



Filtrado y recolectado de perlita expandida en el lavado de desgaste de jeans.

Facundo Agustín Chavez
Emilio Pernicone

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2024

Filtrado y recolectado de perlita expandida en el lavado de desgaste de jeans.

Facundo Agustin Chavez
Emilio Pernicone

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:

Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2024

Agradecimientos

Primero que todo, agradecemos a la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario por habernos brindado la oportunidad y las herramientas necesarias para obtener una formación académica adecuada y poder desenvolvemos en el mercado laboral y en la sociedad de manera ética y responsable. Agradecemos a cada profesor por brindarnos sus invaluable experiencias y conocimientos, y a todo el personal no docente que hizo posible el correcto funcionamiento de la institución. Para finalizar, agradecemos a nuestras familias y amigos, quienes nos acompañaron y nos apoyaron durante este importante proceso, ya que sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

También queremos agradecer a todo el personal de Manufactura Arrecifes S.A por abrirnos las puertas siempre y proporcionarnos toda la información necesaria para poder realizar el proyecto, siempre estuvieron al pie de la letra, inclusive realizaron un ensayo químico sobre su producto para darnos datos fiables.

Resumen

En la industria textil se reemplazó el método de desgaste de jeans, anteriormente utilizando el abrasivo piedra pómez, la cual era de fácil filtrado y recuperación (de granulometría definida, en el rango de 1 cm a 3 cm) por la perlita expandida (no deja marcas en el producto) pero tiene la desventaja de ser de granulometría variable y pequeña (en el rango de 0 a 3 mm) lo cual dificulta su filtrado del agua que posteriormente se trata para estar bajo norma y poder desecharla, además la misma se deposita en las piletas de tratamiento sacando capacidad volumétrica a las mismas. La forma de extracción en la pileta actualmente es utilizando maquinaria pesada que daña y gasta las piletas posteriormente dichas.

Para que esto no suceda se propone además de filtrar del afluente, poder recuperarla y acondicionarla para volverla a utilizar de manera que no perjudique al post tratamiento del afluente y además genere un beneficio económico en la industria textil.

El sistema propuesto como solución va a contar de un decantado o filtrado como primer instancia, luego un proceso de separación de elementos contaminantes que puedan llegar a afectar el correcto re uso de la misma, luego un secado para que retome las propiedades adecuadas para realizar el desgaste de manera apropiada y por último un reembolsado para su posterior almacenamiento. Se podría realizar también un estudio de costo-beneficio de manera local y regional.

Palabras clave: stonewash - jeans - filtro- filtrado - Perlita expandida - piedra pómez

Abstract

In the textile industry, the method of distressing jeans has been replaced. Previously, abrasive pumice stone was used, which was easy to filter and recover (with a defined particle size ranging from 1 cm to 3 cm). It has been replaced by expanded perlite (which doesn't leave marks on the product), but it has the disadvantage of having a variable and smaller particle size (ranging from 0 to 3 mm), which makes it difficult to filter out of the water that is subsequently treated to meet the required standards for disposal. Additionally, the perlite deposits in the treatment tanks, reducing their volumetric capacity. The current method of extraction from the tank involves the use of heavy machinery, which damages and wears down the tanks over time.

To prevent this from happening, it is proposed to not only filter the influent but also recover and condition it for reuse in a way that does not adversely affect the post-treatment of the influent and also generates an economic benefit for the textile industry.

The proposed solution will consist of a settling or filtering stage as the first step, followed by a process to separate any contaminants that could affect its proper reuse. Then, a drying process will be implemented to restore the appropriate properties for proper distressing, and finally, it will be reconditioned for subsequent storage. A cost-benefit study could also be conducted locally and regionally.

Keywords: stonewash - jeans - filter - filtering - Expanded perlite - pumice stone

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract	5
Contenido	6
Historia	8
Introducción	9
Conflicto:	10
Capítulo 1: objetivos, alcances y condiciones limites	15
Objetivos	15
Condiciones límites	15
Capítulo 2: alternativas e ideas preliminares al filtrado y recolectado.	16
Alternativa 1:	16
Alternativa 2:	17
Alternativa 3:	18
Alternativa 4:	19
Alternativa 5:	20
Alternativa 6:	21
Capítulo 3: Elección del desarrollo final	22
Capítulo 4: Cálculo del decantador	23
Caudal que ingresa al decantador	31
Área mínima posible de decantador	32
Tiempo real de residencia	34
LAYOUT de Manufactura Arrecifes S.A	36
LAYOUT Lavadoras- Perlitero	37
Extracción de perlita	38
Capítulo 5: Cálculo de componentes	39
Potencia total del motor	39
Peso de cangilones	39
Volumen del cangilón y peso de agua a elevar	40
Velocidad de cadena	43
Dominio computacional	45
Calculo tornillo sin fin	52
Clasificación de material a transportar	52
Selección de helicoide	53
Capacidad requerida	55
Calculo de potencia demandada por el sinfín	55

Potencia total de motor	60
Dimensionamiento de ejes	61
Dimensionamiento de chavetas	64
Selección de cadena	69
Dimensionamiento de coronas	69
Selección del tanque de amortiguación de caudal	75
Selección de malla filtrante	78
Capítulo 6: Modelado en solidworks de la solución	81
Conclusiones	86
Recomendaciones	87
Bibliografía	88
ANEXO PLANIMETRÍA	89

Historia

Los jeans, como los conocemos hoy en día, tienen sus raíces en la resistente tela de mezclilla (denim en inglés), que fue desarrollada en la ciudad francesa de Nimes en el siglo XVII. La tela era conocida como "serge de Nimes", de donde proviene la palabra "denim". Sin embargo, fue en Estados Unidos donde los jeans se convirtieron en un ícono de la moda y la cultura.

El inventor de los jeans modernos fue Levi Strauss, un inmigrante alemán que se estableció en San Francisco durante la Fiebre del Oro en la década de 1850. Strauss, junto con un sastre llamado Jacob Davis, crearon los primeros jeans en 1873. Reforzaron los puntos de tensión con remaches metálicos, lo que los hizo extremadamente duraderos, perfectos para los mineros y trabajadores que necesitaban ropa resistente.

Los jeans comenzaron a ganar popularidad entre los trabajadores del oeste de Estados Unidos, pero fue después de la Segunda Guerra Mundial cuando su uso se extendió entre los jóvenes como una prenda de moda. En la década de 1950, las películas de Hollywood comenzaron a mostrar a actores rebeldes como Marlon Brando y James Dean usando jeans, lo que los convirtió en un símbolo de la juventud y la rebeldía.

Durante las décadas siguientes, los jeans se convirtieron en una parte integral de la moda casual en todo el mundo. Surgieron numerosas marcas y estilos, desde los clásicos Levis hasta marcas de moda de lujo que ofrecen jeans a precios elevados. Los jeans han evolucionado constantemente en términos de estilos, cortes, lavados y detalles, pero siguen siendo una prenda básica en el armario de millones de personas en todo el mundo.

Introducción

En las industrias textiles, más específicamente en el confeccionamiento de la prenda de vestir “Jean” donde trabaja el padre de Emilio, llamada “Manufactura Arrecifes S.A”. Comercialmente se requiere, que en la parte del manufacturero donde se realiza un lavado al jean (stone wash) para producir los famosos “desgastes” a la tela se retenga el abrasivo utilizado posterior al lavado. El lavado a piedra o stone wash es una práctica que se utiliza para darle estilo y modernidad a los jeans. Este consiste en pasar los jeans por máquinas de lavado donde se incluyen piedras y materiales abrasivos, con la finalidad de que estos adquieran el estilo desgastado que se ha venido popularizando en los últimos años. La perlita expandida es un material de baja densidad que por su estructura física y su alto contenido de sílice se presenta como una excelente alternativa abrasiva para la industria textil. Las perlitas permiten a través del efecto mecánico, el desgaste de una capa delgada del tejido de forma leve y controlada. El uso de la perlita disminuye el tiempo de lavado respecto a otros productos y genera menor abrasión superficial.

Anteriormente se utilizaba piedra pómez como abrasivo. Pero como ya comentamos antes, dejaba una peor terminación superficial.

Conflicto:

Una vez realizado el lavado desgaste, el cual se realiza en máquinas industriales lavadoras que agitan los jeans en una mezcla de agua, detergente, químicos y perlita expandida, se procede a drenar los efluentes por las cañerías del antiguo proceso de abrasión. El problema radica en el sistema de drenaje y recolección de este proceso quedó obsoleto para hacerlo con el nuevo lavado de desgaste, cabe destacar que es importante saber que estas aguas de lavado utilizado en las máquinas son recolectadas y filtradas para luego ser tratadas en tanques/lagunas para poder ser re utilizadas dependiendo muy poco del ingreso de nueva agua, solo reponiendo las pérdidas durante el lavado y drenaje. Como también las piedras que conservaban las propiedades desgastantes.

La granulometría de la piedra pómez, es grande y bien definida (en el rango de 1cm a 3cm), de aquí su fácil recolección y reutilización, en cambio la del nuevo polvo abrasivo no está bien definida (0 mm a 3mm) y además el rango a veces está en los micrones, además esta perlita expandida contamina el agua del afluente y se deposita en los caños, tuberías y lagunas de tratado, quitando capacidad volumétrica del proceso y por lo tanto disminuyendo el rendimiento.



Figura 1 : Antiguo cajón de recolección de piedra pómez.

Una vez llegado el agua del afluente a las piletas de tratamiento, ésta se mezcla con agua de cloaca pre-tratada, para iniciar un proceso bacteriano mediante la oxigenación del agua para poder disolver en aproximadamente 10 a 15 días estos químicos y demás provenientes del lavado. Como se mencionó, ahora este afluente viene con la perlita expandida que no se fue capaz de filtrar la cual en los días que tarda el tratamiento del agua decanta en el fondo de las piletas acumulándose, quitándole este rendimiento volumétrico y siendo su extracción difícil. Cabe destacar que el reingreso del agua ya tratada al proceso es sin esta perlita debido a la decantación de la misma.



Figura 2: perlita en el afluente momentos antes de entrar en la pileta de tratado.

La opción de descartar el agua está 100% descartada debido a que es ilegal por incumplimiento de la norma ISO 14001

El objetivo es lograr un filtro capaz de retener la perlita expandida y tener la capacidad de recuperarla, de manera que no contamine el agua que se dirige a las piletas perdiendo volumen disponible para tratar nuevos afluentes y además gastando capital en nueva perlita para volver a realizar el proceso.

Cabe destacar que esto es reciente, por lo que la mayoría (en conocimiento de la región) no poseen un sistema de este tipo.

Por lo tanto el siguiente estudio aborda cómo poder resolver la problemática planteada y darle una solución de la manera más eficiente posible **para que esto no afecte de manera directa en las empresas textiles de forma económica, legalmente, y a el medio ambiente.**



Figura 3: extracción de jeans post tratamiento de desgaste.



Figura 4: lavadora industrial marca Alona modelo LFA-360



Figura 5: Bolsas de abrasivo de la marca PERLITEX próximas a utilizar.



Figura 6: Bolsa de PERLITEX próxima a utilizar.

Capítulo 1: objetivos, alcances y condiciones límites

Objetivos

- Disminuir el gasto monetario del abrasivo utilizado, recuperando la perlita utilizada en lavados anteriores para luego reutilizarla.
- Evitar que la perlita llegue a las piletas de tratado, donde la única forma de retirar el abrasivo es con maquinaria pesada.
- Almacenar la perlita reutilizada.
- Aumentar la eficiencia del proceso disminuyendo tiempos.

Condiciones límites

- Tela de jean: El desgaste se va a realizar en prendas confeccionadas en tela jean de color azul índigo, la cual está compuesta principalmente por hilos de algodón de peso medio a pesado, tejidos en un patrón de sarga diagonal.
- Abrasivo utilizado: perlita expandida (Figura 5 y 6), la perlita es un mineral formado por la solidificación de lava volcánica. La perlita expandida es principalmente dióxido de silicio (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3), con pequeñas cantidades de óxido de hierro (Fe_2O_3), magnesio (MgO), calcio (CaO) y otros óxidos.
- Lavadoras industrial Alona LFA-360 (Figura 4): El lavado se realiza dentro de la lavadora la cual tiene un volumen máximo 90kg de prendas a desgastar por lavado.
- instalaciones de la empresa arrecifes manufactura S.A: El proyecto se va a adaptar a las instalaciones de la empresa mencionada.

Capítulo 2: alternativas e ideas preliminares al filtrado y recolectado.

Este capítulo mostraremos ideas preliminares que surgieron en el momento de buscar una solución efectiva al problema del abrasivo mezclado en el agua.

Alternativa 1:

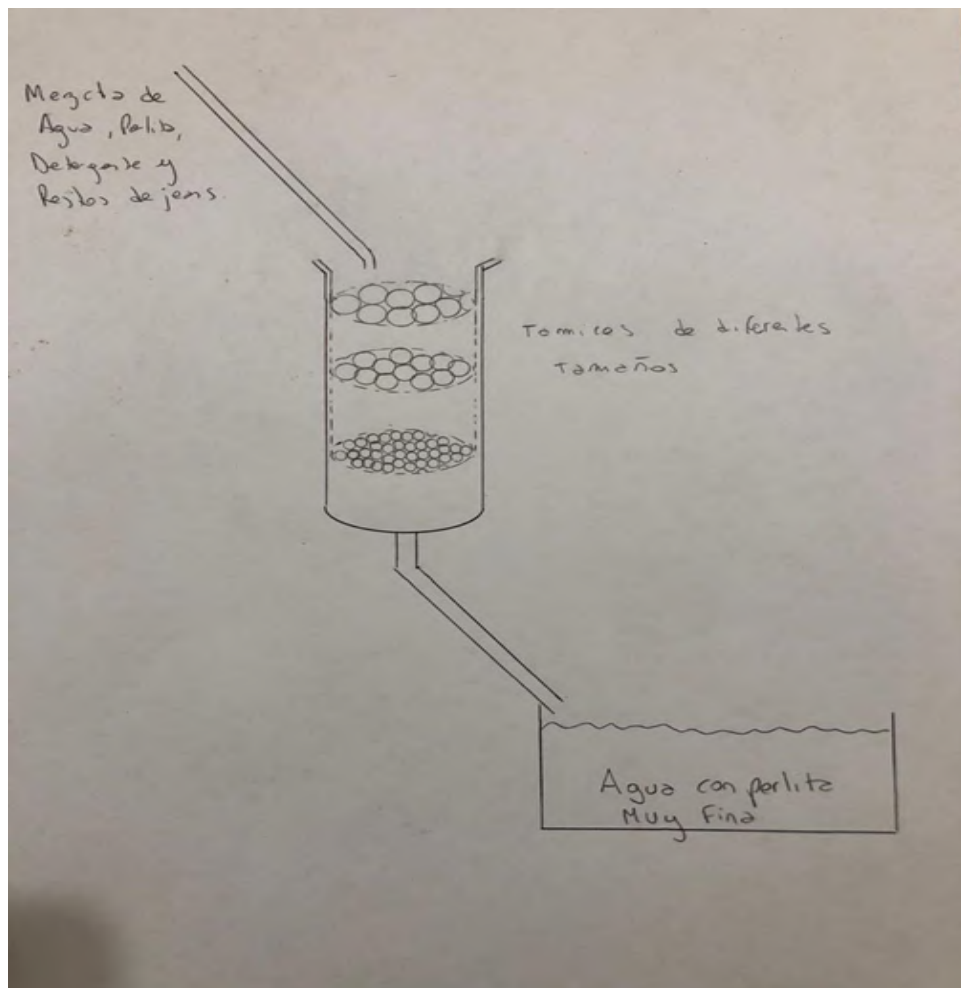


Figura 2-1: Boceto primera alternativa de solución.

Este sistema es una alternativa básica cuando pensamos en filtrar una mezcla.

Constructivamente son tamices (o telas filtrantes) de diferentes tamaños que van a retener la mayor cantidad de abrasivo posible. Una vez que este se complete se va a proceder a retirar por la parte superior manualmente y a ser descargado mediante aire a presión, algún sistema de vibración u otro sistema.

Alternativa 2:

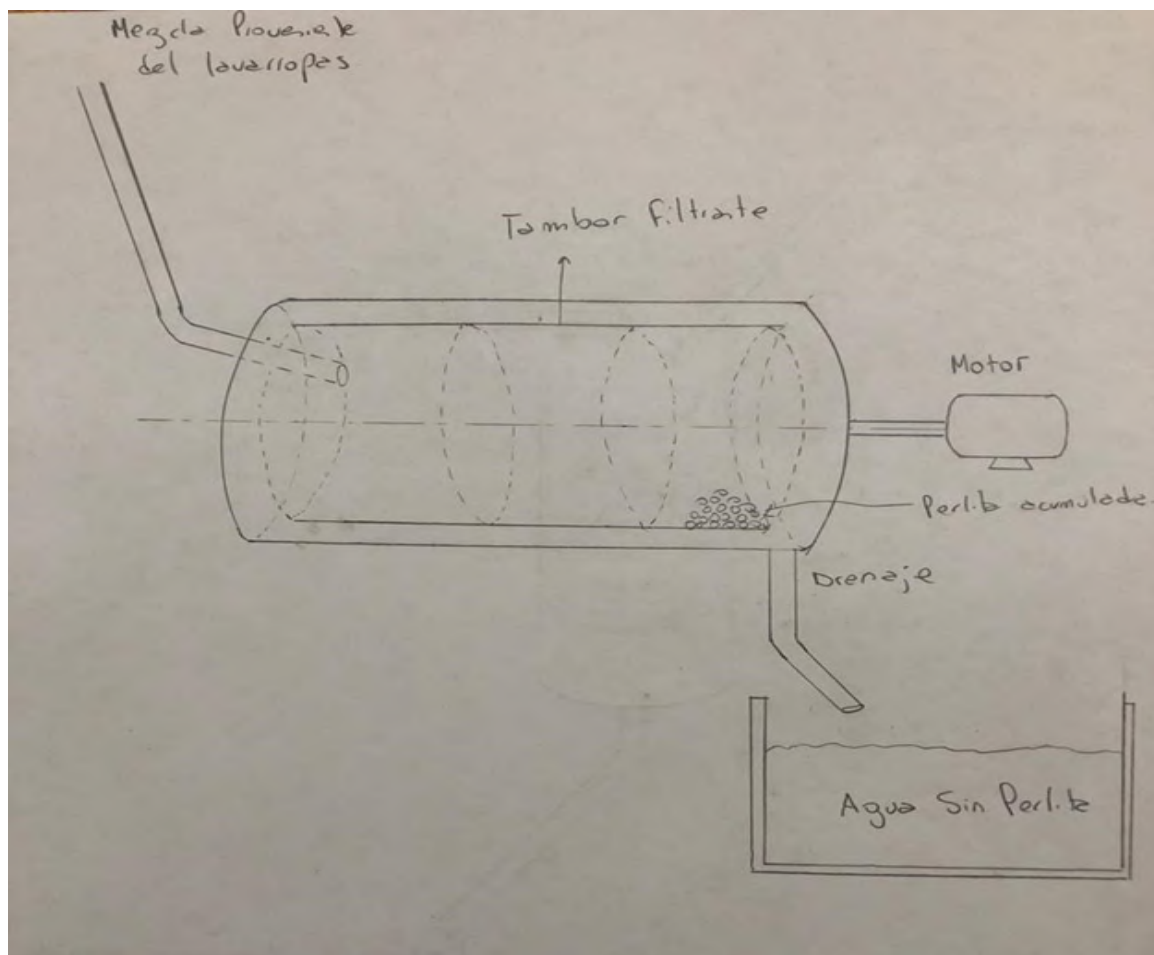


Figura 2-2: Boceto de segunda alternativa de solución.

Este filtro consiste en un recipiente cilindro cuyo interior posee un tambor filtrante (cilíndrico recubierto de tela o malla filtrante), el cual gira por medio de un motor a muy bajas rpm.

Todo el conjunto está montado con una muy leve inclinación.

El funcionamiento de este sistema es gracias a la fuerza de gravedad, la perlita queda atrapada en el filtro y cuando este gira se desprende por dicha fuerza. Las moléculas de aguas al ser de un menor tamaño pasan a la zona limitada por el tambor interior y el recipiente cilíndrico, para luego ser drenada.

Alternativa 3:

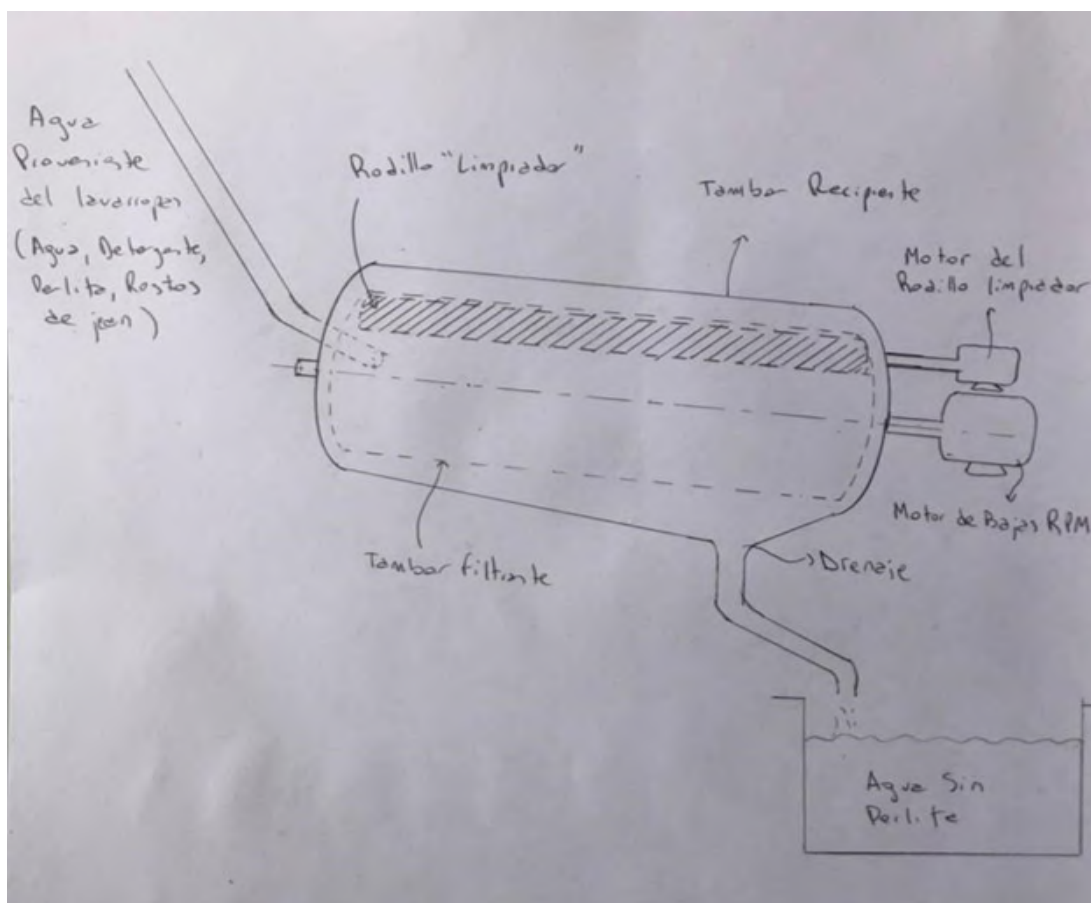


Figura 2-3: Boceto alternativa 3 de solución.

Este filtro es muy similar al anterior, la única diferencia es que el mecanismo de desprendimiento de la perlita del filtro es con la ayuda de un rodillo limpiador o rascador, el cual gira descentrado del tambor filtrante en la parte superior.

Alternativa 4:

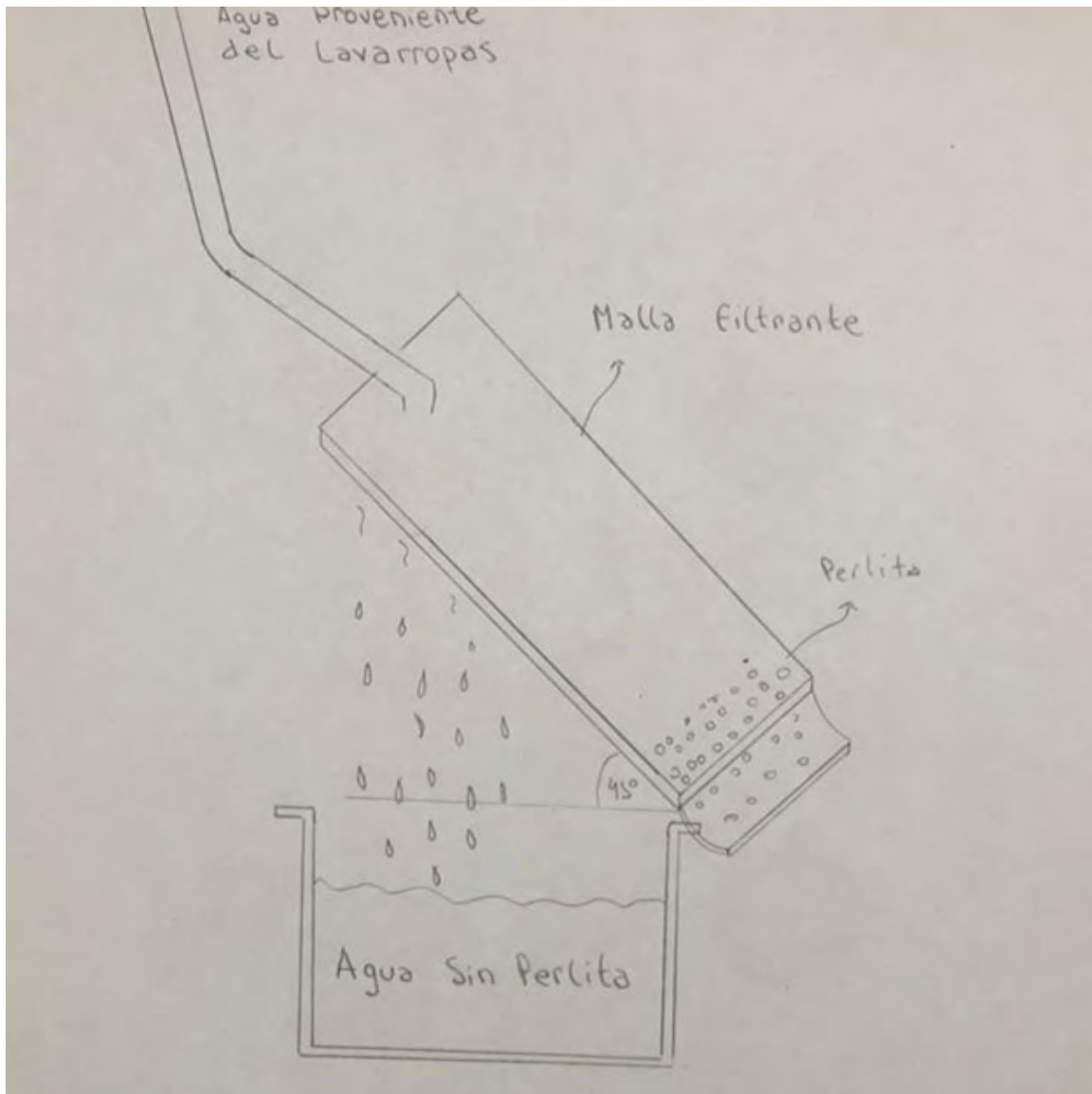


Figura 2-4: boceto de cuarta alternativa de solución.

El filtro de plano inclinado consiste en una malla metálica, dispuesta inclinadamente para favorecer el filtrado y el desplazamiento de las partículas en la superficie. el agua filtrada cae directamente a la pileta de retención.

Alternativa 5:

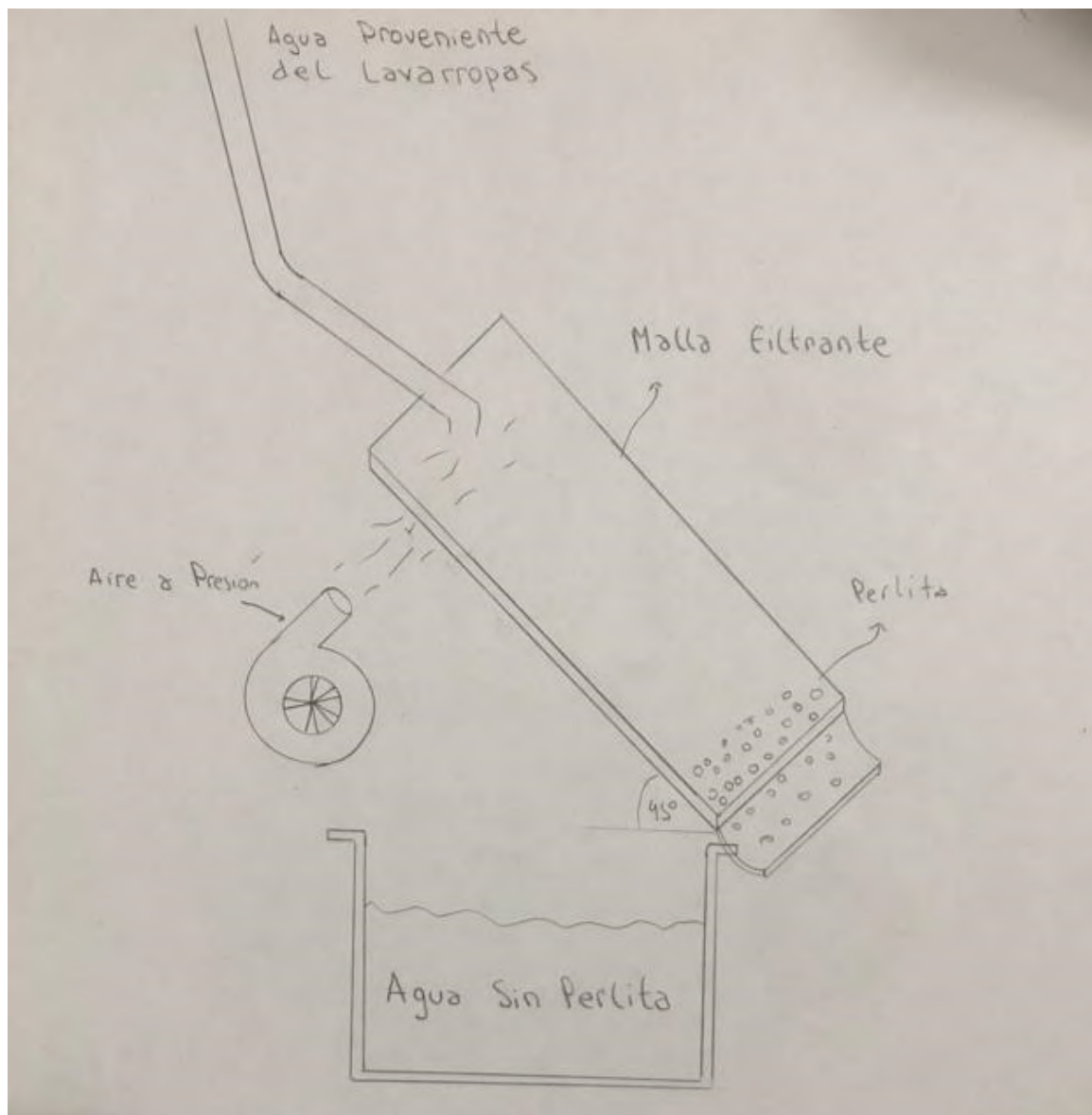


Figura 2-5: boceto de quinta alternativa de solución.

Este mecanismo de filtrado es igual al filtro 4 la única diferencia es que posee un turbina en la parte anterior del plano inclinado, cuya función es impulsar aire a presión para desprender las partículas de perlita que hayan quedado atascadas, impidiendo el correcto filtrado.

Esta turbina funcionará alternadamente, es decir, una vez que el agua ya haya pasado a la pileta esta se encenderá.

Alternativa 6:

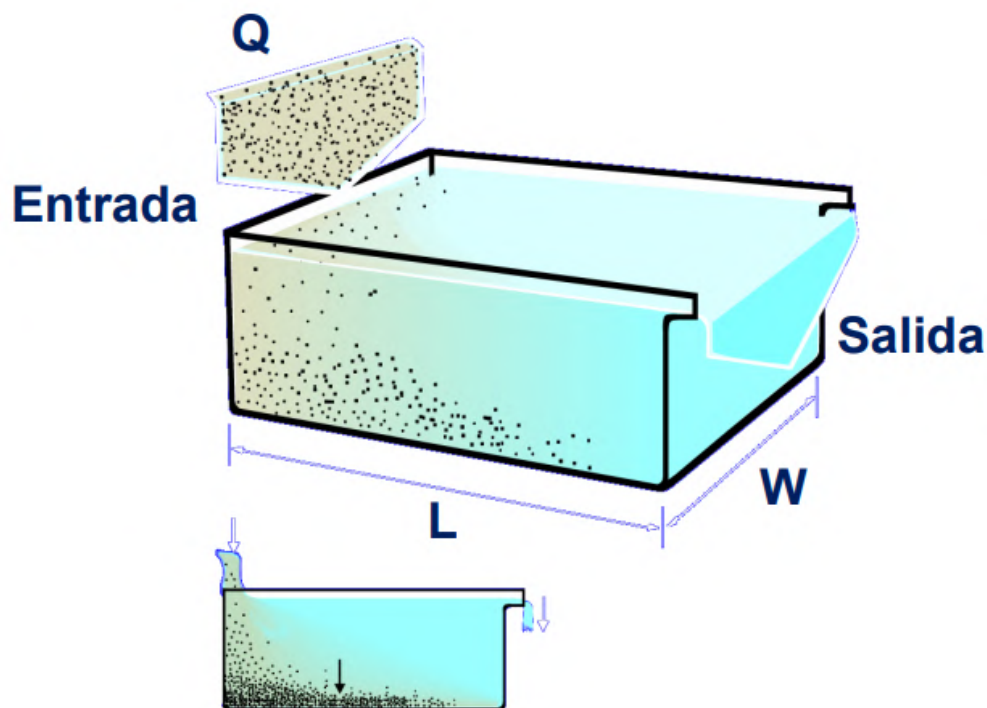


Figura 2-6: boceto de sexta alternativa de solución.

Son dispositivos diseñados especialmente para separar sólidos no miscibles en medios acuosos que presentan diferentes densidades, se destaca por su simpleza lo que lo hace perfecto para proyectos de baja envergadura.

Capítulo 3: Elección del desarrollo final

Luego de analizar todas las propuestas, y trabajar sobre los datos obtenidos, hemos llegado a la conclusión de que la solución al filtrado de la perlita expandida es diseñar un dispositivo el cual tenga las siguientes particularidades:

- Funcione como decantador
- Filtre el abrasivo disuelto en el agua
- Otorgue un volumen de salida de agua continuo.
- Extraiga el abrasivo y lo almacene de forma automática.

Además de cumplir con estas tareas, para esta elección final se tiene en cuenta la simpleza de diseño, bajos costos de producción, manipulación y mantenimiento.

Por qué se va a optar **por la opción 6, la del decantador** donde pueda ser separada la perlita y el caudal continúe sin la misma con la integración, dentro del mismo, de un **sistema de cadenas que la colecte las pase por un filtro y al final empuje la perlita hacia un sin fin que la extraiga.**

Es importante mencionar que para que este funcione tiene que haber una diferencia de densidades entre líquido (agua de lavado) y el sólido a separar (perlita), siendo la de este último mayor para que pueda decantar. Por lo tanto esto va a ser parte del cálculo para definir finalmente si es viable.

Capítulo 4: Cálculo del decantador

Un decantador es básicamente un recipiente que sirve para separar sustancias que no son miscibles y que además presentan una diferencia en densidad, ya sea por diferencias de estados a misma temperatura o solo por química.

Para nuestro caso se analizará y diseñará la geometría de un decantador de perlita expandida en agua de lavado de desgaste de Jean, la cual posee la misma densidad que cualquier otro tipo de agua por ser despreciable el contenido de detergente contenido en ella como para alterar su densidad.

Los cálculos comprenden desde:

- 1) Calcular la velocidad de decantación de la perlita por Ley de Stokes
- 2) Verificar que es mayor que la del agua en cuestión, caso contrario no podrá utilizarse un decantador
- 3) Calcular el caudal entrante, variable que afecta directamente el tamaño del decantador
- 4) Calcular área mínima de decantador
- 5) Para ambos casos pararse en las situaciones límites para que sea una solución aún en los peores casos, ej: tomar granulometría más baja para calcular la velocidad de decantación
- 6) Proponer un volumen de decantador, acorde al área mínima calculada
- 7) Calcular tiempo de residencia teórico y tiempo de residencia real
- 8) Verificar que el mismo es mayor que el tiempo que tarda la perlita en decantar a determinada altura de entrada.

Para calcular la velocidad de decantación de la perlita utilizando la **ley de Stokes**, primero se buscó la composición química de la misma y además se realizó un análisis de porcentaje de humedad, materia orgánica e inorgánica para determinar una densidad promedio de la mezcla al salir del lavado.

	LABORATORIO	Código REG-CM-002
	INFORME	Pág. 1 de 1

CLIENTE: PERNICONE, Alberto

FECHA: 05/07/2023

ENSAYO: Humedad y compuestos orgánicos presentes en muestra provista por cliente

OBJETIVO

Determinar el contenido de humedad y de compuestos orgánicos presentes en una muestra de residuo de lavado.

MATERIAL

Muestra provista por el cliente – Residuo lavado

INSTRUMENTAL

Humedad: Termobalanza (T: 105°C; t: 30min)

Incineración: Mufla (T: 450°C; t: 1h)

PROCEDIMIENTO

Se tomó una muestra representativa del residuo en cuestión y se la introdujo en la termobalanza con el objetivo de calcular el porcentaje de humedad.

Obtenido éste parámetro, la misma muestra se colocó en una cápsula de porcelana y se llevó a la mufla para su incineración. Se obtuvo así la concentración de compuestos inorgánicos, y por diferencia, la concentración de compuestos orgánicos presentes en la misma.

