

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL SANTA FE



INFORME PROYECTO FINAL DE CARRERA

TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO.

Alumnos: Beltrame, Lisandro
Leston, Agustín.

Director: Mgs. Arietti, Leonardo.

Carrera: Ingeniería Mecánica.

Docentes: Ing. Esp. Monti, Rubén.
Ing. Benzi, Sebastián.

AÑO: 2023.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción.....	5
2. Problemática.....	6
3. Objetivos.....	7
3.1 Objetivos generales.....	7
3.2 Objetivos específicos.....	8
3.3 Factores a tener en cuenta.....	9
4. Desarrollo.....	10
4.1 Relevamiento de datos en la empresa.....	10
4.2 Cálculos para el diseño del equipo.....	11
4.2.1 Datos preliminares.....	11
4.2.2 Clasificación del material.....	11
4.2.3 Conjunto helicoidal.....	12
4.2.3.1 Dimensionamiento del helicoide.....	13
4.2.3.2 Cálculo del espesor del helicoide por CAE.....	19
4.2.4 Conjunto canal.....	26
4.2.4.1 Dimensionamiento del canal.....	27
4.2.5 Conjunto motriz.....	30
4.2.5.1 Dimensionamiento del motoreductor.....	31
4.2.5.2 Selección del moto reductor.....	34
4.2.5.3 Cálculo del eje.....	37
4.2.5.4 Dimensionamiento de chaveta.....	38
4.2.5.5 Selección del rodamiento.....	40
4.2.5.6 Lubricación en los rodamientos.....	43
4.2.5.7 Selección de Retenes.....	44
4.2.5.8 Selección del alemite.....	46
4.2.5.9 Cálculo de esfuerzos para el eje y brida de acople.....	46
4.2.5.10 Diseño de la caja porta rodamiento.....	50
4.2.5.11 Diseño de la linterna.....	51
4.2.6 Sistema de decantación.....	52
4.2.6.1 Diseño de tolva.....	53
4.2.7 Conjunto de soporte.....	56
4.2.7.1 Análisis de esfuerzos a los soportes.....	57
4.2.8 Accesorio.....	61
4.3 Codificación de planos.....	62
4.4 Análisis de costos.....	63
4.4.1 Optimización en el uso de las chapas.....	66

5. Conclusión.....	68
6. Bibliografías.....	69
7. Anexo.....	70

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1. Tercera etapa de depuración (actualidad).....	5
Imagen 2. Estado del sistema en la actualidad.....	6
Imagen 3. Subconjuntos del equipo.....	7
Imagen 4. Problema y solución propuesta a la acumulación de arena.....	8
Imagen 5. Problema y solución propuesta a roturas de sellos y rodamientos.....	8
Imagen 6. Problema y solución propuesta al accionamiento del helicoide.....	9
Imagen 7. Tabla de clasificación del material.....	11
Imagen 9. Vista del helicoide sin eje central.....	13
Imagen 10. Tabla de selección de capacidad.....	14
Imagen 11. Tabla para el factor de capacidad (paso).....	14
Imagen 12. Tabla para el factor de capacidad (tipo).....	15
Imagen 13. Tabla para el factor de capacidad (paletas).....	15
Imagen 14. Tabla de coeficiente de inclinación.....	15
Imagen 15. Tabla de selección del diámetro mínimo según tamaño de partículas.....	17
Imagen 16. Especificación del tubo central según Schedule.....	17
Imagen 17. Cordones de soldadura y detalles.....	18
Imagen 18. Vista de la brida de acople.....	18
Imagen 19. Condiciones de vínculos y momento aplicado.....	19
Imagen 20. Mallado de los componentes.....	20
Imagen 21. Gráfico de tensiones (espesor 6[mm]).....	20
Imagen 22. Gráfico de deformaciones (espesor 6[mm]).....	21
Imagen 23. Ángulo de deformación torsional (espesor 6[mm]).....	21
Imagen 24. Gráfico de tensiones (espesor 12[mm]).....	22
Imagen 25. Gráfico de deformaciones (espesor 12[mm]).....	22
Imagen 26. Ángulo de deformación torsional (espesor 12[mm]).....	23
Imagen 27. Gráfico de tensiones (espesor 10[mm]).....	23
Imagen 28. Gráfico de deformaciones (espesor 10[mm]).....	24
Imagen 29. Ángulo de deformación torsional (espesor 10[mm]).....	24
Imagen 30. Dimensiones del helicoide, caño central y brida de acople.....	25
Imagen 31. Conjunto canal.....	26
Imagen 32. Detalle del canal y su brida soldada.....	27
Imagen 33. Dimensiones y material del canal y bridas.....	27
Imagen 34. Vista en detalle de la tapa inferior y sus dimensiones.....	28
Imagen 35. Sujeción del polietileno y vista explosionada del armado.....	29
Imagen 36. Desplegado y plegado del canal de descarga.....	29
Imagen 37. Conjunto motriz.....	30
Imagen 38. Factor del diámetro.....	31
Imagen 39. Factor del soporte intermedio.....	32
Imagen 40. Factor % de carga.....	32
Imagen 41. Factor de paleta.....	32
Imagen 42. Factor F_o	33

Imagen 43. Tabla para selección de reductor.....	34
Imagen 44. Tabla para selección de motores.....	35
Imagen 45. Tabla dimensiones del reductor.....	36
Imagen 46. Tabla de selección de chaveta.	39
Imagen 47. Diagrama de cuerpo libre del helicoide.....	40
Imagen 48. Características del rodamiento 30209.	41
Imagen 49. Dimensiones del rodamiento 30209.	41
Imagen 50. Características del rodamiento 6207.	42
Imagen 51. Dimensiones del rodamiento 6207.	42
Imagen 52. Nomenclatura de las grasas.	43
Imagen 53. Vista en corte del ensamblaje cajera y eje.	44
Imagen 54. Selección de los retenes.....	45
Imagen 55. Catálogo de alemite.....	46
Imagen 56. Croquis para el cálculo de los pernos de sujeción eje a brida.	47
Imagen 57. Rosca métrica ISO de paso fino	48
Imagen 58. Croquis para la sujeción brida con brida.....	49
Imagen 59. Vista explosionada y orden de ensamblaje	50
Imagen 60. Linterna y sus componentes acoplados.....	51
Imagen 61. Detalles de soldaduras en los nervios.	52
Imagen 62. Sistema de decantación y sus partes.	53
Imagen 66. Sistema de patas delanteras y sus partes.	57
Imagen 67. Diagrama de cuerpo libre del equipo.	58
Imagen 68. Ubicación de Fr y sus reacciones.	59
Imagen 69. Patas regulables.	60
Imagen 70. Vista de las patas de soportes en el equipo.	61
Imagen 71. Extractor de eje y sus partes.	62
Imagen 72. Organigrama de los subconjuntos.	63
Imagen 73. Tabla de costos general	64
Imagen 76. Chapa SAE 1010 (2400 x 1250 x 2,5)	66
Imagen 77. Chapa AISI 304. (3000 x 1500 x 3).....	66
Imagen 78. Chapa AISI 304. (3000 x 1500 x 3).....	67
Imagen 79. Chapa AISI 304. (2500 x 1250 x 3).....	67

1. Introducción.

Este proyecto se va a realizar para la fábrica ITAPÉ S.A. que se encuentra ubicada en la provincia de Entre Ríos, ciudad de Paraná, en la misma se produce papel onda estándar a base de recortes (papel, cartón reciclado y recortes de corrugadoras). A través de tres pasos se obtiene el producto antes mencionado. Para la producción se realiza una molienda de los fardos con agregado de agua para formar la pasta, paso siguiente, es el proceso de depuración de esta mezcla, la cual comienza con una extracción en general de impurezas de mayor tamaño tales como: plásticos, ganchos, alambres, entre otras, luego ingresando a la zona de depuración en etapas mediante ciclones que separan arena, telgopor y productos indeseados de un tamaño más pequeño. En la tercera etapa de depuración es en la que desarrollaremos nuestro proyecto, que es la clarificación del agua y reutilización de la misma para evitar contaminación tanto del proceso de producción como del impacto ambiental que se tiene.

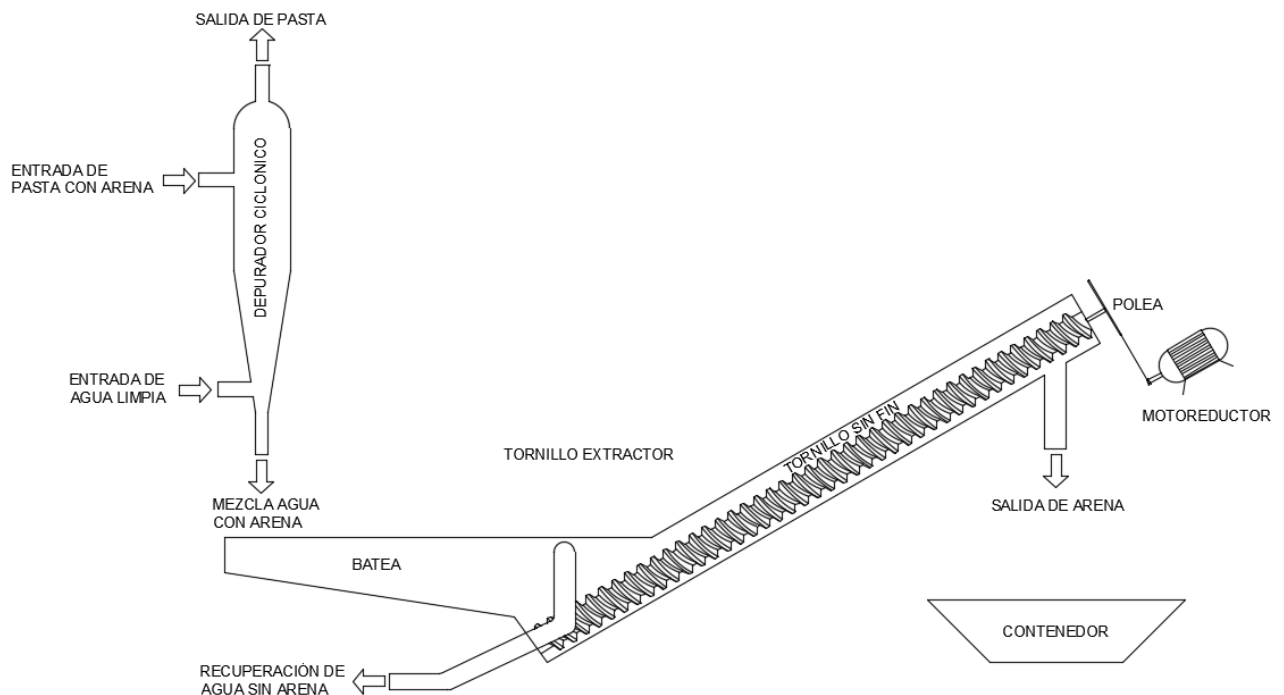


Imagen 1. Tercera etapa de depuración (actualidad).

El depurador ciclónico que se muestra en la imagen 1 posee un principio de funcionamiento basado en la fuerza centrífuga que se genera en su interior, la entrada de pasta con sólidos en suspensión se separa por diferencia de densidades (descendiendo lo más pesado por efecto de la gravedad). A su vez en la boca de salida del depurador se le agrega agua en cantidades pequeña con el fin de disminuir la consistencia de la pasta y así lograr una mejor eficiencia del circuito y del tratamiento que se tiene en el paso siguiente.

A continuación, se busca la separa la arena del agua mediante la técnica de decantación, donde la mezcla se deposita en la batea del sinfín, este último extrae arena que se ha depositado en la parte inferior y la vierte en un contenedor. El agua que se encuentra en la parte superior de la batea, es recuperada y devuelta al proceso, para la utilización en la formación del papel.

2. Problemática.

La problemática comenzó cuando se detectó que cierta cantidad de arena regresaba al circuito, lo cual hoy en día es una preocupación que se tiene en la fábrica, porque genera gran deterioro en los equipos y afecta significativamente en la calidad del papel logrado.

Cabe aclarar que en este tipo de industrias se utiliza gran cantidad de agua, por eso en las etapas que se pueda reutilizar la misma se lo hace, es en este punto que se debe garantizar la recolección de la misma asegurando la ausencia de sólidos en suspensión para poder incorporarla nuevamente al circuito y así obtener la calidad de papel deseado.



Imagen 2. Estado del sistema en la actualidad.

3. Objetivos.

3.1 Objetivos generales.

El objetivo de este proyecto es el diseño de una máquina separadora de arena mediante un tornillo sin fin en la tercera etapa de depuración.

Se busca en concreto el diseño, cálculo, verificación de elementos mecánicos que intervienen en el equipo.

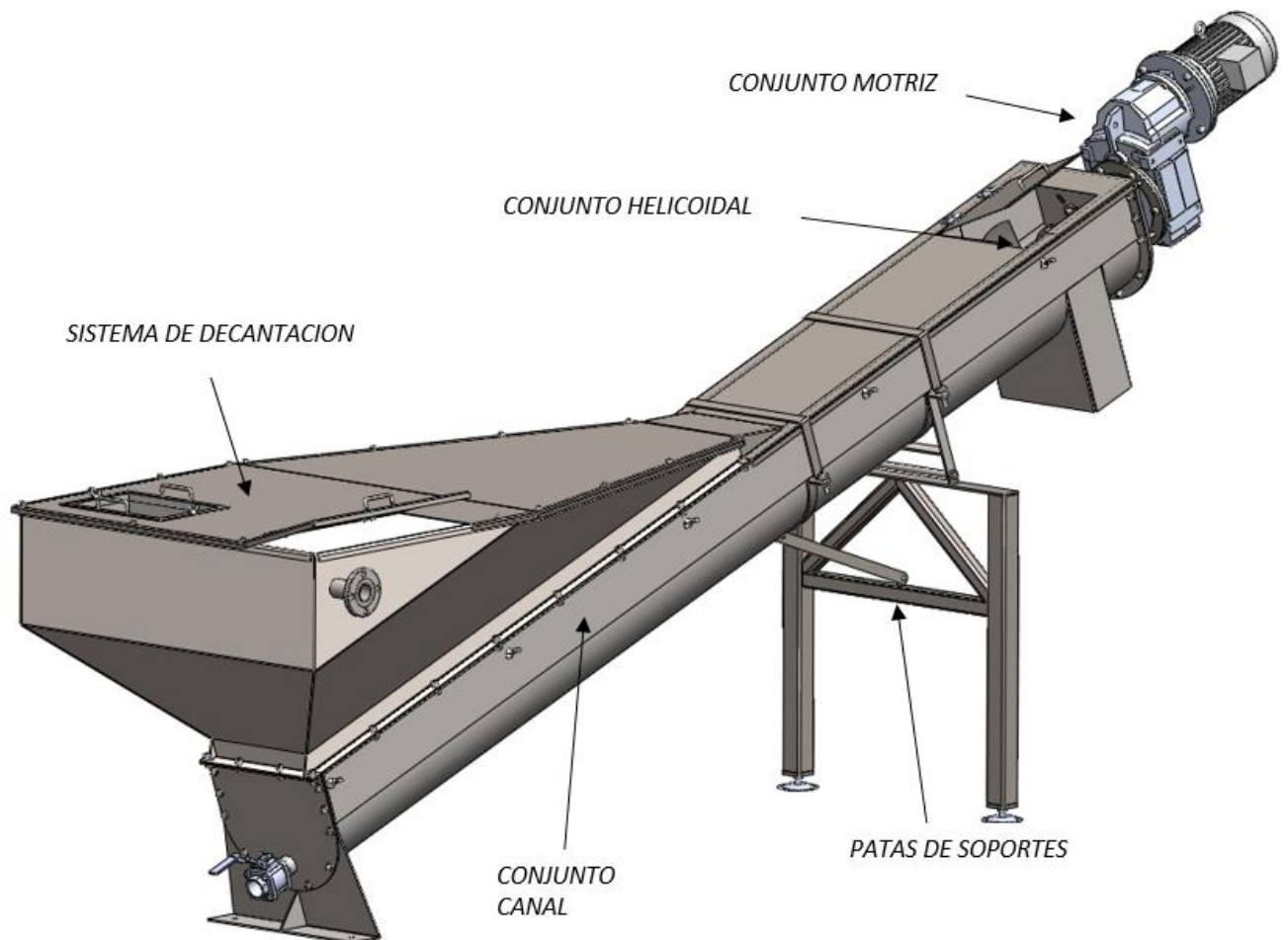


Imagen 3. Subconjuntos del equipo.

3.2 Objetivos específicos.

- Adaptación del tornillo sin fin al sistema (equipo compacto).
- Diseñar un sistema que evite la acumulación de arena sin extraer en la etapa de sedimentación, y así no disponer de un operario que realice esta tarea.

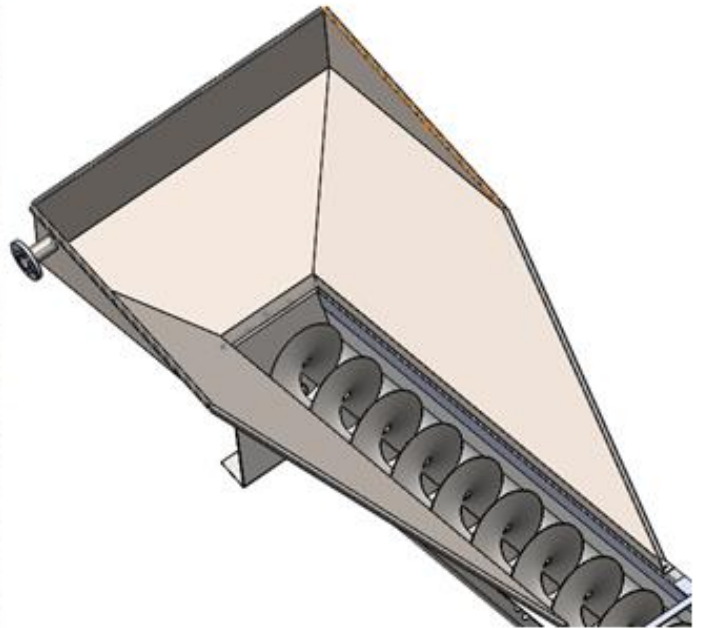


Imagen 4. Problema y solución propuesta a la acumulación de arena.

- Solución al problema de pérdidas de agua e infiltraciones que dañan rodamientos y sellos.

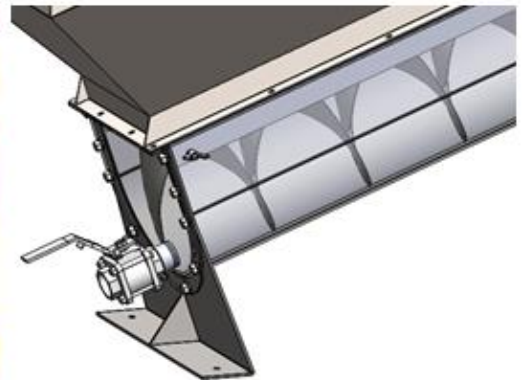


Imagen 5. Problema y solución propuesta a roturas de sellos y rodamientos.

- Diseño de accionamiento del helicoides.

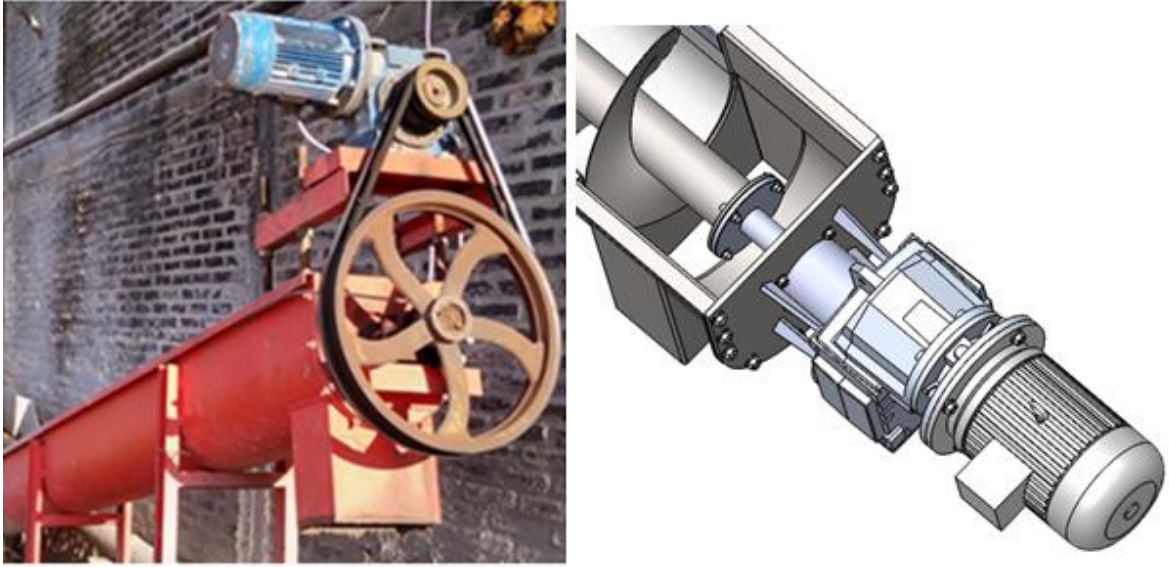


Imagen 6. Problema y solución propuesta al accionamiento del helicoide.

- Justificación de cada parámetro optado.

3.3 Factores a tener en cuenta.

- Caudal que llega al decantador.
- Granulometría que se va a manejar.
- Densidad promedio.
- Potencia.
- Volumen del decantador.
- Consistencia que llega al depurador ciclónico.
- Cantidad agregada de agua al depurador ciclónico.
- Velocidad de giro del helicoide.
- Tipo de helicoide a utilizar.
- Inclinación del mismo.

4. Desarrollo.

4.1 Relevamiento de datos en la empresa.

En la fábrica se tiene una producción de aproximadamente 35 a 40 [Tn/día] de papel, en la cual el 10% corresponde a pérdidas que dentro de las cuales tenemos los elementos ya mencionados como son: alambres, plásticos y arena.

Por lo tanto, se obtiene un 3,5 a 4 [Tn/día] de desechos que se dividen en las diferentes etapas de depuración. En la tercer y última etapa, para nosotros la de mayor importancia, ya que en esta centraremos nuestro proyecto.

Un parámetro importante que necesitábamos conocer fue el del caudal que circulaba, para obtenerlo, tomamos reiteradas mediciones en la salida del depurador ciclónico en diferentes momentos, jornadas y días. Para llevar a cabo esta medición se escogió un recipiente de volumen conocido (10 [l]) y se controló el tiempo de llenado.

1. Primera medición: 8,22 [s].
2. Segunda medición: 7,91 [s].
3. Tercera medición: 7,37 [s].
4. Cuarta medición: 8,84 [s].
5. Quinta medición: 7,48 [s].

$$Tiempo\ prom. = \frac{8,22 + 7,91 + 7,37 + 8,84 + 7,48}{5} = 7,96 [s]$$

$$Q_{actual} = \frac{Volumen}{Tiempo\ prom.} = \frac{10 [l]}{7,96 [s]} = 1,26 [l/s]$$

Este caudal calculado es el actual, pero teniendo en cuenta que la fábrica en un futuro no muy lejano proyecta aumentar su producción, consideraremos un 50% de incremento para llevar a cabo el cálculo del equipo.

$$Q_{diseño} = 1,5 * Q_{actual} = 1,89 [l/s]$$

4.2 Cálculos para el diseño del equipo.

En esta parte del proyecto, llevaremos a cabo los cálculos de los elementos que componen la máquina, utilizando como herramienta principal el manual Martin, CEMA y otras bibliografías de las que nos nutrimos para dimensionar o verificar ciertos elementos.

4.2.1 Datos preliminares.

- Caudal de diseño (Q): 1,89 [l/s]
- Longitud (l): 3 [m]
- Temperatura ambiente (T_a): 25 [°C]
- Temperatura de operación (T_o): 17 [°C]
- Inclinación (i): 20 [°]

Se toma esa longitud de referencia, debido que a partir de los 3 [m] para evitar que se produzcan flexiones excesivas en el eje es necesario colocar un soporte intermedio lo cual traería acompañado acumulación de material en esa zona y la fabricación de otras piezas.

En el caso de la temperatura de operación, donde existe una pequeña diferencia con la de ambiente, es debido a que para el proceso se utiliza agua de pozo la misma es extraída de una profundidad considerable (aproximadamente 15/20 metros) por lo que su temperatura es inferior.

A priori con el parámetro de la inclinación se propone 20 [°]. Para nuestro diseño no es posible realizarlo horizontal debido a que queremos separar dos sustancias (agua y arena), por ende, necesitamos de un reservorio donde se produzca la sedimentación, y luego de este retirar solo la arena por la parte superior.

4.2.2 Clasificación del material.

Para la clasificación del material a transportar nos basamos en la siguiente tabla (tabla 1-2 del manual Martin) y obtuvimos las siguientes características.

Material	Densidad[lb/pie ³]	Factor material (Fm)	Carga de canal (%)
Arena húmeda	110-130	2,8	15

Imagen 7. Tabla de clasificación del material.

- Tamaño: Malla número 40 (0,016") y menor (0,0025").
- Fluidéz: fluido lento.
- Abrasividad: extrema.
- Otras propiedades: Medianamente corrosivo.

El factor del material se utiliza para determinar la potencia que lo veremos más adelante.

La carga del canal indica el porcentaje de llenado que utilizamos para determinar el diámetro y la velocidad del tornillo sin fin.

4.2.3 Conjunto helicoidal.

Es el conjunto principal del equipo, dado que es el encargado de mover el material y transportarlo desde el fondo del canal hasta la zona de descarga. Dentro del mismo, tenemos el helicoide que es de un espesor considerado dado que no posee núcleo central ("shaftless") en toda la longitud del mismo, solamente un tramo en donde es accionado por el grupo motriz. Se hace mención al espesor debido a que, en funcionamiento todo el torque que se transmite pasa directamente a través de la propia espiral durante la rotación; por lo tanto, para darle resistencia se lo fabrica de un espesor considerado, el cual a través de CAE (aplicación de la ingeniería asistida por computadora) lo calcularemos. Está fabricado de un material capaz de soportar la agresividad y corrosión que presenta la materia en circulación, como es el AISI 304.

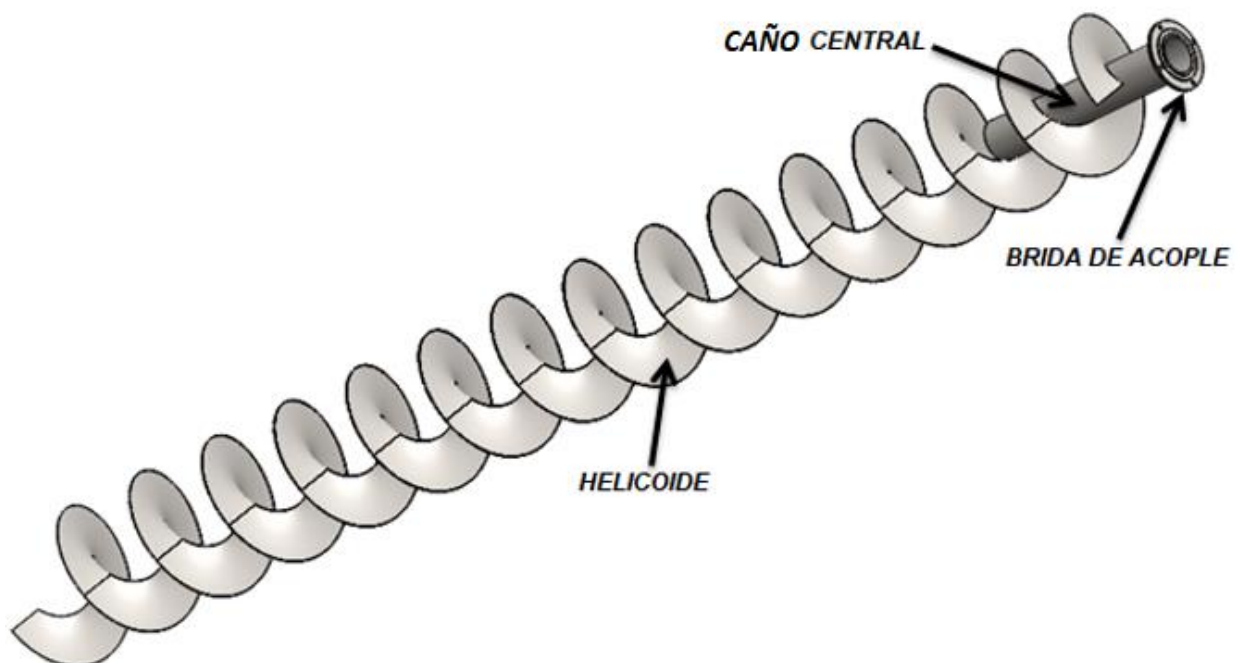


Imagen 8. Conjunto helicoidal.

Como se observa en la imagen 8, y mencionamos anteriormente, se diseñó sin eje y esto es gracias a que presenta las siguientes ventajas que para nuestra aplicación son determinante.

- Son ideales para transportar materiales pegajosos, viscosos, húmedos y grumosos. Básicamente los conocidos como lentos.

- Al no disponer de la colocación de rodamientos o cojinetes, podemos tener más carga de llenado en el canal.
- Relacionado con el punto anterior, disponemos de menos desgaste por lo tanto menos costo de mantenimiento.
- Eficiencia de transporte más alta en comparación con otros tipos de transportadores.
- Al tener menos componentes, elimina la acumulación de material. Problema que tenemos en la actualidad en la fábrica.
- Mayor duración en aplicaciones abrasivas.
- Diseño sencillo menos partes en operación.
- Bajo costo de operación.
- Sistema motriz compacto.
- Puede ser diseñado para instalarse en espacios limitados.

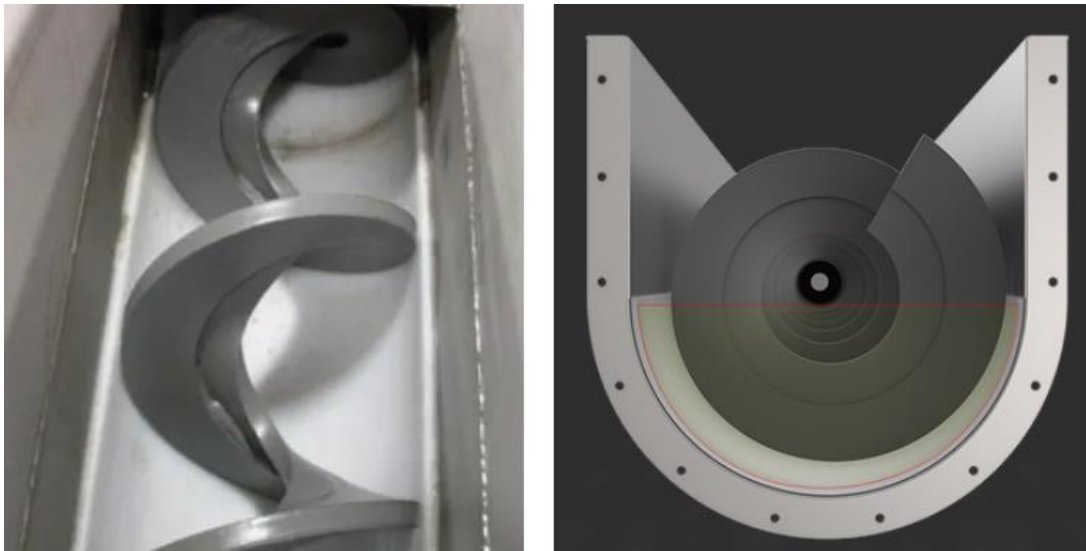


Imagen 9. Vista del helicoide sin eje central.

4.2.3.1 Dimensionamiento del helicoide.

Para determinar el tamaño y la velocidad del transportador helicoidal, en primer lugar, debemos identificar el porcentaje de carga con el que va a trabajar el equipo diseñado. Las diversas cargas se indican en (Martin Tabla de Capacidad (Tabla 1-6)).

En nuestro caso como mostramos en la sección 4.2.2 cuando identificamos el material según las características disponíamos de un porcentaje de carga del canal del 15% por ende nos basamos en esta tabla que se muestra en la imagen 10.

Carga del canal [%]	Seleccionar con X	Ø Helicoide (Pulg)	A 1 RPM [pie ³ /h]	A Máx. RPM [pie ³ /h]	Máx. RPM
15		4	0,21	15	72
		6	0,75	45	60
		9	2,72	150	55
		10	3,8	210	55
	X	12	6,4	325	50
		14	10,4	520	50
		16	15,6	700	45
		18	22,5	1010	45
		20	31,2	1250	40
		24	54,6	2180	40
		30	108	3780	35

Imagen 10. Tabla de selección de capacidad.

Seleccionamos un diámetro tentativo, luego realizamos los cálculos detallados a continuación con el objetivo de verificar que la velocidad de operación a la que debe girar nuestro helicoide este comprendida entre 5 a 20 [rpm], debido que en el diseño nuestro debemos garantizar la sedimentación de la arena y evitar una excesiva turbulencia.

Factores de capacidad:

A continuación, se eligen una serie de factores que determinaran parámetros para nuestro helicoide.

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF=1			
Paso	Descripción	CF	Pasos
		1	
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1	1,00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1,5	0,67
Medio	Paso = 1/2 Diámetro del Helicoidal	2	0,50
Largo	Paso = 1.1/2 Diámetro del Helicoidal	0,67	1,50

Imagen 11. Tabla para el factor de capacidad (paso).

Debido que va a estar instalado con una inclinación de 20[°] se recomienda un paso corto ($\frac{2}{3}$ diámetro del helicoide). A su vez esto es positivo dado que obtenemos un tiempo de permanencia prolongado del producto en el transportador con el objetivo de ir secándolo.

- Paso del helicoide: corto (CF₁): 1,5

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF = 2			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal Estándar	1,00	1,00	1,00
Helicoidal con Corte	1,95	1,57	1,43
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	3,75	2,54
Helicoidal de Listón	1,04	1,37	1,62

Imagen 12. Tabla para el factor de capacidad (tipo).

En la imagen 12 podemos observar los distintos tipos de helicoidales, adoptamos tipo estándar que es lo que se utiliza normalmente para la mayoría de las aplicaciones.

- *Tipo del helicoide: estándar (CF₂): 1*

Como vemos en la imagen 13, nuestro helicoide no va a disponer de ninguna paleta dado que no hay productos para mezclar o agitar.

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF = 3		
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso	cf
	Ninguna paleta	1,00
Factor CF	Una paleta	1,08
	Dos Paletas	1,16
	Tres paletas	1,24
	Cuatro paletas	1,32

Imagen 13. Tabla para el factor de capacidad (paletas).

- *Uso de paletas mezcladoras: estándar (CF₃): 1*

Por ultimo seleccionamos el factor debido a la inclinación. Se debe tener en cuenta que a medida que aumenta el grado de inclinación, la eficiencia del transporte se reduce y los requisitos de potencia aumentan a causa de los efectos de la gravedad y la caída del material.

Inclinación °	% Reducción	Factor c
0	0%	1,00
15	26%	0,74
20	45%	0,55
25	58%	0,42
30	70%	0,30
35	78%	0,22

Imagen 14. Tabla de coeficiente de inclinación.

- Coeficiente de inclinación para 20°: (CF_i): 0,55

A continuación, se calcula la capacidad requerida como si fuera un transportador estándar completo y luego se le afectan los factores antes seleccionados.

- Capacidad requerida.

$$C.req. = \frac{Q}{\rho \text{ aparente}} = \frac{15432,34 [lb/h]}{130 [lb/pe^3]} = 118,71 [pe^3/h]$$

$$C.req. = 118,71 [pe^3/h]$$

- Capacidad equivalente.

$$C.equiv. = C.req. * CF_1 * CF_2 * CF_3 * CF_i = 118,71 \left[\frac{pe^3}{h} \right] * 1,5 * 1 * 1 * 0,55 = 97,94 [pe^3/h]$$

$$C.equiv. = 97,94 \left[\frac{pe^3}{h} \right] = 2,77 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

- Velocidad del transportador.

Para transportadores con helicoidales de paso corto como en nuestro caso, la velocidad puede ser calculada de la siguiente manera.

$$N = \frac{C.equiv.}{\left[\frac{pe^3}{h} \right] a 1 [rpm]} = \frac{97,94 \left[\frac{pe^3}{h} \right]}{6,4 \left[\frac{pe^3}{h} \right] a 1 [rpm]} = 15,30 [rpm] \cong 15 [rpm]$$

$$N = 15 [rpm]$$

Como mencionamos anteriormente se verifica que las revoluciones están dentro del rango aceptado (5 a 20 [rpm]) con el diámetro del helicoide escogido.

Diámetro mínimo del helicoide por limitaciones en el tamaño de la partícula.

El tamaño de un transportador helicoidal no sólo está determinado por la capacidad requerida, sino también por el tamaño y la proporción de las partículas del material que están siendo manejadas.

Existen tres clases de tamaños de partículas. (Según Martin (Tabla 1-7)).

Clase 1: Es una 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 2: Es una 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 3: Es una mezcla de únicamente partículas grandes en donde el 95% son partículas con un tamaño máximo de la mitad del máximo; y 5% o menos son partículas menores a una décima parte del tamaño máximo.

Seleccione (X) diámetro helicoide	Ø Helicoide (Pulg)	Tubo D.E.*	Separación Radial Δ (Pulg)	Clase 1	Clase 2	Clase 3
		(Pulg)		10% de Partículas Partícula Máxima (Pulg)	25% Partículas Partícula Máxima (Pulg)	95% Partículas Partícula Máxima (Pulg)
	12	2 7/8	5	2 3/4	2	1
X	12	3	4 3/4	2 3/4	2	1
	12	4	4 1/2	2 3/4	2	1

Imagen 15. Tabla de selección del diámetro mínimo según tamaño de partículas.

Como vemos en la imagen 15, al elegir el diámetro, Martin propone tres medidas diferentes en donde varía la holgura radial dependiendo el diámetro exterior del tubo central, se seleccionó la intermedia.

Cabe destacar que justo en la medida de 12" las distintas clases no varían con la separación radial que en otros casos sucede. Debido al tipo de material que se maneja, la clase 1 es el grupo seleccionado.

- Material: arena húmeda
- Tamaño: A₄₀
- Mínimo (Tamaño de la partícula): 0,0025"
- Máximo (Tamaño de la partícula): 0,016"

El árbol central que va a ir en el núcleo del helicoide, podemos ver según la imagen 14, que tiene un diámetro exterior de 3" (88,9 [mm]). En nuestro caso según la designación Schedule mediante la imagen 16, seleccionamos un:

- DN 80, Std. 40.

Diámetro nominal DN Diámetro exterior	Designación Schedule	Espesor [mm]	Diámetro interior [mm]	Area Int. [cm ²]	Sección [cm ²]	I [cm ⁴]	W [cm ³]	i [cm]	Peso vacio [Kg/m]
3" DN 80 88,9	Liv	3,65	81,6	52,3	9,78	88,97	20,02	3,02	7,67
	Std, 40	5,5	77,9	47,66	14,41	125,8	28,31	2,96	11,31
	XS, 80	7,6	73,7	42,66	19,41	161,8	36,4	2,89	15,24
	160	11,2	66,5	34,73	27,34	210,6	47,38	2,78	21,46
	XXS	15,3	58,3	26,69	35,38	249,9	56,22	2,66	27,77

Imagen 16. Especificación del tubo central según Schedule.

A su vez el helicoide se suelda al árbol central dejando una distancia a la brida de acople con el fin de facilitar la manipulación de las herramientas a la hora del ensamble del conjunto.

Este caño se introduce al helicoide pasando por tres espiras completas del mismo garantizando una longitud total de 690 [mm] tomada en forma de espiral, para un acople correcto va a ir soldado en tres partes, al inicio, al final y al centro con una soldadura de ambos lados y un cordón de 40 [mm] de longitud, se propuso de esta manera para no debilitar la pared del mismo.

En la imagen 17 se observa estos detalles mencionados.

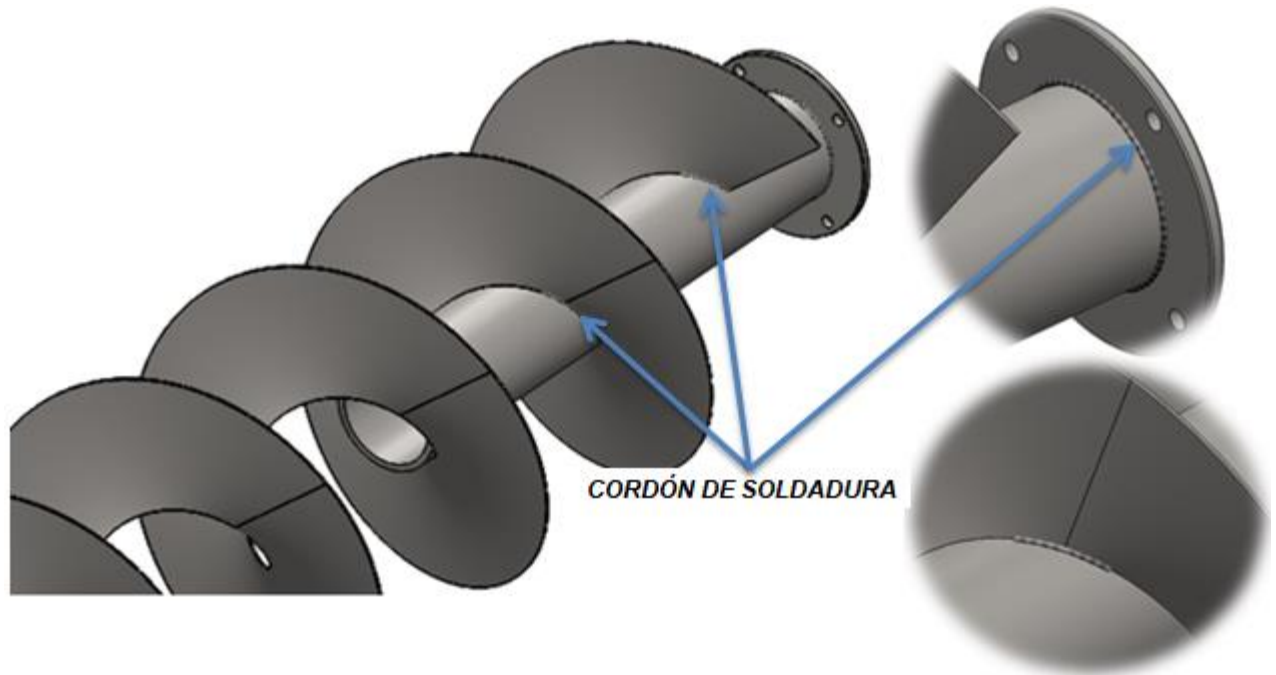


Imagen 17. Cordones de soldadura y detalles.

En la imagen 18 se puede visualizar en la parte interna de la brida un resalte de 3 [mm], para garantizar concentricidad a la hora del acople con la otra mitad de la brida las cuales van a ir atornilladas con cuatro tornillos Allen M8 x 1 (en el punto 4.2.5.9 se detalla su cálculo).

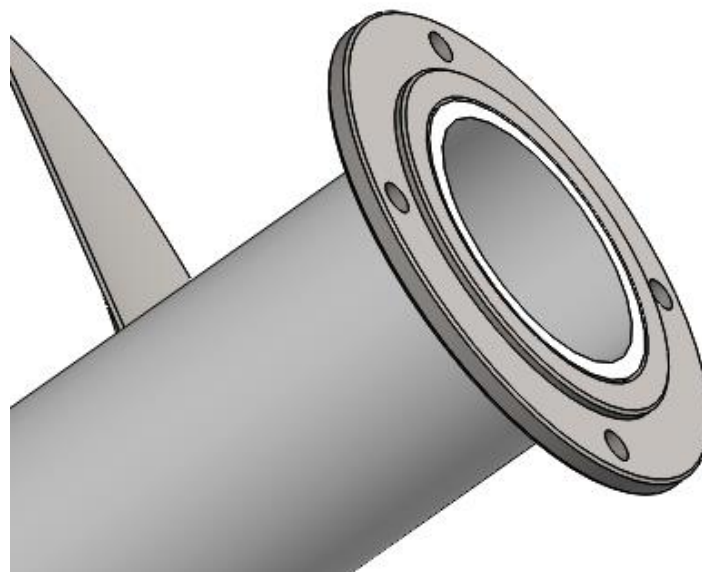


Imagen 18. Vista de la brida de acople.

4.2.3.2 Cálculo del espesor del helicoide por CAE.

Teniendo el diseño de los componentes y el correspondiente ensamble de ellos, se describieron las cargas actuantes y las condiciones de vinculación. La etapa de definición es fundamental, y se debe tener precaución con adoptar los criterios de mallado adecuados ya que se pueden incurrir en errores. De ahí veremos cómo se comporta nuestro elemento principal el cual es el helicoide, y poder definir que espesor es el adecuado para nuestra aplicación.

- Para tener un resultado representativo de la situación y poder dimensionar de una forma correcta se plantea la peor condición en el conjunto, lo cual podremos observar a continuación.

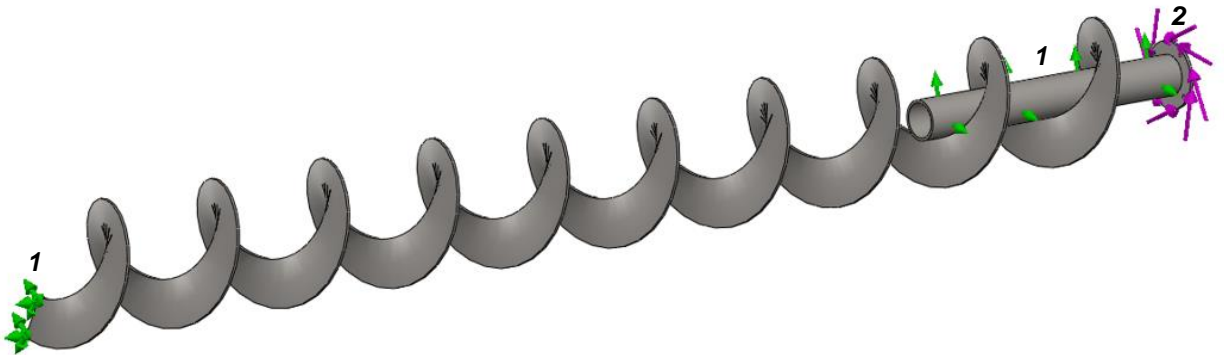


Imagen 19. Condiciones de vínculos y momento aplicado.

Considerando la referencia (1) como las condiciones de vínculos donde simulan que de un extremo queda fijo como si fuera que el conjunto queda atascado por un instante y del otro extremo está en sus apoyos en forma radial representando el canal, en donde al aplicarle el momento torsor (2) se va a distribuir en toda su longitud reflejando la máxima deformación angular.

- Mediante el mallado, podemos comprobar visualmente si estamos teniendo una distribución adecuada para cada componente; apreciando que en las discontinuidades tenemos elementos de menor dimensión, como se aprecia en la imagen 20.

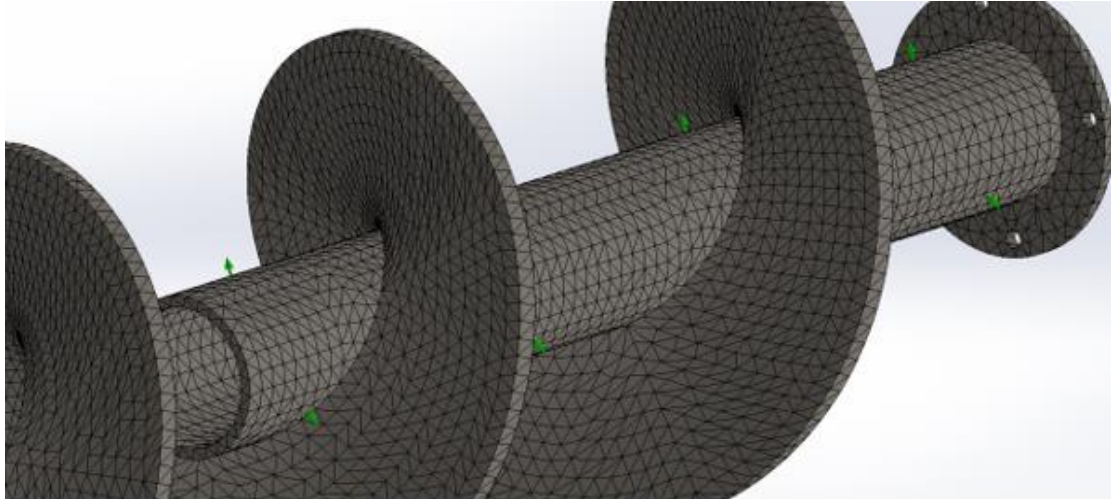


Imagen 20. Mallado de los componentes.

- **Limite elástico del material: 2450 [kg/cm²].**

1) Primera simulación para analizar tensiones y deformaciones con un espesor 6 [mm].

