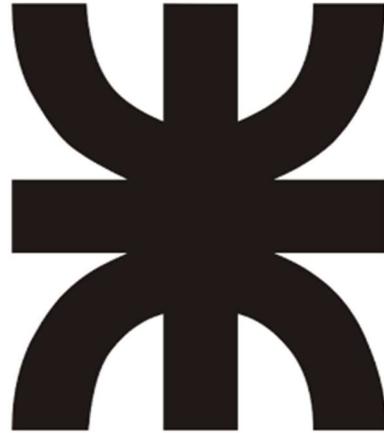


**Universidad Tecnológica Nacional**

**Facultad Regional Paraná**



**Proyecto Final**

**“Planta De Reciclaje De Neumáticos Fuera De Uso**

**Para La Ciudad De Paraná”**

**Alumnos:**

- Gastaldi, Luis Adriel
- Leban, Fernando Augusto.

**Especialidad:** Ingeniería Electromecánica.

**Fecha de entrega:** 14/12/2023

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 1 de 404

## Índice

Resumen .....	5
Palabras Clave: .....	6
Glosario: .....	7
Objetivos .....	8
Planta de reciclajes de NFU para la ciudad de Paraná: .....	10
Necesidad detectada: .....	12
Solución adoptada: .....	12
Contexto del proyecto .....	13
Alcance:.....	20
Estudio Legal: .....	25
Impacto ambiental: .....	37
Criterio de evaluación del proyecto: .....	39
Análisis del estudio del mercado.....	41
Parámetros de diseño:.....	44
Diseño y adopción de equipos:.....	48
Análisis de alternativas para Sistema de carga: .....	50
Opción 1:.....	50
Opción 2:.....	51

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 2 de <b>404</b>

Análisis de alternativas para destalonadora: .....	53
Opción 1: .....	53
Opción 2: .....	55
Opción 3: .....	56
Análisis de alternativas para trituradora: .....	59
Opción 1: .....	59
Opción 2: .....	60
Opción 3: .....	61
Opción 4: .....	61
Análisis de alternativas para sistema clasificadorio del granulo y realimentación: .....	63
Opción 1: .....	63
Opción 3: .....	64
Análisis de alternativas para sistema de embolsado: .....	67
Opción 1: .....	67
Opción 2: .....	68
Diseño y dimensionamiento del sistema de carga.....	70
Diseño y dimensionamiento de máquina destalonadora .....	75
Determinación potencia de accionamiento: .....	76

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 3 de 404

Transmisión de potencia: .....	82
Diseño y dimensionamiento de chaveta:.....	118
Sistema de enclavamiento: Discos .....	130
Sistema de posicionamiento:.....	136
Estructura de soporte: Bastidor .....	143
Accionamiento: .....	147
Dimensionamiento y selección de maquina trituradoras: .....	166
Dimensionamiento y selección de maquina clasificadora: .....	171
Dimensionamiento y selección de máquina embolsadora: .....	173
Diseño y dimensionamiento métodos de transporte: .....	177
Diseño y dimensionamiento del transporte de abastecimiento a trituradora N°1: .....	177
Diseño y dimensionamiento del transporte de abastecimiento a trituradora N°2: .....	205
Selección de método de separación de alambres/virutas remanentes de trituración .....	228
Diseño y cálculo de Transporte de abastecimiento a clasificadora:.....	234
Diseño y cálculo de Transporte recirculador: .....	257
Diseño y cálculo de Transporte entre clasificadora y embolsadora:.....	276

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 4 de 404

Aspectos de instalación, operación y mantenimiento de los transportadores:	297
.....	297
Instalación: .....	297
Operación: .....	299
Mantenimiento: .....	300
Layout de planta .....	303
Iluminación de planta: .....	310
Cálculo de iluminación en área de producción: .....	312
Cálculo de iluminación en oficina técnica: .....	315
Cálculo de iluminación en Baño de Oficina y baños/Vestidores: .....	319
Abastecimiento eléctrico: .....	326
Cálculo de la sección de conductores:.....	328
Determinación de Puesta a tierra:.....	353
Protecciones: .....	357
Red de abastecimiento neumática: .....	369
Análisis de viabilidad económica del proyecto: .....	391
Conclusión: .....	400
Referencias .....	401

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 5 de 404

## Resumen

Se realiza el diseño y dimensionamiento de una planta de reciclaje de neumáticos a proyectar en la ciudad de Paraná, Entre Ríos, más específicamente, donde funciona actualmente el centro de recepción de neumáticos fuera de uso (NFU) de la ciudad. El proyecto se realiza con fines de sustentabilidad medioambiental, sanitaria y económica ya que se captarán los neumáticos que se disponen en la vía pública y/o basureros y se los transformará en un recurso útil y redituable como el gránulo de caucho y con un amplio mercado debido a su variedad de aplicaciones. A la planta ingresará el neumático íntegro y, luego de una ligera limpieza mediante hidro lavado, se le extraerá a este, los talones de acero que lo componen mediante operaciones de desgarramiento del caucho. Luego de ello ingresará al proceso semiautónomo encargado del transporte y la trituración hasta alcanzar los diámetros de gránulo deseados. Se diseñarán, seleccionarán y/o dimensionarán los elementos intervinientes necesarios para cada uno de los procesos que implican la separación de componentes (caucho y acero), molienda del caucho, transporte y embolsado del producto final.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 6 de 404

**Palabras Clave:**

Reciclaje de neumáticos

Gránulos de Caucho

Trituración de neumáticos

Caucho

Destalonado de neumáticos

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 7 de 404

### **Glosario:**

Destalonado: Proceso de extracción del talón de acero que compone al neumático.

Granulo de caucho: Producto obtenido de la trituración y molienda de lonjas de caucho.

Reciclaje: Consiste en la obtención de una nueva materia prima como resultado de procesos mecánicos o físico-químicos aplicados en productos y materiales ya en desuso o utilizados.

NFU: Neumático Fuera de Uso. Neumático usado cuyo estado no reúne las condiciones para seguir siendo utilizado y asegurar las condiciones iniciales ofrecidas.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 8 de 404

## **Objetivos**

El objetivo primordial de este proyecto es abordar de manera efectiva y sostenible el creciente problema de la falta de acción actual respecto a los neumáticos fuera de uso (NFU). Se pretende establecer una planta de reciclaje que tenga la capacidad de recibir, procesar y reciclar todos los neumáticos desechados que actualmente terminan acumulados en basureros y espacios públicos. La iniciativa busca alcanzar varios propósitos esenciales:

**Resolución de la Problemática Ambiental:** El proyecto se enfoca en mitigar y prevenir la contaminación medioambiental que resulta de la incorrecta disposición de neumáticos en desuso. Estos neumáticos representan una fuente significativa de contaminación del suelo y del agua, liberando sustancias químicas tóxicas que pueden afectar gravemente el entorno natural.

**Mejora de la Estética y del Paisaje Urbano:** La acumulación de neumáticos en basureros y en la vía pública contribuye a la degradación visual y estética de la ciudad. La planta de reciclaje se propone como un medio para eliminar esta preocupante presencia de neumáticos desechados, restaurando la belleza y el orden visual de la comunidad.

**Beneficios para la Salud Pública:** La acumulación de neumáticos en desuso crea un entorno propicio para la proliferación de roedores y larvas, lo que aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por vectores. La implementación de la planta de reciclaje contribuirá a reducir significativamente esta amenaza a la salud pública al eliminar el hábitat de estas plagas.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 9 de 404

Generación de Recursos y Redituabilidad: Además de su impacto ambiental y en la salud pública, el proyecto busca generar una fuente de ingresos sostenible a partir del reciclaje de neumáticos. La planta transformará estos neumáticos en materiales valiosos, como el granulado de caucho, que puede ser utilizado en diversas aplicaciones industriales, creando así una fuente de ingresos para la comunidad.

Fomento de una Acción Responsable y Sostenible: Al proponer una solución integral para el manejo de los neumáticos en desuso, el proyecto promueve la adopción de prácticas ambientalmente responsables y sostenibles en la comunidad y el municipio. Se espera que sirva como un modelo a seguir para futuras iniciativas de reciclaje y gestión de residuos.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 10 de 404

### **Planta de reciclajes de NFU para la ciudad de Paraná:**

Para encontrar un proyecto para desarrollar, se buscaron ideas que puedan colaborar con el cuidado del medio ambiente y que, además, sean viables de realizar, amortizando la inversión y la posibilidad de generar ingresos. Para ello, se utilizaron varios métodos de búsqueda de ideas como “brainstorming” entre otras, ideas de las cuales tenían todas un punto en común el cual era reutilizar un material, desecho o residuo generado por las personas o pequeñas y medianas pymes y, de esta manera, reciclarlo y como resultado de ello otorgar un beneficio al medio ambiente, a las personas al quitar residuos de espacios públicos y además generar ingresos para los inversores del proyecto.

Al recorrer las distintas ciudades de la provincia, un detalle que no pasa por alto es que, en cualquier foco de concentración residual, se encuentra una cantidad significativa de cubiertas ya sean estas de automóviles, motos o camiones. Estas al no degradarse en un tiempo apreciable (se estiman unos 500 años), terminan siendo quemadas y generando grandes emisiones contaminantes además de favorecer la proliferación y refugio de insectos y roedores. Tampoco se deben pasar por alto los puntos donde se realizan cambios y reparaciones de cubiertas o mejor conocidas como gomerías, en donde las cubiertas que han finalizado su ciclo de uso o han sufrido alguna rotura irreparable son depositadas fuera del local a la espera de que alguien las recolecte y haga lo que desee con ella.

Enfocándose en la ciudad de Paraná y conociendo que en la mayoría de las ciudades de la provincia es así, los municipios implementan centros de recepción de

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 11 de 404

neumáticos, pero, no ejercen ninguna acción con ellos más que mandarlos a reciclar a la provincia de Bs. As. o darles una función secundaria como maceteros en parques o juegos para infantes, por ejemplo.

Dado esto, planteamos el proyecto de una planta de reciclaje de neumáticos en donde se ubica actualmente el centro de recepción de neumáticos de la ciudad de Paraná. Para ello, se deberá disponer de etapas de destalonado, de trituración de los neumáticos, de transporte y embolsado con el objetivo de obtener bolsones de gránulos de caucho listos para ser utilizados en distintos procesos. Se conoce, además, que las cubiertas no solo poseen caucho, sino que también acero y, en menor proporción, nylon los cuales serán separados y, en el caso del acero, vendido a las acereras. Con esta propuesta de proyecto se logra el objetivo de colaborar al cuidado del medio ambiente y además generar ingresos.

Al ser beneficioso con el medio ambiente y ayudar al mantenimiento de espacios públicos, el proyecto tendrá un mayor impacto y generará una positiva impresión e imagen en la sociedad de tal manera que hasta se podrán obtener beneficios en impuestos o un mayor acceso a financiaciones gubernamentales o de distintas organizaciones para el establecimiento o inicio del mismo.