RESULTADOS

Parámetro	Valor
Apariencia	Mezcla heterogénea de compuestos orgánicos e inorgánicos
Humedad (%)	74,25 ± 0,05
Compuestos inorgánicos (%)	19,17 ± 0,02
Compuestos orgánicos (%)	6,58 ± 0,02

Figura 4-1:Ensayo fisicoquímico realizado en condiciones normales al abrasivo luego del lavado.



Ficha Técnica Producto "PERLITEX"

Presentación: Material embolsado en bolsas de 24 dm³ de fácil manipuleo y estibaje, reducción de espacio para acopio, ductilidad en el uso, rapidez en los procesos, como en su aplicación, mínimo desperdicio de material. Listo para ser aplicado en lavadoras tipo Pullman y Furlon.

Producto: Compuesto abrasivo mineral

Características: el polvo mineral es de una baja densidad metro/cúbico, con un alto poder de abrasión, logrando de este modo adherencia a la prenda de jean, gabardina, combinadas, etc, un desgaste parejo e intensivo, sumando a la combinación enzimática el acabado ideal para todo tipo de lavados con el look stoneado, destroy, lijado, etc.

Características Generales: De origen sílice aluminosa el compuesto perlítico, una vez procesada, cuentan con: densidad de los 100 Kg./m³, de color blanco, de formas esféricas, pH neutro: 7 a 7.2, con intercambio catiónico nulo, resistentes a los ácidos y a los álcalis, clasificadas en diferentes tamaños, de acuerdo al uso, libre de asbestos, dielectricamente neutras, por ende no promueven la corrosión en metales, totalmente ignífugas, no se queman, consideradas ecológicas, sin complicaciones para su deposición final, en procesos, el producto no precipita quedando en estanco logrando el mayor aprovechamiento de cada bolsa en el lavado.

Propiedades perlito-enzimáticas: Composición enzimática exclusiva para descruce que permite obtener excelente hidrofiliadad con el uso de componente perlítico. El proceso transcurre a baja temperatura, corto tiempo y mejora notablemente la mano del tejido, la calidad del efluente y el tiempo de proceso. El polvo perlítico no contiene amianto ni ningún otro elemento peligroso para la salud. Es atóxico. Bajo contenido de iones de cloruro y buena cantidad de silicatos y compuestos de sodio.

Composición Química:

SiO₂ 74,2%
Al₂O₃ 12,3%
Fe₂O₃ 1,9%
CaO 0,1%
KO 2,8%
Na₂O 8,3%
MgO 0,4%

Modo de uso de Perlitex :

Temperatura del agua: 55/60°
PH Neutro (6.5/ 7)
Tiempo de Lavado: 50 a 60Min. Aprox.
Proporción de Agua: 3 litros por kg. de ropa seca
Rendimiento Optimo por bolsa: 80 a 90 kg. de ropa

MUY IMPORTANTE: usar la bolsa sin abrir.

Nota: Los resultados obtenidos con el uso de Perlitex estan sujetos a las variables del proceso de lavado.

Figura 4-2: características de la perlita expandida brindados por el proveedor.

El proveedor de perlita, PERLITEX, nos proporciona una composición química del abrasivo y una densidad promedio de la mezcla final, cabe destacar que la misma es muy porosa para que se expanda durante el lavado y produzca el desgaste correcto en el jean, de ahí su baja densidad. Pero si calculamos la densidad promedio solo de la composición química obtenemos:

$$\rho_{promedio} = \sum \left(\frac{\%}{100} \right) \cdot \rho_i \text{ (Ecuación 4.1)}$$

Siendo:

- $\rho_{promedio}$ Es la densidad promedio ponderada de la perlita.
- % es el porcentaje del componente químico i
- ρ_i es la densidad del componente químico i

Usando los porcentajes dados para los componentes y las densidades correspondientes, la densidad promedio ponderada de la perlita sería:

$$\rho_{perlita prom.} = (0.742 \times \rho_{SiO_2}) + (0.123 \times \rho_{Al_2O_3}) + (0.019 \times \rho_{Fe_2O_3}) + (0.001 \times \rho_{CaO}) + \\ (0.028 \times \rho_{KO}) + (0.004 \times \rho_{MgO})$$

Siendo las densidades de cada uno de los compuestos químicos las siguientes:

- 2200 kg/m³ (densidad del dióxido de silicio).
- 3950 kg/m³ (densidad del trióxido de aluminio).
- 5240 kg/m³ (densidad del trióxido de hierro).
- 3340 kg/m³ (densidad del óxido de calcio).
- 2320 kg/m³ (densidad del óxido de potasio).

- 2270 kg/m³ (densidad del óxido de sodio).
- 3580 kg/m³ (densidad del óxido de magnesio).

$$\rho_{perlita\ prom.} = (0.742 \times 2200) + (0.123 \times 3950) + (0.019 \times 5240) + (0.001 \times 3340) + (0.028 \times 2320) \\ + (0.083 \times 2270) + (0.004 \times 3580) = 2447,7$$

Esta densidad sería si la mezcla no fuese porosa, de ahí el nombre perlita expandida, el proveedor nos dice que tiene una densidad aproximada de $100 \frac{kg}{m^3}$ que solo el 5% aproximadamente será este compuesto químico y lo demás aire a presión atmosférica.

De igual manera, la densidad que nos interesa conocer, y por eso el análisis realizado, es la de luego de hacer el lavado de desgaste. La muestra arrojó los siguientes resultados:

- **74,25% de humedad**, es decir casi el 75% de la mezcla es agua cuando sale del lavado
- **19,17 % de compuestos inorgánicos**, con esto hace referencia a la perlita en sí
- **6,58 % de compuestos orgánicos**, durante el lavado de desgaste en el jean, el mismo desprende estos compuestos del algodón.

Con estos datos, se puede calcular una densidad promedio de la mezcla que sale del efluente. Siendo:

- $2447,7 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ densidad de la perlita o compuestos inorgánicos
- $1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ densidad del agua o humedad
- $20 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ densidad promedio del algodón o compuestos orgánicos.

Recalculando la densidad de la mezcla, obtenemos:

$$\rho_{mezcla} = (\%agua \times 1000) + (\%perlita \times 2447,7) + (\%algodón \times 20) \text{ (Ecuación 4.2)}$$

$$\rho_{mezcla} \approx 742.5 \left[\frac{kg}{m^3} \right] + 468.89 \left[\frac{kg}{m^3} \right] + 1.346 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \approx 1212.736 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Una vez calculada esta densidad de mezcla y utilizando la fórmula de la ley Stokes:

$$v = \frac{d_p^2 \cdot (\rho_{mezcla} - \rho_{agua}) \cdot g}{18 \cdot \mu} \text{ (Ecuación 4.3)}$$

Donde:

- d_p Es el **diámetro de la partícula** de la mezcla, que se pide que esté de media de 0,5 mm para la salida al lavado de desgaste.
- ρ_{mezcla} es la **densidad de la mezcla** que acabamos de calcular
- ρ_{agua} es la **densidad del agua** ($1000 \frac{kg}{m^3}$)
- g es la aceleración de la gravedad ($9,81 \frac{m}{s^2}$)
- μ es la **viscosidad del agua** ($0.001 Pa \cdot s$)

Sustituyendo obtenemos una **velocidad de decantación de:**

$$v = \frac{(0.0005^2 \cdot (1212,736 - 1000) \cdot 9,81)}{18 \cdot 0,001}$$

$$v = 0,029 \frac{m}{s}$$

Tomando el menor tamaño de partícula, es decir granulometría, qué se puede encontrar en la perlita expandida que nos va a dar la velocidad de decantación más pequeña de todas:

$$v = \frac{(0.0001^2 \cdot (1212,736 - 1000) \cdot 9,81)}{18 \cdot 0,001} =$$

$$v = 0,0011 \frac{m}{s}$$

Esta velocidad junto a la altura del decantador (salida) nos determina el tiempo mínimo de permanencia que debe tener la mezcla para que la perlita decantada llegue al piso.

Suponiendo un decantador de 1m de altura hasta la salida y tomando la **menor velocidad de decantación 0.0011 m/s**, obtenemos:

$$T_{\text{permanencia}} = \frac{1m}{0.0011 \frac{m}{s}} = 909 [s] \text{ o } 15,15 [min]$$

Es decir, la mezcla con agua y perlita va a tener que residir, como mínimo, 15 min o más en el decantador desde que entra hasta que sale para que llegue al suelo y asegurarnos que el efluente sale limpio y que pueda ser recolectado para su post extracción

Para asegurarnos que esto suceda, el caudal que entre al decantador y el volumen que contiene el mismo, es decir el llenado, **tiene que durar 15 min o más para asegurarnos lo calculado arriba.**

Caudal que ingresa al decantador

Las instalaciones por estudiar cuentan **con 8 lavadoras industriales**, cada una produce un **efluente con perlita de 1500 lts/lavado**, cada uno de los lavados tarda aproximadamente **3 hs en producir una descarga**, es decir en finalizar el desgaste del pantalón.

Puede darse la posibilidad que las 8 lavadoras descarguen al mismo tiempo por lo que el caudal a filtrar, en la peor situación, $8 \times 1500 \text{ lts}/3\text{hs}$, **un total de 12000 lts/3 hs.**

Pero para poder regular el caudal de salida, se utilizará un acumulador, que reciba todo este volumen de mezcla que se puede dar en la peor situación (12000 lts) y dosifique nuestro decantador con el menor caudal posible para lograr la eficiencia más alta también posible.

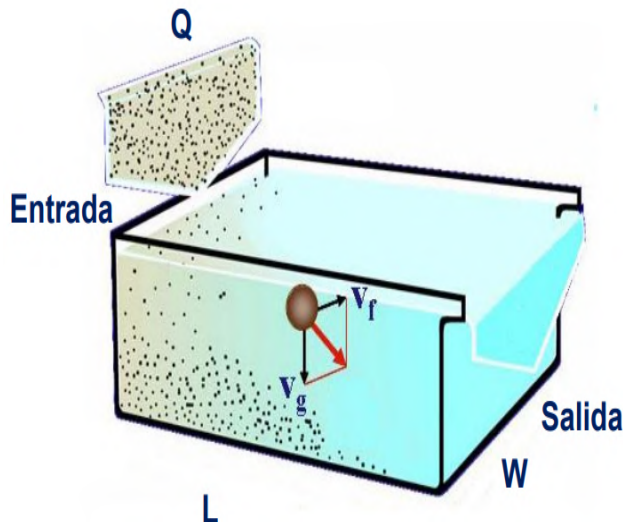


Figura 4-3: Tecnologías de la separación –ALFA LAVAL.

El menor caudal posible viene dado por los 12000 litros acumulados de las lavadoras y el tiempo que se tiene entre descargas (3hs), esto porque las 8 lavadoras pueden volver a descargar todas juntas y se necesitaría que el acumulador esté vacío para poder volver a poder recibir este volumen de agua de vuelta. Entonces:

$$Q_{\text{menor caudal}} = \frac{12000 [l]}{3[h]} = \frac{4000[l]}{[h]} \cdot \frac{1}{60} = 70 \left[\frac{l}{min} \right]$$

Área mínima posible de decantador



Área de separación (A)

En el caso del tanque rectangular: $A = L \cdot W$

Caudal Límite (Qc)

Relación entre Caudal Límite y Área

$$Q_c = v_g \cdot A$$

Velocidad de decantación (vg)

Componente vertical de velocidad de la partícula

Constante de proporcionalidad entre Qc y A

El Caudal Límite es directamente proporcional al Área y a la velocidad de decantación

Figura 4-4: Tecnologías de separación- ALFA LAVAL

El área mínima posible viene dada por una relación proporcional entre el caudal límite, que es el menor caudal calculado arriba, y la velocidad de decantación de la perlita en agua. Dada por la siguiente ecuación:

$$Q_{menor\ caudal} = V_{decantación} \cdot A_{lim}$$

$$A_{lim} = \frac{Q_{menor\ caudal}}{V_{decantación}}$$

$$A_{lim} = \frac{0.07 \left[\frac{m^3}{min} \right]}{0.0011 \left[\frac{m}{s} \right] \cdot 60} = 1.06 \, m^2$$

Aunque se sabe que a mayor área mayor eficiencia de separación, esto va a influir sobre el costo del equipo por lo que se adopta un área levemente superior a la mínima calculada 1.5 m²



Figura 4- 5: Tecnologías de la separación- ALFA LAVAL

Quedando un rectángulo de superficie de dimensiones 1 m x 1,5 m, ahora a partir de la altura de descarga propuesta de 1 m y el tiempo de residencia teórico calculado, se verifica que el tiempo de residencia real sea mayor. Se calcula el volumen del decantador hasta la altura de la salida

$$V_{\text{decantador}} = 1[m] \cdot 1,5[m] \cdot 1[m] = 1,5m^3 = 1500 [l]$$

Tiempo real de residencia

Este tiempo se calcula como el tiempo que tarda un volumen determinado de agua con perlita en entrar y abandonar el decantador que se define como el caudal.

Este caudal determinado son las porciones de agua que van entrando y llevan una dirección que recorre el depósito del decantador, esto debido a la geometría de este. Una vez lleno el decantador, todo el caudal que entra sale por el otro extremo por balance de masas.

Entonces el tiempo que tarda en barrer el volumen se conoce como tiempo real de residencia de la mezcla y se define como:

$$t = \frac{V_{\text{decantador}}}{Q_{\text{entrante}}}$$

Se sabe que este valor de residencia, por un estudio realizado con radiotrazadores, varía del valor real práctico conforme aumenta la manta de lodo en el suelo del decantador y varía el caudal de entrada y por consecuencia el de salida.

Para nuestro caso el decantador contará con una cadena redler para el recolectado de la perlita, por lo que no se crearía una capa de “lodo” de altura considerable.

Para la variación de caudal, se instalará un acumulador previo que mantendrá el caudal lo más constante posible.

Con estos dos implementos la diferencia entre el valor real y el práctico, si no es muy cercano al tiempo necesario para decantar la perlita expandida, se decantan de manera efectiva.

$$T_{real\ de\ permanencia} = \frac{V_{decantador}}{Q_{entrante}} = \frac{1500 [l]}{70 \left[\frac{l}{min} \right]} = 21.48 [min] \text{ ecuación (2.1)}$$

Como el valor real, a este caudal, difiere casi un 40 % del necesario para que la perlita decante, se puede concluir que la geometría del decantador es válida para el caso.

Por temas de diseño del decantador, al cual proponemos incluir un sistema de extracción de la perlita mediante mecanismos que van a tener componentes como cadenas, cangilones, filtro metálico etc. Se define una geometría de 1m de ancho x 2,5 m de largo con una superficie de 2,5 m², el cual es casi 3 veces superior al teórico por lo que mejoraría su eficiencia al decantar y una altura de salida de 0,8m

Nos quedaría un volumen de:

$$V_{decantador} = 1[m] \cdot 2,5[m] \cdot 0,8[m] = 2\ m^3 = 2000 [l]$$

Volviendo a calcular el tiempo real de permanencia nos quedaría:

$$T_{real\ de\ permanencia} = \frac{V_{decantador}}{Q_{entrante}} = \frac{2000 [l]}{70 \left[\frac{l}{min} \right]} = 28.57 [min]$$

Recalculado el tiempo teórico de residencia para 0,8 m de altura a la salida

$$T_{permanencia} = \frac{0.8\ m}{0.0011 \frac{m}{s}} = 12,12 [min]$$

Siendo casi un 90% más del tiempo que tomaría la perlita en decantar al fondo, cumpliendo con una decantación efectiva.

LAYOUT de Manufactura Arrecifes S.A

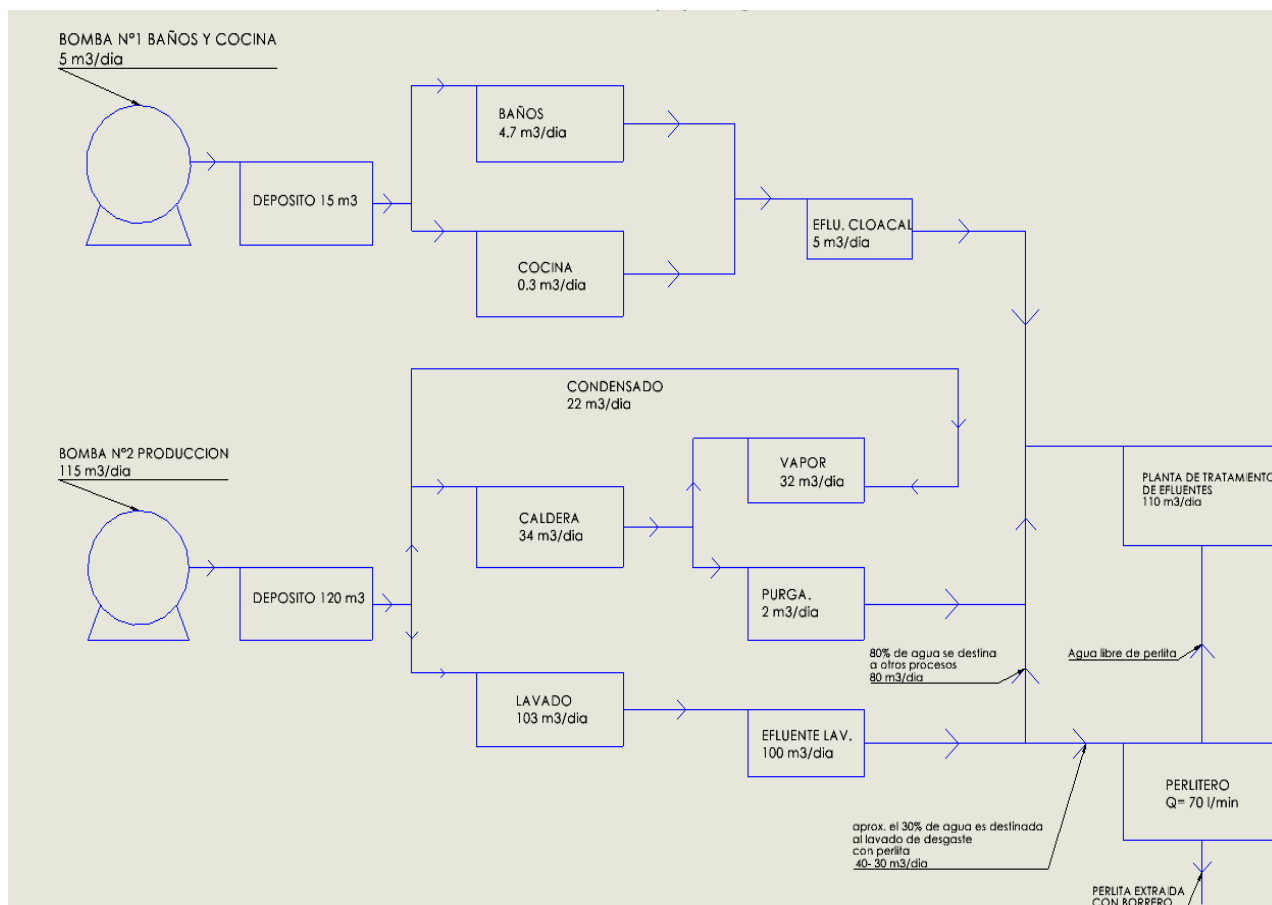


Figura 4-6: Sistema hídrico de Manufactura Arrecifes S.A

LAYOUT Lavadoras- Perlitero

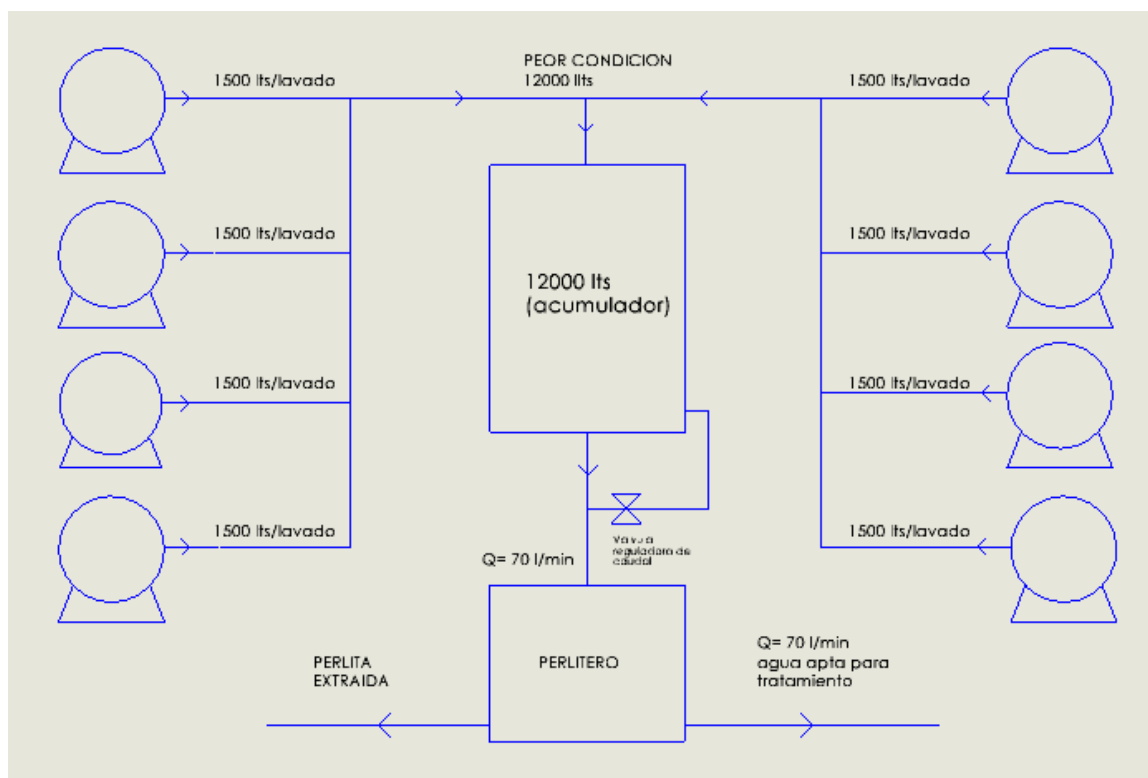


Figura 4-7: Esquema de lavado con perlitero en Manufactura Arrecifes S.A

Extracción de perlita

Para este proyecto además de separar la perlita del caudal, se extraerá para reciclarse correctamente. En el mismo sistema de decantación (estanque rectangular), dimensiones definidas, se instalará un sistema de cangilones que viertan el agua sobre barras de acero separadas por placas graduadas de espesor 0,5 mm, funcionando como filtro y guía para que los cangilones empujen la perlita retenida en él, desembocando en un tornillo sin fin que extraiga la perlita.

Este sistema de redler tendrá un recorrido rectangular, contará con doble cadena para el sostén de los cangilones, un eje con doble corona por cada una de las 4 esquinas y será impulsado por un motorreductor que estará ubicado en la parte de arriba sobre un módulo.

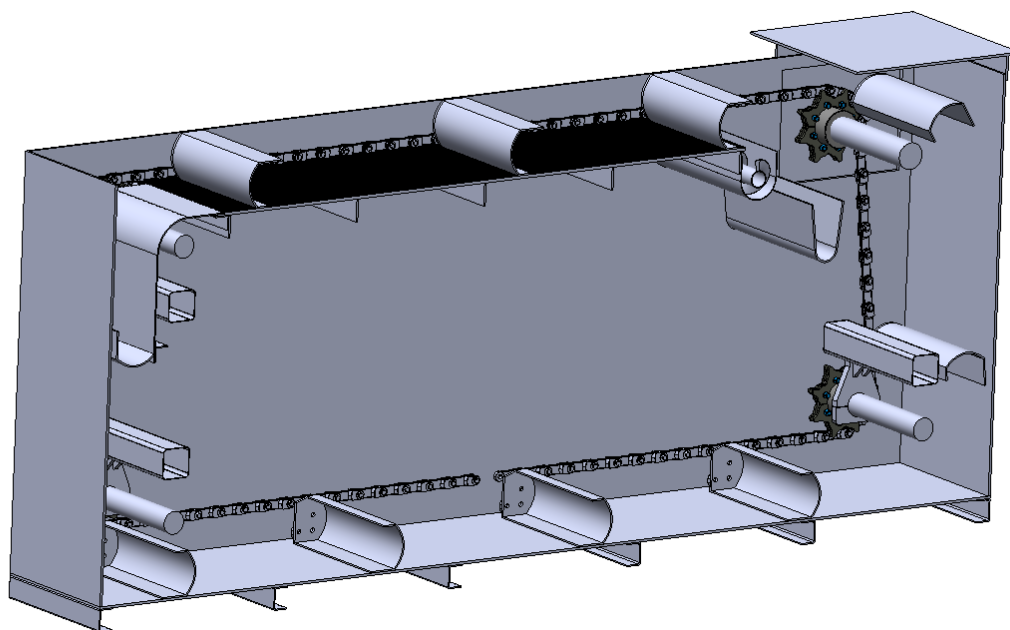


Figura 4-8: vista en corte del sistema de redler.

Capítulo 5: Cálculo de componentes

Potencia total del motor

Para calcular la potencia de motor necesitaremos para mover todo el sistema, se considerará el peso y el drag de los cangilones sumergidos y elevándose, el peso del volumen de agua dentro de ellos (en recorrido ascendente), cantidad simultánea de ellos, velocidad a la cual se moverá esta cadena y se adoptará un coeficiente de fricción por los componentes que estarán en juego.

Peso de cangilones

Como se puede observar en el siguiente boceto, a pesar de que exista un ángulo entre las cadenas paralelas, el peso en caída de los cangilones hace aparecer una tensión en la cadena que contrarresta el peso para subir los cangilones en el extremo opuesto, por lo que esta fuerza no será tomada en cuenta por anularse en el cálculo de potencia

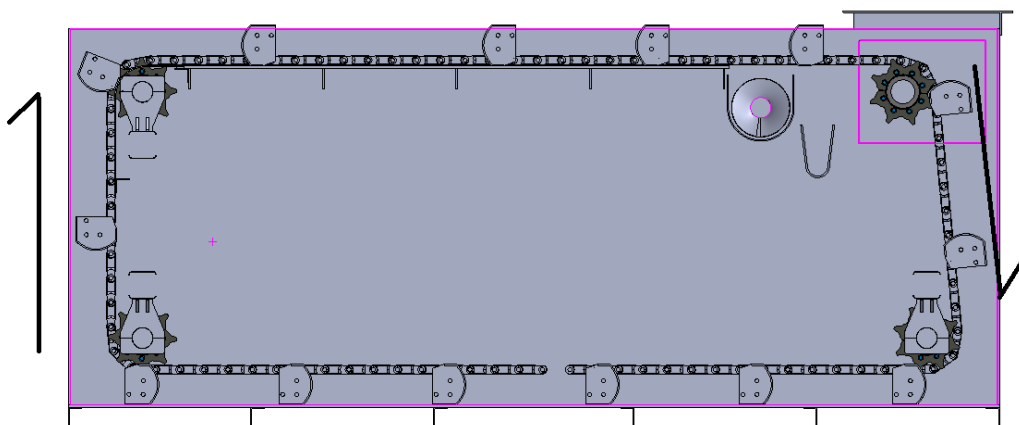


Figura 5-1: peso cangilones en si, se anulan.

Volumen del cangilón y peso de agua a elevar

Es claro que la cantidad de cangilones, la distancia entre ellos y el volumen de agua con perlita son factores directos en el peso de agua a elevar (el cual es la variable que más afecta al cálculo de potencia del motor)

Como es un proyecto específico para una empresa específica, modelado en SolidWorks el decantador con las dimensiones y un recorrido de cadena de 8 metros cada una, se proponen utilizar 10 cangilones separados 0,7 metros y con un volumen de entre 9 y 10 litros cada uno. Con el siguiente perfil dibujado en SolidWorks y un largo fijo de 750 mm



Figura 5-2: Sección (sin tomar en cuenta espesor) de cangilón.

Y viendo las propiedades de la sección encerrada, destacando que si bien el perfil del cangilón usado en el diseño es un poco más pequeño para quedar cubiertos en la masa de agua que se aloja. Arrojando los siguientes resultados:

```

Section properties of Sketch1 of Area cangilon

Area = 12103.09 millimeters^2

Centroid relative to sketch origin: ( millimeters )
  X = 157.04
  Y = 166.95

Centroid relative to part origin: ( millimeters )
  X = 157.04
  Y = 166.95
  Z = 0.00

```

Figura 5-3: Área calculada por SolidWorks.

Con los siguientes datos y su largo, **se calcula el volumen:**

$$L = 750 \text{ mm} = 0,75 \text{ m}$$

$$\text{Área} = 12103 \text{ mm}^2 = 0.012103 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = 0,00907 \text{ m}^3 \text{ o } 9 \text{ lts}$$

Una vez obtenido este volumen, multiplicándose por la densidad, obtendremos la masa de agua y por lo tanto su peso aplicando la gravedad, siendo:

$$\text{Masa de agua} = 0,00907 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 9,07 \text{ kg de agua}$$

$$Peso = 0,00907 \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 9,07 \text{ kg de agua} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 89 \text{ N}$$

Como la altura de salida del decantador está fija a 0,8 metros de altura, los cangilones se deberán elevar por encima de esta, proponiendo una altura entre el piso y el filtro metálico, donde el cangilón alcance su máxima altura de unos 0,95 metros o 950 mm

Entonces dividiendo la distancia entre cangilones y la altura máxima a subir,

$$Cantidad \text{ de cangilones} = \frac{950}{750} + 1_0 \text{ cangilón} = 2,3 \text{ cangilones}$$

Para quedar siempre por arriba del valor se adoptará que 3 cangilones pueden estar suspendidos simultáneamente, quedando totalmente cubiertos.

Entonces:

$$Masa_{total} = 3 \cdot 9,07 \text{ kg} = 27,1 \text{ kg}$$

$$Peso_{total} = 3 \cdot 9,07 \text{ kg} = 27,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 265,8 \text{ N}$$

Teniendo la fuerza a elevar y la altura a elevarla, se calcula el trabajo necesario a realizar

$$Trabajo_{total} = 3 \cdot 9,07 \text{ kg} = 27,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 265,8 \text{ N} \cdot 0,95 \text{ m} = 260 \text{ J}$$

Una vez obtenido este trabajo, se tendrá que buscar una velocidad de cadena para obtener la potencia necesaria.

Velocidad de cadena

Para la velocidad de cadena se tendrán en cuenta los siguientes factores:

1. Cantidad de volumen a recircular sobre el filtro metálico
2. Horas de funcionamiento del perlitero
3. Distancia entre cangilones
4. Turbulencia producida por los cangilones sumergidos

Se tomará como referencia que todo el caudal de agua se recircula al menos una vez, es decir que los cangilones viertan la totalidad del caudal entrante en el filtro metálico una vez más, esto para que la perlita de granulometría más baja tenga la oportunidad de adherirse entre ellas para aumentar el tamaño y poder quedar atrapadas en el filtro y luego retirarla por el sin fin

Además, se propone que el redler del perlitero funcione 24 horas por día para analizar qué valor de cadena obtendremos, en base a ese resultado y que nivel de turbulencia nos da, proponer con una velocidad más alta para bajar las horas de funcionamiento.

Teniendo en cuenta que Manufactura Arrecifes S.A, como ya se mencionó arriba, produce aproximadamente 36 mil litros de agua proveniente del lavado de desgaste, se tiene que:

$$\text{Caudal a recircular} = 36000 \frac{\text{lbs}}{\text{dia}} = 1500 \frac{\text{lbs}}{\text{hs}}$$

Con este dato y el volumen por cangilón de 9 lbs, y utilizando una velocidad de 0,75 m/min, es decir se volcará uno de ellos cada un minuto, tendremos un caudal real de recirculación de:

$$Caudal\ real = 9 \frac{lbs}{min} \cdot 60 = 540 \frac{lbs}{hs}$$

Por lo que la velocidad tiene que ser 3 veces mayor para lograr el objetivo, adoptamos:

$$Velocidad\ cadena = 0,75 \frac{m}{min} \cdot 3 = 2,2 \frac{m}{min} = 0,03 \frac{m}{seg}$$

Si bien, después se verificará que esta velocidad no produzca turbulencia y que, en caso de ser así, se adoptará una velocidad mayor. La potencia consumida con esta velocidad de cadena es:

$$Potencia = 260\ J \cdot 0,03\ s = 8,14\ W = 0,012\ HP$$

Para verificar que el cangilón no produce turbulencia, se realizará un estudio de flujo en SolidWorks, con la herramienta Flow Simulation. La misma contará con la simulación para la **velocidad propuesta arriba de 0,03 m/s y a la que se busca llegar a 0,06 m/s.**

Para este estudio se buscará obtener el perfil de velocidades del plano medio del cangilón, el cual se sabe que tendrá el mayor módulo porque es el que tiene mayor distancia entre las paredes del decantador. Además, también se obtendrá:

1. Fuerza en el eje que apunta en dirección a la cadena, en nuestro caso se pone X. Este valor nos dirá cuál es la fuerza de arrastre que tendrá que vencer el motor por cada cangilón

2. Promedio de intensidad de turbulencia en el dominio (el cual es más pequeño que el verdadero por lo que nos ponemos en una peor condición que la real)
3. Velocidad máxima global para tener una visión de que la misma en algún punto por el aumento de velocidad no sea muy grande y provoque turbulencia localizada

Dominio computacional

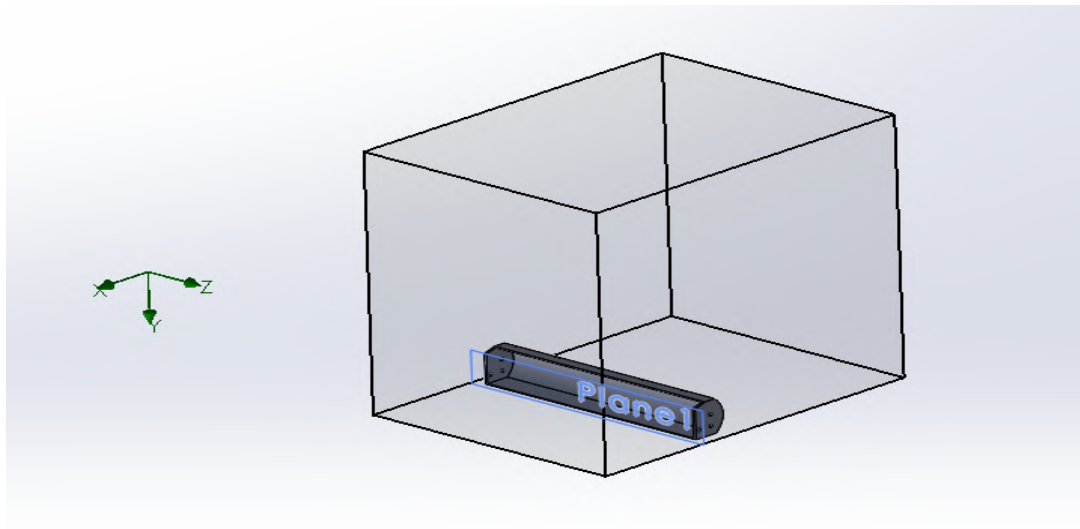


Figura 5-4: Volumen computacional de estudio del flujo sobre del cangilón .

Luego de realizar la simulación, el perfil de velocidades para una velocidad en el eje X negativo hacia el cangilón, como se puede observar en la figura 5-5, de $-0,03$ m/s es:

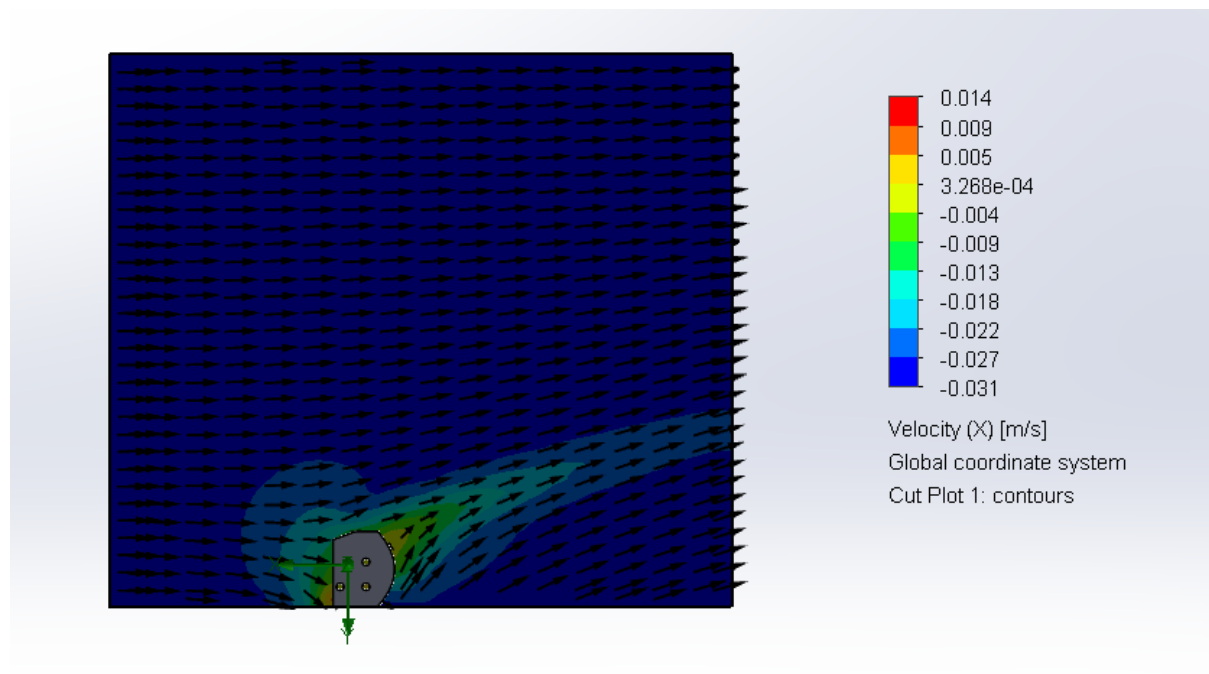


Figura 5-5: Plano de velocidades en el eje X.