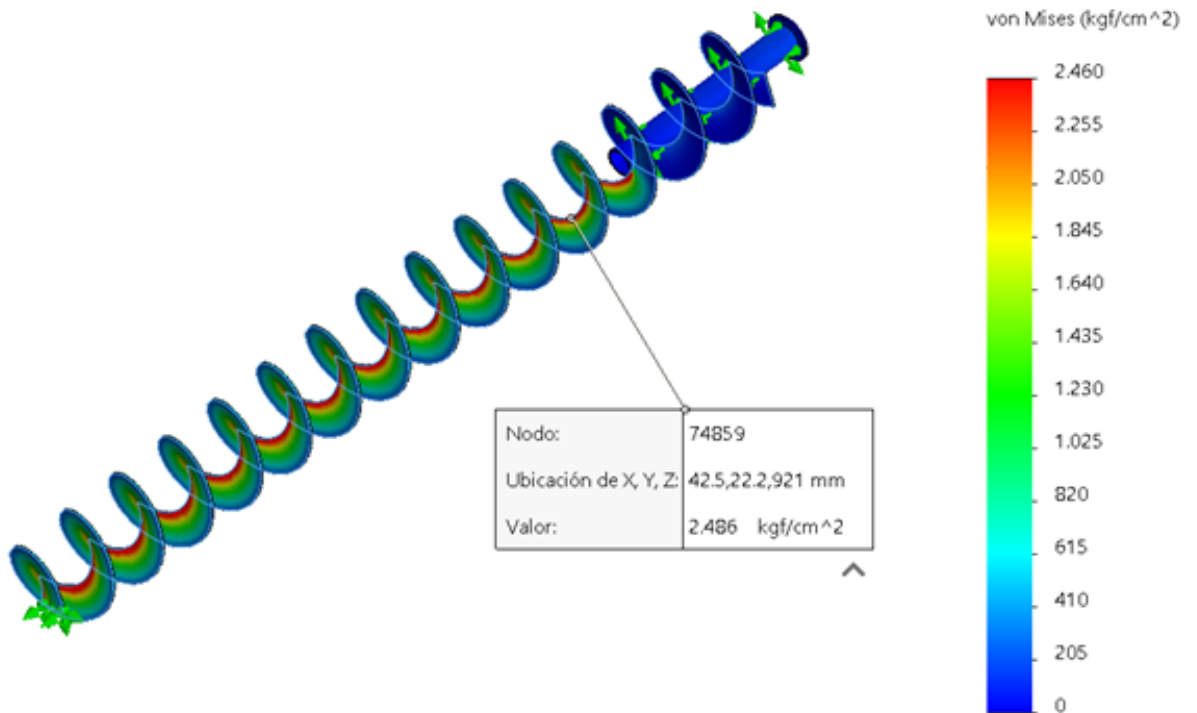


Imagen 21. Gráfico de tensiones (espesor 6[mm]).

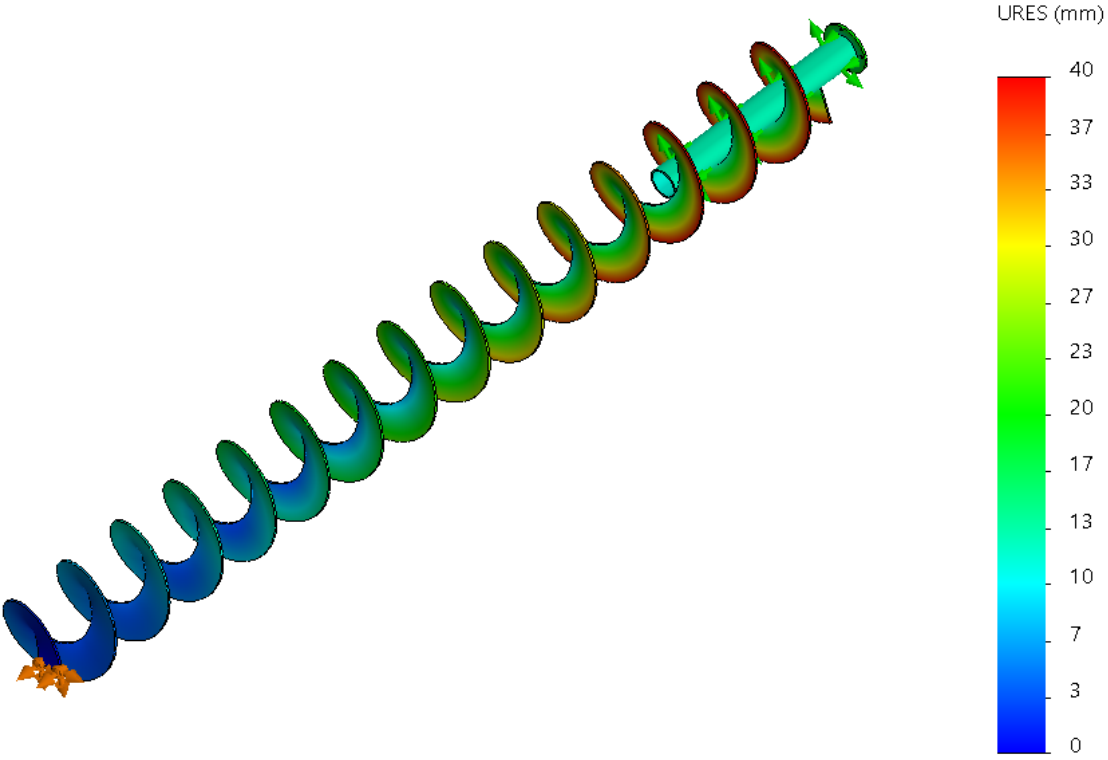


Imagen 22. Gráfico de deformaciones (espesor 6[mm]).

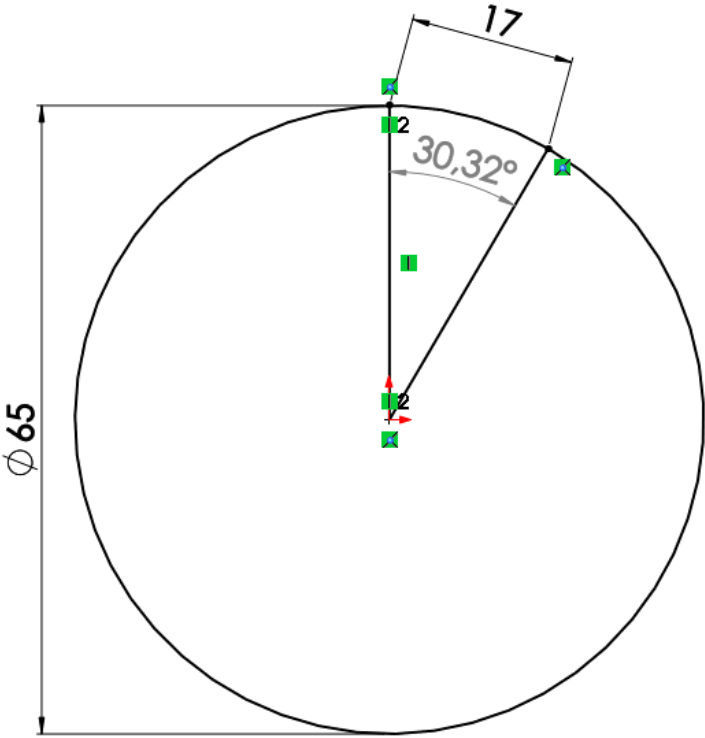


Imagen 23. Ángulo de deformación torsional (espesor 6[mm]).

Analizando las imágenes anteriores podemos concluir que las tensiones superan el límite elástico del material y queda evidenciado también al analizar un punto conocido de la brida donde medimos que se desplaza 17[mm] y calculamos su ángulo que nos indica un valor de 30° aproximadamente, lo cual en 3 [m] de longitud es crítico.

2) Segunda simulación para analizar tensiones y deformaciones con un espesor 12[mm].

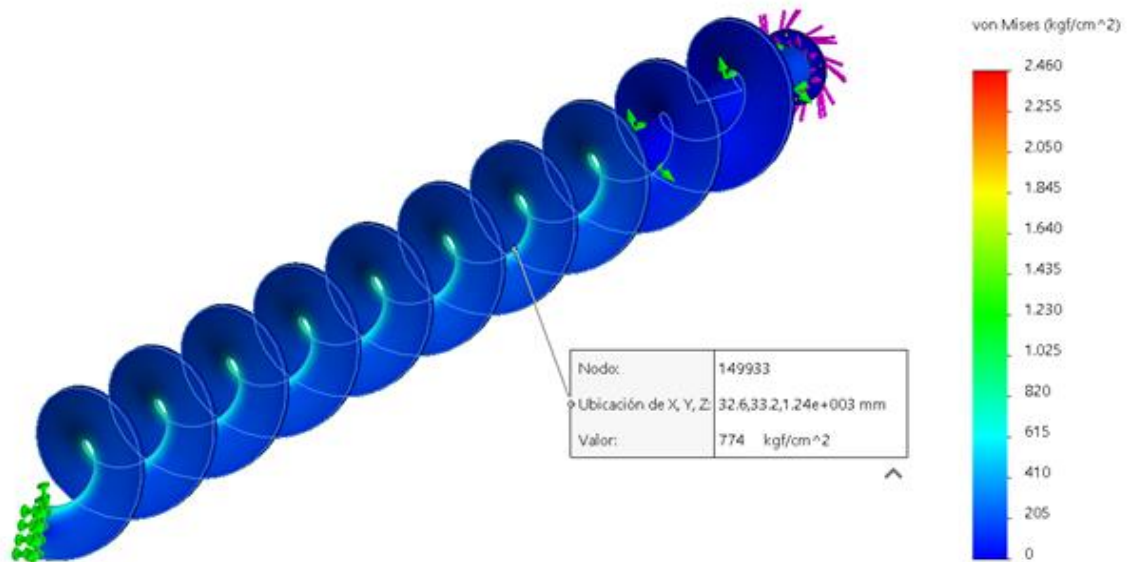


Imagen 24. Gráfico de tensiones (espesor 12[mm]).

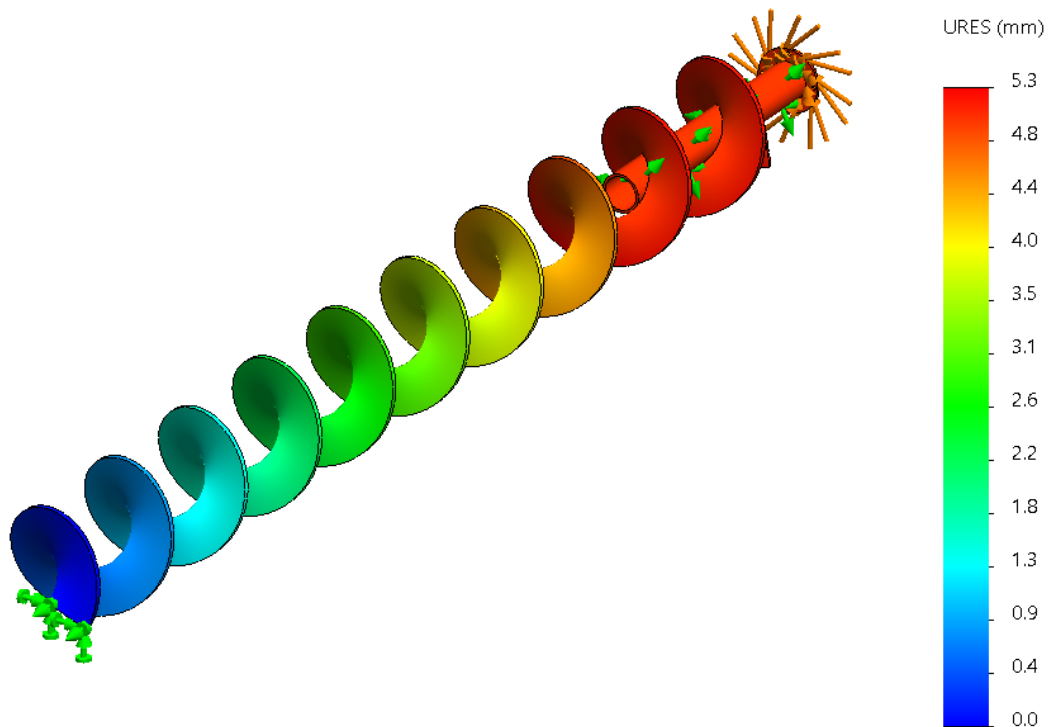


Imagen 25. Gráfico de deformaciones (espesor 12[mm]).

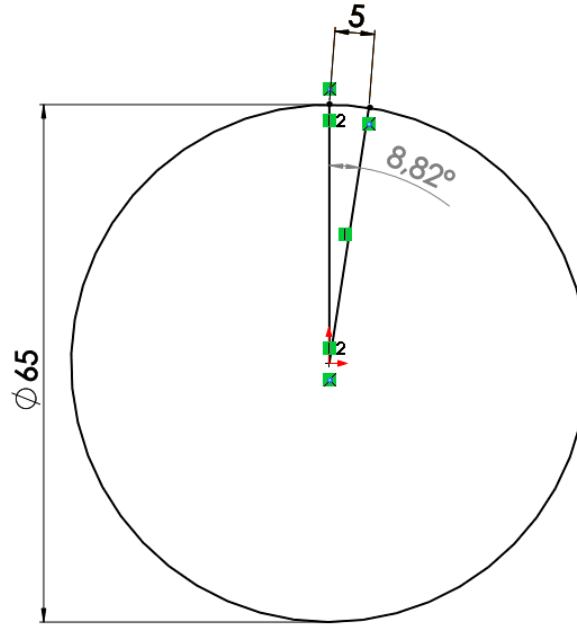


Imagen 26. Ángulo de deformación torsional (espesor 12[mm]).

Considerando el doble de espesor, comparamos las imágenes anteriores y vemos como las tensiones disminuyeron abruptamente teniendo un pico de 744 kg/cm², estando por debajo del límite elástico del material. Nuevamente analizamos el mismo punto en la brida para saber cuánto es su deformación, el cual vemos que se desplaza 5 [mm] y calculamos su ángulo que nos indica un resultado de 8,82°, lo cual en 3 [m] de longitud es un valor perfectamente admisible.

3) Tercera simulación para analizar tensiones y deformaciones con un espesor 10 [mm].

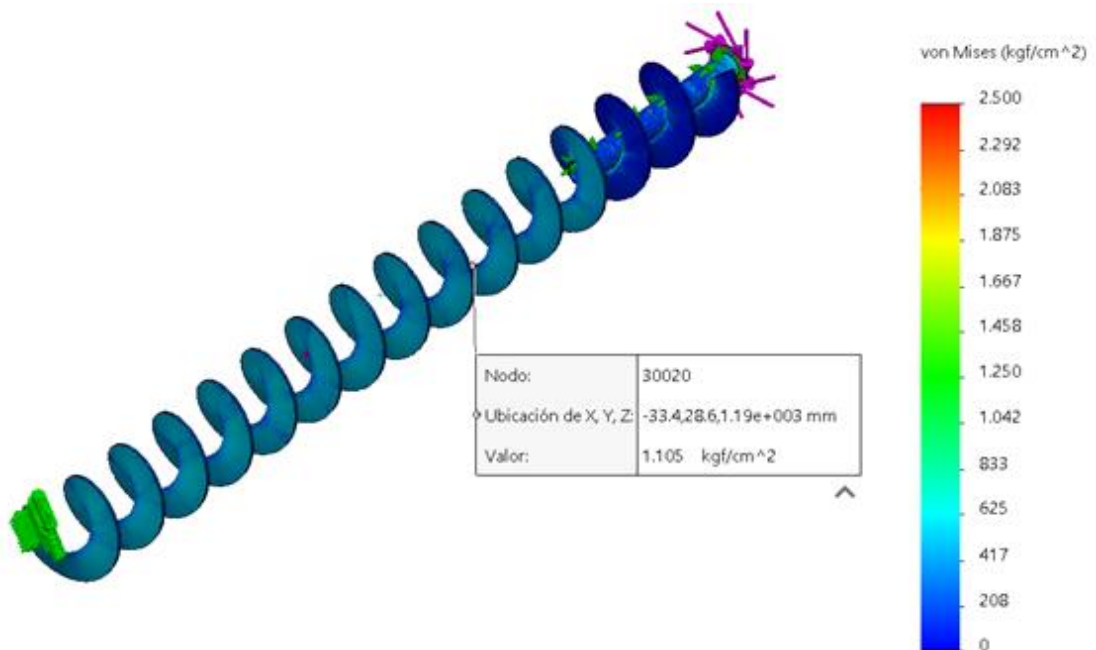


Imagen 27. Gráfico de tensiones (espesor 10[mm]).

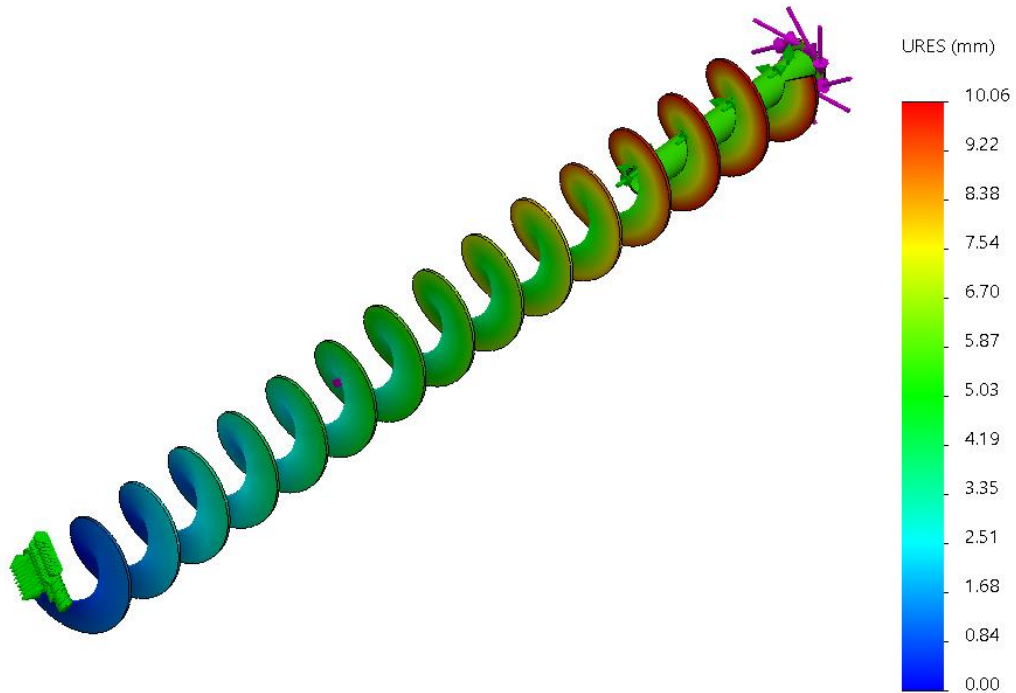


Imagen 28. Gráfico de deformaciones (espesor 10[mm]).

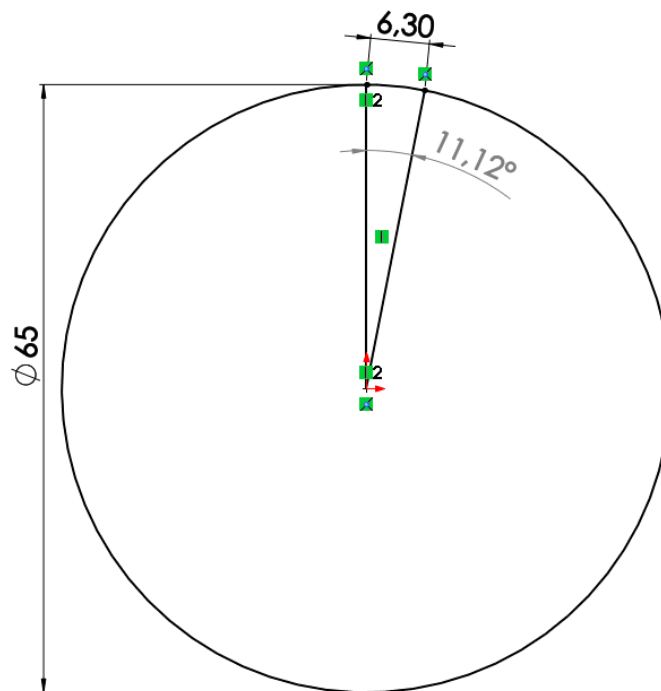


Imagen 29. Ángulo de deformación torsional (espesor 10[mm]).

Por último, se propuso un menor valor de espesor debido a que observamos que teníamos un rango aceptable en cuanto a las tensiones producidas. Por lo tanto, en las imágenes 27, 28 y 29 se analizó que seguimos dentro del periodo elástico del material, por lo que se disminuyó material, lo que trae aparejado menor peso en movimiento y a su vez menor costo. El ángulo calculado sigue siendo aceptable por la longitud de nuestro helicoides. Se concluye utilizar este espesor.

En la imagen 30, se muestran parámetros básicos finales del helicoides, caño central y brida de acople.

Helicoidal	
Características	Dimensiones [mm]
Diámetro exterior	304,8
Diámetro interior	88,9
Paso	203,2
Espesor	10
Longitud	3000
AISI 304	

Árbol central	
Características	Dimensiones [mm]
Diámetro exterior	88,9
Diámetro interior	77,9
Espesor	5,5
Longitud	500
AISI 304	

Brida acople	
Características	Dimensiones [mm]
Diámetro exterior	180
Diámetro interior	88,9
Espesor	10
Diámetro de agujero	10
AISI 304	

Imagen 30. Dimensiones del helicoides, caño central y brida de acople.

4.2.4 Conjunto canal.

Es una lámina rolada en forma de "U" donde se realiza el transporte del material, y dentro de la misma se colocan los componentes internos como son el propio helicoidal y camisa de polietileno de alta densidad. Por ultimo en ambos extremos posee dos bridas soldadas para la sujeción de las tapas que cierran al canal, por un lado, va ir acoplado una válvula de limpieza y por el otro lado el equipo motriz con su respectiva linterna que detallaremos más adelante.

A continuación, en la imagen 20 podemos observar cómo está constituido el conjunto propiamente dicho.

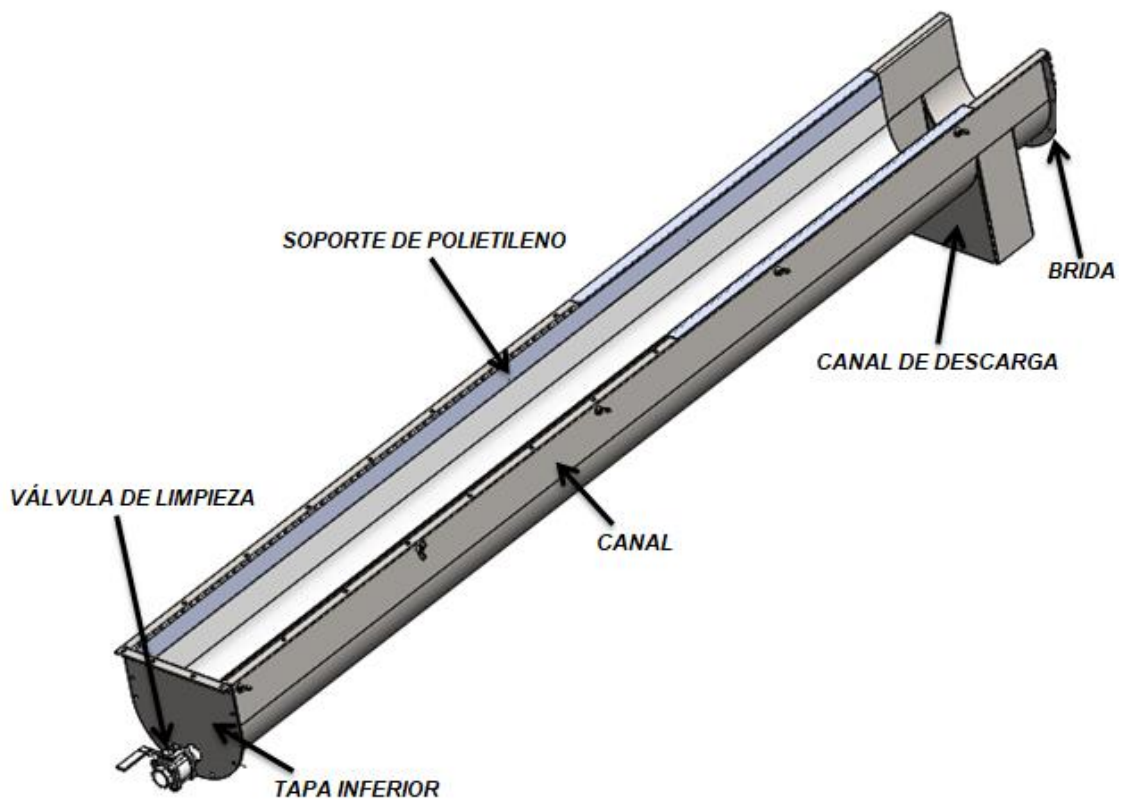


Imagen 31. Conjunto canal.

4.2.4.1 Dimensionamiento del canal.

Para el diseño del canal como se mencionó anteriormente, dado que nuestro helicoide no posee núcleo, en su parte inferior no va a disponer de rodamiento para la sujeción del mismo, debido a esto lo que se propuso es colocar una camisa de polietileno de alta densidad copiando la forma del canal con la finalidad de que el helicoide descansa en su totalidad sobre esta, minimizando las holguras y permitiendo un sistema de transporte optimizado. Dicho material tiene la particularidad de ser altamente resistente al desgaste.

El canal va a ser fabricado con chapa de acero inoxidable AISI 304, con un espesor 4,5 [mm]. Sus bridas para la sujeción de las tapas van a ir soldadas al canal, también de acero inoxidable, en toda su periferia va a poseer 10 agujeros para el atornillado de las tapas.

En la imagen 21 podemos ver cómo quedaría lo antes mencionado.

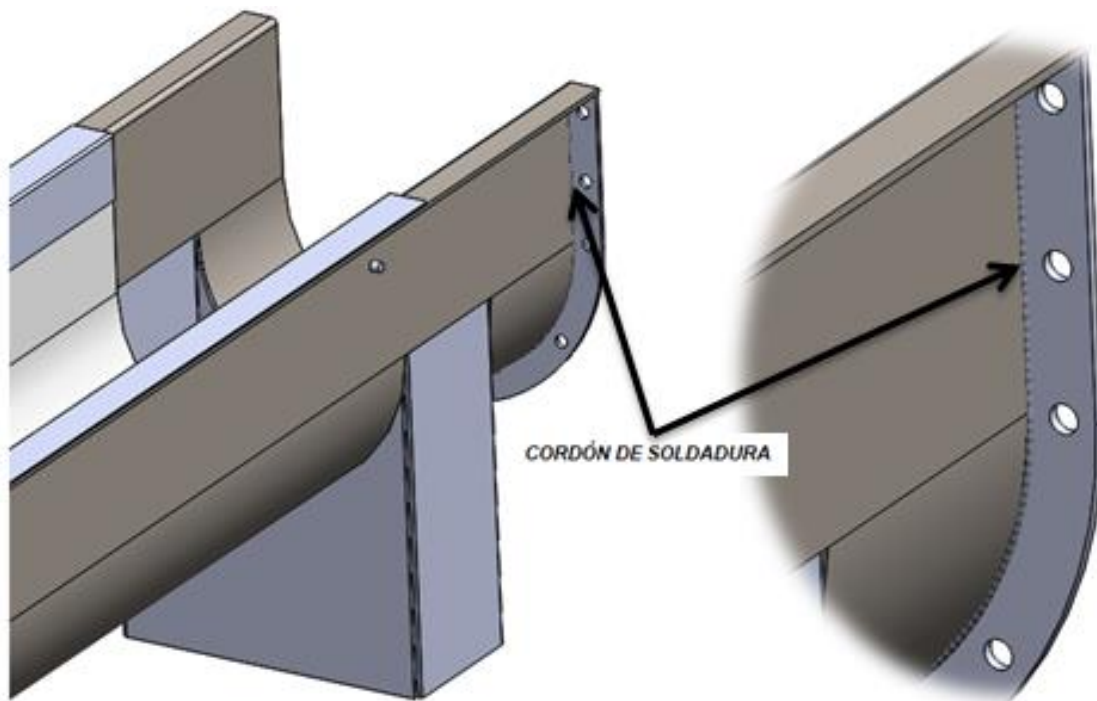
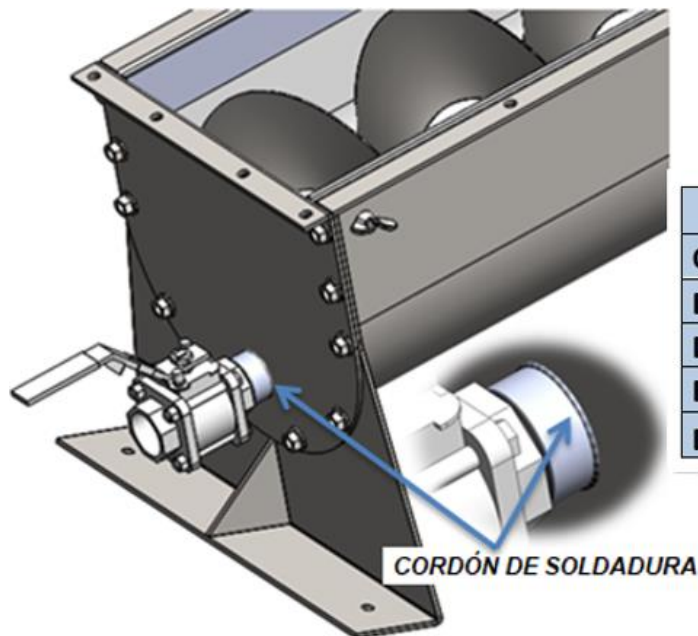


Imagen 32. Detalle del canal y su brida soldada.

Canal		Brida superior	
Características	Dimensiones [mm]	Características	Dimensiones [mm]
Diámetro interior	316,8	Diámetro exterior	389,5
Espesor	3	Diámetro interior	329,5
Longitud	3200	Espesor	3
AISI 304		Ancho	30
		Diámetro de agujero	10
		AISI 304	

Imagen 33. Dimensiones y material del canal y bridas.

Para el diseño de la tapa inferior, se seleccionó un material AISI 304, espesor 4,5 [mm] la cual en la parte baja posee un agujero para acoplar un niple roscado solamente en una de sus puntas. En la parte roscada se coloca una válvula de limpieza o de desagote de 1 ½" y por el otro lado va soldado el niple en toda su periferia a la tapa inferior del canal. Los agujeros de la tapa copian la matriz de los agujeros de las bridas, para ir atornillado con tornillos Allen cabeza cilíndrica de M10 X 1,25.



Tapa inferior	
Características	Dimensiones [mm]
Diámetro exterior	386,3
Diámetro descarga	50,8
Espesor	3
Diámetro de agujero	10

Imagen 34. Vista en detalle de la tapa inferior y sus dimensiones.

Para la sujeción de la camisa de polietileno al canal, se propuso utilizar un soporte en "L" de espesor 2 [mm] con cinco varillas roscadas de 20 [mm] de largo y distribuidas en toda la longitud del soporte con el fin de evitar a la hora del ensamblaje tener demasiadas piezas sueltas y solo serán atornilladas del lado externo con tuercas de mariposa M10 X 1,25 para mayor simpleza. Hay que mencionar que una de las alas del perfil "L" no ocupa todo el largo del canal dado que se deja el espacio para ubicar la tolva que va ir apoyada sobre una junta de goma (mas adelante detallaremos este punto).

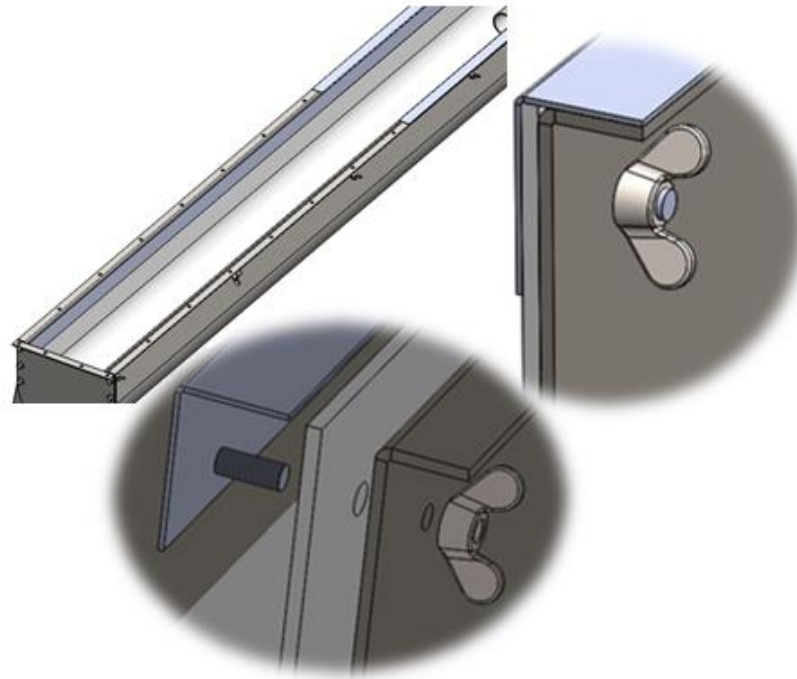


Imagen 35. Sujeción del polietileno y vista explosionada del armado.

Para el canal de descarga se realiza en chapa de 3 [mm] de espesor y soldada en una de sus aristas para el conformado. A continuación, mostramos el dibujo de la chapa desplegada y luego su doblado para obtener la forma final deseada. Su forma parte de un rectángulo debido a su sencillez para el corte y armado del mismo.

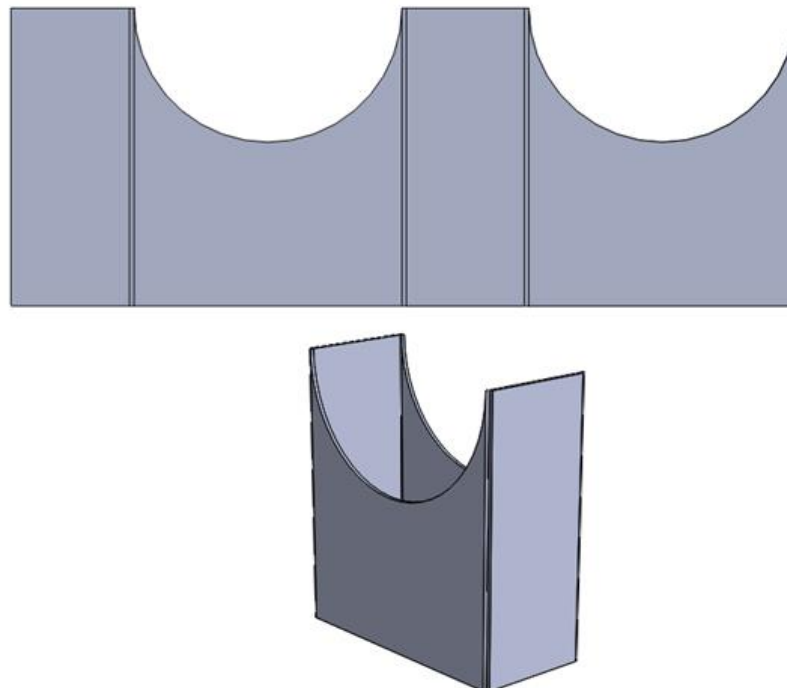


Imagen 36. Desplegado y plegado del canal de descarga.

Como se observa en la imagen 20, va ir soldado al canal al final del polietileno. Dejando una distancia adecuada con la tapa superior del canal para evitar que a la hora de la descarga de arena no se produzcan posibles salpicaduras a la parte motriz y así alargar la vida útil de los componentes mecánicos como también favorecer su mantenimiento en condiciones más limpias que lo actual.

4.2.5 Conjunto motriz.

El grupo motriz que se ve en la imagen 26, está compuesto por un reductor del tipo ejes paralelo de transmisión a engranajes, situado en la parte superior del equipo, que ataca directamente al eje del helicoidal. Con este tipo de reducción garantizamos las revoluciones a las que debe girar, para que trabaje de forma eficiente evitando la turbulencia.

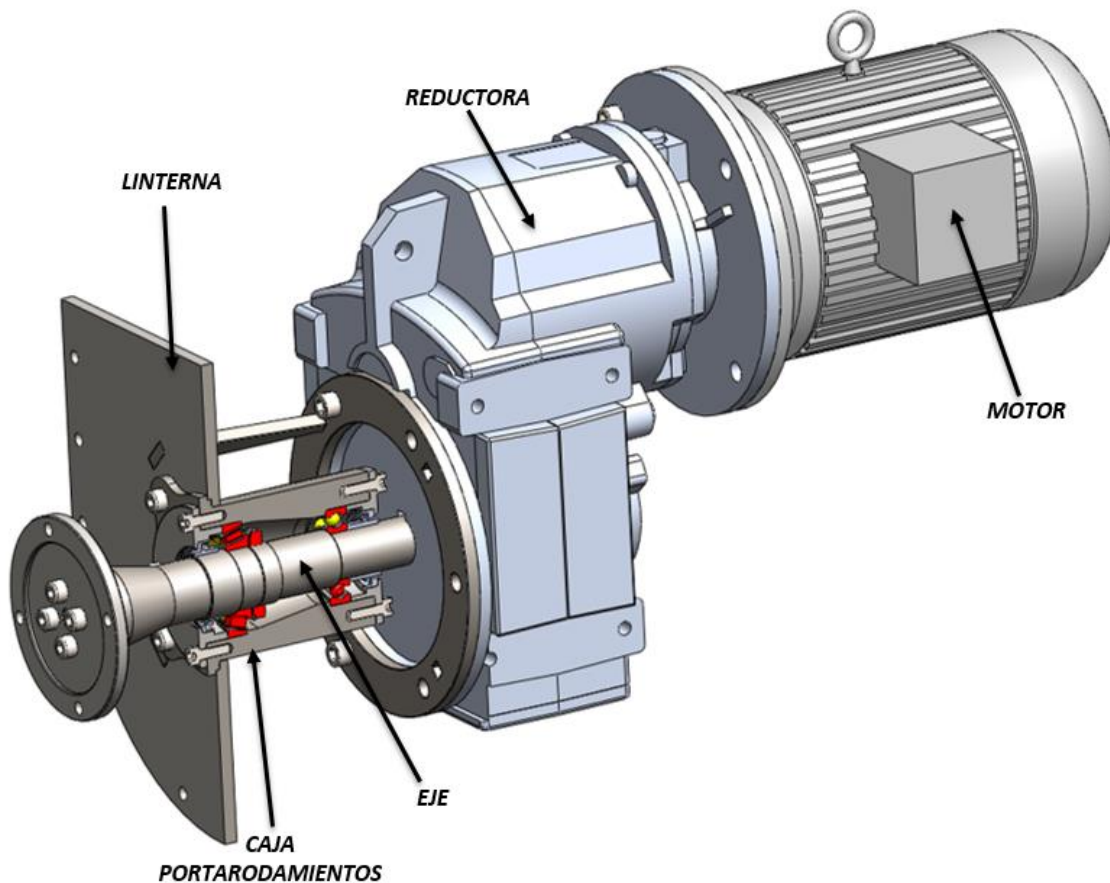


Imagen 37. Conjunto motriz.

4.2.5.1 Dimensionamiento del motoreductor.

Datos principales para determinar las características del conjunto motoreductor.

- Longitud del transportador (L): 9,84[pie] = 3 [m]
 - Velocidad de operación del transportador (N): 15[rpm]
 - Factor del diámetro del transportador (F_d): 55
 - Factor del soporte intermedio (F_b):1
 - Capacidad de transporte (C_{equiv}): 97,94 [pie³/h]
 - Densidad del material (W): 130 [lb/pie³]
 - Factor % de carga del transportador (F_i): 1
 - Factor del material (F_m): 2,8
 - Factor de paleta mezcladoras (F_p): 1
 - Factor de sobrecarga (F_o): 2,67
 - Eficiencia de la transmisión (e): 0,95
-
- Factor del diámetro del transportador.

Factor del Diámetro del Transportador, F _d	
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F _d
4	12
6	18
9	31
10	37
12	55
14	78
16	106
18	135
20	165
24	235
30	360
36	512
42	720
48	940
54	1200
60	1500

Imagen 38. Factor del diámetro.

- Factor del soporte intermedio.

Como mencionamos anteriormente debido a que no supera los 3 [m] de longitud evitamos este soporte intermedio, por lo tanto, para nuestro caso lo tomamos como uno. De todas maneras, se puede observar como varía el factor dependiendo el tipo de buje que se utilice.

Factor del Buje para Colgante		
Tipo de Buje		Factor del Buje para Colgante Fb
	Ninguno	1
B	Rodamiento de Bolas	1,5
L	Bronce	2
S	Bronce Grafitado	2
	Bronce, Impregnado en Aceite	2
	Madera, Impregnado en Aceite	2
	Nylatron	2
	Nylon	2
	Teflón	2
	UHMH	2
	Uretano	2
H	Hierro Endurecido	3,4
	Superficie Endurecida	4,4
	Stellite	4,4
	Cerámica	4,4

Imagen 39. Factor del soporte intermedio.

- Factor % de carga del transportador

Tipo de Helicoidal	Ff Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Helicoidal Estándar	1	1	1	1
Helicoidal con Corte	1,1	1,15	1,2	1,3
Helicoidal con Corte y Doblez	N.R.*	1,5	1,7	2,2
Helicoidal de Listón	1,05	1,14	1,2	—
*No recomendada				

Imagen 40. Factor % de carga.

- Factor de paleta mezcladoras.

Factor de Paleta, Fp		
Paletas Estándar por Paso. Paletas Ajustadas a 45° Paso Invertido		
Número de Paletas por Paso	Ninguna paleta	1,00
	Una paleta	1,29
Factor de Paleta — Fp	Dos Paletas	1,58
	Tres paletas	1,87
	Cuatro paletas	2,16

Imagen 41. Factor de paleta.

- Potencia para mover el transportador en vacío.

$$HP_f = \frac{L * N * F_d * F_b}{1000000} = \frac{9,84[pie] * 15[rpm] * 55 * 1}{1000000} = 0,008 [HP]$$

$$HP_f = 0,008 [HP]$$

- Potencia para mover el material.

$$HP_m = \frac{C_{equiv} * L * W * F_f * F_m * F_p}{1000000} = \frac{97,94 \left[\frac{pie^3}{h} \right] * 9,84[pie] * 130 \left[\frac{lb}{pie^3} \right] * 1 * 2,8 * 1}{1000000} = 0,350 [HP]$$

$$HP_m = 0,350 [HP]$$

- Potencia total.

Ante de calcular la potencia total necesitamos conocer el factor de sobrecarga y para eso lo que se debe realizar es la suma de las dos potencias anteriores ($HP_f + HP_m$) y mediante el grafico de la imagen 31 que se muestra a continuación obtenemos dicho valor.

$$(HP_f + HP_m) = 0,008 [HP] + 0,350[HP] = 0,36[HP]$$

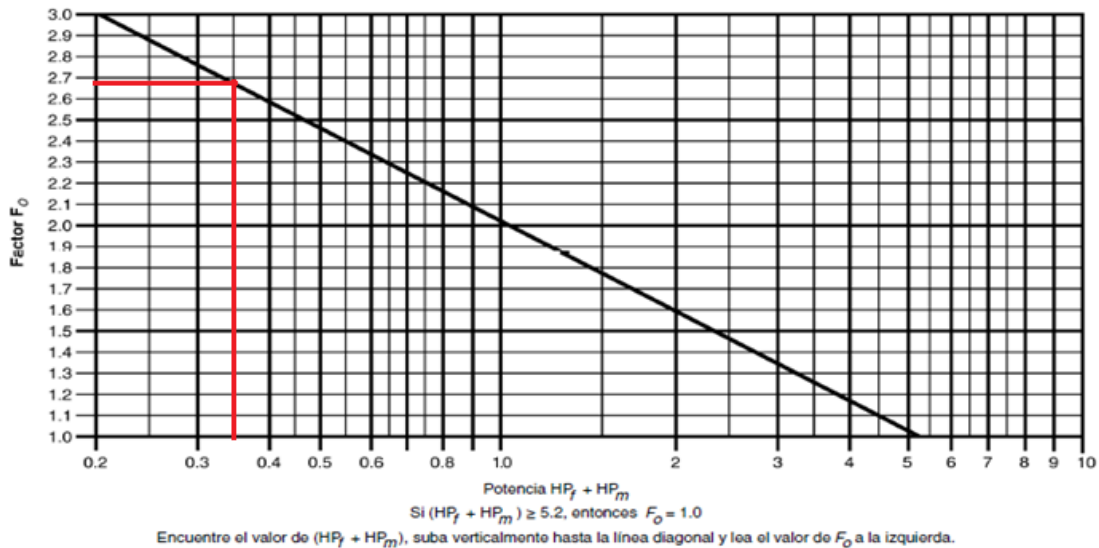


Imagen 42. Factor F_0 .

El valor obtenido de F_0 es 2,67.

$$HP_{total} = \frac{(HP_f + HP_m) * F_0}{e} = \frac{(0,008 + 0,358) * 2,67}{0,95} = 1,03[HP] \cong 1[HP]$$

$$HP_{total} = 1 [HP]$$

Se requieren 1 [HP] para manejar 1,89 [l/s] de arena húmeda en un transportador helicoidal de 12" y 3 [m] de longitud con una inclinación de 20°.

4.2.5.2 Selección del moto reductor.

Nuestro objetivo es seleccionarlo de acuerdo a la potencia mínima necesaria que demandará nuestro equipo. De acuerdo a los cálculos realizados en el punto 4.2.5.1 la potencia mínima deberá ser de aproximadamente 1 [hp]. Afectando la potencia requerida por el factor de servicio recomendado por la marca Lentax, obtenemos una potencia que ronda los 1,5 [hp].

En base a lo antes mencionado seleccionamos un motor reductor con las siguientes características:

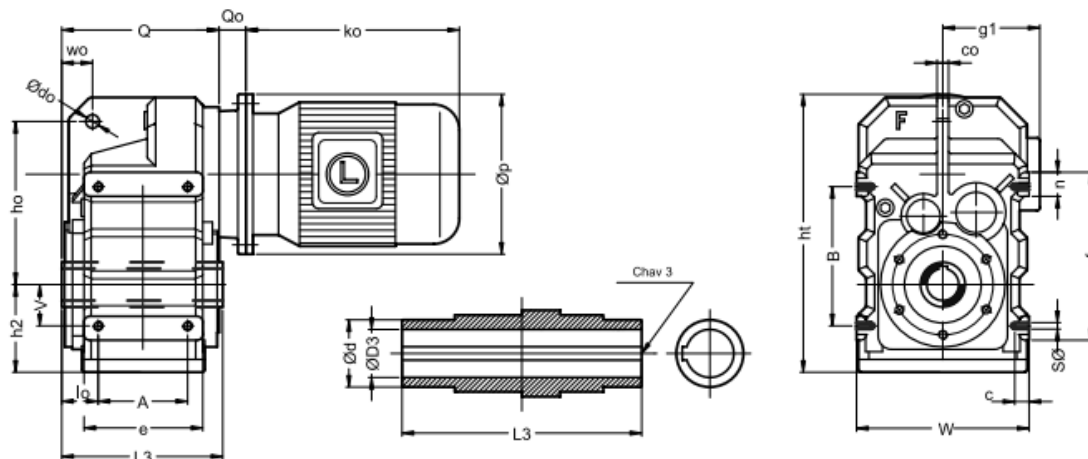
- Potencia: 1,5 [hp]
- Velocidad del motor: 1480 [rpm]
- Velocidad del eje de salida: 14,4 [rpm]

Potencia Entrada		Velocidad Salida aprox.	Relación	MODELO	Factor de Seguridad	Momento Util	Velocidad Entrada aprox.	Carga Radial adm.	Carga Axial adm.	Peso aprox.	Medidas	Repuestos
kW	HP	(RPM)	(i)		(fz)	(Nm)	(RPM)	(kg)	(kg)	(kg)	Página	Página
		11,3	81,42	F2T3 1,50 /6	1,85	908	920	1950	975	77	pag 48-49	pag 66
		12,9	71,36	F2T3 1,50 /6	2,10	796	920	1950	975	77	pag 48-49	pag 66
		9,0	149,26	F2T3 1,50	1,50	1106	1385	1950	975	70	pag 48-49	pag 66
		10,0	136,08	F2T3 1,50	1,65	1008	1385	1950	975	70	pag 48-49	pag 66
		13,0	106,42	F2T3 1,50	2,10	788	1385	1950	975	70	pag 48-49	pag 66
		16,0	89,30	F2T3 1,50	2,55	662	1385	1950	975	70	pag 48-49	pag 66
		17,0	81,42	F2T3 1,50	2,75	603	1385	1950	975	70	pag 48-49	pag 66
		19,0	71,36	F2T3 1,50	3,15	529	1385	1950	975	70	pag 48-49	pag 66
		22,0	63,67	F2T3 1,50	3,55	472	1385	1580	790	70	pag 48-49	pag 66
		23,0	60,15	F2T3 1,50	3,75	446	1385	1580	790	70	pag 48-49	pag 66
1,10 kW	1,50 HP	11,1	125,18	F1FR 1,50	0,95	913	1385	1250	625	58	pag 50-51	pag 66
		10,4	132,79	F1T3 1,50	1,00	984	1385	1250	625	51	pag 48-49	pag 66
		12,8	108,22	F1T3 1,50	1,25	802	1385	1250	625	51	pag 48-49	pag 66
		13,4	103,69	F1T3 1,50	1,25	768	1385	1250	625	51	pag 48-49	pag 66
		16,5	83,78	F1T3 1,50	1,55	621	1385	1250	625	51	pag 48-49	pag 66
		20,0	69,30	F1T3 1,50	1,85	513	1385	1250	625	51	pag 48-49	pag 66
		23,8	58,29	F1T3 1,50	2,25	432	1385	1120	560	51	pag 48-49	pag 66
		24,5	56,47	F1T3 1,50	2,40	418	1385	1120	560	51	pag 48-49	pag 66
		27,9	49,64	F1T3 1,50	2,60	368	1385	1120	560	51	pag 48-49	pag 66
		29,2	47,50	F1T3 1,50	2,85	352	1385	1120	560	51	pag 48-49	pag 66
		32,5	42,67	F1T3 1,50	3,05	316	1385	1120	560	51	pag 48-49	pag 66
		38,0	36,93	F1T3 1,50	3,50	274	1385	1120	560	51	pag 48-49	pag 66
		40,0	34,77	F1T3 1,50	3,85	258	1385	910	455	51	pag 48-49	pag 66
		15,5	89,20	F0T3 1,50	1,00	661	1385	910	455	40	pag 48-49	pag 66
		16,8	82,20	F0T3 1,50	1,05	609	1385	910	455	40	pag 48-49	pag 66
		18,7	73,92	F0T3 1,50	1,20	548	1385	910	455	40	pag 48-49	pag 66

Imagen 43. Tabla para selección de reductor.