Resumiendo lo mencionado anteriormente, el proyecto consiste en diseñar completamente una planta de reciclaje de cubiertas, una línea de trituración diseñada desde cero que incluya trituradoras, maquinas que quiten el talón de acero, clasificadoras, manejo de materiales, entre otros y, pretendiendo ensamblar la mayor cantidad de conocimientos y herramientas adquiridas en el cursado de la carrera.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 12 de 404

El diseño consiste en:

- Dimensionamiento de la planta
- Dimensionamiento y selección de maquinarias para el procesado de la cubierta y separación de materiales
- Diseño de la destalonadora
- Selección y diseño de métodos de transporte
- Layout
- Mantenimiento
- Dimensionamiento de la instalación eléctrica y diseño
- Sistema/Método de almacenamiento y comercialización
- Análisis económico

**Necesidad detectada:**

Ausencia de plan de acción con respecto al reciclaje de neumáticos en la ciudad de Paraná provincia de Entre Ríos, los cuales producen un aumento de contaminación ambiental y visual, además de proliferación de roedores e insectos, generada por el desecho de las mismas en descampados, basurales y la quema en protestas y los emplazamientos anteriormente mencionados.

**Solución adoptada:**

Para solucionar este inconveniente se planteó el diseño e implementación de una planta de reciclaje de neumáticos que, con el apoyo de un marco legal, solucionará de manera casi total el inconveniente contaminante que el desecho de los mismos genera.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 13 de 404

### Contexto del proyecto:

En la ciudad de Paraná, actualmente, se cuenta con un centro de recepción de cubiertas ubicado en Avenida Churruarín al 2440, en donde se reciben todo tipo de cubiertas de hasta 1,25 metros de diámetro y no se aceptan aquellas provenientes de máquinas agrícolas ni mineras, luego de ello, se clasifican los neumáticos por rodado y fabricante. La vista satelital y el plano del terreno implicado se adjuntan a continuación.

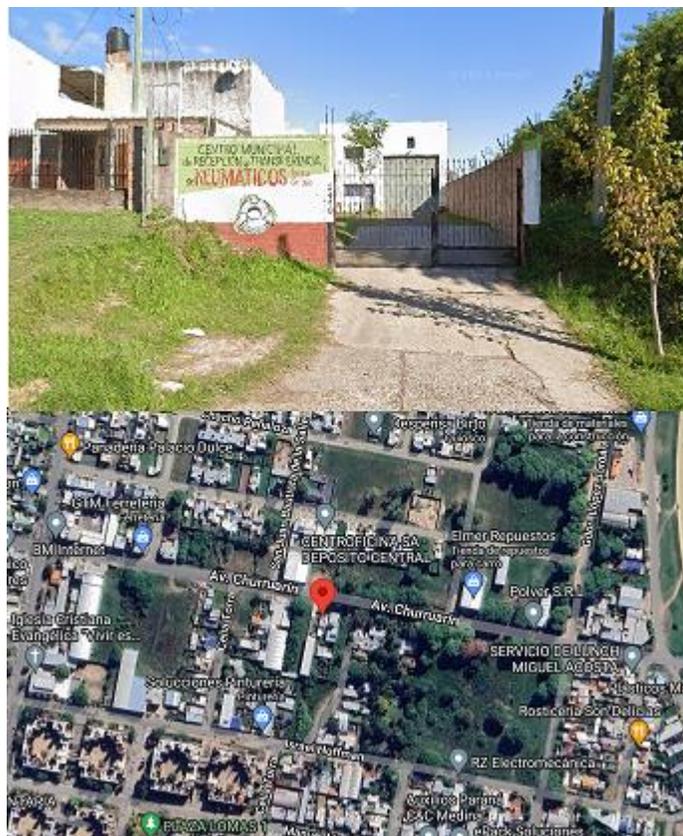


Ilustración 1 - Planta actual de acopio de NFU en la ciudad de Paraná

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 14 de 404

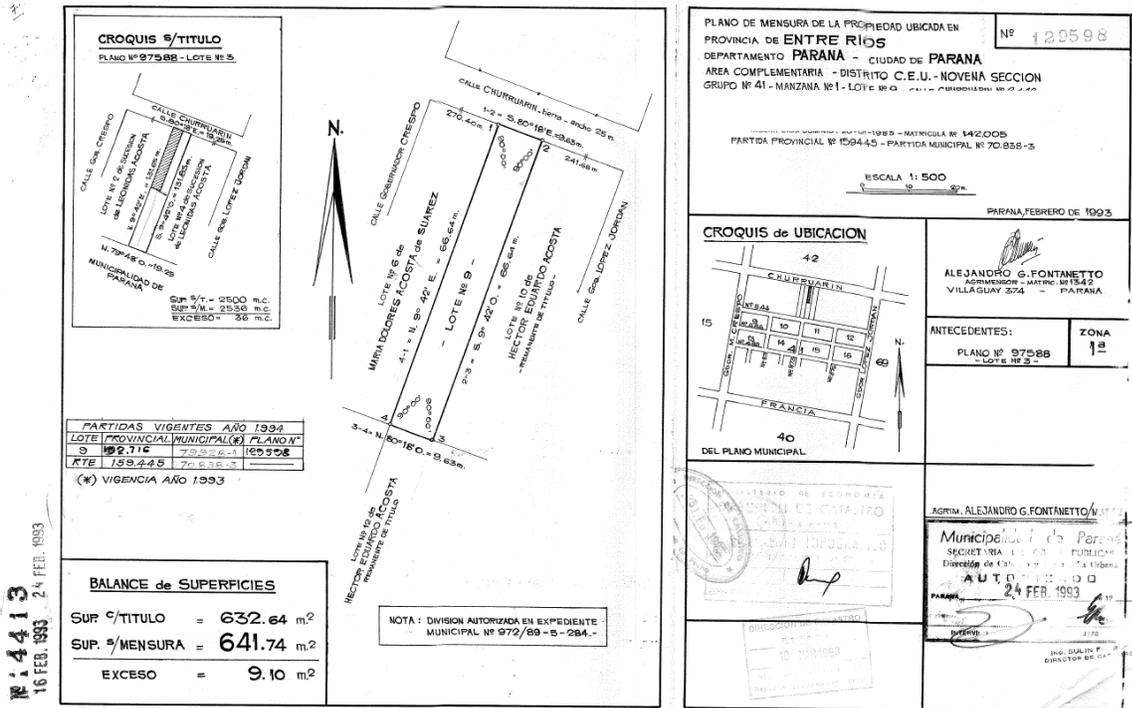


Ilustración 2 - Plano catastral de la instalación

Según fuentes e informes periodísticos, se estima que se recibe una suma mayor a 25000 neumáticos por año en este centro, sin embargo, no se cuenta con un plan de acción posterior que permita reciclarlos una vez recibidos, sino que se utilizan como materia prima para distintos usos en la ciudad como maceteros o columpios para niños, el resto de estos implica una logística para ser enviados a la provincia de Buenos Aires, en donde se encuentra una planta de reciclaje que comercializa el triturado de caucho y el acero que se obtiene de este, debido a esto, el proyecto busca suplir esa necesidad.

Composición de un neumático:

Dependiendo del tipo de utilidad, los porcentajes de los materiales que componen un neumático varían, sin embargo, estos materiales no varían en tipo sino, como se mencionó anteriormente, porcentualmente. Para el desarrollo del proyecto se deberá

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 15 de 404

conocer, en primer lugar, como es esta composición por lo que, a continuación, se hace el detallado:

**Caucho:** Estos pueden ser naturales o sintéticos, se caracterizan por su elevada elasticidad, por ser repelentes del agua y aislantes eléctricos.

El caucho natural se obtiene del látex, sustancia presente en una especie de árboles, el sintético es un derivado de hidrocarburos y puede variar según las características deseadas

Particularmente, el caucho usado en la fabricación de neumáticos:

- Caucho natural (NR)
- Cauchos sintéticos:
  - Caucho butadieno-estireno (SBR)
  - Caucho polibutadieno (BR)
  - Caucho polisopropenos (IR)

El caucho utilizado varía según el fabricante, siendo éste una mezcla de caucho natural y sintético, de éstos últimos el más común es el SBR.

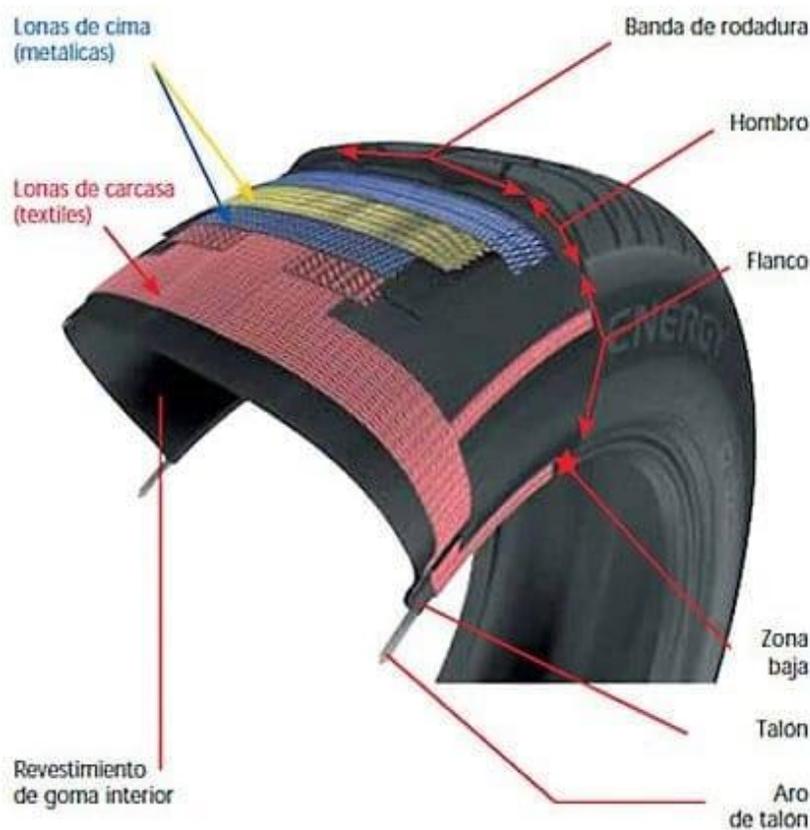
**Negro de carbono:** tiene la función de brindar resistencia a la abrasión, además de dar el color característico del neumático

**Acero:** Conformar los aros radiales del neumático

**Fibras textiles(nylon):** Dan estabilidad al neumático

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 16 de 404

**Minerales y compuestos químicos:** Se utilizan para dar características deseadas al neumático, entre los minerales se encuentran el azufre, silicio, cadmio y el óxido de zinc. Entre los compuestos químicos se encuentran antioxidantes y aceleradores de vulcanizado.



*Ilustración 3 Composición de un neumático*

Haciendo enfoque sobre la estructura general del neumático se tiene que:

- **Revestimiento de goma interior:** consiste en una fina lámina de goma que envuelve la carcasa y otorga resistencia al agua

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 17 de 404

- Carcasa: Es el esqueleto del neumático, formada por hilos textiles y de acero, recubiertos de goma. Contribuye a la estabilidad, la eficiencia energética y el rendimiento del mismo
- Banda de rodadura: es una capa gruesa de goma y es la parte que está en contacto con el suelo, da adherencia, debe ser resistente al desgaste y también requiere que la resistencia al rodamiento sea la menor posible para reducir así el consumo de combustible y el desgaste.
- Aro de talón: cable de acero que cumple la función de fijar el neumático a la llanta, además de resistir los principales esfuerzos. Brinda rigidez.
- Flanco: Parte lateral encargada de soportar los impactos de imperfecciones en el camino durante el rodamiento. Brinda información sobre el neumático como, por ejemplo, rodado, tipo y características de diseño.