Se puede analizar qué dirección tendrá el flujo cuando atraviere el cangilón, la cual no es significativa y no presenta un perfil turbulento, esto último se puede verificar con el cálculo global promedio de intensidad de turbulencia en el dominio:

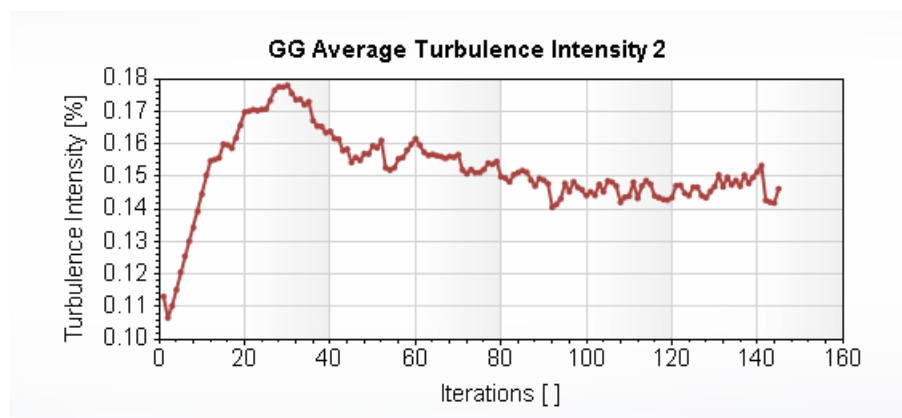


Figura 5-6: Gráfico de intensidad de turbulencia vs iteraciones.

Este último gráfico nos hace pensar que, al ser el promedio global, está calculado en todo el dominio computacional, lo que haría que nuestro valor se reduzca significativamente por ser un promedio. Por lo que se cambia el dominio a uno de extensión apenas por arriba del cangilón y que se extienda 0,7 m hacia atrás para que solo analice la turbulencia hasta el cangilón siguiente.

Por lo que el dominio queda de esta manera:

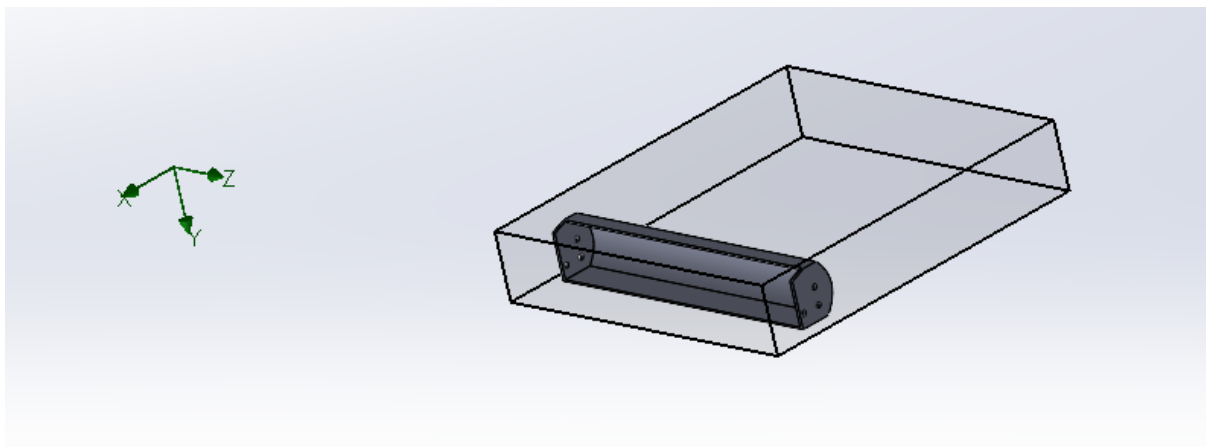


Figura 5-7: Nuevo dominio computacional reducido.

Obteniendo un perfil de velocidades de plano medio de la siguiente forma:

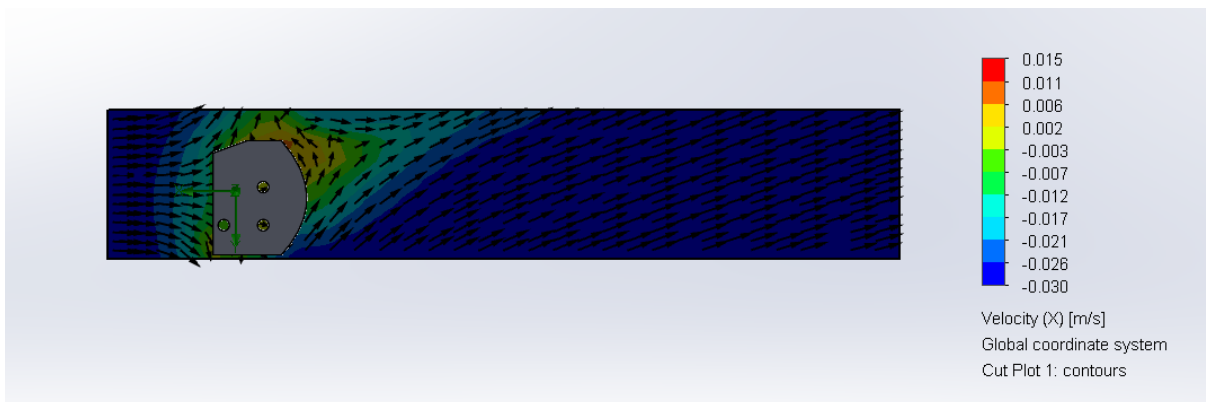


Figura 5-8: perfil de velocidades del plano medio perpendicular al cangilón.

Se puede observar que no hay prácticamente diferencia entre los vectores de velocidad, pero cuando analizamos el gráfico de turbulencia promedio hay un aumento de turbulencia que viene dado por esta reducción de dominio.

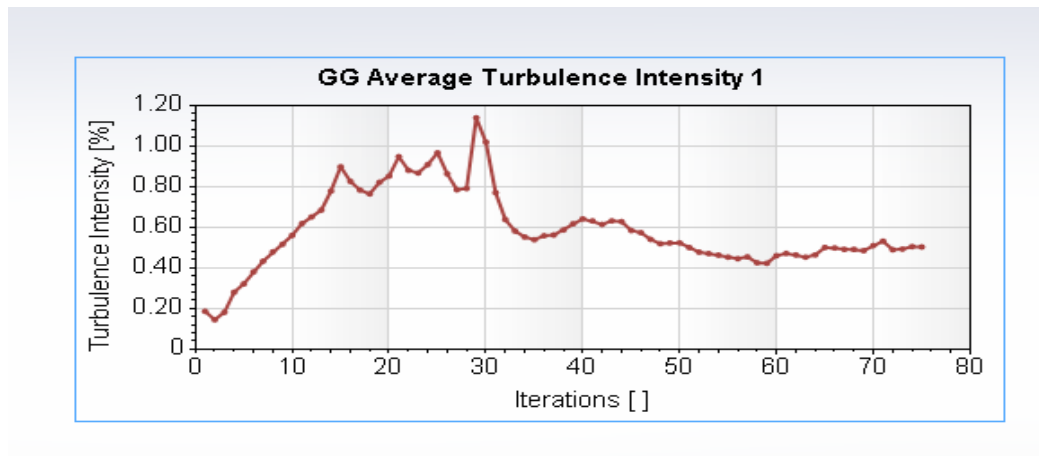


Figura 5-9: iteraciones vs intensidad de turbulencia.

Aunque sigue siendo un valor pequeño, la intensidad global es casi 10 veces más grande que la anterior, por lo que estábamos en lo correcto al reducir el dominio para ser más precisos en este cálculo.

Una vez viendo que la intensidad solo es del 1,2%, se procede a aumentar la velocidad como se había propuesto más arriba para reducir las horas de funcionamiento del redler y por lo tanto aumentar su eficiencia.

Obteniendo el siguiente gráfico de perfil de velocidades:

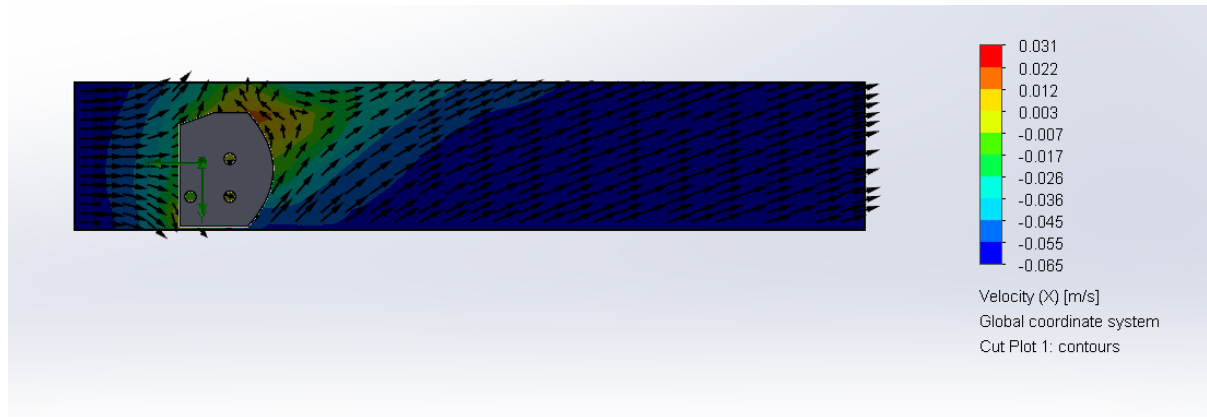


Figura 5-10: perfil de velocidades del plano medio del cangilón.

Es normal que la velocidad máxima alcanzada en el plano del medio sea el doble, ya que la velocidad de entrada que se configuró fue de 0,06 m/s. Poniendo como objetivo de la solución la intensidad promedio de turbulencia, se obtiene:

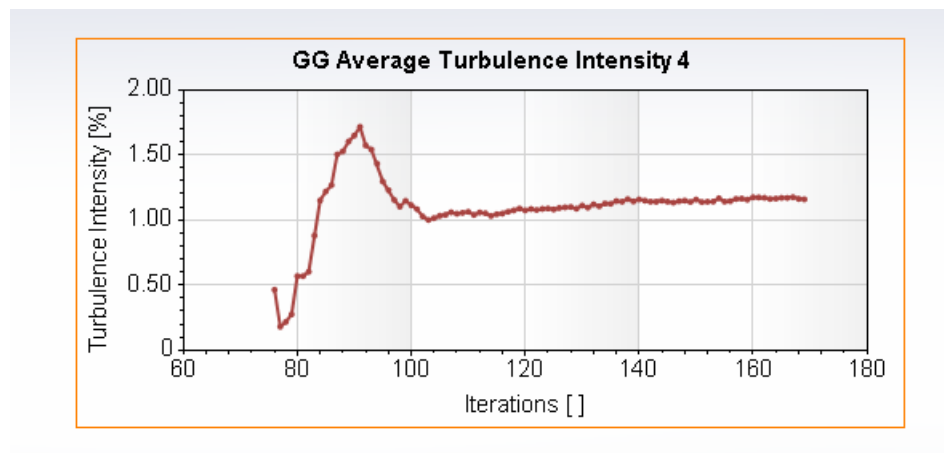


Figura 5-11: iteraciones vs intensidad de turbulencia.

Se aprecia que tiene un máximo de 1,7%, un 30% más que el resultado anterior, pero sigue siendo un porcentaje bajo y se puede ver que al siguiente cangilón las líneas de turbulencia no llegan. Por lo que se adoptará como **velocidad de cadena 0,06 m/s**.

Una vez fijada esta velocidad, se estudia el drag de arrastre de un cangilón, la fuerza necesaria que se tendrá que hacer en la cadena para moverlos sumergidos en agua en cierta dirección.

Este estudio se realiza poniendo otro objetivo global que calcule la fuerza en X en todo el cangilón, no solo la normal sino todos los componentes que tengan una componente en el eje X, obteniendo:

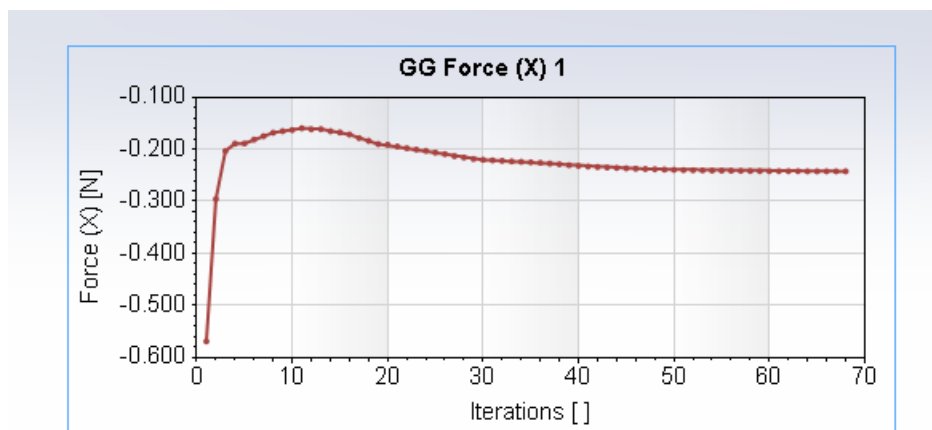


Figura 5-12: iteraciones vs fuerza en X.

La fuerza es negativa por el sentido del eje coordenado en el dominio computacional, alcanza valores de casi -0,6 N. El valor se estabiliza en -0,25 N en casi 70 iteraciones, pero para estar cubiertos tomaremos el valor máximo que se puede **dar siendo -0,6 Newtons**

Entonces para calcular la fuerza total de arrastre se multiplica por la cantidad de cangilones que serán arrastrados por el fondo del decantador en simultáneo, es decir por 4 cangilones en la peor condición, siendo

$$\text{Fuerza de arrastre: } - 0,6 \text{ N} \cdot 4 = 2,4 \text{ N}$$

Con esta fuerza y la distancia entre centros de las coronas, que nos da el recorrido total de los cangilones, se puede calcular el trabajo necesario para vencer la fuerza de arrastre.

$$\text{Trabajo de arrastre: } - 0,6 \text{ N} \cdot 4 = 2,4 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = 5,52 \text{ J}$$

Ahora la potencia necesaria para realizar este trabajo a la velocidad propuesta nos quedaría un valor de

$$\text{Potencia de arrastre: } - 0,6 \text{ N} \cdot 4 = 2,4 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = 5,52 \text{ J} \cdot 0,06 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,3312 \text{ kW o } 0,40 \text{ HP}$$

Esta potencia es despreciable, pero se sumará a la calculada para mover el peso del agua en suspensión, que se tendrá que volver a calcular para la nueva velocidad propuesta

$$\text{Potencia motor nueva velocidad} = 260 \text{ J} \cdot 0,06 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 16,1 \text{ kW o } 2,1 \text{ HP}$$

Calculo tornillo sin fin

Como vimos anteriormente nuestro material a transportar es perlita expandida con una densidad superior a la que se encuentra en condiciones previas al lavado. La cantidad de material que se utiliza es de 4kg por lavado, y se realizan 24 lavados al día, esta condición es máxima y pocas veces se realizan los 24 lavados diarios. En total se utilizarán 96kg de perlita al día.

Pero esta masa no es la real a extraer, debido a que la densidad pasa de 100 kg/m³ a 1212,70 kg/m³ o 75,71 lb/pie³. Con estos datos concluimos que nuestro caudal a extraer será:

$$Q_{\text{teórico}} = \frac{1212,70}{100} * 96 \text{ kg} * \frac{1}{12 \text{ hs}} = 97 \frac{\text{kg}}{\text{hs}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{Teórico}} + 15\% \text{ pérdidas} \% 100 \text{ exp} = 97 \frac{\text{kg}}{\text{hs}} * 1,15 * 2 = 223,1 \frac{\text{kg}}{\text{hs}}$$

$$Q_{\text{volumetrico}} = \frac{2,231 \frac{\text{kg}}{\text{hs}} * 2,204 \frac{\text{lb}}{\text{kg}}}{75,71 \text{ lb/pie}^3} = 6,5 \text{ pie}^3/\text{h}$$

Clasificación de material a transportar

Debido a que nuestro material a transportar es “inexistente”, escogemos uno similar en base a las características y a su densidad.



Tabla 1-2

Características de los Materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Series de Componentes	Factor de Material F _m	Carga de Artesa
Arcilla para tabiques, seca, fina	100-120	C1/2-36	H	3	2	30B
Arcilla seca, en trozos	60-75	D3-35	H	2	1.8	30A
Arena de banco, húmeda	110-130	B6-47	H	3	2.8	15

Figura 5-13: especificaciones a cumplir según la carga [fuente: manual Martin]

- Densidad: 60-75 lb/pie³
- Fm (Fact.Mat): 1,8
- Carga de artesa: 30%A

El dato del factor de material será necesario cuando calculemos la potencia necesaria en el motor, mientras la carga de la artesa nos será útil para determinar el diámetro y velocidad de giro del tornillo sin fin.

Selección de helicoide

Para poder dimensionar de forma adecuada el transportador, debemos partir del porcentaje de carga que va a transportar. A partir de la tabla 1 – 6 de la guía Martin, determinamos las especificaciones que debe cumplir nuestro tornillo helicoidal, con una carga de la artesa del 30% seleccionamos el diámetro adecuado a nuestra capacidad volumétrica.

$$\text{Capacidad volumétrica} = \frac{97 \frac{\text{kg}}{\text{hs}} * 2.204 \frac{\text{lb}}{\text{kg}}}{75,71 \text{ lb/pie}^3} = 2,82 \text{ lb/pie}^3$$

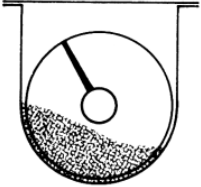
Carga de Artesa		Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Capacidad Pies Cúbicos por Hora (Paso Completo)		Máx. RPM
			A 1 RPM	A Máx. RPM	
30% A		4	0.41	53	130
		6	1.49	180	120
		9	5.45	545	100
		10	7.57	720	95
		12	12.90	1160	90
		14	20.80	1770	85
		16	31.20	2500	80
		18	45.00	3380	75
		20	62.80	4370	70
		24	109.00	7100	65
		30	216.00	12960	60

Figura 5-14: tabla de selección de sin fin Martin.

Para la elección del paso nos inclinamos por uno estándar, de esta forma vamos a evitar que el sin fin gire a muchas rpm, desgastando excesivamente la superficie.

Por lo tanto, según la tabla 1-3 nuestro factor de capacidad va a ser de $CF_1=1$

Tabla 1-3

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF_1		
Paso	Descripción	CF_1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = $\frac{1}{2}$ Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = $\frac{1}{3}$ Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = $\frac{1}{4}$ Diámetro del Helicoidal	0.67

Figura 5-15: Tabla para determinar el coeficiente CF_1 .

Según la tabla 1-4, seleccionamos el coeficiente según el tipo de transportador helicoidal, en nuestro caso helicoidal estándar, por lo que $CF_2 = 1$.

Tabla 1-4

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

*No se recomienda

Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal: $CF_2 = 1.0$.

Figura 5-16: tabla para determinar el coeficiente CF_2 .

Tabla 1-5

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

Figura 5-17: tabla para determinar el coeficiente CF_3 .

Capacidad requerida

Realizada esta primera tarea, procedemos a calcular la capacidad requerida por nuestra máquina, partimos del dato calculado al principio, que es la Q de diseño, sabemos que nuestra máquina debe ser capaz de proporcionarnos un flujo de 223,1 kg/hr, lo que convertido a lb/hr nos da 491.7 lb/hr, de esta forma nuestra capacidad requerida se calcula como sigue.

$$C_{req} = \frac{Q_{eq}}{p_{eq}} * C_{Fi} = \frac{491.7 \frac{lb}{hr}}{75.71 \frac{lb}{pie^3}} * 1 = 6,5 \frac{pie^3}{hr}$$

Mientras la capacidad equivalente nos da:

$$C_{eq} = C_{req} * CF1 * CF2 * CF3 = 6,5 \frac{pie^3}{hr}$$

Con estos datos, podemos calcular el número mínimo de revoluciones al que deberá girar el tornillo.

$$n = \frac{C_{eq}}{0,41 \frac{pie^3}{hr} a 1 rpm} = \frac{6,5 \frac{pie^3}{hr}}{0,41 a 1 rpm} = 15 rpm$$

Calculo de potencia demandada por el sinfín

La potencia demandada es la suma de la potencia necesaria para vencer la fricción (HP_f) y la potencia necesaria para mover el material dentro del transportador a la capacidad especificada (HP_m) multiplicada por el factor de sobrecarga F_o y dividido entre la eficiencia total de la transmisión (e):

$$HP_f = \frac{LN * F_d * F_b}{10^6} \text{ (Potencia para mover el transportador vacío)}$$

$$HP_m = \frac{CLW * F_f * F_m * F_p}{10^6} \text{ (Potencia para mover el material)}$$

$$Potencia SinFín = \frac{(HPf+HPm)*F0}{e}$$

L = Longitud total del transportador, en pies.

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

Fd = Factor del diámetro del transportador (Tabla 1-12).

Fb = Factor del buje para colgante (Tabla 1-13).

C = Capacidad en pies cúbico por hora.

W = Densidad del material en libras por pie cúbico.

Ff = Factor de helicoidal (Tabla 1-14).

Fm = Factor de material (Tabla 1-2).

Fp = Factor de las paletas (cuando se requieran) (Tabla 1-15).

Fo = Factor de sobrecarga (Tabla 1-16).

e = Eficiencia de la transmisión (Tabla 1-17).

Tabla 1-12

Factor del Diámetro del Transportador, F_d			
Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d	Diámetro del Helicoidal (Pulgadas)	Factor F_d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300.0

Figura 5-18: tabla para determinar el coeficiente F_d .

Tabla 1-13

Factor del Buje para Colgante		
Tipo de Buje		Factor del Buje para Colgante F_b
B	Rodamiento de Bolas	1.0
L	Bronce <i>Martin</i>	2.0
S	* Bronce Grafitado * Bronce, Impregnado en Aceite * Madera, Impregnado en Aceite * Nylatron * * Nylon * Teflón * UHMH * Uretano	2.0
	* Hierro Endurecido <i>Martin</i>	3.4
H	* Superficie Endurecida * Stellite * Cerámica	4.4

* Bujes no lubricados o bujes sin lubricación adicional.

Figura 5-19: tabla para determinar el factor del buje.**Tabla 1-14**Factor, F_f

Tipo de Helicoidal	F_f Factor por porcentaje de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoidal con Corte	1.10	1.15	1.20	1.3
Con Corte y Doble	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Helicoidal de Listón	1.05	1.14	1.20	—
*No recomendada				

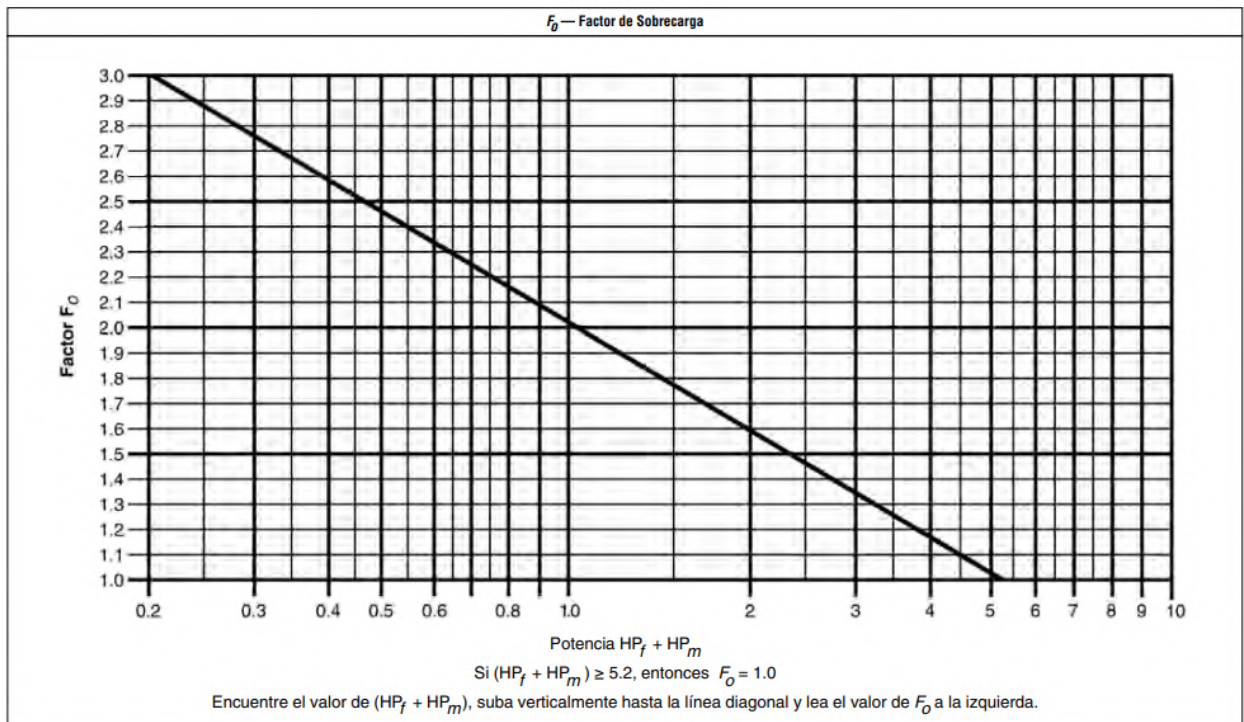
Figura 5-20: tabla para determinar el coeficiente F_f .**Tabla 1-15**

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

Figura 5-21: tabla para determinar el coeficiente F_p .

$$HP_f = \frac{LN * F_d * F_b}{10^6} = \frac{3,94 \text{ pies} * 12,0 * 1,0}{10^6} = 0.000047 \text{ hp}$$

$$HP_m = \frac{CLW * F_f * F_m * F_p}{10^6} = \frac{6,5 \frac{\text{pie}^3}{\text{hr}} * 3,94 \text{ pies} * 75,71 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} * 1,0 * 1,0 * 1,8}{10^6} = 0,0035 \text{ hp}$$

Tabla 1-16**Figura 5-22:** tabla para determinar el coeficiente Fo.

Debido a que $HP_f + HP_m = 0,00355 \text{ hp}$ es un valor muy pequeño, nos queda fuera de la escala gráfica, por lo tanto para obtener el factor de sobrecarga debemos encontrar la función logarítmica aproximada y reemplazar nuestro valor de abscisa. Ingresando nuestros puntos (x,y) en una graficadora online "<https://www.wolframalpha.com/j>" obtenemos dicha función.

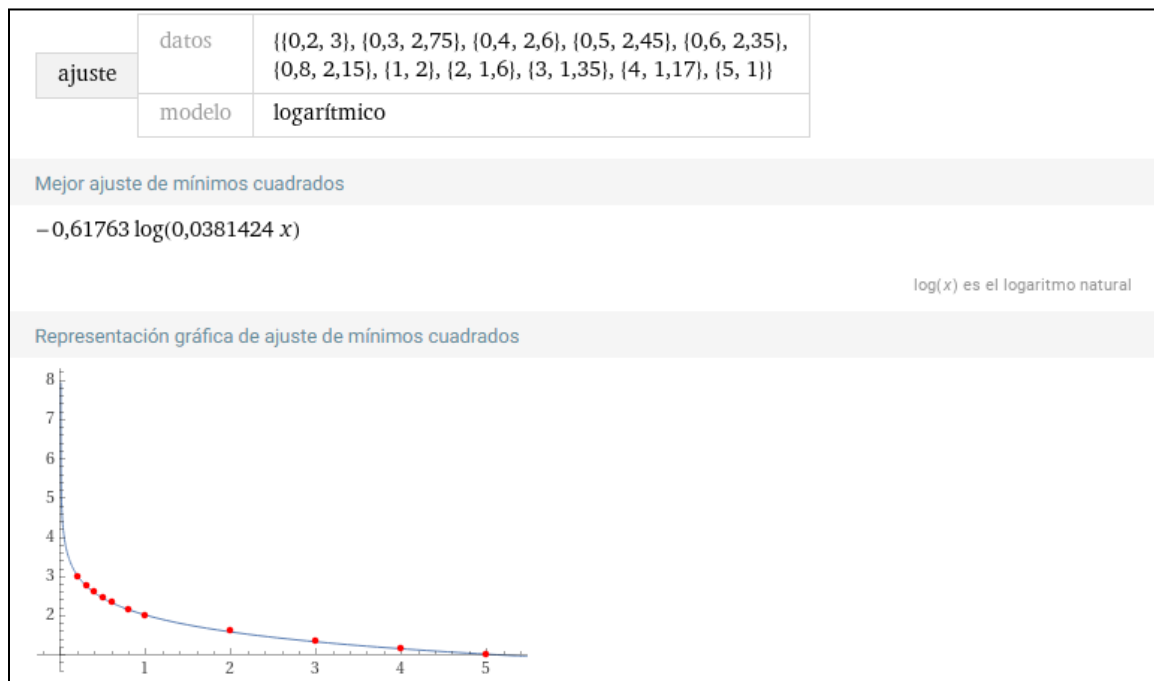


Figura 5-23: Gráfico Ff obtenido con regresión logarítmica.

$$Ff(x) = -0,61763 \log(0,0381424 x)$$

$$Ff(0,00355) = -0,61763 \log(0,0381424 * 0,00355) = 5,51$$

Tabla 1-17

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

Figura 5-24: tabla para determinar el factor de eficiencia.

Potencia demandada

$$Potencia SinFín = \frac{(0,00355 \text{ hp}) * 5,51}{0,87} = 0,023 \text{ hp}$$

Potencia total de motor

Potencia total de motor = (Potencia SinFín + Potencia elevación + potencia arrastre)

$$* 1,2 * 1,2 = (0,023HP + 2,1 HP + 0,4 HP) * 1,2 * 1,2 = 3,6 HP \text{ o } 2,6 kW$$

Los coeficientes 1,2 se aplican por potencia consumida debido al rozamiento de los mecanismos y se considera que tendría poca expansión para mayor capacidad o casi nula, por eso se le aplica solo un 20% más.

Ya con la potencia de motor calculada, se eligió un motor reductor marca SEW modelo FA107DRN200L4 con las siguientes características:

Designación del tipo requerido:	Ninguna búsqueda		Búsqueda
Diseño del reductor:	F = reductor de ejes paralelos ▼		
Tipo motor:	Motor DR.. AC ▼		
País de uso:	Europa (CE 50 Hz) ▼		
Potencia del motor P [kW] / Par Ma [Nm]:	2,6	± /	±
Velocidad de salida na [1/min] / Índice de reducción i:	46	± /	±
Factor de servicio fB:	1,1 ±		
Clase con eficiencia internacional (IE):	IE3 - Eficiencia Premium ▼		
Nº de polos:	4 polos ▼		
Factor de duración:	S1-100% ▼		
Adaptador entre el reductor y el motor:	Sin ▼		
Velocidades de salida bajas especiales:	☐ 		

Figura 5-25: ficha técnica del motorreductor SEW.



Figura 5-26: motoreductor SEW FA57DRN100L4

Dimensionamiento de ejes

Primero se dimensionara el eje de salida del reductor, que será el cual tenga la mayor carga. Se selecciona como material SAE 1045 por sus buenas propiedades mecánicas y bajo costo, además no estará en contacto con el agua.

Para hacer el cálculo dimensional despejamos de la siguiente ecuación el momento de torsión, siendo:

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

$$Mt = 71620 \cdot \frac{\text{potencia motor}}{\text{RPM}}$$

Siendo cada una de las variables:

- Mt = Momento torsor
- d= Diámetro del eje
- Tfl= Tensión de fluencia del material
- N= coeficiente de seguridad

Calculando, con la potencia del motor 3 kW y una velocidad de giro de 46 RPM, nos queda:

$$Mt = 71620 \cdot \frac{4 \text{ HP}}{46 \text{ RPM}} = 6227 \text{ kg cm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 6227 \text{ kg cm}}{\pi \cdot \frac{4148 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,5}}} = \sqrt[3]{11,47 \text{ cm}} = 2,25 \text{ cm}$$

Con un coeficiente de seguridad del 50% el diámetro del eje mínimo queda en 2,25 cm.

Para los ejes de la cadena redler, también se cuenta con la velocidad de giro y la potencia que se aplica en ellos. Por lo tanto, se calculan de la misma manera, solo que con la diferencia de que estos van a ser un acero inoxidable por el ambiente donde van a estar trabajando, elegimos un SAE 4140. Quedando entonces:

$$Mt = 71620 \cdot \frac{2,1 \text{ HP}}{10 \text{ RPM}} = 2864,8 \text{ kg cm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2864,8 \text{ kg cm}}{\pi \cdot \frac{6680 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,5}}} = \sqrt[3]{3,27 \text{ cm}} = 1,48 \text{ cm}$$

Aplicando el mismo coeficiente de seguridad, nos termina quedando que los 4 ejes del sistema de cadenas deben tener mínimo un diámetro de 1,50 cm cada uno.

El eje de la cadena de redler además se estará sometido a una fuerza de torsión para mover la cadena se encuentra bajo la flexión, por lo que se dará una situación de flexotorsión. Para asegurarnos que no colapsara simularemos en SolidWorks un eje de diámetro 60 mm (diámetro de encastre piñon redler comercial) y del mismo material seleccionado, con un largo 10 mm menos que el ancho del decantador, es decir 790 mm.

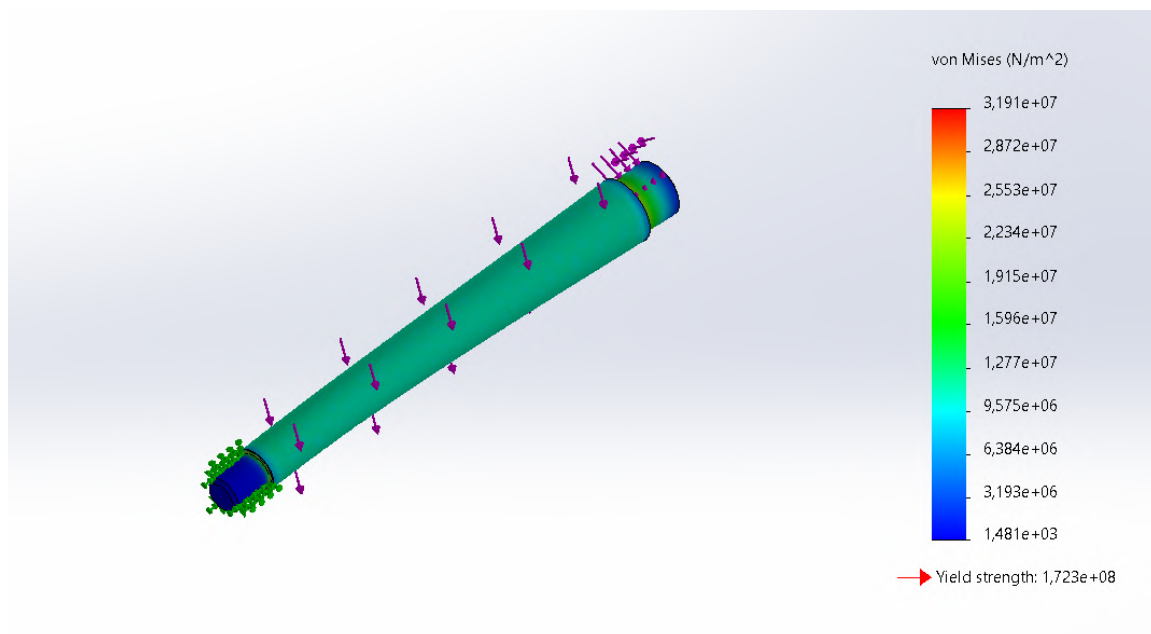


Figura 5-27: tensiones de von Mises sobre el eje de la cadena

El material se seleccionó un acero inoxidable comercial que arroja SolidWork, se fija una de las puntas del mismo y se aplicó una fuerza de 260 N en dirección perpendicular al eje y un torque en el otro extremo de $270 \text{ N}\cdot\text{m}$.

Como era de esperarse, el eje seleccionado para utilizar la corona comercial del redler está apto quedando un orden de magnitud por debajo del límite elástico en la tensión de von Mises.

Dimensionamiento de chavetas

El acople entre los ejes y las coronas, ya sea del redler como las conducidas y el reductor del motor con el eje principal, serán mediante chavetas. Estos son elementos simples que sirven para fijar estos tipos de mecanismos de manera efectiva y sencilla, además tienen la función de ser fusibles en caso de mal funcionamiento o enclavamiento del mecanismo para que no se pongan en riesgo las demás partes, las cuales son más costosas de cambiar

Por esto último mencionado las mismas tienen que ser de un material blando, o por lo menos más blando con el que se fabricaron los ejes (SAE 1045 y SAE 4140), como lo es el acero SAE 1020, el cual presenta las siguientes características:

- SAE 1020 laminado en frío
- Tensión de rotura 4569 kg/cm²
- Tensión de fluencia 3373 kg/cm²

$$\tau_{adm} = \frac{0.6 \cdot \sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{0.6 \cdot 3373 \frac{kg}{cm^2}}{1.5} = 1350 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_{fl}}{\gamma} = \frac{3373 \frac{kg}{cm^2}}{1.5} = 2250 \frac{kg}{cm^2}$$

Una vez afectadas las tensiones admisibles por los coeficientes de seguridad y sabiendo que las dimensiones de cubo de los chaveteros vienen predeterminadas por los elementos comerciales (motorreductor y corona de redler) siendo:

- Cubo motorreductor: 6x4 (alto y ancho)
- Cubo corona de redler: 5x3 (alto y ancho)

Se procede a utilizar para las coronas conducidas del eje de redler y del sin fin adoptar las dimensiones de cubo predeterminado del motorreductor, quedando:

- Cubo corona eje redler: 6x4(alto y ancho)
- Cubo corona sin fin: 6x4 (alto y ancho)

Entonces se calculará la longitud de cada una de las chavetas respetando el perfil propuesto arriba

Para este cálculo se utilizará el momento torsor y por consiguiente la fuerza de trabajo en cada uno de los ejes donde se colocarán las chavetas siendo:

$$Mt_{motorreductor} = 6227 \text{ kg}\cdot\text{cm} \quad \text{y}$$

$$Ft_{motorreductor} = \frac{2 \cdot Mt}{d} = \frac{2 \cdot 6227 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{3 \text{ cm}} = 4151 \text{ kg}$$

$$Mt_{corona \text{ redler}} = 2864 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$Ft_{corona \text{ redler}} = \frac{2 \cdot Mt}{d} = \frac{2 \cdot 2864 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{10 \text{ cm}} = 572 \text{ kg}$$

$$Mt_{corona \text{ eje redler}} = 2864 \text{ kg}\cdot\text{cm}$$

$$Ft_{corona \text{ eje redler}} = \frac{2 \cdot Mt}{d} = \frac{2 \cdot 2864 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{14 \text{ cm}} = 409 \text{ kg}$$

$$Mt_{corona\ sin\ sin\ f\ in} = 71620 \cdot \frac{0.035\ hp}{15\ rpm} = 167,11\ kg \cdot cm$$

$$Ft_{corona\ sin\ sin\ f\ in} = \frac{2 \cdot Mt}{d} = \frac{2 \cdot 167,11\ kg \cdot cm}{6\ cm} = 56\ kg$$

Calculadas las fuerzas de trabajo para cada corona/ejes, se calcula la longitud de cada chaveta correspondiente.