Modelo	Potencia KW	HP	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (r.p.m.)	EFI (%)	Factor de Potencia	T. Arr/ T. Nom.	T. Max/ T. Nom.	I. Max/ I. Nom.	Peso Neto (kg)
MS561-2	0,09	0,12	220/380	0,57/0,33	2800	62,00	0,68	2,30	2,40	6,00	4,60
MS562-2	0,12	0,18	220/380	0,67/0,38	2800	67,00	0,71	2,30	2,40	6,00	4,80
MS631-2	0,18	0,25	220/380	0,91/0,53	2800	69,00	0,75	2,20	2,40	6,00	5,00
MS632-2	0,25	0,33	220/380	1,17/0,68	2800	72,00	0,78	2,20	2,40	6,00	5,30
MS711-2	0,37	0,5	220/380	1,65/0,95	2800	73,50	0,80	2,20	2,40	6,00	6,50
MS712-2	0,55	0,75	220/380	2,33/1,35	2800	75,50	0,82	2,20	2,40	6,00	7,00
MS801-2	0,75	1	220/380	3,03/1,75	2800	76,50	0,85	2,20	2,40	6,00	9,00
MS802-2	1,1	1,5	220/380	4,42/2,55	2800	77,00	0,85	2,20	2,40	6,00	10,50
MS90S-2	1,5	2	220/380	6,01/3,84	2800	77,00	0,85	2,20	2,40	6,00	14,00
MS90L-2	2,2	3	220/380	8,61/4,98	2800	78,00	0,86	2,20	2,40	6,00	16,50
MS100L-2	3	4	220/380	11,1/6,4	2870	82,00	0,87	2,20	2,30	7,00	24,50
MS112M-2	4	5,5	380/660	8,2/4,7	2890	85,50	0,87	2,20	2,30	7,00	30,00
MS132S1-2	5,5	7,5	380/660	11/6,3	2900	85,50	0,88	2,00	2,20	7,00	42,00
MS132S2-2	7,5	10	380/660	15/8,6	2900	86,20	0,88	2,00	2,20	7,00	50,00
MS160M1-2	11	15	380/660	21,3/12,2	2930	88,00	0,88	2,00	2,20	7,00	-
MS160M2-2	15	20	380/660	28,7/16,4	2930	89,00	0,89	2,00	2,20	7,00	-
MS160L-2	18,5	25	380/660	34,6/19,8	2930	90,00	0,90	2,00	2,20	7,00	-
MS180M-2	22	30	380/660	40,9/23,4	2930	90,50	0,90	2,00	2,20	7,00	-
MS562-4	0,09	0,12	220/380	0,49/0,28	1400	56,00	0,58	2,30	2,40	6,00	4,60
MS631-4	0,12	0,18	220/380	0,67/0,39	1400	58,00	0,61	2,30	2,40	6,00	4,80
MS632-4	0,18	0,25	220/380	0,84/0,48	1400	60,00	0,63	2,20	2,40	6,00	4,80
MS711-4	0,25	0,33	220/380	1,12/0,65	1400	64,00	0,66	2,20	2,40	6,00	5,00
MS712-4	0,37	0,5	220/380	1,44/0,83	1400	67,00	0,68	2,20	2,40	6,00	6,30
MS801-4	0,55	0,75	220/380	1,94/1,12	1400	69,50	0,72	2,20	2,40	6,00	7,00
MS802-4	0,75	1	220/380	2,69/1,56	1400	73,50	0,73	2,20	2,40	6,00	9,00
MS90S-4	1,1	1,5	220/380	3,48/2,01	1400	75,50	0,75	2,20	2,40	6,00	10,50
MS90L-4	1,5	2	220/380	4,74/2,75	1400	78,00	0,78	2,20	2,40	6,00	14,00
MS100L1-4	2,2	3	220/380	6,31/3,65	1400	79,00	0,79	2,20	2,40	6,00	15,50
MS100L2-4	3	4	220/380	8,6/5,0	1430	81,00	0,82	2,20	2,30	7,00	23,00
MS112M-4	4	5,5	220/380	11,7/6,8	1430	82,50	0,81	2,20	2,30	7,00	27,00

Imagen 44. Tabla para selección de motores.



Modelo Model	D3#	L3	chav 3 keyway 3	A	B	S#	V	lo	Q	Q0				Q2	W	B1#	R1#		
										EC71	EC80/90	EC100/112	EC132					EC160/180	
F00T	mm	30	135	8x7	77	115	M8	31	25.5	134	20	35	42	—	—	148	165	130	165
	inch	1.188	5.316	10x1/8	3.116	4.127	UNC 5/16"	1.14	1	5.144	25/32	1.38	1.21/32	—	—	5.13/16	6.496	5.118	6.127
F0T	mm	35	175	10x8	93	145	M10	43	43	169	20	35	42	—	—	176	180	180	215
	inch	1.375	6.78	5/16 x 5/32	3.11/16	5.11/16	UNC 3/8"	1.11/16	1.11/16	6.58	25/32	1.38	1.21/32	—	—	6.15/16	7.087	7.087	8.15/32
FIT	mm	40	200	12x8	112	190	M12	60	41.5	194	20	35	42	64	—	206	212	230	265
	inch	1.625	7.78	3/8 x 3/16	4.7/16	7.1/2	UNC 1/2"	2.3/8	1.58	7.58	25/32	1.38	1.21/32	2.17/32	—	8.1/8	8.346	9.055	10.7/16
F2T	mm	50	225	14x9	140	240	M16	70	40.5	220	20	35	42	64	—	236	270	250	300
	inch	2.000	8.78	1/2 x 1/4	5.1/2	9.7/16	UNC 5/8"	2.3/4	1.58	8.11/16	25/32	1.38	1.21/32	2.17/32	—	9.5/16	10.630	9.843	11.13/16
F3T	mm	60	265	18x11	165	310	M16	100	50.5	253	—	32	32	52	82	264	330	350	400
	inch	2.375	10.7/16	5/8 x 5/16	6.1/2	12.3/16	UNC 5/8"	3.15/16	2	9.15/16	—	1.1/4	1.1/4	2.1/16	3.7/32	10.3/8	12.992	13.780	15.3/4
F4T	mm	70	330	20x12	205	350	M20	120	59.5	312	—	32	32	52	82	330	400	350	400
	inch	2.750	13	5/8 x 5/16	8.1/16	13.13/16	UNC 3/4"	4.3/4	2.5/16	12.5/16	—	1.1/4	1.1/4	2.1/16	3.7/32	13	15.748	13.780	15.3/4
F4ST	mm	90	390	25 x 14	220	400	M24	125	85	372	—	—	45	45	75	398	450	350	400
	inch	3.625	15.3/8	7/8 x 7/16	8.21/32	15.3/4	UNC 1"	4.15/16	3.3/8	14.5/8	—	—	1.3/4	1.3/4	2.31/32	15.11/16	17.217	13.780	15.3/4

Modelo Model	a1#	S1#	c1	Y	c	co	dos	ds	e	f	ho	h2	ht	ht1	n	wo	Peso	aceite	
																	kg	its	
																		Weight	Oil
																		lb	fl.oz
F00T	mm	200	11	12	14	11	12	14	45	95	135	158	73	257	285	20	35.5	17	1.25
	inch	7.7/8	7/16	1/2	9/16	7/16	1/2	9/16	1.3/4	3.3/4	5.5/16	6.1/4	2.7/8	10.1/8	11.1/4	13/16	1.3/8	3/4	4.3
F0T	mm	250	14	14	14	14	12	14	50	124	175	170	96	291	320	25	32	25	1.8
	inch	9.7/8	9/16	9/16	5/16	9/16	1/2	9/16	2	4.7/8	6.7/8	6.11/16	3.3/4	11.7/16	12.5/8	1	1.1/4	55	62
FIT	mm	300	14	16	12	17	16	14	60	138	215	218	102	343	391	25	44	36	2.5
	inch	11.7/8	9/16	5/8	1/2	11/16	5/8	9/16	2.3/8	5.7/16	8.7/16	8.9/16	4	13.1/2	15.3/8	1	1.3/4	79	86
F2T	mm	350	18	16	16	26	20	22	70	172	278	278	131	430	474	38	53	55	6
	inch	13.13/16	11/16	5/8	5/8	1	3/4	7/8	2.3/4	6.3/4	10.15/16	10.15/16	5.3/16	16.15/16	18.11/16	1.1/2	2.1/16	121	207
F3T	mm	450	18	18	11	26	26	22	85	195	350	346	163	535	597	50	70	95	9
	inch	17.3/4	11/16	11/16	7/16	1	1	7/8	3.3/8	7.11/16	13.3/4	13.5/8	6.7/16	21.1/16	23.1/2	1.15/16	2.3/4	209	310
F4T	mm	450	18	18	18	28	30	26	95	245	400	395	198	630	657	50	79	155	15.0
	inch	17.3/4	11/16	11/16	11/16	1.1/8	1.1/4	1	3.3/4	9.5/8	15.3/4	15.9/16	7.13/16	24.13/16	25.7/8	1.15/16	3.1/8	342	517
F4ST	mm	450	18	22	26	36	36	26	140	270	460	485	213	730	742	60	103.5	225	22.0
	inch	17.3/4	11/16	7/8	1	1.7/16	1.7/16	1	5.1/2	10.5/8	18.1/8	19.1/8	8.3/8	28.3/4	29.1/4	2.3/8	4.1/16	496	759

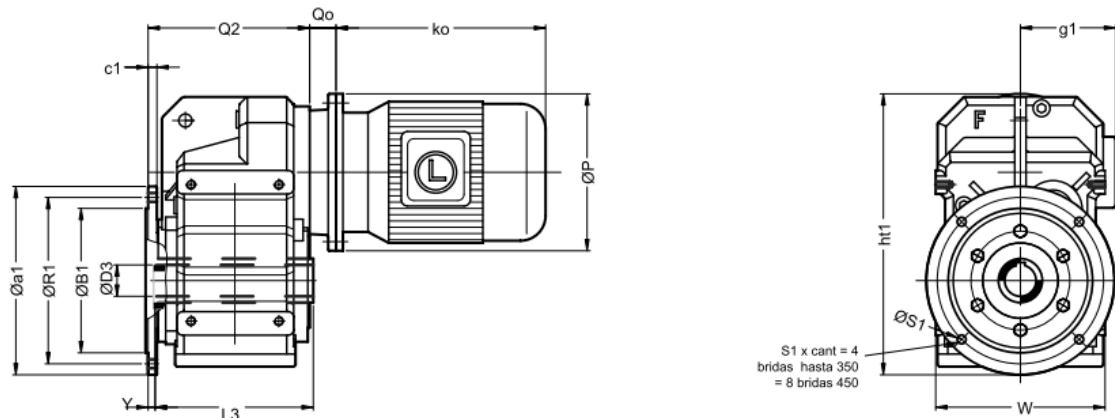


Imagen 45. Tabla dimensiones del reductor.

4.2.5.3 Cálculo del eje.

En este punto llevaremos a cabo los cálculos para estimar las dimensiones del eje. Se utilizará una barra circular maciza de acero al carbono SAE 1045, este material fue seleccionado por que cumple con las exigencias mecánicas y con las condiciones de trabajo. El cálculo viene dado por la siguiente ecuación, de la cual despejamos el diámetro y procedemos a calcularlo:

$$\tau_{adm} = \frac{16 * Mt}{\pi * d^3} = \frac{\tau_{fl}}{N}$$

$$Mt = 71620 * \frac{Pot}{n}$$

Siendo:

- Mt : Momento torsor.
- d : diámetro del eje
- N : coeficiente de seguridad.
- τ_{fl} : tensión de fluencia.
- n : revoluciones del árbol.

$$Mt = 71620 * \frac{1,5 [HP]}{15 [rpm]} = 7673,57 [kgcm]$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 * 7673,57 [kgcm]}{\pi * \frac{4148 [kg/cm^2]}{1,5}}} = 2,42 [cm]$$

En base a lo calculado, se observa que el diámetro mínimo requerido para nuestro eje es de 24,2 [mm], pero teniendo en cuenta la selección de nuestro equipo motriz comercialmente con sus parámetros de potencia y revoluciones de salida que son primordiales, nos tenemos que ajustar a sus dimensiones, lo cual nos da un diámetro de 35[mm] situándonos aún más del lado de la seguridad.

4.2.5.4 Dimensionamiento de chaveta.

Para la transmisión de potencia desde el motor reductor al helicoide se utilizará un acoplamiento de chaveta, de las cuales existen diferentes tipos, el adoptado para este caso será una plana.

Las chavetas planas son cuerpos macizos de acero, utilizadas para fijar en un eje engranajes, poleas, piñones, levas, etc. Son empleadas en la fabricación de máquinas agrícolas, viales, y en las industrias en los distintos sistemas mecánicos. Además de ser un elemento de fijación debe actuar como fusible, protegiendo de esta forma al eje y a la rueda por igual. Es por eso por lo que las chavetas planas deben ser más blandas que los elementos a los que fija. Las más comunes pueden ser tipo A (ambas puntas redondeadas).

Debido a la condición de que la chaveta funciona como fusible adoptamos un material más débil que las partes a unir, siendo este un SAE 1020 laminado simple y calculamos la longitud mínima necesaria.

- Chaveta:
- SAE 1020 laminado simple
- σ_r : tensión de rotura: 4569 [kg/cm²]
- σ_{fl} : tensión de fluencia: 3373 [kg/cm²]

Tensiones admisibles:

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_{fl}}{\gamma} = \frac{0,6 * \sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{0,6 * 3374 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]}{1,5} = 1349,6 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{3374 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]}{1,5} = 2249 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

- Chavetero del árbol:
- SAE 1045 laminado simple
- σ_r : tensión de rotura: 6749 [kg/cm²]
- σ_{fl} : tensión de fluencia: 4148 [kg/cm²]
- F_t : fuerza de trabajo.
- d : diámetro del árbol: 35 [mm]
- γ : coeficiente de seguridad para cargas uniformes (Faires pág. 367): 1,5

Dado que el reductor elegido posee un chavetero con dimensiones ya definidas (ancho y alto) se calcula la longitud de la chaveta.

$$F_t = \frac{2 * M_t}{d} = \frac{2 * 7673,57 [kgcm]}{3,5 [cm]} = 4384,90 [kg]$$

Longitud de trabajo por corte:

$$l = \frac{F_t}{b * \tau_{adm}} = \frac{4384,90 [kg]}{1 [cm] * 1349,6 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} = 3,25 [cm]$$

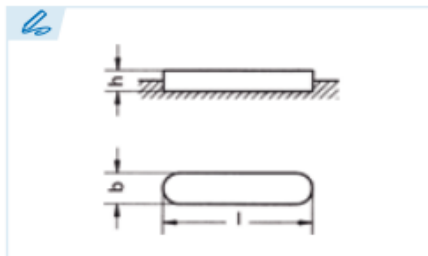
Longitud de trabajo por aplastamiento:

$$l = \frac{F_t}{\frac{t}{2} * \sigma_{adm}} = \frac{4384,90 [kg]}{\frac{0,8 [cm]}{2} * 2249 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]} = 4,61 [cm]$$

Se selecciona la longitud determinada por aplastamiento dado que es la mayor y nos garantiza que va a verificar en ambas solicitaciones.

Según el catalogo DIN 6885:

DIN 6885 / DIN 6886



DIN 6885 A
Chaveta paralela - Forma A
 Parallel Key - Form A
 Clavette parallèle - Forme A
 Chaveta paralela - Forma A
Extremos redondeados (2)
 Round Ends (2)
 Bouts ronds (2)
 Extremidades arredondadas (2)

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22									
h	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22									
06	06	08	12	10	14	10	18	12	22	14	28	20	36	25	45	30	50	45	56	55	63	60
08	08	10	14	12	16	12	20	14	25	15	32	22	40	28	50	32	56	50	63	56	70	63
10	10	12	16	14	18	14	22	15	28	16	36	25	45	30	56	35	63	55	70	60	80	65
12	12	14	18	15	20	15	25	16	32	18	40	28	50	32	63	36	70	56	80	63	90	70
14	14	15	20	16	22	16	28	18	36	20	45	30	56	35	70	40	80	60	90	65	100	75
15	15	16	22	18	25	18	32	20	40	22	50	32	63	36	80	45	90	63	100	70	110	80
16	16	18	25	20	28	20	36	22	45	25	56	35	70	40	90	50	100	65	110	75	125	85
18	18	20	28	22	32	22	40	25	50	28	63	36	80	45	100	55	110	70	125	80	140	90
20	20	22	32	25	36	25	45	28	56	30	70	40	90	50	110	56	125	75	140	85	160	95
22	22	25	36	28	40	28	50	30	63	32	80	45	100	55	125	60	140	80	160	90	180	100
25	25	28	40	30	45	30	56	32	70	35	90	50	110	56	140	63	160	85	180	95	200	110
28	28	30	45	32	50	32	63	35	80	36	100	55	125	60	160	65	180	90	200	100	220	120
30	30	32	50	35	56	35	70	36	90	40	110	56	140	63	180	70	200	95	220	110	250	125
32	32	35	56	36	63	36	80	40	100	45	125	60	160	65	180	75	200	100	220	110	250	130
35	35	36	40	70	40	90	45	110	50	50	140	63	70	80	80	110	110	125	140	140	140	140
36	36	40	45	45	45	50	55	65	75	85	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		45	50	50	55	56	60	63	65	70	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
			50	55	55	56	60	63	65	70	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
				56	56	60	63	65	70	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
					60	60	63	65	70	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
						63	63	65	70	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
							65	65	70	75	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Imagen 46. Tabla de selección de chaveta.

Optamos por colocar dos chavetas a lo largo del eje cuya designación son: **10x 8 x 25**. En la imagen 42 se pueden visualizar.

4.2.5.5 Selección del rodamiento.

Para el dimensionamiento y la disposición nos basamos en el manual de selección de rodamientos SKF, en su versión del año 2019.

Es necesario determinar las fuerzas efectivas, con ayuda de la imagen 36.

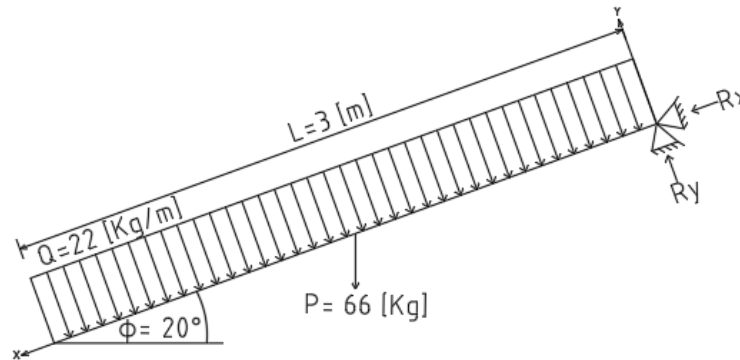


Imagen 47. Diagrama de cuerpo libre del helicoides.

Las reacciones en los apoyos serán:

- Rx: Reacción en el apoyo en forma axial
- Ry: Reacción en el apoyo en forma radial.
- Q: Peso del helicoides en forma distribuida.
- P: fuerza puntual del peso propio del helicoides.
- L: longitud del helicoides.

Datos:

- Q: 22 [kg/m].
- $P = Q * L = 22 \left[\frac{Kg}{m} \right] * 3 [m] = 66 [kg]$

Calculo de las reacciones.

- $R_x = P * \text{sen} (20^\circ) = 66 [Kg] * \text{sen} (20^\circ) = 22,57 [Kg] \longrightarrow F_a = 0,22 [kN]$
- $R_y = P * \text{cos} (20^\circ) = 66 [Kg] * \text{cos} (20^\circ) = 62,02 [Kg] \longrightarrow F_r = 0,61 [kN]$

En base a la combinación de esfuerzos y diámetro del eje que tenemos, se seleccionó un rodamiento de una hilera de rodillos cónicos **30209** y otro radial rígido a bolas **6207** para mitigar cualquier desalineación en el equipo y así provocar cargas excesivas a la reductora.



30209

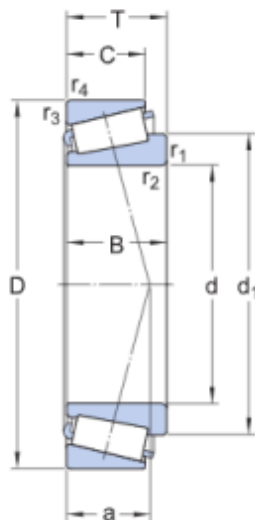
Rodamiento de una hilera de rodillos cónicos

Los rodamientos de una hilera de rodillos cónicos están diseñados para admitir cargas radiales y axiales combinadas, y proporcionar una baja fricción durante el funcionamiento. El aro interior, con rodillos y jaula, puede montarse por separado del aro exterior. Estos componentes desmontables e intercambiables facilitan el montaje, el desmontaje y el mantenimiento. Al montar un rodamiento de una hilera de rodillos cónicos contra otro y aplicar una precarga, se puede conseguir una aplicación de rodamiento rígida.

- Alta capacidad de carga radial y axial
- Soportan cargas axiales en un sentido
- Baja fricción y larga vida útil
- Componentes desmontables e intercambiables

Imagen 48. Características del rodamiento 30209.

Dimensiones



d	45 mm	Diámetro del agujero
D	85 mm	Diámetro exterior
T	20.75 mm	Ancho total
d_1	≈ 63.1 mm	Diámetro del resalte del aro interior
B	19 mm	Ancho del aro interior
C	16 mm	Ancho del aro exterior
$r_{1,2}$	min. 1.5 mm	Dimensión del chaflán del aro interior
$r_{3,4}$	min. 1.5 mm	Dimensiones de los chaflanes del aro exterior
a	17.829 mm	Distancia de la cara lateral al punto de presión

Imagen 49. Dimensiones del rodamiento 30209.



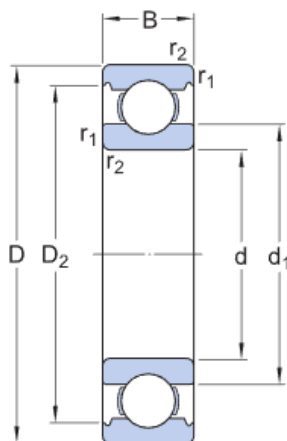
6207

Rodamiento rígido de bolas

Los rodamientos rígidos de una hilera de bolas son especialmente versátiles, tienen una baja fricción y están optimizados para un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que permite alcanzar altas velocidades de giro. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que muchos otros tipos de rodamientos.

- Diseño sencillo, versátil y robusto
- Baja fricción
- Capacidad de alta velocidad
- Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos
- Requieren poco mantenimiento

Imagen 50. Características del rodamiento 6207.



Dimensiones

d	35 mm	Diámetro del agujero
D	72 mm	Diámetro exterior
B	17 mm	Ancho
d ₁	≈ 46.94 mm	Diámetro del resalte
D ₂	≈ 62.69 mm	Diámetro de rebaje
r _{1,2}	min. 1.1 mm	Dimensión del chaflán

Imagen 51. Dimensiones del rodamiento 6207.

Carga dinámica equivalente del rodamiento.

$$P = x * Fr + y * Fa$$

$$\frac{Fa}{Fr} = \frac{0,22 \text{ [KN]}}{0,61 \text{ [KN]}} = 0,36$$

$$\frac{Fa}{Fr} \leq e \rightarrow P = Fr = 0,61 \text{ [KN]}$$

Vida útil del rodamiento.

$$L_{10h} = \left(\frac{10^6}{60 * n}\right) * L_{10} = \left(\frac{10^6}{60 * n}\right) * \left(\frac{C}{P}\right)^{\rho} = \left(\frac{10^6}{60 * 14[rpm]}\right) * \left(\frac{81,6[KN]}{0,61 [KN]}\right)^{\frac{10}{3}} = 1,37 * 10^{10}[Hs]$$

4.2.5.6 Lubricación en los rodamientos.

La importancia de los lubricantes está originada por las funciones que deben ejercer:

- Evitar los efectos del rozamiento. Se interponen entre las superficies en movimiento, formando una película separadora, que evita el contacto directo entre ellas.
- Disminuir el desgaste.
- Ahorrar energía y disminuir el calentamiento.
- Facilitar el arranque en frío.
- Disminuir el ruido.
- Refrigerar: Disipan entre un 10 y un 25% del calor total generado en la máquina por fricción y/o combustión.
- Prevenir la herrumbre (anticorrosión). Los lubricantes protegen contra la corrosión y la herrumbre producida por la humedad.
- Sellar. Hacen estancas zonas donde pueden existir fugas de otros tipos o gases que contaminan el aceite y reducen el rendimiento del motor.
- Para la selección del lubricante debemos tener en cuenta las condiciones operativas de la máquina, en este caso las variables principales que consideraremos serán la de sello, disminución del desgaste y evitar la corrosión.

Para la selección de la grasa correspondiente en nuestro sistema nos basaremos en la clasificación según ISO 6743-9 que posee la siguiente nomenclatura.

ISO 6743-9

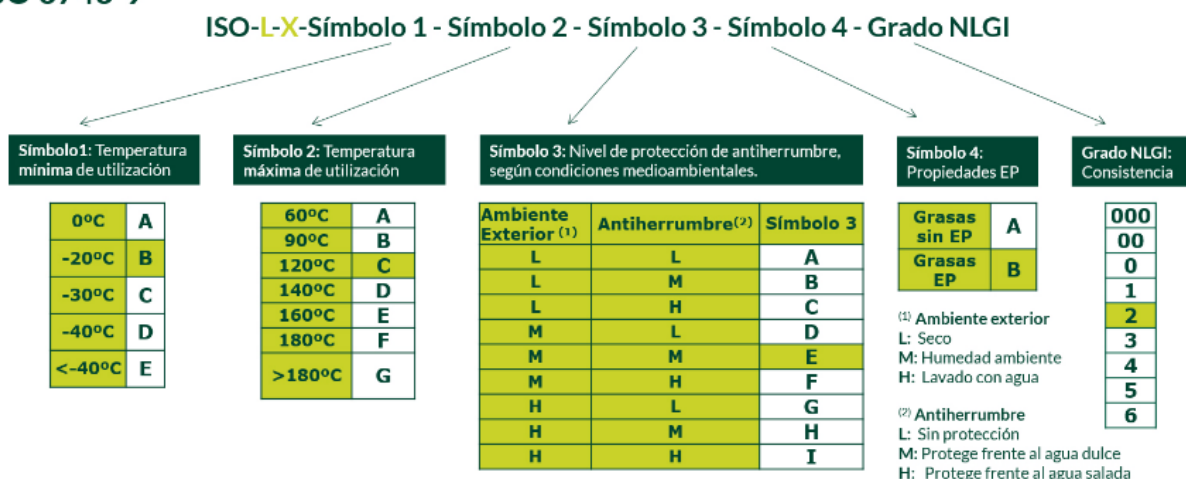


Imagen 52. Nomenclatura de las grasas.

Bajo esta norma (Imagen 52) y los parámetros antes mencionados, estamos en condiciones de seleccionar la codificación que represente el lubricante requerido, en nuestro caso será una grasa lubricante ISOX-AAFA2.

A continuación, en la imagen 53 vemos en más detalles algunos de los componentes antes calculado y seleccionado.

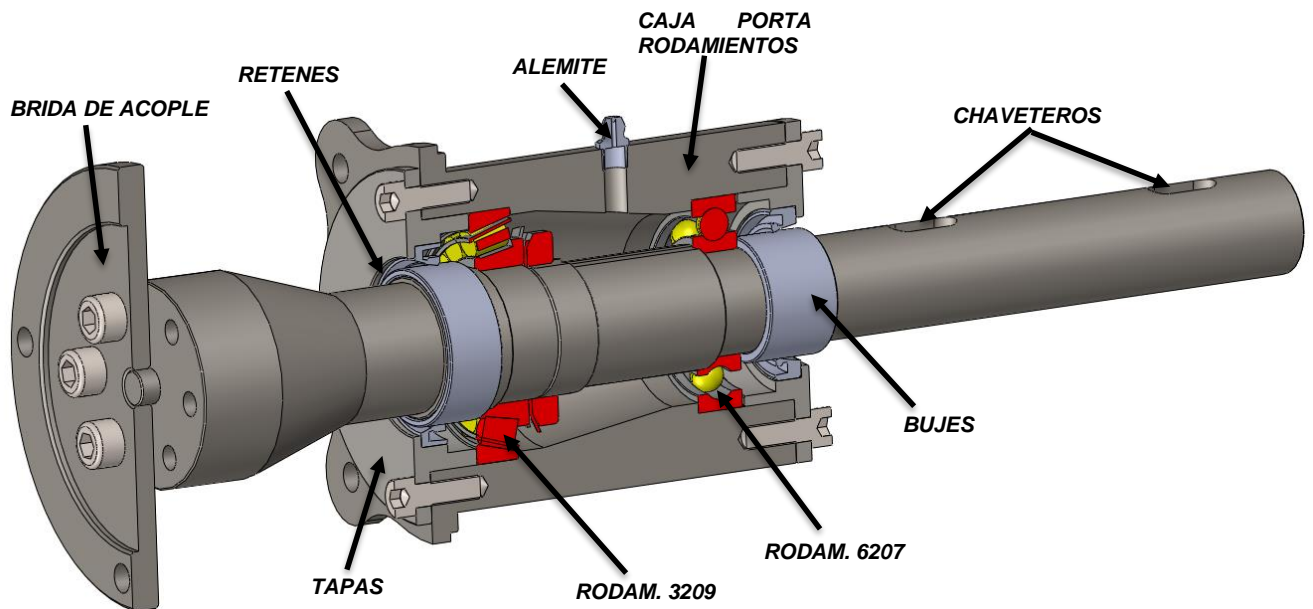


Imagen 53. Vista en corte del ensamblaje caja y eje.

4.2.5.7 Selección de Retenes.

Para el cierre de las tapas de la caja se optó por utilizar retenes de ambos lados, que van apoyar sobre bujes para evitar la fricción y el marcado en el eje, es más sencillo y fácil el cambio de un buje de teflón que tener que desarmar todo el conjunto y rectificar el eje. A su vez se tuvo en cuenta dimensionar el buje con un ancho dos veces el del retén para poder utilizarlo de ambos lados y que siga cumpliendo su función a pesar del desgaste que se haya producido en el mismo.

Para la selección de los retenes se utilizó el catálogo DBH y se optó por usar el tipo “Lz” de simple labio con resorte.



Este diseño presenta un solo labio, con resorte. No llevan armadura de protección interior. Son retenes que se emplean en aplicaciones más económicas. Algunos usos típicos son, por ejemplo, motores eléctricos y cajas reductoras de velocidad. Cuando las condiciones operativas exceden las presentaciones que suministran los materiales estandares se puede sustituir por materiales especiales adecuados para cada requerimientos.

-40° a 149°C	ACM
-54° a 107°C	NBR
-73° a 163°C	MVQ
-40° a 204°C	FPM

Retenes Ordenados por ejes						
EJE	DIMENSIONES		N° DBH	TIPO	GIRO	COMPUESTO
	ALQJ	ALTURA				
41.20	49.28	6.20	6774	Mx	L	MVQ / ACM
.	50.80	4.78	9233	Ms	L	NBR
.	63.50	12.70	5945	Mz	L	NBR
41.27	57.10	7.92	1037	Mx	L	NBR
41.28	53.75	7.92	6839	Mx	L	NBR
.	53.98	6.35	1009	Mz	L	NBR
.	54.08	6.50	9897	Mx	L	FPM
.	60.30	9.52	5537	Mz	L	NBR
.	60.30	11.11	5783	Mz	L	NBR
.	60.40	11.10	5538	Mx	L	NBR
.	61.90	11.90	5788	Mz	L	NBR
.	65.07	6.35	9612	A 246	L	NBR
.	66.62	12.70	5794	Mz	L	NBR
.	69.85	6.35	5956	Mt	L	NBR
42.00	53.00	7.00	9283	Lx-R	H	ACM / FPM
.	53.00	8.00	8216	Mx	L	NBR
.	54.00	5.80	9606	Lx-R	H	FPM
.	55.00	7.00	5599	Mx	L	NBR
.	55.00	7.00	9141	Lx	L	NBR
.	55.00	9.00	8423	Mx	L	NBR
.	55.00	9.00	8610	Lx-H	H	ACM
.	56.00	7.00	5557	Lz	L	NBR / MVQ
.	56.00	7.00	6871	A 136-R	AH	ACM
.	56.00	7.00	8038	Lx-R	H	ACM/FPM
.	56.00	7.00	9302	Lx	L	NBR
.	56.00	8.00	5209	A 136	L	NBR
.	56.00	8.00	5210	A 335	L	NBR
.	56.00	8.00	5211	A 136-R	H	ACM
.	57.50	9.00	5868	Lz	L	NBR
.	58.00	7.00	8415	Mz	L	NBR
.	58.00	8.00	9445	Lx	L	NBR
.	58.00	10.00	5869	Lz	L	NBR
.	58.00	11.00	1121	A 368-R	AH	ACM
.	58.00	13.50	8451	A 069	L	NBR

Catálogo general de medidas DBH						
EJE	DIMENSIONES		N° DBH	TIPO	GIRO	COMPUESTO
	ALQJ	ALTURA				
52.40	76.17	7.93	6129	Lt	L	NBR
.	76.20	7.90	8334	Mz	L	NBR
.	80.00	6.35	5197	Lt	L	NBR
.	81.00	11.00	5361	Lz	L	NBR
.	81.00	11.00	5890	Lx	L	NBR
.	81.00	11.00	6694	Lz-R	H	ACM
.	81.00	11.50	5035	Kx	L	NBR / MVQ
.	81.00	11.50	5036	Kz	L	NBR
.	81.00	11.50	6693	Kx-H	H	ACM
52.90	78.65	2,0/10,5	8475	A 068	L	NBR
53.00	68.00	10.00	5552	Mx	L	NBR
.	68.00	10.00	8128	Lz	L	NBR
.	68.20	7.00	8287	Lx	L	NBR
.	69.00	16.00	9779	A 304	L	NBR
.	75.00	12.00	8437	Kz	L	NBR
53.06	69.04	10.32	8028	A 248	L	NBR

Imagen 54. Selección de los retenes.

4.2.5.8 Selección del alemito.

Seleccionamos un alemito normalizado del catálogo PEX lubricante de tipo recto con rosca M10 X 1, debido a que el acceso a este será sencillo por el sitio donde está ubicada la caja.



Imagen 55. Catálogo de alemito.

4.2.5.9 Cálculo de esfuerzos para el eje y brida de acople.

Comenzaremos con el cálculo de la sujeción del eje y la brida de acople. En la imagen 53 se observa como es su ensamblaje.

Datos:

Material del eje: SAE 1045.

- τ_{fl} : tensión de fluencia = $0,6 * 4148$ [Kg/cm²] (resist. De fluencia) = 2488,8[kg/cm²]

Tornillos:

- τ_{fl} : tensión de fluencia = $0,6 * 1500$ [Kg/cm²] (resist. De fluencia) = 900 [kg/cm²] (Valor adoptado de forma práctica).

El momento torsor que se transmite por el conjunto fue calculado en el inciso 4.2.5.3.

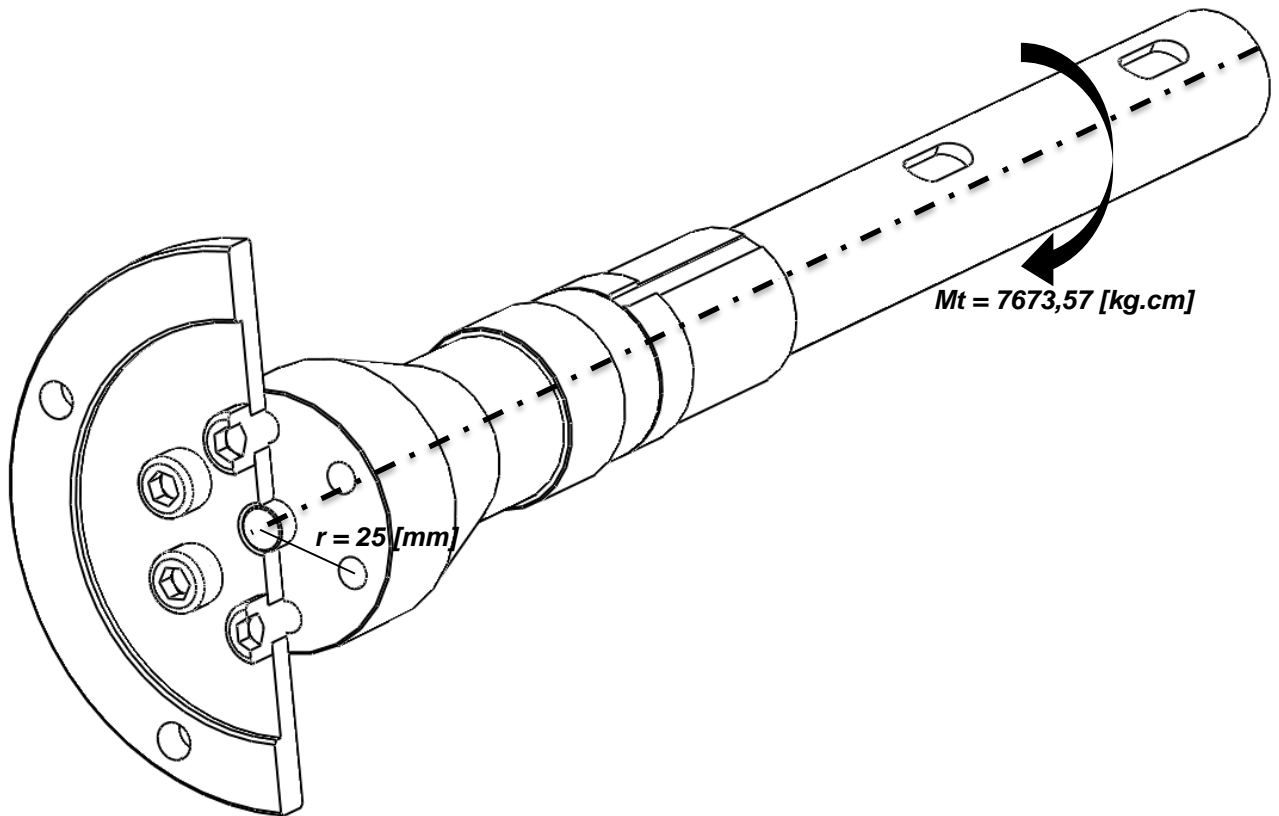


Imagen 56. Croquis para el cálculo de los pernos de sujeción eje a brida.

El momento torsor que se transmite sobre el eje tiene un valor igual a **7673,57 [kg cm]**. Los tornillos de sujeción de la brida al eje se encuentran a una distancia de 25 [mm] y queremos saber que diámetro usar y cuantos para una correcta unión.

$$\tau_f = \frac{Mt/r}{A} \rightarrow A = \frac{Mt/r}{\tau_f} = \frac{7673,57 [Kgcm]}{900 \left[\frac{Kg}{cm^2} \right] * 2,5 [cm]} = 3,41 [cm^2]$$

$$A = 3,41 [cm^2]$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta que nuestra área resistente es igual 3,41 [cm²], escogemos un diámetro de tornillo y obtenemos de la imagen 57, su área de esfuerzo para luego calcular cuántos necesitamos.

Rosca ^a <i>d</i> × <i>P</i>	Área de esfuerzo nominal <i>A_{s,nom}</i> ^a mm ²	Clase de calidad								
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9/12.9
Carga de prueba. <i>F_p</i> (<i>A_{s,nom}</i> × <i>S_{p,nom}</i>), N										
M8 × 1	39,2	8 820	12 200	11 000	14 900	17 200	22 700	25 500	32 500	38 000
M10 × 1,25	61,2	13 800	19 000	17 100	23 300	26 900	35 500	39 800	50 800	59 400
M10 × 1	64,5	14 500	20 000	18 100	24 500	28 400	37 400	41 900	53 500	62 700
M12 × 1,5	88,1	19 800	27 300	24 700	33 500	38 800	51 100	57 300	73 100	85 500
M12 × 1,25	92,1	20 700	28 600	25 800	35 000	40 500	53 400	59 900	76 400	89 300
M14 × 1,5	125	28 100	38 800	35 000	47 500	55 000	72 500	81 200	104 000	121 000
M16 × 1,5	167	37 600	51 800	46 800	63 500	73 500	96 900	109 000	139 000	162 000
M18 × 1,5	216	48 600	67 000	60 500	82 100	95 000	130 000	—	179 000	210 000
M20 × 1,5	272	61 200	84 300	76 200	103 000	120 000	163 000	—	226 000	264 000
M22 × 1,5	333	74 900	103 000	93 200	126 000	146 000	200 000	—	276 000	323 000
M24 × 2	384	86 400	119 000	108 000	146 000	169 000	230 000	—	319 000	372 000
M27 × 2	496	112 000	154 000	139 000	188 000	218 000	298 000	—	412 000	481 000
M30 × 2	621	140 000	192 000	174 000	236 000	273 000	373 000	—	515 000	602 000
M33 × 2	761	171 000	236 000	213 000	289 000	335 000	457 000	—	632 000	738 000
M36 × 3	865	195 000	268 000	242 000	329 000	381 000	519 000	—	718 000	839 000
M39 × 3	1 030	232 000	319 000	288 000	391 000	453 000	618 000	—	855 000	999 000

^a Para calcular *A_{s,nom}*, véase 9.1.6.1.

Imagen 57. Rosca métrica ISO de paso fino

Selección de tornillo tipo Allen cabeza cilíndrica M10x1:

- Área de esfuerzo nominal: 0,645 [cm²].

$$N^{\circ} \text{ tornillo} = \frac{A_{\text{resist. calculada}}}{A_{\text{resist. tornillo}}} = \frac{3,41 \text{ [cm}^2\text{]}}{0,645 \text{ [cm}^2\text{]}} = 5,28$$

De acuerdo a lo calculado, colocaremos seis tornillos del tipo antes mencionado, por lo que quedamos del lado de la seguridad.

Ahora haremos el mismo procedimiento de cálculo, pero con las uniones de brida y brida donde el momento torsor que se transmite es el mismo, pero cambia la distancia a donde se aplica.

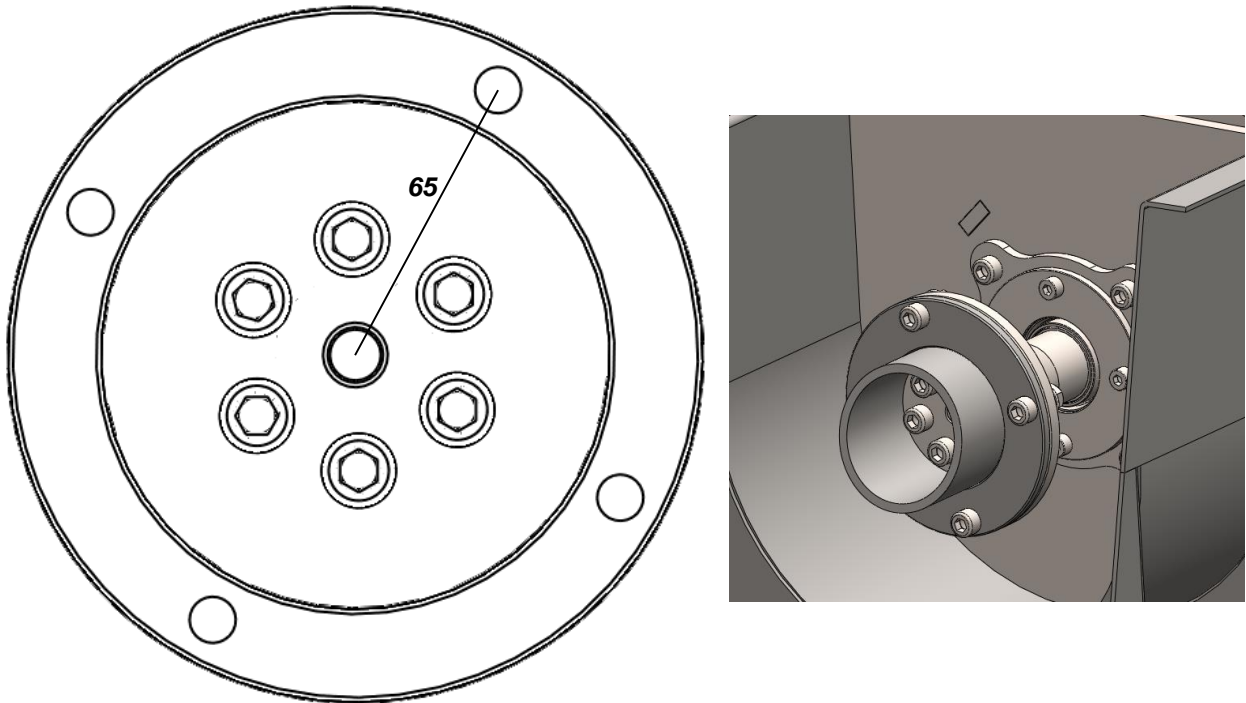


Imagen 58. Croquis para la sujeción brida con brida.

$$\tau_f = \frac{Mt/r}{A} \rightarrow A = \frac{Mt/r}{\tau_f} = \frac{7673,57 \text{ [Kg cm]}}{900 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right] * 6,5 \text{ [cm]}} = 1,31 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A = 1,31 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Selección de tornillo tipo Allen cabeza cilíndrica M10x1:

- Área de esfuerzo nominal: 0,645 [cm²].

$$N^{\circ} \text{ tornillo} = \frac{A_{\text{resist. calculada}}}{A_{\text{resist. tornillo}}} = \frac{1,31 \text{ [cm}^2\text{]}}{0,645 \text{ [cm}^2\text{]}} = 2,03$$

Si bien el área necesaria es menor que en el caso anterior utilizaremos cuatro tornillos tipo Allen cabeza cilíndrica M10 x 1 y quedamos nuevamente sobredimensionado del lado de la seguridad.

4.2.5.10 Diseño de la caja porta rodamiento.

En base a todos los elementos calculados anteriormente con sus respectivas dimensiones, necesitamos ahora diseñar una caja para alojar a los mismos, y a su vez que sea posible de armar y desarmar fácilmente. A continuación, se muestra en la imagen 59, las piezas con las referencias de menor a mayor para ir ensamblando el conjunto correspondiente.

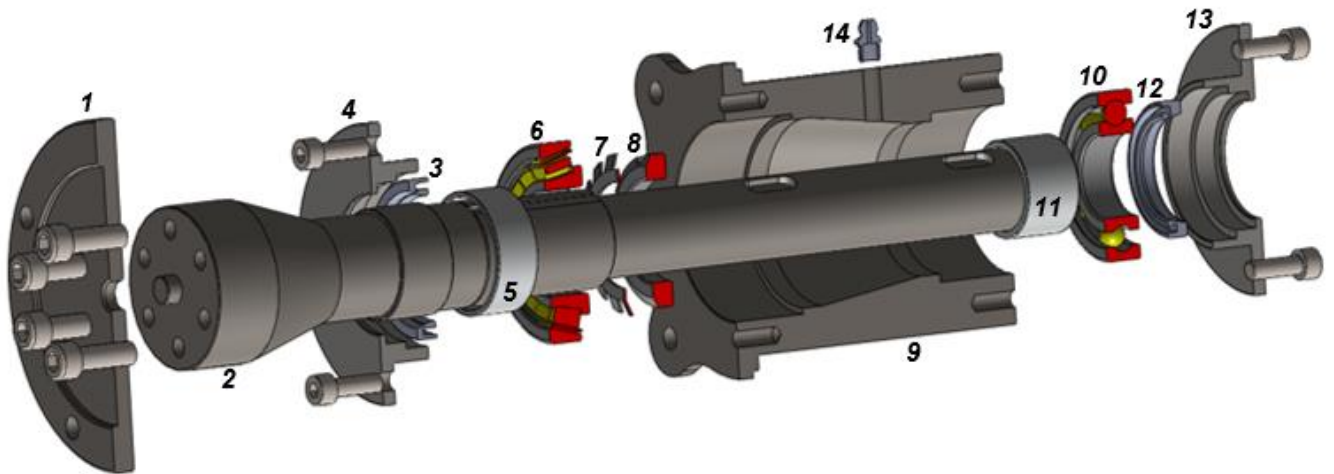


Imagen 59. Vista explosionada y orden de ensamblaje

Referencias:

1. Brida de acople principal. Material: AISI 304.
2. Eje. Material: SAE 1045.
3. Retén "Lz" 53 x 68 x 10. Material: NBR.
4. Tapa principal. Material: SAE 1020.
5. Buje 48 x 53 x 20. Material: SAE 4140.
6. Rodamiento 30209.
7. Arandela de fijación MB 9.
8. Tuerca de fijación KM 9.
9. Caja porta rodamiento. Material: SAE 1020.
10. Rodamiento 6207.
11. Buje 35 x 42 x 26. Material: SAE 4140.
12. Retén "Lz" 42 x 58 x 10. Material: NBR.
13. Tapa secundaria. Material: SAE 1020.
14. Alemite recto M10 x 1.