A su vez, los neumáticos se clasifican según sus dimensiones y en la siguiente imagen, se logrará ver como se identifica la clasificación de cada uno:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 18 de 404



*Ilustración 4 Características de un Neumático*

Siendo, como se mencionó anteriormente, recibidos aquellos neumáticos menores a un rodado de 22,5.

Una vez conocida la composición del neumático, se puede determinar que, como producto final del proyecto, se obtendrán principalmente dos productos, el acero y el gránulo de caucho. Debido al bajo porcentaje de fibras textiles presentes únicamente en rodados de automóviles, no se considerará la comercialización de este por lo que tampoco se designará un proceso para la extracción del mismo.

Mencionado esto, se tendrán dos procesos principales:

- Destalonado: Proceso durante el cual se obtendrá el talón de acero proveniente del neumático mediante operaciones de desgarramiento o corte del caucho.
- Procesado del neumático: Denomina así al proceso en el que el neumático entra en su totalidad y se logra reducir hasta las dimensiones deseadas. Se puede lograr

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 19 de 404

mediante una trituración mecánica, criogénica o húmeda o, mediante otros procesos alternativos.

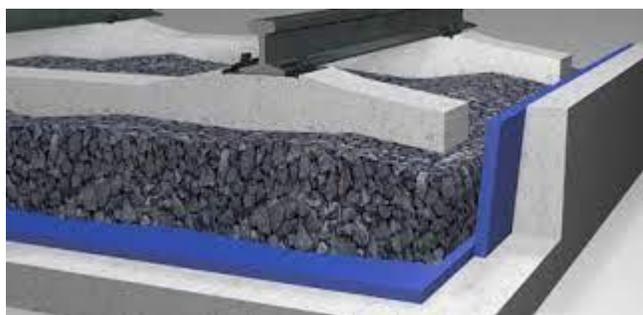
Procesos que, durante el desarrollo de la ingeniería básica del proyecto, serán desarrollados en mayor plenitud.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 20 de 404

### **Alcance:**

Se ha explicado que el granulado o molido de caucho puede obtenerse en distintos tamaños/trozos en la planta con el objetivo de satisfacer algunas necesidades dentro del sector industrial, deportivo, decorativo y urbano, debemos definir un alcance para determinar la maquinaria, diseño y Layout de la planta, necesario para llegar a estos. Para ello, se investigó cuáles eran las opciones de tamaño de molienda que generarían mayor rentabilidad del proyecto, se seleccionaron las siguientes que se consideran como las más usuales:

- Para absorción de vibraciones en vías férreas cercanas a urbanizaciones/ zona de edificios: En estas aplicaciones, serán de mayor eficacia los granos de caucho de mayor diámetro obtenidos del proceso. Son utilizados para atenuar las vibraciones y los ruidos molestos ocasionados por el tránsito de trenes en zonas cercanas a urbanizaciones.



*Ilustración 5 Gránulo de caucho como amortizador de vibraciones*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 21 de 404

- Pistas/pisos deportivos (ciclismo, atletismo, gimnasios): Se pueden fabricar estos tipos mediante la compactación y posterior aglutinado del granulado de caucho. El molido de caucho se utiliza en la fabricación de pisos de goma, que son populares en instalaciones deportivas, parques infantiles, gimnasios, hospitales y otras aplicaciones comerciales e industriales. La demanda de pisos de goma resistentes y amortiguadores sigue en aumento debido a sus propiedades de seguridad y durabilidad.



*Ilustración 6 Pisos conformados por gránulos de caucho*

- Utilización en canchas de césped sintético: La demanda de molido de caucho en granos es significativa en la industria de las canchas de césped sintético. Este material se utiliza como complemento/relleno entre las fibras del césped artificial, proporcionando amortiguación, resistencia al desgaste y una superficie de juego similar a la natural. La demanda proviene de campos deportivos, como campos de fútbol, rugby, hockey y tenis, así como de instalaciones recreativas. El gránulo de caucho destinado para canchas no oficiales podría ser mayor a 2,36 mm, mientras que un gránulo de caucho destinado al relleno de un césped de una

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 22 de 404

cancha de la FIFA ira desde 0,5 a 2 mm, esto con un margen de tolerancia de hasta el 10%.



*Ilustración 7 Caucho en Césped Sintético*

- Utilización para fabricación de asfalto: Se utiliza el triturado de caucho, tanto como el polvo obtenido de la trituración, como uno de los componentes para la fabricación de asfalto pudiendo ser este en distintos tamaños.



*Ilustración 8 Utilización del caucho en tareas de asfaltado*

- Utilización de polvo de caucho armado de hormigón: Para ello, se agrega el granulo en una medida específica al hormigón en masa modificando y mejorando sus propiedades. Dicho esto, se deberán ejecutar un procesamiento mayor con el fin de llevar el trozo de caucho a un tamaño menor. El granulo de caucho se puede obtener colocando tamices que capturen el gránulo/polvo que surge de triturar el caucho.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 23 de 404



*Ilustración 9 Utilización del Caucho en hormigón*

- Utilización en fabricación de diversos elementos: Además de las canchas de césped sintético y los pisos de goma, el molido de caucho se utiliza en la producción de diversos productos, como aislantes acústicos, juntas de expansión, productos de caucho reciclado, entre otros. Esta diversificación de aplicaciones contribuye a la demanda constante de molido de caucho. Mediante compactación del triturado de caucho y junto con otros componentes, se pueden fabricar, mediante distintos procesos, alfombras, artículos de limpieza (sopapas, escurridores, etc.), suelas de calzados y diversos artículos.



*Ilustración 10 Utilización de caucho en fabricación de elementos de goma*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 24 de 404

En resumen, los usos previstos para cada tamaño de grano son:

Tamaño del grano	Uso Previsto
0-2mm	Pavimentos, aislamientos, césped artificial (FIFA)
0-4mm	Pavimentos, aislamientos, césped artificial (FIFA)
2-4mm	Pavimentos, piezas de caucho, césped artificial, compactación
4-8mm	Subbase, relleno, pavimento, compactación
8-18mm	Pavimento, subbase, relleno, material de drenaje, compactación

*Tabla 1 Utilización de tamaños de granos*

Mencionado esto, se plantea una planta con capacidad de triturar el caucho **desde unos 2 mm hasta unos 8 mm** debido a cuestiones de inversiones iniciales y de mayor amplitud del mercado. Una vez que el proyecto tome mayor rentabilidad y que se encuentren clientes asegurados (mercado), se podrá plantear el uso de mayor maquinaria con el fin de obtener un gránulo de caucho más pequeño para usos más específicos.

Por otro parte, el acero extraído inicialmente antes del comienzo del procesamiento del neumático se dispondrá para su comercialización con industrias acereras generando así un ingreso a parte del obtenido con el gránulo del caucho.

En resumen, se apuntará a clientes mayoristas que aseguren una demanda estable del producto.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 25 de 404

### **Estudio Legal:**

Al hablar de estudio legal no referimos solo a las leyes abarcan la magnitud del proyecto, sino que, también, uno de los efectos más directos de estos tiene relación con los aspectos tributarios. Al profundizar en este, se pueden encontrar disposiciones que afectan de distinta manera a los proyectos dependiendo de su objeto y alcance. Esto se ve explícito en la concesión de permisos, patentes y tasas arancelarias diferenciadas para la ejecución del proyecto.

Ya introduciéndose en el marco legal referente a recolección, reciclaje y uso de neumáticos usados o en desuso, se aprecia en la **Resolución 523/2013** “Manejo Sustentable de Neumáticos” dictada en la provincia de Buenos Aires, República Argentina el día 6/5/2013 por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable y, considerando, la Ley de Política Ambiental Nacional N° 25.675

En esta se enuncia que el INTI (INSITITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL) es el coordinador de los diferentes actores de la cadena producción-comercialización-consumo-reutilización del residuo reciclado con la participación de organismos oficiales y entidades del sector privado, y cuyo objetivo es la evaluación y desarrollo de propuestas logísticas y tecnológicas que permitan diseñar un programa nacional de recuperación/reutilización de los neumáticos al fin de su vida útil y la promoción de la legislación ambiental específica para concretar su gestión en forma sustentable.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 26 de 404

Se enuncia también: *“Que los neumáticos “fuera de uso” y “de desecho” cuando no son gestionados adecuada y sustentablemente representan un relevante impacto de contaminación o daño ambiental y posible afectación a la salud de la población”.*

Anteriormente se ha comentado de los destinos finales de los neumáticos en nuestra ciudad y provincia al no tener un programa de reciclaje definido (quema en basureros, residuo en vía pública, “maceteros”, entre otros). Este final es de repetirse en ciudades y provincias que no cuentan con dicho programa tal que, así lo enuncia la resolución mencionada:

*Que el neumático al entrar en combustión en forma no controlada **deviene en un residuo peligroso, impactando en el ambiente y la salud** a través de la emisión de los productos de descomposición entre los cuales es relevante mencionar Gases de Efecto Invernadero (GEIs) (...) y Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) controlados por el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes firmado en la ciudad homónima, Reino de Suecia el 22 de mayo de 2001, aprobado por Ley N° 26.011.*

*Que, con respecto a los riesgos a la salud pública, los neumáticos de desecho son albergue para roedores y criaderos de insectos como los mosquitos que transmiten el dengue y la fiebre amarilla, si no se manejan en la debida forma.*

*Que su manejo en forma sustentable **reviste un problema** complejo pero necesario de abordar y regular, no sólo por la relevante cantidad de desecho generado, sino particularmente por tratarse de un residuo constituido de múltiples componentes como*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 27 de 404

*caucho, aceros y fibras, con propiedades físicas y químicas complejas cuya biodegradación implica un plazo prolongado de años.*

En base a lo mencionado anteriormente es que nuestro proyecto será impulsado y presentado a las autoridades correspondientes para su implementación y búsqueda de ciertas prioridades legales y beneficios tributarios.