Longitud de trabajo por corte para motorreductor:

$$l = \frac{Ft_{motorreductor}}{b \cdot \tau_{adm}} = \frac{4151\ kg}{1\ cm \cdot 1350\ \frac{kg}{cm^2}} = 3,07\ cm$$

Longitud de trabajo por corte para corona del redler:

$$l = \frac{Ft_{corona\ redler}}{b \cdot \tau_{adm}} = \frac{572\ kg}{1\ cm \cdot 1350\ \frac{kg}{cm^2}} = 0,42\ cm$$

Longitud de trabajo por corte para corona corona del eje redler:

$$l = \frac{Ft_{corona\ eje\ redler}}{b \cdot \tau_{adm}} = \frac{409\ kg}{1\ cm \cdot 1350\ \frac{kg}{cm^2}} = 0,30\ cm$$

Longitud de trabajo por corte para corona sin fin:

$$l = \frac{Ft_{\text{corona eje redler}}}{b \cdot \tau_{adm}} = \frac{56 \text{ kg}}{1 \text{ cm} \cdot 1350 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,04 \text{ cm}$$

Ahora todas las chavetas son calculadas al aplastamiento:

Longitud de trabajo por aplastamiento para motorreductor:

$$l = \frac{Ft_{\text{motorreductor}}}{\frac{t}{2} \cdot \sigma_{adm}} = \frac{4151 \text{ kg}}{\frac{3 \text{ cm}}{2} \cdot 2250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 1,22 \text{ cm}$$

Longitud de trabajo por aplastamiento corona del redler:

$$l = \frac{Ft_{\text{corona redler}}}{\frac{t}{2} \cdot \sigma_{adm}} = \frac{572 \text{ kg}}{\frac{10 \text{ cm}}{2} \cdot 2250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,05 \text{ cm}$$

Longitud de trabajo por aplastamiento corona eje redler:

$$l = \frac{Ft_{\text{corona eje redler}}}{\frac{t}{2} \cdot \sigma_{adm}} = \frac{409 \text{ kg}}{\frac{14 \text{ cm}}{2} \cdot 2250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,03 \text{ cm}$$

Longitud de trabajo por aplastamiento corona sin fin:

$$l = \frac{Ft_{\text{corona fin}}}{\frac{t}{2} \cdot \sigma_{adm}} = \frac{56 \text{ kg}}{\frac{6 \text{ cm}}{2} \cdot 2250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 0,01 \text{ cm}$$

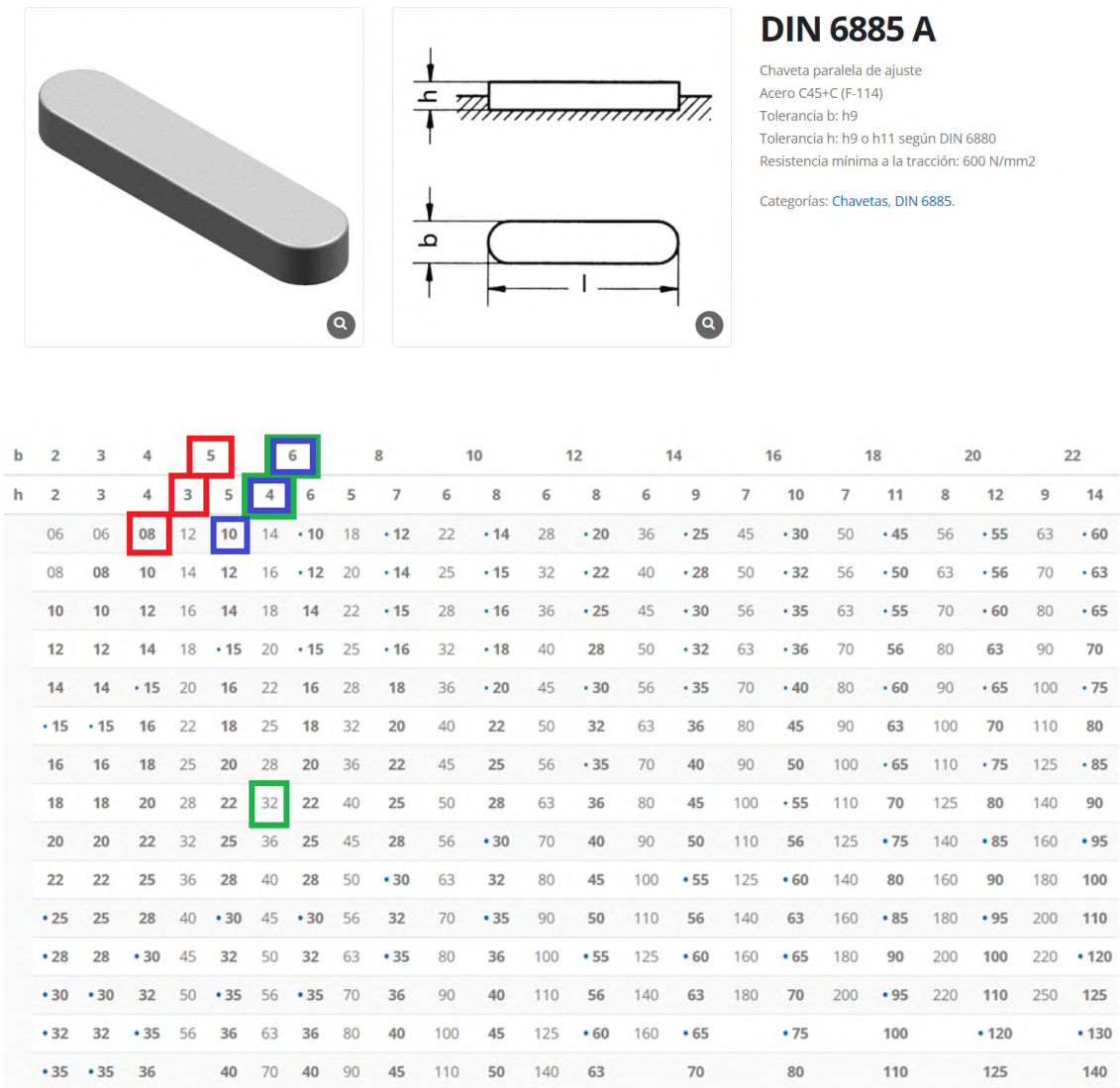
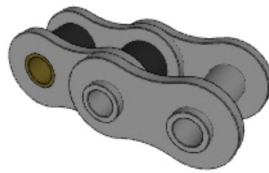


figura 5-28: Selección de las chavetas DIN 6885 A

Selección de cadena

Vamos seleccionar una cadena de eje hueco de acero inoxidable de la marca Yuk la cual posee un paso 15,875mm y una carga de rotura de 14 kN, muy superior a la fuerza que ejerce todo el conjunto de cangilones y el tornillo sin fin (0,35 kN).



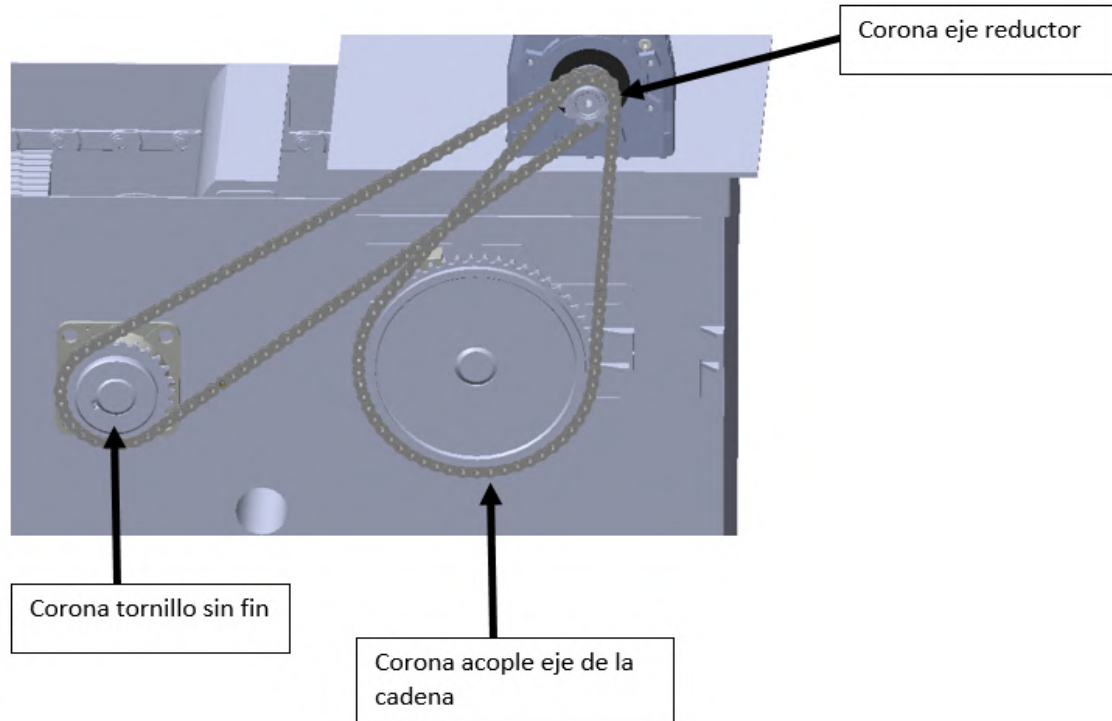
Fabricante	Industrias Yuk
Designación	Cadenas de acero inoxidable de eje hueco - tipo A DIN/ISO 50HPSS
Referencia	DIN/ISO 50HPSS
Material	Acero inoxidable
Paso	15.875 mm
Carga de rotura	14 kN



Figura 5-29: ficha técnica de eslabón de cadena Yuk.

Dimensionamiento de coronas

Se proponen diámetros de corona para la cadena de redler, de salida de reductor, de acople al eje de la cadena y junto con la velocidad de cadena dicha anteriormente se calcula la velocidad de salida del motorreductor:

**Figura 5-30:** Coronas exteriores

1. $R_{\text{corona redler}} = 102\text{mm} = 0,102\text{ m}$
2. $R_{\text{corona salida de reductor}} = 30\text{ mm} = 0,030\text{ m}$
3. $R_{\text{acople al eje de la cadena}} = 140\text{ mm} = 0,14\text{ m}$
4. $V_{\text{cadena}} = 0,06\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Se sabe que:

$$V = 2\pi \cdot R \cdot RPM \Rightarrow RPM = \frac{V}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

$$RPM = \frac{0.06}{2 \cdot \pi \cdot 0.102 \text{ m}} \approx 10 \text{ RPM}$$

Lo que significa que la corona del redler tendrá que girar a 10 RPM, ahora falta la relación entre la corona de salida de reductor y la corona de acople al eje que viene dada por:

$$\frac{RPM_{\text{corona eje acople de la cadena}}}{RPM_{\text{corona reductor}}} = \frac{30}{140} = \frac{10}{RPM_{\text{corona reductor}}}$$

$$RPM_{\text{Corona reductor}} = \frac{10 \text{ RPM} \cdot 140 \text{ mm}}{30} \approx 46 \text{ RPM}$$

Una vez que obtenido la velocidad de giro del motor, se calcula con el radio de la corona del reductor y la velocidad a la cual calculamos que tenga el tornillo sin fin de 15 RPM

$$\frac{RPM_{\text{corona reductor}}}{RPM_{\text{corona tornillo}}} = \frac{R_{\text{corona tornillo}}}{R_{\text{corona reductor}}}$$

$$\frac{46 \text{ RPM}}{15 \text{ RPM}} = \frac{R_{\text{corona tornillo}}}{30 \text{ mm}} \rightarrow R_{\text{corona tornillo}} = \frac{46 \text{ RPM} \cdot 30 \text{ mm}}{15 \text{ RPM}} = 92 \text{ mm}$$

Se diseñará una corona de 92 mm de radio para cumplir con la velocidad de cálculo del tornillo sin fin.

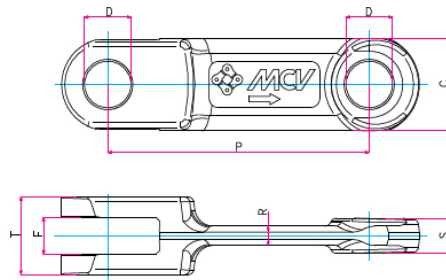
Para finalizar se calcula la cantidad de dientes que deben tener cada una de las coronas que no forman parte de la de redler, este cálculo se realiza con la relación entre el paso de la cadena **YUK** de 15,88 mm o 1,58 cm y el diámetro primitivo de las coronas, quedando:

$$Nro\ de\ dientes = \frac{\pi \cdot D_{corona\ reductor}}{paso\ cadena} = \frac{\pi \cdot 280\ mm}{15,88\ mm} = 55\ dientes$$

$$Nro\ de\ dientes = \frac{\pi \cdot D_{corona\ tornillo}}{paso\ cadena} = \frac{\pi \cdot 184\ mm}{15,88\ mm} = 36\ dientes$$

$$Nro\ de\ dientes = \frac{\pi \cdot D_{corona\ reductor}}{paso\ cadena} = \frac{\pi \cdot 60\ mm}{15,88\ mm} = 11\ dientes$$

Las cadenas y coronas implicadas en el sistema de redler son comerciales con medidas estándar. Estos eslabones y coronas van a trabajar sumergidos en agua, por lo tanto buscamos un proveedor (MCV) de materiales resistentes a la corrosión (figura 5-32). Debido a la leve fuerza que debe ejercer el mando principal para desplazar los cangilones, decidimos escoger el eslabón de menor tamaño:



Eslabones	Paso	T	C	S	F	R	D
10160	101,6	24	36	8	10	6	14
10160-R	101,6	30	36	13	14	8	14
14214	142	30	40	13	14	9	18
14218	142	42	50	19	20	11	25
14226	142	62	50	28	30	15	25
16025	160	50	53	23	25	13	25
20028	200	66	60	30	32	20	30
21650	216	64	72	26	28	20	35
26040	260	70	75	31	33	20	32

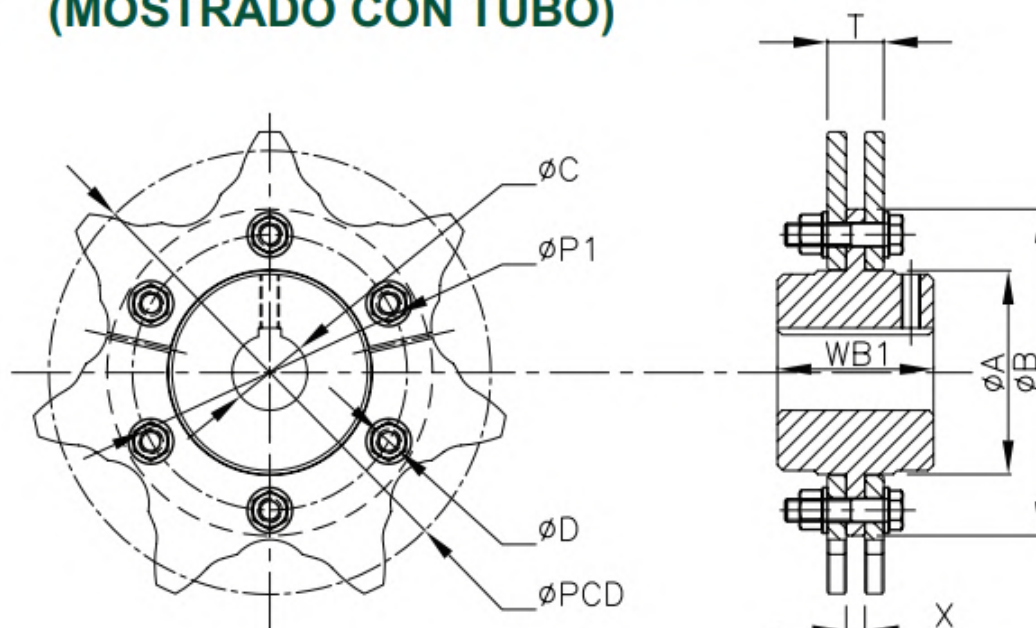
Figura 5-31: Selección de cadena para el redler

El material seleccionado es una aleación compuesta de níquel, cromo y molibdeno, lo que le confiere una alta resistencia a la corrosión al eslabón. Además, posee una buena soldabilidad, lo cual será beneficioso para unir el soporte donde va sujetado el cangilón.

- 18 Mn Cr B5
- C 45
- 18 Ni Cr Mo 5
- 42 Cr Mo 4
- X10 Cr A 17
- Otros tipos de aceros inoxidables

Figura 5-32: materiales de eslabones disponibles

PIÑÓN MOTRIZ REVERSIBLE (MOSTRADO CON TUBO)



Núm. dientes	Diám. círculo con paso ØPCD (mm)	ØP1 (mm)	ØA (mm)	ØB (mm)	ØC máx., Piñón motriz/ Rueda con tubo (mm)	ØD (mm)	Núm. pernos	T (mm)	X (mm)	WB1 (mm)
8	204,0	138,0	105,0	135,0	70	M12	6	30	10	83
9	235,1	146,0	108,0	173,0	70	M12	6	30	10	83
10	266,5	170,0	144,0	196,0	85	M12	6	30	10	83

Figura 5-33: Selección de corona comercial para cadena redler

La selección de esta cadena se considera válida para cumplir con los requisitos de la velocidad de cadena propuesta **de 0,06 m/s a una velocidad de 11 RPM.**

Selección del tanque de amortiguación de caudal

Para el almacenamiento del agua proveniente de los lavarropas vamos seleccionar un tanque horizontal de 12000 litros (Figura 5-34) de polietileno de alta densidad (HDPE).

La selección del tanque de HDPE surge principalmente por los costos que implicaría fabricar un tanque de acero inoxidable o cualquier otro material , además el polietileno de alta densidad tiene muy buenas características en cuanto a la resistencia química y mecánica.

En un principio pensamos en colocar un tanque vertical, pero comercialmente en argentina no se encuentra disponible un tanque de 12000 litros vertical, por lo que deberíamos seleccionar uno de 16000 litros (Figura 5-36). Además de la capacidad inutilizada, este tiene una altura mayor al del tanque horizontal, lo que nos va a implicar mayor trabajo a realizar para las bombas de desagote del lavarropas.



Figura 5-34: tanque horizontal formingplast de 12000 lts de HDPE.



MODELOS

Capacidad Litros	Diámetro (mm)	Alto (mm)	Largo (mm)
Horizontal de 450 lts.	Ø 760	925	1130
Horizontal de 500 lts. con bases	Ø 760	925	1350
Horizontal de 600 lts.	Ø 760	925	1390
Horizontal de 950 lts.	Ø 1060	1232	1250
Horizontal de 1.000 lts. con bases	Ø 760	925	2370
Horizontal de 1.000 lts. con bases	Ø 1060	1232	1350
Horizontal de 1.500 lts.	Ø 1060	1232	2026
Horizontal de 1.600 lts. con bases	Ø 1250	1425	1550
Horizontal de 1.800 lts.	Ø 1060	1232	2280
Horizontal de 2.000 lts.	Ø 1060	1232	2465
Horizontal de 2.200 lts.	Ø 1250	1425	2045
Horizontal de 2.500 lts.	Ø 1060	1232	3050
Horizontal de 2.500 lts. con bases	Ø 1250	1425	2240
Horizontal de 2.700 lts.	Ø 1250	1425	2440
Horizontal de 3.200 lts. con bases	Ø 1250	1430	2860
Horizontal de 3.200 lts. con bases y rompeolas	Ø 1250	1430	2860
Horizontal de 4.000 lts.	Ø 1730	1915	2100
Horizontal de 5.000 lts.	Ø 1730	1915	2500
Horizontal de 5.000 lts. con bases	Ø 1730	1915	2541
Horizontal de 5.800 lts. con rompeolas	Ø 1730	1915	2930
Horizontal de 8.700 lts. con bases y rompeolas	Ø 2130	1785	3600
Horizontal 12.000 lts. con bases	Ø 2300	2500	3090

Figura 5-35: catálogo de tanques horizontales Formingplast.

**MODELOS**

Capacidad	Diámetro (mm)	Alto (mm)
Vertical de 6 lts.	Ø 165	335
Vertical de 25 lts.	Ø 290 x 290	460
Vertical de 50 lts.	Ø 450	570
Vertical de 170 lts.	Ø 525	1060
Vertical de 200 lts.	Ø 570	912
Vertical de 385 lts.	Ø 600	1560
Vertical de 400 lts.	Ø 672	1415
Vertical de 400 lts.	Ø 750	1060
Vertical de 400 lts. fondo cónico	Ø 750	1050
Vertical de 500 lts.	Ø 975	1014
Domiciliario de 500 lts.	Ø 960	955
Vertical de 850 lts.	Ø 1060	1215
Vertical de 900 lts.	Ø 760	2295
Vertical de 1.000 lts.	Ø 1060	1465
Vertical de 1.000 lts.	Ø 1200	1140
Domiciliario de 1.000 lts.	Ø 1160	1280
Vertical de 1.300 lts.	Ø 1060	1701
Vertical de 1.500 lts.	Ø 1060	2038
Vertical de 1.800 lts.	Ø 1410	1508
Vertical de 2.000 lts.	Ø 1060	2720
Vertical de 2.000 lts.	Ø 1250	2070
Vertical de 2.000 lts.	Ø 1730	1370
Vertical de 2.200 lts.	Ø 1060	2970
Vertical de 2.500 lts.	Ø 1250	2502
Vertical de 2.500 lts.	Ø 1060	3295
Vertical de 3.000 lts.	Ø 1730	1740
Vertical de 3.500 lts.	Ø 1410	2610
Vertical de 4.000 lts.	Ø 1730	2124
Vertical de 5.000 lts.	Ø 1730	2555
Vertical de 5.000 lts.	Ø 1410	3765
Vertical de 6.000 lts.	Ø 1730	2890
Vertical de 10.000 lts.	Ø 2500	2450
Vertical de 16.000 lts.	Ø 2500	3540
Vertical de 20.000 lts.	Ø 2500	4450
Vertical de 23.000 lts.	Ø 2900	4000
Vertical de 25.000 lts.	Ø 3600	2935

Figura 5-36: catálogo de tanques verticales Formingplast.

Selección de malla filtrante

Este elemento se podría considerar como una pieza crucial en el dispositivo, su determinación nos va a proporcionar un resultado directo en la eficiencia del proceso de filtrado. Para dicha elección, nos basamos en datos experimentales realizados por el dueño de la empresa, el cual probó diferentes filtros comerciales, de distinta granulometría.

Investigando en internet, encontramos un filtro o malla “tipo johnson” la cual tiene una amplia variedad de utilidades.

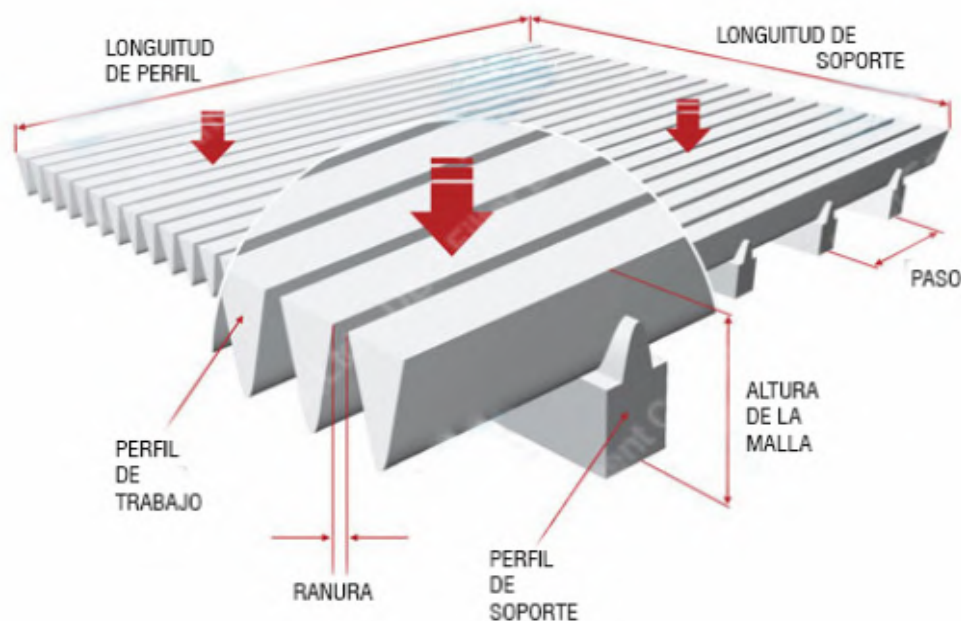


Figura 5-37 : malla estilo “johnson” comercial.

Material	SS304, SS304L, SS316, SS316L, SS321, Duplex, Hastelloy, etc.
Rango de longitud	Hasta 6000mm
Rango de ancho	Hasta 6000mm
Rango de ranuras	0.1 a 5 mm

Figura 5-38: características de la malla de ranura continua o tipo “johnson”.

La Ranura Continua se logra con un electrosoldado de forma muy precisa perfiles metálicos, usualmente de sección triangular dando origen a una ranura de gran precisión que al tener solo dos puntos de contacto evita cualquier riesgo de obstrucción y facilita la limpieza por flujo inverso o retro-lavado.

La abertura de la ranura puede personalizarse de acuerdo a su necesidad, dimensiones de los perfiles y material (Aisi 304 / 316 / AC. Galvanizado y para aplicaciones especiales Hastelloy C, Cupro-Niquel, Duplex, Super-Duplex y Titanio.

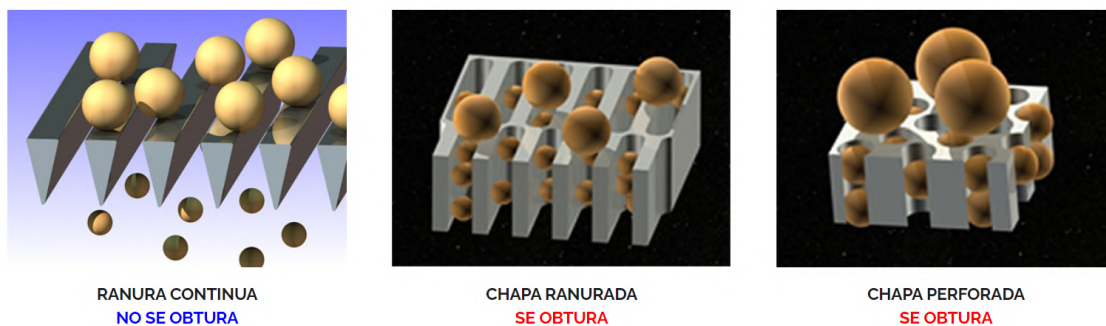


Figura 5-39: comparación de filtrado en distintas mallas.

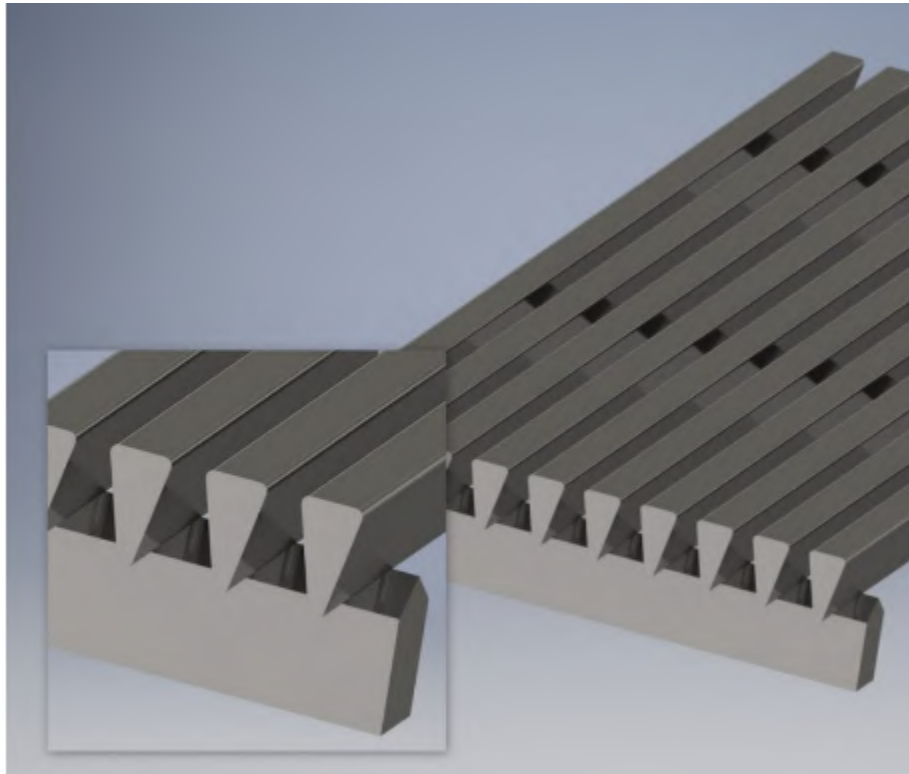


Figura 5-40: malla “tipo johnson”

Las ventajas que nosotros encontramos a este tipo de malla, además de las que ya hemos visto anteriormente es que por sus características físicas, la podemos disponer de forma plana, obteniendo un dispositivo de una sola pieza, el cual podemos montar y desmontar con facilidad.

Por lo tanto se selecciona una tipo SSL 304 de material inoxidable, con la ranura más pequeña que se consigue (0,1 mm) con un largo de 1,6 metros y ancho total de 790 mm, cayendo dentro de las dimensiones que se pueden conseguir comercialmente.

Capítulo 6: Modelado en solidworks de la solución

Como comentamos anteriormente nuestro sistema de filtrado va a contar con un tanque de almacenamiento de 12000 litros, que es la cantidad de volumen de agua que vamos a obtener en la peor condición de desagote de los 8 lavarropas. A la salida del tanque se colocó una electrovalvula automática reguladora de caudal que enviará un caudal continuo de 70l/min hacia el decantador o “perlitero” como lo apodamos nosotros en donde se va a producir el filtrado y recolectado de perlita.

Nuestro proyecto se centró en el desarrollo del perlitero.

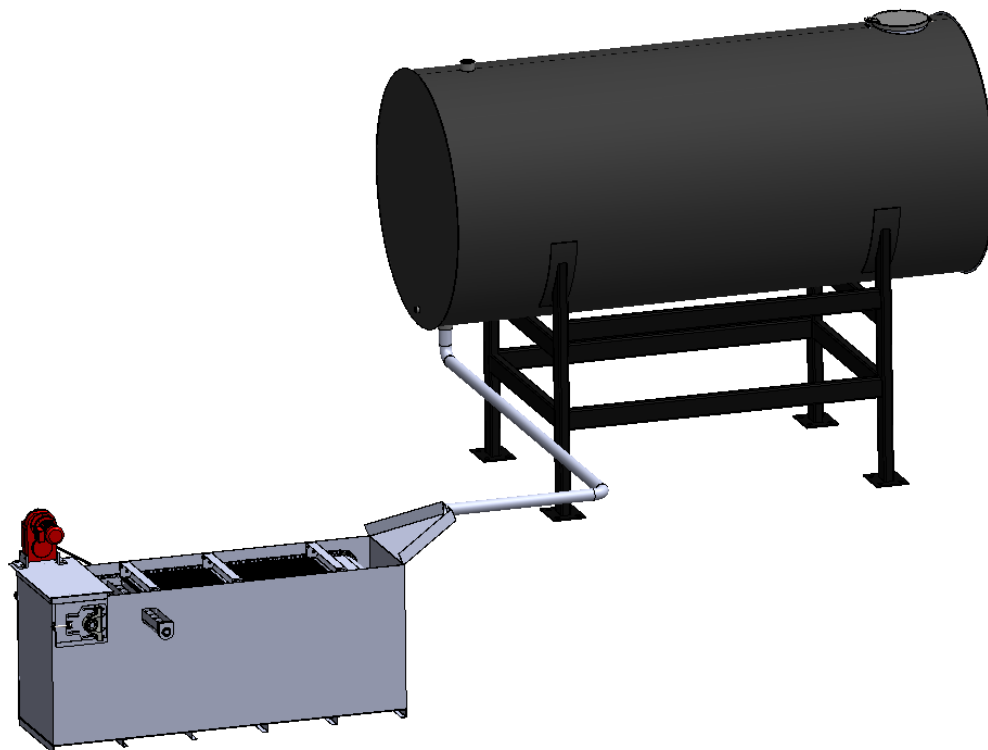


Figura 6-1: Modelado del sistema de filtrado y recolectado de perlita.

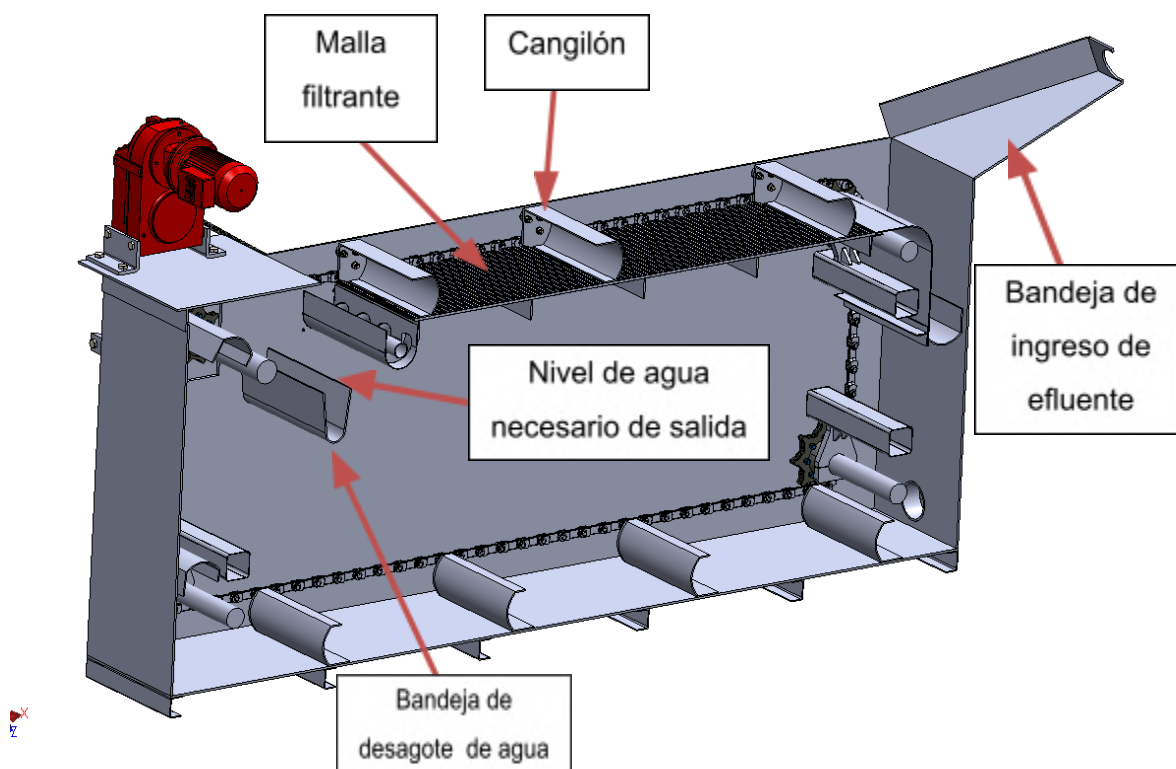


Figura 6-2: Partes del perlitero

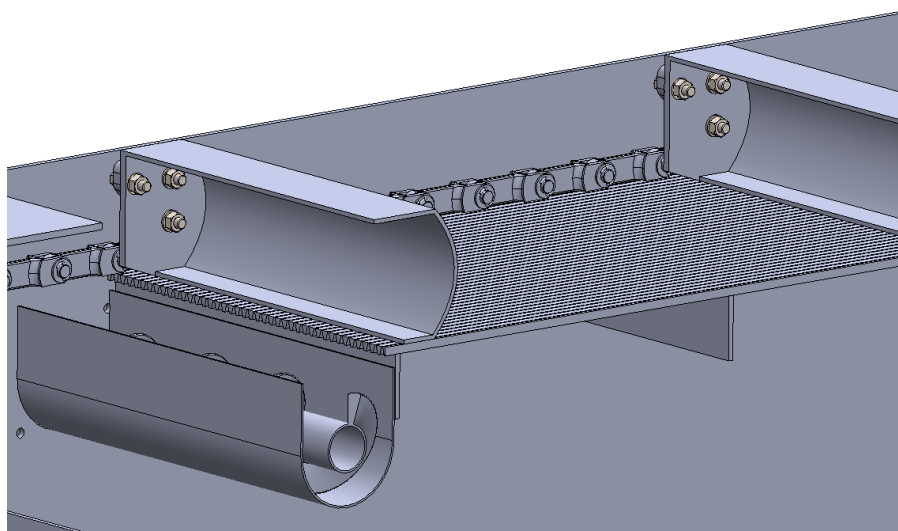


Figura 6-3: Vista en corte transversal del perlitero.