4.2.5.11 Diseño de la linterna.

Para el diseño de este componente del conjunto motriz encargado de ser el nexo entre el motoreductor y el canal, como así también brindar sujeción y rigidez a la caja porta rodamiento. En la imagen 60, observamos la misma y sus componentes acoplados a esta.

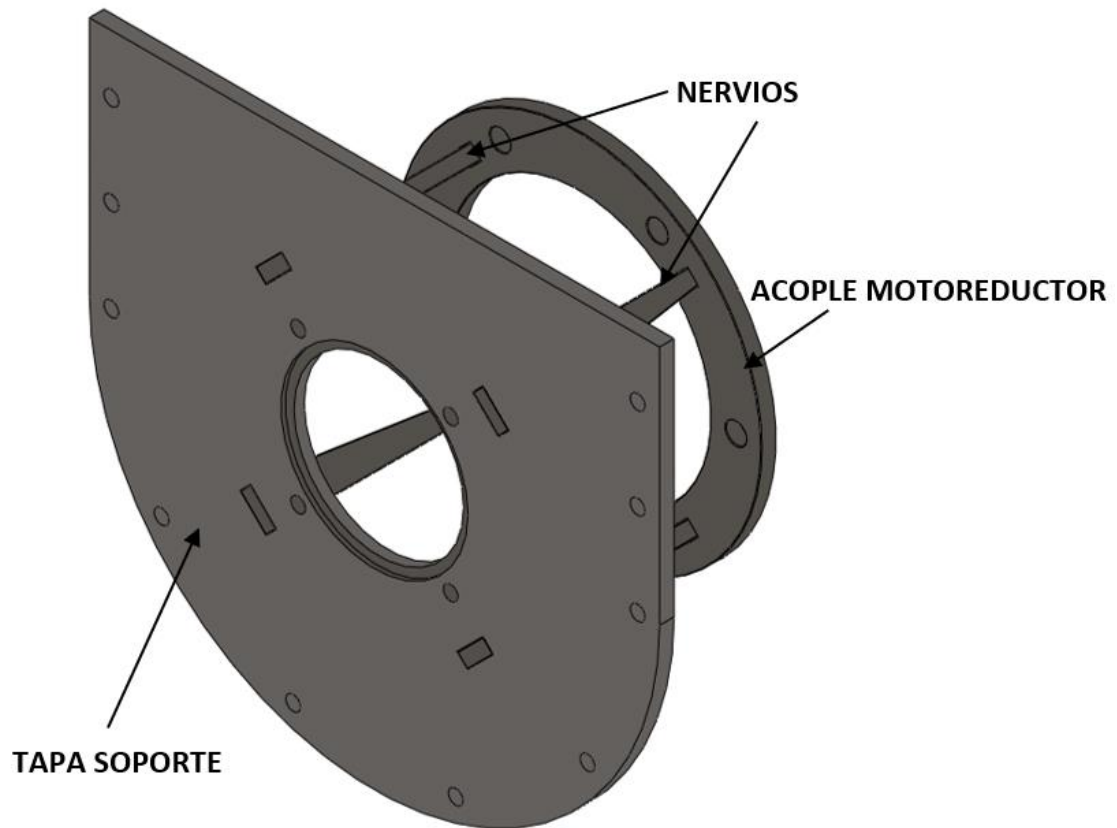


Imagen 60. Linterna y sus componentes acoplados.

El acople del motoreductor copia las dimensiones de la brida de salida de la reductora, con un espesor de 10 [mm] fabricada en SAE 1045. Además de los agujeros para atornillar a la reductora que son M14 x 1,5, se les hizo otras 4 perforaciones extras de forma cuadrada de 10 [mm] x 10 [mm] para que vayan soldados los nervios en ambos lados del acople, los mismos tienen la finalidad de brindarle rigidez al conjunto y a su vez poder absorber el torque que se produce. Están fabricados en SAE 1045. En el otro extremo del nervio donde se acoplan a la tapa canal van soldados en ambos lados, su forma cambia a rectangular de 25 [mm] x 10 [mm], ya que aprovechamos la superficie libre que tenemos y entonces poder darle mayor resistencia al nervio.

La unión entre el acople y la tapa canal se diseñó mediante nervios para poder tener acceso a la cajera que va por el centro, más libre y así facilitar la lubricación por el alemite, esto se puede observar en forma más clara en la imagen 37.

A continuación, veremos en detalles las soldaduras antes mencionadas.

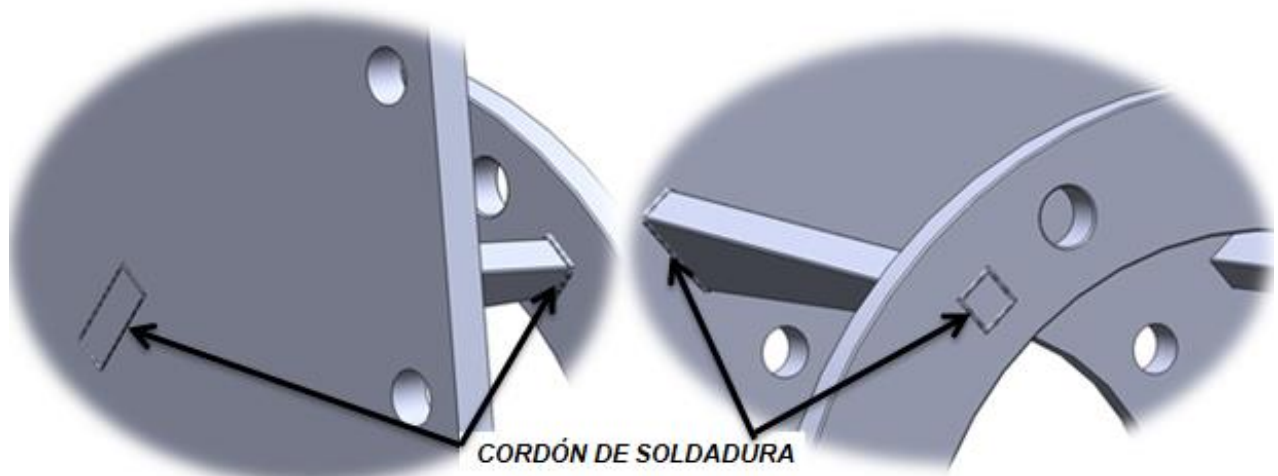


Imagen 61. Detalles de soldaduras en los nervios.

Para la tapa canal se escogió una chapa de 10 [mm] de espesor debido que debe ser resistente para soportar todo el conjunto sin deformarse, copiando la forma propiamente dicha del canal con los agujeros de las bridas (imagen 32). A su vez tiene las perforaciones para sujetar la caja porta rodamientos con tornillos Allen M10 x 1,50. Y en su centro posee un resalte de 3 [mm] para facilitar el posicionamiento y garantizar la concetricidad de la caja porta rodamientos con el fin de evitar desalineamientos.

4.2.6 Sistema de decantación.

El sistema de decantación está compuesto por la pieza principal denominada tolva, que posee una entrada libre donde se produce la descarga de la mezcla proveniente del depurador ciclónico e impacta contra una placa deflectora que cumple la función de disminuirle la velocidad, para evitar que se generen pequeñas turbulencias en el interior y así conseguir el tiempo de retención necesario, para obtener la mayor eficiencia posible de decantación. Así también posee en uno de sus lados una salida para el agua clarificada mediante unión bridada.

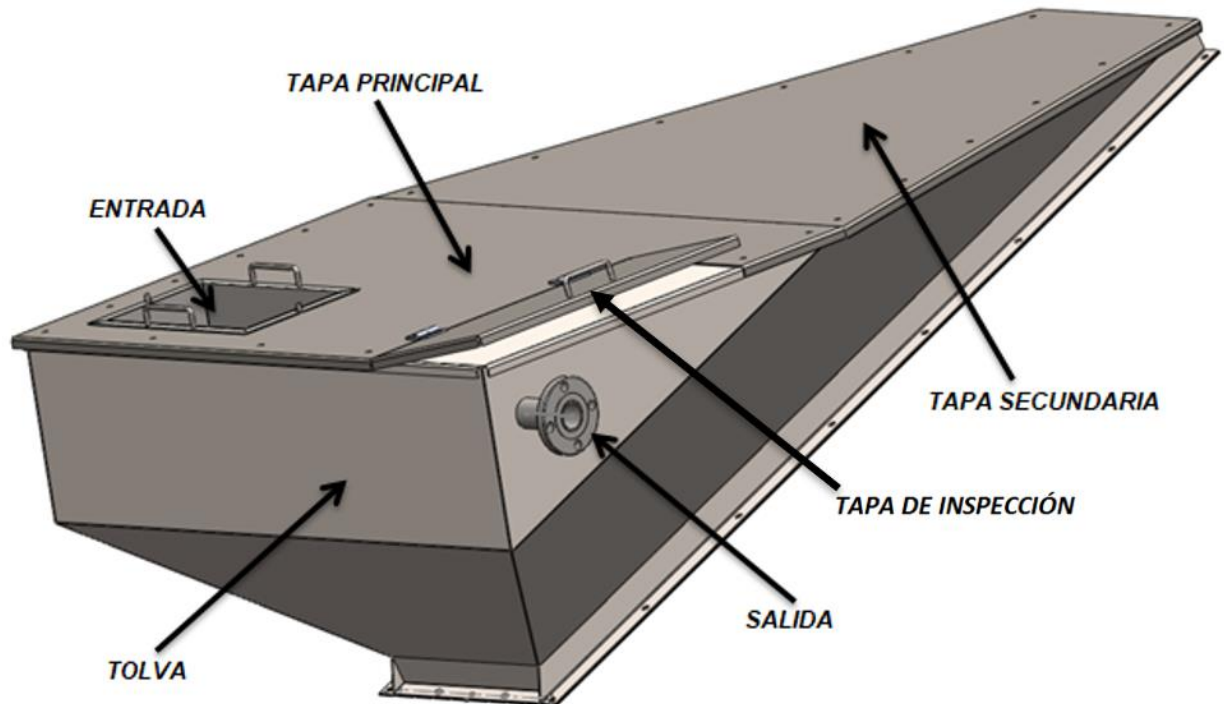


Imagen 62. Sistema de decantación y sus partes.

4.2.6.1 Diseño de tolva.

La tolva está fabricada en chapa plegada AISI 304, espesor de 3 [mm] y las tapas de chapa SAE 1010, en espesor 2,5 [mm] con un tratamiento de pintura al horno para darle mayor protección a la corrosión e impacto. La unión de salida es mediante una brida serie 150 de 1 ½". La entrada está compuesta por un cajón tranquilizador que se conforma mediante un marco cuadrado en perfil L en todo su perímetro para ser sujeto mediante mariposas a la tapa principal y tener la facilidad de ser retirado o ensamblado cuando uno lo disponga. Ese perfil tiene medidas de 20 x 20 x 3 [mm].

Dentro del tranquilizador se encuentra una placa deflectora que es la encargada de recibir la mezcla, cual se diseñó para ser fácilmente intercambiable ya que la arena es una sustancia corrosiva y al acceder con cierta velocidad, con el paso del tiempo deteriora la superficie. Para poder reemplazarla se desenroscan las mariposas, se saca el tranquilizador completo, y se retira de una pequeña ranura que posee el mismo para luego colocar una nueva al conjunto.

Otro detalle que se tuvo en cuenta, es colocar en la esquina opuesta del cajón tranquilizador una tapa de inspección que además de observar que se esté cumpliendo con eficiencia la decantación, se pueda corroborar que en la brida de salida no este circulando arena y así evitar daños futuros a equipos críticos que son cuellos de botellas en la planta, como así también empobrecer la calidad del papel.

Para que quede más claro, en las siguientes imágenes se muestra el procedimiento.

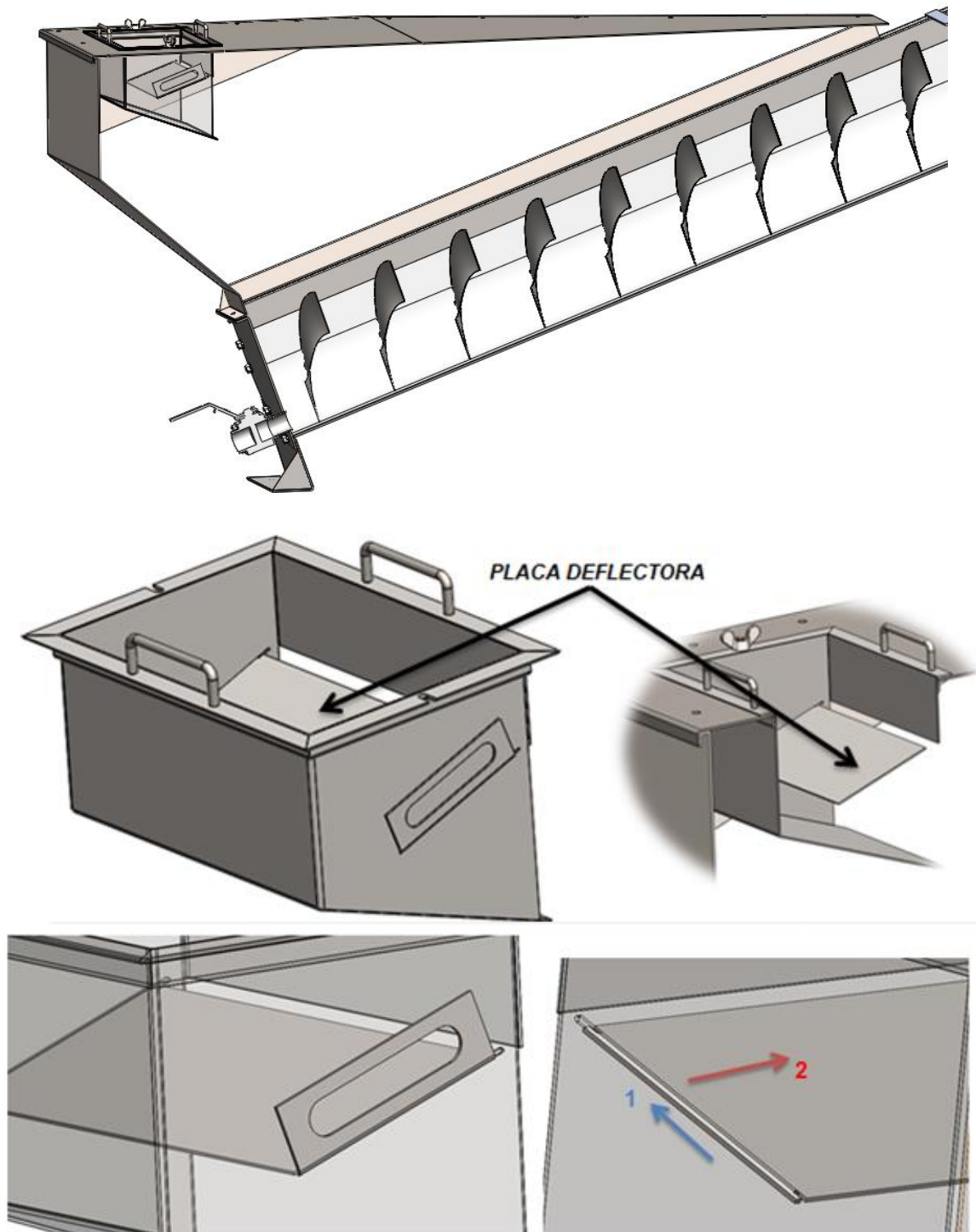


Imagen 63. Cajón de entrada (tranquilizador) y sus partes.

Para dimensionar la tolva tomamos en cuenta el caudal que ingresa que es de $1,89 \text{ [l/s]}$, a su vez dentro de la misma se debe garantizar el proceso de sedimentación, para que se produzca eso, un factor importante a conocer es el tamaño de la partícula que disponemos, porque de acuerdo a su dimensión es el tiempo de sedimentación que vamos a necesitar.

Según la ley de Stokes para la sedimentación:

- El tiempo necesario para una partícula de arena de 1 [mm] de diámetro, sería de 10 a 20 [s].
- El tiempo necesario para una partícula de arena fina de 0,05 [mm], sería de 2 a 4 [min].
- El tiempo necesario para una partícula de arcilla de 10 [μm], el tiempo sería 2 a 4 [hs].
- Para una bacteria 1 [μm], el tiempo sería unos 8 a 10 días.
- Y para las partículas coloidales de tamaños entre 100 [nm] y 1 [μm], el tiempo en sedimentar estaría entre 2 y 200 años. De ahí es que viene la necesidad de una agregación de las partículas de forma que aumente el tamaño y la velocidad de sedimentación, que es lo que se consigue con la coagulación-floculación.

De acuerdo a esta información recolectada y recordando en la sección 4.2.2 donde escogimos el tamaño de partícula máximo de 0,016" (0,4 [mm]) y un mínimo de 0,0025" (0,06 [mm]) podemos calcular nuestro volumen.

Tomando la dimensión de partícula mínima para estar del lado más desfavorable ósea 0,06 [mm] estamos en el rango del tiempo de sedimentación entre 2 a 4 [min].

Por lo tanto, con el tiempo de sedimentación y el caudal estamos en condiciones de calcular el volumen de nuestra tolva.

$$Q = \frac{V}{T_s} \rightarrow V = Q * T_s = 1,89 \left[\frac{l}{s} \right] * 4 [min] * 60 \left[\frac{s}{min} \right] = 453,6 [l]$$

$$V = 453,6 [l]$$

Teniendo en cuenta que este volumen calculado es solamente de la tolva hay que mencionar que, anexo al mismo, tenemos el canal que también origina un volumen mayor por lo tanto vamos a tener más capacidad de almacenamiento para que se produzca la sedimentación.

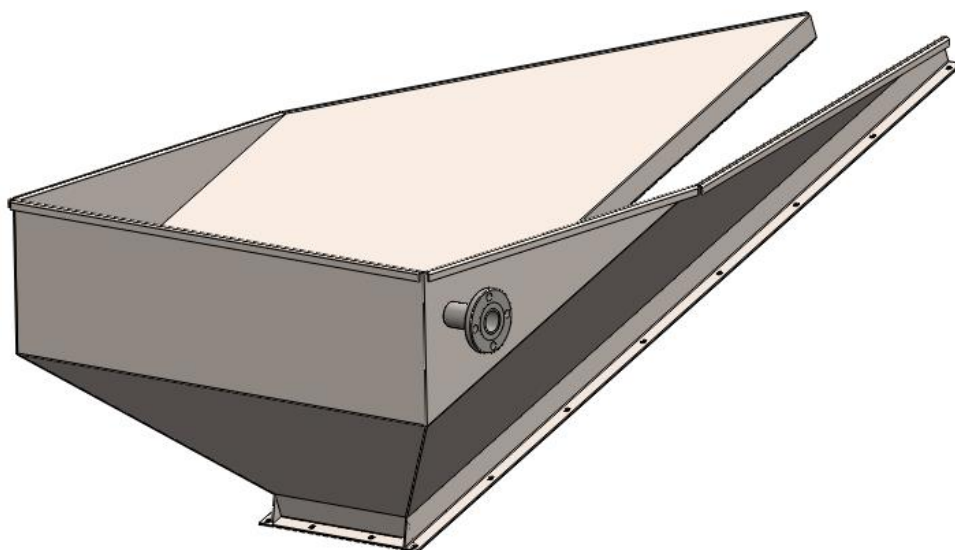


Imagen 64. Tolva

Como se observa en la imagen 64, la tolva se conforma de tres paneles de chapa plegada soldadas entre sí. Para ser acoplada al canal se extendió una brida perforada y para el cierre con las tapas se hizo un plegado tipo "C". A su vez para garantizar hermeticidad con el canal se coloca una junta de caucho natural de 2 [mm] en todo el perímetro de la tolva.

Se diseñó con esa forma geométrica para garantizar que toda la mezcla concorra sobre el tornillo helicoidal, evitando acumulación de arena en otros sectores indeseados lo cual dificultaría la extracción. Otra característica de este diseño es que le brinda resistencia mecánica al conjunto.

4.2.7 Conjunto de soporte.

El conjunto se compone por dos partes, las cuales son la pata inferior y las patas delanteras. En el caso de la pata inferior se compone por una chapa plegada de espesor 3 [mm], que copia la matriz de los agujeros de la tapa inferior para ser fijado con tornillos de M12 x 1. Posee un nervio en la parte central del pliegue para brindar mayor resistencia al conjunto y en sus extremos perforaciones para ser anclada al suelo, por lo tanto, esa parte quedaría fija sin capacidad de regulación.

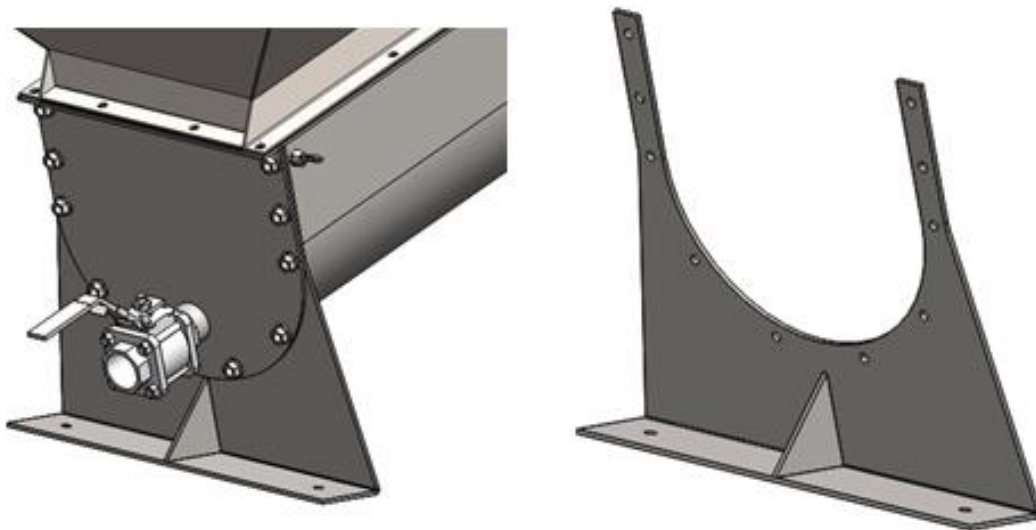


Imagen 65. Pata inferior.

Por otra parte las patas delanteras están compuestas por un sistema de tubos principales cuadrados de 60 x 60 x 4 y otros secundarios de 40 x 40 x 2 de material SAE 1020. A su vez posee dos sunchos que envuelven al canal con un sistema de bieleta para tener la regulación en ángulo ya que es un sistema inclinado. Y también destacamos que con esta sujeción evitamos soldar el canal ya que lo debilitaría, ocasionando posibles problemas en un futuro cercano tales como pérdidas o roturas.

Como base de los sunchos se suelda a la estructura de los tubos una planchuela de 760 x 60 x 4 de material SAE 1020, que a su vez posee dos bisagras como se ven en la imagen

66, las mismas se utilizan para hacer pasar un eje con una chavetero al final y así colocar un aro segger para evitar el desplazamiento.

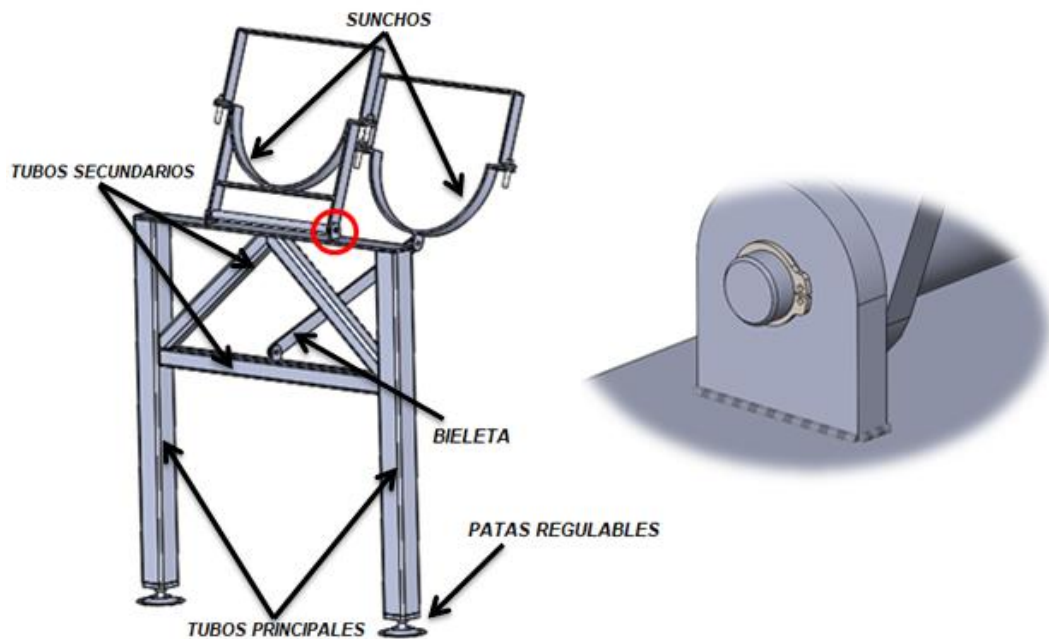


Imagen 66. Sistema de patas delanteras y sus partes.

4.2.7.1 Análisis de esfuerzos a los soportes.

Se realiza un diagrama de cuerpo libre del equipo en donde se consideran todas las fuerzas que participan y a la distancia que se encuentran con respecto al punto A, considerado.

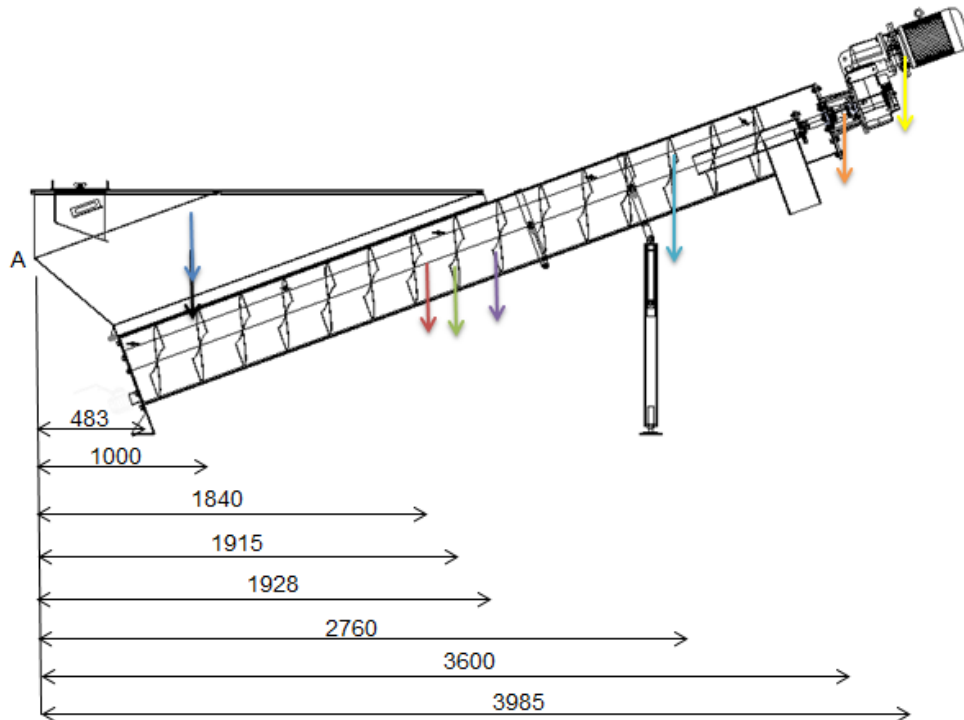


Imagen 67. Diagrama de cuerpo libre del equipo.

Referencias de los pesos [kg]:

- Tolva en funcionamiento: 500 [kg].
- Tapas de inspección: 115 [kg].
- Cuna de polietileno: 14 [kg].
- Canal: 130 [kg].
- Helicoide: 200 [kg].
- Tapa canal: 12 [kg].
- Linterna: 30 [kg].
- Motoreductor: 50 [kg].

Teniendo en cuenta cada uno de los pesos de las piezas/conjuntos, realizamos las ecuaciones de equilibrio de la estática para averiguar que fuerza soporta cada pata y así poder dimensionar correctamente.

En primera medida, sumaremos todos los pesos para obtener un total del equipo.

$$P_{\text{equipo}} = 500 [kg] + 115 [kg] + 14 [kg] + 130 [kg] + 200 [kg] + 12 [kg] + 30 [kg] + 50 [kg]$$

$$=$$

$$P_{\text{equipo}} = 1051 [kg]$$

A este peso del equipo le aumentamos un 25% (aproximadamente. 250 [kg]), que se considera un coeficiente de seguridad. Por lo tanto, nos queda un total de:

$$P_{total} = 1051 [kg] + 250 [kg] =$$

$$P_{total} = 1301 [kg] = Fr$$

Al tener una gran cantidad de fuerzas dispersas en todo el equipo, se optó por aplicar el teorema de Varignon y así disponer de una sola fuerza resultante a una cierta distancia a la de un punto considerado, que en este caso va a estar referido al punto A, como se observa en la imagen 54.

$$x * Fr = 1 [m] * 500 [kg] + 1 [m] * 115 [kg] + 1,84[m] * 14 [kg] + 1,93 [m] * 130 [kg] \\ + 1,91 [m] * 200 [kg] + 2,76 [m] * 12 [kg] + 3,6 [m] * 30 [kg] + 3,9 [m] * 50 [kg]$$

$$x * Fr = 1577 [kgm] \rightarrow x = \frac{1577 [kgm]}{1301 [kg]} =$$

$$x = 1,21 [m]$$

En conclusión, sacamos que la fuerza resultante de todo el equipo es de 1301 [kg], aplicada a 1,21 [m] de distancia del punto A.

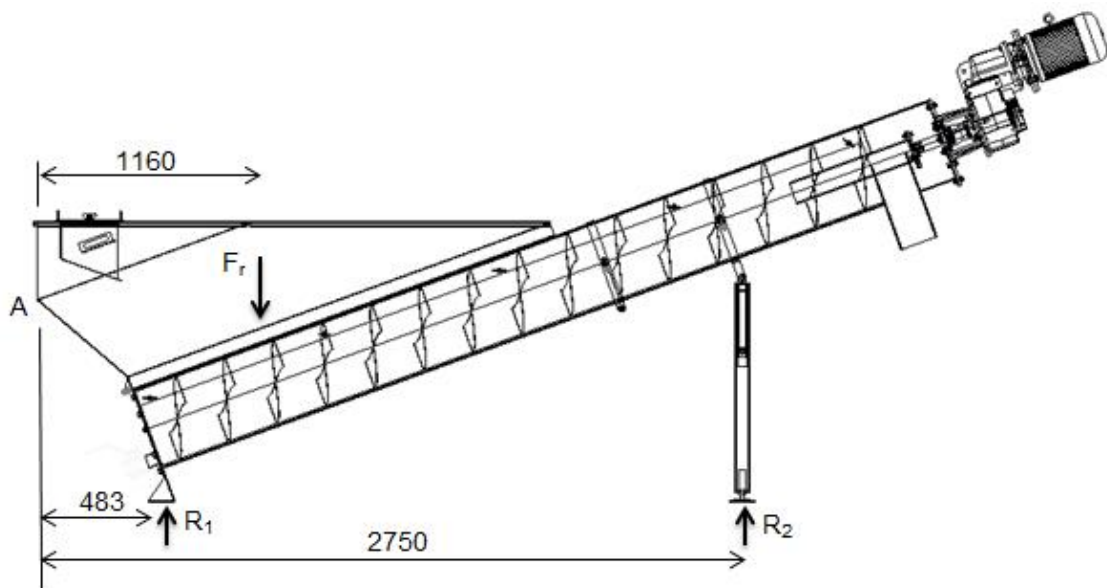


Imagen 68. Ubicación de Fr y sus reacciones.

$$(+)\text{sentido horario} \sum M R_1 = 0$$

$$(1,21[m] - 0,48 [m]) * Fr - (2,75 [m] - 0,48 [m]) * R_2 = 0$$

$$R_2 = \frac{(1,21 [m] - 0,48 [m]) * 1301 [kg]}{(2,75 [m] - 0,48 [m])} =$$

$$R_2 = \frac{949,73 [kgm]}{2,27 [m]} = 418,4 [kg]$$

$$R_2 = 418,4 \text{ [kg]}$$

$$F_r = R_1 + R_2 \rightarrow R_1 = 1301 \text{ [kg]} - 418,4 \text{ [kg]}$$

$$R_1 = 883 \text{ [kg]}$$

Hay que tener en cuenta que para la R_2 se debe dividir por la mitad debido que se distribuye hacia dos apoyos. Por lo tanto, cada pata regulable soportaría un peso igual a 209,2 [kg].

Se optó por colocar en la base de los tubos cuadrados un par de patas regulables, ya que necesitamos tener alternativas en la variación de altura, ante un posible desnivel de la superficie sobre la que se coloque la máquina. Las mismas están diseñadas para soportar una carga máxima de 900 [kg], cada una. Teniendo en cuenta que el peso total de nuestra máquina está concentrado en la parte trasera (tolva) y que es de 1301 [kg] en funcionamiento como se detalló anteriormente y lo que soportaría cada pata, por lo tanto, estaríamos del lado de la seguridad.

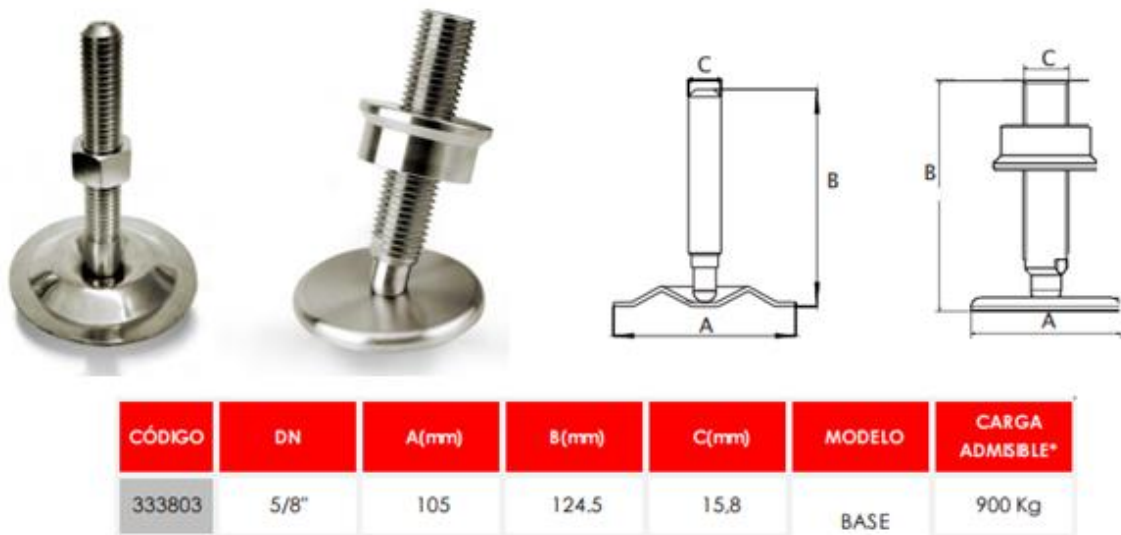


Imagen 69. Patas regulables.

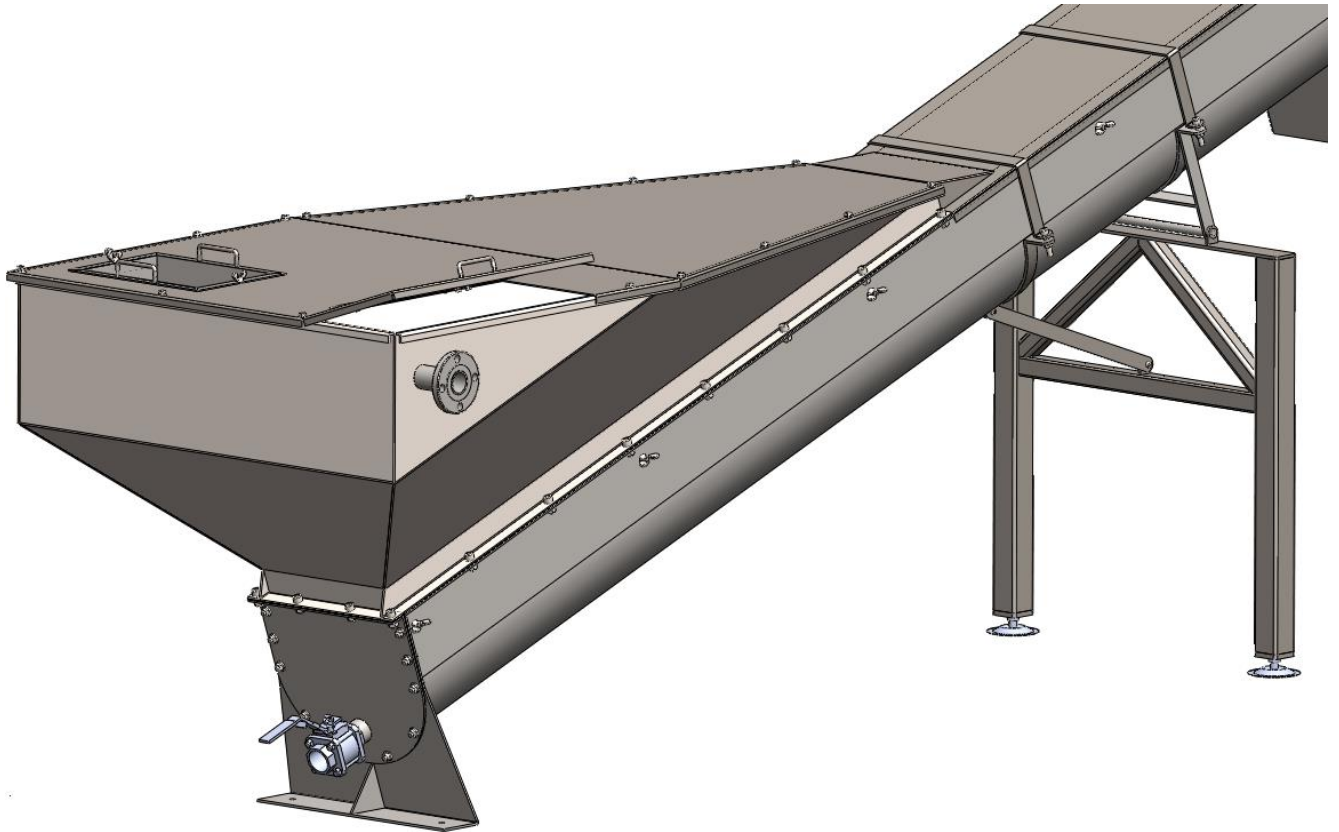


Imagen 70. Vista de las patas de soportes en el equipo.

4.2.8 Accesorio.

En este punto, se consideró anexar al proyecto una herramienta que servirá para futuras tareas de mantenimiento. Por ejemplo, a la hora de tener que desmontar el eje del moto reductor para evitar extraerlo a golpes de martillos, o con alguna herramienta inadecuada, se diseñó un extractor de eje para poder facilitarle la tarea al operario, como a su vez prevenir que se dañe alguna parte del equipo.

En la siguiente imagen, veremos cómo está constituida la herramienta antes mencionada.

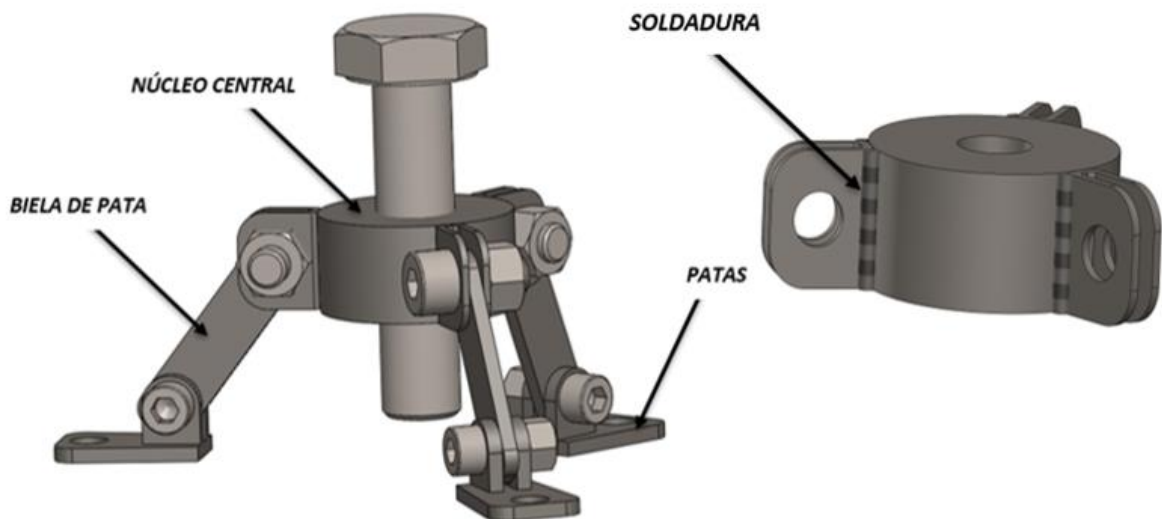
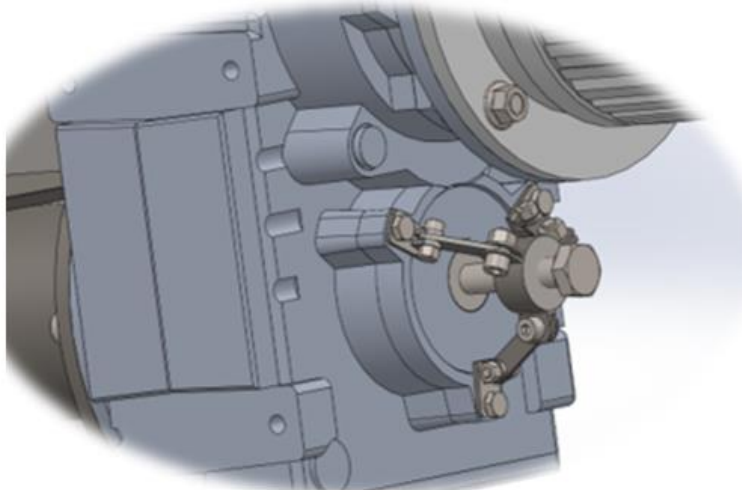


Imagen 71. Extractor de eje y sus partes.

Tiene la particularidad que es regulable, por lo tanto, no solo servirá para este equipo sino para otros. Posee un rango en diámetro de 85 a 165 [mm]. Está fabricado en SAE 1010.

4.3 Codificación de planos.

Este es otro de los puntos importantes a considerar en el proyecto una vez terminado el proceso de diseño de los conjuntos y subconjuntos de piezas mecánicas que están involucrados en nuestro equipo, contemplando sus dimensiones básicas y su adecuado proceso de fabricación, se debe realizar una codificación de los mismos para poder organizarlo y tener la facilidad de poder lograr el ensamble del producto final.

Para la codificación de planos, se llevó a cabo de la siguiente manera:

- NOMBRE DEL PROYECTO.
- CONJUNTO.
- NÚMERO DE PLANO.

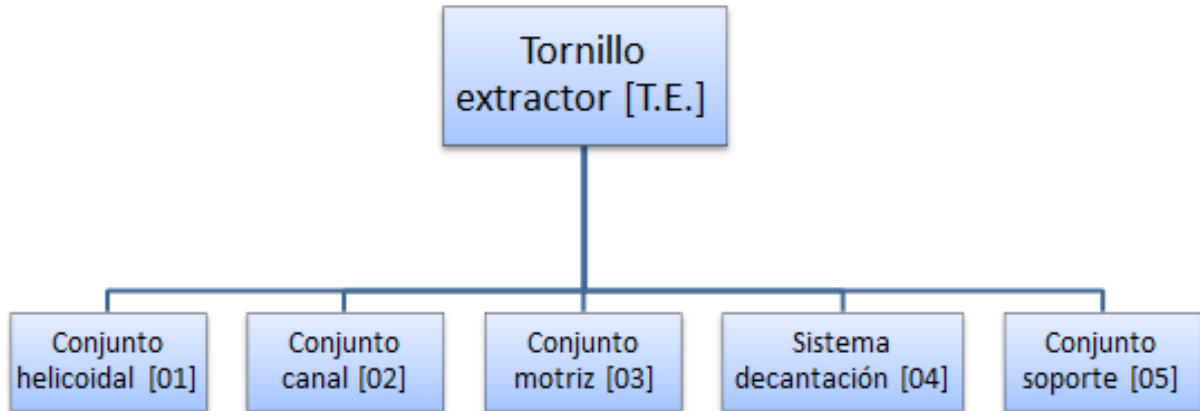
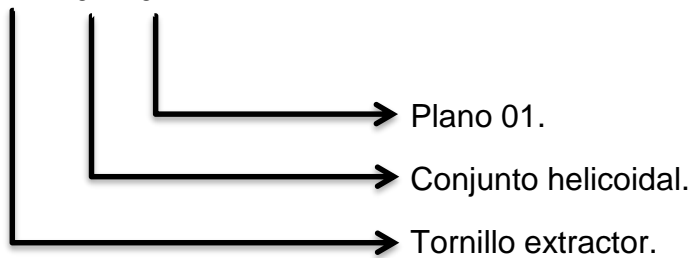


Imagen 72. Organigrama de los subconjuntos.

Ejemplo:

T.E. - 01 - 01



4.4 Análisis de costos.

A la hora de estimar costos, generamos tablas de Excel en las que dividimos dos grupos:

- Mano de obra en general, que incluye mecanizados, cortes, plegado, pintura, etc de las distintas piezas que involucra el equipo.
- Costo de materia prima y elementos normalizados, tornillería, motorreductor, helicoide, etc.

Estos elementos se verán plasmados y cotizados de acuerdo al precio obtenido desde los distintos proveedores y talleres metalúrgicos, por lo que el costo final es estimativo.

#	N° de plano	Descripción	Piezas	Material	Cantidad	kg material	Subtotal
1	TE-00-00	Equipo general	-	-	-	-	
2	TE-01-00	Conjunto helicoidal	Brida de acople	AISI 304	1	0,7	\$ 17.200,00
			Helicoide	AISI 304	1	54	
			Árbol central	AISI 304	1	5,7	
3	TE-02-00	Conjunto canal	-	-	-	-	
4	TE-02-01	Canal	Canal	AISI 304	1	69	\$ 216.000,00
			Brida superior canal	AISI 304	1	0,7	\$ 8.900,00
			Canal descarga de arena	AISI 304	1	7,4	\$ 30.000,00
			Brida inferior pata	AISI 304	1	3,8	\$ 25.000,00
5	TE-02-02	Tapa inferior	Tapa inferior	AISI 304	1	3,1	\$ 15.000,00
			Niple para válvula	AISI 304	1	0,15	\$ 1.900,00
6	TE-02-03	Poliuretano de alta densidad	-	Poliuretano HD-1000	1	14	\$ 64.700,00
7	TE-02-04	Soporte poliuretano derecho	-	AISI 304	1	3,9	\$ 5.200,00
8	TE-02-05	Soporte poliuretano izquierdo	-	AISI 304	1	3,9	\$ 5.200,00
9	TE-02-06	Tapa canal	-	SAE 1010	1	8,5	\$ 15.700,00
10	TE-02-07	Tapa inspección	-	SAE 1010	1	1,5	\$ 4.700,00
11	TE-03-00	Conjunto motriz	-	-	-	-	\$ 7.200,00
12	TE-03-01	Conjunto linterna	Tapa soporte	SAE 1045	1	8,7	\$ 26.200,00
			Brida de acople motoreductor	SAE 1045	1	1,1	
			Nervio	SAE 1045	4	0,2	
13	TE-03-02	Eje	-	SAE 1045	1	4,2	\$ 27.800,00
14	TE-03-03	Caja portarodamientos	-	SAE 1020	1	6,9	\$ 42.800,00
15	TE-03-04	Brida de acople	-	AISI 304	1	1,7	\$ 10.700,00
16	TE-03-05	Tapa principal	-	SAE 1020	1	0,6	\$ 8.800,00
17	TE-03-06	Tapa secundaria	-	SAE 1020	1	0,6	\$ 8.800,00
18	TE-03-07	Buje 48	-	SAE 4140	1	0,85	\$ 3.800,00
19	TE-03-08	Buje 35	-	SAE 4140	1	0,85	\$ 3.800,00
20	TE-04-00	Sistema decantación	-	-	-	-	
21	TE-04-01	Panel trasero	-	AISI 304	1	16	\$ 60.000,00
22	TE-04-02	Panel izquierdo	-	AISI 304	1	25	\$ 108.000,00
23	TE-04-03	Panel derecho	-	AISI 304	1	25	\$ 108.000,00
24	TE-04-04	Tapa primaria	-	SAE 1010	1	13,6	\$ 66.000,00
25	TE-04-05	Tapa secundaria	-	SAE 1010	1	1,7	\$ 27.500,00
26	TE-04-06	Cajón de entrada	-	AISI 304	1	4,6	\$ 60.000,00
27	TE-04-07	Placa deflectora	-	AISI 304	1	0,7	\$ 7.500,00
28	TE-04-08	Tapa inspección	-	SAE 1010	1	3	\$ 16.500,00
29	TE-05-00	Conjunto patas de soporte	-	AISI 304	-	-	
30	TE-05-01	Patatas delanteras	-	SAE 1020	1	18,5	\$ 14.400,00
31	TE-05-02	Suncho primario	-	SAE 1020	1	23	\$ 7.200,00
32	TE-05-03	U para sunchos	-	SAE 1020	2	0,85	\$ 2.400,00
33	TE-05-04	Suncho secundario	-	SAE 1020	1	0,9	\$ 4.800,00
34	TE-05-05	Bieleta	-	SAE 1020	2	0,7	\$ 1.200,00
35	TE-05-06	Eje para suncho primario	-	SAE 1020	1	0,2	\$ 2.150,00

Subtotal

\$ 1.035.050,00

Imagen 73. Tabla de costos general

Elementos estándar				
#	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Helicoide	1	3250 U\$d	\$ 619.125,00
2	Motoreductor	1	2156 U\$d	\$ 410.718,00
3	Árbol central	1	200 U\$d	\$ 38.100,00
4	Rodamiento 30209	1	\$ 4.708,00	\$ 4.708,00
5	Rodamiento 6207	1	\$ 3.277,50	\$ 3.277,50
6	Tuerca de fijación	1	\$ 3.812,50	\$ 3.812,50
7	Arandela de fijación	1	\$ 685,00	\$ 685,00
8	Retén 5869	1	\$ 1.185,00	\$ 1.185,00
9	Retén 8128	1	\$ 1.640,00	\$ 1.640,00
10	Tornillo Allen cabeza cilíndrica M12x30	39	\$ 107,50	\$ 4.192,50
11	Tornillo Allen cabeza cilíndrica M10x30	49	\$ 79,39	\$ 3.890,00
12	Tornillo Allen cabeza cilíndrica M8x25	92	\$ 44,20	\$ 4.066,00
13	Tornillo Allen cabeza cilíndrica M6x16	16	\$ 29,72	\$ 475,50
14	Tornillo Allen cabeza cilíndrica M4x10	8	\$ 9,38	\$ 75,00
15	Tuerca hexagonal M12	4	\$ 20,00	\$ 80,00
16	Tuerca hexagonal M10	90	\$ 29,05	\$ 2.614,50
17	Tuerca hexagonal M8	16	\$ 17,31	\$ 277,00
18	Tuerca mariposa M8	12	\$ 98,96	\$ 1.187,50
19	Manija de 100 mm	4	\$ 900,00	\$ 3.600,00
20	Bisagras	4	\$ 600,00	\$ 2.400,00
Subtotal				\$ 1.106.109,00

Imagen 74. Tabla de costos de elementos estándar.