Enunciando los artículos de la Ley N° 25.675, Decreto N° 481/2003 y Decreto N° 830/06, cuya importancia es claramente relevante en el proyecto, se mencionan los siguientes artículos que afectarán al desarrollo del proyecto:

**Art. 1°:** *Establecense definiciones y lineamientos, para el desarrollo de una estrategia nacional referida al Manejo Sustentable de Neumáticos en su Ciclo de Vida, particularmente los Neumáticos de Desecho.*

**Art. 2°:** *A los fines de esta resolución se entiende por Neumático: Elemento constituido básicamente por caucho y materiales de refuerzo, que se monta sobre una llanta para ser utilizado en el rodamiento de todo tipo de vehículos.*

A su vez, estos se pueden clasificar en:

*a) Neumático Usado: Neumático que ya fue rodado, y que por sus características conserva la capacidad para seguir haciéndolo.*

*b) Neumático fuera de uso (NFU): Neumático usado cuyo estado de desgaste no reúne las condiciones para seguir siendo utilizado como tal, que es almacenado*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 28 de 404

*por el consumidor o usuario final y que mediante un proceso de reconstrucción puede ser reutilizado para su rodamiento.*

Con los que se pueden ejecutar las siguientes acciones:

*c) Reciclaje: Todo proceso de extracción y transformación de los componentes y/o elementos de los neumáticos de desecho para su utilización como insumo o materia prima de otro proceso productivo en una aplicación distinta a la original.*

*d) Tratamiento: toda actividad de desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización o preparación para su disposición final y cualquier otra operación que se realice con tales fines;*

*e) Valorización: toda acción o proceso que permita el aprovechamiento de los neumáticos, así como de los materiales que los conforman, siempre que no represente un impacto negativo significativo al ambiente o la salud humana. Se encuentran comprendidos en la valorización los procesos de reutilización y reciclaje;*

*f) Disposición Final: destino último —ambientalmente seguro— de los elementos residuales que surjan como remanente del tratamiento de neumáticos de desecho.*

En base a los incisos del Artículo 2, en la planta se utilizarán neumáticos fuera de uso para su posterior reciclaje, tratamiento y valorización. También, se buscarán modos de aprovechar su disposición final. Todo ello, utilizando las M.T.D.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 29 de 404

*g) Mejores Técnicas Disponibles (MTD): las prácticas más eficaces y avanzadas de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad de evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general los riesgos e impactos ambientales negativos o daños ambientales.*

*También se entenderá por:*

- *“Técnicas” la tecnología utilizada junto con la forma en que la actividad, explotación o instalación industrial o de servicio es diseñada, construida, mantenida, operada y/o desmantelada.*
- *“Disponibles”:* *las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial o de servicios correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios.*
- *“Mejores”:* *las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección al ambiente en su conjunto.*

**Art. 3°:** *La Gestión de Neumáticos deberá regirse por los lineamientos generales ambientales que se transcriben a continuación:*

*a) Reducción de fuentes: la generación de los neumáticos de desecho y el descarte deberá prevenirse y minimizarse en términos de su cantidad y potencial de causar riesgos e impactos negativos significativos o daños al ambiente o la salud humana, mediante un adecuado diseño e innovación en los procesos productivos y los*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 30 de 404

*productos y sistemas adecuados de recolección para el tratamiento, valorización, y disposición final.*

*b) Ciclo de vida integrado: los neumáticos deberán manejarse de manera tal que se prevengan y minimicen los riesgos, impactos negativos significativos y daños al ambiente o la salud humana durante todas las actividades que se desarrollen en su ciclo de vida (producción, uso, reutilización, reciclaje, valorización, tratamiento y/o disposición final). Esto se maximizará a través de la aplicación de las mejores técnicas disponibles (MTD) y mejores prácticas ambientales (MPA).*

*c) Proximidad: el tratamiento de los neumáticos de desecho deberá realizarse en los sitios adecuados más cercanos posibles al lugar de su generación.*

*d) Responsabilidad extendida del Productor: es la asignación de la carga de la gestión ambiental a los Productores, a lo largo de todo el ciclo de vida del producto incluida la etapa post-consumo.*

*e) Prevención: Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se puedan producir. Dicha prevención se jerarquizará en función del riesgo.*

**Art. 4°:** *El ciclo de vida de los neumáticos se extiende desde el diseño hasta la gestión ambientalmente responsable de sus desechos, comprendiendo entre otras, las siguientes etapas:*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 31 de 404

- a) *Diseño de neumáticos;*
- b) *Producción e importación de los neumáticos;*
- c) *Puesta en el mercado de los neumáticos;*
- d) *Utilización de los neumáticos por parte de los usuarios;*
- e) *Acopio transitorio antes de su destino final;*
- f) *Entrega de los neumáticos a centros habilitados para su reconstrucción;*
- g) *Retiro del mercado de los neumáticos de desecho;*
- h) *Transformación de los neumáticos de desecho para recuperar sus componentes o aprovechar su potencial;*
- i) *Utilización de los componentes recuperados;*
- j) *Disposición final de los materiales o constituyentes que ya no sean utilizables.*

**Art. 5°:** *El abandono y vertido de neumáticos no autorizado, la quema a cielo abierto y el depósito en rellenos sanitarios de neumáticos enteros (con exclusión de aquellos utilizados como elementos de protección en los propios rellenos sanitarios) serán consideradas acciones no ambientalmente racionales, que constituyen un manejo inadecuado, contrarias e incompatibles con las disposiciones de la Ley de Política Ambiental Nacional N° 25.675.*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 32 de 404

**Art. 6°:** *Se establece la siguiente jerarquía como orden de prioridad en materia de manejo de neumáticos en su ciclo de vida en particular para los neumáticos de desecho:*

- a. Prevención y minimización*
- b. Reutilización*
- c. Reciclado*
- d. Recuperación Energética*
- e. Disposición Final*

*Sólo podrá apartarse de dicha jerarquía cuando se justifiquen motivos de factibilidad técnica, viabilidad económica y protección ambiental, entre otros.*

**Art. 7°** — *A título enunciativo, se consideran actividades de manejo ambientalmente racionales de los neumáticos de desecho a las acciones que se listan a continuación, siempre y cuando cuenten con la aprobación de la autoridad competente:*

*A) Aprovechamiento de neumáticos de desecho enteros:*

- En escolleras y rompeolas artificiales.*
- En control de erosión.*
- En barreras acústicas.*
- En barreras de contención contra colisiones (autódromos, puertos, entre otros).*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 33 de 404

- *En aplicaciones de ingeniería civil.*

*El manejo de los neumáticos de desecho deberá ser tal que no se permita la acumulación de agua en su interior para evitar, especialmente, la proliferación de insectos.*

**B). Aprovechamiento de neumáticos de desecho triturados:**

- *En superficies deportivas.*
- *En patios de juegos.*
- *En pisos de seguridad.*
- *Recubrimiento de contenedores para flete marítimo.*
- *En asfaltos modificados.*
- *En pavimentos de hormigón de cemento.*

**C). Aprovechamiento como fuente de energía (mediante adecuado tratamiento de efluentes gaseosos):**

- *Como combustible alternativo en hornos de cemento.*
- *Como combustible alternativo en plantas de generación eléctrica.*
- *Como combustible alternativo en procesos industriales.*

**Art. 8°:** *Facúltase a la SUBSECRETARIA DE CONTROL Y FISCALIZACION AMBIENTAL Y PREVENCION DE LA CONTAMINACION a participar*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 34 de 404

*institucionalmente como representante de la SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE ante organismos e instituciones del ámbito público o privado que traten el análisis y promoción de tecnologías ambientalmente responsables, el desarrollo e implementación de programas, establecimiento de recomendaciones o dictámenes técnicos asociados con las mejores prácticas y técnicas ambientales disponibles referidas al manejo ambientalmente racional de los neumáticos en todo su ciclo de vida, especialmente el Centro INTI Caucho del INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (INTI).*

De todos modos, y frente a la normativa vigente, se busca proponer al municipio que, a futuro, y en referencia al proyecto y al cuidado ambiental del municipio, seguir los pasos que enuncia el Poder Legislativo Provincial de la provincia de Mendoza en su Ley 9143 “Creación del plan de manejo sustentable de neumáticos fuera de uso”. Esta ley se añade a la resolución 523/2013 y agrega ciertos artículos, cuyos objetivos generales son enunciados en su artículo número 5:

- Prevenir y minimizar los riesgos, impactos negativos significativos y daños al ambiente o la salud humana durante todas las actividades que se desarrollen en su ciclo de vida;
- Evitar la contaminación atmosférica que genera la quema de neumáticos;
- Reducir la disposición final de los neumáticos en desuso;

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 35 de 404

- Fomentar la reutilización, reciclaje, valorización energética y toda forma existente de valorización de los neumáticos en desuso;
- Procurar un manejo de los neumáticos de forma técnica, con el menor riesgo posible al medio ambiente y que sea beneficiosa económica y socialmente.
- Asignar de la carga de la gestión ambiental a los Productores, a lo largo de todo el ciclo de vida del producto incluida la etapa post-consumo, generando así una responsabilidad extendida del Productor.

Las prohibiciones son más estrictas que en el resto del país y, por lo tanto, también sus multas y sanciones serán más severas. Estas van desde cien unidades fijas hasta quince mil unidades fijas, suspensión de hasta un año de actividad (por ejemplo, una gomería), quita de autorizaciones, clausuras, etc.

Pero lo más importante a destacar son los Artículos 9, 11,12,13,14 los cuales hablan de depósitos receptores, beneficios e incentivos para las organizaciones que provean un servicio para recolectar y reciclar neumáticos en desuso. Lo ideal y lo que se intentará con este proyecto es la obtención de estos depósitos y beneficios/incentivos por parte del municipio de la ciudad de Paraná.

**Art. 9º.- Depósitos de neumáticos.** *El Poder Ejecutivo dispondrá la creación de sitios de Recepción de Neumáticos Fuera de Uso, como alternativa en caso de que no*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 36 de 404

*haya acuerdo respecto del destino del neumático o ante cualquier otro inconveniente que sobrevenga.*

**Art. 11°.- Incentivos.** *Toda persona física o jurídica que proponga o planifique emprendimientos, programas o acciones para el manejo sustentable de neumáticos, será benefactor de incentivos que, para este fin, se reglamentaran adecuadamente.*

**Art. 12°.- Fondo Provincial para la Valorización de Neumáticos Fuera de Uso.** *Créase el Fondo Provincial para la Valorización de Neumáticos Fuera de Uso con el objeto de financiar, promover e incentivar la instalación y desarrollo de las disposiciones de la presente Ley, la investigación de nuevas tecnologías, la difusión e información.*

**Art. 13°.- Financiamiento.** *El Fondo de Financiamiento se conformará con los siguientes recursos:*

- *Tasa de Fiscalización y Control sobre la actividad de comercialización, compra, venta, importación de neumáticos en el territorio provincial que será fijada por la Ley Impositiva;*
- *Donaciones, legados, contribuciones, subsidios, subvenciones u otros ingresos de personas físicas o jurídicas, organizaciones nacionales o internacionales, públicas o privadas;*
- *Los montos provenientes de las multas por infracciones establecidas en la presente Ley, así como los intereses generados.*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 37 de 404

**Art. 14°.-** *Facúltese al Poder Ejecutivo a firmar convenios con las Municipalidades correspondientes y con organismos u organizaciones sociales y ambientales, a fin de implementar la presente Ley.*

Logrando que, de esta forma, el financiamiento del proyecto sea más accesible y, a su vez, la implementación del mismo al obligar a todo aquel poseedor de neumáticos a depositarlo en los centros de recolección evitando así su mal uso.

#### **Impacto ambiental:**

La planta de reciclaje de neumáticos tendrá un impacto ambiental significativamente positivo ya que involucra la eliminación de neumáticos en basurales y vías públicas. A continuación, se destacan los aspectos clave del impacto ambiental del proyecto:

**Conservación de Recursos Naturales:** La planta de reciclaje transformará los neumáticos en desuso en un recurso valioso, el granulado de caucho. Esto reducirá la necesidad de extraer y procesar materias primas naturales, como el caucho virgen, contribuyendo así a la conservación de recursos naturales y a la reducción de la huella ecológica.