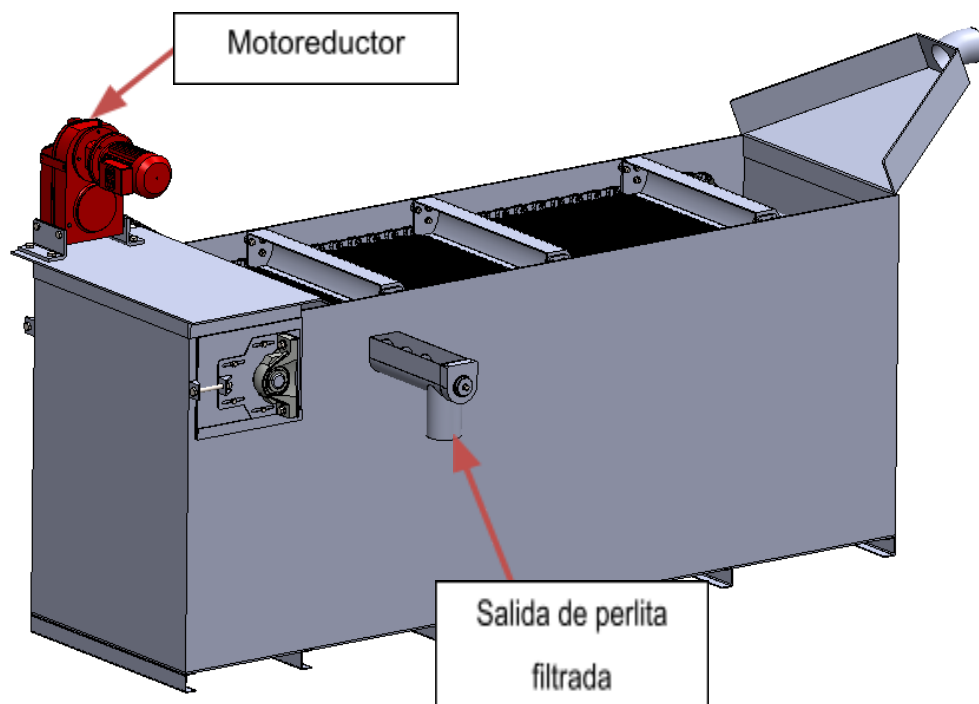


Figura 6-4: Perlitero en vista isométrica.

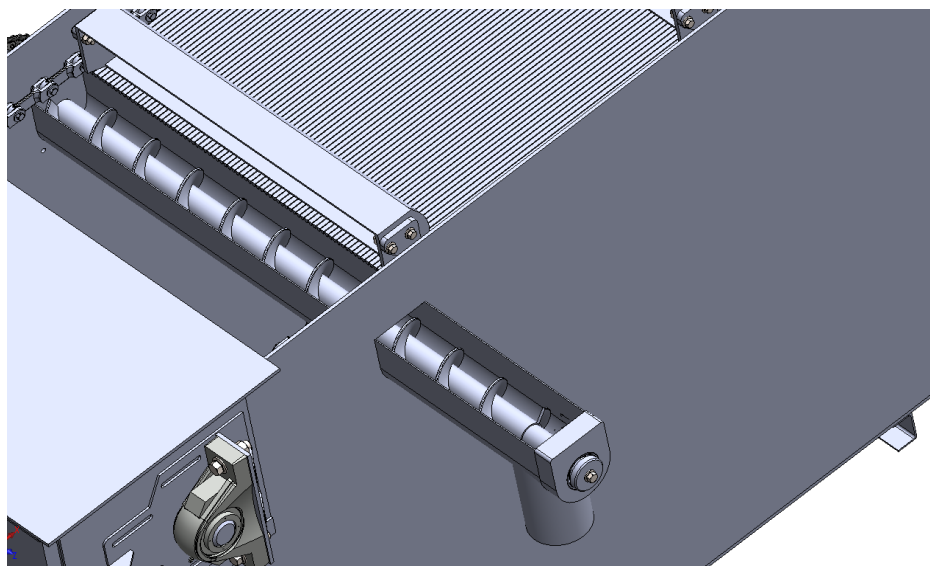


Figura 6-5 : Vista superior del tornillo sin fin por donde se va a transportar la perlita.

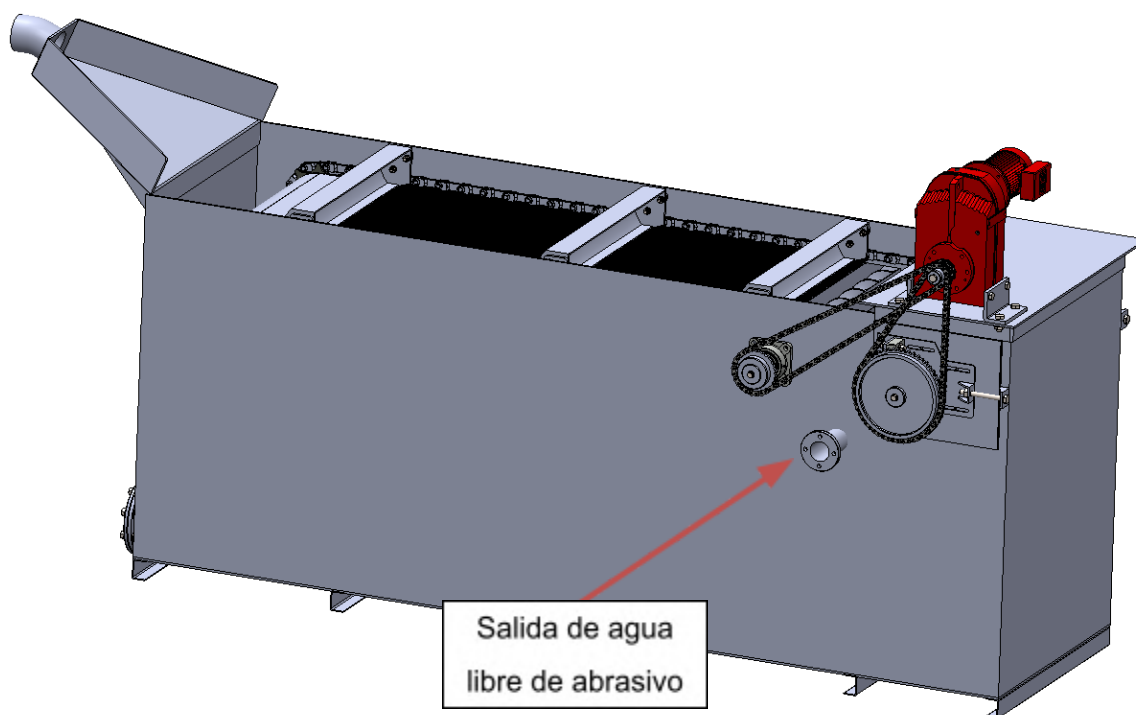


Figura 6-6 : Vista isométrica del perlitero.

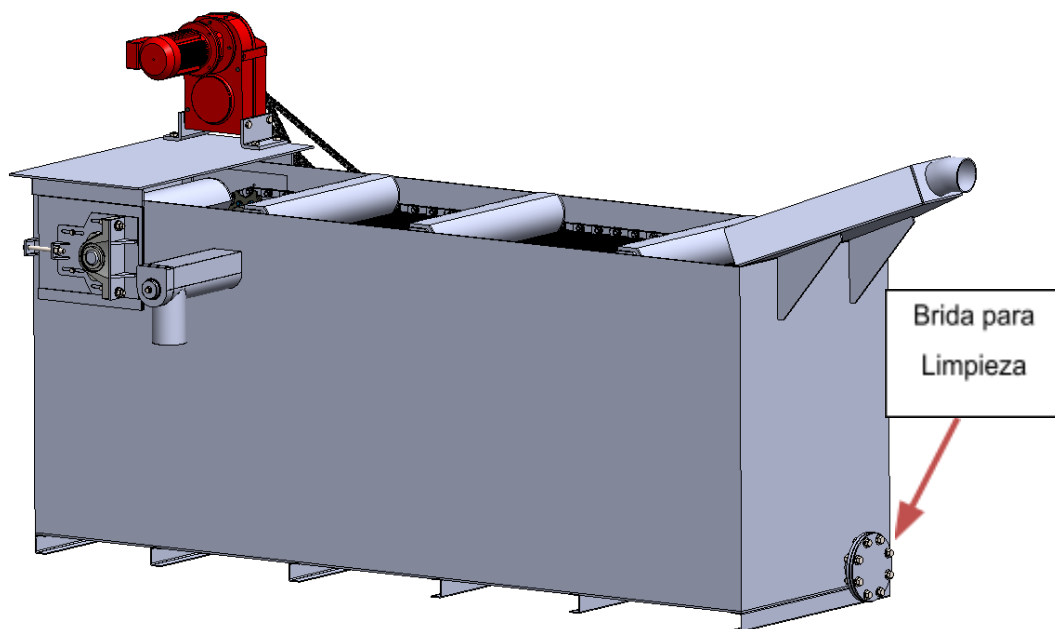


Figura 6-7: Vista isométrica del perlitero.

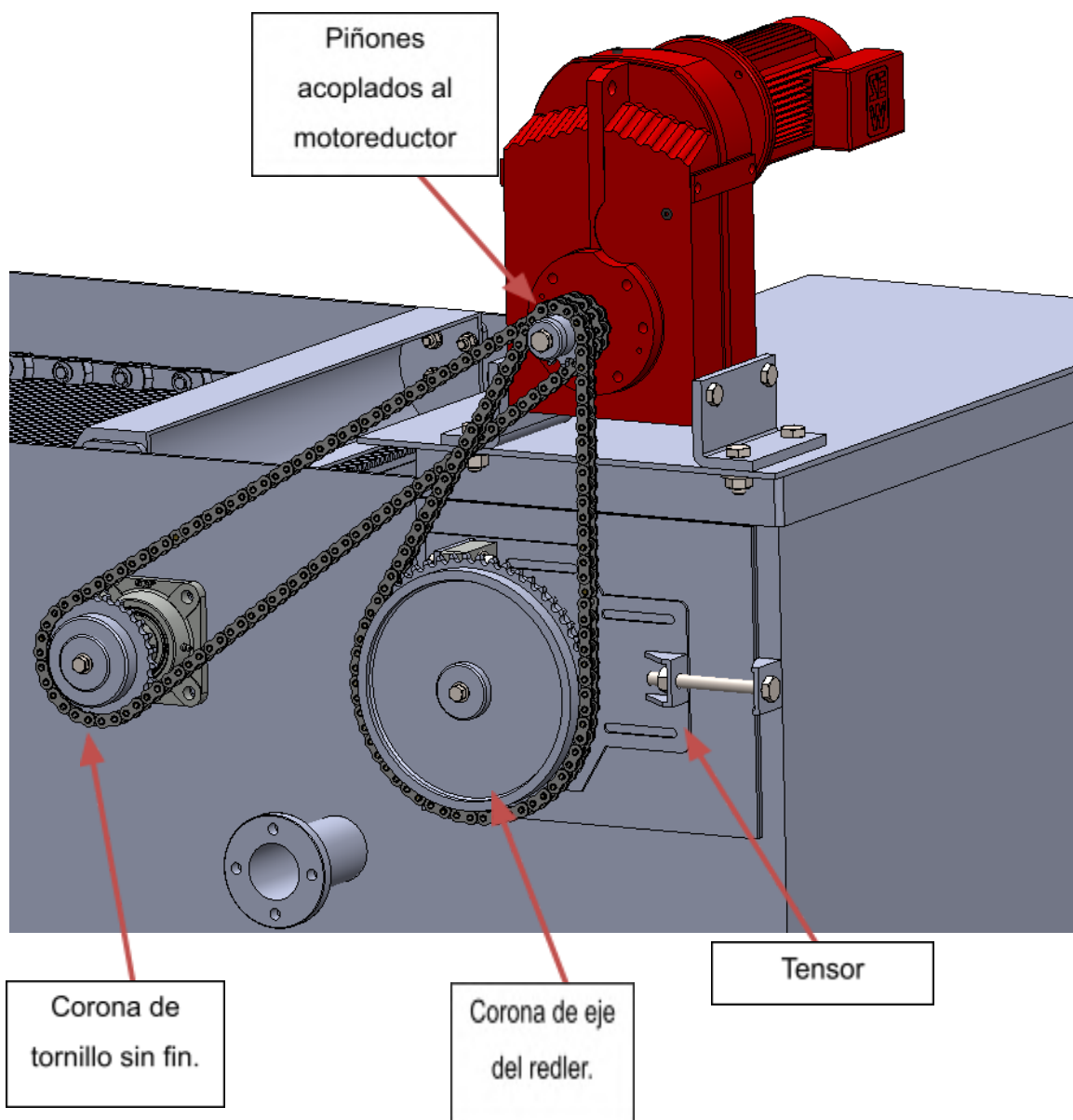


Figura 6-8: Partes del perlitero.

Conclusiones

En este proyecto pudimos transitar todas las etapas en el proceso de resolución de un problema, desde inicio a fin, incluyendo la investigación teórica, el diseño conceptual, la simulación, la fabricación y la validación experimental.

Logramos crear el “perlitero” el cual brinda un sistema eficiente y relativamente sencillo para el filtrado y posterior extracción de la perlita en suspensión acuosa.

Es importante destacar que este trabajo no solo se centra en la optimización de los procesos de lavado de desgaste de jeans, sino que también aborda una preocupación creciente en la industria textil: la transición hacia prácticas más sostenibles y eco amigables. El futuro del lavado de desgaste de jeans apunta hacia un enfoque “waterfree”, que busca reducir drásticamente el consumo de agua y optar por alternativas más eficientes y sostenibles, como el uso de mayor cantidad de perlita para realizar el proceso.

Podemos concluir que diseñamos una máquina que ayuda a construir una industria textil más eficaz y sostenible.

Recomendaciones

En este estudio sólo se abordaron cuestiones puramente mecánicas y físicas, que en cuestión son ramas cercanas a nuestra carrera de ingeniería mecánica. Para tener un mejor control o eficiencia en cuanto al diseño se recomienda realizar estudios de automatización que minimicen la intervención humana y que además se creen que serían de bajo costo.

Como se mencionó arriba, el futuro se prevé que será en aumento de la cantidad del abrasivo y disminución del agua utilizada en el lavado por lo que también se recomienda hacer estudios sobre no utilizar un tanque para poder contener el volumen total, ya que este será mucho menor con lo que probablemente el mismo pueda ser amortiguado por el decantador, como tampoco una válvula para mantener el caudal constante para el correcto funcionamiento del perlitero.

El modelo se construyó siempre sobre dimensionado para que soporte todas las cargas y ambientes en las cuales trabajará y no lo haga con exigencia, por lo que se recomienda un mantenimiento preventivo y una limpieza periódica del equipo para conservar la rusticidad y conservar la vida útil.

Bibliografía

A continuación se expone la lista bibliográfica utilizada:

[1] Catálogo SEW. motorreductores [Motorreductor | SEW-EURODRIVE \(sew-eurodrive.com.ar\)](http://Motorreductor | SEW-EURODRIVE (sew-eurodrive.com.ar))

[2] ASAGA: Tecnología de separación - Desgomado acuoso y enzimático

Autor: G. Negro **Cap 18: 5-12**

[3] Cadenas y eslabones [Eslabones disponibles - Cadenas forjadas \(incomimex.com\)](http://Eslabones disponibles - Cadenas forjadas (incomimex.com))

[4] Determinación del tiempo de residencia de un decantador utilizando radiotrazadores

Autores: Rojas R.(1); Maghella G.(1); Mamani E.(1); Maguiña J.(1) Leclerc J.P.(2)
Instituto Peruano de Energía Nuclear

[5] Manual MARTIN CEM, Manejo de materiales. [Transporte de Materiais \(norpem.com.br\)](http://Transporte de Materiais (norpem.com.br))

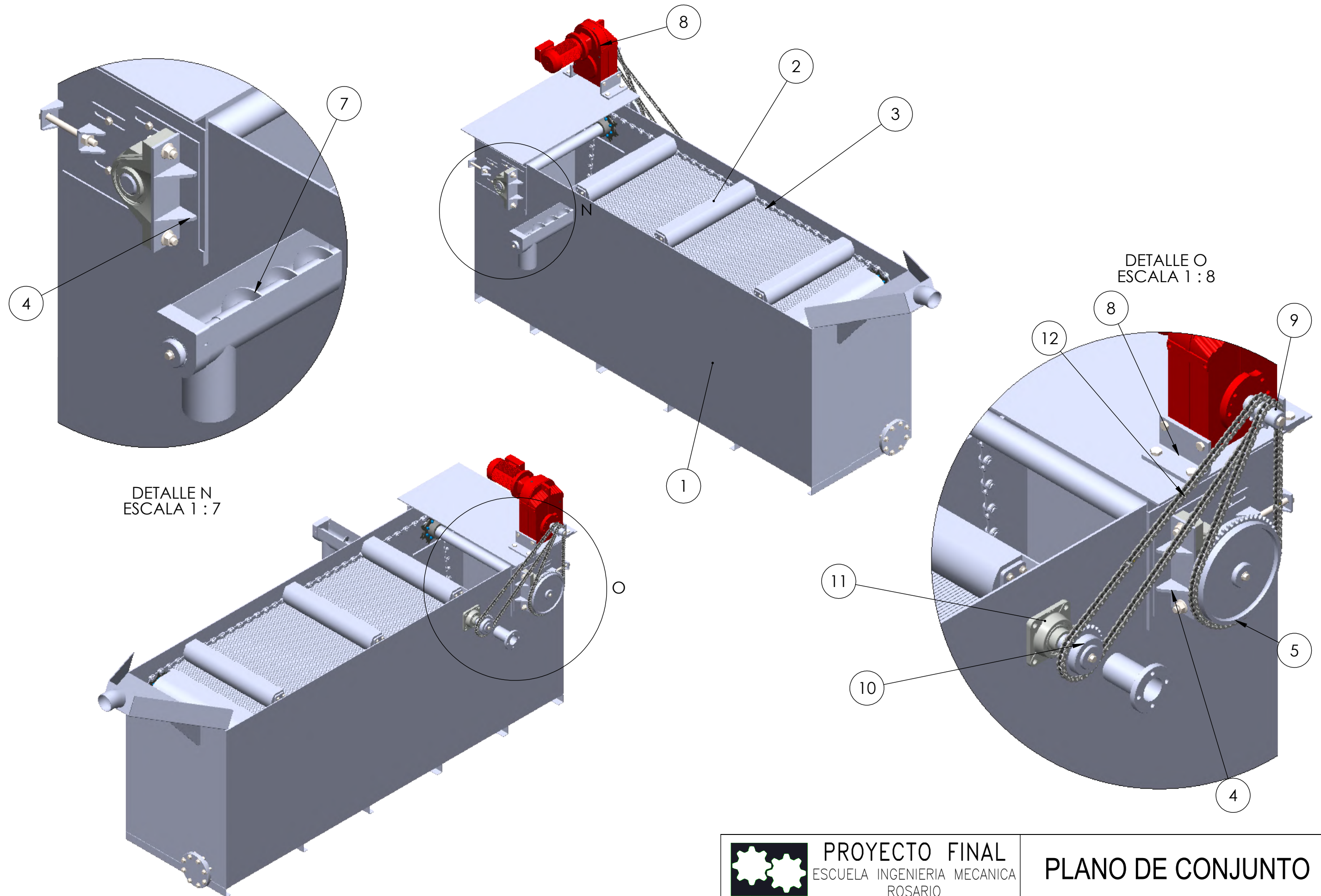
[6] Malla filtro estilo "Johnson" [PRC Ingenieria - Filtros y Mallas Ranura Continua tipo Johnson Screens \(prc-ingenieria.com\)](http://PRC Ingenieria - Filtros y Mallas Ranura Continua tipo Johnson Screens (prc-ingenieria.com))

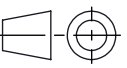
[7] Tanque de almacenamiento Formingplast S.R.L. - Inicio

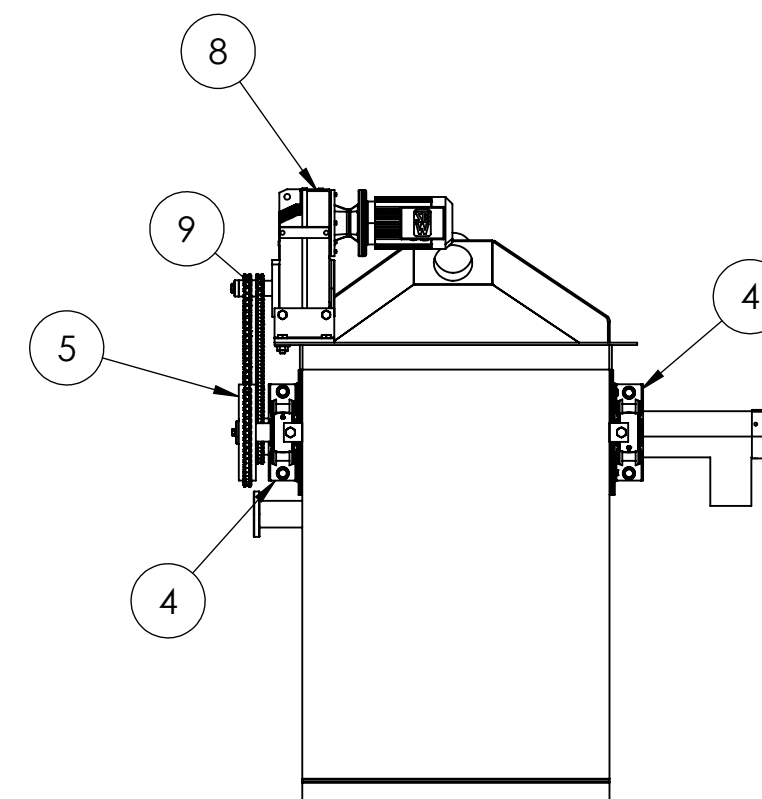
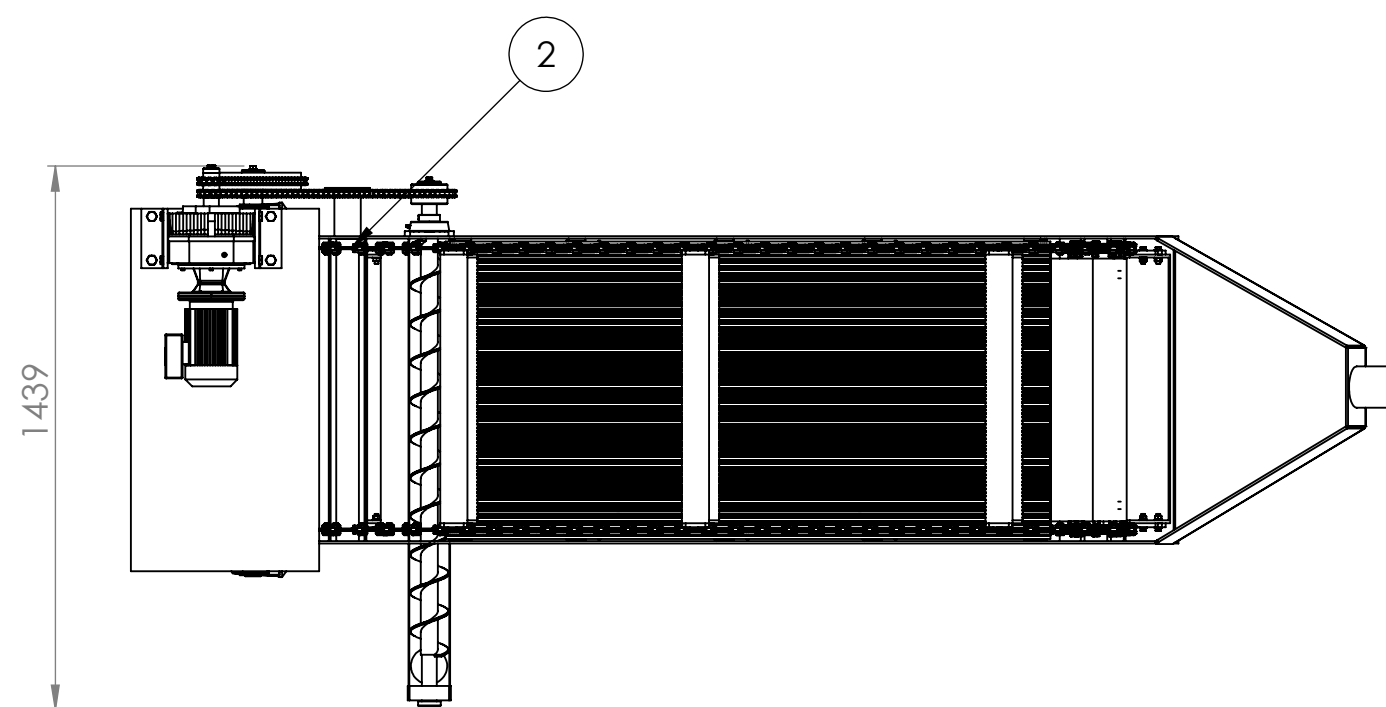
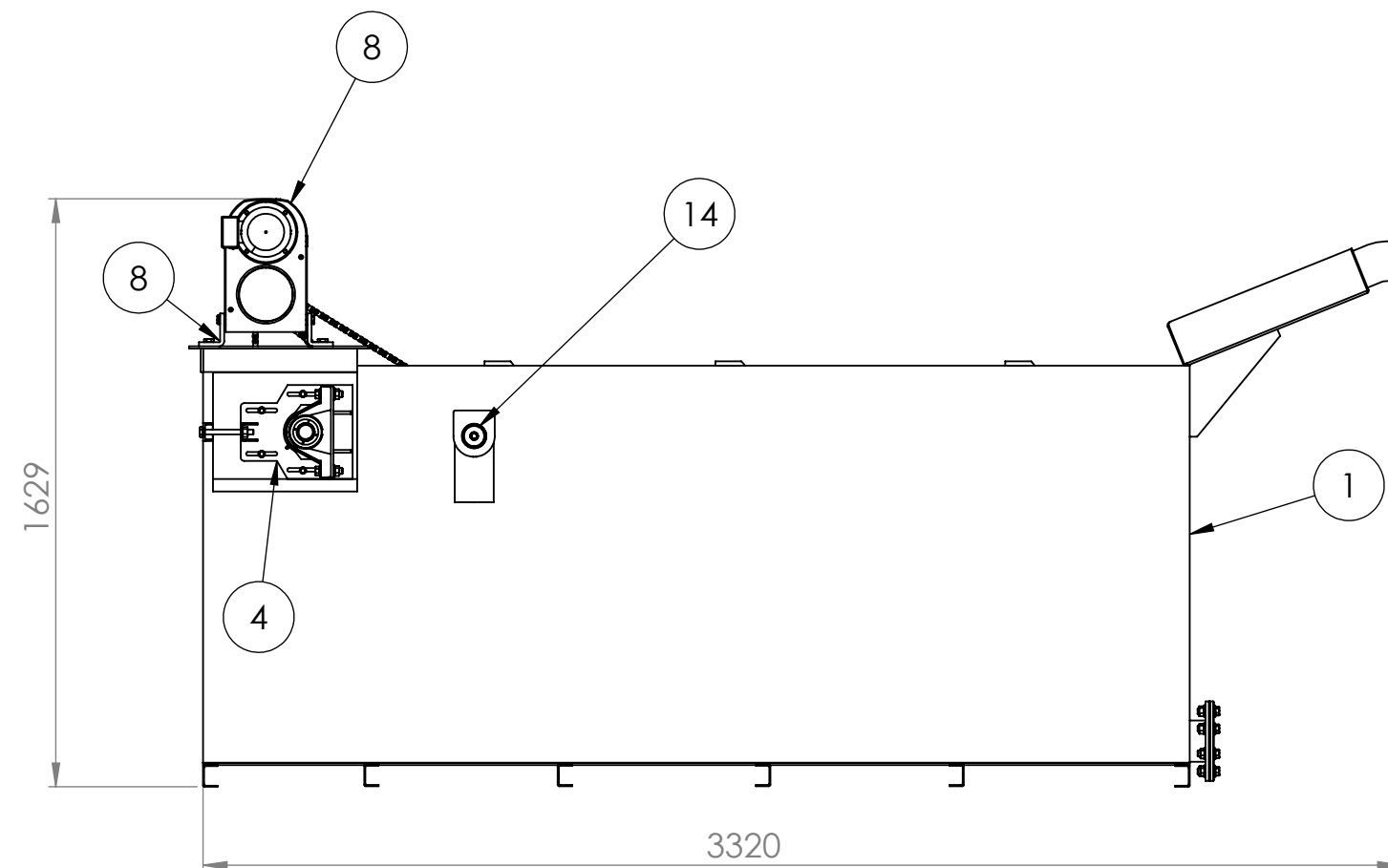
[8] Velocidad de decantación y variables Heat transfer, Separation, Fluid handling | Alfa Laval

[9] A.L. Casillas (2008) Máquinas - Cálculos de taller. Madrid: Editor-Autor

ANEXO PLANIMETRÍA



 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				PLANO DE CONJUNTO	
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	 N° 0.0.0	
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ	1:20		
APROBO		PERNICONE			



POS	DENOMINACION	MATERIAL	CANT	PESO
1	CUERPO	AISI 304L	1	
2	TRANSMISION REDLER	AISI 304L	1	
3	MALLA-FILTRANTE	AISI 304	1	
4	TENSOR	SAE 1020	2	
5	ENGRANAJE-EJE-MOTRIZ	SAE 1040	1	
6	SOPORTE-MOTOR	SAE1040	1	
7	TORNILLO-SIN-FIN	SAE 4140	1	
8	MOTORREDUCTOR 3HP	COMERCIAL	1	
9	ENGRANAJE-MOTOR-NEW	SAE 1040	2	
10	CORONA-SIN-FIN	SAE 1040	1	
11	SKF_FY 40 FM	COMERCIAL	1	
12	SKF_BEARING_6008_2	COMERCIAL	1	
13	ESLABON DE CADENA EJE HUECO 50HPSS	ACERO INOXIDABLE	1	
14	TAPA DE AJUSTE	SAE 1040	2	
15	TAPA EJE MOTOR	SAE 1040	1	



PROYECTO FINAL
 ESCUELA INGENIERIA MECANICA
 ROSARIO

PLANO DE CONJUNTO

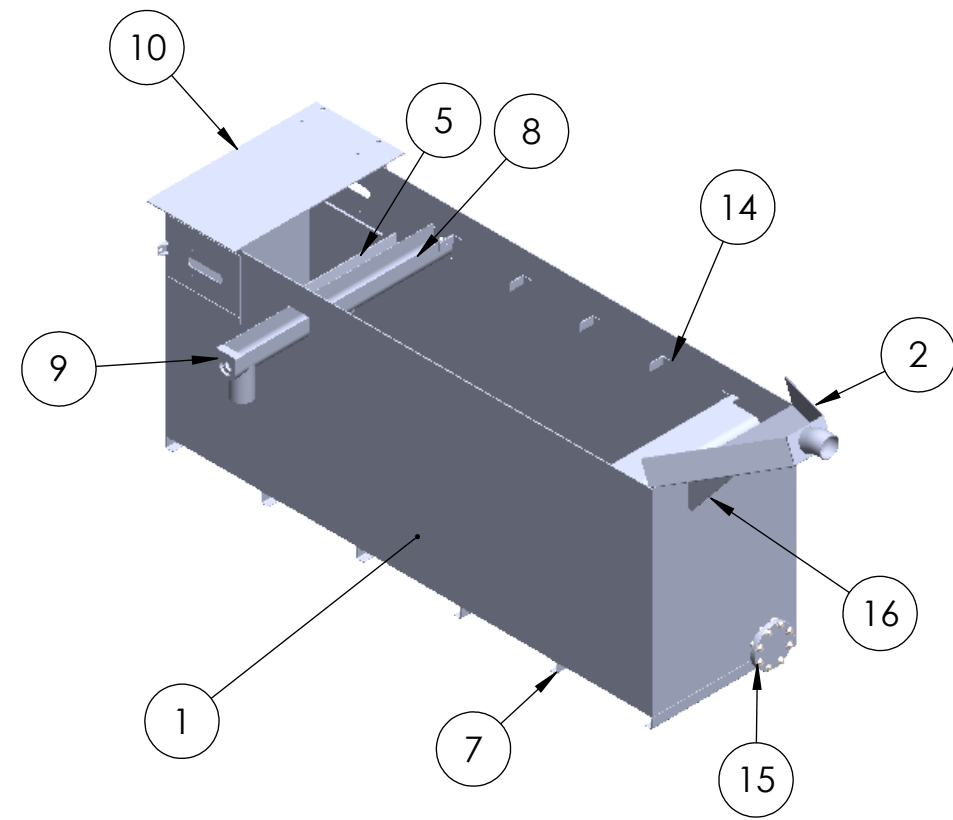
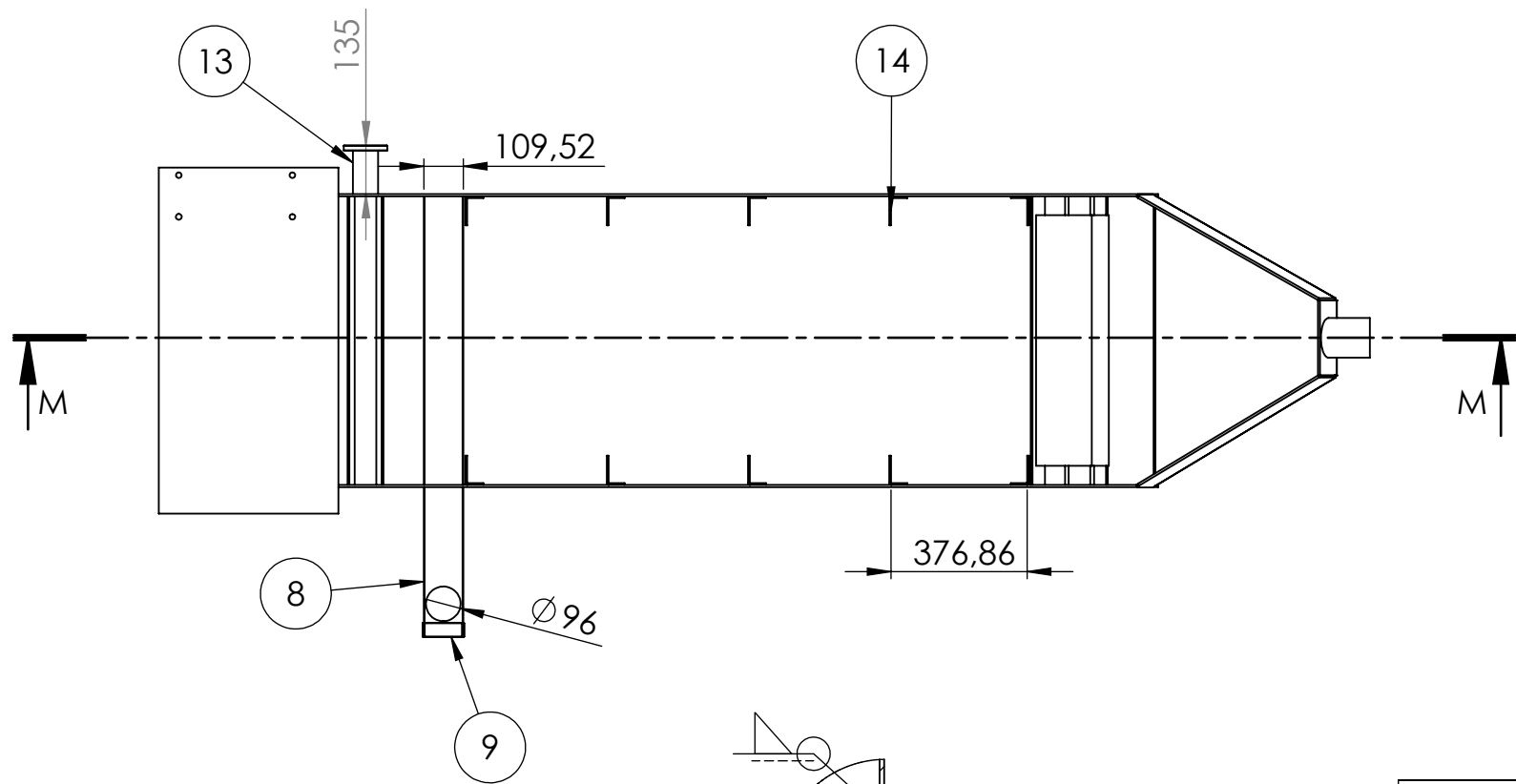
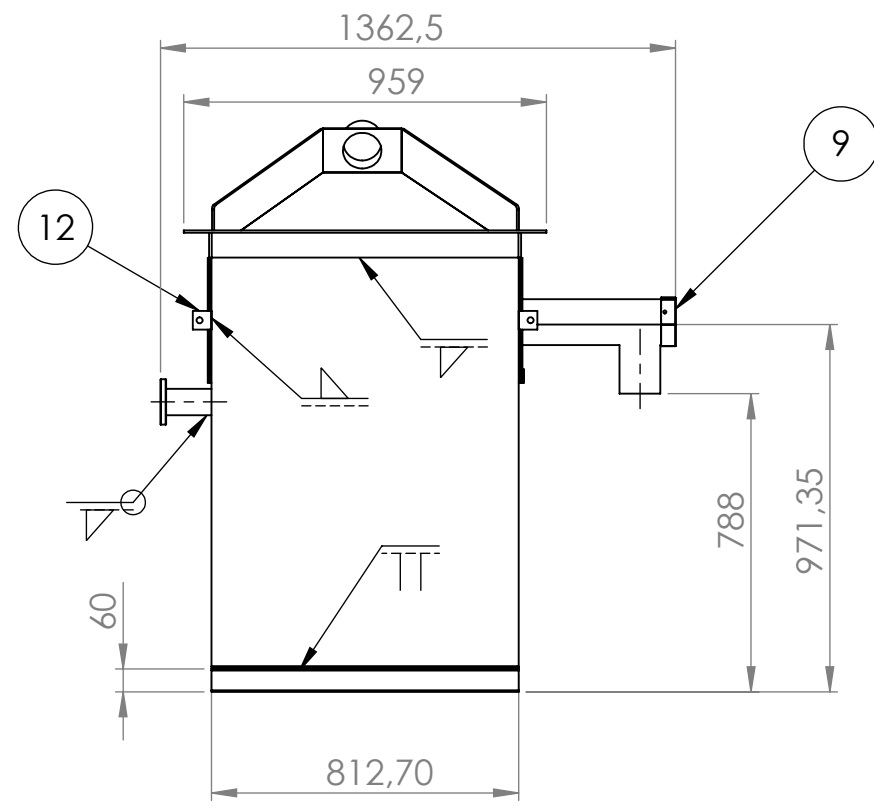
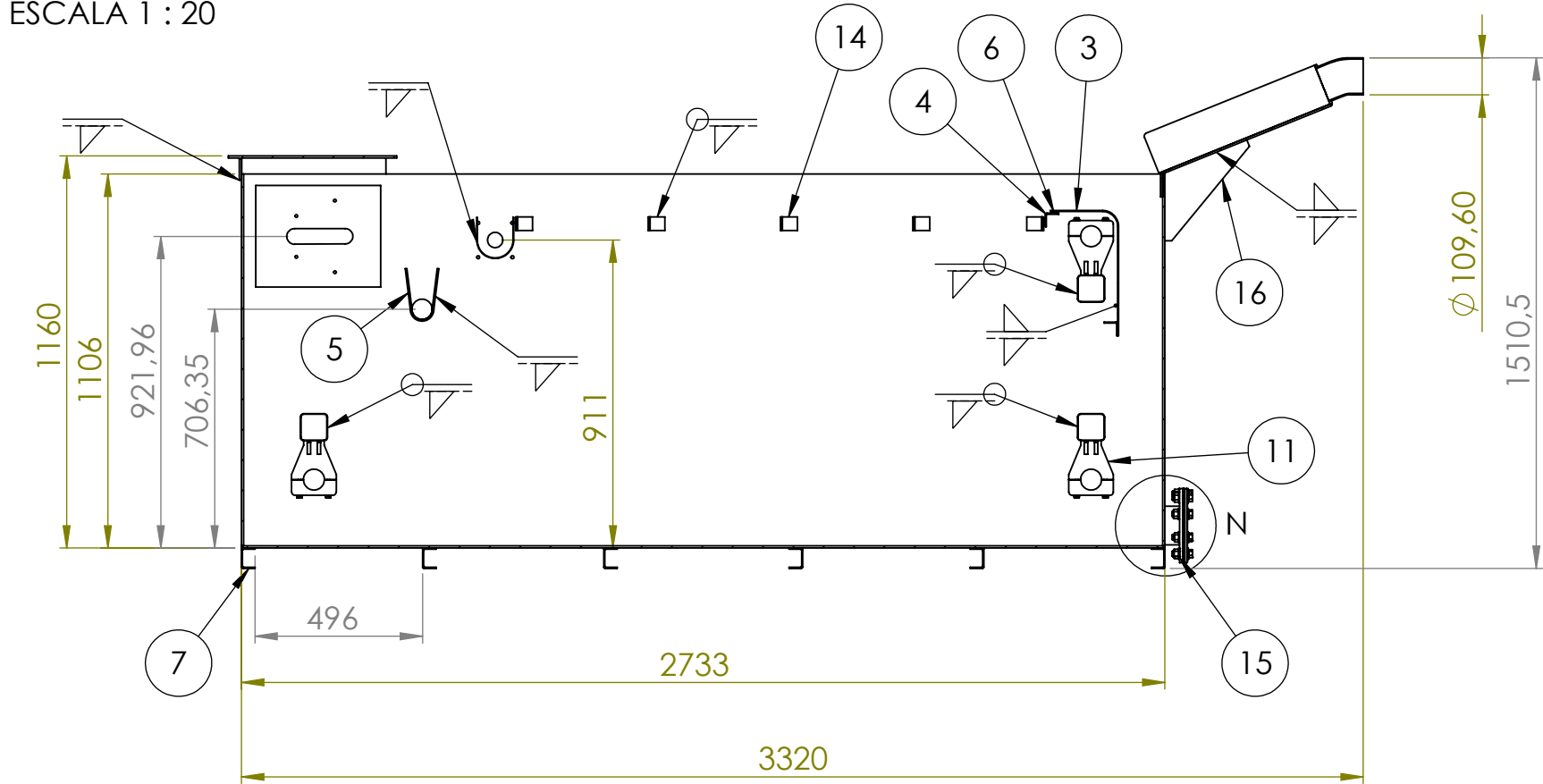
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ
APROBO		PERNICONE