Una vez obtenido ambos costos procedemos a sumarlos y para mantener una referencia se hace el cambio al precio dólar oficial al día de la fecha.

Subtotal de piezas fabricadas	\$ 1.035.050,00
Subtotal de elementos estándar	\$ 1.106.109,00
Costo total	\$ 2.141.159,00
Precio dólar [1U\$d=\$190,50]	\$ 11.239,68

Imagen 75. Costo total del equipo y su precio dolarizado.

4.4.1 Optimización en el uso de las chapas.

En este punto, se decidió hacer un análisis con respecto a todas las piezas que van a realizarse en chapa para tener el mayor, aprovechamiento posible de la misma.

Las chapas que se utilizaron son las siguientes:

- Chapa AISI 304; 3000 x 1500 x 3 (dos unidades).
- Chapa AISI 304; 2500 x 1250 x 3 (una unidad).
- Chapa SAE 1010; 2400 x 1250 x 2,5 (una unidad).

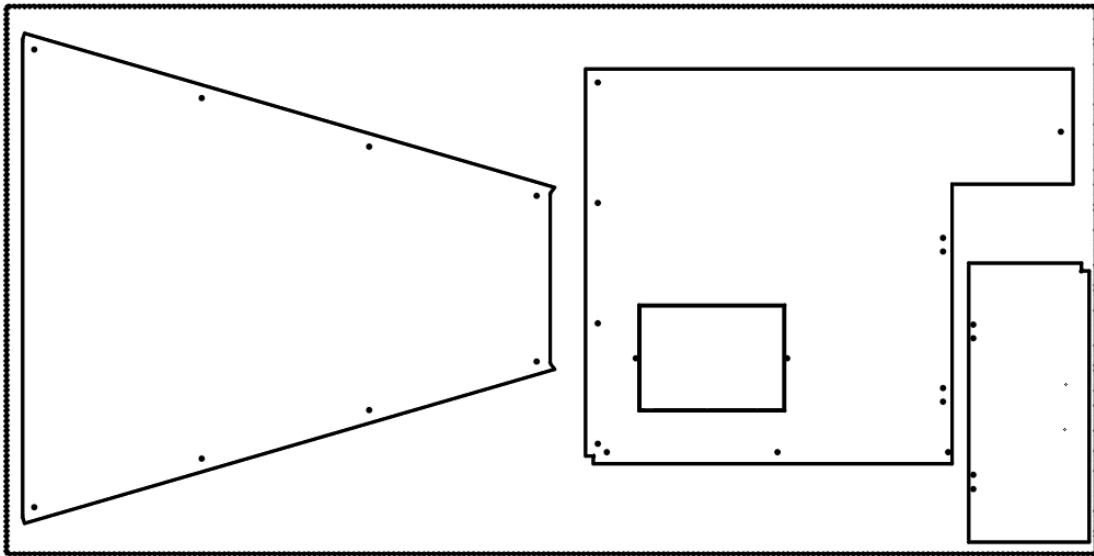


Imagen 76. Chapa SAE 1010 (2400 x 1250 x 2,5)

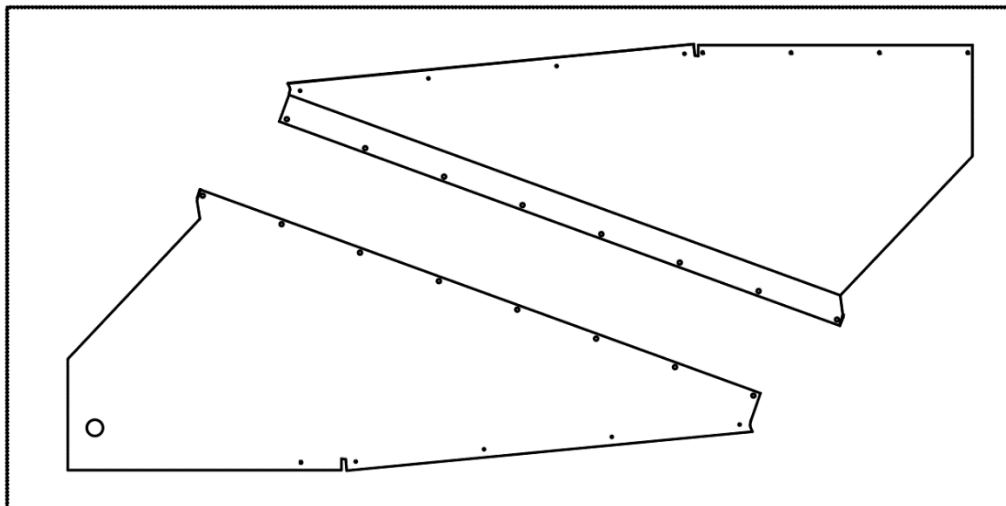


Imagen 77. Chapa AISI 304. (3000 x 1500 x 3)

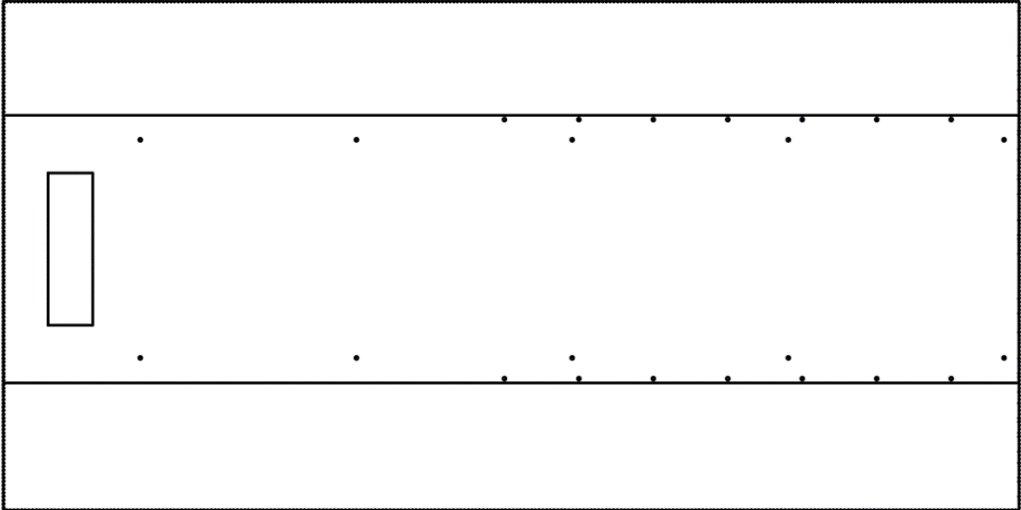


Imagen 78. Chapa AISI 304. (3000 x 1500 x 3)

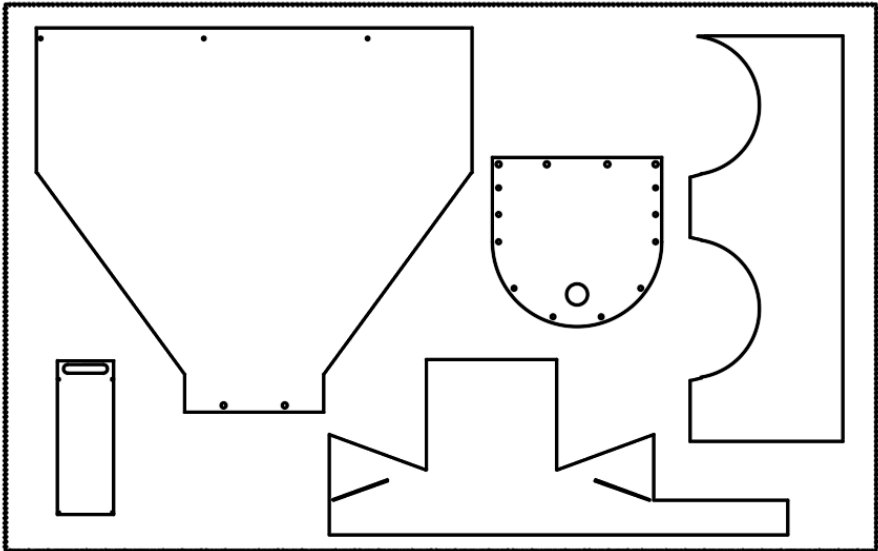


Imagen 79. Chapa AISI 304. (2500 x 1250 x 3)

5. Conclusión.

Con la finalización de este proyecto se logró resolver los problemas que fueron expuestos por los operarios de la fábrica y a su vez a medida que se fue avanzando en el mismo, se detectaron otras fallencias las cuales fueron solucionadas, logrando un equipo más eficiente y así pudiendo cumplir los objetivos propuestos.

Con respecto a los fundamentos teóricos: fue necesario recurrir a bibliografías específicas, que trataran temas puntuales como principios de funcionamiento de la máquina, dimensionamiento, resistencia de elementos mecánicos, sistema de decantación, comportamiento de la sustancia que se trató y transporte de la misma, etc.

A su vez nos permitió involucrando en la industria de una manera profesional logrando diálogos tanto con los encargados de la planta como los operarios, prestando atención a los problemas que nos explicaban; brindándole una solución sencilla y eficiente.

A la hora de consultar a los distintos proveedores, no solo obtuvimos datos económicos sino también técnico, los cuales nos validaron los resultados antes obtenidos.

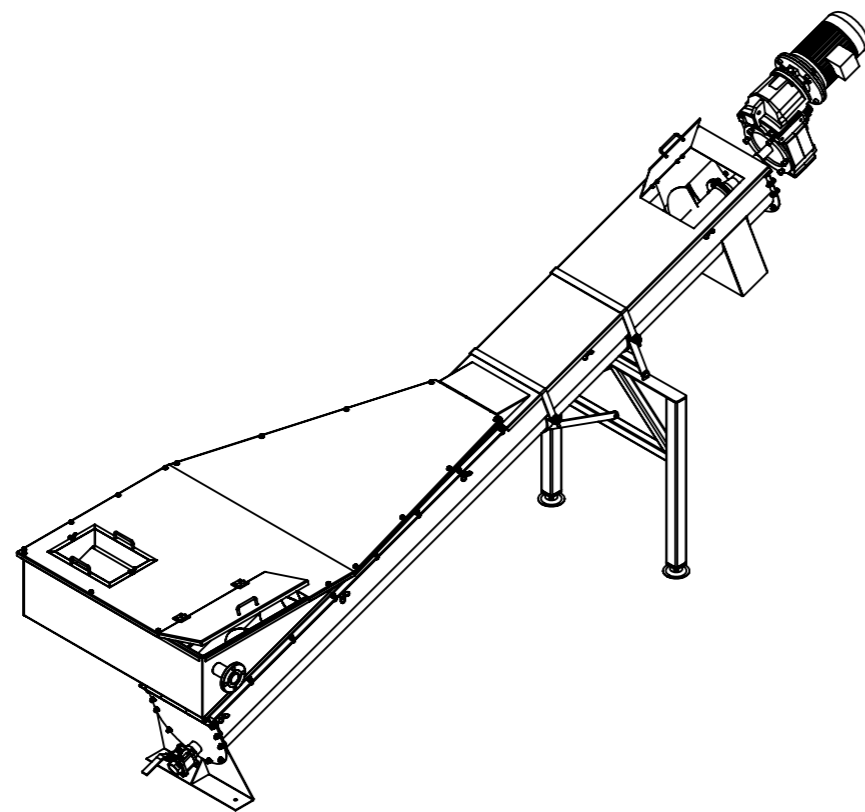
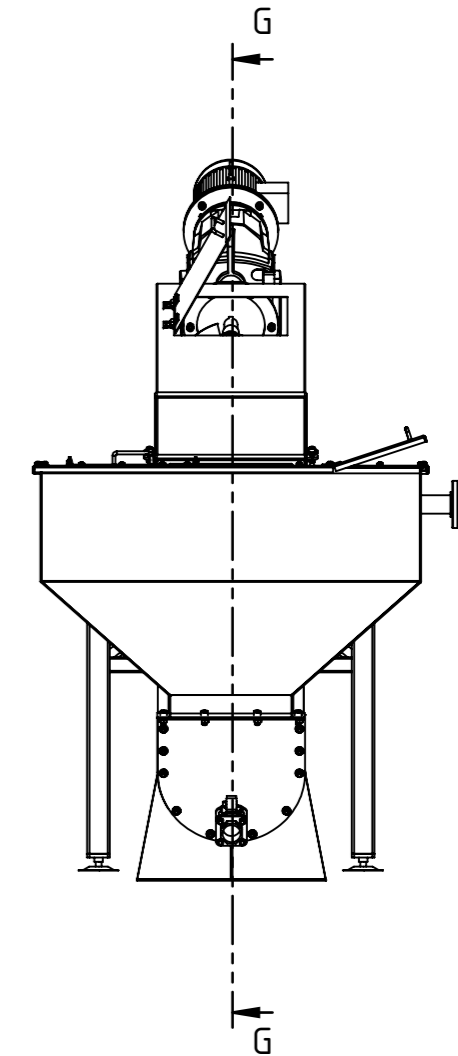
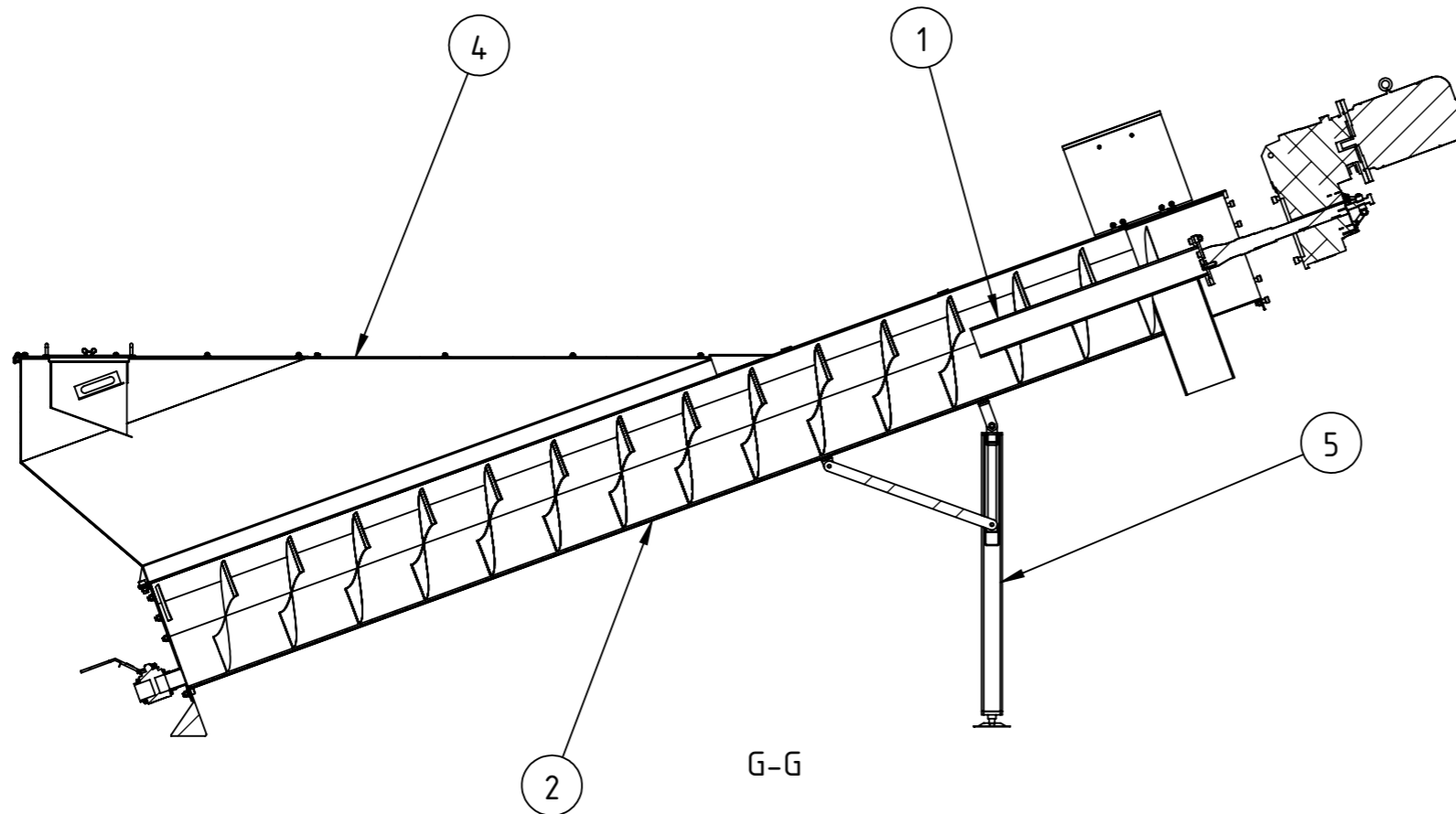
Debido a que nuestro equipo posee una cierta cantidad de piezas realizadas en chapa plegadas, nos vimos ante la necesidad de relacionarnos con un taller metalúrgico, lo cual nos brindó ciertos consejos prácticos para facilitar la operación.

6. Bibliografías.


- Manual de manejo de materiales. Martin-CEMA.
(https://es.martinsprocket.com/docs//catalogs/material%20handling/1_manejo%20de%20materiales/seccion%20h.pdf).
- Catálogo BEGA helicoidales.
- Guía de desarenadores y sedimentadores.

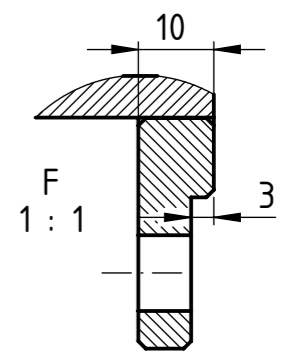
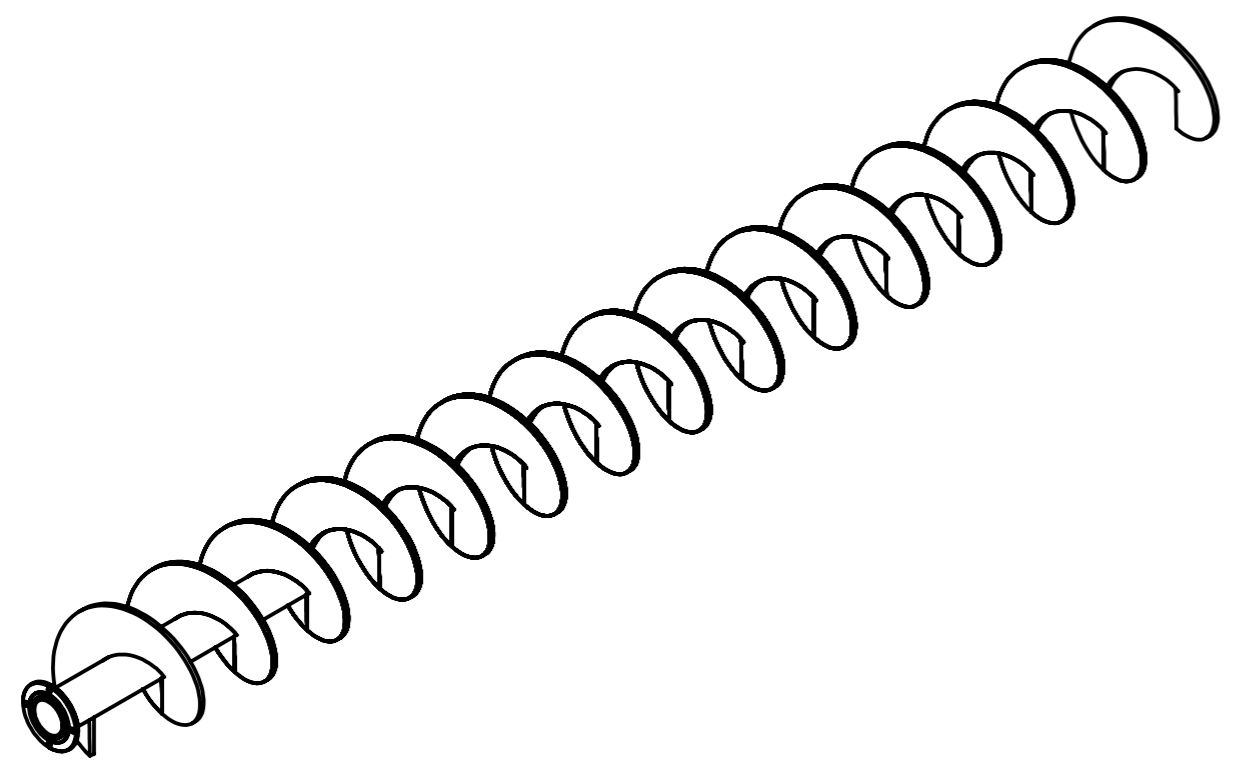
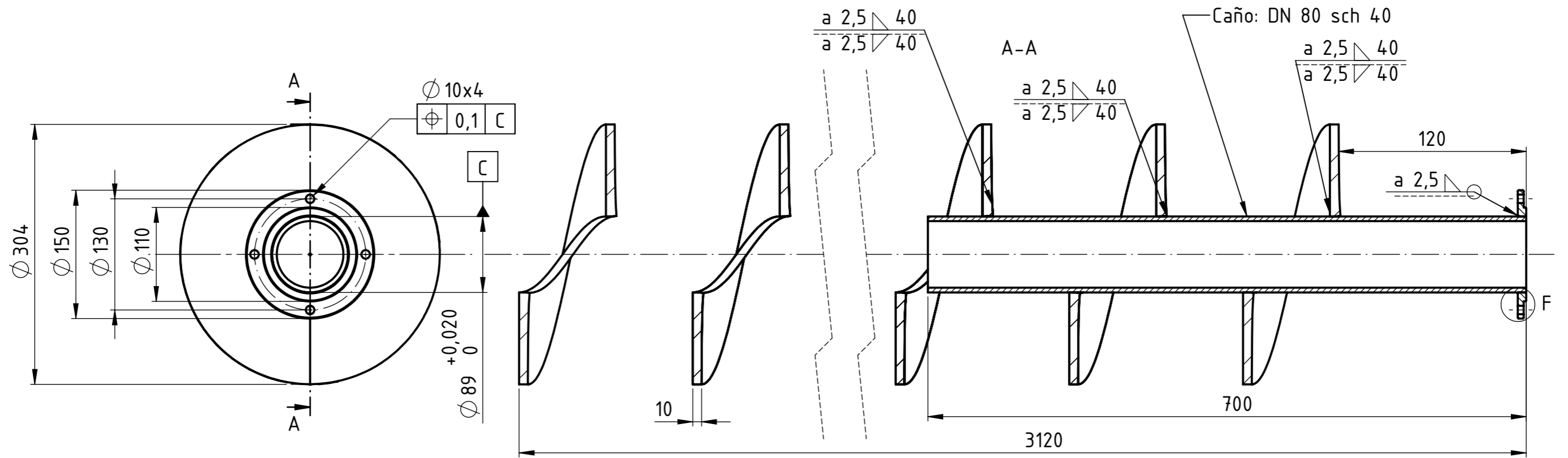
Diseño y construcción del transportador de tornillo sinfin para materiales al granel.
Tesis de grado.
- Decantación y flotación.
<http://www.elaguapotable.com/decantacion.htm#:~:text=DECANTACION%20%2D%20FLOTACION&text=Siguiendo%20la%20ley%20de%20Stokes,el%20tiempo%20ser%20C3%ADa%202%20horas>
- V.M. Faires. Diseño de elementos de máquinas. Barcelona: Montaner y Simón.
- A.L. Casillas (2008) Máquinas - Cálculos de taller. Madrid: Editor-Autor.
- Datos históricos de la papelera ITAPE S.A.

7. Anexo.



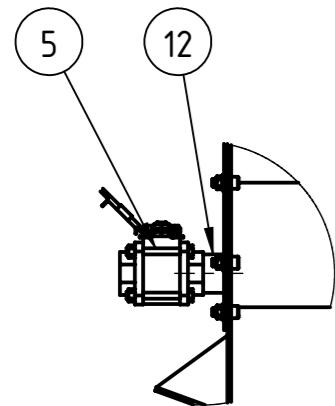
5	Conjunto soporte	TE-05-00
4	Sistema de decantación	TE-04-00
3	Conjunto motriz	TE-03-00
2	Conjunto canal	TE-02-00
1	Conjunto helicoidal	TE-01-00
ITEM	NOMBRE	Nº DE PLANOS

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A. Beltrame L.			
	Aprobo				Material:	
	Escala: 1:10	ENSAMBLAJE GENERAL			PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Nº Plano: TE-00-00				Pag.	
Formato: A3						

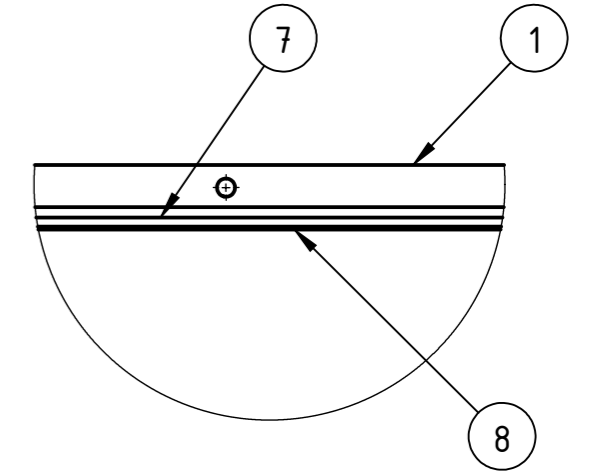
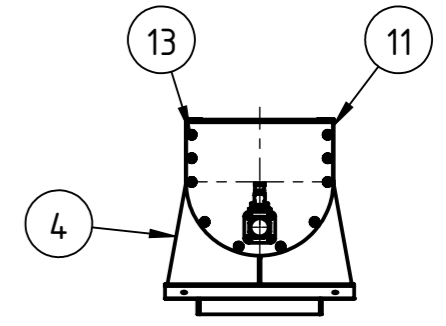
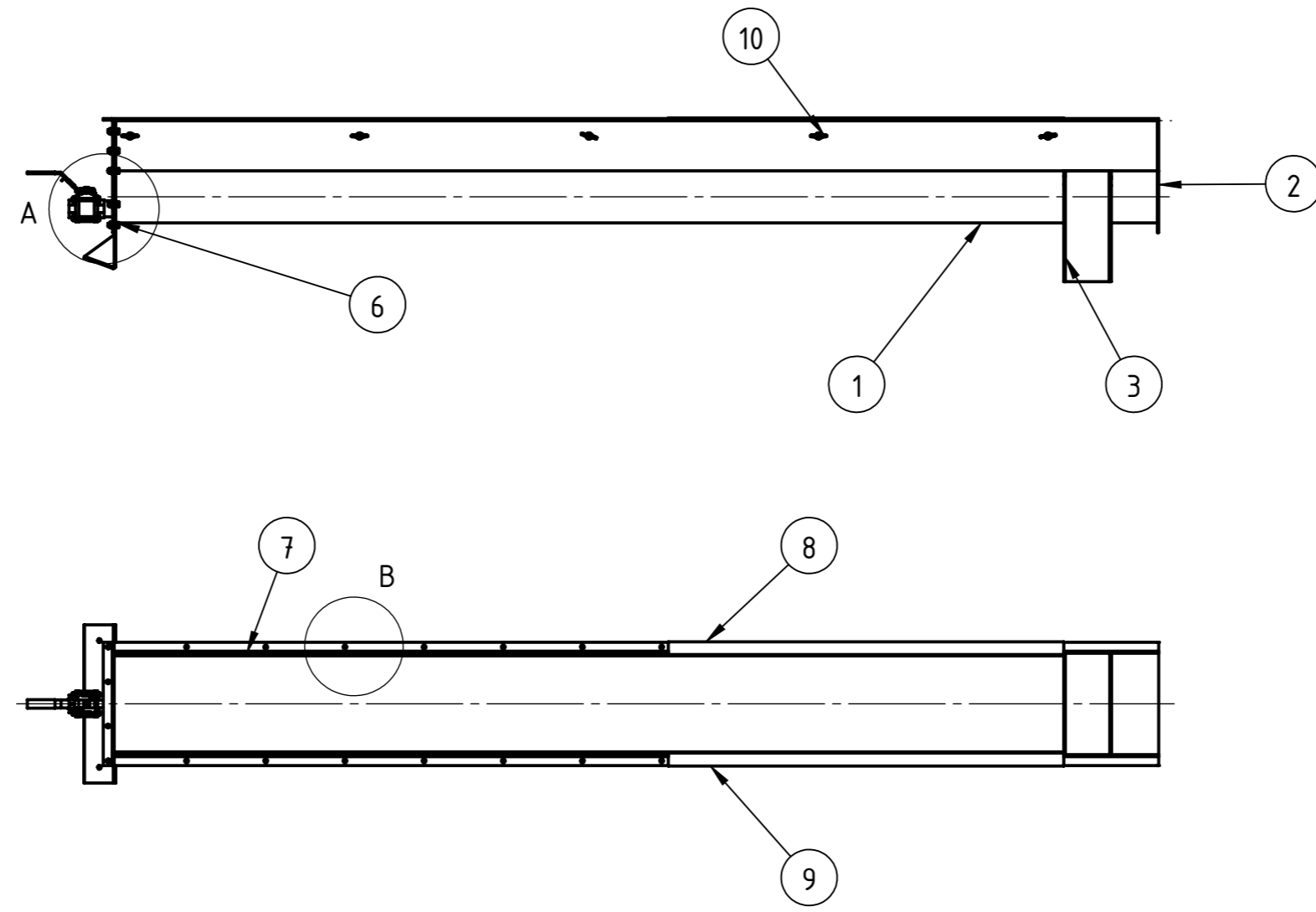


NOTA: Chaflanes no acotados: 1x45°.

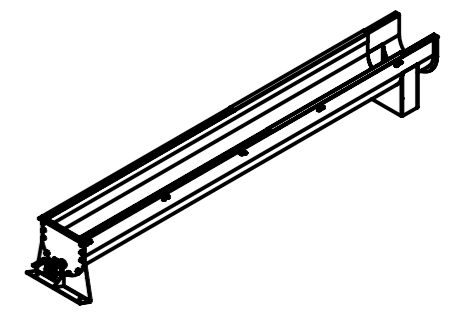
Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A.			
	Aprobo				Material: AISI 304	
	Escala: 1:5	CONJUNTO HELICOIDAL			PROYECTO FINAL DE CARRERA	
Formato: A3	N° Plano: TE-01-00				Pag.	



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

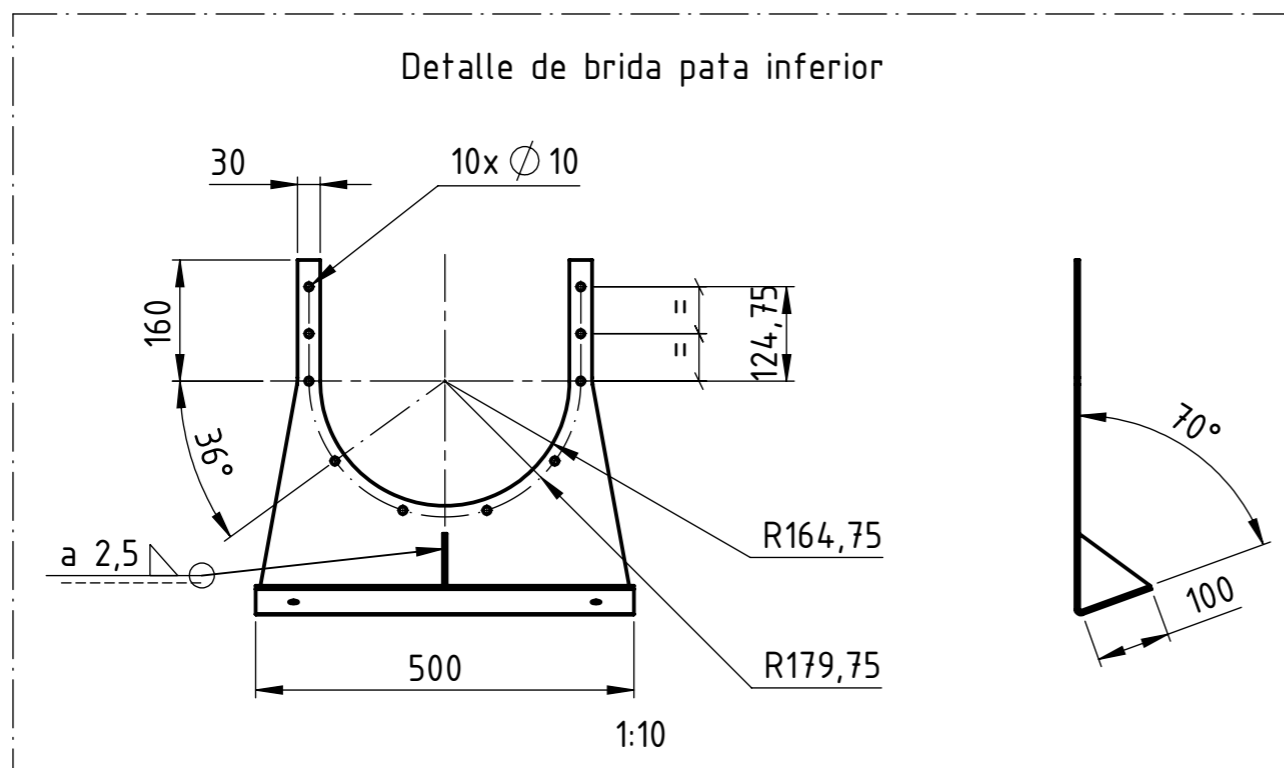
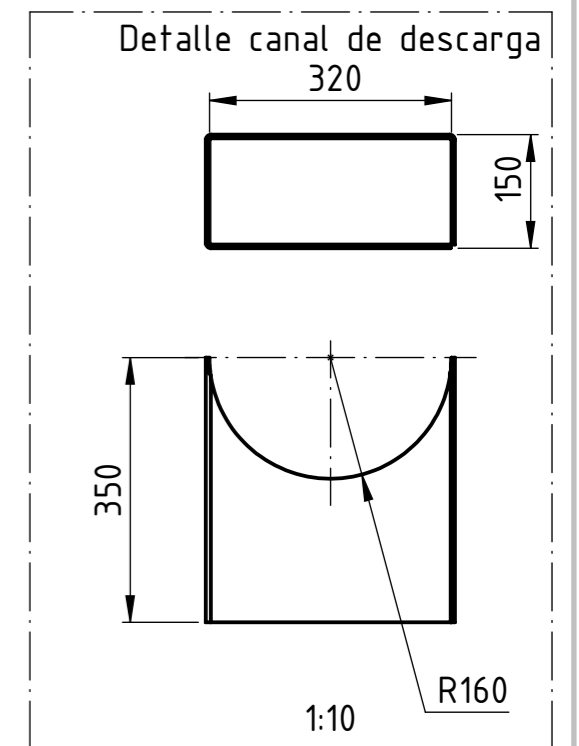
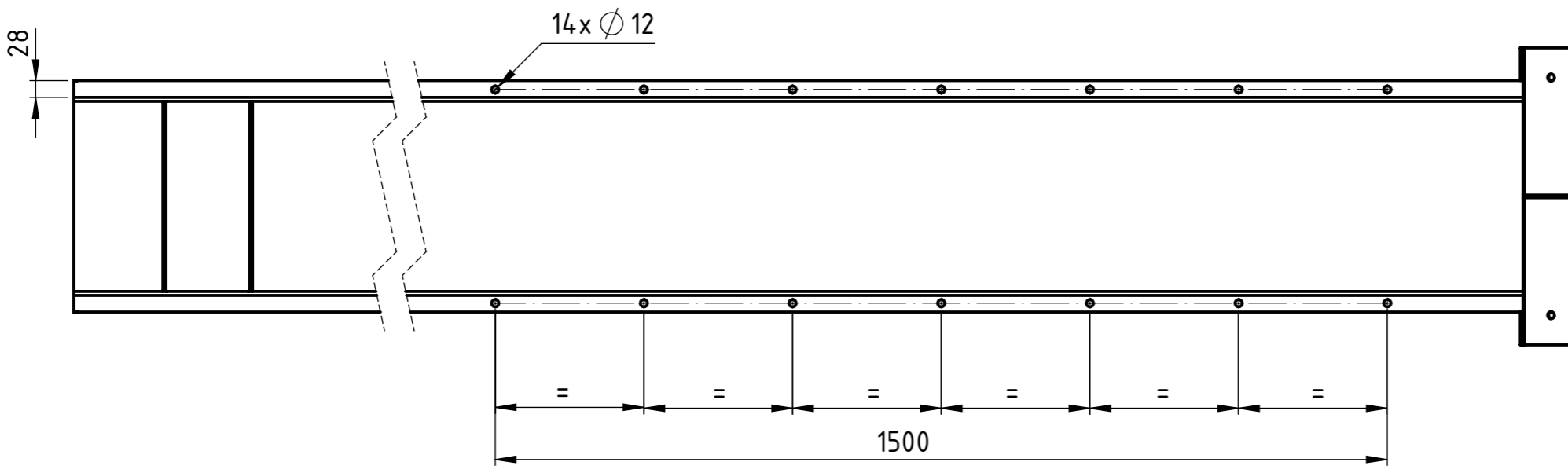
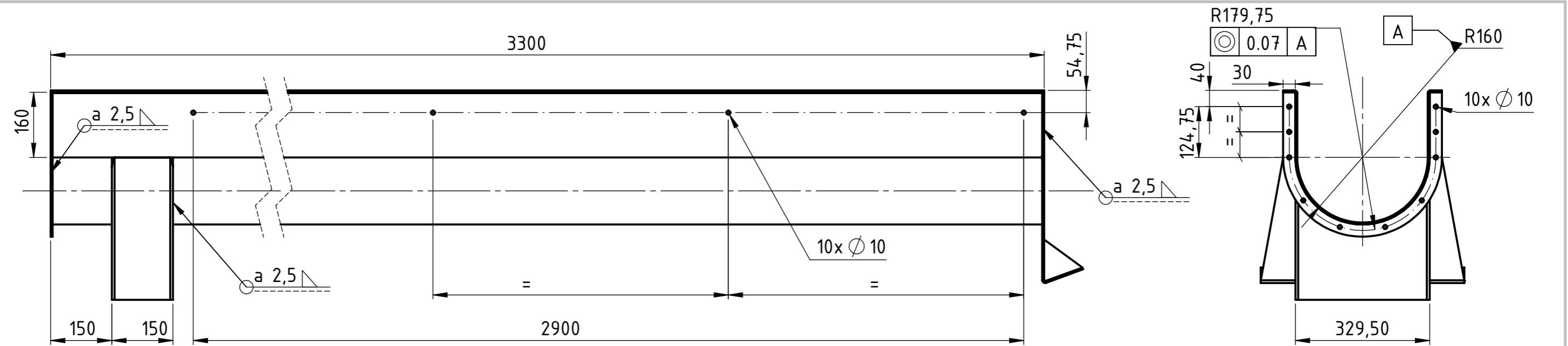


DETALLE B
ESCALA 1 : 5



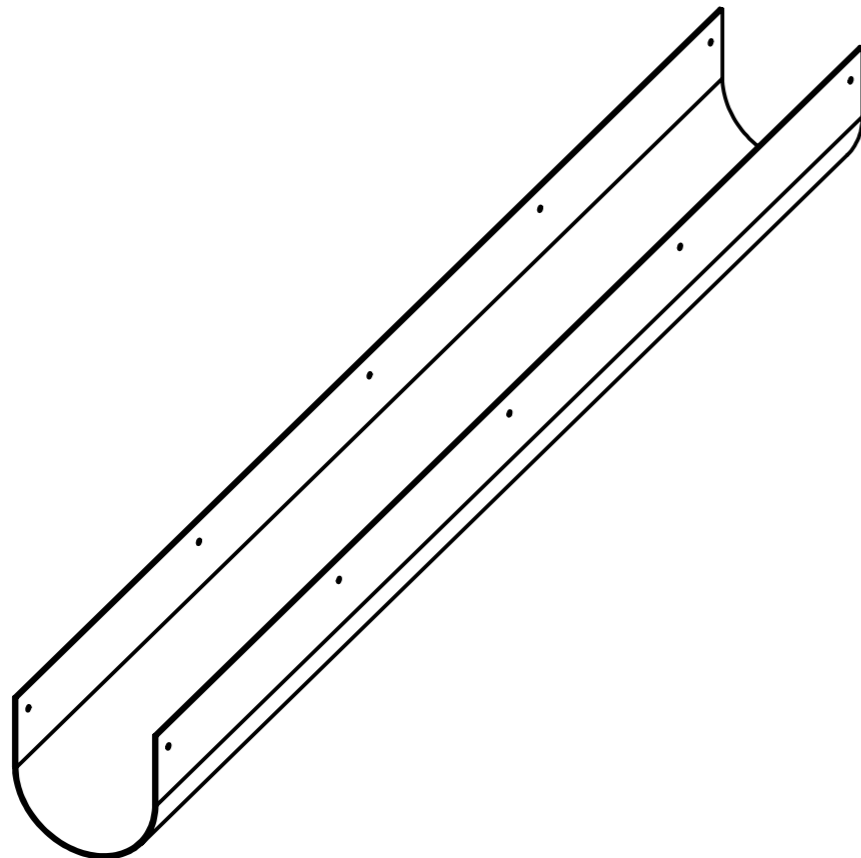
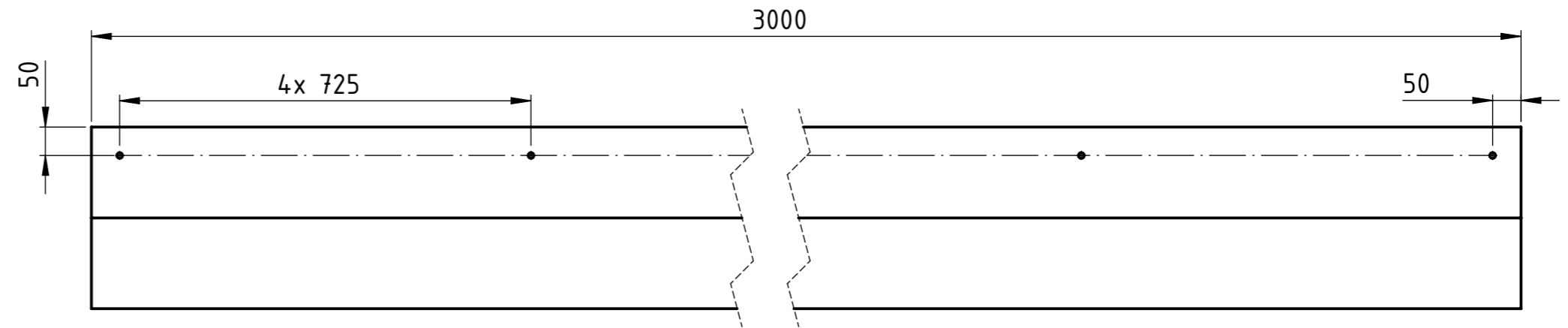
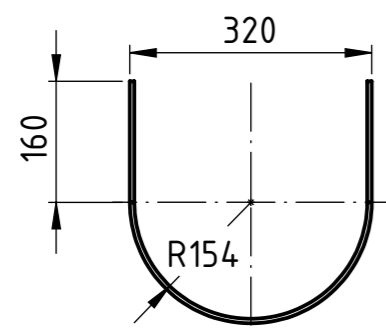
13	Tuerca hexagonal M10	-	-	10
12	Niple para valvula 1,5"	TE-02-02	AISI 304	1
11	Tapa inferior canal	TE-02-02	AISI 304	1
10	Tuerca mariposa M10	-	-	10
9	SopORTE polietileno derecho	TE-02-05	AISI 304	1
8	SopORTE polietileno izquierdo	TE-02-04	AISI 304	1
7	Polietileno de alta densidad	TE-02-03	Polietileno HD-1000	1
6	tornillo cabeza allen M10x25	-	-	10
5	Valvula de limpieza 1,5"	-	-	1
4	Brida inferior pata	TE-02-01	AISI 304	1
3	Canal descarga arena	TE-02-01	AISI 304	1
2	Brida superior canal	TE-02-01	AISI 304	1
1	Canal	TE-02-01	AISI 304	1
ITEM	NOMBRE	N° DE PLANO	MATERIAL	CANT.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre Beltrame L.	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso				Material:	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:20	CONJUNTO CANAL			N° Plano: TE-02-00	Pag.
Formato: A3						



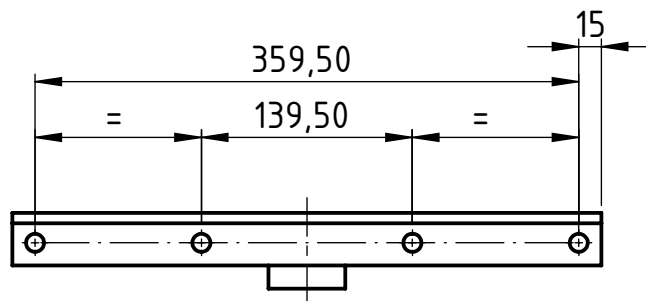
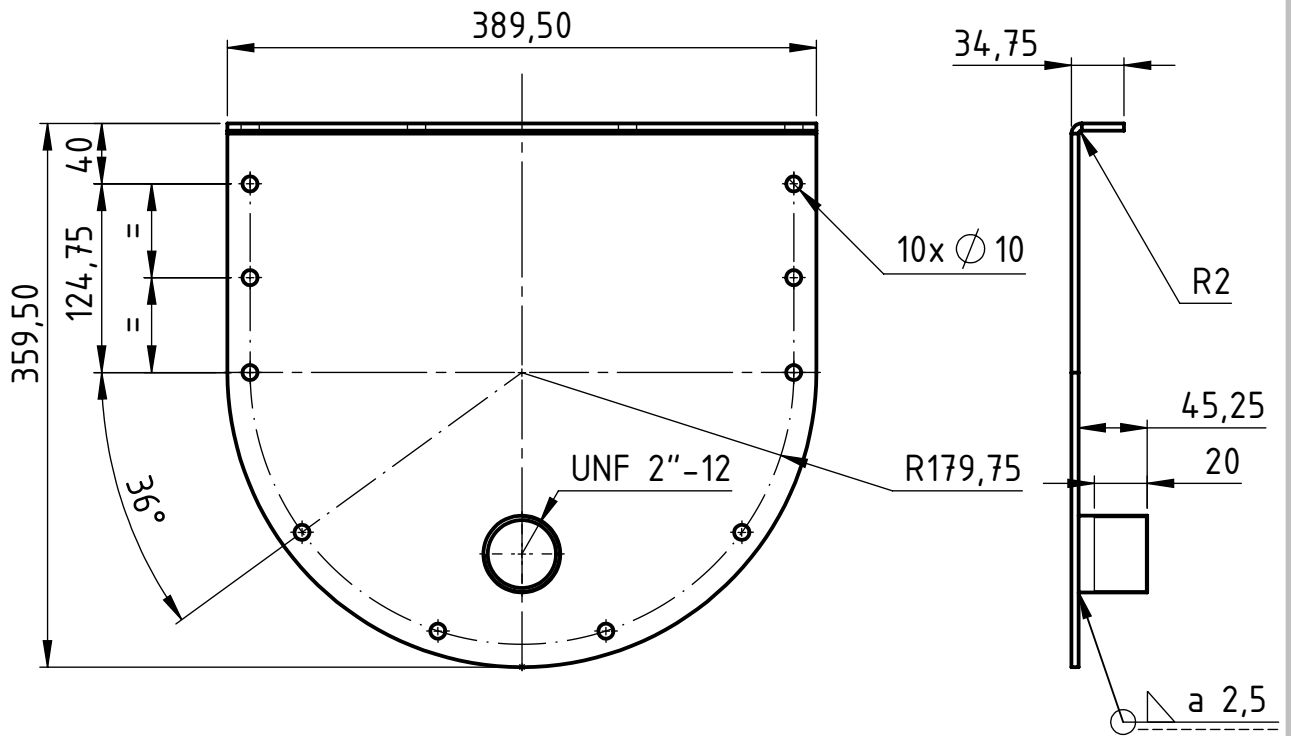
Nota:
 Radios no acotados R=2 mm
 Espesor de chapa: 3/16"

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre Beltrame L.	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso					
	Aprobo				Material: AISI 304	
	Escala: 1:20	CANAL				PROYECTO FINAL DE CARRERA
Formato: A3	N° Plano: TE-02-01				Pag.	