**Reducción de Emisiones Contaminantes:** La eliminación de la práctica de incendiar neumáticos en protestas, que genera emisiones altamente contaminantes, es uno de los beneficios ambientales más destacados. Estas emisiones incluyen gases tóxicos y

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 38 de 404

partículas que contribuyen a la mala calidad del aire y tienen efectos negativos en la salud humana y el entorno.

**Prevención de Contaminación Fluvial:** En ciudades costeras como Paraná, donde los neumáticos desechados a menudo terminan en ríos, la planta de reciclaje actuará como una barrera efectiva para evitar la contaminación fluvial. El proceso de reciclaje garantiza que estos neumáticos no se descompongan en el agua, evitando así la contaminación de los cuerpos de agua y protegiendo la vida acuática.

**Control de Plagas y Enfermedades:** Al eliminar los neumáticos desechados que sirven como criaderos de plagas y larvas, la planta contribuirá significativamente a la reducción de la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores. Esto tendrá un impacto positivo en la salud pública y en la calidad de vida de la comunidad local.

**Mejora de la Estética Urbana:** La acumulación de neumáticos en basurales y vías públicas afecta negativamente la limpieza y el aspecto de la ciudad. La eliminación de estos desechos contribuirá a mejorar el entorno urbano y el bienestar de los residentes.

Si bien es importante considerar el aspecto económico del proyecto, es crucial reconocer que el impacto ambiental positivo de la planta de reciclaje de neumáticos tiene beneficios a largo plazo que van más allá de la generación de ingresos. El proyecto no solo contribuirá al cuidado del medio ambiente y la salud pública, sino que también mejorará la calidad de vida de la comunidad y la sostenibilidad de la ciudad de Paraná al abordar de manera efectiva la problemática de los neumáticos en desuso.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 39 de 404

### **Criterio de evaluación del proyecto:**

El criterio de evaluación principal de este proyecto de planta de reciclaje de neumáticos se basa en una evaluación técnica y cuantitativa que considera principalmente tres aspectos fundamentales: el impacto medioambiental, el impacto sanitario y el impacto urbanístico, todos con un enfoque positivo y sostenible. Además, se busca que el proyecto tenga una viabilidad económica que garantice su sostenibilidad a largo plazo. A continuación, se detallan estos criterios de evaluación:

**Impacto Medioambiental Positivo:** La planta de reciclaje está diseñada para abordar y mitigar significativamente la problemática medioambiental derivada de la acumulación de neumáticos en desuso. La evaluación se centrará en medir la reducción de la contaminación del suelo y del agua causada por la descomposición de neumáticos, así como la disminución de las emisiones de gases tóxicos que resultan de la quema de neumáticos en protestas o de su eliminación inadecuada.

**Impacto Sanitario Positivo:** El proyecto tiene como objetivo reducir el riesgo para la salud pública asociado con la proliferación de plagas y larvas en neumáticos desechados. Se evaluará el impacto positivo en la prevención de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue o el zika, al eliminar el hábitat propicio para la reproducción de estos vectores.

**Impacto Urbanístico Positivo:** La acumulación de neumáticos en basureros y vías públicas afecta negativamente la estética y el orden urbano. La planta de reciclaje busca mejorar la calidad de vida en la ciudad de Paraná al eliminar este problema visual y

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>40</b> de <b>404</b>

urbanístico. La evaluación considerará la restauración del paisaje urbano, la percepción de la comunidad y la reducción de riesgos asociados a la acumulación de neumáticos en espacios públicos.

Viabilidad Económica: Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, se evaluará su viabilidad económica. Esto incluirá el análisis de costos de inversión y operación de la planta, así como la estimación de los ingresos generados por la venta de los productos obtenidos. Se buscará alcanzar un equilibrio financiero que permita cubrir los costos operativos y generar un retorno de inversión atractivo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>41</b> de <b>404</b>

### **Análisis del estudio del mercado**

Para ejecutar un buen análisis del mercado que engloba a este proyecto se deben analizar todos los aspectos desde la obtención de materia prima/insumos, los posibles compradores y métodos de comercialización.

Una de las grandes ventajas del proyecto es que la materia prima no representa un gasto, al ser esta un residuo sin valor comercial. Es decir, que los gastos de producción serán aquellos ligados a la operación de la planta.

Como se ha mencionado anteriormente, el producto final obtenido de la planta es el molido de caucho en partículas que van desde 2 a 8 milímetros. Estas características son utilizadas directamente como complemento en canchas deportivas e indirectamente para la producción de otros insumos, es decir, utilizado como materia prima. En resumen, el molido de caucho tiene diversas aplicaciones, por lo que es importante analizar tanto el mercado actual como las oportunidades de crecimiento.

Teniendo en cuenta que el mayor volumen de ventas será generado por aquellas industrias que utilizan el granulo de caucho para fabricar otros insumos a partir de este, como lo son las industrias de pisos de goma, se plantea el proyecto en función de que la demanda de estas industrias será en grandes cantidades de modo que la comercialización del molido de caucho se deba realizar en bolsones BigBag de gran capacidad y no en pequeñas bolsas. De igual manera se seleccionará un sistema de embolsado que permita casos excepcionales de distintos tipos de embolsados.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 42 de 404

Planteando un BigBag de 350Kg de capacidad se concluye que, inicialmente y según los números actuales, la producción diaria completará 3 bolsones considerando el caucho procesado por día. Esto sectorizará las ventas hacia las industrias más grandes asegurando así, una demanda más estable del producto.

También, se deben tener en cuenta las tendencias del mercado hacia:

- **Sostenibilidad Ambiental:** La conciencia ambiental está impulsando la demanda de productos reciclados, como el molido de caucho. Las empresas y organizaciones buscan alternativas sostenibles y recicladas en lugar de productos completamente nuevos, lo que beneficia a la industria del reciclaje de caucho.
- **Regulaciones Ambientales:** Las regulaciones medioambientales cada vez más estrictas en muchas regiones requieren el uso de productos reciclados en ciertas aplicaciones. Esto puede abrir oportunidades para la planta de reciclaje de caucho al cumplir con estas normativas.
- **Expansión de Instalaciones Deportivas:** La construcción de nuevas instalaciones deportivas y la renovación de las existentes, incluyendo canchas de césped sintético, aumentan la demanda de molido de caucho para relleno.

Por lo que se proyecta un crecimiento de la demanda en función del crecimiento y divulgación de las acciones medioambientales de la planta, además, debe tenerse en cuenta cierta expansión geográfica, es decir, considerar la expansión a otras ciudades o mercados

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>43</b> de <b>404</b>

cercanos donde no solo la demanda de productos reciclados esté en crecimiento, sino que también se establezcan convenios para el acopio y posterior transporte de NFU hacia la planta proyectada.

La planta de reciclaje de caucho tiene el potencial de expandir su mercado en el futuro al agregar máquinas trituradoras que produzcan granulados de menor diámetro. Esto abrirá nuevas oportunidades en aplicaciones donde se requiere un granulado más fino, como la fabricación de caucho moldeado y productos de mayor precisión. Esta expansión permitirá diversificar aún más la base de clientes y aumentar la competitividad en el mercado del granulado de caucho.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 44 de 404

### **Parámetros de diseño:**

En este proyecto se pretende diseñar una planta de reciclaje de neumáticos que abarque de manera integral todos los procesos involucrados en el manejo y transformación de los neumáticos fuera de uso. Este diseño comprenderá cada una de las etapas necesarias para llevar a cabo un proceso de reciclaje eficiente. A continuación, se describen las principales fases del proyecto:

**Acopio de Neumáticos:** Se establecerá un sistema eficaz de recolección de neumáticos en desuso, involucrando la colaboración de la comunidad y entidades locales para asegurar un flujo constante de materia prima hacia la planta de reciclaje.

**Clasificación de Neumáticos:** Se implementará un proceso de clasificación para separar los neumáticos según su tipo y rodado. Esta etapa permitirá optimizar el tratamiento posterior de los neumáticos, garantizando la eficiencia del proceso.

**Lavado:** Los neumáticos clasificados serán sometidos a un proceso de lavado para eliminar contaminantes superficiales, como tierra y otros residuos. Esto preparará los neumáticos para etapas posteriores del proceso de reciclaje.

**Destalonado:** Se llevará a cabo la remoción de los talones de acero de los neumáticos, permitiendo separar los diferentes componentes de manera efectiva y segura permitiendo así, la comercialización del acero extraído y la prolongación de la vida útil de las maquinas trituradoras.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 45 de 404

Transporte y Triturado: Una vez extraídos los talones de acero, los neumáticos serán transportados hacia las maquinas trituradoras para su procesado.

Captación de partículas metálicas: De modo previo al ingreso a la trituradora final, se separarán las partículas metálicas con el fin de prolongar la vida útil de las cuchillas encargadas de la trituración.

Clasificación de la Molienda: Las partículas resultantes del triturado se clasificarán nuevamente para separar el material de interés de aquel que deba reprocesarse para llegar a los tamaños deseados.

Embolsado: Finalmente, el producto reciclado, como el granulado de caucho, se embolsará de manera adecuada y se preparará para su comercialización o su uso en diversas aplicaciones industriales.

Según los artículos periodísticos locales mencionados, se estima que la cantidad de neumáticos que se desechan en la ciudad rondan entre los 25000 al año. Estos neumáticos cuentan con diámetros de hasta 1,25 metros, es decir, se reciben desde cubiertas de pequeños automóviles, hasta camionetas y camiones. En función de ello, se debe considerar el diseño y selección de los equipamientos necesarios para cada uno de los procesos implicados.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 46 de 404

Para ello, se debe considerar el peso aproximado de cada tipo de neumáticos según sean estos de autos, pick ups o camiones. Según los propios fabricantes de neumáticos, los pesos de cada tipo de neumático promedian lo siguiente:

<b>Tipo de neumático sin llanta</b>	<b>Peso (aprox.)</b>
Neumáticos de automóviles de pasajeros	12 kg
Neumáticos para vehículos 4x4 y SUV	15 kg
Neumáticos para camiones ligeros	22 kg
Neumáticos para vehículos recreativos/caravanas	32 kg
Neumáticos para furgonetas/camiones comerciales	52 kg

*Tabla 2 Pesos de los distintos tipos de neumáticos*

Donde el peso resulta de la suma de los componentes, siendo estos:

<b>Componente</b>	<b>Neumático de Auto</b>	<b>Neumático de Pick-up</b>	<b>Neumático de Camión</b>
Elastómero	75%	SBR 75%	SBR 70%
Acero	15%	20%	28%
Fibras Textiles	10%	5%	-

Fuente: E.T.R.A. (EUROPEAN TYRES RECYCLING ASSOCIATION)

*Tabla 3 Composición de los tipos de neumáticos*

De estos datos, resta definir cuál es la proporción con la que ingresan cada tipo de neumático. En charlas con operarios del centro de acopio que funciona actualmente se definió lo siguiente:

<b>Tipo de Neumático</b>	<b>Proporción Anual</b>
Automovil	80%
Pick Up	15%
Camion	5%