ESCALAS
 1:20

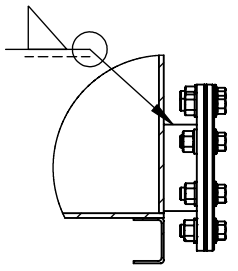


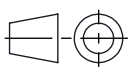
N° 0.0.0

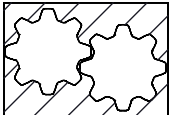
SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 20

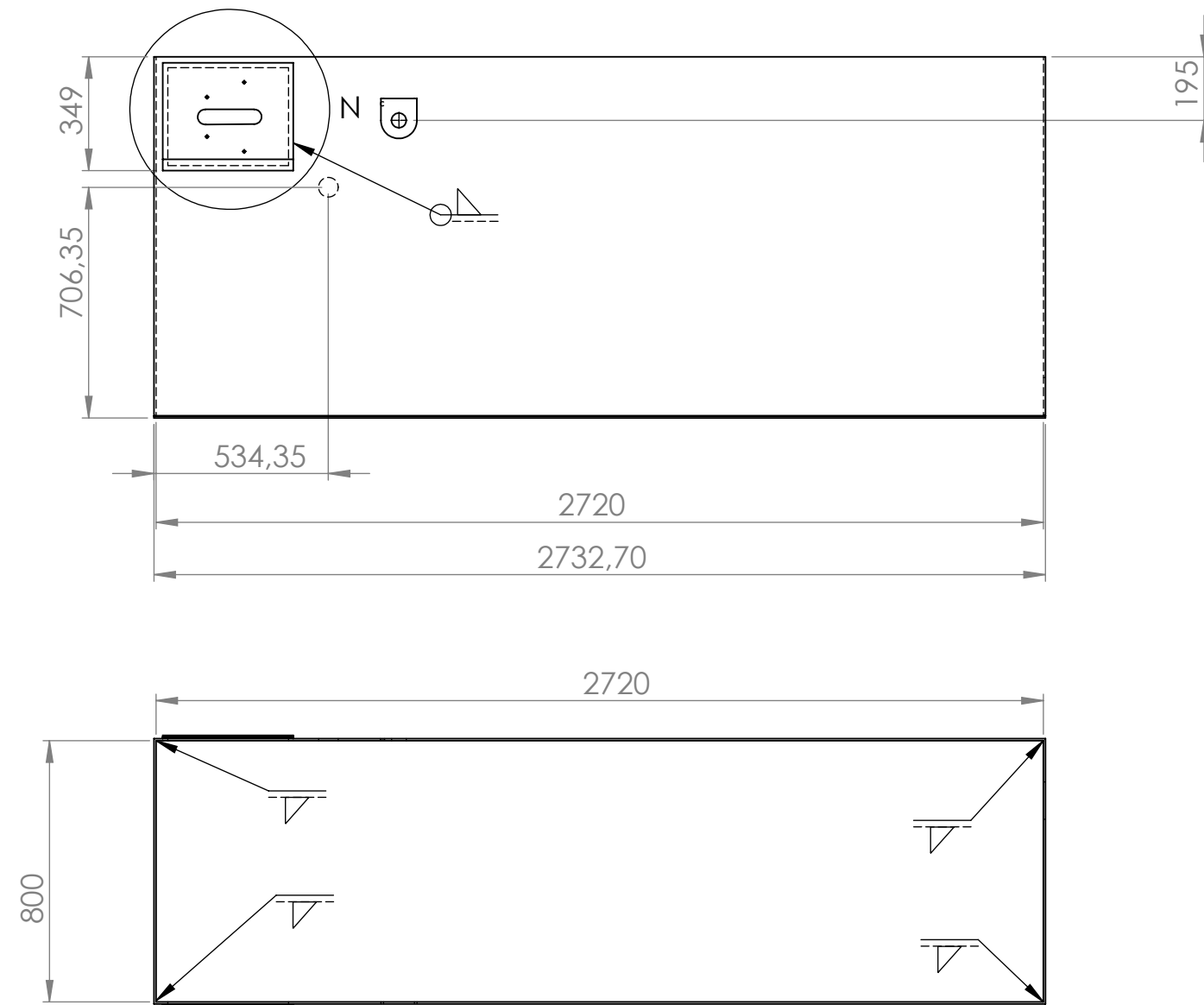


DETALLE N
ESCALA 1 : 10

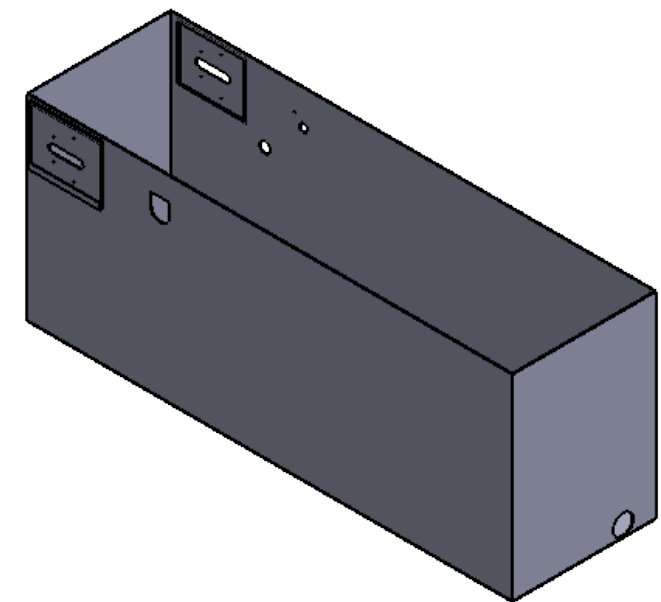
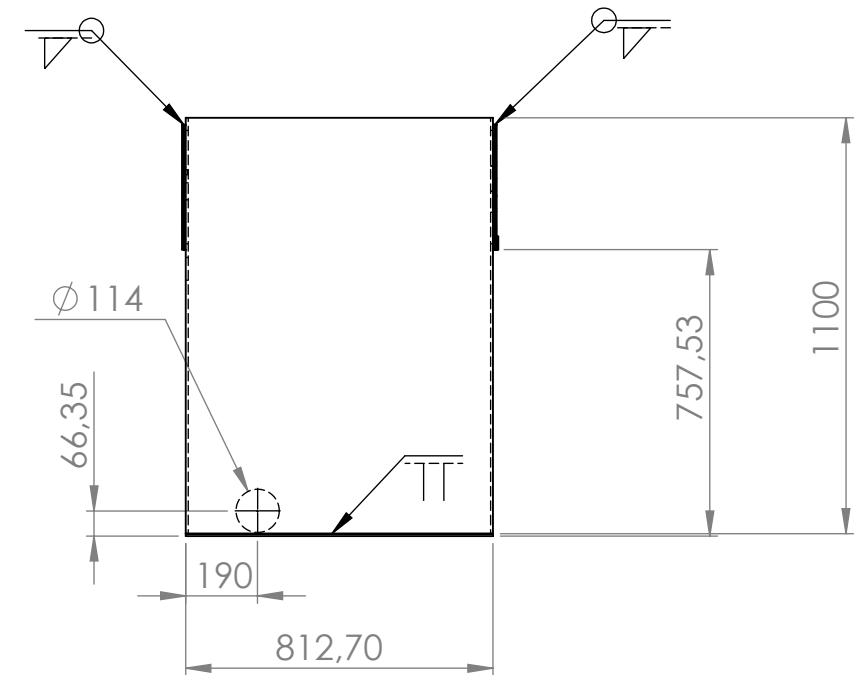
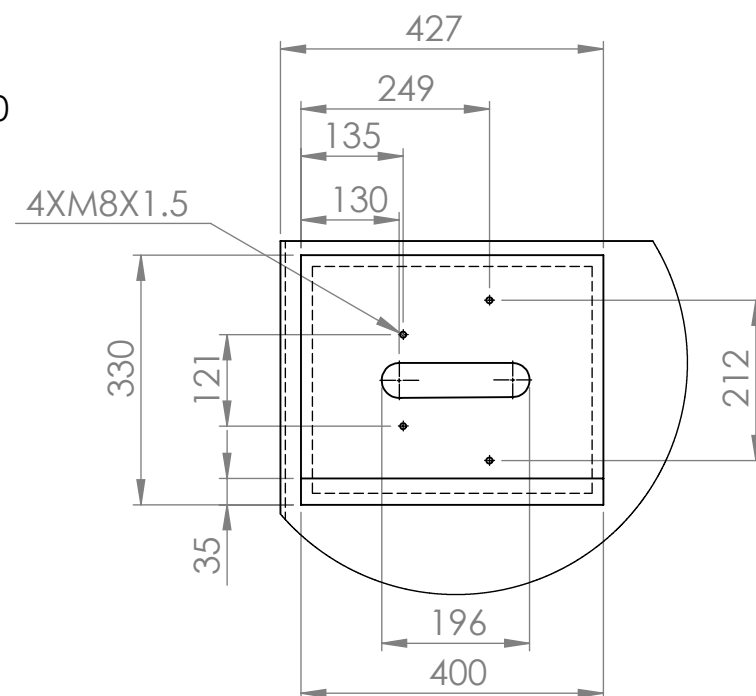


 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				PLANO DE CONJUNTO CUERPO	
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		N° 01
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ			
APROBO		PERNICONE			
			1:25		

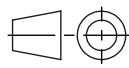
POS	DENOMINACION	MATERIAL	CANT	PESO
1	DECANTADOR	AISI 304L	1	
2	BANDEJA DE INGRESO DE CAUDAL	AISI 304L	1	
3	CHAPA CAIDA	AISI 304L	1	
4	SOPORTE MALLA - CAIDA	AISI 304L	2	
5	BANDEJA-DESAGOTE	AISI 304L	1	
6	BARRA CAIDA	AISI 304L	1	
7	PERFIL C SOPORTE INFERIOR	AISI 304	6	
8	ARTESA	AISI 304L	1	
9	TAPA DE ARTESA	AISI 316	1	
10	SOPORTE-MOTOR	AISI 304	1	
11	MORDAZA_EJE	AISI 316L	3	
12	ESCUADRA TENSOR	AISI 304	2	
13	CONDUCTO DE SALIDA	AISI 316L	1	
14	SOPORTE MALLA	AISI 304L	10	
15	CONDUCTO DE LIMPIEZA	AISI 316L	1	
16	REFUERZO DE BANDEJA	AISI 304	2	
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		LISTA DE MATERIALES		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	20/04/24	CHAVEZ		
APROBO		PERNICONE		
				N°



DETALLE N
ESCALA 1 : 10

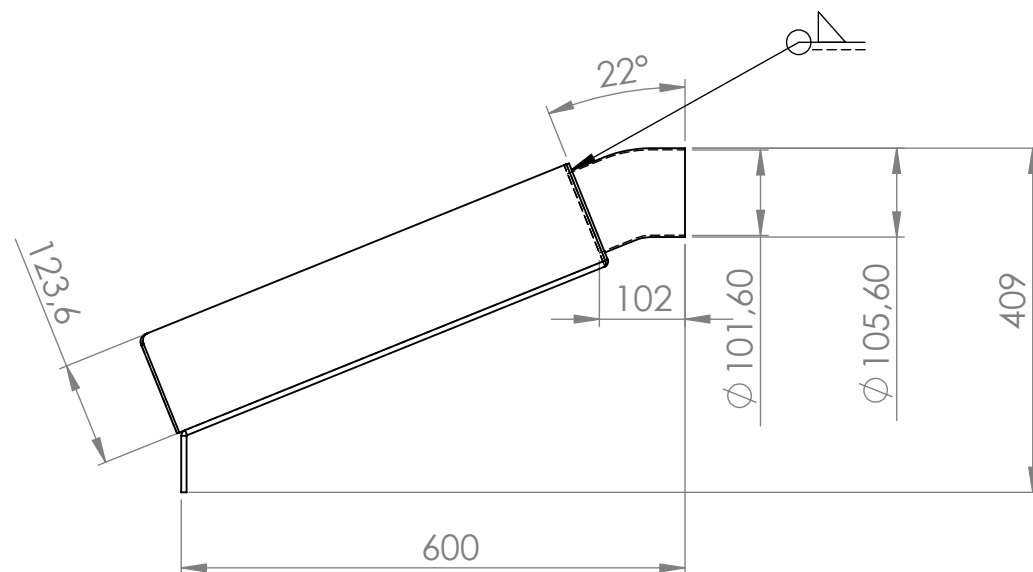
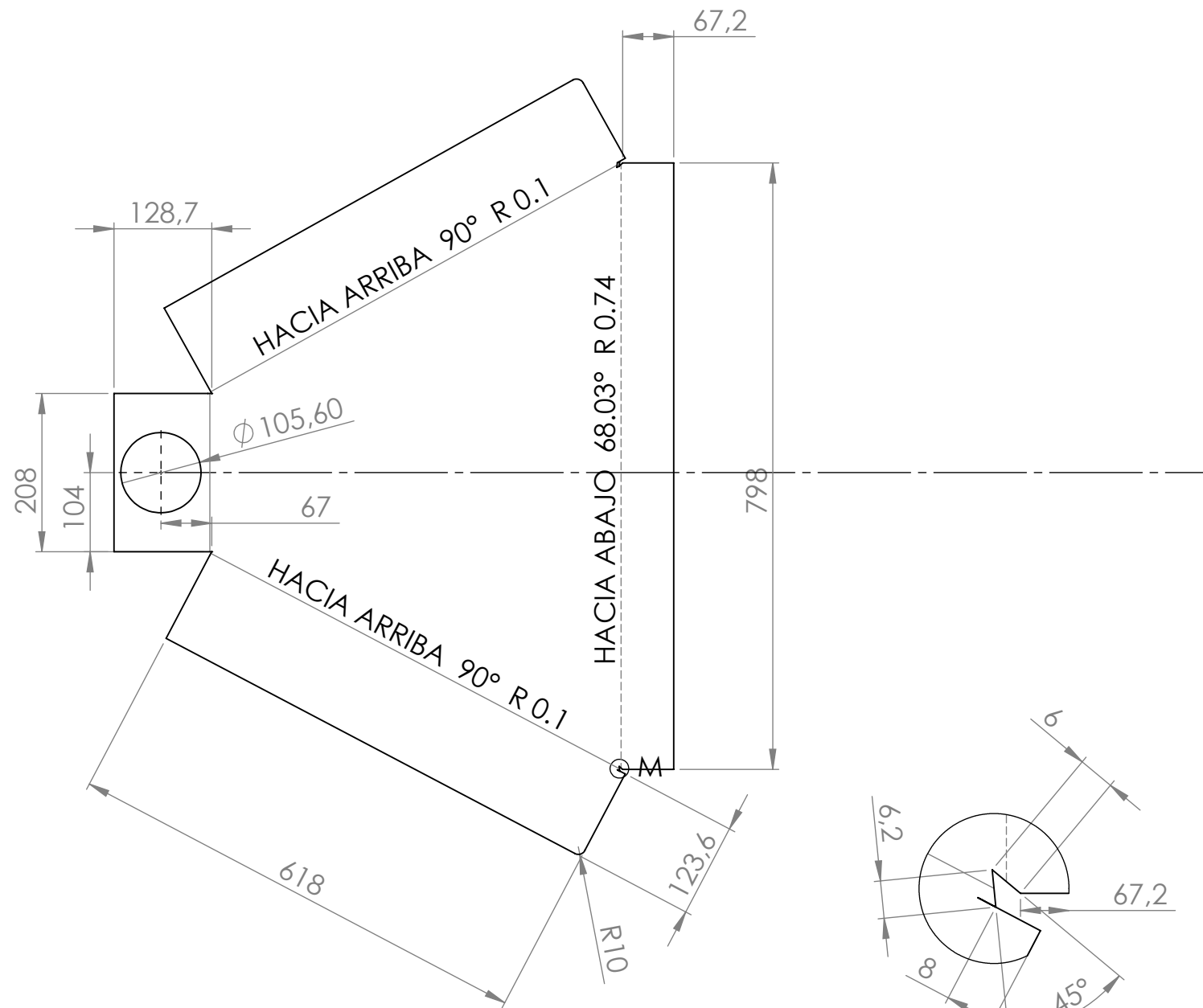


VISTA ISOMETRICA

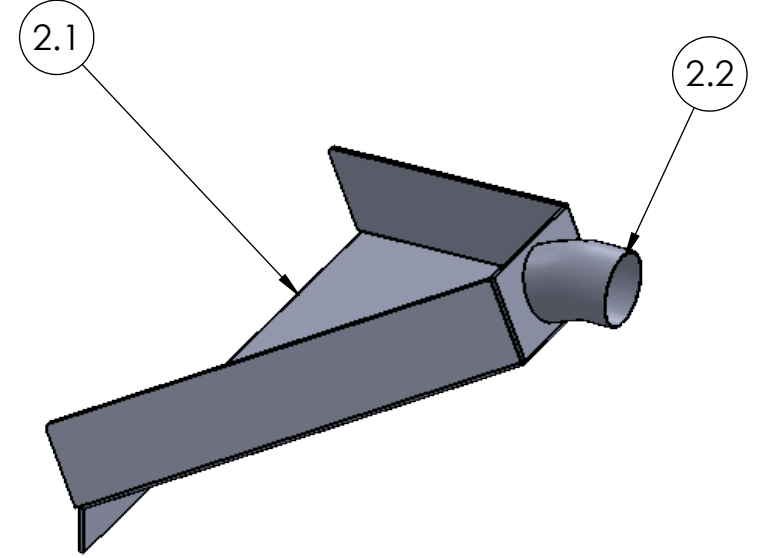
1.1	DECANTADOR	CHAPA AISI 304L ESP1/4"	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUOLA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		DECANTADOR		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	 N° 1.1
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ	1:20	
APROBO		PERNICONE		

2.1

HACIA ARRIBA 90° R0.1



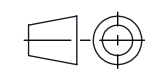
DETALLE M
ESCALA 1 : 1



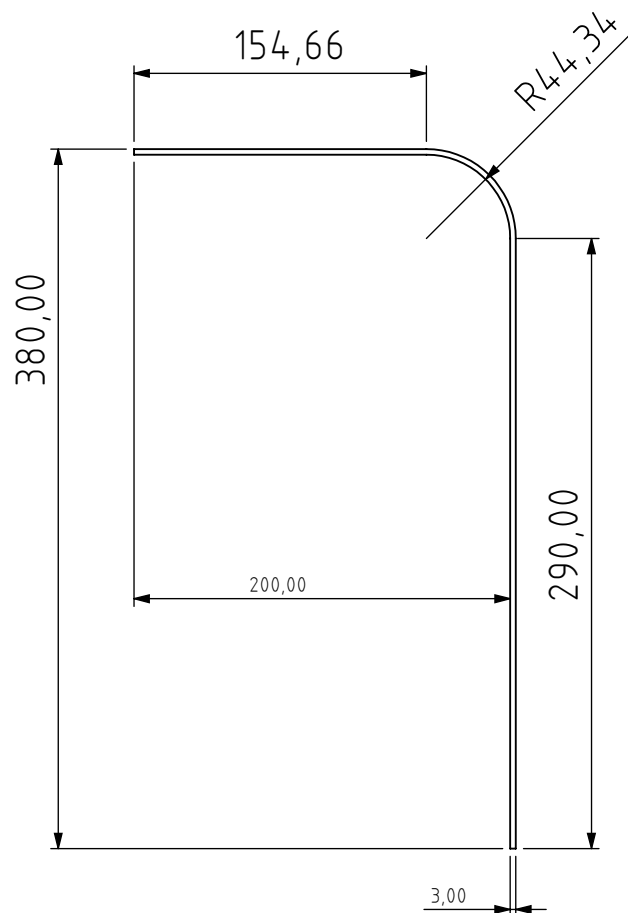
VISTA ISOMETRICA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
MATAR CANTOS VIVOS

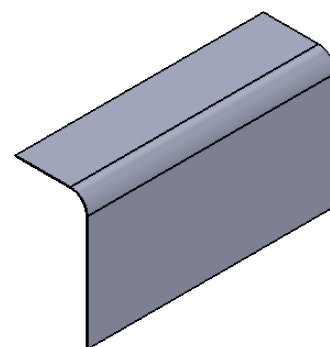
2.1	BANDEJA	CHAPA AISI 304L ESP 1/4"	1	
2.2	CONDUCTO DE ENTRADA	AISI 304	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		BANDEJA DE INGRESO DE CAUDAL		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ	1:10	
APROBO		PERNICONE		



N° 1.2



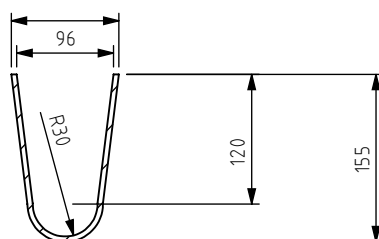
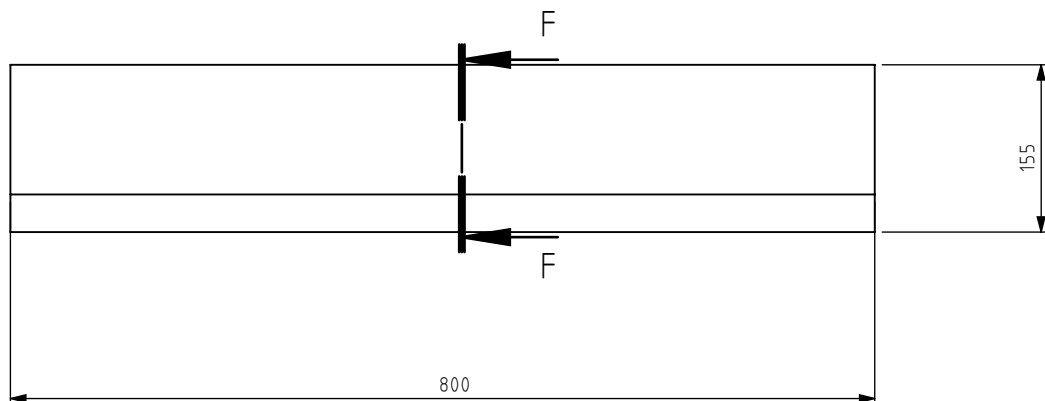
ANCHO 800mm



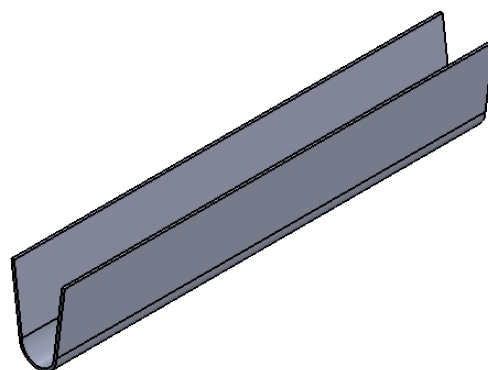
VISTA ISOMETRICA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

1.3	CHAPA PLEGADA ESP 3MM		AISI 304L		1	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			CHAPA CAIDA			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:20		N° 1.3	
DIBUJO	20/03/24	PERNICONE				
APROBO		CHAVEZ				

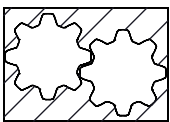
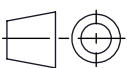


SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 7

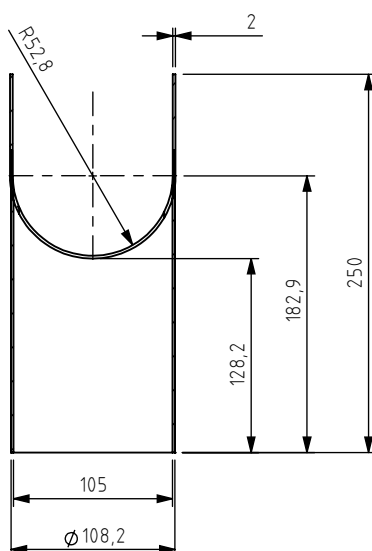
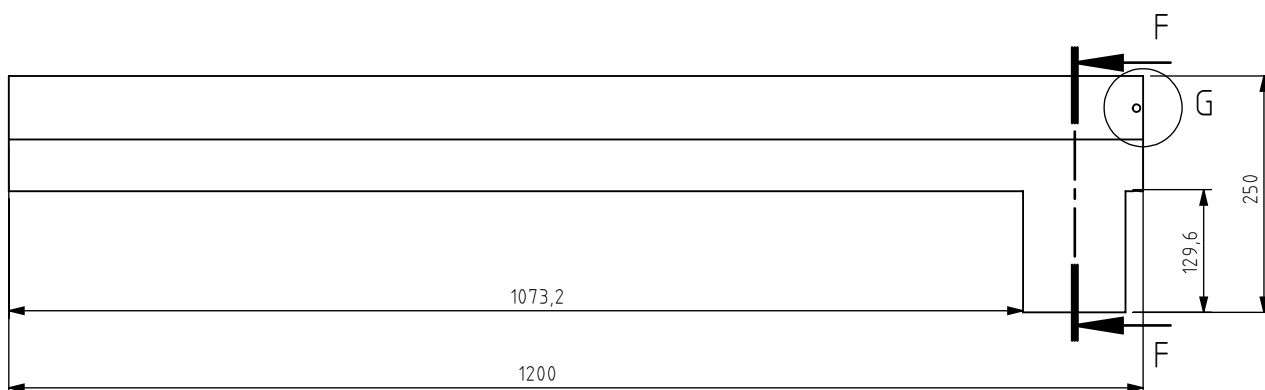


VISTA ISOMETRICA

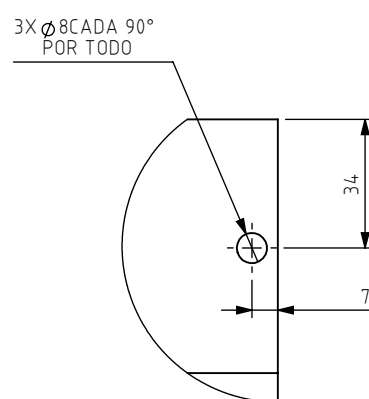
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

1.5	BANDEJA DESAGOTE	CHAPA AISI 304L 2mm	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		BANDEJA DESAGOTE		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ	1:7	
APROBO		PERNICONE		
				N° 1.5

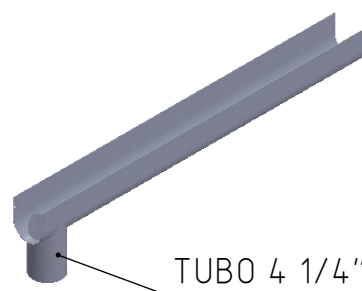
N8



SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 5

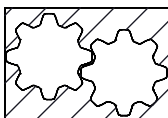


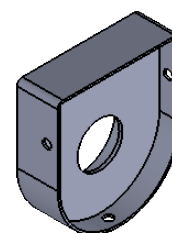
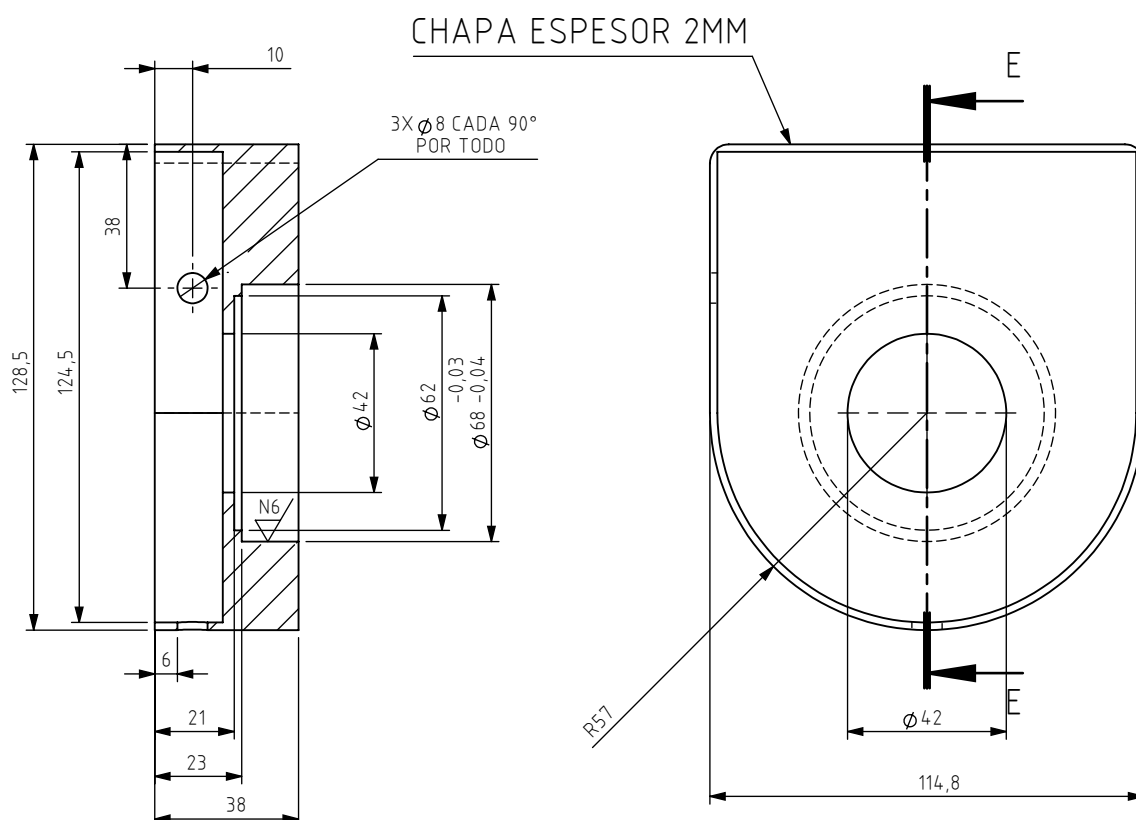
DETALLE G
ESCALA 1 : 2



TUBO 4 1/4"

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

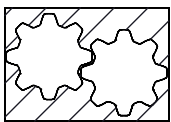
1.8	ARTESA	AI SI 304L ESP 2MM	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		ARTESA		
	FECHA	NOMBRE	 N° 1.8	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ		
APROBO		PERNICONE		

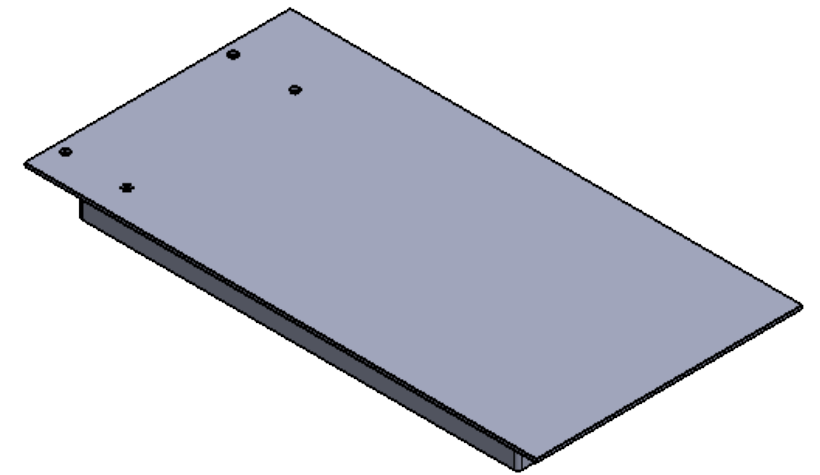
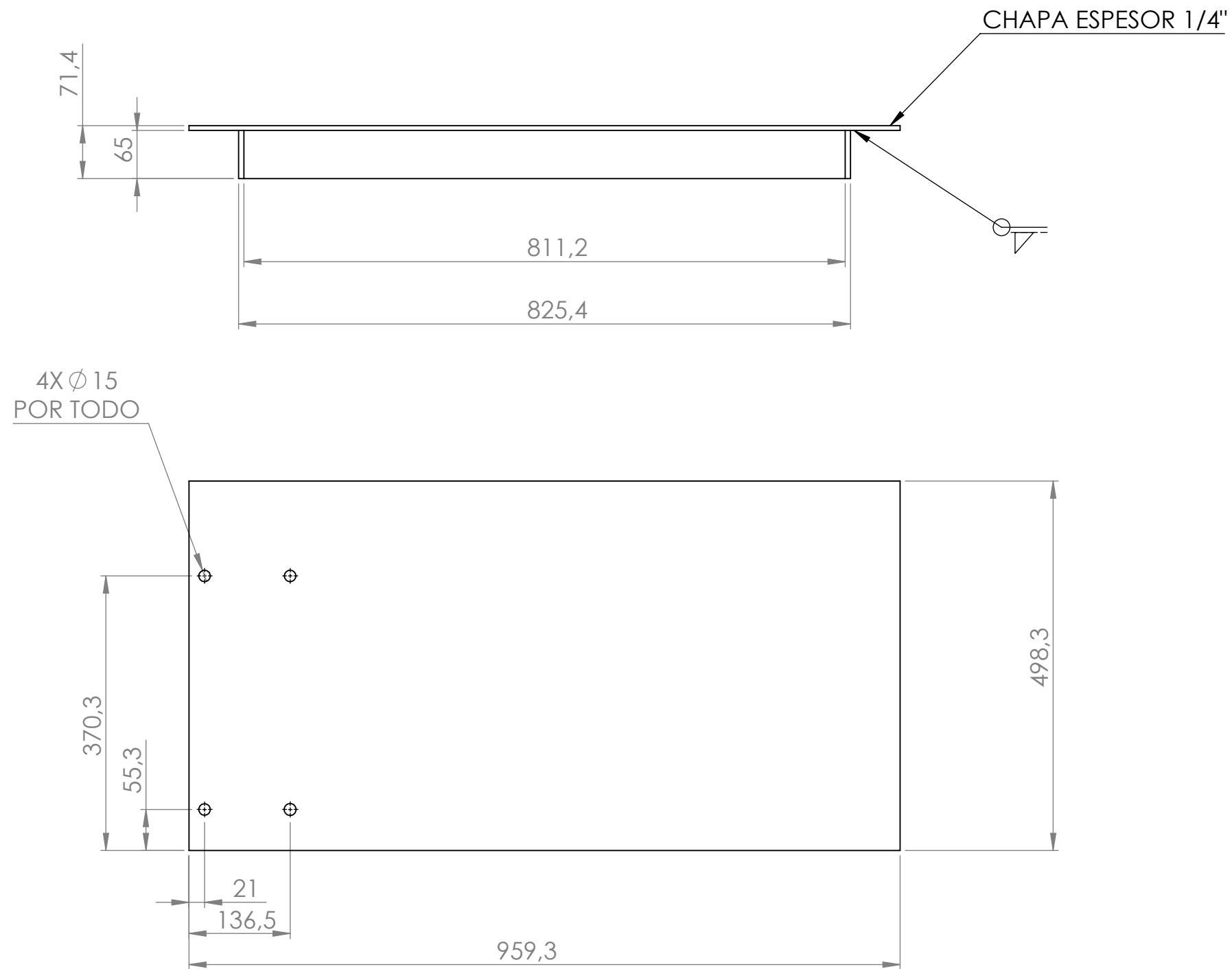