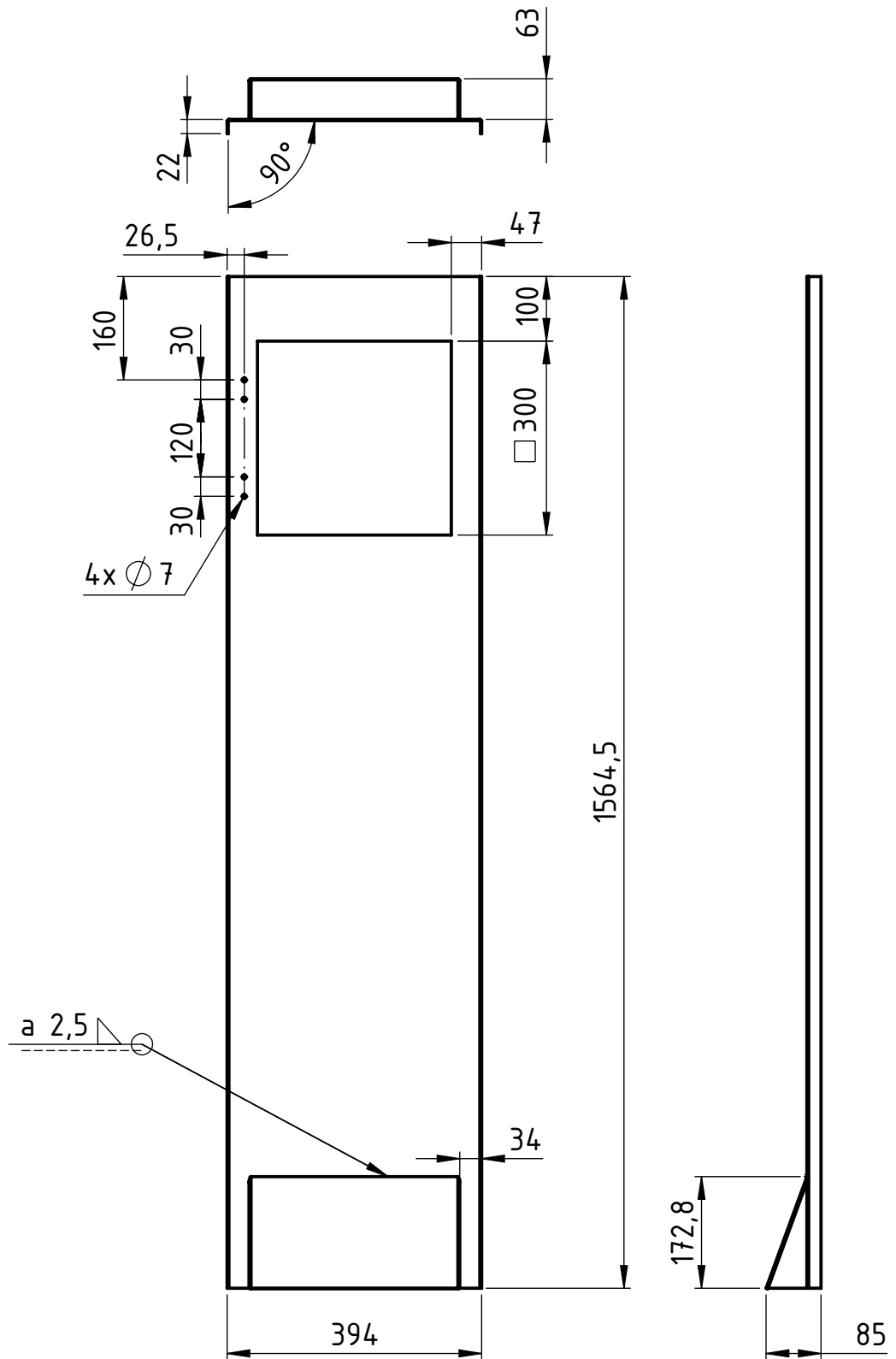
NOTA: Espesor de 6 mm.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE
	Reviso		Beltrame L.		
	Aprobo				Material: Polietileno HD-1000
	Escala: 1:10	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD		PROYECTO FINAL DE CARRERA	
Formato: A3			N° Plano: TE-02-02	Pag.	



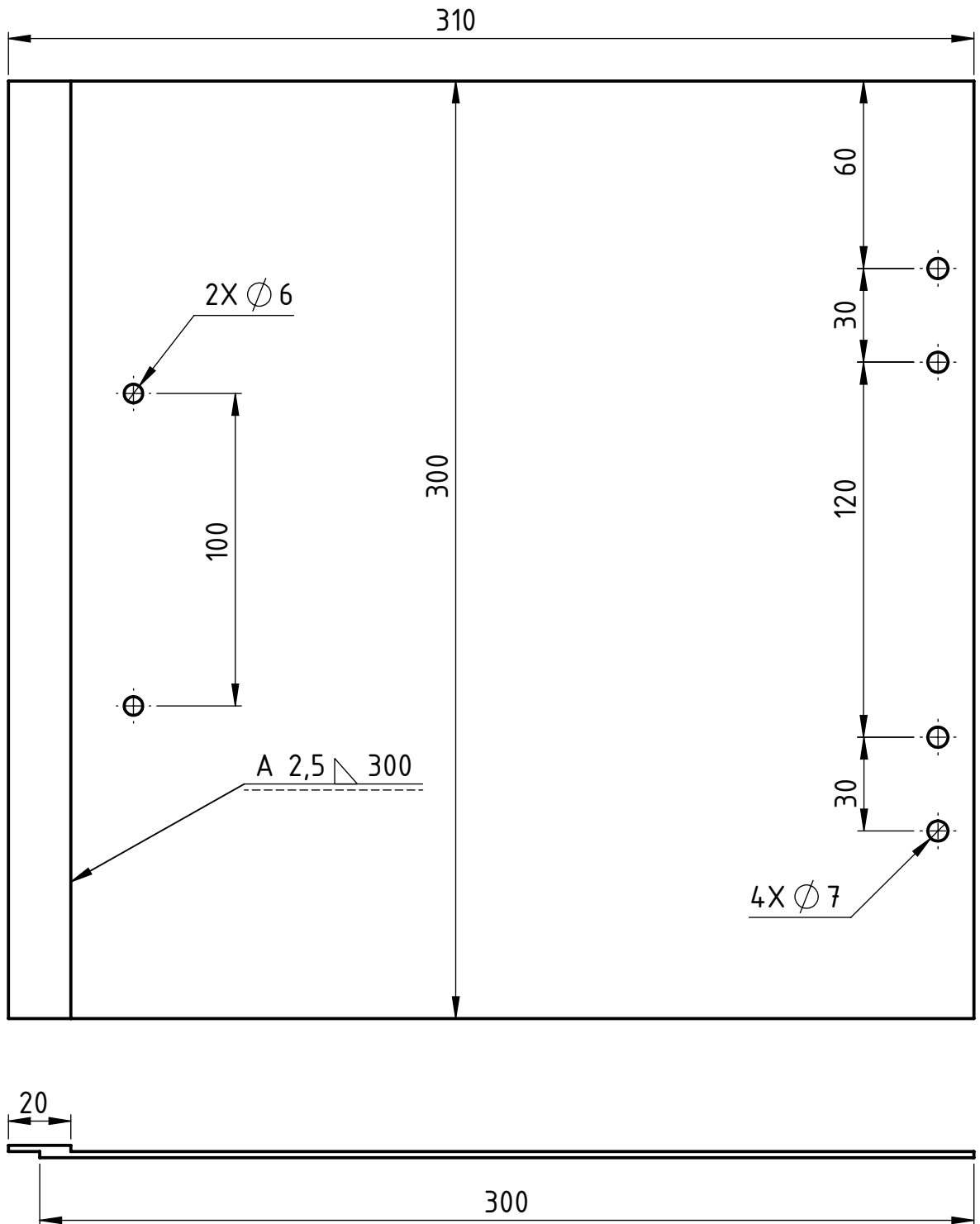
Nota: Espesor de chapa 3 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Beltrame L.		Material: AISI 304	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:5	<i>TAPA INFERIOR</i>			N° de Plano: TE-02-03	
	Formato: A4				Pag.	



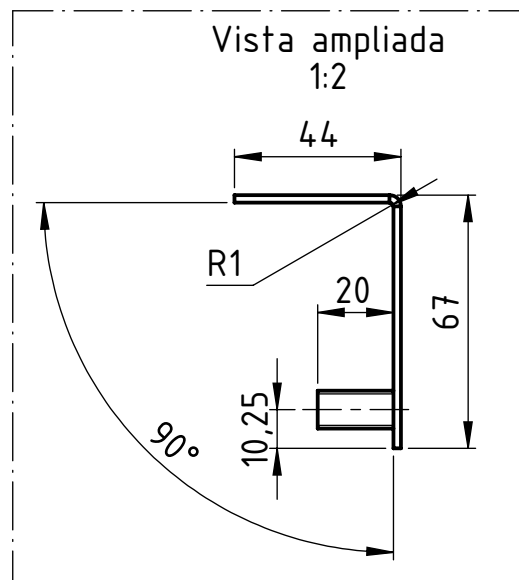
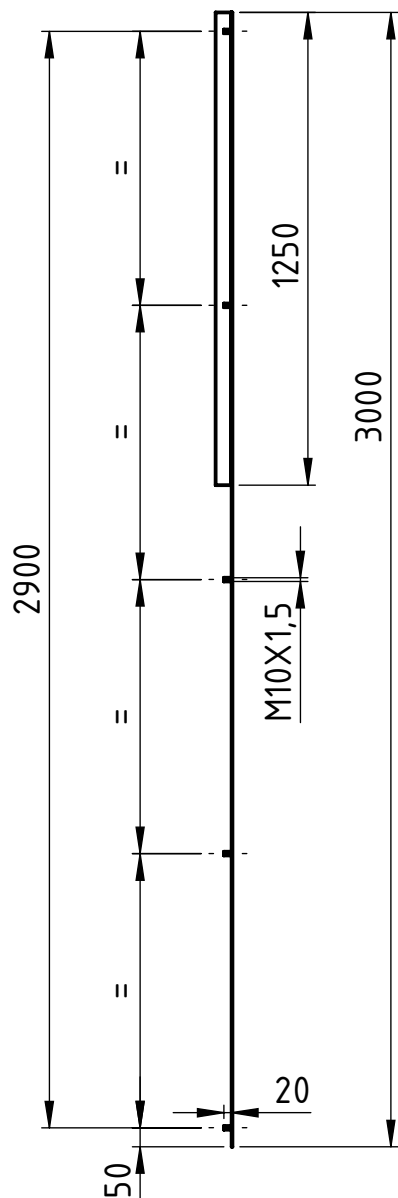
Nota: Espesor de chapa 2,5 mm
 Radios no acotados R2 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Beltrame L.		Material: SAE 1010	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:5	TAPA CANAL			N° de Plano: TE-02-06	
	Formato: A4				Pag.	



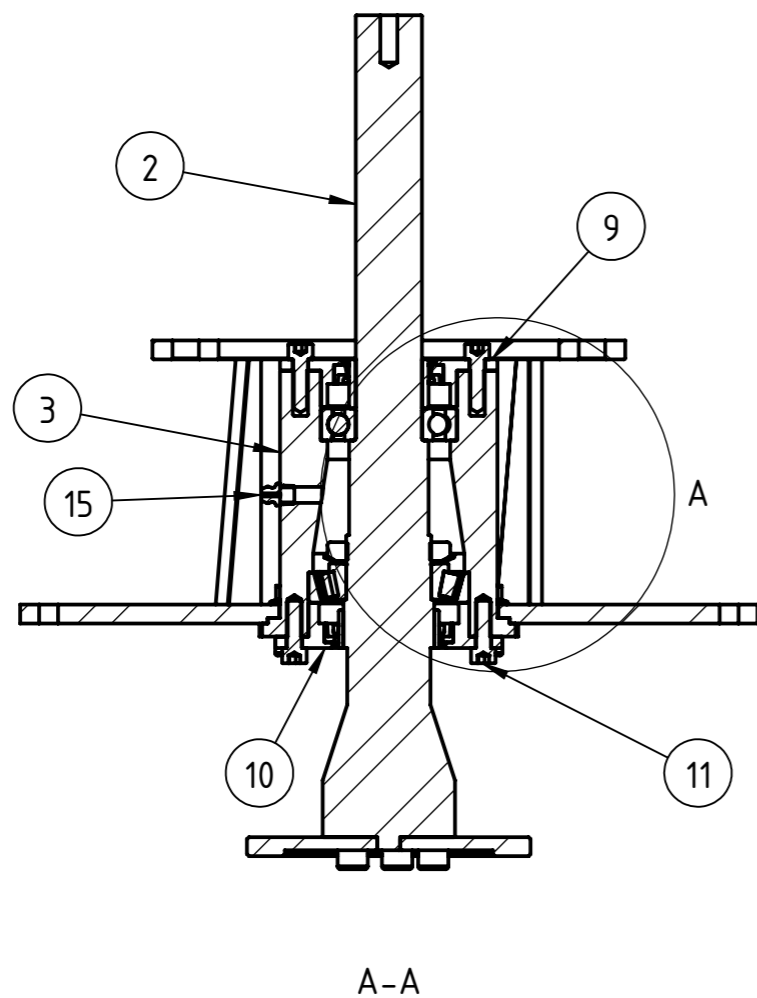
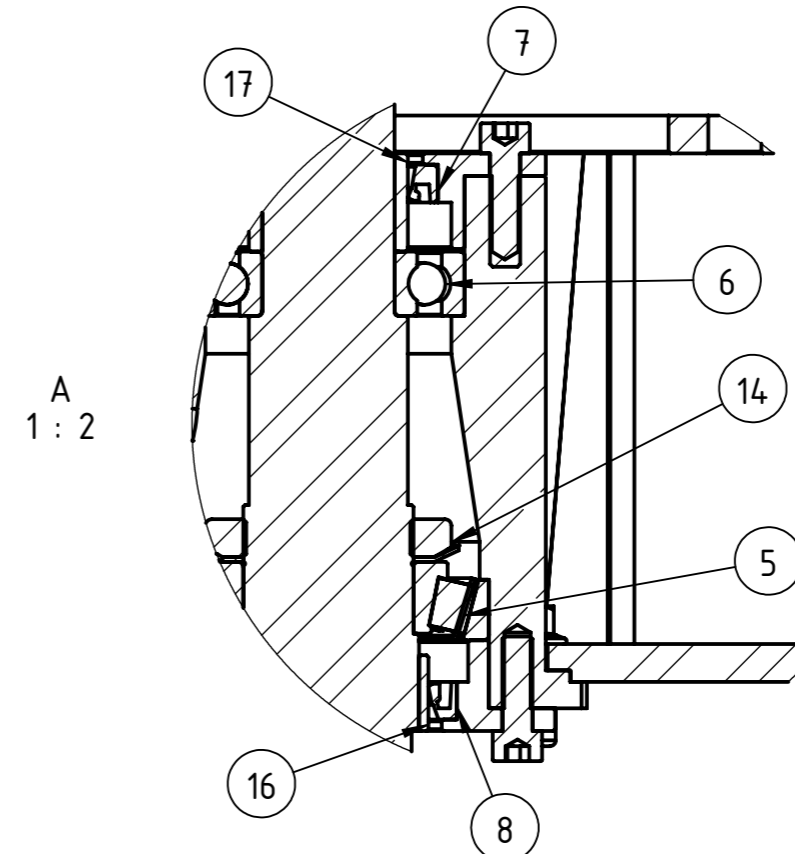
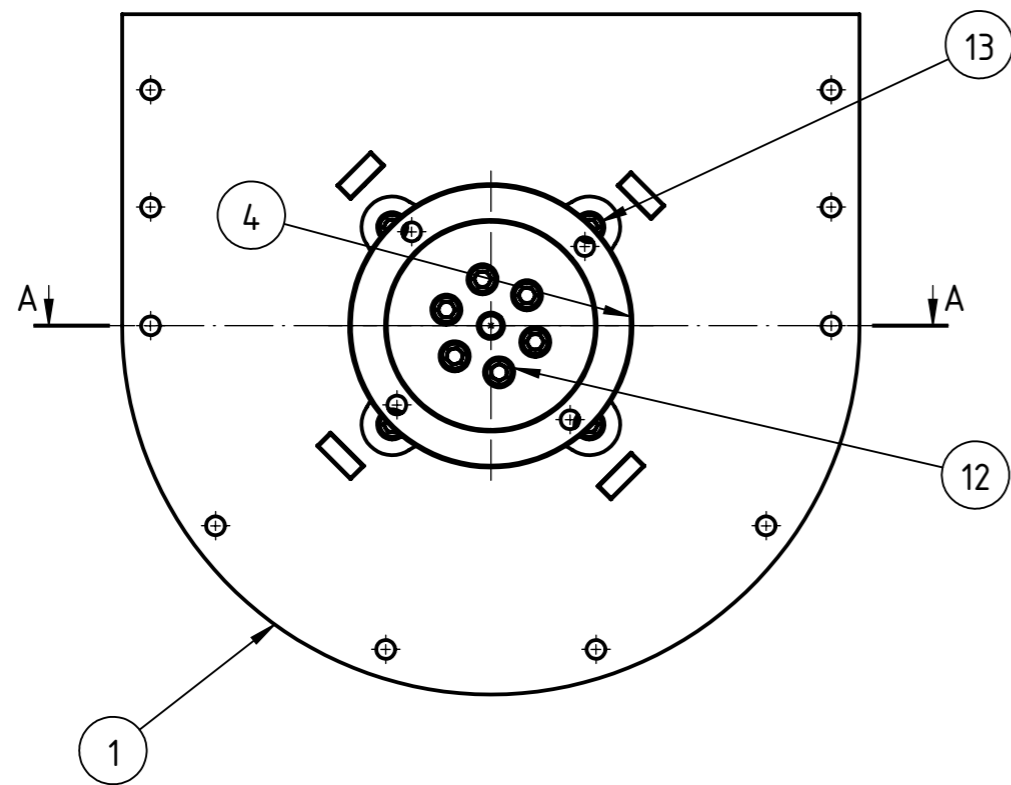
Nota: Espesor de chapa 2,5 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A.		Material: SAE 1010	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:2	<i>TAPA INSPECCIÓN</i>			N° de Plano: TE-02-07	
	Formato: A4				Pag.	



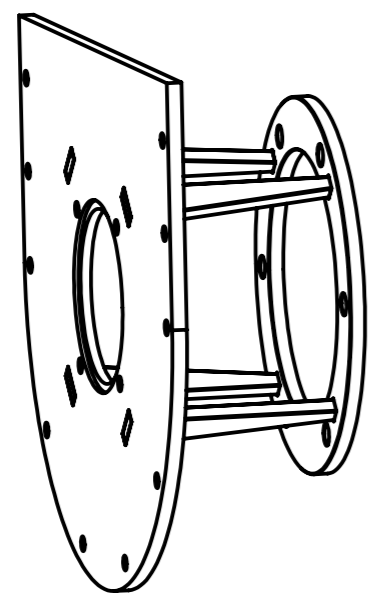
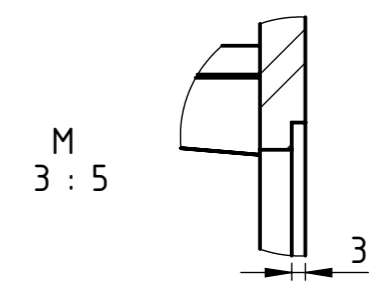
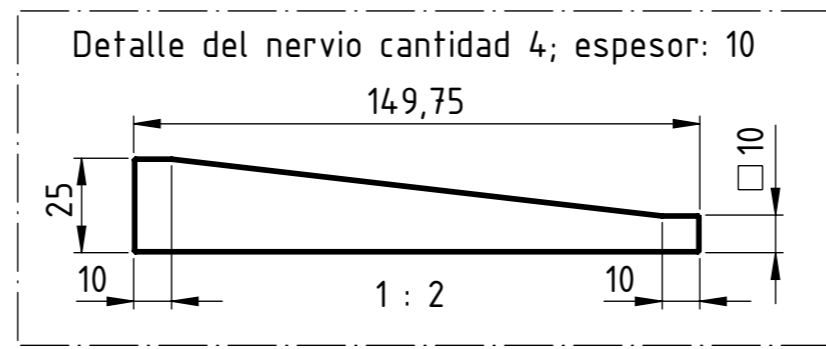
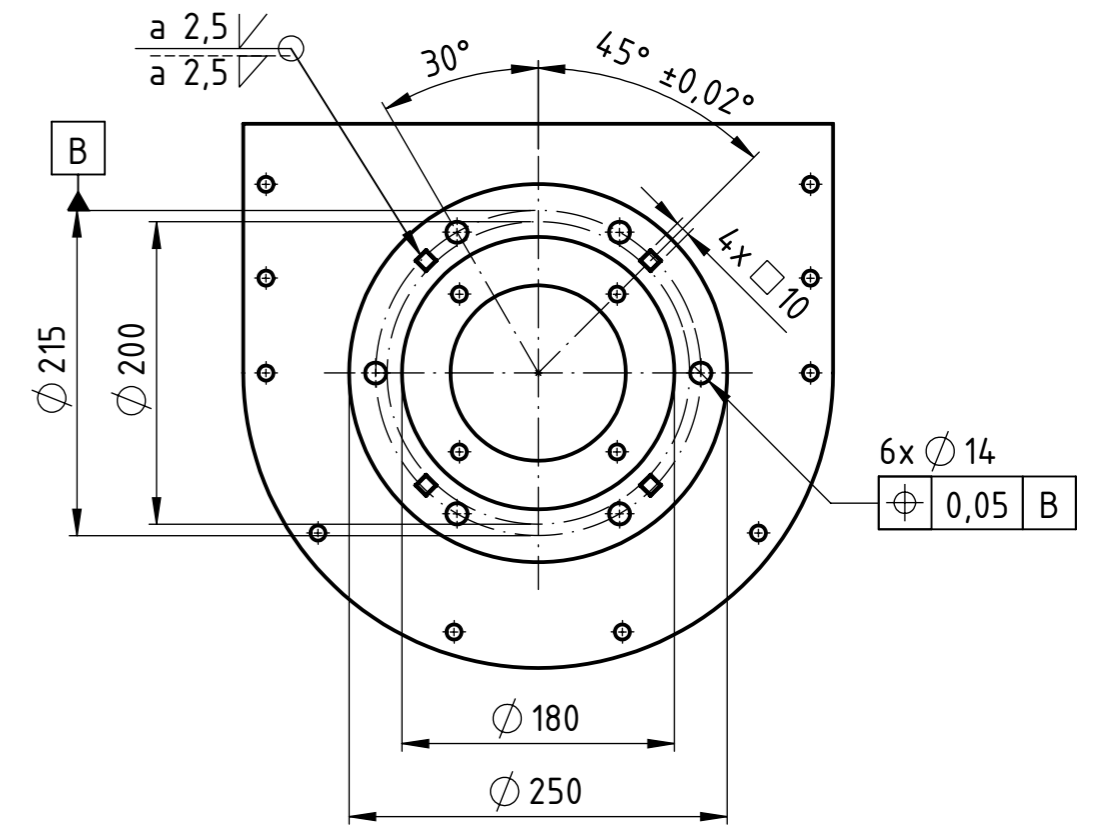
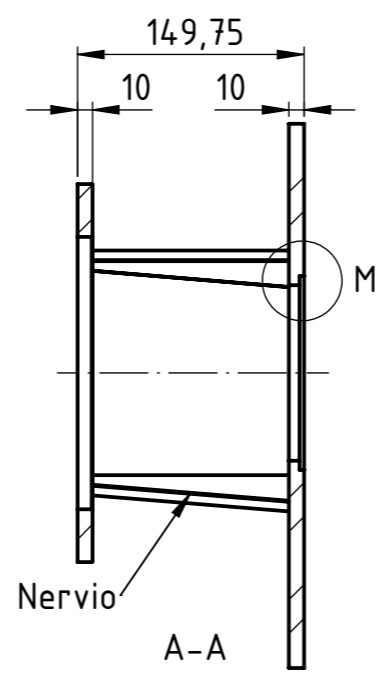
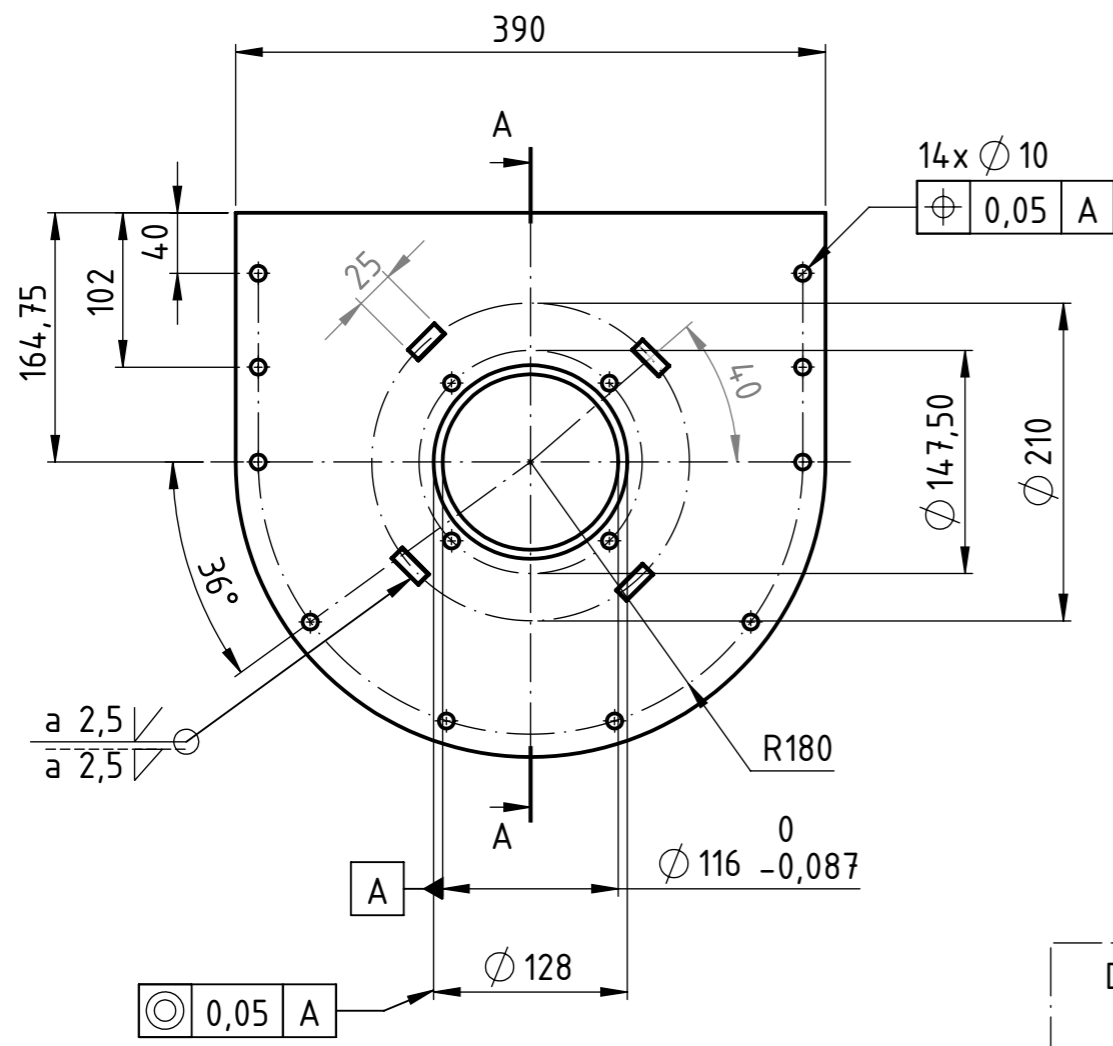
Nota: Espesor de chapa 3 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m		Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo		Beltrame L		Material: AISI 304	
	Reviso					
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:20	<i>SOPORTES POLIETILENO</i>				
Formato: A4						



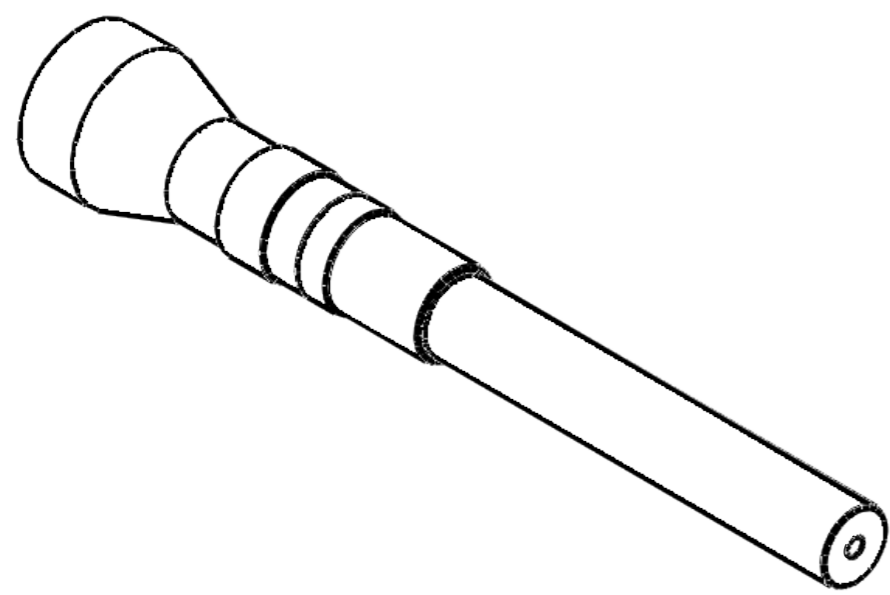
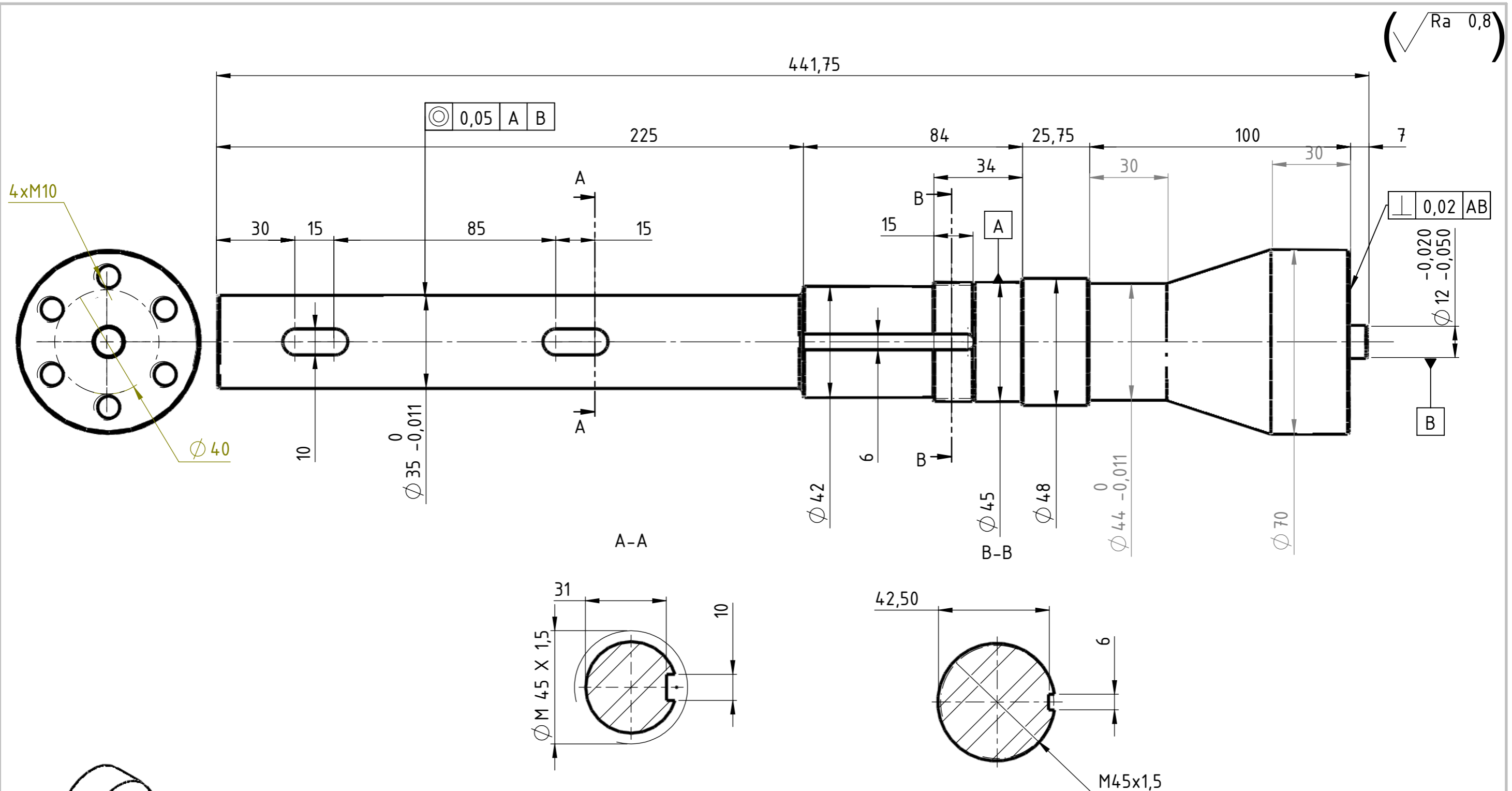
17	Buje 35	TE-03-08	SAE 4140	1
16	Buje 48	TE-03-07	SAE 4140	1
15	Alemite recto M10	-		1
14	Tuerca KM y arandela de seguridad	-		1
13	Tornillos Allen cabeza cilíndrica M10x30	-		4
12	Tornillos Allen cabeza cilíndrica M10x30	-		6
11	Tornillos Allen cabeza cilíndrica M8x20	-		8
10	Tapa principal	TE-03-06	SAE 1020	1
9	Tapa secundaria	TE-03-05	SAE 1020	1
8	Retén Lz 53x68x10	-		1
7	Retén Lz 42x58x10	-		1
6	Rodamiento 6207	-		1
5	Rodamiento 30209	-		1
4	Brida de acople	TE-03-04	AISI 304	1
3	Caja portarodamientos	TE-03-03	SAE 1020	1
2	Eje	TE-03-02	SAE 1045	1
1	Conjunto linterna	TE-03-01	SAE 1045	1
ITEM	NOMBRE	N° DE PLANO	MATERIAL	CANT.

Tolerancias generales: según norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	
	Reviso		Leston A.		
	Aprobo				
	Escala: 1:4				
				CONJUNTO MOTRIZ	Material: PROYECTO FINAL DE CARRERA
	Formato: A3				N° Plano: TE-03-00 Pag.



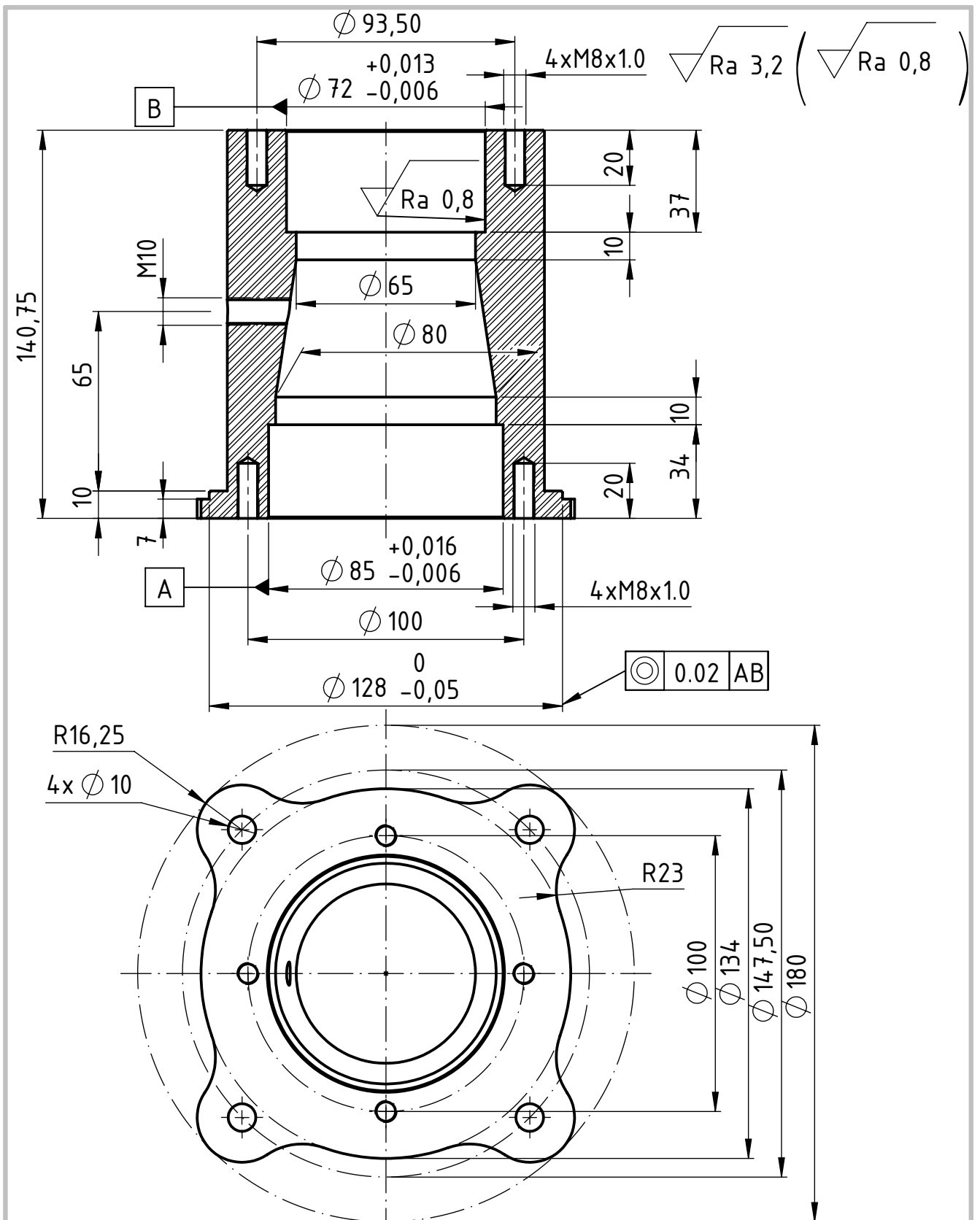
NOTA: Chaflanes no acotados 1x45°

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A.			
	Aprobo				Material: SAE 1045	
	Escala: 5:1	CONJUNTO LINTERNA			PROYECTO FINAL DE CARRERA	
Formato: A3	N° Plano: TE-03-01					



NOTA: Eliminar rebabas y cantos vivos

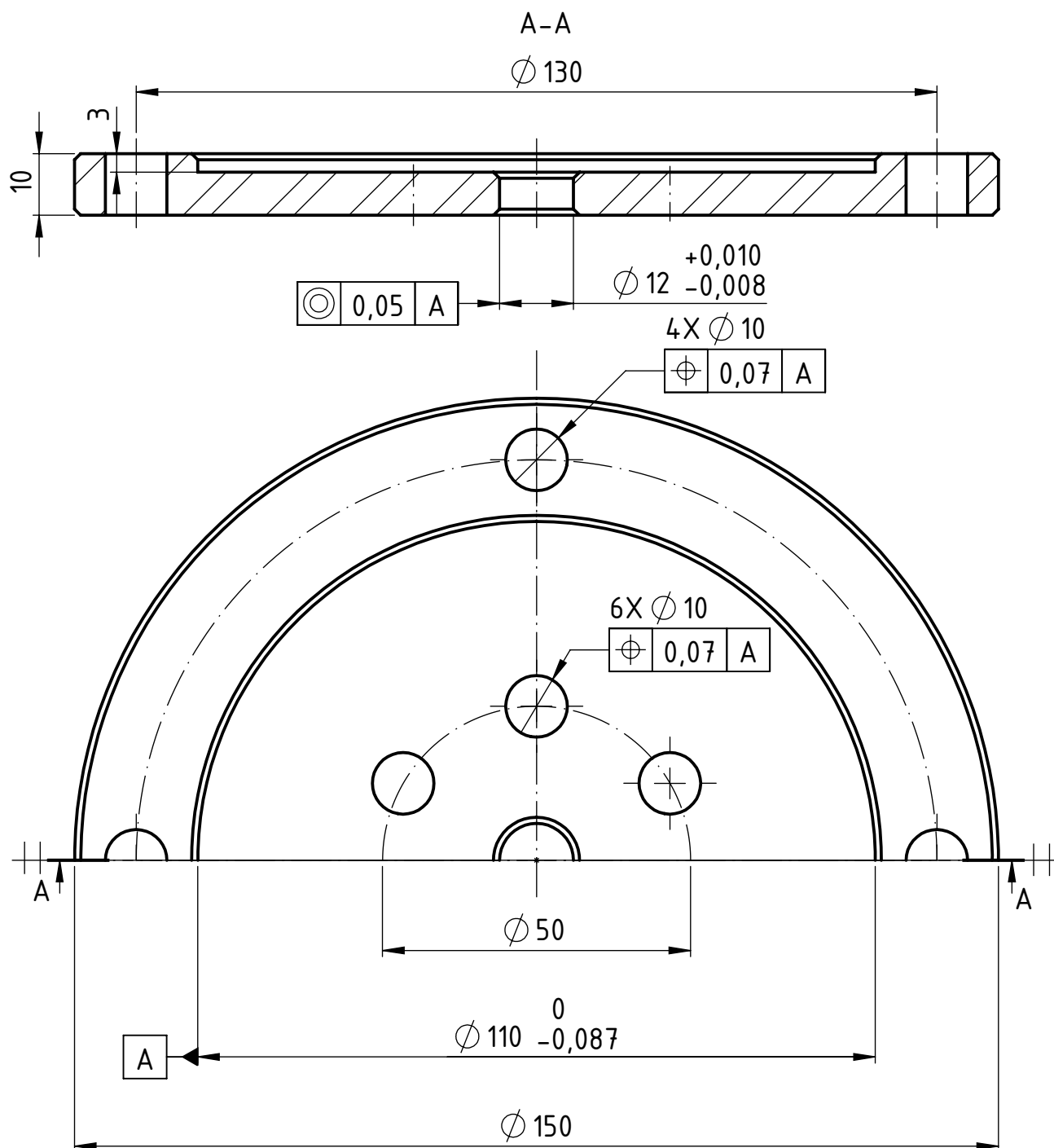
Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE
	Reviso		Beltrame L.		
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA
	Escala: 1:1,5	EJE			N° Plano: TE-03-02
Formato: A3					



Chaflandes no acotados: 1x45°

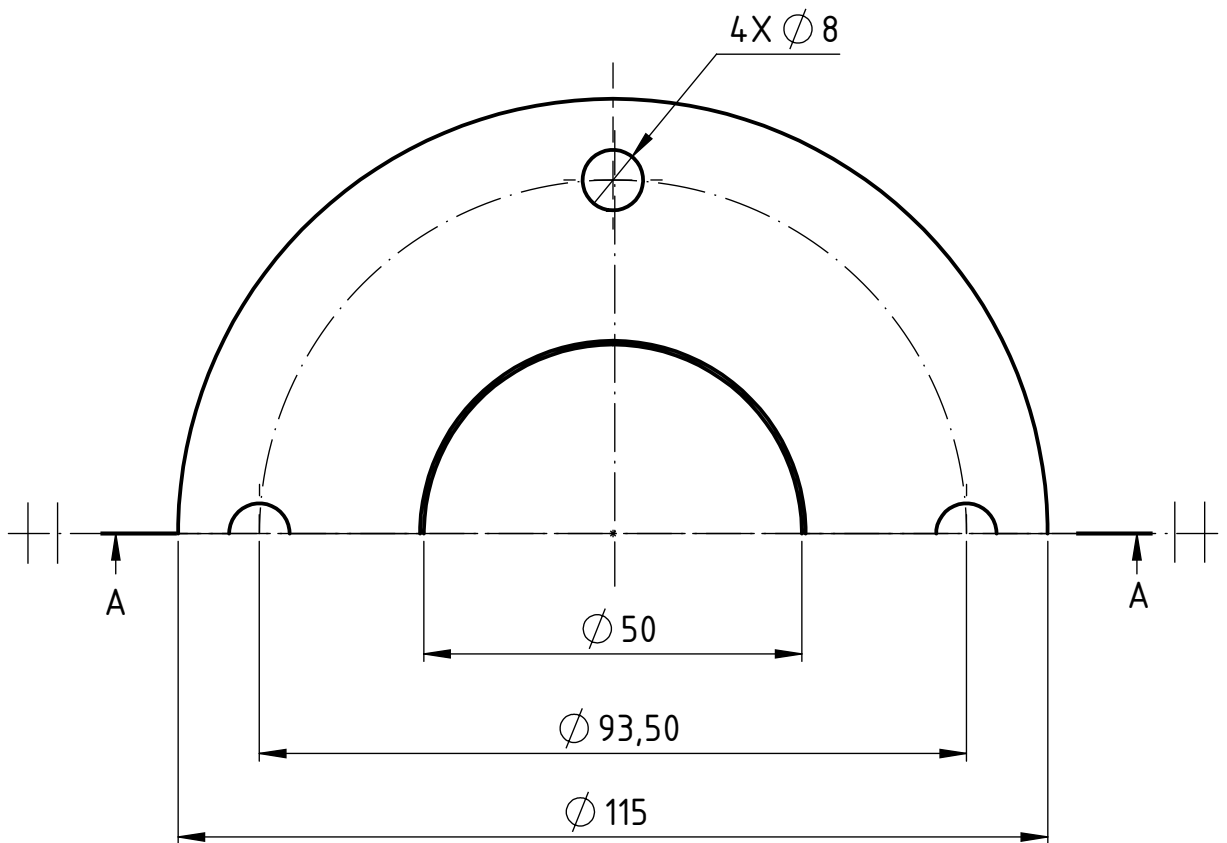
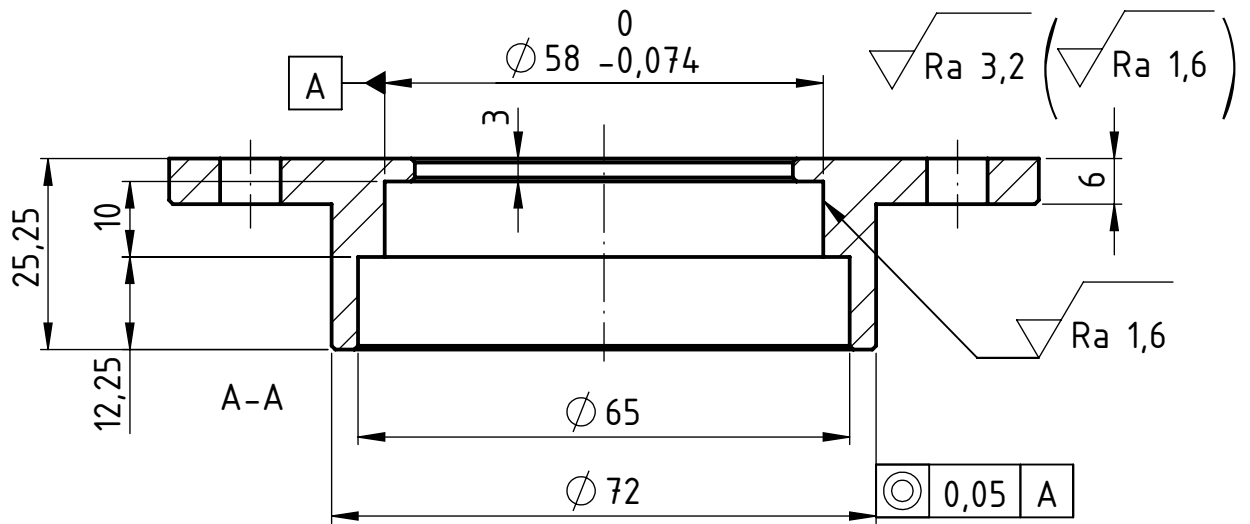
Tolerancias generales: según norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre Beltrame	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso				Material: SAE 1020	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:2	CAJA PORTARODAMIENTO			N° de Plano: TE-03-03	Pag.
Formato: A4						