*Tabla 4 Proporción de ingresos de neumáticos*

Considerando 231 días laborales al año, se tiene que los neumáticos a tratar por día serán:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 47 de 404

$$\begin{aligned}
 \text{Neumáticos/ día} &= \frac{\text{Neumáticos por año}}{\text{Días laborales}} = \frac{25000 \text{ neumáticos}}{231 \text{ días}} \\
 &= 108 \text{ neumáticos/día}
 \end{aligned}$$

A modo de factor de seguridad, se dimensiona la planta para trabajar a su capacidad máxima y considerando futuros incrementos en la cantidad de neumáticos recibidos, es decir, se considera un día de producción en la que solo se traten neumáticos de camiones comerciales o furgonetas, por lo que:

$$\text{kg caucho por día} = 108 \frac{\text{neumaticos}}{\text{día}} * 52 \frac{\text{kg}}{\text{neumatico}} * 0.7 \cong 4000 \frac{\text{kg caucho}}{\text{día}}$$

$$\text{kg acero por día} = 108 \frac{\text{neumaticos}}{\text{día}} * 52 \frac{\text{kg}}{\text{neumatico}} * 0.28 \cong 1580 \frac{\text{kg acero}}{\text{día}}$$

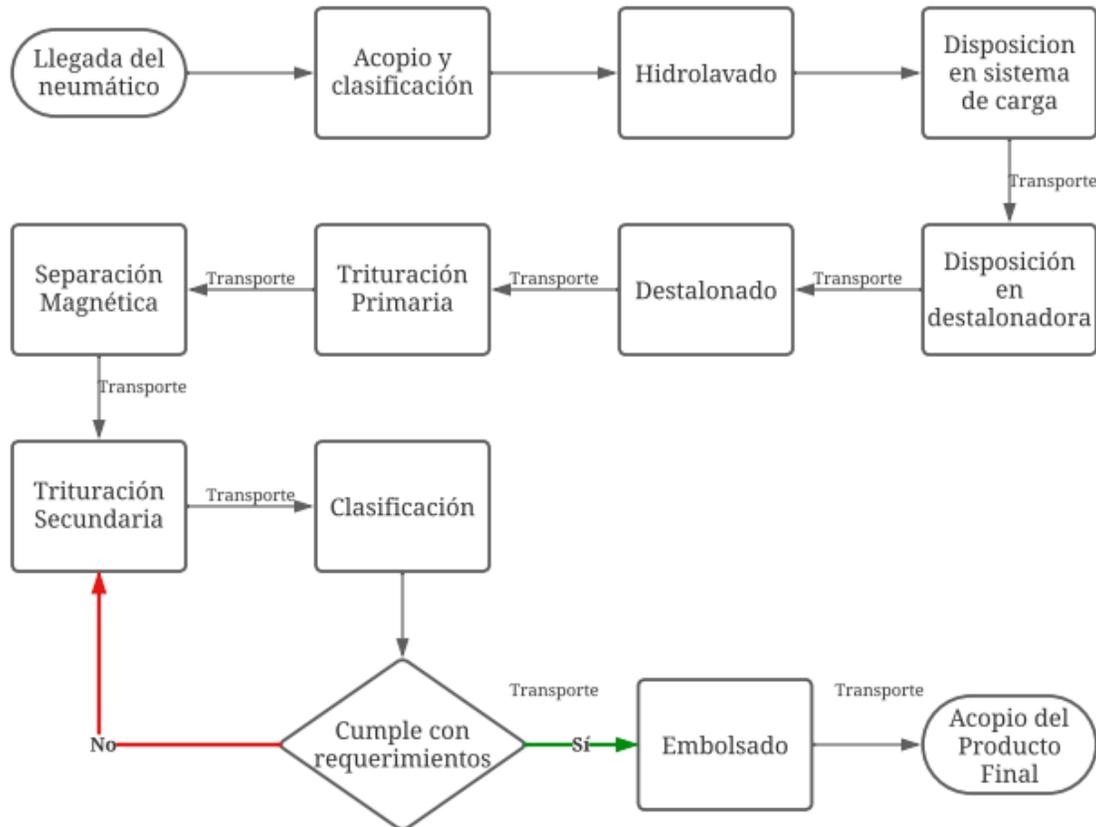
A estos valores se los afecta por un coeficiente de seguridad de 2 debido a que se proyecta la mayor captación de neumáticos provenientes de ciudades aledañas de la provincia debido a la difusión del trabajo de la planta y, a su vez, para que las maquinarias seleccionadas no trabajen a su capacidad nominal. Mencionado esto, **se dimensionará y diseñará la planta para una capacidad horaria de 1 tonelada por hora.**

$$\text{Capacidad horaria de planta} = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ hora}} * 2 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 48 de 404

### Diseño y adopción de equipos:

Como se mencionó anteriormente bajo el título parámetros de diseño, se tiene el siguiente diagrama de procesos de la planta:



*Ilustración 11 Diagrama de flujo General de los Procesos Implicados*

Para llevar a cabo cada una de ellas, se mencionan las distintas alternativas posibles para determinadas solicitudes del proyecto, evaluando sus ventajas y desventajas. Después se realizarán las matrices de selección, por sistema de ponderación por puntaje, para poder elegir las que tengan mayor puntaje y así pasar a la fase de diseño. Se aclara que los métodos de transporte no incluyen este tipo de selección ya que se tratan de decisiones técnicas referidas al tipo de transporte necesario para cada etapa de proceso.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>49</b> de <b>404</b>

Las alternativas a considerar son de las siguientes operaciones:

- Sistema de carga
- Destalonado
- Triturado
- Sistema clasificatorio y de realimentación
- Sistema de embolsado

Una vez establecidos los parámetros, se aplicará la siguiente escala:

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
Deficiente	1
Aceptable	2
Bueno	3
Sobresaliente	4
Excelente	5

*Ilustración 12 Escala de Calificación de Alternativas*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 50 de 404

### **Análisis de alternativas para Sistema de carga:**

#### **Opción 1:**

En esta alternativa se considera que un operario realice la carga de neumáticos determinadas veces en cada jornada laboral en un carro que desliza sobre rieles y que conecta los containers exteriores con el ingreso de neumático a la destalonadora.



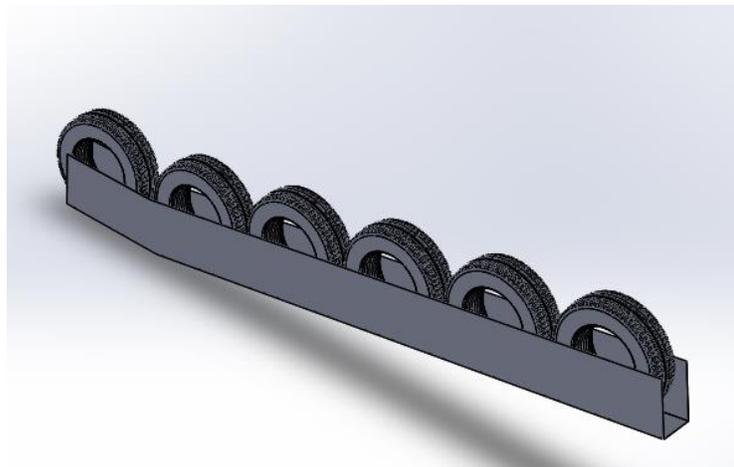
*Ilustración 13 Modelo 1 de Sistema de carga*

Se estima que el tratamiento diario de neumáticos se realice en función a neumáticos de rodados similares con el fin de no retrasar el tratamiento de los mismos en cada reconfiguración de los sistemas.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 51 de 404

### **Opción 2:**

Esta alternativa considera la realización de un sistema de carga que conste de un riel en el que se pueda contener la materia prima de una hora. El sistema se diseñará con una pendiente tal que permita el movimiento autónomo de los neumáticos, además, contendrá una compuerta en su final que habilitará la salida de a un neumático cuando el operario indique.



*Ilustración 14 Modelo 2 de Sistema de Carga*

Debe considerarse que el método a utilizar debe lograr alimentar al siguiente proceso de una manera eficaz, rápida y segura sin obstrucciones y considerando los acotados espacios que se cuentan. Por ello, los factores de selección serán:

- **Costo Inicial. 30%.** Este hace referencia al valor económico que se requiere invertir para la fabricación. Entre menor sea el costo, mayor será su calificación.
- **Mantenimiento. 25%.** El mantenimiento hace referencia a la frecuencia de mantenimiento que requeriría el sistema, facilidad con la cual se puede

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 52 de 404

conseguir un repuesto, desmontar y ensamblar el sistema. A menor frecuencia de mantenimiento, mayor calificación.

- Fabricación. 5%. Facilidad en la obtención de los materiales y el ensamble del equipo. A mayor facilidad para su construcción tendrá una mayor calificación.
- Seguridad 15%. Representa la seguridad que brinda su operación.
- Espacio utilizado 25%: Espacio que utiliza la alternativa y el movimiento de personal/maquinaria que conlleva

Mencionado ello, el ranking de ponderación posiciona a la alternativa 1 como la más indicada.

Característica	Valor %	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo
Costo inicial	30	4	120	3	90
Mantenimiento	25	5	125	4	100
Fabricación	5	3	15	3	15
Seguridad	15	2	30	4	60
Espacio utilizado	25	3	75	1	25
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>3,4</b>	<b>365</b>	<b>3</b>	<b>290</b>

*Tabla 5 Ponderación Alternativas de Sistemas de Cargas*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 53 de 404

### **Análisis de alternativas para destalonadora:**

#### **Opción 1:**

La misma funciona por desgarramiento del caucho y tracción de los alambres de acero mediante la fuerza que ejerce un pistón hidráulico por lo que se necesita de bombas y motores afines. Tiene la ventaja de poseer oferta en el mercado y poder seleccionar la mejor opción en función de calidad-rendimiento-adaptación-precio.



*Ilustración 15 Modelo 1 Destalonadora*

Estos equipos están constituidos por:

- Un marco metálico de soporte construido con perfiles soldados adecuados para acomodar todos los componentes de la máquina, el cilindro de extracción y la unidad de control hidráulico.
- Estructura de protección compuesta por paneles deslizantes para permitir la protección del operador durante la fase de trabajo y de la extracción del talón.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 54 de 404

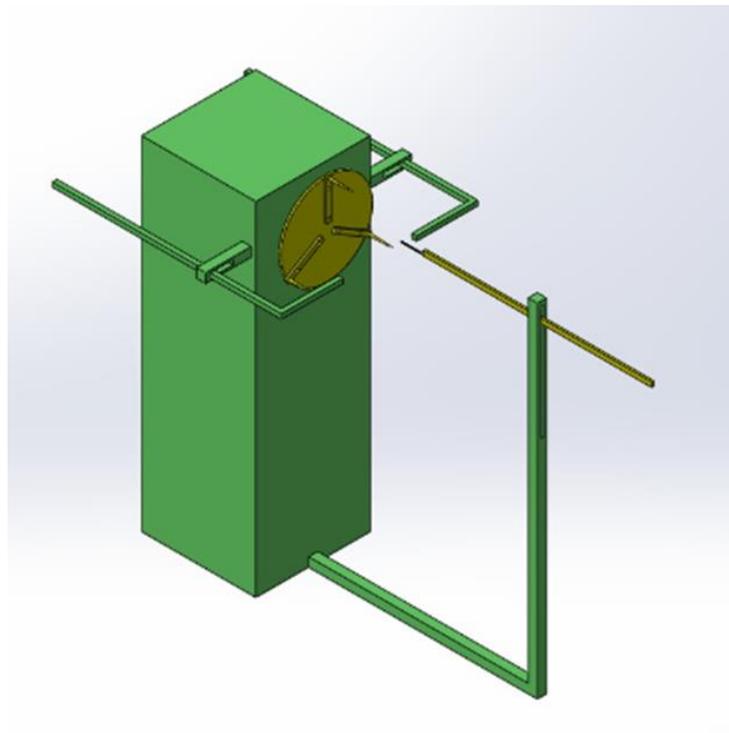
- Superficie de apoyo de los neumáticos a tratar con un sistema de cuchillas montadas y una estructura de acero de alta resistencia que evita que la zona de extracción se desgaste rápidamente.
- Cilindros de extracción anclados a la estructura principal y enganchados al carro de extracción que se desliza sobre guías.
- Unidad de potencia hidráulica accionada por un motor eléctrico, con panel de control y grupo de válvulas.
- Sistema hidráulico para levantar la máquina en la zona de extracción del talón.