VISTA ISOMETRICA

MATAR CANTOS VIVOS

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

1.17	TAPA DE ARTESA	AISI 316	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TAPA DE ARTESA		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ	1:2	
APROBO		PERNICONE	 N° 1.17	

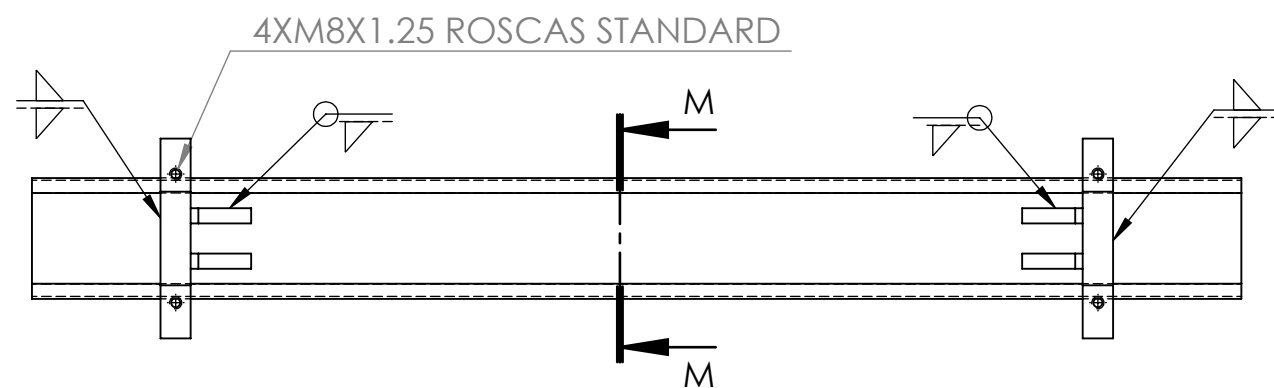
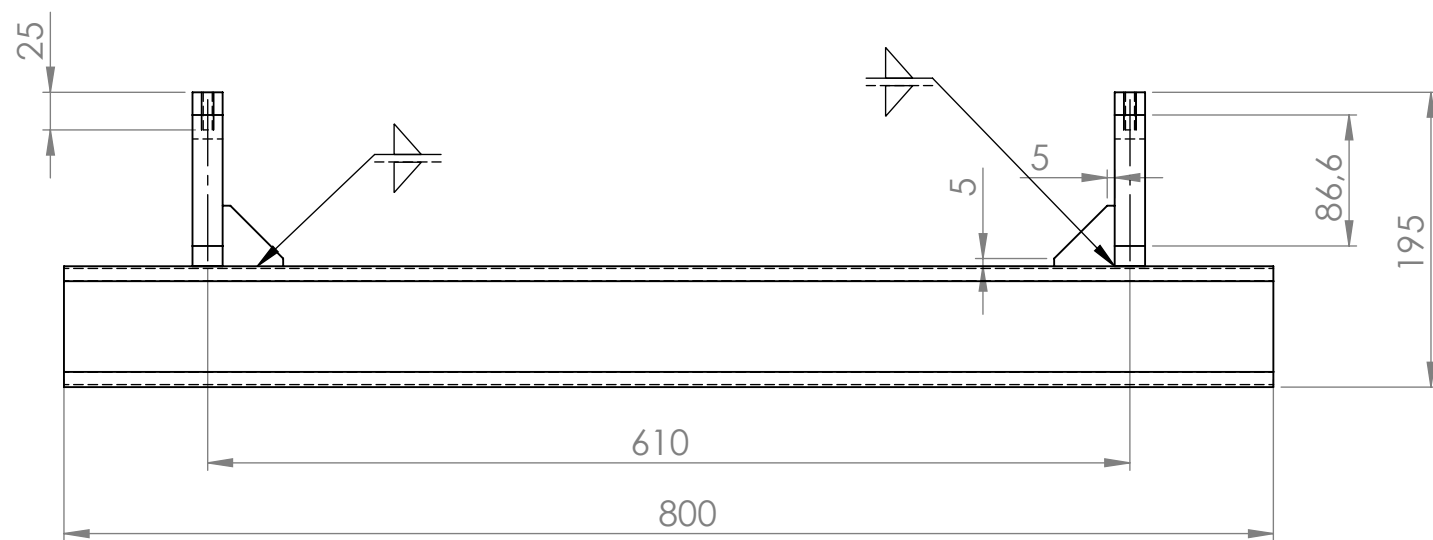


VISTA ISOMETRICA

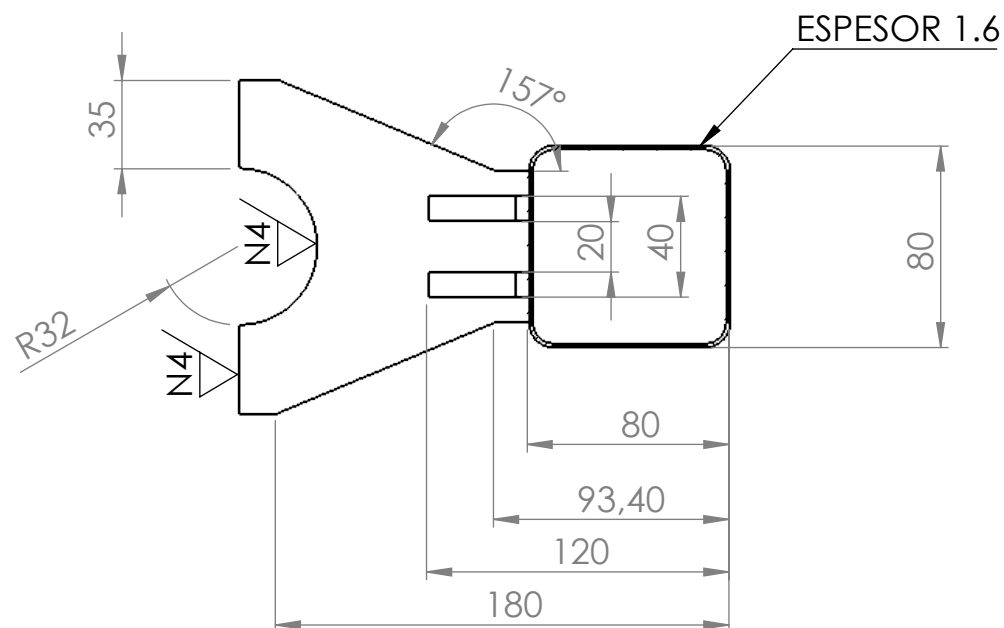
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
MATAR CANTOS VIVOS

1.10	SOPORTE MOTOR		AISI 304		1	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			SOPORTE MOTOR			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS		 N° 1.10	
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ	1:7			
APROBO		PERNICONNE				

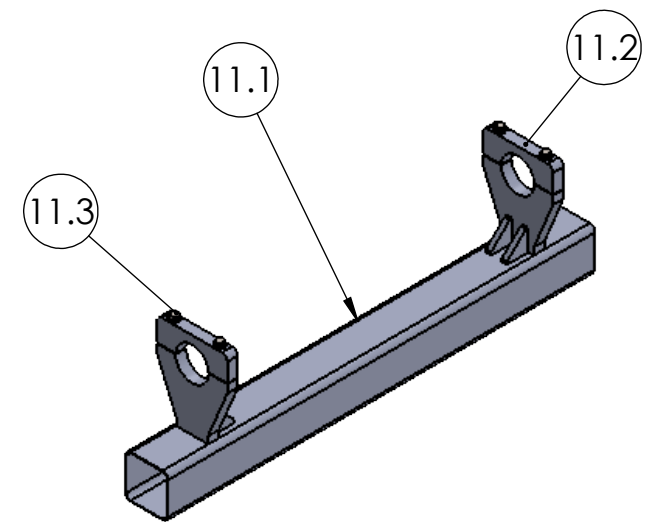
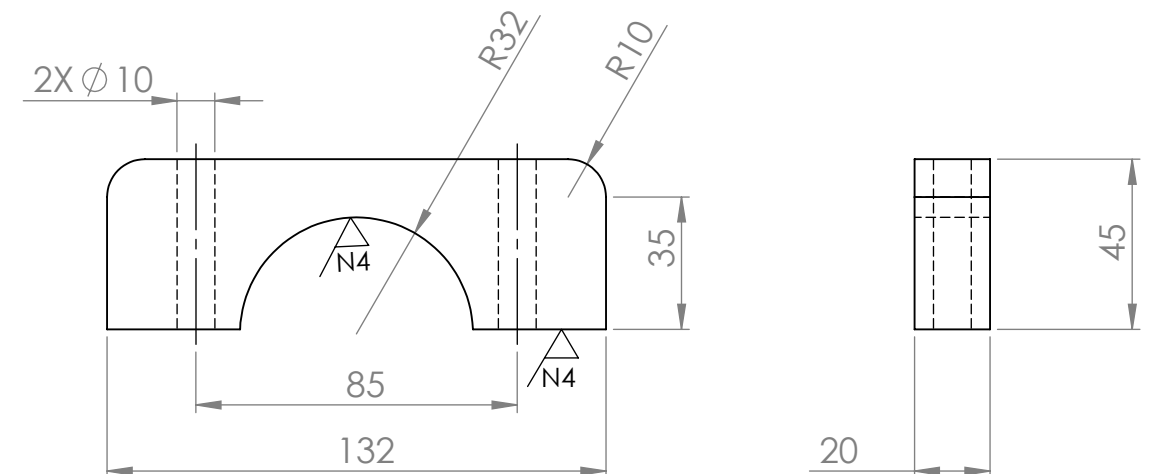
11.1



SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 3



11.2



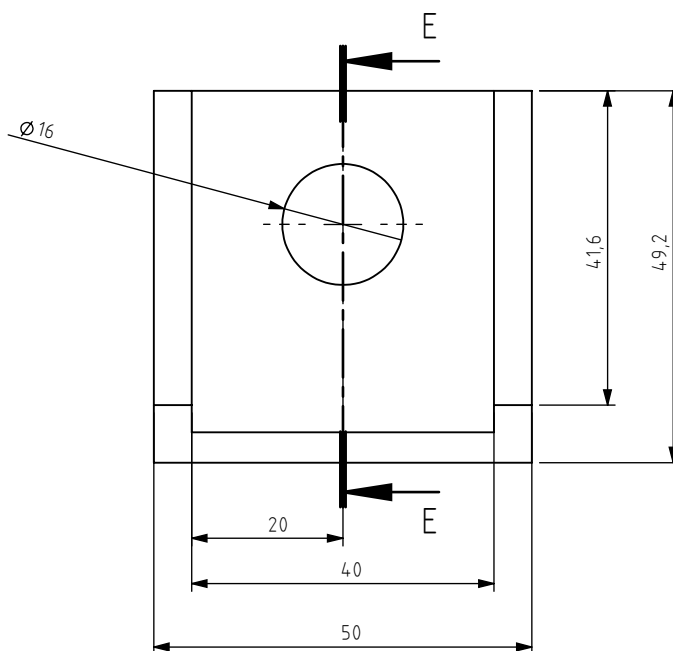
POS	DENOMINACION	MATERIAL	CANT	PESO
11.1	TUBO CUADRADO 80X80X1.6	AISI 304	1	
11.2	MORDAZA INFERIOR	AISI 316L	2	
11.3	B18.2.3.9M - HEAVY HEX FLANGE SCREW, M8 X 1.25 X 65 --22N	COMERCIAL	4	



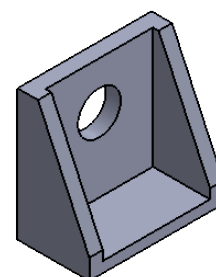
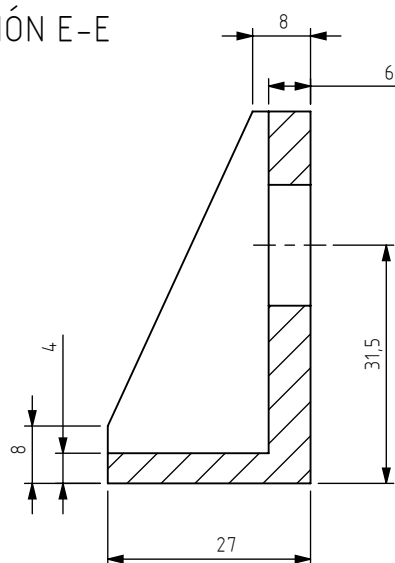
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

MORDAZA EJE

DIBUJO	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
APROBO	20/03/24	CHAVEZ PERNICONE	2:1	N° 1.11



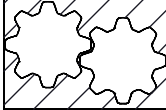
SECCIÓN E-E

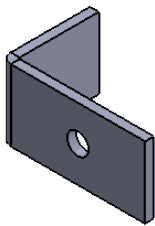
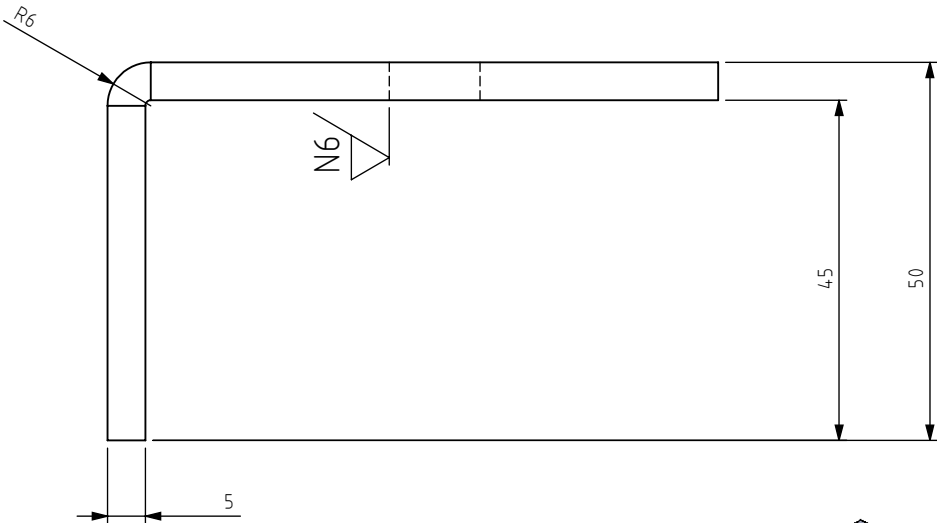
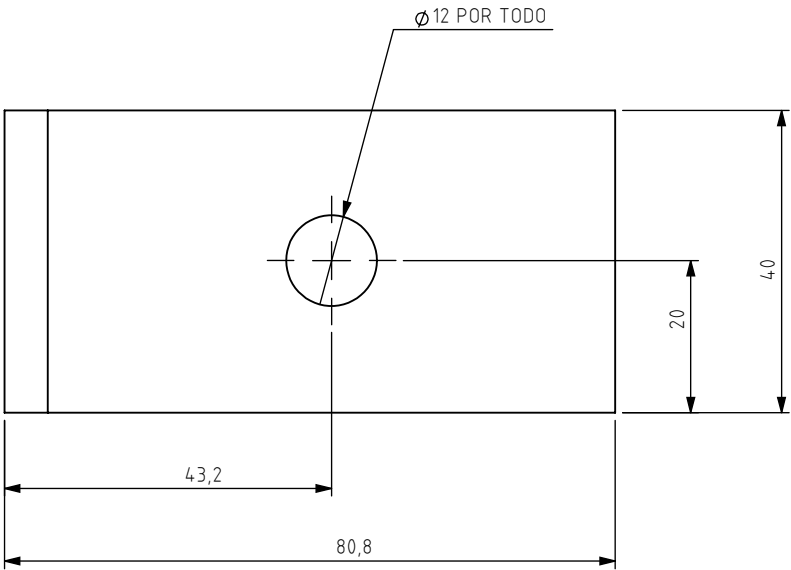


VISTA ISOMETRICA

MATAR CANTOS VIVOS

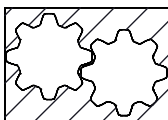
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

1.12	ESCUADRA TENSOR		AISI 304		2	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			ESCUADRA TENSOR			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1 : 1		N° 1.12	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONE				



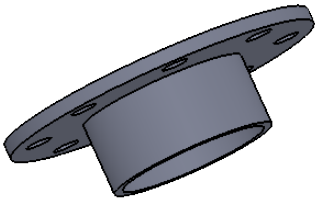
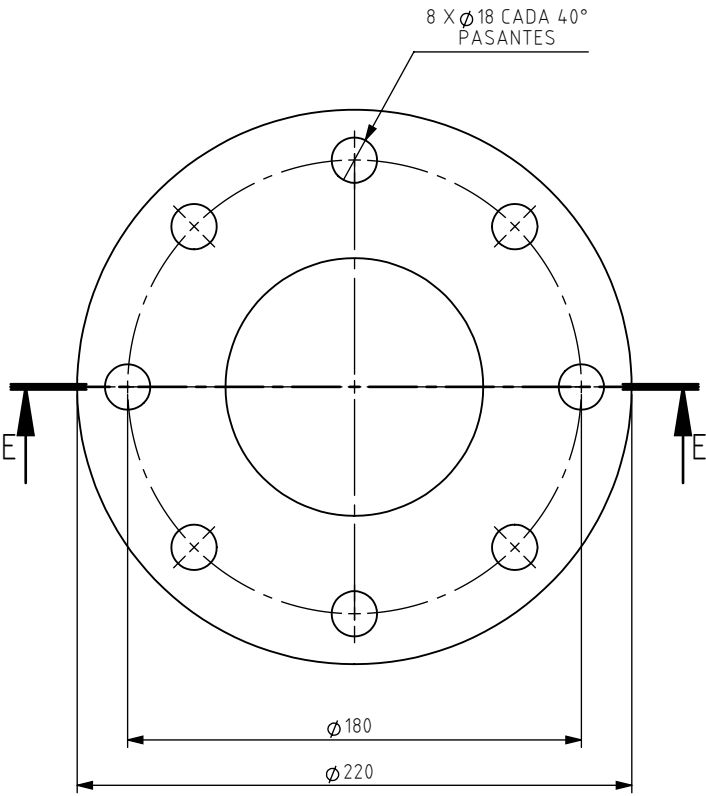
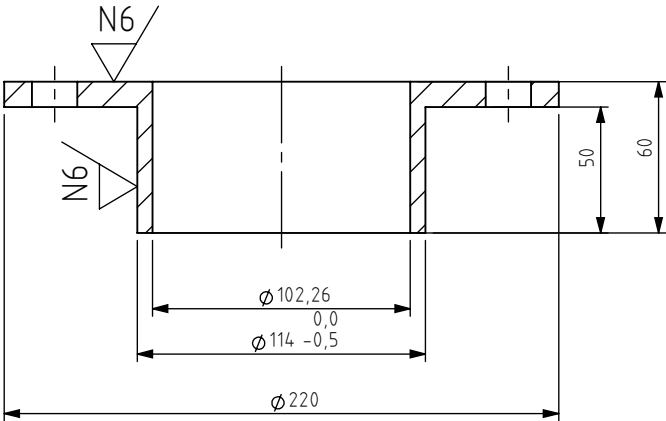
VISTA ISOMETRICA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

1.14	SOPORTE MALLA		PLANCHUELA AISI 304L 5mm	10	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			SOPORTE MALLA		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:1		N° 1.14
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ			
APROBO		PERNICONE			

SECCIÓN E-E

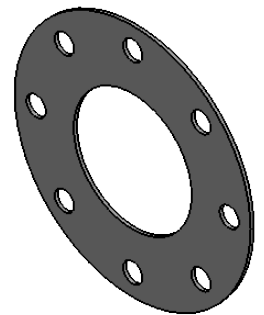
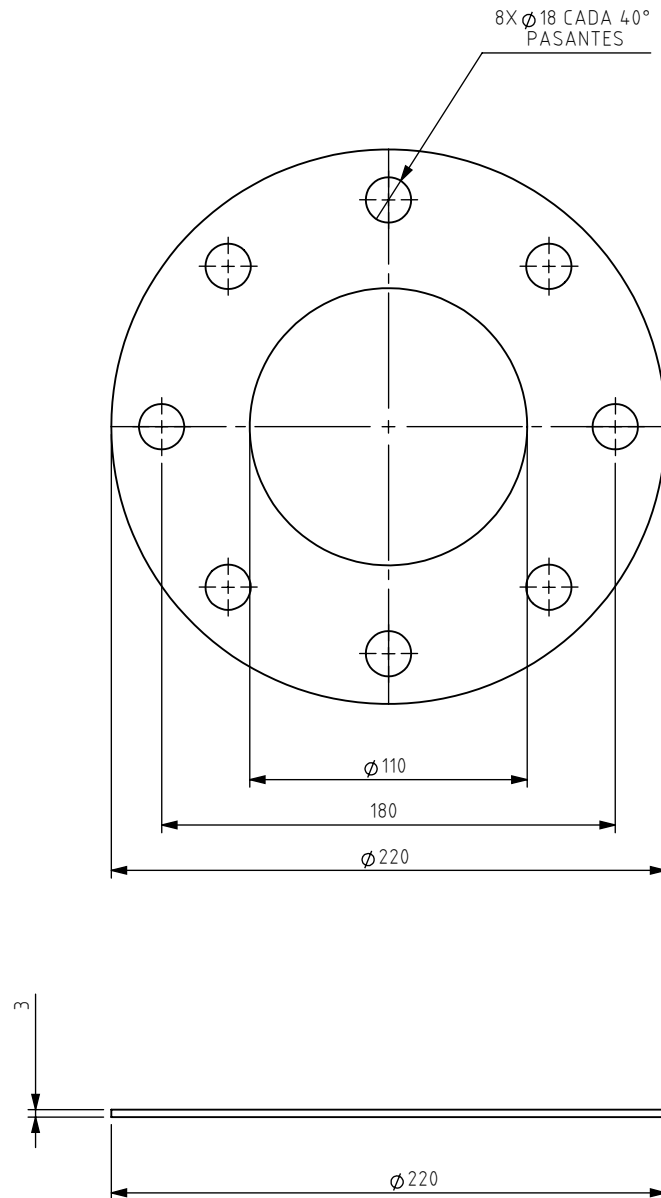
N8 / (N6)



VISTA ISOMETRICA

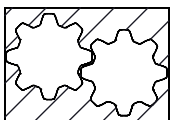
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

15.2	CONDUCTO DE LIMPIEZA			AISI 316L	1	
POS.	DENOMINACION			MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				CONDUCTO DE LIMPIEZA		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:2		N° 1.15.2	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONE				

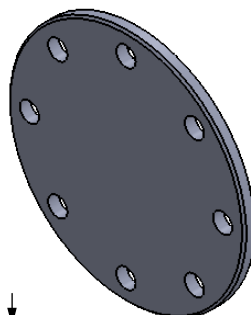
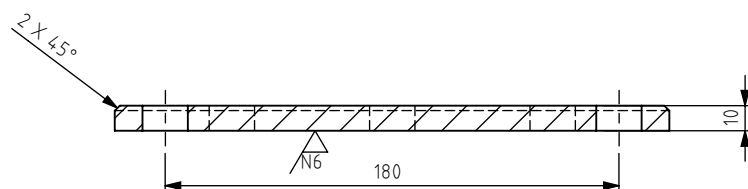


VISTA ISOMETRICA

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

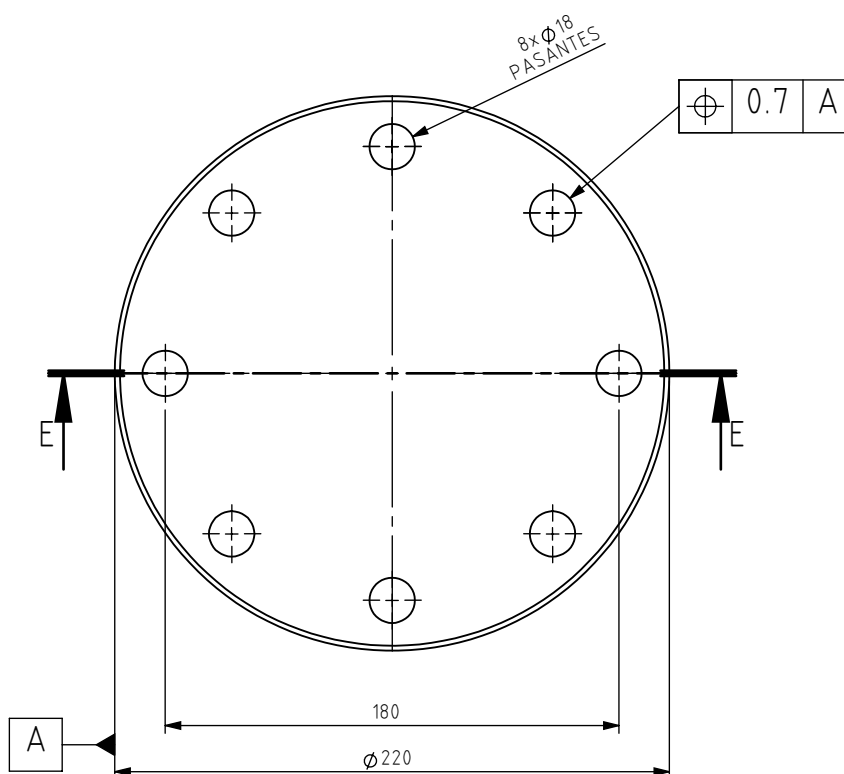
15.1	JUNTA			GRYLON	1	
POS.	DENOMINACION			MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				JUNTA		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:2		N° 1.15.1	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONE				

N8 / (N6)



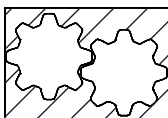
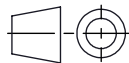
VISTA ISOMETRICA

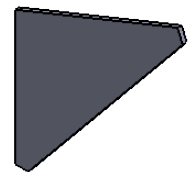
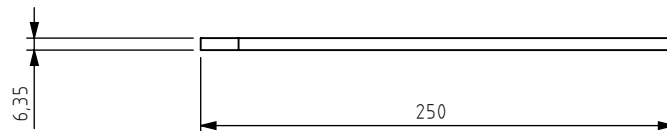
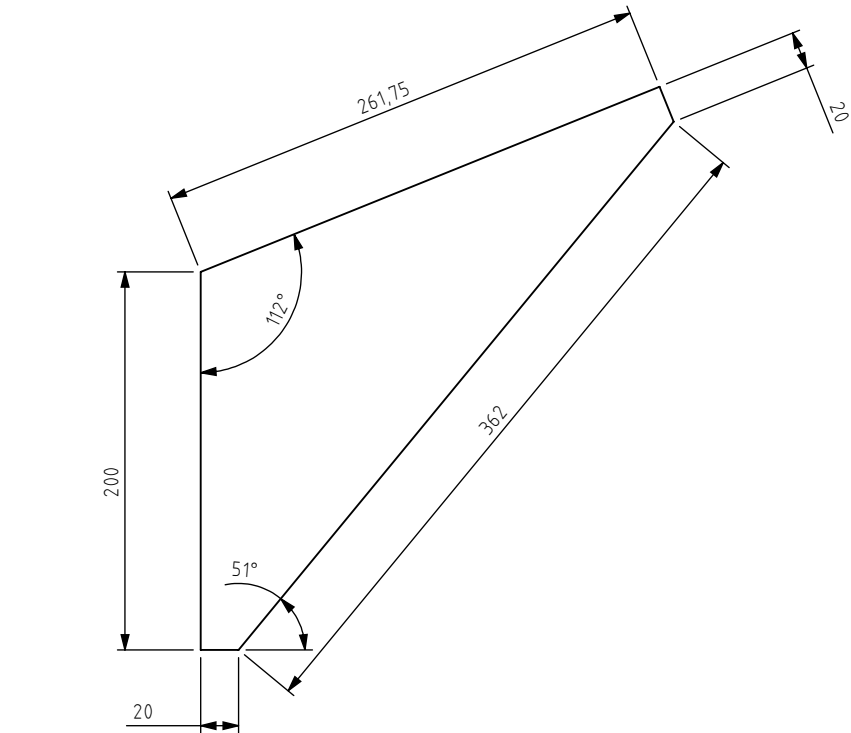
SECCIÓN E-E



MATAR CANTOS VIVOS

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

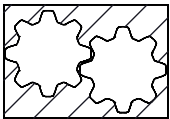
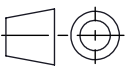
15.3	BRIDA CIEGA	AISI 316L	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		BRIDA CIEGA		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	 N° 1.15.3
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ	1 : 3	
APROBO		PERNICONE		

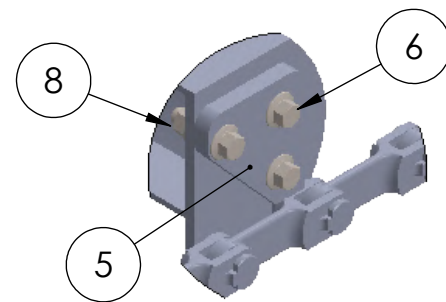


VISTA ISOMETRICA

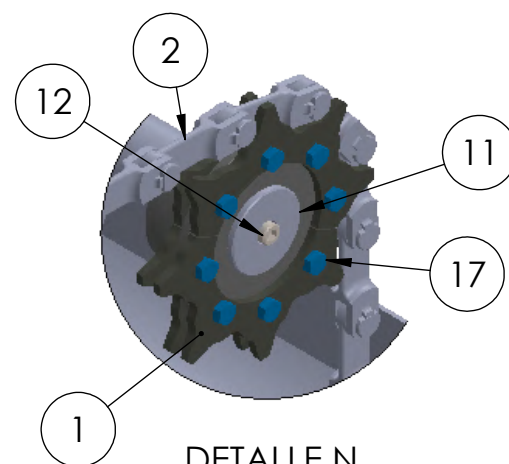
MATAR CANTOS VIVOS

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

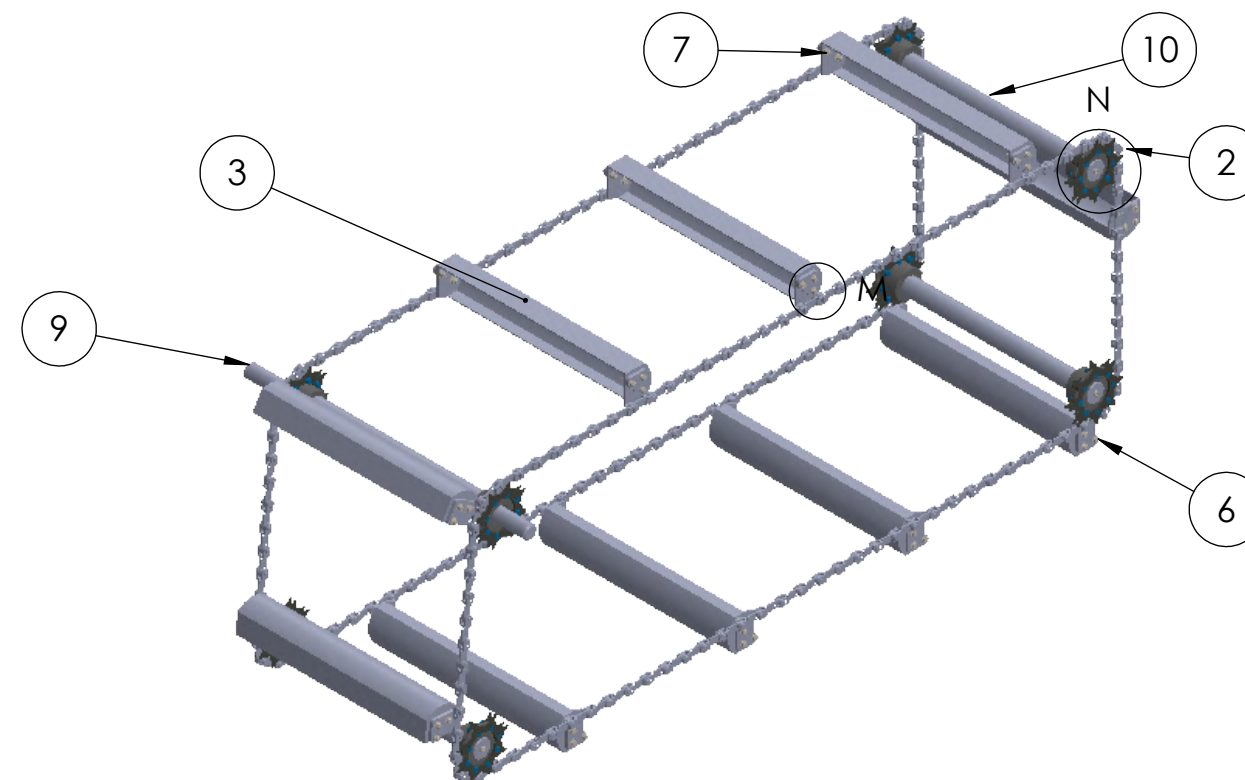
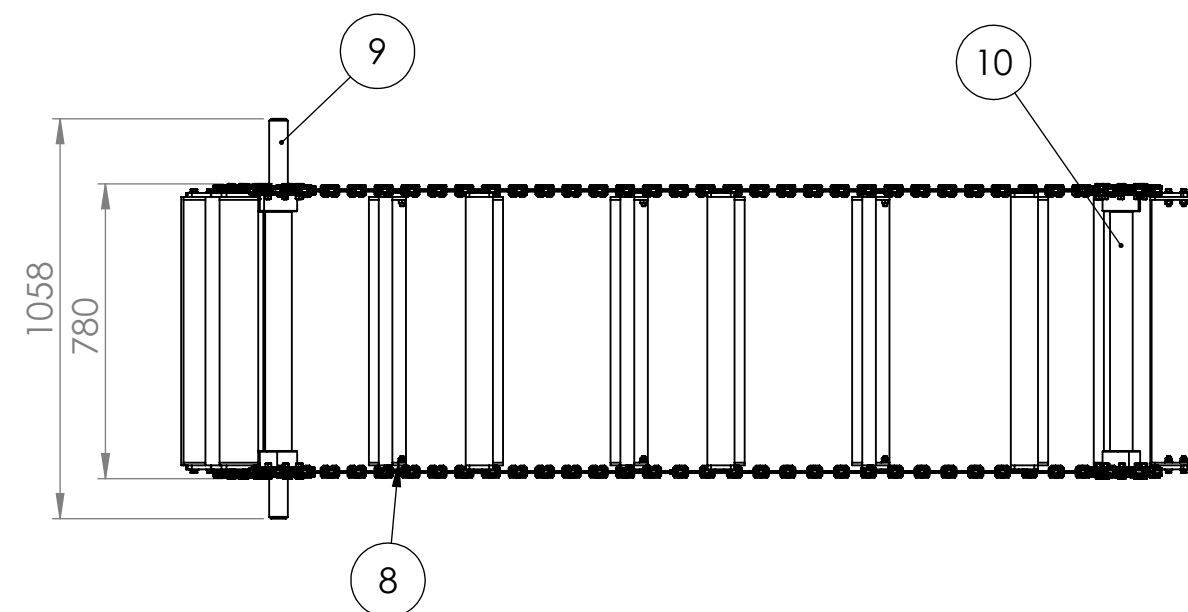
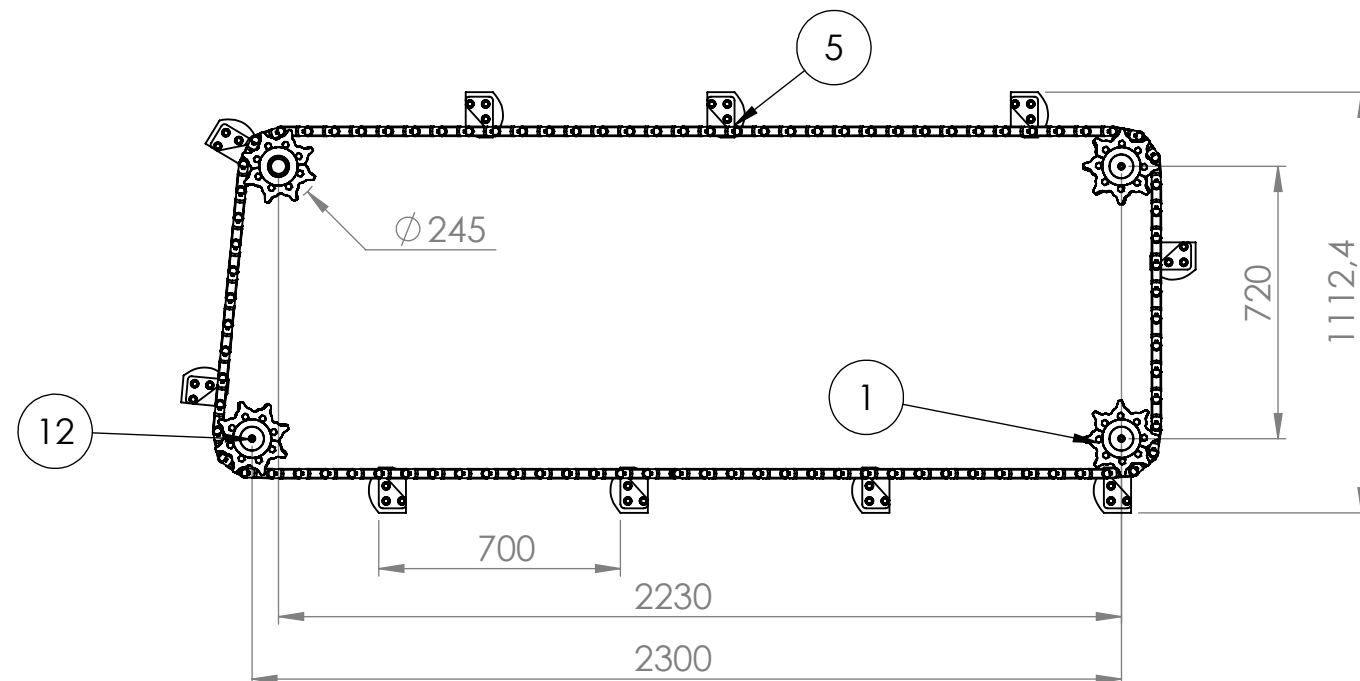
1.16	REFUERZO DE BANDEJA	AISI 304	2	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		REFUERZO DE BANDEJA		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ	1 : 4	
APROBO		PERNICONE		
		 N° 1.16		