Ra 3,2



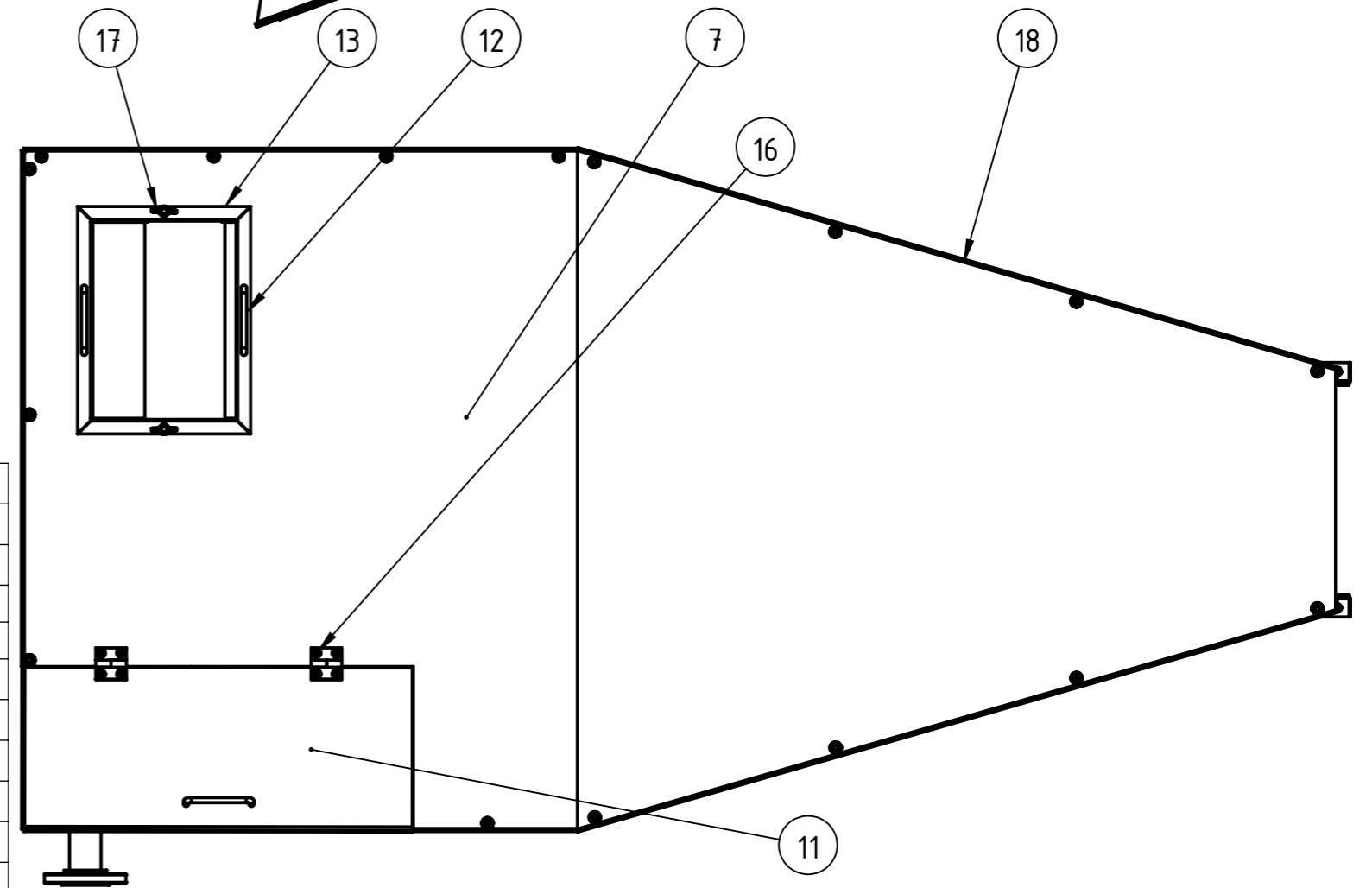
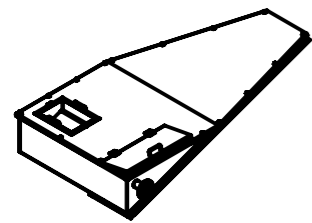
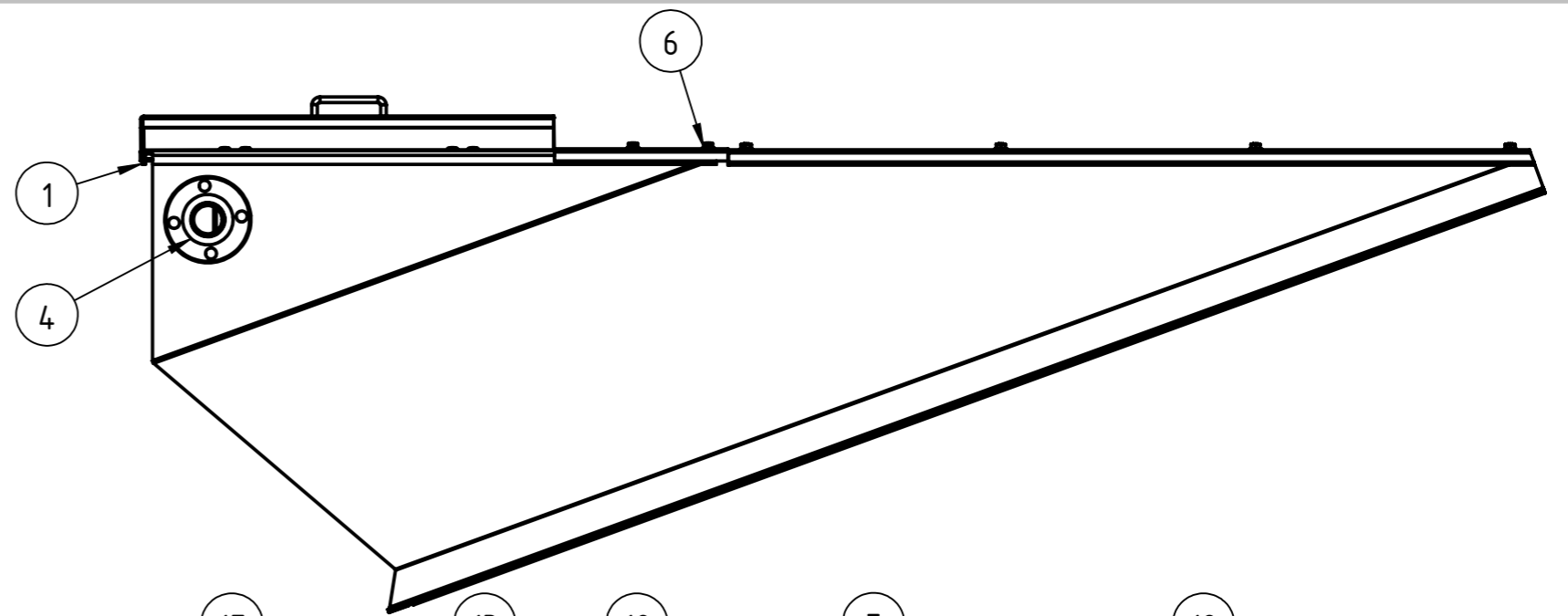
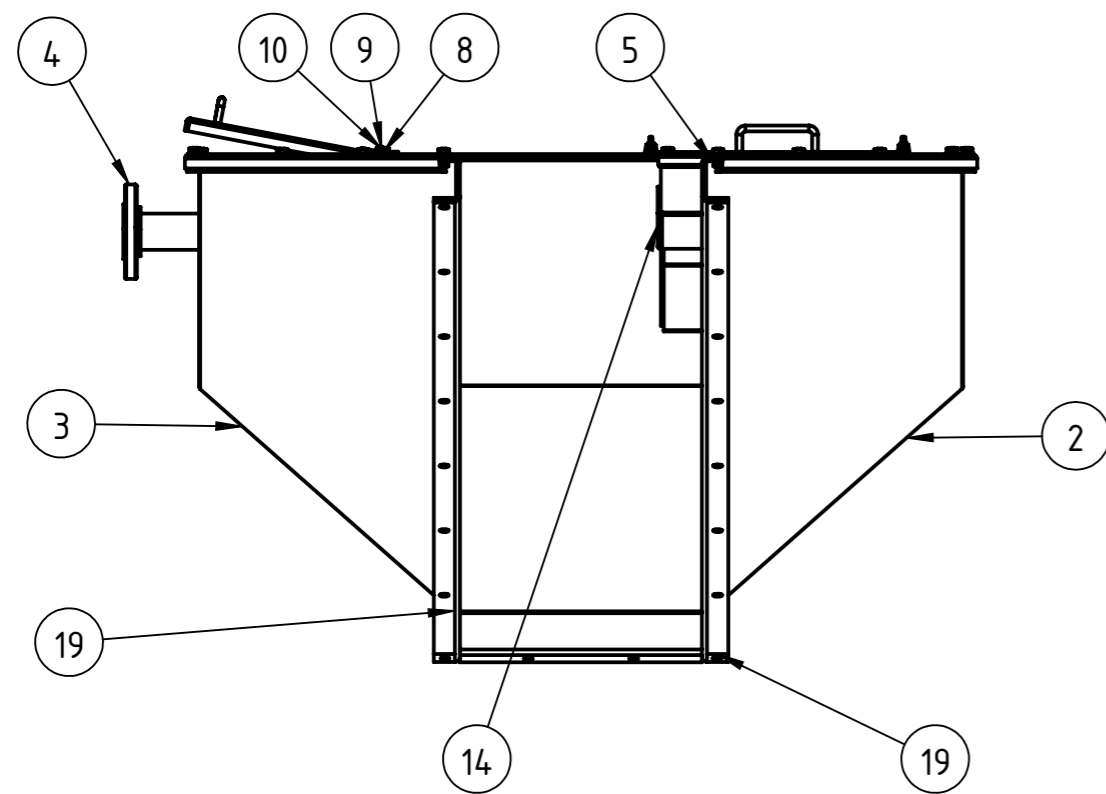
Chaflanes no acotados: $1 \times 45^\circ$

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo	Beltrame		Material: AISI 304	
	Reviso			PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Aprobo		N° de Plano: TE-03-04		
	Escala: 1:2	BRIDA DE ACOPLE		Pag.	
Formato: A4			TE-03-04		



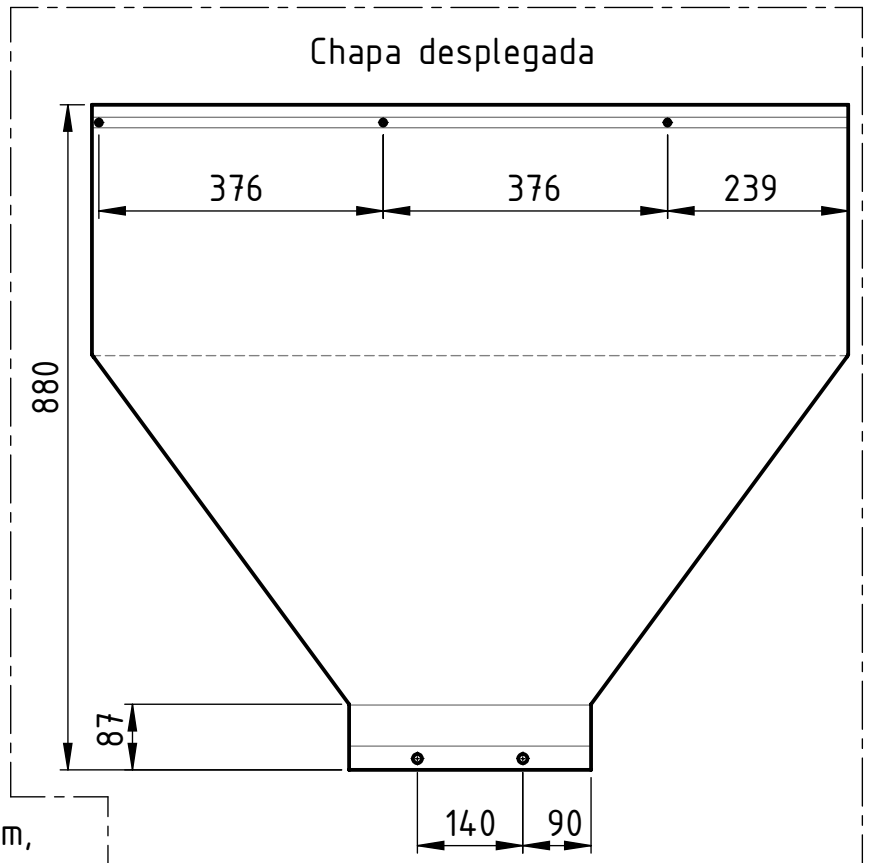
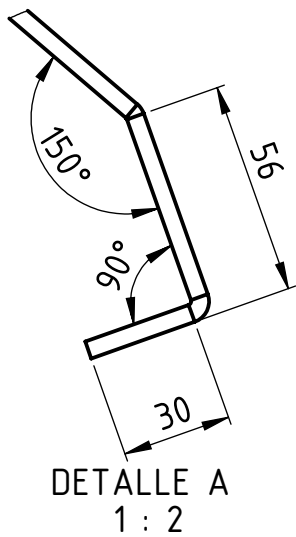
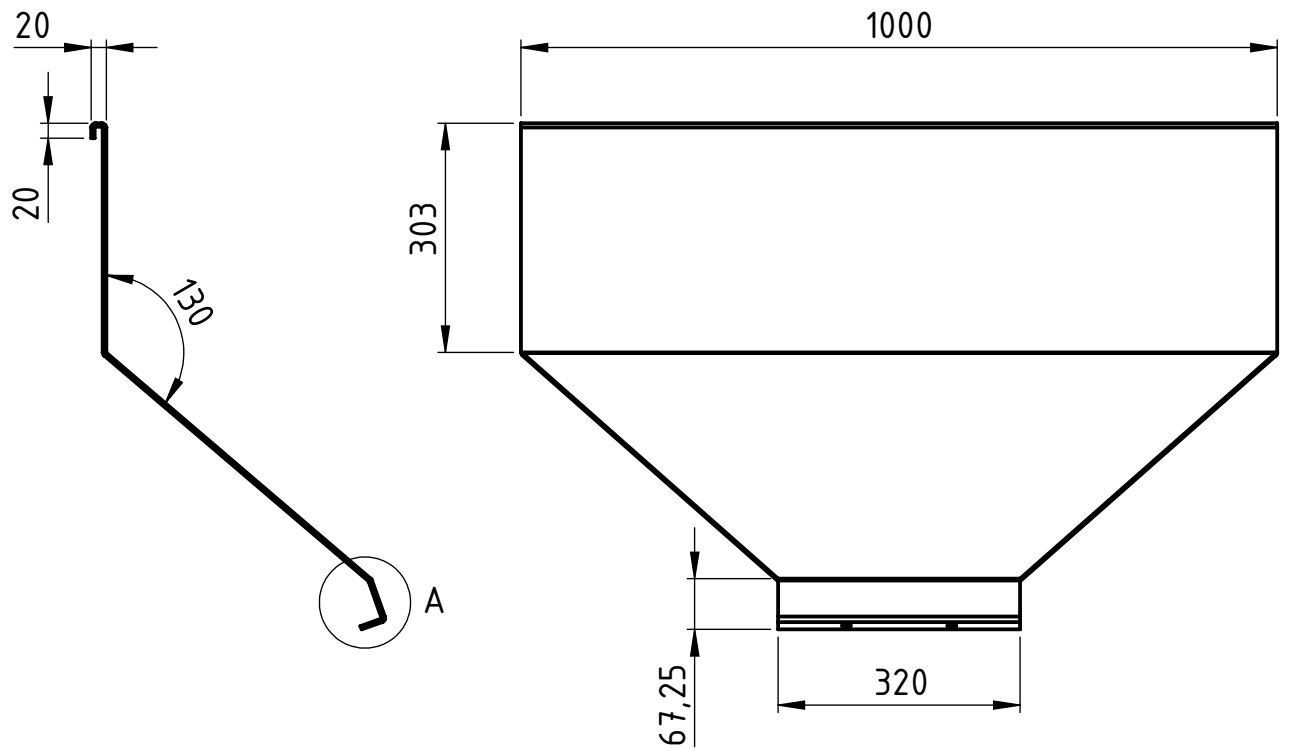
Chaflanes no acotados: $1 \times 45^\circ$

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE
	Reviso		Leston A.		
	Aprobo				Material: SAE 1045
	Escala: 1:1	TAPA SECUNDARIA			PROYECTO FINAL DE CARRERA
Formato: A4	N° de Plano: TE-03-05				Pag.



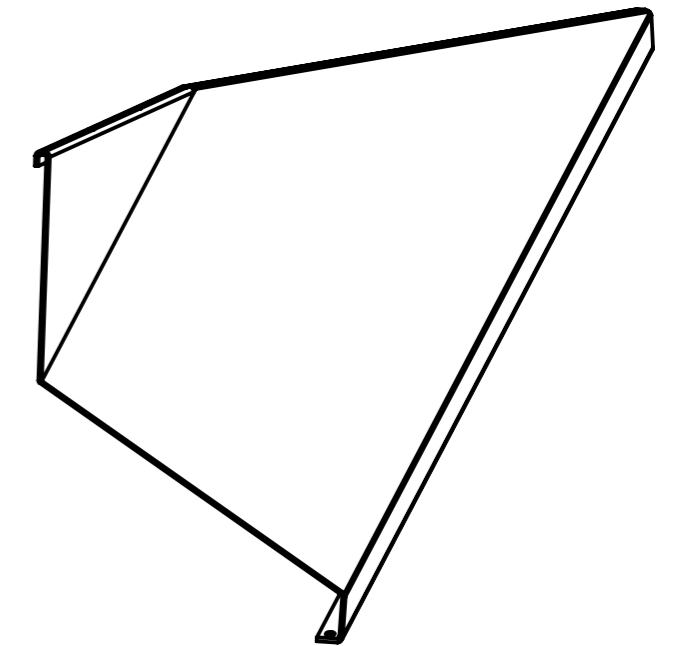
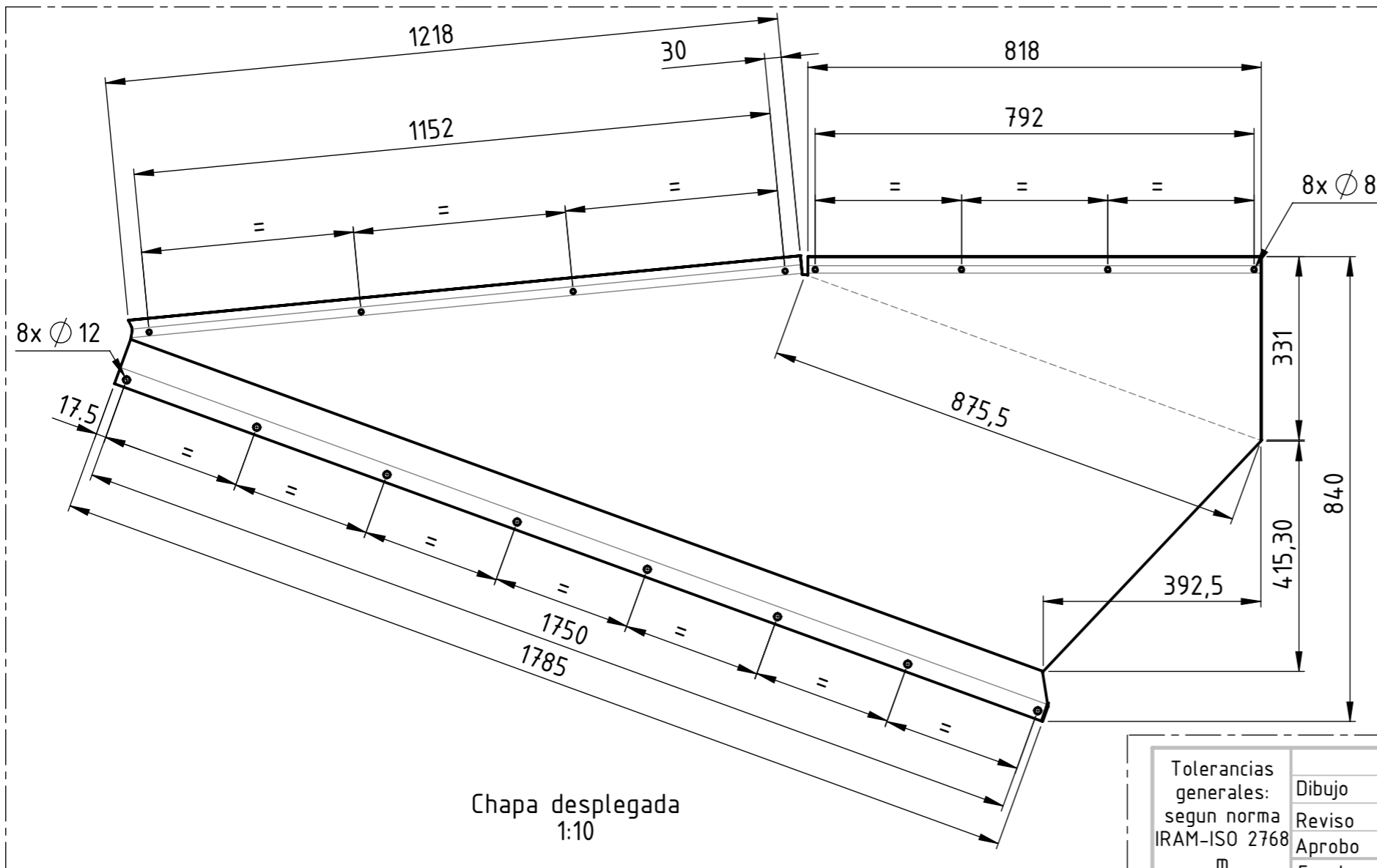
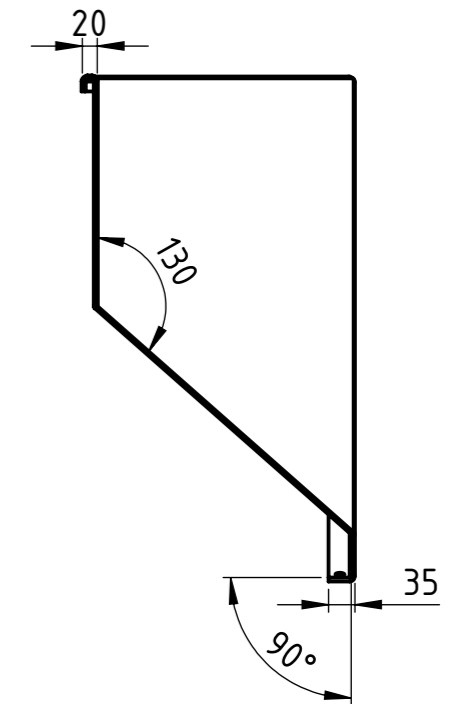
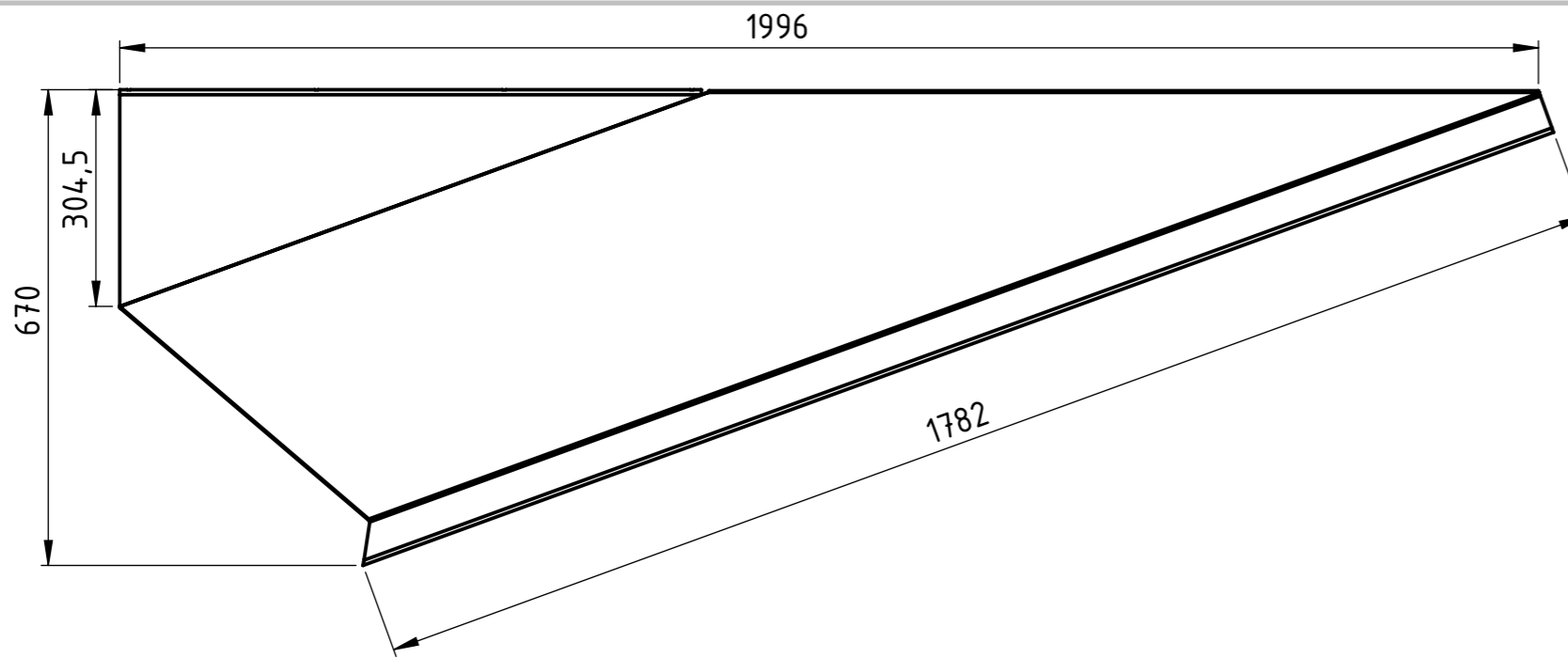
19	junta lateral	TE-04-09	Caucho	2
18	Tapa secundaria	TE-04-05	SAE 1010	1
17	Tuerca mariposa M8	-		2
16	tornillo avellanado M6x12	-		8
15	Tornillo avellanado M6x10	-		6
14	Placa deflectora de tranquilizador	TE-04-07	AISI 304	1
13	Cajon de entrada tranquilizador	TE-04-06	AISI 304	1
12	Manija 100 mm	-		3
11	Tapa inspección	TE-04-08	SAE 1010	1
10		-		2
9	Bisagra tapa	-		2
8		-		2
7	Tapa primaria	TE-04-04	SAE 1010	1
6	Tuerca cabeza hexagonal M6	-		24
5	Tornillo cabeza allen M8x16	-		16
4	brida 1 1/2" salida agua	-	AISI 304	1
3	Lateral derecho	TE-04-03	AISI 304	1
2	Lateral izquierdo	TE-04-02	AISI 304	1
1	Tapa fondo	TE-04-01	AISI 304	1
ITEM	NOMBRE	N° DE PLANO	MATERIAL	CANT.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre Beltrame L.	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE
	Reviso				
	Aprobo				Material:
	Escala:	ENSAMBLAJE TOLVA			PROYECTO FINAL DE CARRERA
Formato: A3				N° Plano: TE-04-00	Pag.



nota: Chapa espesor 3 mm,
Radios no acotados 1 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Beltrame L.			
	Aprobo				Material: AISI 304	
	Escala: 1:10	PANEL TRASERO			PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Formato: A4				N° de Plano: TE-04-01	Pag.



nota: Chapa espesor 3 mm,
Radios no acotados 1 mm

Chapa desplegada
1:10

Tolerancias
generales:
segun norma
IRAM-ISO 2768
m

Dibujo
Reviso
Aprobo
Escala:
1:10
Formato:
A3

Fecha

Nombre

Leston A.

TORNILLO EXTRACTOR
DE ARENA
HIDRODINÁMICO

UTN * SANTA FE

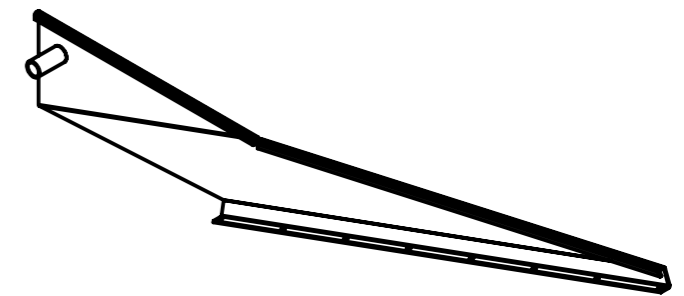
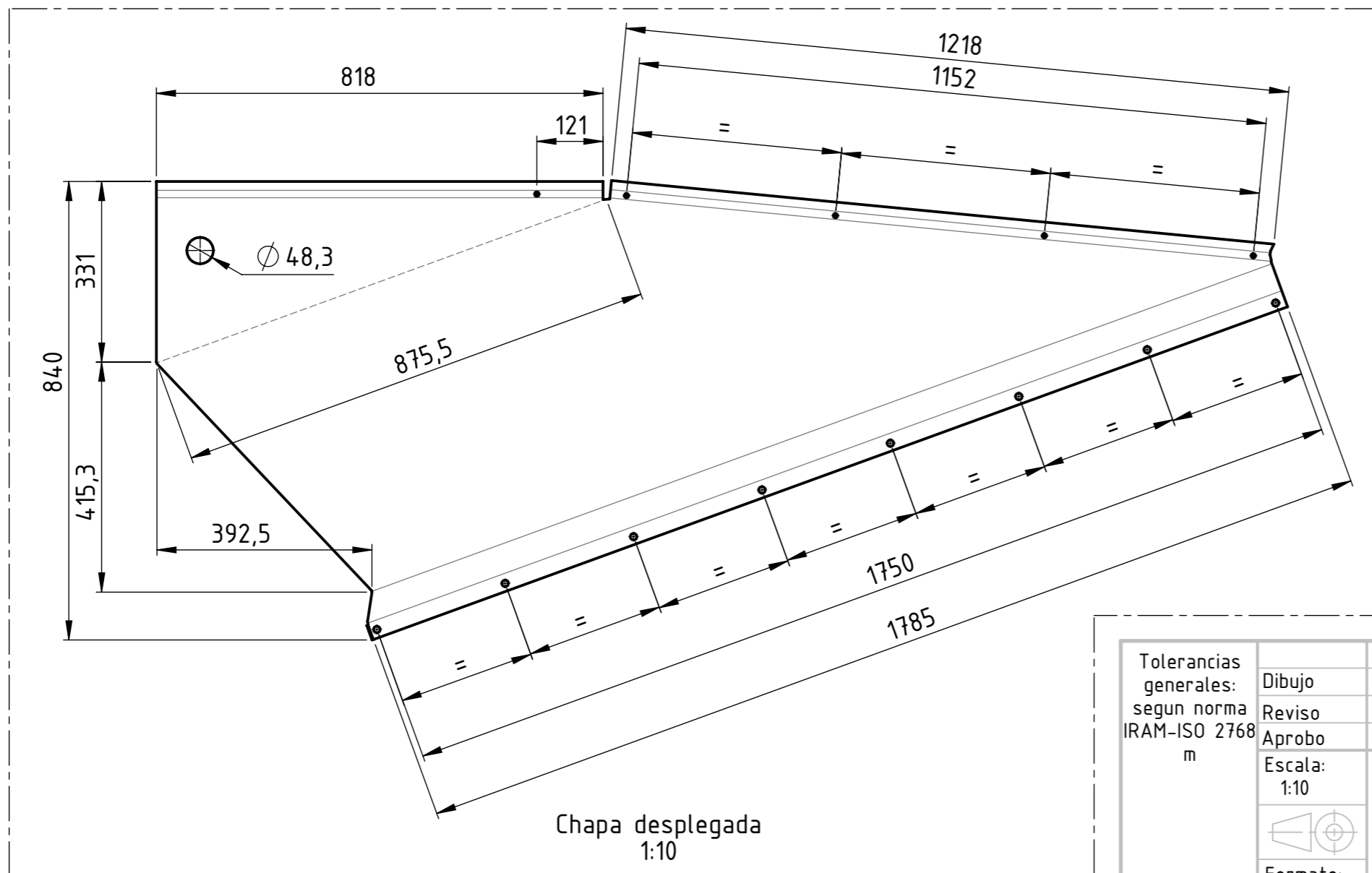
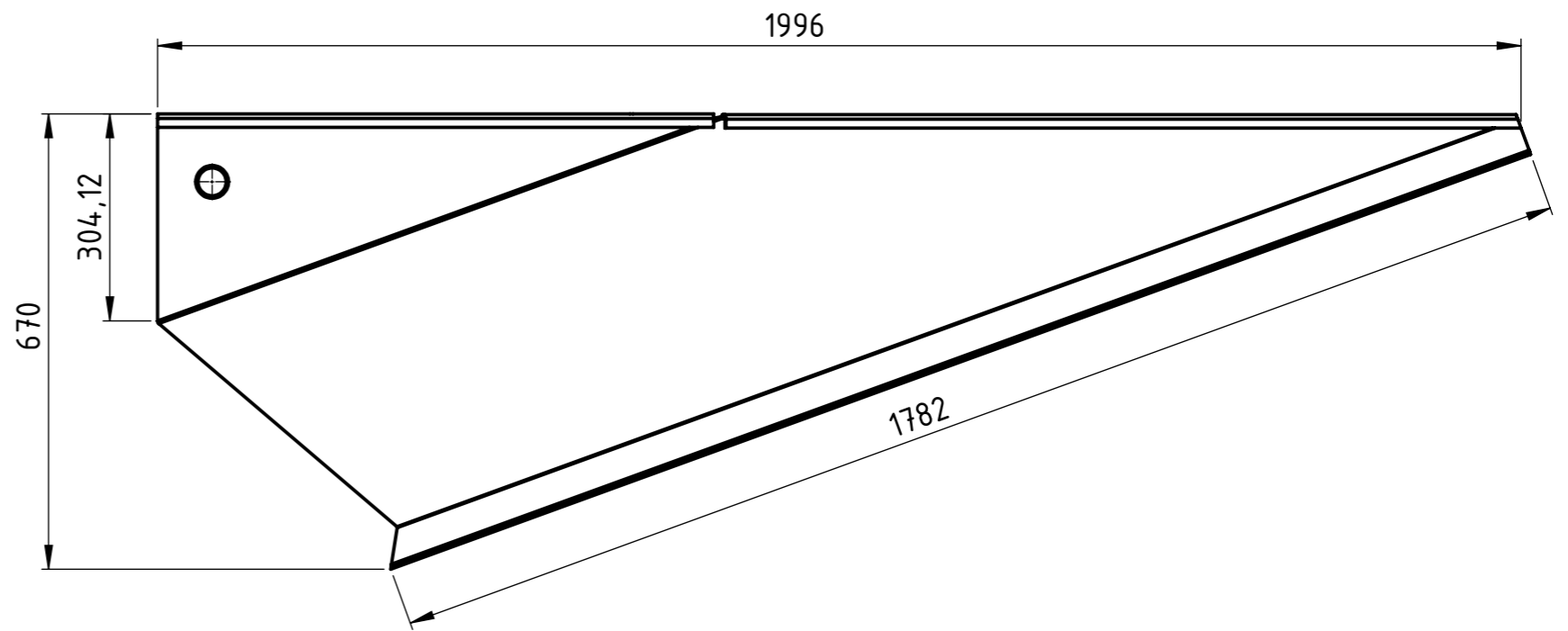
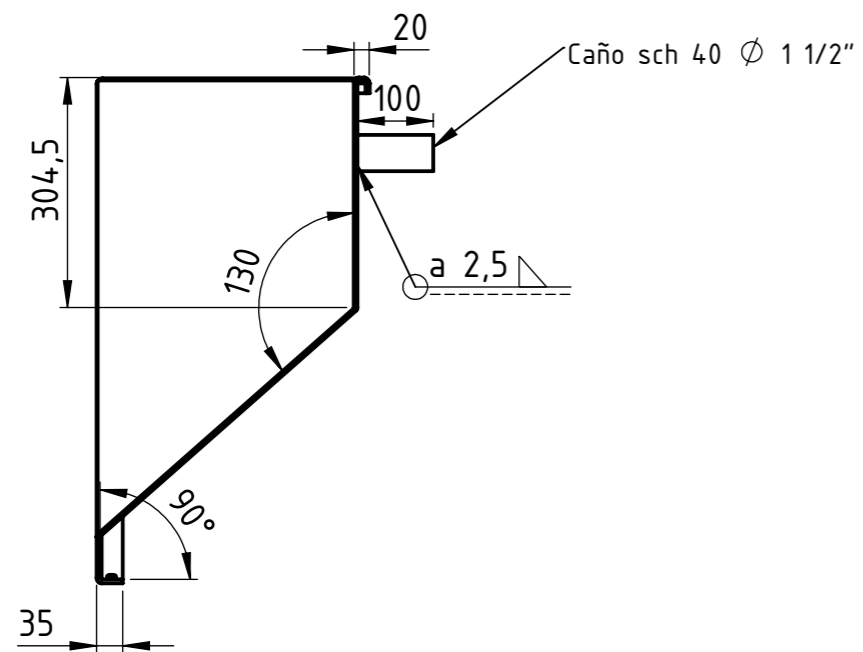
Material: AISI 304

PANEL IZQUIERDO

PROYECTO FINAL DE
CARRERA

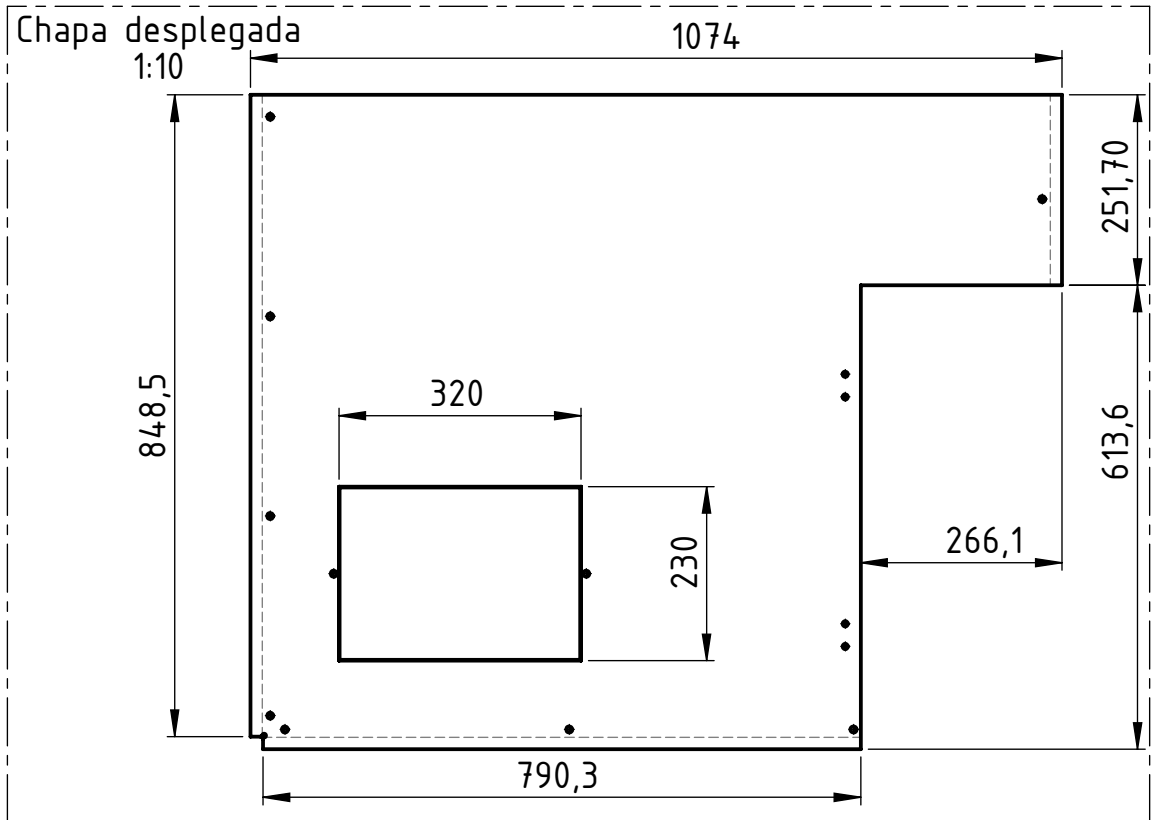
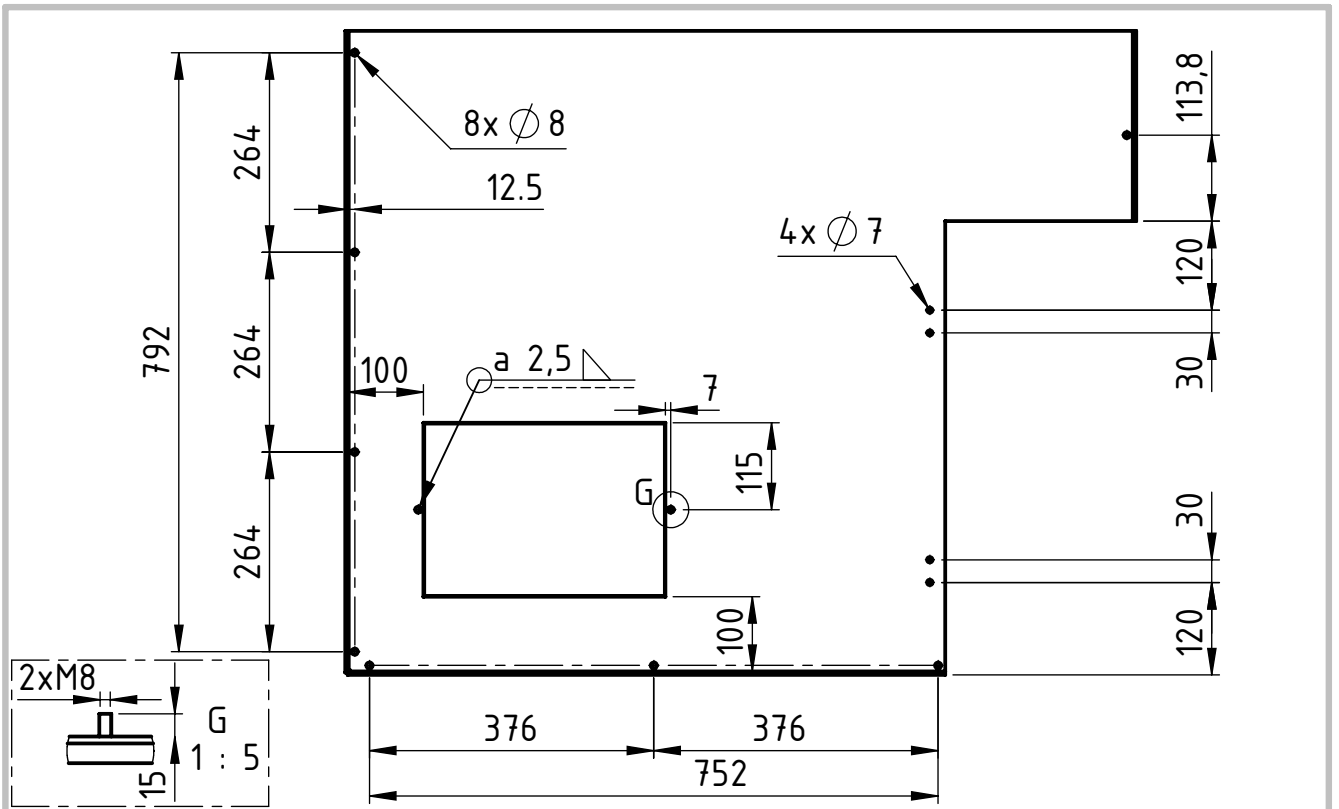
N° Plano:
TE-04-02

Pag.



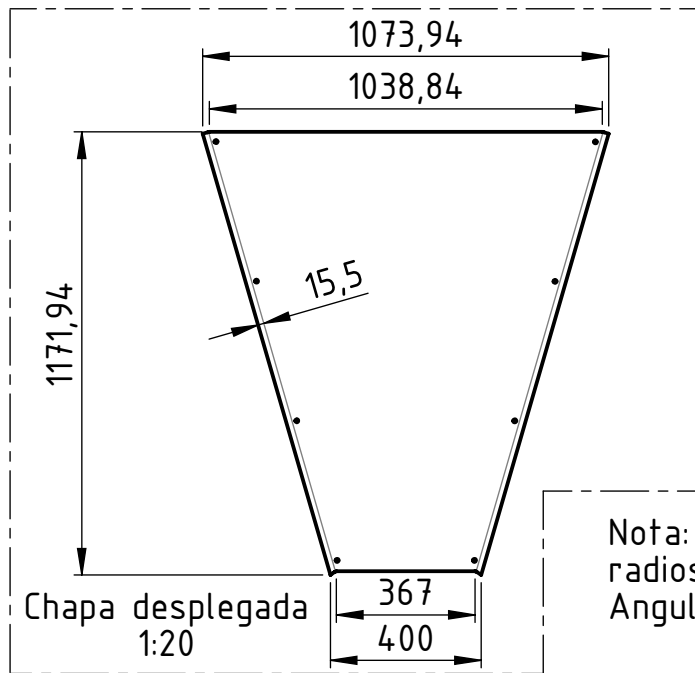
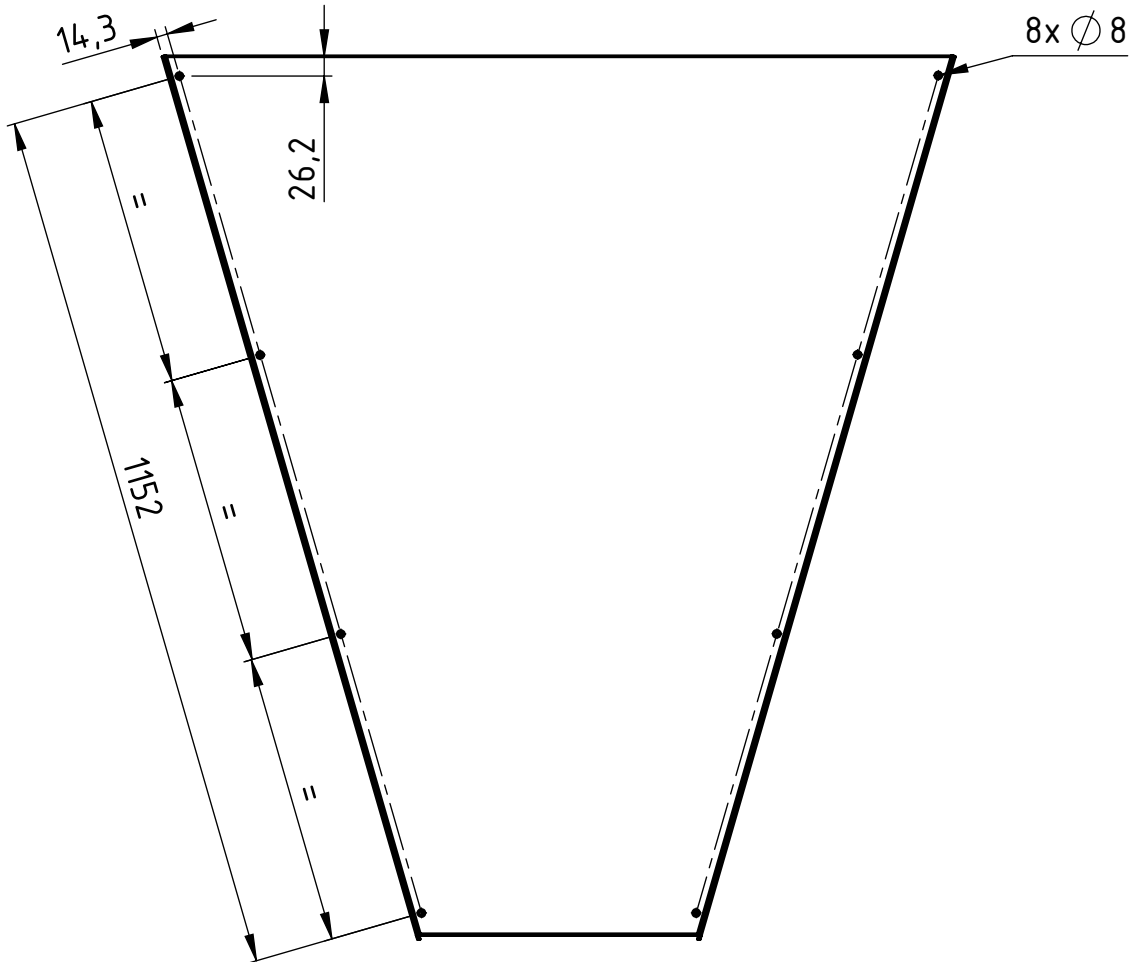
nota: Chapa espesor 3 mm,
Radios no acotados 1 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A.			
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:10	PANEL DERECHO			N° Plano: TE-04-03	Pag.
	Formato: A3					

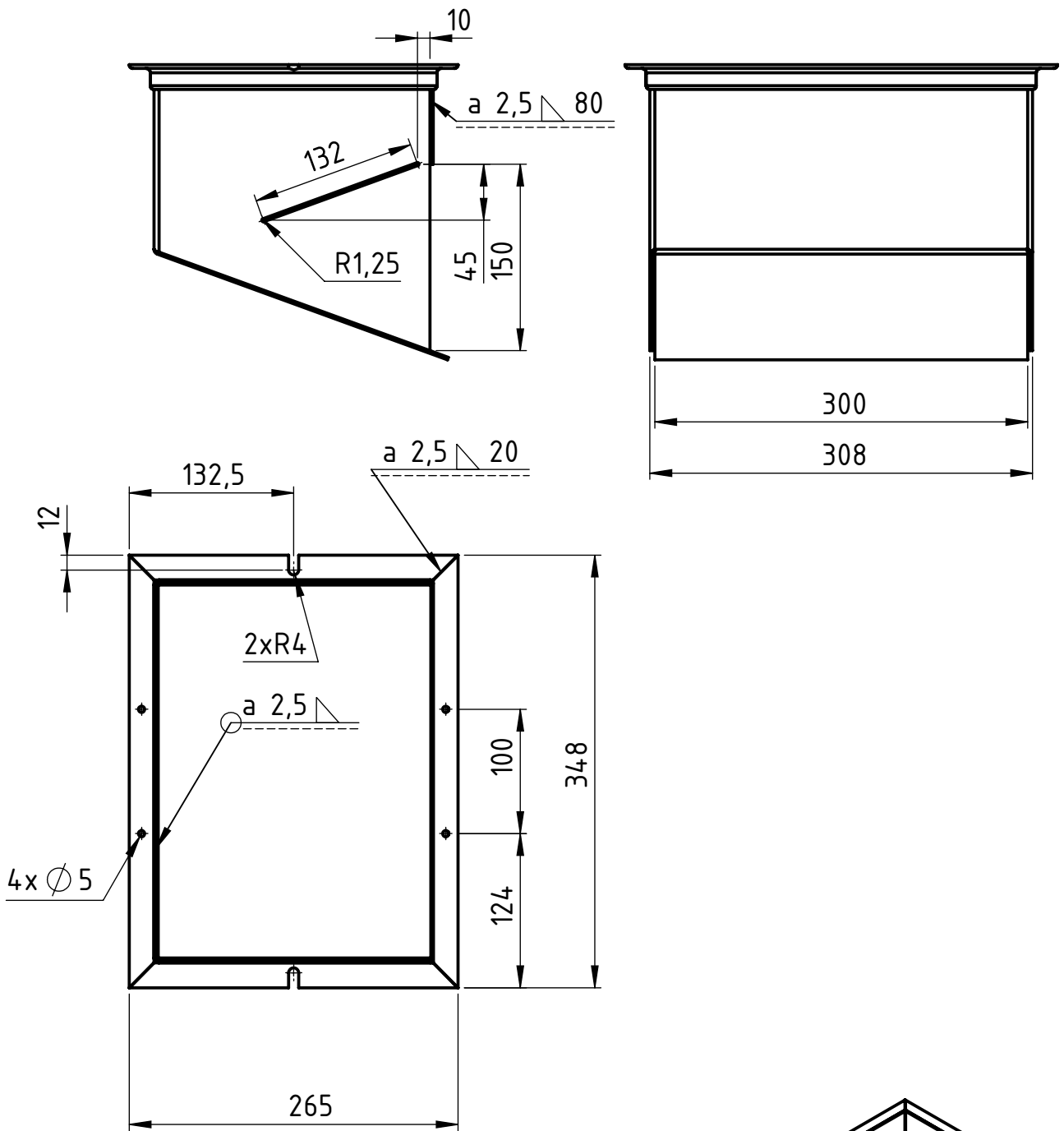


Nota: chapa de espesor 2,5 mm,
radios no acotados R2 mm

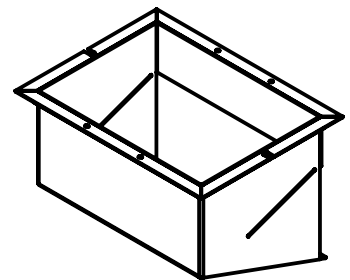
Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Beltrame L		Material: SAE 1010	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:10	<i>TAPA PRIMARIA</i>			N° de Plano:	Pag.
Formato: A4	TE-04-04					



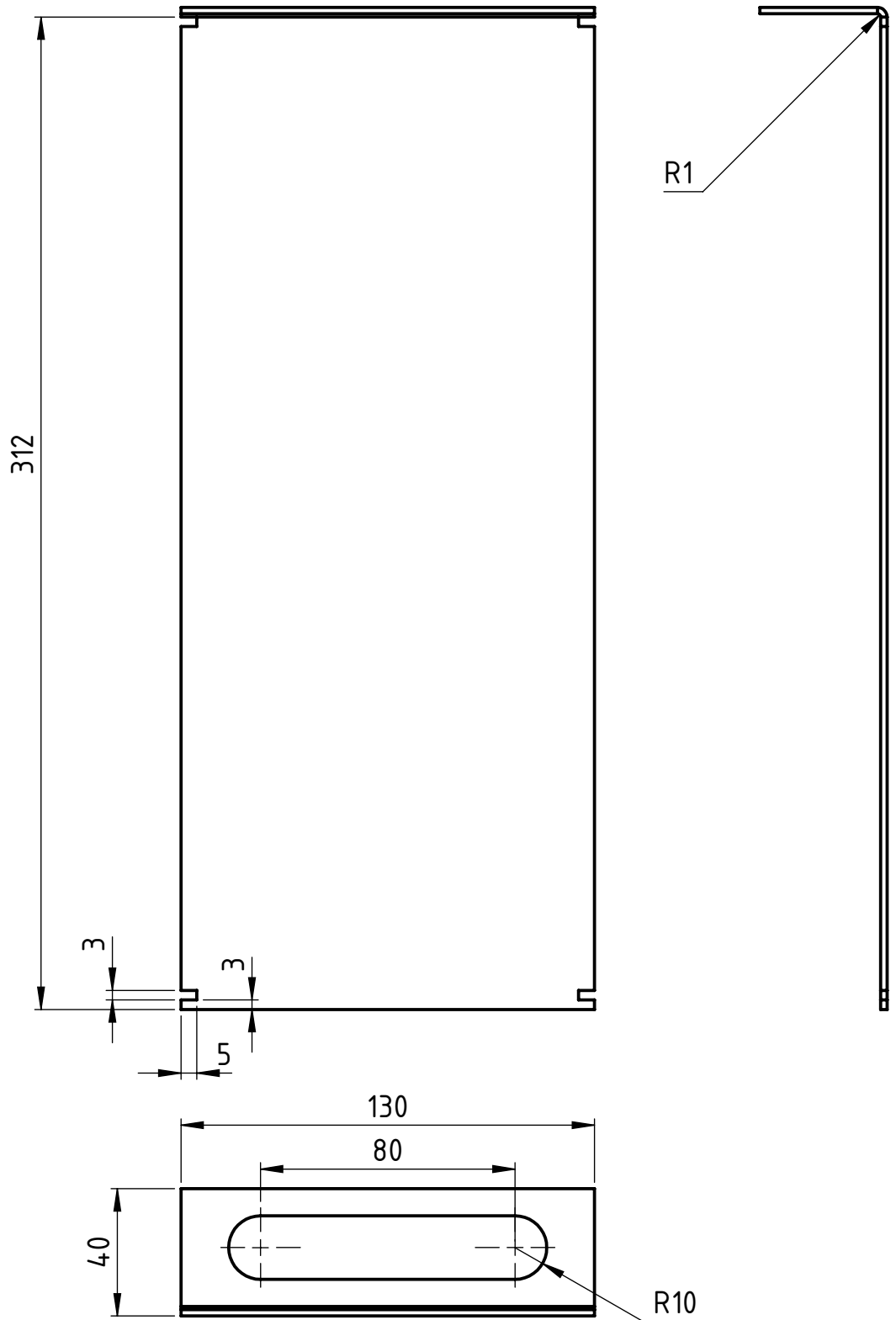
Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE
	Reviso		Beltrame L		
	Aprobo				Material: SAE 1010
	Escala: 1:10	TAPA SECUNDARIA			PROYECTO FINAL DE CARRERA
Formato: A4	N° de Plano: TE-04-05				Pag.