La desventaja de este sistema es que, además de los complementos hidráulicos que implican frecuente mantenimiento, el destalonado lo ejerce de a una cara por lo que para destalonar un neumático entero se deberán ejecutar dos operaciones. A su vez, se trata de una operación lenta por lo que, considerando dos operaciones para cada neumático, se considera una marcada desventaja.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 55 de 404

### Opción 2:

Destalonadora rotativa: Esta consiste en asimilar el funcionamiento de un torno en el que se fija el neumático por un plato centrador y jabalinas que lo perforan. Luego se hace girar el neumático y una herramienta cortante separa el talón que contiene el borde de acero.



*Ilustración 16 Modelo 2 Destalonadora*

Este equipo está constituido por:

- Estructura formada por caños estructurales y chapa comercial.
- Plato centrador.
- Cuchilla/elemento cortante (acero rápido).
- Accionamiento eléctrico.

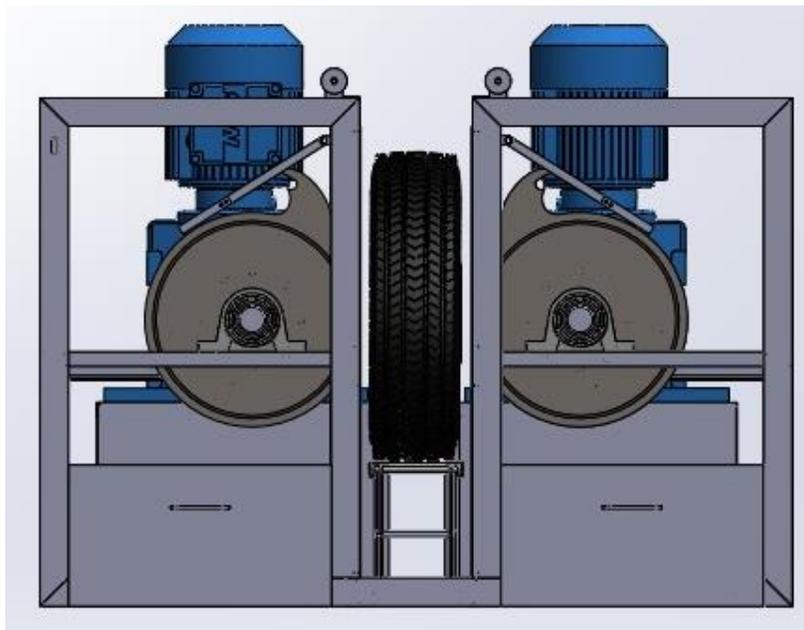
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 56 de 404

- Protecciones.

Basándose en el principio de corte en vez del desgarrado del caucho, posee un diseño básico y relativamente simple, sin embargo, el rendimiento del sistema no es el óptimo debido a su rapidez y frecuencia de mantenimiento al tener que mantener el filo de la herramienta de corte.

### Opción 3:

Destalonadora por desgarrado: esta opción es una de diseño propio en la que se deposita el neumático en el bastidor y una plataforma neumática la posiciona en zona de trabajo con el fin de que ambos aros de acero sean alcanzados por los ganchos dispuestos en cada uno de los discos. Una vez enganchado el tambor girará y desgarrará el talón de acero.



*Ilustración 17 Modelo 3 Destalonadora*

Este equipo está constituido por:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 57 de 404

- Dos discos de acero de considerable espesor y gancho de acero rápido con filo.
- Bastidor de perfiles estructurales
- Chapas comerciales para el bastidor.
- Plataforma neumática para posicionamiento.
- Accionamiento eléctrico.

A continuación, se definirán los factores de selección del tipo de sistema de trozado y su valor porcentual.

- Costo Inicial. 35%. Este hace referencia al valor económico que se requiere invertir para la fabricación. Entre menor sea el costo, mayor será su calificación.
- Rendimiento. 20%. El rendimiento se refiere a la capacidad de producción en cuanto a la cantidad de piezas cortadas por unidad de tiempo. A mayor rendimiento, mayor calificación. Este porcentaje no es muy alto debido a que el ingreso de materia prima es considerablemente menor a la capacidad de la destalonadora
- Mantenimiento. 25%. El mantenimiento hace referencia a la frecuencia de mantenimiento que requeriría el sistema, facilidad con la cual se puede

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>58</b> de <b>404</b>

conseguir un repuesto, desmontar y ensamblar el sistema. A menor frecuencia de mantenimiento, mayor calificación.

- Fabricación. 5%. Facilidad en la obtención de los materiales y el ensamble del equipo. A mayor facilidad para su construcción tendrá una mayor calificación.
- Seguridad 15%. de operación

Realizando la ponderación de la siguiente manera:

Característica	Valor %	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo
Costo inicial	35	1	35	3	105	2	70
Rendimiento	20	3	60	3	60	4	80
Mantenimiento	25	3	75	2	50	4	100
Fabricacion	5	5	25	3	15	3	15
Seguridad	15	4	60	2	30	4	60
Total	100	3,2	255	2,6	260	3,4	325

*Tabla 6 Ponderación Alternativas Destalonadora*

Siendo la opción más viable la alternativa 3 de diseño propio.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 59 de 404

### **Análisis de alternativas para trituradora:**

#### **Opción 1:**

Trituración por “guillotina hidráulica”: Esta alternativa, basada en el principio de la guillotina, consiste en depositar el neumático en el punto indicado donde, hidráulicamente, se accionará un brazo con filo que permitirá trozar el neumático.

Sin embargo, esta opción se verá afectada por las dimensiones finales del trozado del caucho.

Puede llegar a considerarse como alternativa inicial de un proceso de trituración, es decir, como maquina inicial para abastecimiento de una maquina trituradora con la capacidad de triturar hasta los niveles deseados.



*Ilustración 18 Modelo 1 Trituradora*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 60 de 404

### Opción 2:

Trituración por ejes con cuchillas: Esta alternativa parte del diseño convencional en el cual se utilizan cuchillas robustas, semejando a un cigüeñal con filos, los cuales se encargan de trozar el material para reducir su tamaño, estas cuchillas pueden ser bastante resistentes dependiendo del tipo de material. Esta alternativa posee la ventaja de ser de mayor oferta comercial con distintas salidas de tamaño de material y la posibilidad de armar una planta con la combinación de varias máquinas de características complementarias.



*Ilustración 19 Modelo 2 Trituradora*



*Ilustración 20 Vista Superior Tolva Mod. 2 trituradora*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 61 de 404

### **Opción 3:**

Corte de neumáticos por chorro de agua a alta presión: El proceso de corte es realizado por un chorro de agua con abrasivos a alta presión que permite cortar al neumático en trozos.



*Ilustración 21 Modelo 3 de Triturado*

### **Opción 4:**

Consiste en presionar los neumáticos contra un fondo ranurado, lo que implica grandes presiones contra los neumáticos para lograrlo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 62 de 404

El sistema de ponderación será el mismo que se utilizó para la destalonadora

- Costo Inicial. 35%. Este hace referencia al valor económico que se requiere invertir para la fabricación. Entre menor sea el costo, mayor será su calificación.
- Rendimiento. 30%. El rendimiento se refiere a la capacidad de producción en cuanto a la cantidad de piezas trituradas por unidad de tiempo. A mayor rendimiento, mayor calificación. Se ponderará aquella máquina que presente las capacidades horarias requeridas.
- Mantenimiento. 25%. El mantenimiento hace referencia a la frecuencia de mantenimiento que requeriría el sistema, facilidad con la cual se puede conseguir un repuesto, desmontar y ensamblar el sistema. A menor frecuencia de mantenimiento, mayor calificación.
- Seguridad 10%. de operación

Quedando la ponderación de la siguiente manera

Característica	Valor %	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
		Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo
Costo inicial	35	3	105	2	70	3	105	2	70
Rendimiento	30	1	30	4	120	2	60	2	60
Mantenimiento	25	3	75	4	100	3	75	3	75
Seguridad	10	3	30	4	40	2	20	3	30
Total	100	2,5	240	3,5	330	2,5	260	2,5	235

Tabla 7 Ponderación Alternativas Trituradora

Y, determinando la selección de la alternativa número 2.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 63 de 404

**Análisis de alternativas para sistema clasificatorio del granulo y realimentación:**

**Opción 1:**

Zaranda vibratoria: la misma consiste en una chapa perforada por distintos diámetros que al vibrar permite el deslizamiento de los granos de caucho clasificándose así cada uno en función de su tamaño. La intención es de diseño propio por lo que es necesaria su fabricación. Una vez realizada la clasificación, los granos serán transportados hacia el sistema de embolsado o, recirculados para ser triturados nuevamente hasta alcanzar el diámetro solicitado

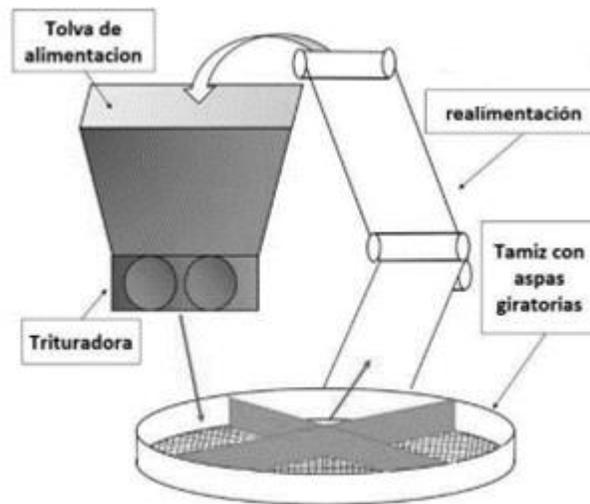
La desventaja de esta alternativa es la complejidad de acoplamiento con las estaciones de recirculación y transporte hacia el sistema de embolsado.