DETALLE M
ESCALA 1 : 4



DETALLE N
ESCALA 1 : 5



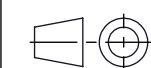
POS	DENOMINACION	MATERIAL	CANT	PESO
1	CORONA	COMERCIAL	4	
2	ESLABON	COMERCIAL	92	
3	CANGILON	AISI 304L	10	
4	SOPORTE ESLABON IZQUIERDO	AISI 316L	10	
5	SOPORTE ESLABON DERECHO	AISI 316L	10	
6	B18.2.3.4M - HEX FLANGE SCREW, M10 X 1.5 X 35 --35N	COMERCIAL	6	
7	B18.22M - PLAIN WASHER, 10 mm, NARROW	COMERCIAL	6	
8	B18.2.4.1M - HEX NUT, STYLE 1, M10 X 1.5, WITH 16mm WAF --D-N	COMERCIAL	6	
9	EJE-MOTRIZ	AISI 420	1	
10	EJE-CONDUCTIDA	AISI 316L	3	
11	TAPA	AISI 316L	6	
12	B18.3.1M - 10 X 1.5 X 35 HEX SHCS --35NHX	COMERCIAL	6	



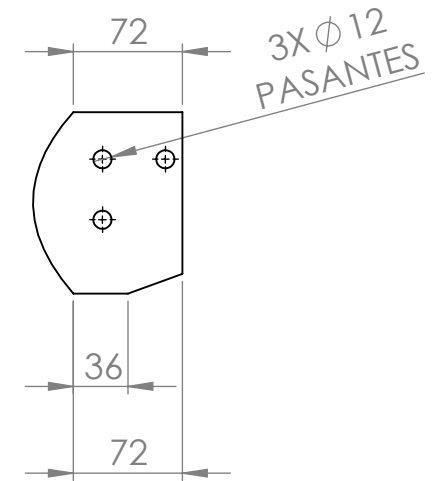
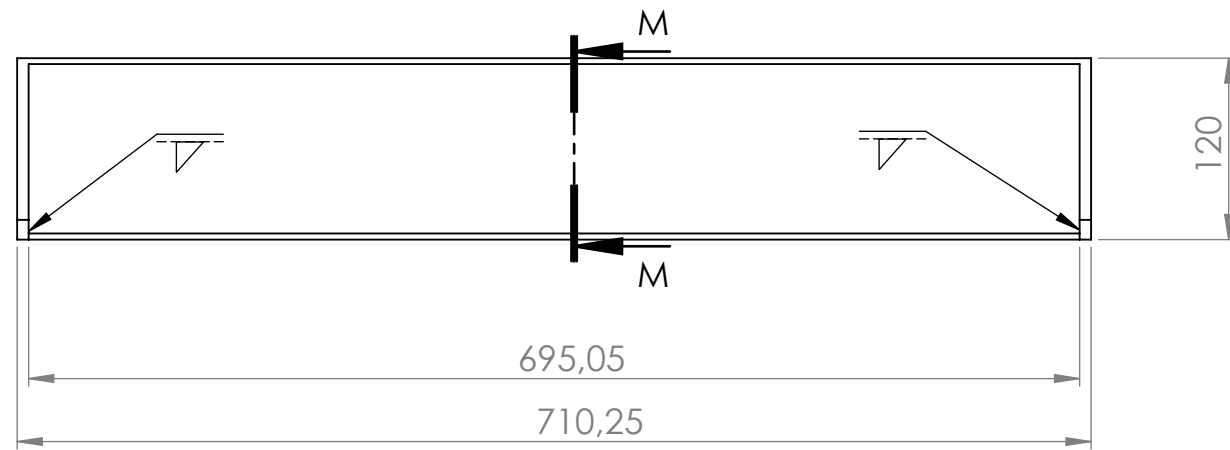
PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

**PLANO DE CONJUNTO
TRANSMISION**

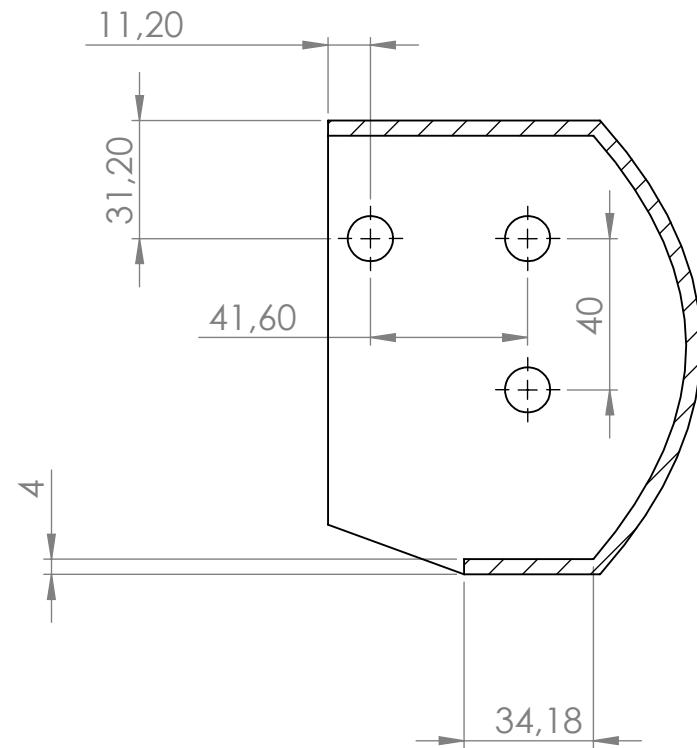
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ	1:20
APROBO		PERNICONO	



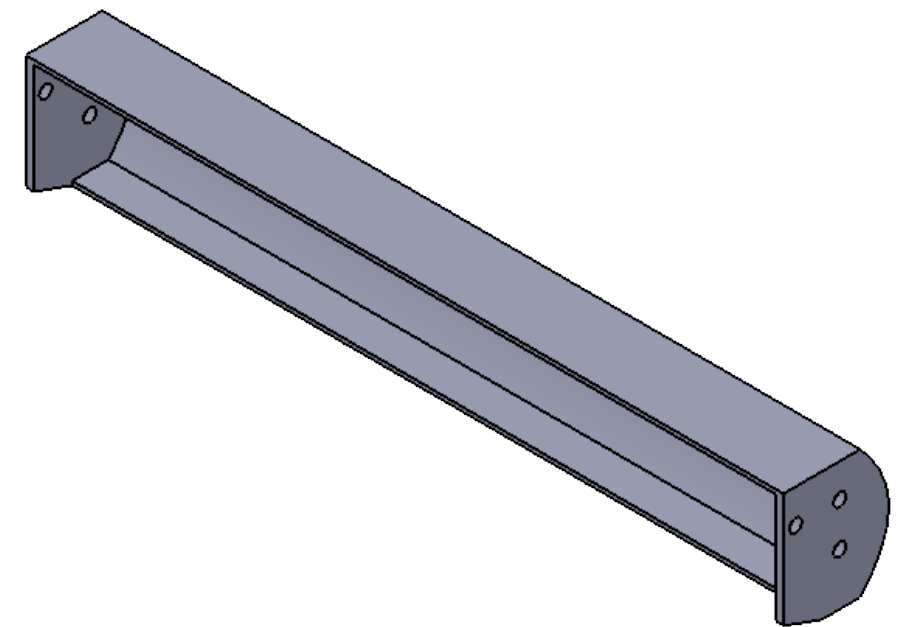
N° 2.0.0



N8



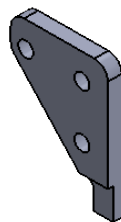
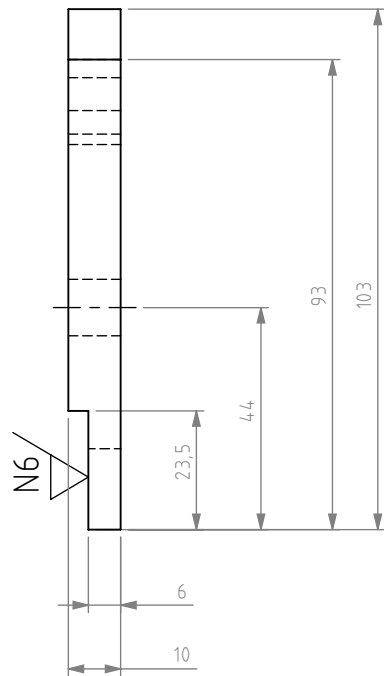
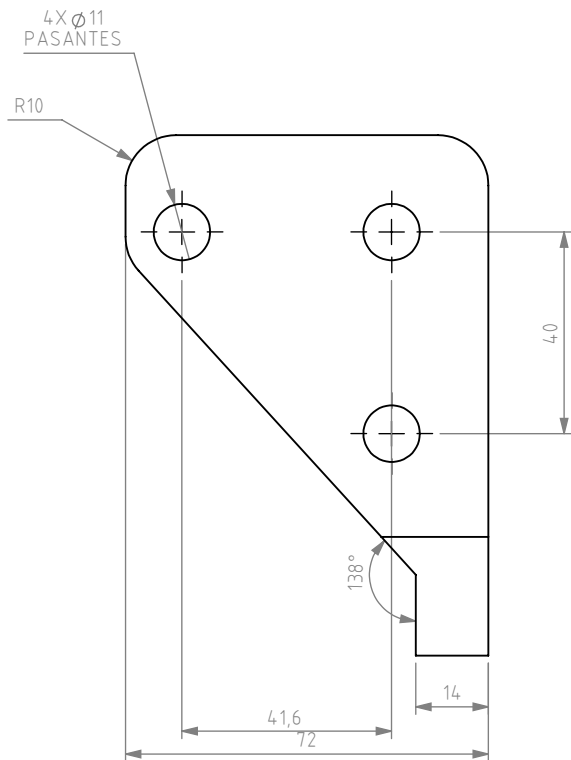
SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 2



VISTA ISOMETRICA

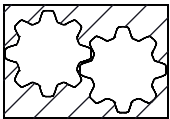
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

2.3	CANGILON		AISI 304L		10	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 DIBUJO MECANICO ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			CANGILON			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:2		N°	2.3
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONE				

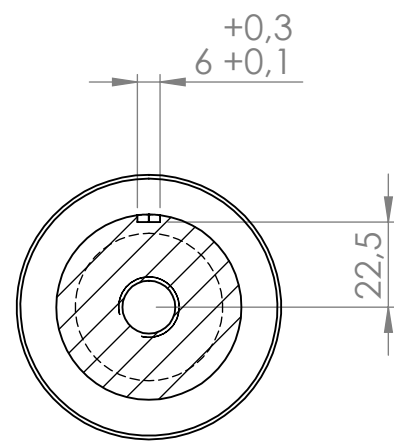
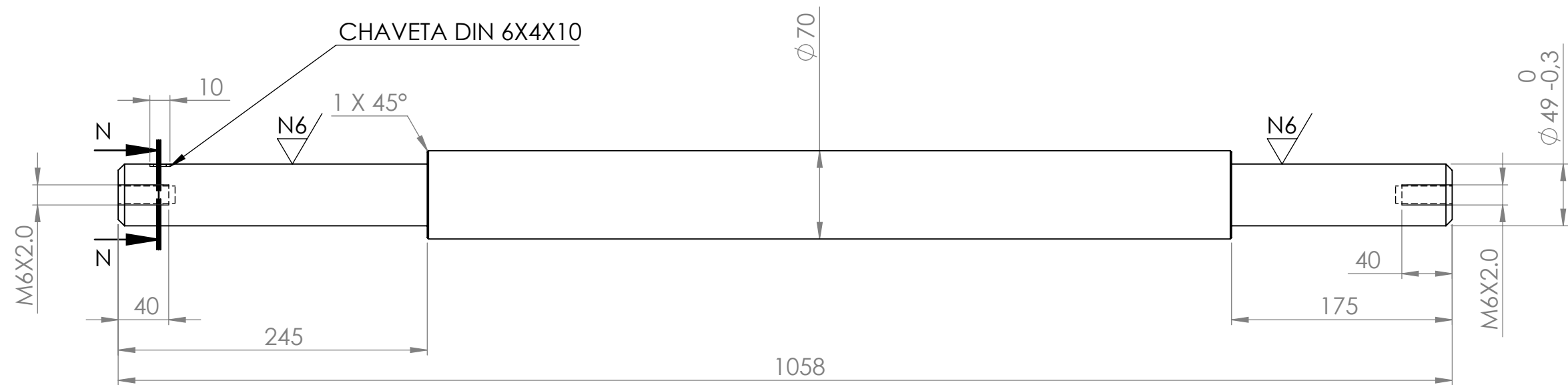


VISTA ISOMETRICA

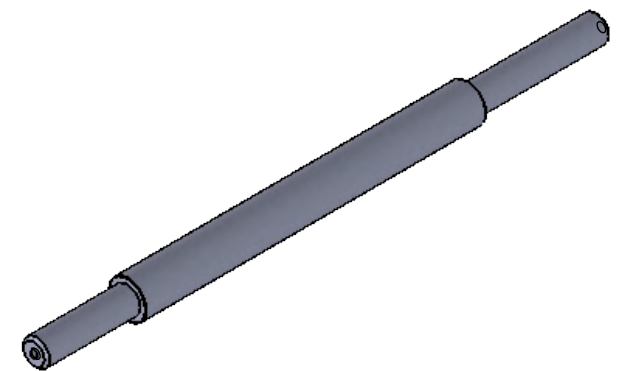
T.T :TEMPLE Y REVENIDO 48 - 52 HRC
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

2.5	SOPORTE ESLABON DERECHO	AISI 316L	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		SOPORTE ESLABON DERECHO		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ	1 : 2	
APROBO		PERNICONE	 N° 2.5	

N8/ (N6/)

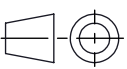


SECCIÓN N-N
ESCALA 1 : 2

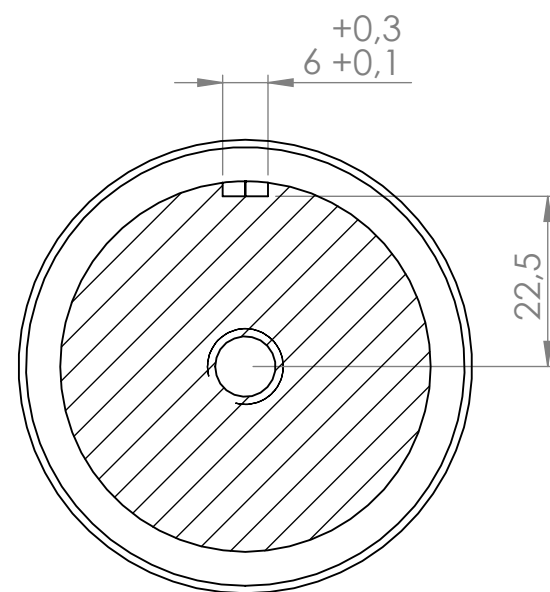
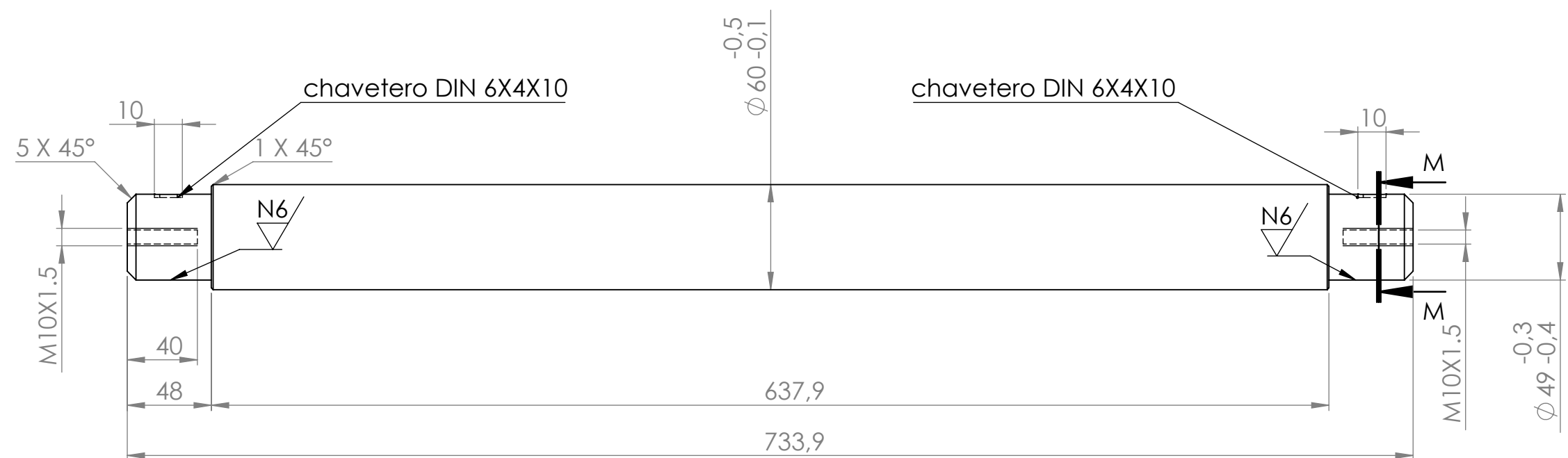


VISTA ISOMETRICA

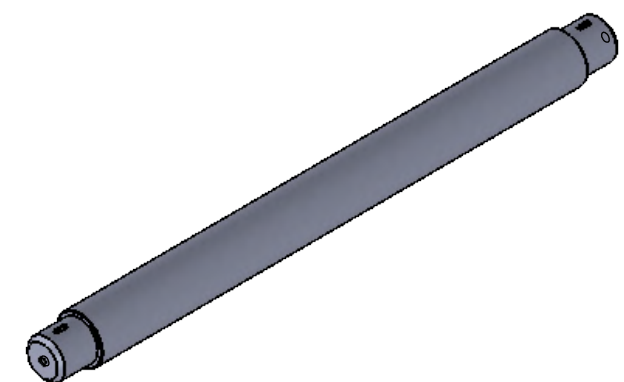
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
MATAR CANTOS VIVOS

2.11	EJE –MOTRIZ		AISI 420		1	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			EJE - MOTRIZ			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:4		N° 2.11	
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONO				

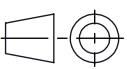
N8/ (N6/)

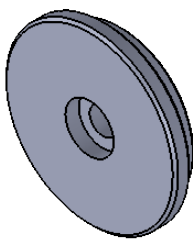
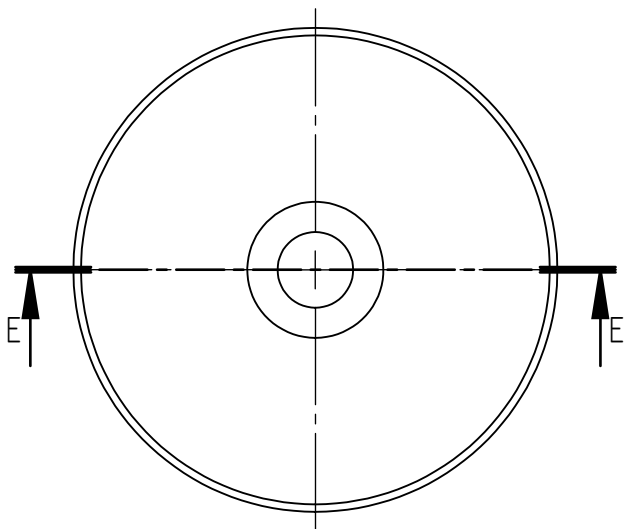
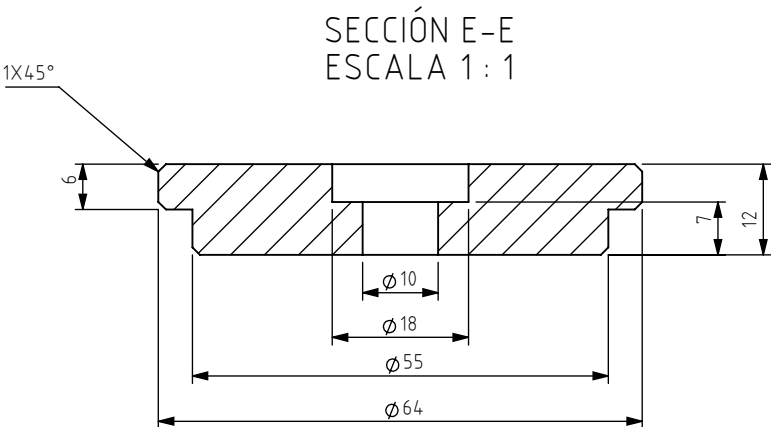


SECCIÓN M-M
ESCALA 1 : 1



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
MATAR CANTOS VIVOS

2.10	EJE CONDUCTIDA		AISI 316L		1	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			EJE CONDUCTIDA			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:3			
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONE				
			 N° 2.10			

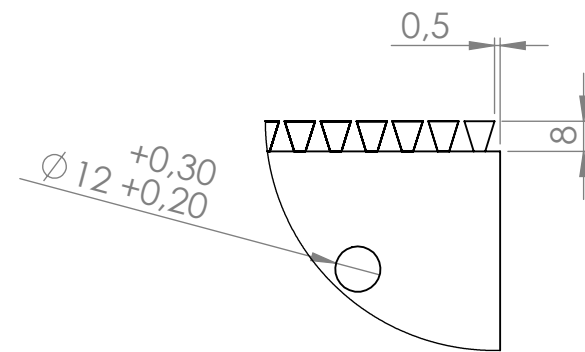
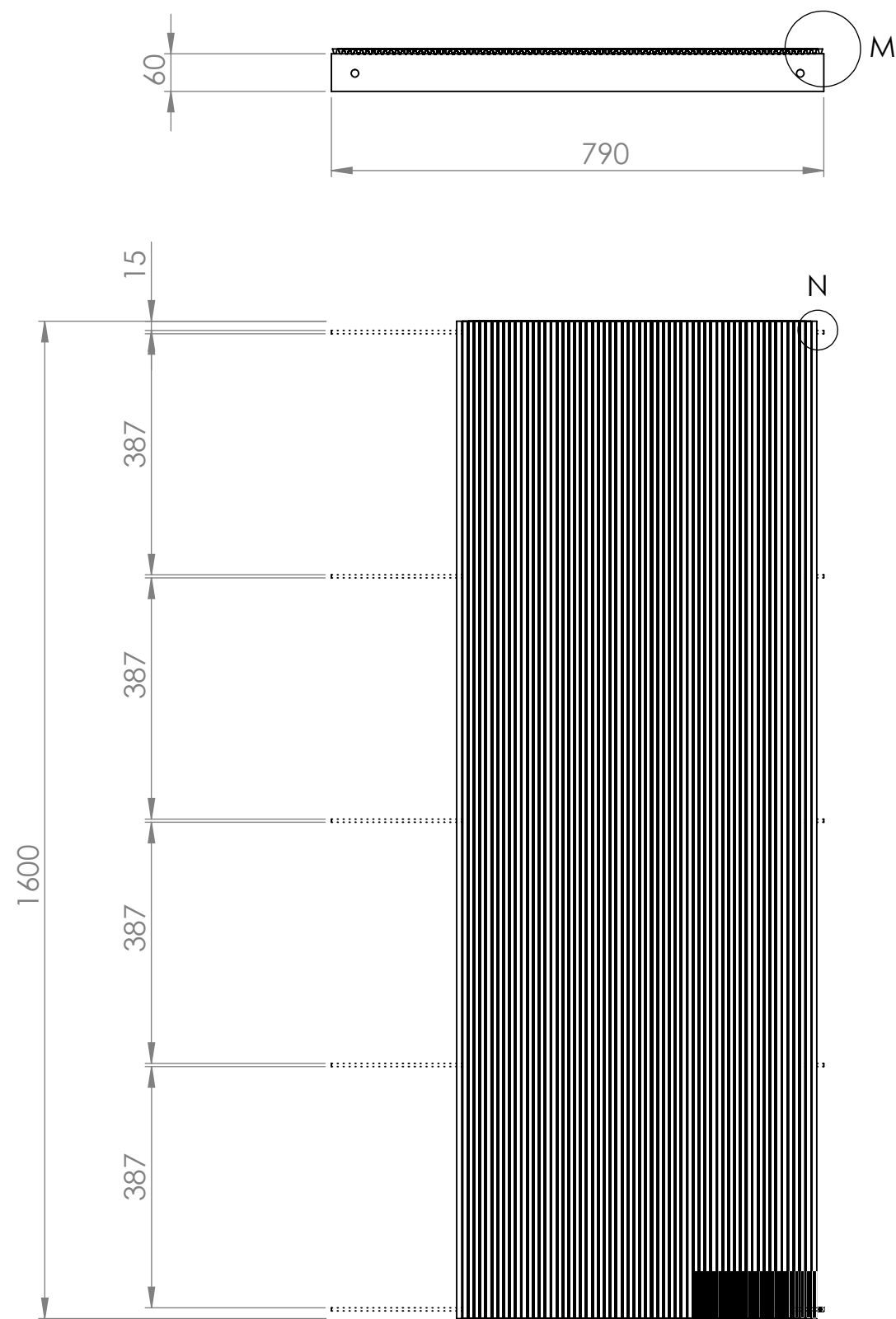


T.T :TEMPLE Y REVENIDO 48 - 52 HRC
MATAR CANTOS VIVOS
TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768

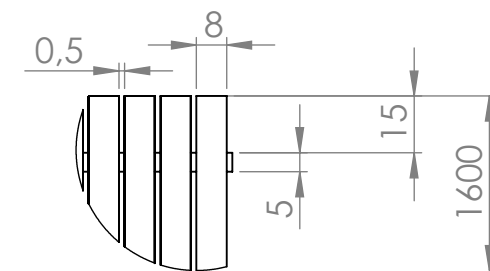
VISTA ISOMETRICA

15	TAPA		AISI 316L		6	
POS.	DENOMINACION		MATERIAL		CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO			TAPA			
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1 : 1		N° 2.15	
DIBUJO	20/03/2024	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONÉ				

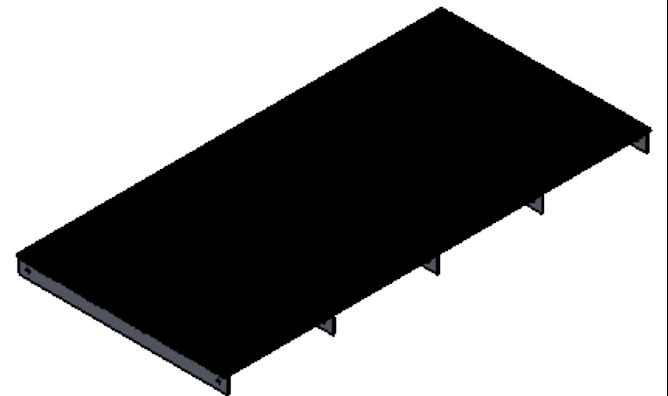
N8/ (N6/)



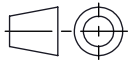
DETALLE M
ESCALA 1 : 2



DETALLE N
ESCALA 1 : 2



TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
MATAR CANTOS VIVOS

3	MALLA—FILTRANTE			AISI 304	1	
POS.	DENOMINACION			MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO				MALLA-FILTRANTE		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS 1:20		N° 3.0	
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ				
APROBO		PERNICONE				

Technical drawing of a mechanical part with the following dimensions and features:

- Overall width: 305
- Overall height: 79
- Top left corner: 11 (width), 39 (height)
- Top left chamfer: 52° angle, 10 (horizontal distance), 7 (vertical distance)
- Top center chamfer: 4 (vertical distance)
- Top right chamfer: 36° angle, 9 (vertical distance)
- Bottom dimensions: 100, 130, 250

Technical drawing of a mechanical part, likely a bracket or support, showing dimensions and material specifications.

Dimensions:

- Overall width: 310
- Overall height: 260
- Top flange width: 86,5
- Top flange thickness: 5
- Top flange radius: R10
- Top flange hole diameter: $\phi 52$
- Top flange hole spacing: 85,4
- Top flange hole diameter: $4 \times \phi 10$
- Top flange hole spacing: 7
- Top flange hole diameter: $\phi 52$
- Top flange hole spacing: 99
- Top flange hole diameter: $\phi 52$
- Top flange hole spacing: 210
- Top flange hole diameter: $\phi 52$
- Top flange hole spacing: 255
- Top flange hole diameter: $\phi 52$
- Top flange hole spacing: 260

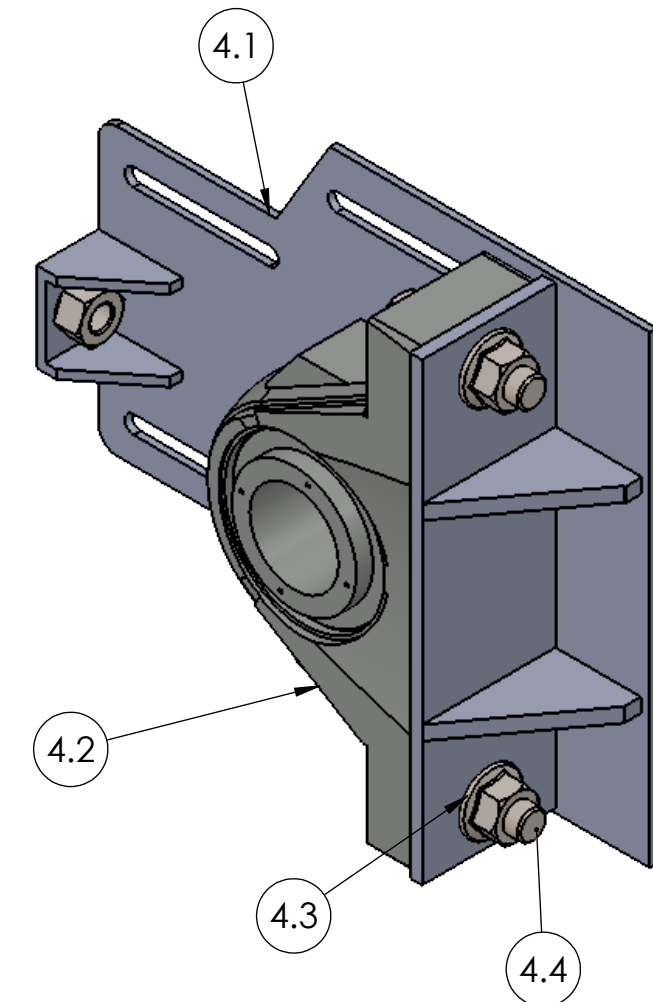
Material Specifications:

- CHAPA ESPESOR 4MM
- PLANCHUELA ESPESOR 7MM

Other Labels:

- Ø 52
- 4X Ø 10
- 121°
- 5
- 7
- 99
- 210
- 255
- 260
- 86,5
- 85,4
- 7
- R10
- 120
- 50
- 160
- CA M14X1.5

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768
MATAR CANTOS VIVOS

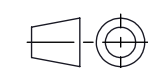
$$\frac{N8}{\nabla} / \left(\frac{N6}{\nabla} \right)$$


PROYECTO FINAL
ESCUELA INGENIERIA MECANICA
ROSARIO

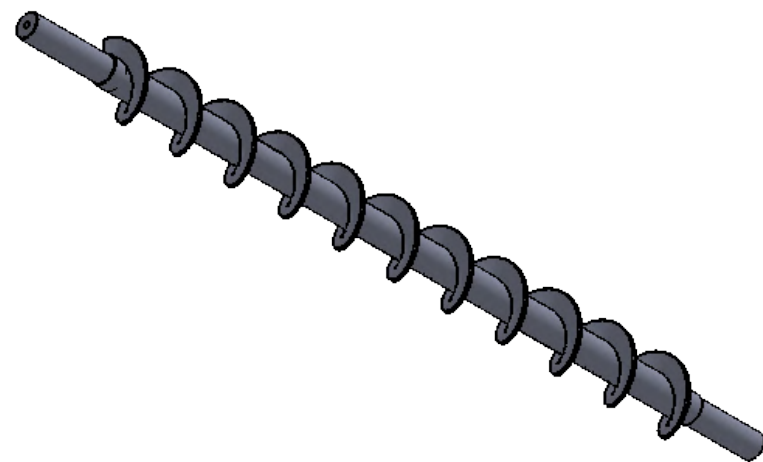
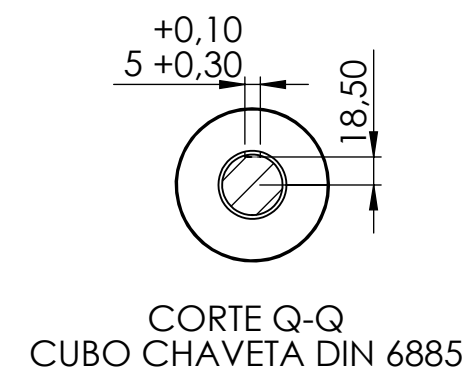
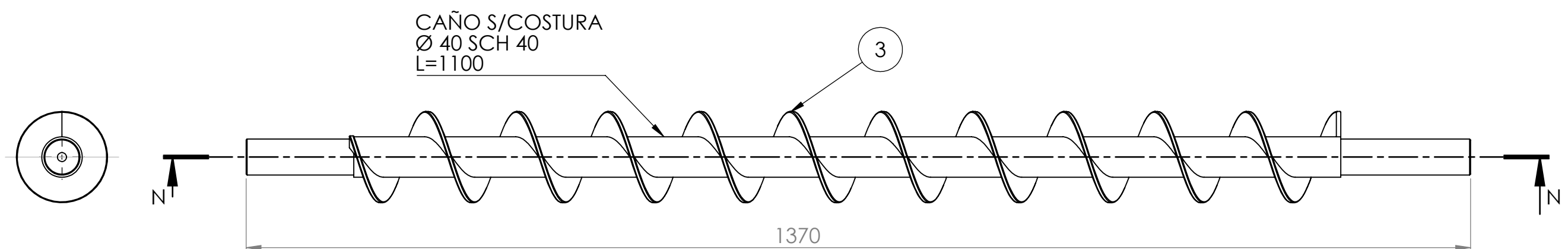
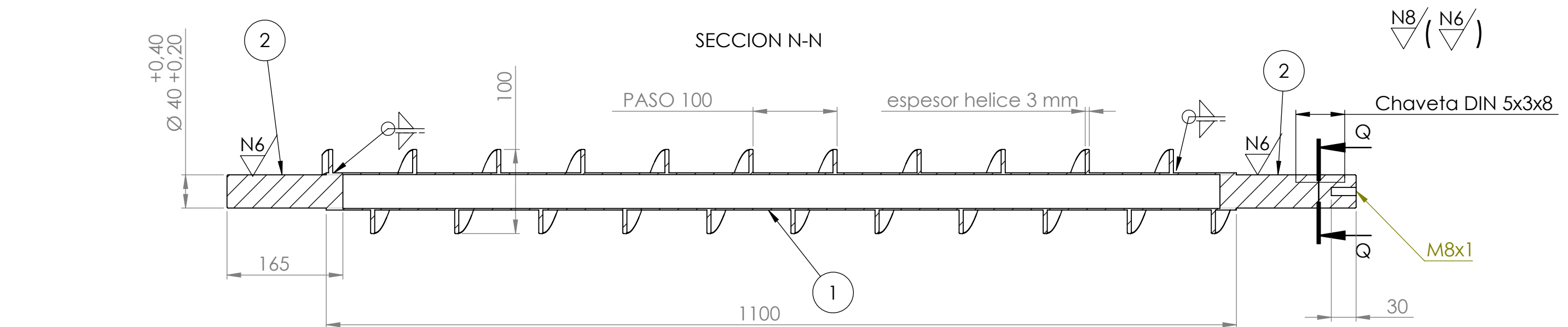
TENSOR

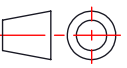
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	20/03/24	CHAVEZ
APROBO		PERNICONE

ESCALAS
1:3



N° 4



3	Helicoide esp.= 5 mm	ASI 304	1	
2	Eje	SAE 4140	2	
1	Caño s/c Ø 40 L=1100	COMERCIAL	1	
POS.	DENOMINACION	MATERIAL	CANT.	PESO
 PROYECTO FINAL ESCUELA INGENIERIA MECANICA ROSARIO		TORNILLO-SIN-FIN		
	FECHA	NOMBRE	ESCALAS	
DIBUJO	21/3/24	CHAVEZ	1:5	
APROBO		PERNICONO		
		N° 7.0		

TOLERANCIAS NO ACOTADAS SEGUN DIN 2768