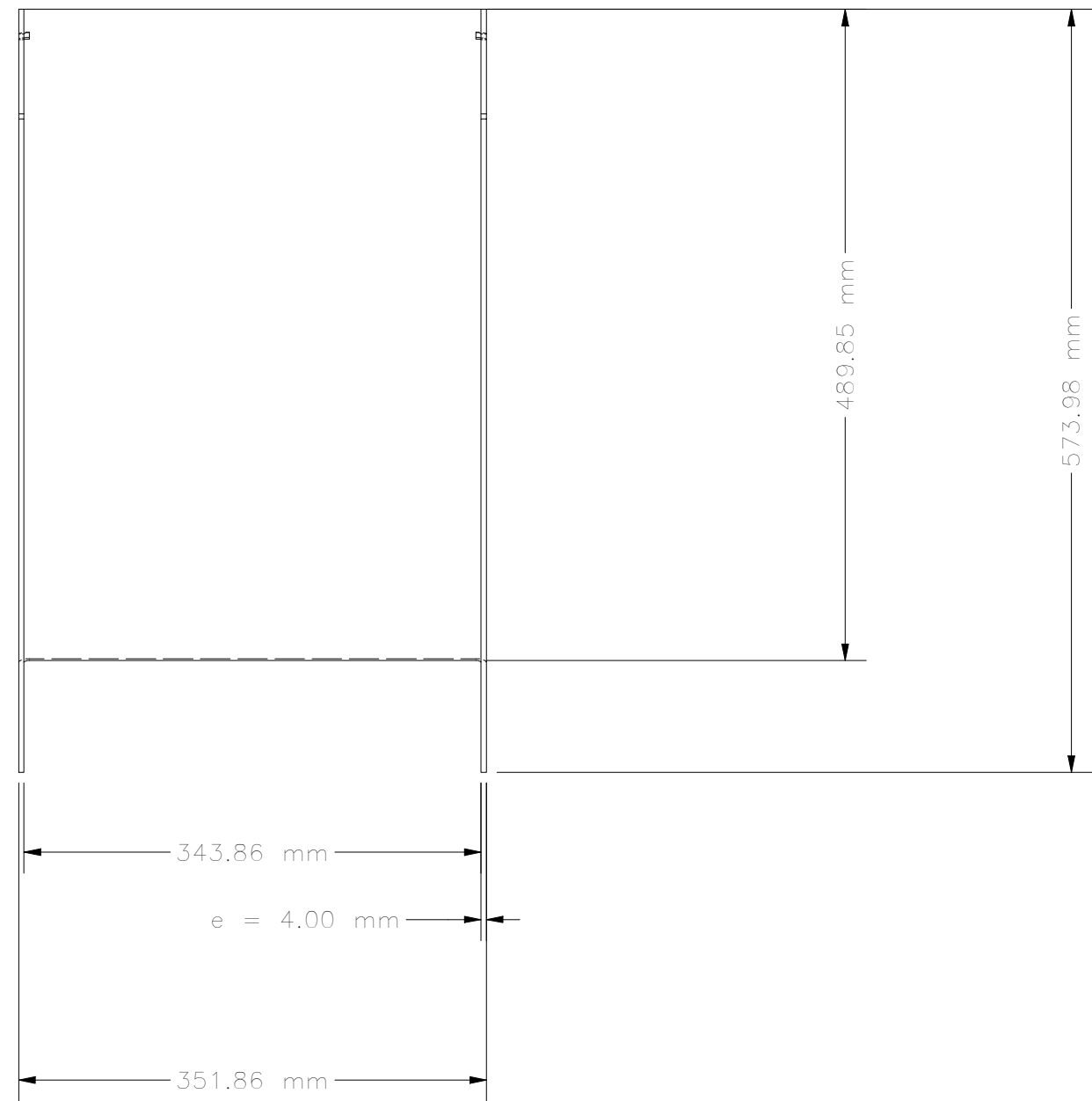
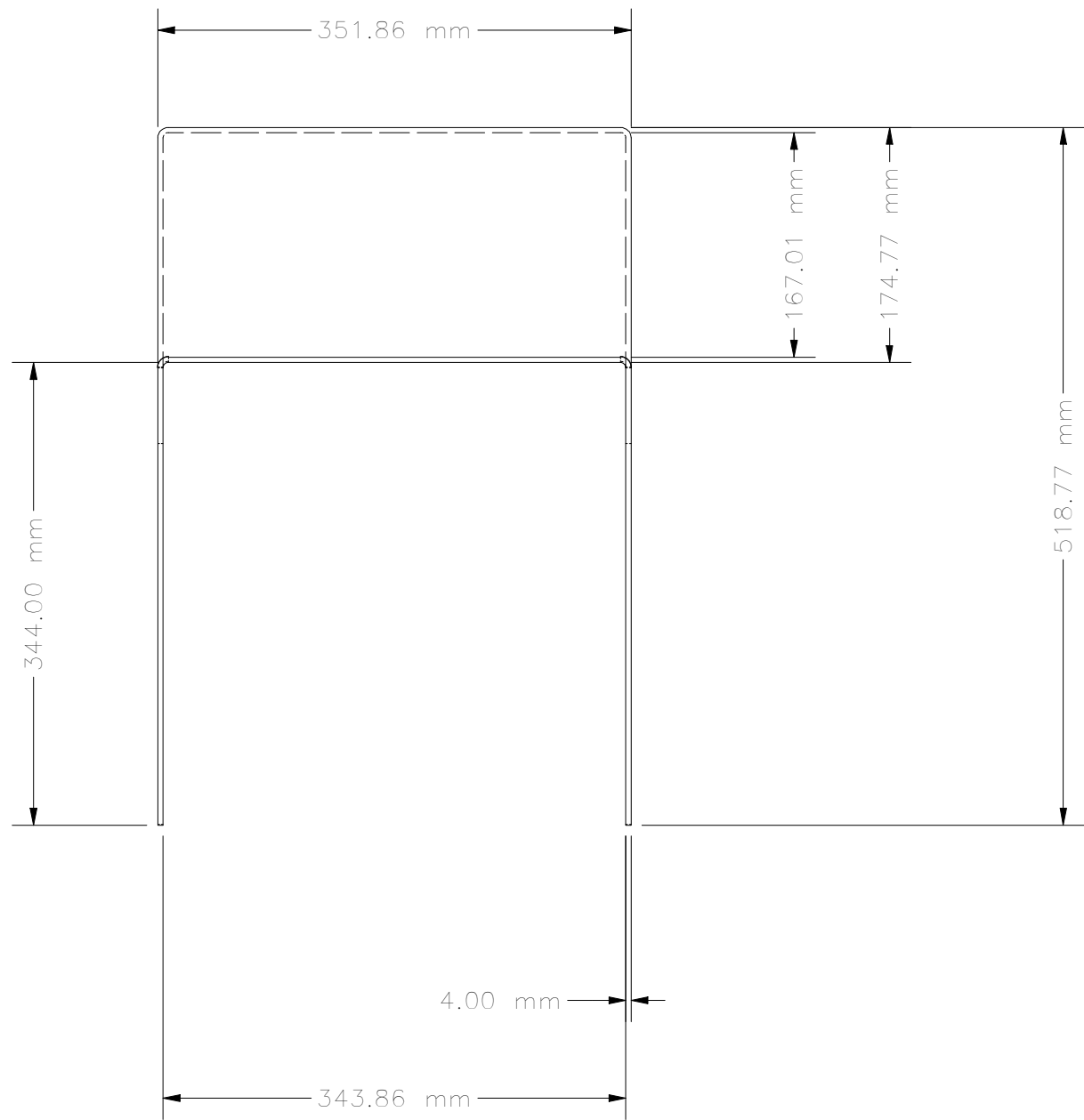


Table with 4 columns: DIBUJO, DISEÑO, APROBO, NORMA, ESCALA, FECHA, and a title block containing 'TOLVA DE ACOPIO', 'UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA LIMA SUR', and 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA'.