Nota: Chapa plegada de espesor 3 mm,
 Perfil tipo V angulo 90° de 20x20x3 mm,
 Radios no acotados R2 mm.

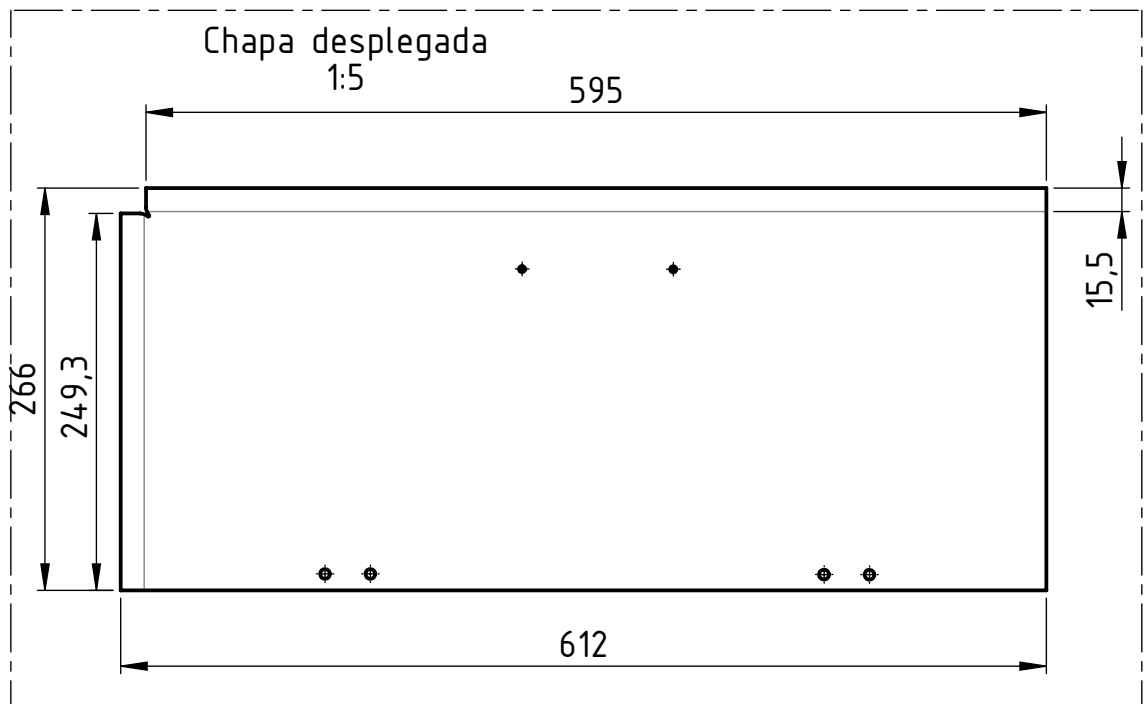
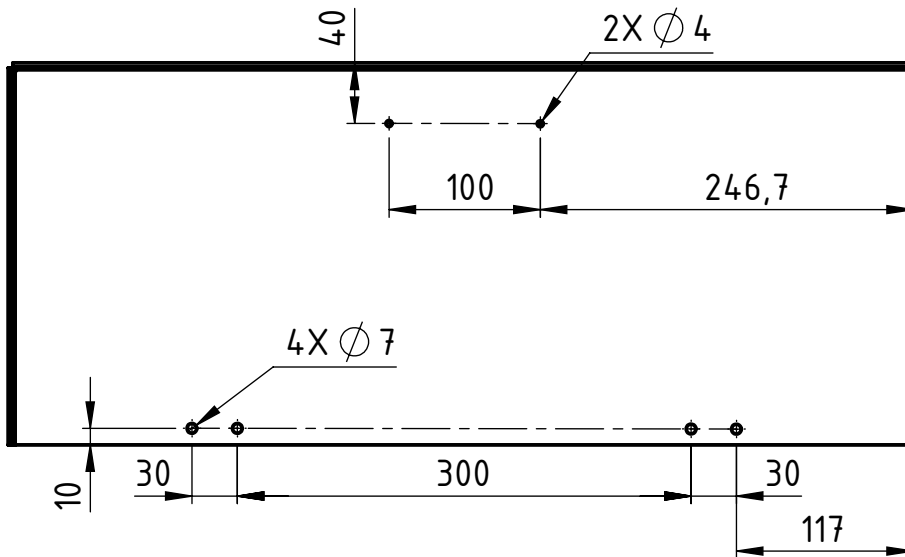


Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Beltrame L		Material: AISI 304	
	Aprobo					
	Escala: 1:5	<i>CAJON DE ENTRADA</i>			PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Formato: A4					



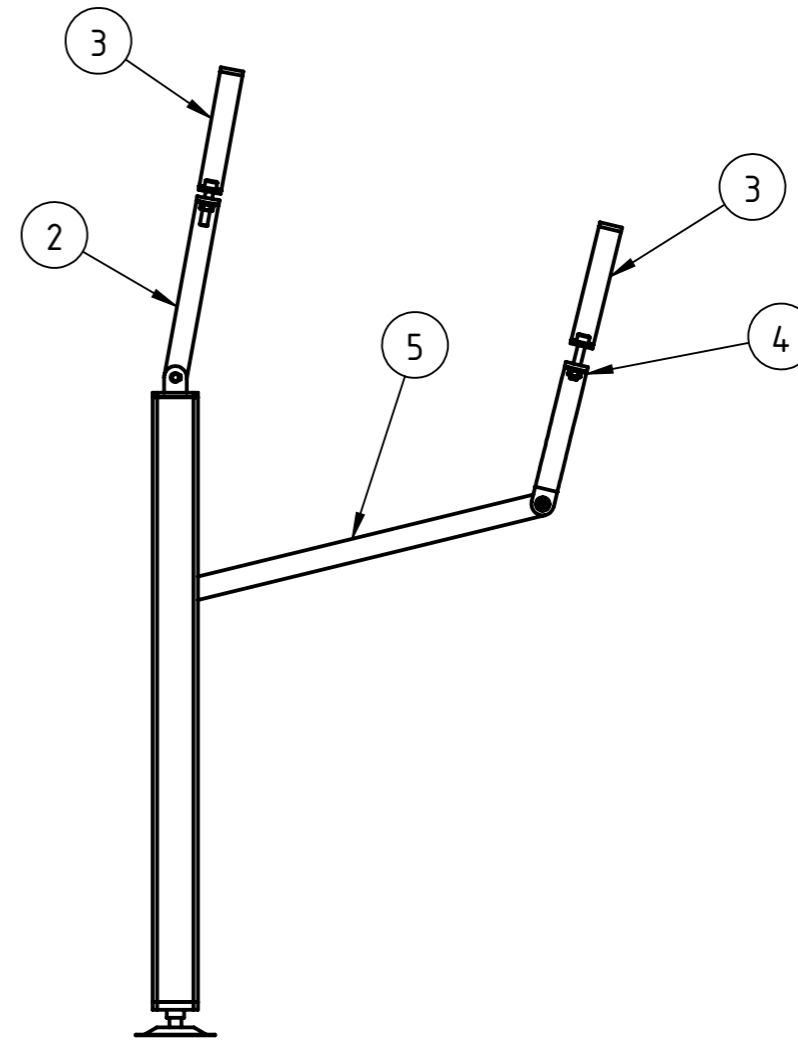
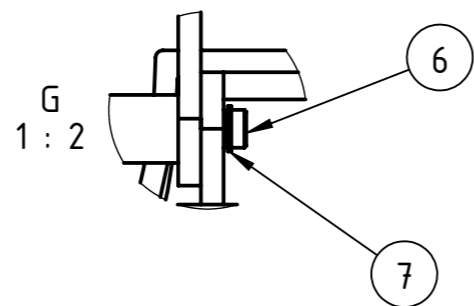
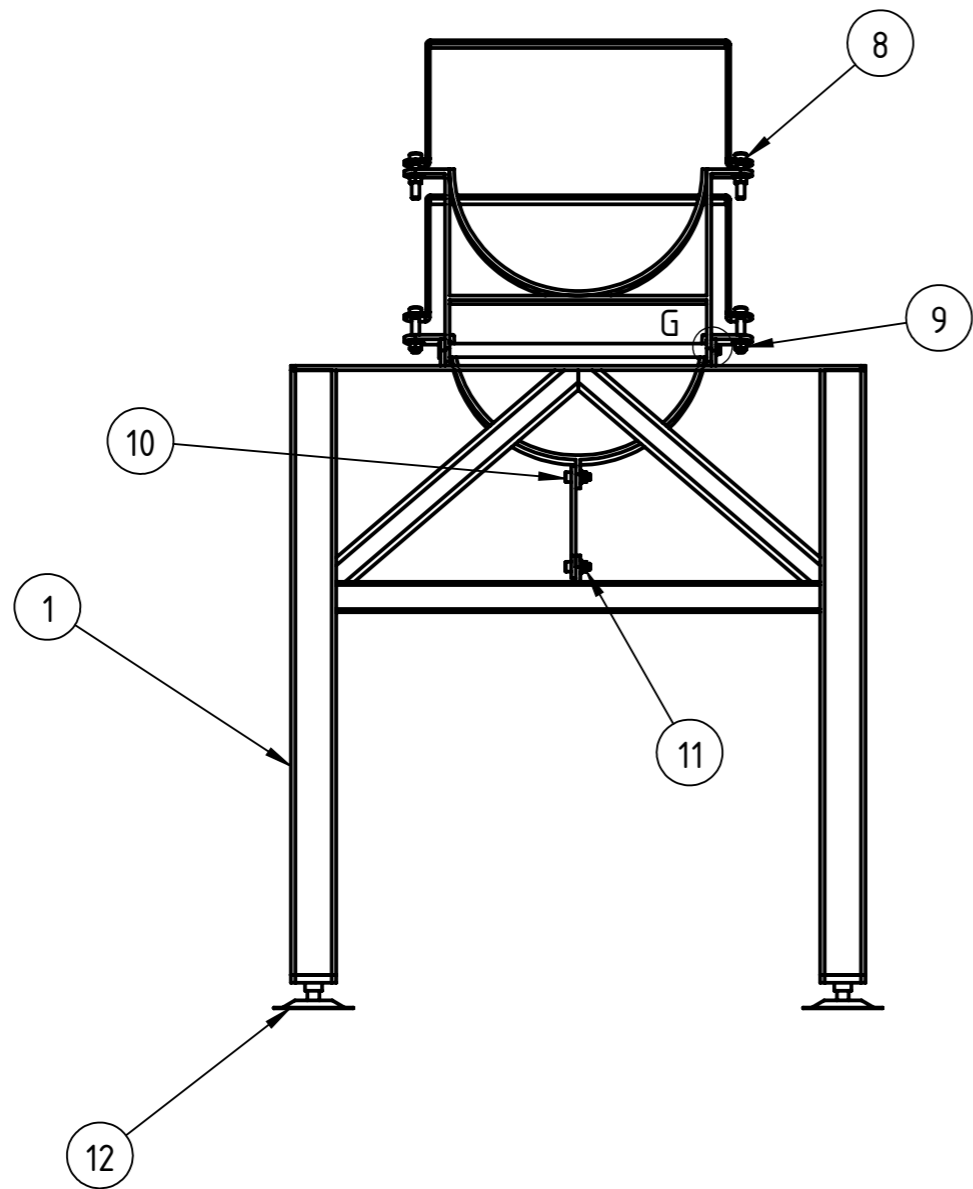
Nota: chapa de espesor 3 mm

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m		Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo		Beltrame L.		Material: AISI 304	
	Reviso					
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:2	 PLACA DEFLECTORA				
Formato: A4	Pag.					



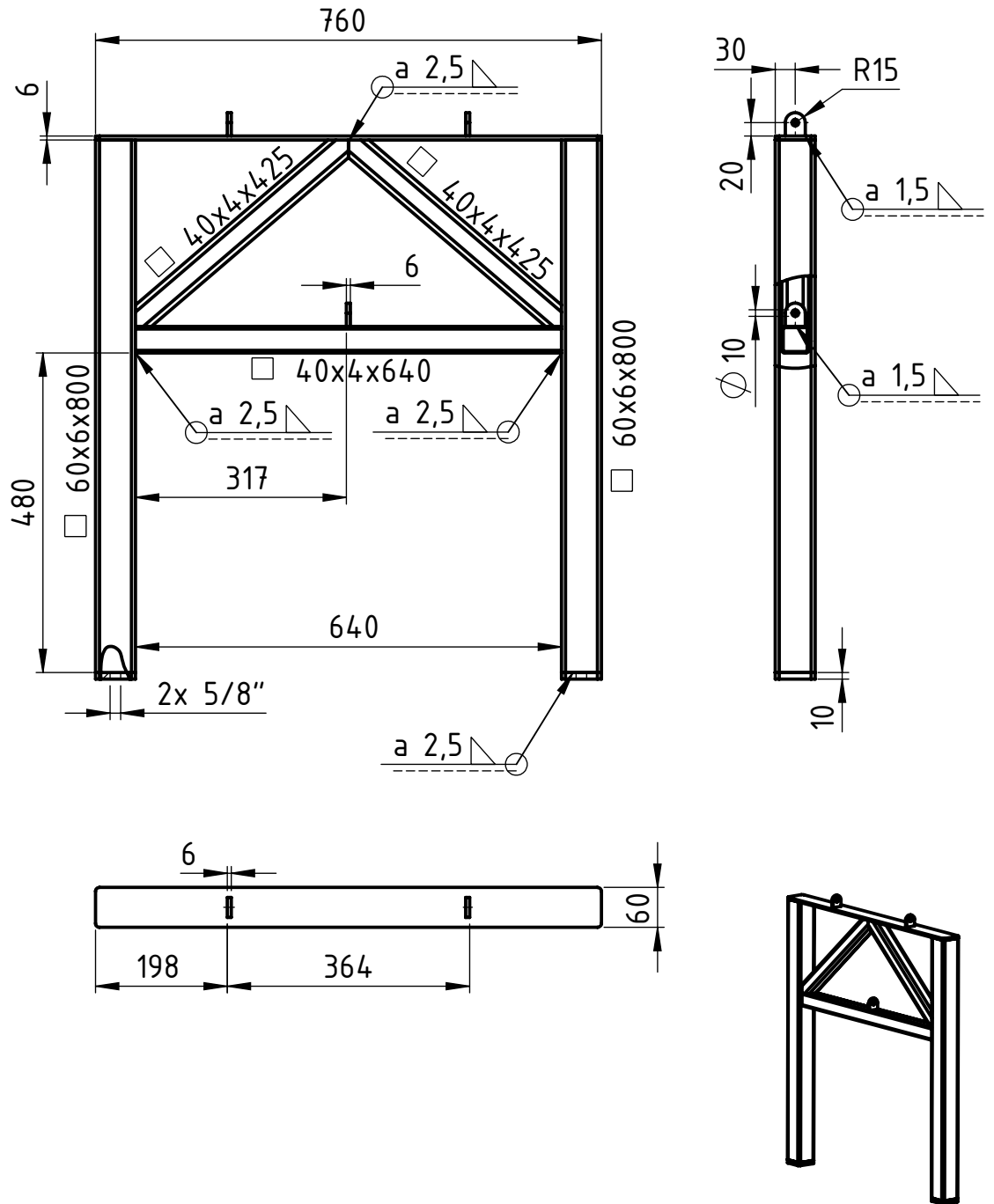
Nota: chapa de espesor 2,5 mm,
 radios no acotados R2 mm,
 Angulos de pliegue 90°.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m		Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo		Leston A.		Material: SAE 1010	
	Reviso					
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:5	<i>TAPA INSPECCIÓN</i>				
Formato: A4						

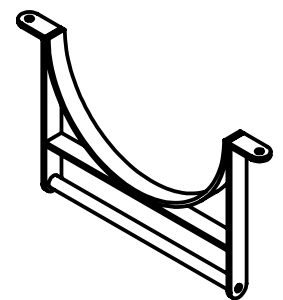
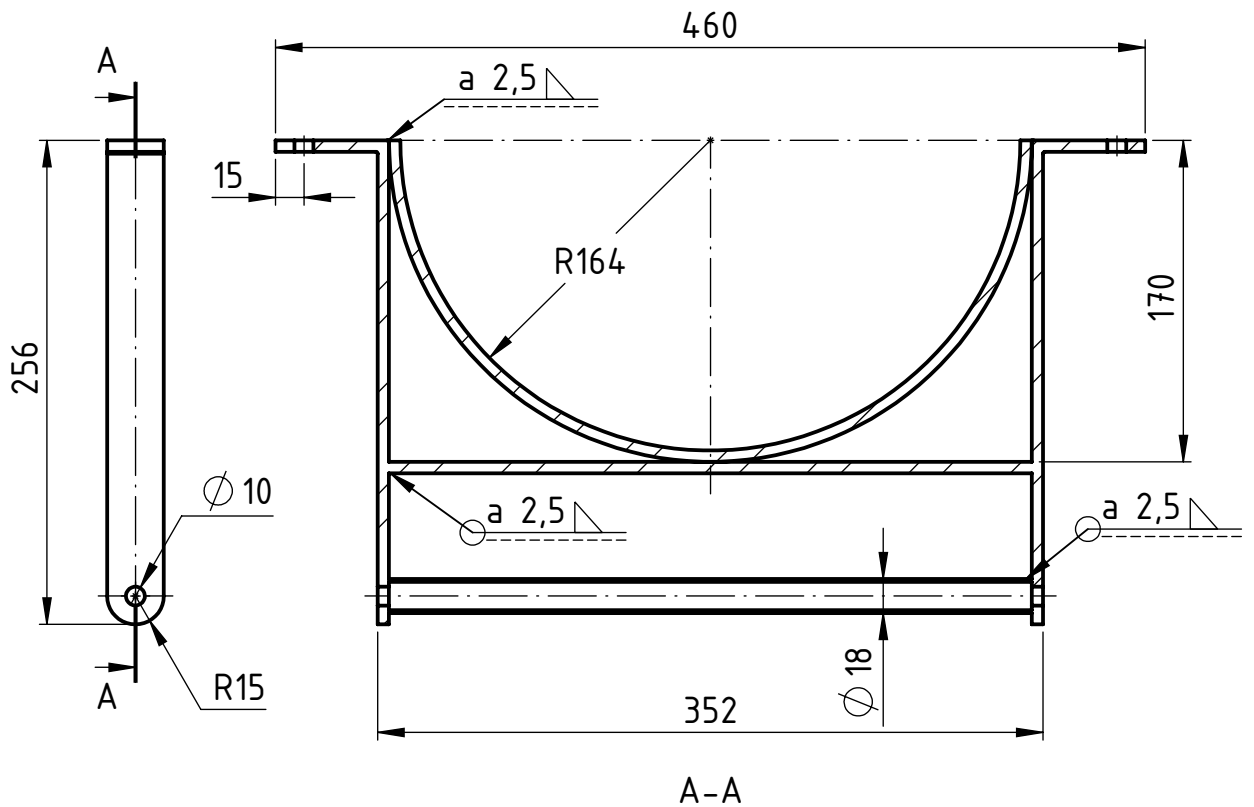


13	ISO - 4161 - M10 - N			3
12	Pata regulable 5/8"	-		2
11	Tuerca hexagonal M8x1,25	-		1
10	Tornillo allen cabeza cilindrica M8x1,25x25	-		2
9	Tuerca hexagonal M10x1,5	-		2
8	Tornillo allen cabeza cilindrica M10x1,5x50	-		4
7	Aro segger 10x1	-		2
6	Eje para soporte primario	TE-05-06	AISI 1020	1
5	Bieleta	TE-05-05	AISI 1020	1
4	Suncho secundario	TE-05-04	AISI 1020	1
3	U para sunchos	TE-05-03	AISI 1020	1
2	Suncho primario	TE-05-02	AISI 1020	1
1	Patas delanteras	TE-05-01	AISI 1020	1

Tolerancias generales: según norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Nombre Leston A.	N° DE PLANCAS TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	MATERIAL CANT	
	Reviso			Material:	
	Aprobo		PROYECTO FINAL DE CARRERA		
	Escala: 1:10	CONJUNTO PATAS DE SOPORTE		N° Plano: TE-05-00	Pag.

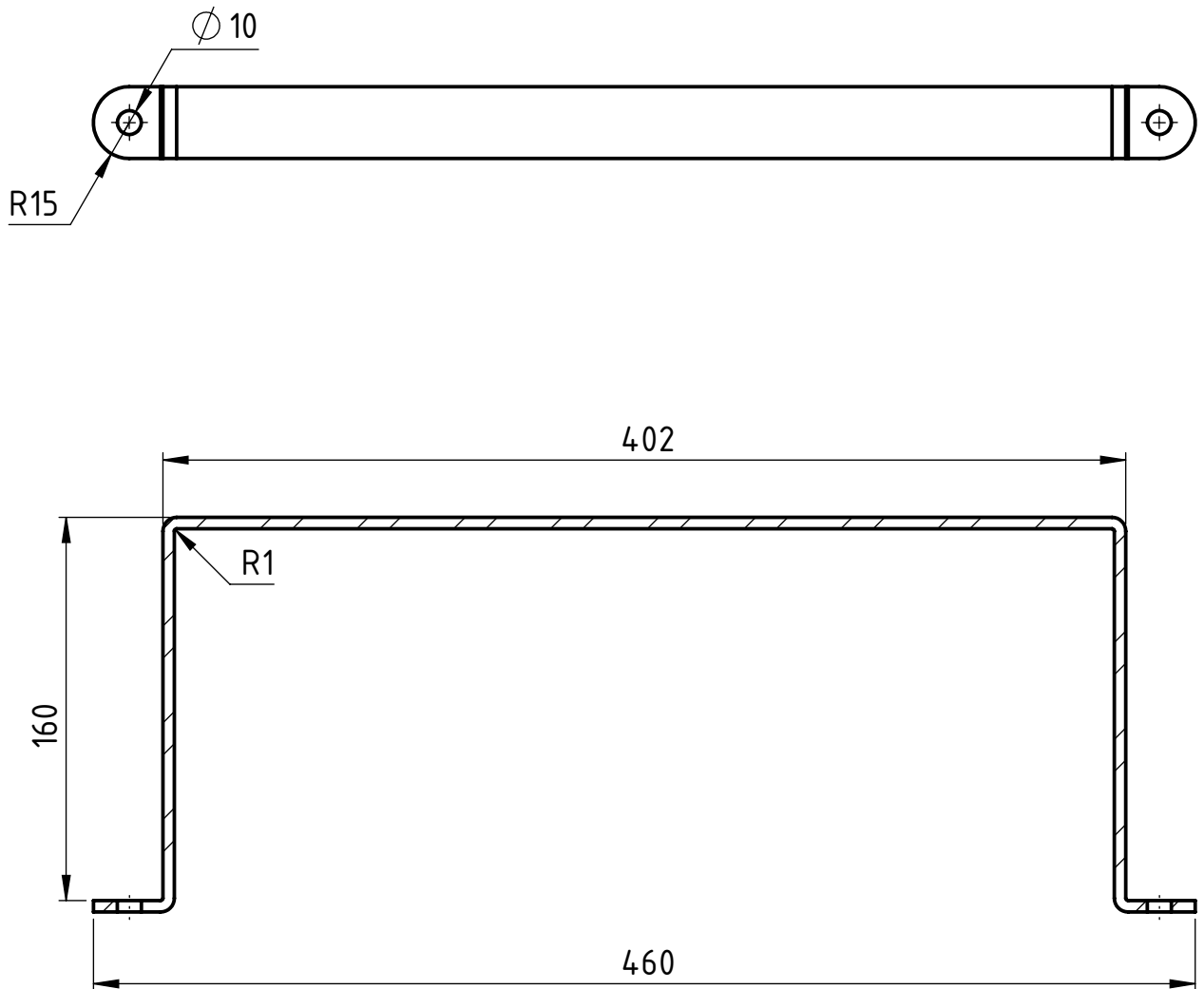


Tolerancias generales: según norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A.		Material: SAE 1020	
	Aprobo			PROYECTO FINAL DE CARRERA		
	Escala: 1:10	PATAS DELANTERAS			N° de Plano: TE-05-01	Pag.
	Formato: A4					




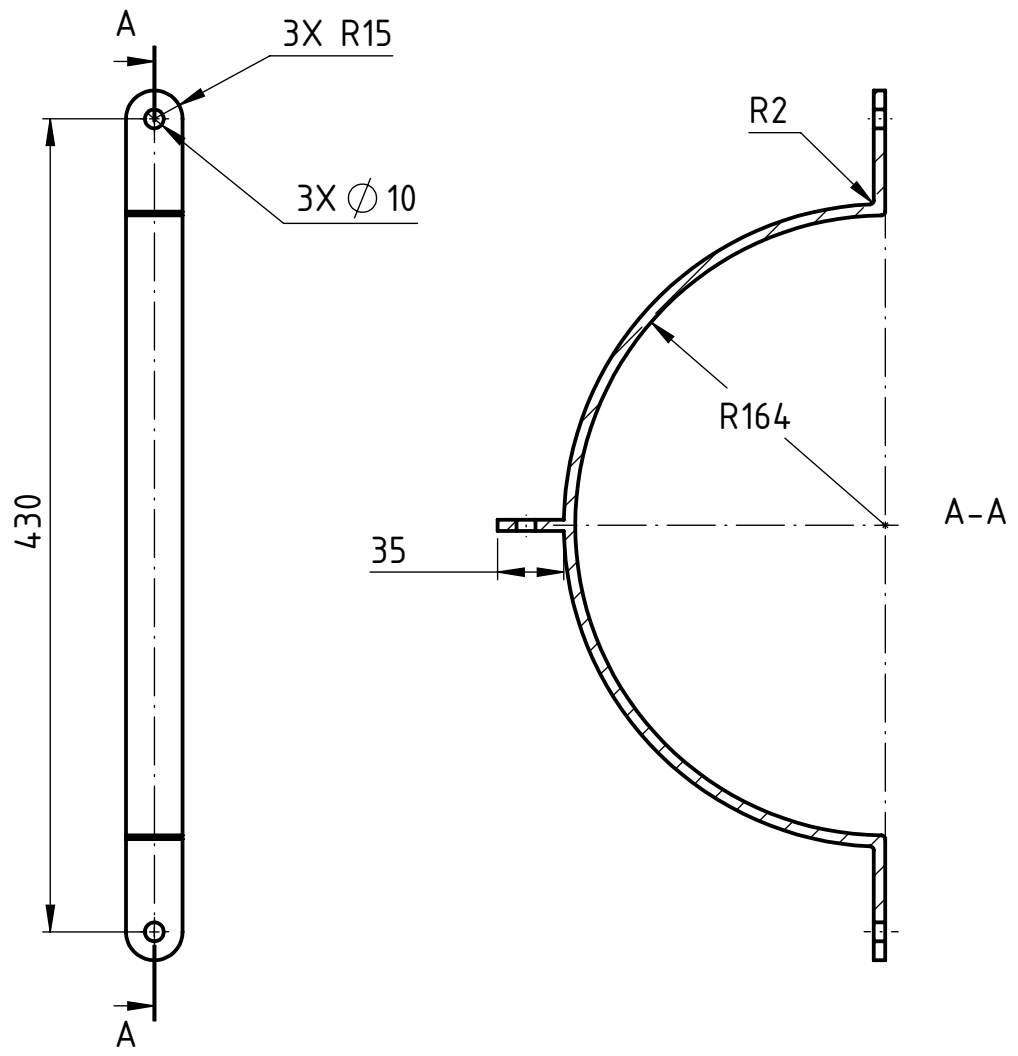
NOTA: Chaflanes y radios no acotados: 1x45°; R: 1
 Planchuela de 6 mm de espesor.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Reviso		Leston A.		Material: SAE 1020	
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:4	SUNCHO PRIMARIO			N° de Plano: TE-05-02	
	Formato: A4				Pag.	



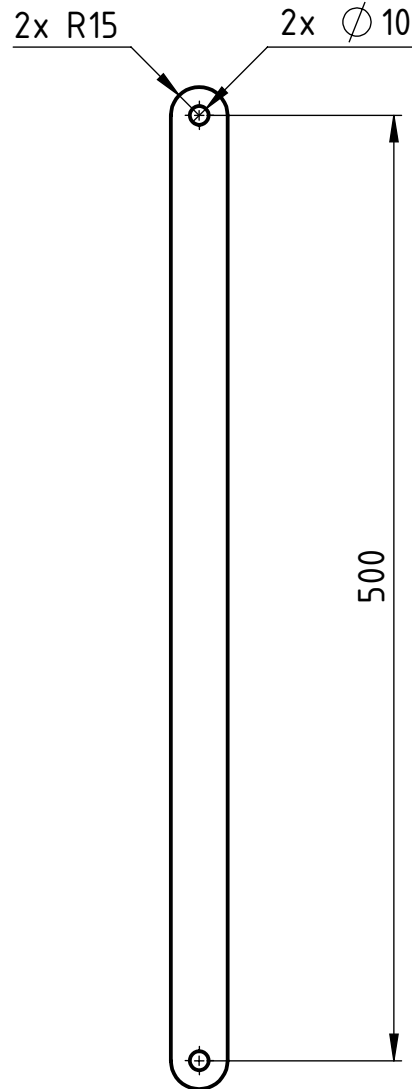
NOTA: Planchuela de 4,75 mm de espesor.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m		Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo		Leston A.		Material: SAE 1020	
	Reviso					
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:3	U PARA SUNCHOS				
	Formato: A4				Pag.	




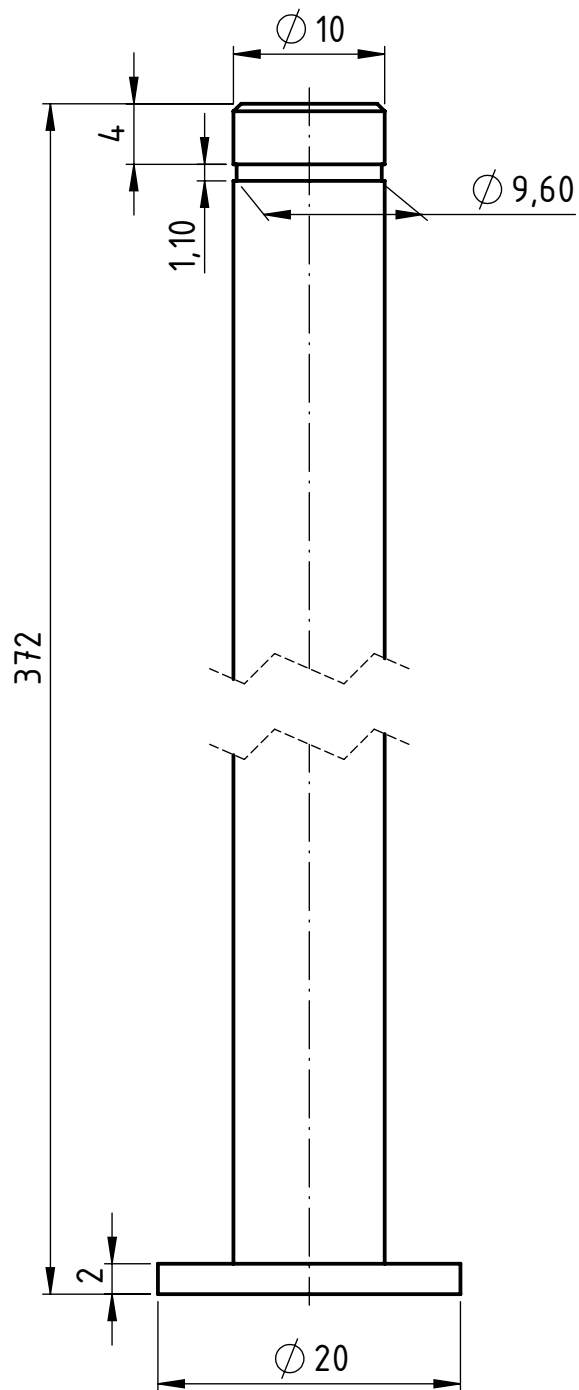
NOTA: Planchuela de 6 mm de espesor.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m	Dibujo	Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE
	Reviso		Leston A.		
	Aprobo			Material: SAE 1020	
	Escala: 1:4	SUNCHO SECUNDARIO			PROYECTO FINAL DE CARRERA
Formato: A4	N° de Plano: TE-05-04				Pag.



NOTA: Planchuela de 6 mm de espesor.

Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m		Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo		Leston A.		Material: SAE 1020	
	Reviso					
	Aprobo				PROYECTO FINAL DE CARRERA	
	Escala: 1:4	BIELETA				
	Pag.					
Formato: A4				TE-05-05		



Tolerancias generales: segun norma IRAM-ISO 2768 m		Fecha	Nombre	TORNILLO EXTRACTOR DE ARENA HIDRODINÁMICO	UTN * SANTA FE	
	Dibujo		Leston A.		Material: SAE 1020	
	Reviso			PROYECTO FINAL DE CARRERA		
	Aprobo			N° de Plano: TE-05-06		
	Escala: 2:1	EJE PARA SOPORTE PRIMARIO			Pag.	
				TE-05-06		
	Formato: A4					

05.3

DESARENADORES Y DESENGRASADORES

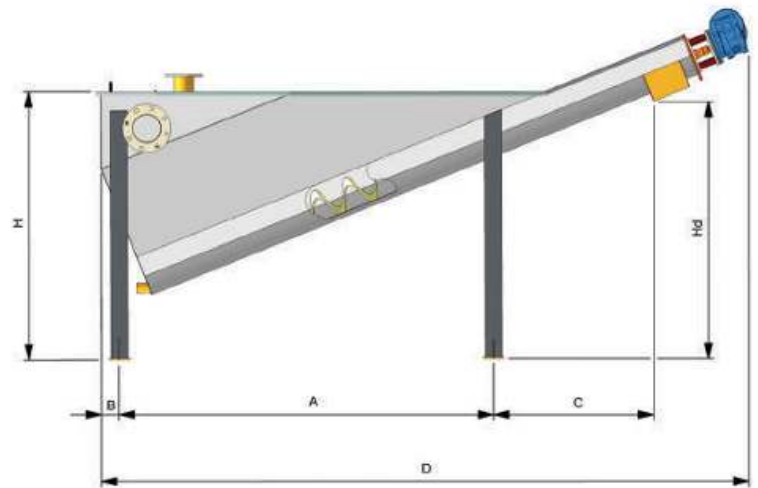
CLASIFICADOR DE ARENAS

ACCIONAMIENTO

formado por un grupo motor-reductor con salida de eje hueco que acopla directamente con un eje solidario al extremo del tornillo helicoidal.

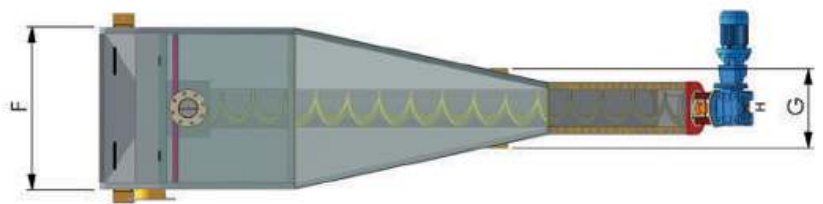
TOLVA DE DECANCIÓN

es una cuba metálica, fabricada en acero inoxidable, que cuenta con un diseño especial que favorece la decantación de las arenas en el fondo de la misma. El agua entra por la parte superior hasta una bandeja que favorece un flujo laminar del fluido y sale exenta de arenas por la boca de salida gracias a un aliviadero. Cuenta con tapas de cierre superior así como una válvula de purga en el fondo del depósito. Solidariamente lleva una canal inclinada por donde ascienden las arenas decantadas hasta la boca de descarga.



TORNILLO HELICOIDAL

Es un tornillo transportador sin núcleo el cual eleva las arenas hasta la parte superior donde se halla el punto de descarga. En su movimiento de giro roza sobre una cuna de polietileno antidesgaste.



PATAS DE SOPORTE

Fabricadas en acero inoxidable como el resto del clasificador de arenas, concebidas para soportar el peso de toda la máquina y servir de anclaje al suelo.

DIMENSIONES

TIPO	A	B	C	D	H	H _d	G	F
DET37T-015	1,53	0,11	0,93	2,96	1,36	1,36	0,41	0,65
DET37T-035	2,19	0,11	0,93	3,79	1,56	1,50	0,41	0,88
DET37T-050	2,53	0,11	0,93	4,13	1,54	1,50	0,41	1,02
DET37T-080	2,71	0,12	1,19	4,65	1,54	1,50	0,51	1,44
DET37T-150	3,80	0,12	1,17	5,80	1,95	1,90	0,51	1,57

UHMW HD 1000 – Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular

Peso molecular aprox. 4.500.000 g/mol

De todos los tipos de polietilenos de ultra elevado peso molecular, el UHMW HD 1000 ofrece un mejor balance en el perfil de sus propiedades. Combina una excelente resistencia al desgaste y a la abrasión, con una resistencia al impacto sobresaliente, incluso a temperaturas por debajo de los -200°C. Se aplica principalmente en los siguientes sectores: fabricación de piezas mecánicas en general, maquinaria de embotellado, enlatado y envasado, industria química, galvanizado, equipos criogénicos, industria textil y equipos de almacenaje y transporte de áridos.



Propiedades físicas (valores indicativos*)

Propiedades	Métodos de ensayo ISO/(IEC)	Unidades	Valores
Color	–	–	natural (blanco/negro/verde)
Peso molecular (1)	–	10 ⁶ g/mol	4,5
Densidad	ISO 1183-1	g/cm ³	0,93
Absorción de agua hasta la saturación en agua a 23°C (2)	–	%	0,01
Propiedades térmicas (3)			
Temperatura de fusión (DSC, 10°C/min)	ISO 11357-1/-3	°C	130 / 135
Conductividad térmica a 23°C	–	W/(K·m)	0,4
Coefficiente de dilatación valor medio entre 23 y 100°C	–	10 ⁻⁶ m/(m·K)	200
Temperatura de deformación por carga:			
– por el método A: 1,8 MPa	ISO 75-1/-2	°C	42
Temperatura de reblandecimiento Vicat – VST/B50	ISO 306	°C	80
Temperatura máxima de servicio en aire:			
– en periodos cortos (4)	–	°C	120
– en continuo: durante 20.000 h (5)	–	°C	80
Temperatura mínima de servicio (6)	–	°C	-200 (7)
Inflamabilidad (8):			
– “Índice de oxígeno”	ISO 4589-1/-2	%	< 20
– con respecto a la clasificación UL 94 (para 1,6 mm de espesor)	–	–	HB
Propiedades mecánicas a 23°C (9)			
Ensayo a tracción (10):			
– esfuerzo de tensión para fluencia (11)	ISO 527-1/-2	MPa	19
– elongación en el punto de fluencia (11)	ISO 527-1/-2	%	15
– elongación nominal a la rotura (11)	ISO 527-1/-2	%	> 50
– módulo de elasticidad (12)	ISO 527-1/-2	MPa	750
Ensayo a compresión (13):			
– esfuerzo al 1/2/5% de deformación (12)	ISO 604	MPa	4,5 / 8 / 14
Resistencia al impacto Charpy - sin entalla (14)	ISO 179/1eU	kJ/m ²	sin rotura
Resistencia al impacto Charpy - con entalla (15)	ISO 179/1eA	kJ/m ²	110 P
Resistencia al impacto Charpy - con entalla (doble 15°) (16)	DIS 11542-2	kJ/m ²	≥ 170
Dureza con bola	ISO 2039-1	N/mm ²	36
Dureza Shore D (3/15 s)	ISO 868	–	62 / 60
Pérdida de peso relativa (ensayo a desgaste en solución acuosa con arena)	test interno	–	100
Pérdida de peso relativa (ensayo a desgaste medido sobre una varilla del material plástico que roza sobre un disco de acero rotando) (16)	test interno	–	100
Propiedades eléctricas a 23°C (3)			
Rigidez dieléctrica (18)	IEC 60243-1	kV/mm	45
Resistividad volumétrica	IEC 60093	Ω·cm	> 10 ¹⁴
Resistividad superficial	IEC 60093	Ω	> 10 ¹³
Permeabilidad relativa ε _r :			
– a 100 Hz	IEC 60250	–	2,1
– a 1 MHz	IEC 60250	–	3
Factor de pérdidas dieléctricas tan δ:			
– a 100 Hz	IEC 60250	–	0,0004
– a 1 MHz	IEC 60250	–	0,001
Índice comparativo de la resistencia a la descarga superficial (CTI)	IEC 60112	–	600

Nota: 1 g/cm³ = 1.000kg/m³; 1MPa = 1 N/mm²; 1 kV/mm = MV/m

- Calculado por medio de la ecuación de Margolies $M=5,37 \times 10^4 \times [I]^{1,49}$, siendo [I] el índice de Staudinger, derivado de una medida de viscosidad usando decahidronaftaleno como disolvente (concentración de 0,0003 g/cm³ para PE-UHMW).
- Medido en planchas de 1 mm de espesor.
- La mayoría de los valores que aparecen en estas casillas han sido obtenidos de la información facilitada por el proveedor de materia prima u otros.
- Solo para periodos de exposición cortos (unas pocas horas), en aplicaciones con muy poca carga o despreciable.
- Temperatura a la que resiste durante un período de 20.000 horas. Después de este período de tiempo, la resistencia a la tracción disminuye en un 50% con respecto al valor inicial. La temperatura máxima de uso para los termoplásticos depende esencialmente de la duración y la magnitud de la sollicitación mecánica a la que está sometido el material.
- Dado que la resistencia al impacto disminuye al bajar la temperatura, la temperatura mínima de servicio vendrá determinada por la intensidad de los impactos que sufre el material. El valor indicado se basa en condiciones de impacto desfavorables y no debe ser considerado como límite absoluto.
- Debido a su extraordinaria tenacidad este material soporta incluso la temperatura del helio líquido (-269°C), a la que mantiene una resistencia al impacto aceptable sin despedazarse.
- Estos valores estimados derivan de las especificaciones técnicas de los proveedores de materia prima y no permiten determinar el comportamiento de los materiales en condiciones reales de incendio. No se dispone de tarjeta amarilla UL para el UHMW HD 1000.
- Los valores que aparecen en estas casillas son la media de los ensayos efectuados sobre probetas mecanizadas a partir de placas de 20 mm de espesor.
- Probeta Tipo 1 B
- Velocidad de ensayo: 50 mm/min.
- Velocidad de ensayo: 1 mm/min.
- Probetas cilindros Ø 12 x 30 mm.
- Péndulo utilizado: 15 J.
- Péndulo utilizado: 5 J.
- Péndulo utilizado: 25 J.
- Condiciones del ensayo: Presión 3 MPa. Velocidad: 0,33 m/s. Rugosidad del disco de acero RA=0,25 – 0,40 µm. Distancia total recorrida 28 KM. Operación sin lubricación en condiciones normales (aire 23°C/50% RH)
- Configuración de los electrodos: cilindros coaxiales de 25/75 mm en aceite de transformador según la Norma IEC 60296; probetas de 1 mm de espesor. Es importante observar, que la rigidez dieléctrica de los materiales de color puede ser sensiblemente inferior al valor del material natural.