*Ilustración 22 Modelo 1 Clasificadora*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 64 de 404

**Opción 2:** Chapas perforadas con aspas giratorias: Se ubica a la salida de la segunda trituradora en donde el rango de salida es variante por lo que puede ser necesaria la recirculación dependiendo la demanda del momento. Las aspas giran empujando a los granos de caucho hacia cada perforación de la chapa. Aquellos granos mayores a 8 milímetros serán recirculados nuevamente hacia la trituradora. Debajo de las chapas se ubicarán tolvas que permitirán la correcta alimentación a cada una de las estaciones.



*Ilustración 23 Modelo 2 Clasificadora*

**Opción 3:**

Zaranda vibratoria estilo clasificadora de granos: Trata de una criba vibratoria de principios similares a los utilizados en la clasificación de granos. Posee la ventaja de contar con oferta en el mercado, con empresas confiables y que ofrecen diseños de acuerdo a las consideraciones del proyecto.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 65 de 404

Básicamente, son chapas perforadas en pendiente que, gracias al movimiento vibratorio, permite clasificarse de acuerdo con las solicitaciones.



*Ilustración 24 Modelo 3 Clasificadora*

El sistema de ponderación será distinto a los utilizados anteriormente ya que se tendrá en cuenta la eficacia de la clasificación y realimentación.

- Costo Inicial. 35%. Este hace referencia al valor económico que se requiere invertir para la fabricación del sistema. Entre menor sea el costo, mayor será su calificación.
- Mantenimiento. 25%. El mantenimiento hace referencia a la frecuencia de mantenimiento que requeriría el sistema, teniendo en cuenta la facilidad de desmontaje y ensamble para cada alternativa. A menor frecuencia necesaria de mantenimiento y mayor facilidad de desmontaje, mayor calificación.
- Fabricación. 5% Facilidad en la obtención de los materiales y el ensamble del equipo. A mayor facilidad para su construcción tendrá una mayor calificación.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 66 de 404

- Acoplamiento. 35%. El acoplamiento hace referencia a la facilidad de unir el sistema de corte o trituración, con el sistema de realimentación que plantea cada alternativa. Entre más factible sea realizar el acople de estos dos sistemas, mayor será su calificación.

Característica	Valor %	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo
Costo inicial	40	3	120	3	120	2	80
Mantenimiento	25	3	75	2	50	3	75
Acoplamiento	35	2	70	2	70	4	140
Total	100	2,7	265	2,3	240	3	295

*Tabla 8 Ponderación Alternativas de Clasificadora*

Resultando de la ponderación, la alternativa número 3:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 67 de 404

### **Análisis de alternativas para sistema de embolsado:**

#### **Opción 1:**

Sistema de embolsado diseño y fabricación propia: El mismo deberá contar con una tolva de capacidad tal que contenga la producción de una hora, una válvula rotativa comandada por un controlador que permita el cierre o apertura una vez alcanzado el peso del bolsón medido por las celdas de carga. Una vez cargado el bolsón este se retirará mediante el montacargas y llevado al lugar de acopio.



*Ilustración 25 Modelo 1 Sist. de Embolsado*

Esta alternativa posee la ventaja de ser de diseño propio con lo que se adecua a las necesidades exactas de la planta, pero debido a la gran utilización de complementos (estación neumática, eléctrica, programación de la operación) se debe analizar la posibilidad de adquirir máquinas de capacidades y funciones similares con un buen servicio post venta y seguridad de operación que no afecten en un proceso tan crítico como es el embolsado.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 68 de 404

### Opción 2:

El Sistema de embolsado Big Bag: Se trata de un sistema de embolsado ampliamente conocido en el mercado por lo que hay gran diversidad de ofertas y características. Se puede solicitar complementado con plataforma vibratoria a modo de que los bolsones se llenen de manera uniforme, optimizando el volumen utilizado, además, cuentan con una plataforma elevadora que se ajusta a las dimensiones de los bolsones por lo que permite utilizar distintas medidas. Se entregan armados y con las correspondientes programaciones y protecciones eléctricas.



*Ilustración 26 Modelo 2 Sist. de Embolsado*

El sistema de ponderación será

- Costo Inicial. 35%. Este hace referencia al valor económico que se requiere invertir para la fabricación del sistema. Entre menor sea el costo, mayor será su calificación.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>69</b> de <b>404</b>

- **Mantenimiento. 25%.** El mantenimiento hace referencia a la frecuencia de mantenimiento que requeriría el sistema, teniendo en cuenta la facilidad de desmontaje y ensamble para cada alternativa. A menor frecuencia necesaria de mantenimiento y mayor facilidad de desmontaje, mayor calificación.
- **Adaptabilidad a requerimientos de la planta. 20%** El proyecto requiere el embolsado del producto final en bolsones de grandes capacidades y que pueden variar en sus dimensiones. Estos deben ser retirados por montacargas.
- **Confiabilidad: 20%.** La confiabilidad que el equipo entrega en función de sus complementos, garantías, servicios post/venta.

Característica	Valor %	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Calificación	Cálculo	Calificación	Cálculo
Costo inicial	35	4	140	3	105
Confiabilidad	20	4	80	5	100
Mantenimiento	25	3	75	4	100
Adaptabilidad	20	4	80	4	80
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>3,75</b>	<b>375</b>	<b>4</b>	<b>385</b>

*Tabla 9 Ponderación de Alternativas de Sist. de Embolsado*

Resultando de la ponderación, la alternativa número 2 ya que permite la utilización de distintos tipos modelos de big bags y presenta un considerable servicio postventa y confiabilidad

Con los métodos a utilizar en cada estación de la planta definidos, se comienza con el diseño y/o dimensionamiento de cada una de ellas. Una vez definida estas, se podrá dimensionar el verdadero y final Layout de la planta considerando la utilización del galpón ya existente.

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 70 de 404

### Diseño y dimensionamiento del sistema de carga

Como se seleccionó anteriormente, el sistema de carga constará de un carro que deslizará sobre rieles conectando los contenedores exteriores con la zona aledaña a la zona de carga de la destalonadora. Para comenzar con el dimensionamiento del mismo se debe considerar cuantas veces durante la jornada laboral se desea cargar el carro. Plantando que este se cargue 5 veces al día se tiene que:

$$\frac{108 \frac{\text{neumáticos}}{\text{día}}}{5 \frac{\text{cargas}}{\text{día}}} \cong 22 \frac{\text{neumáticos}}{\text{carga}}$$

El dimensionamiento se basará en función de las solicitudes máximas, es decir, que la totalidad de los neumáticos sean de camión, cuyo peso promedio es de 52 kilogramos.

Planteando un carro compuesto de caño estructural 40x40 de 4 milímetros de espesor con las siguientes dimensiones:

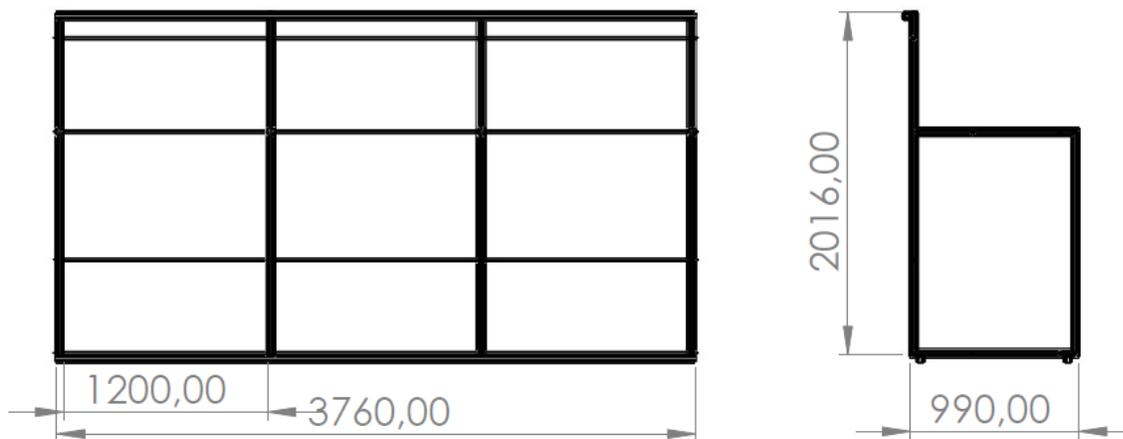
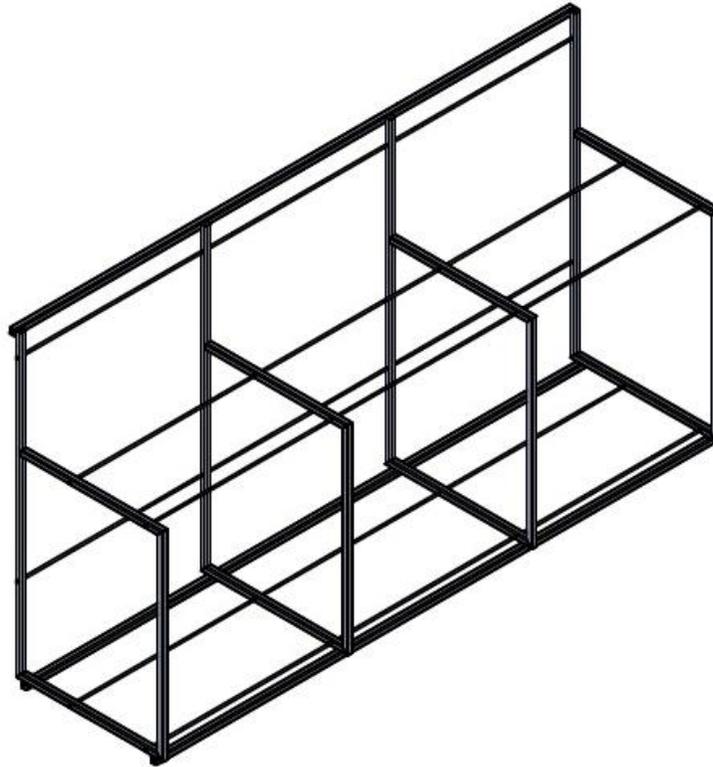


Ilustración 27 Dimensiones Sistema de Carga

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 71 de 404

Complementado con varillas de 12 milímetros de diámetro que cumplen la función de soportar los neumáticos y que estos queden estancos en la estructura. Quedando de la siguiente manera:



*Ilustración 28 Vista isométrica de Estructura de Sist. de Carga*

Que será capaz de albergar 24 neumáticos de camión del rodado R22,5 255 70.

Para la construcción se necesitarán la cantidad siguiente de materiales:

- 32,5 metros de caños estructural 40x40 de 4 milímetros de espesor
- 23 metros de varilla de 12 milímetros

Para el deslizamiento del mismo se seleccionarán ruedas del catálogo de Metalúrgica Aquiles Tregnaghi S.A, la resistencia que deberán tener estas son:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 72 de 404

$$Resistencia = \frac{Peso\ neumáticos + Peso\ estructura}{Cantidad\ de\ ruedas}$$

$$Resistencia = \frac{52\ kg * 24\ neumáticos + 60\ kg}{8} = 163.5\ kg$$

Estas ruedas son desarrolladas en acero SAE 1040, con rulemán blindado tipo 2RS y tornillos con tuerca de alta resistencia lo que los hace ideales para aplicaciones robustas.

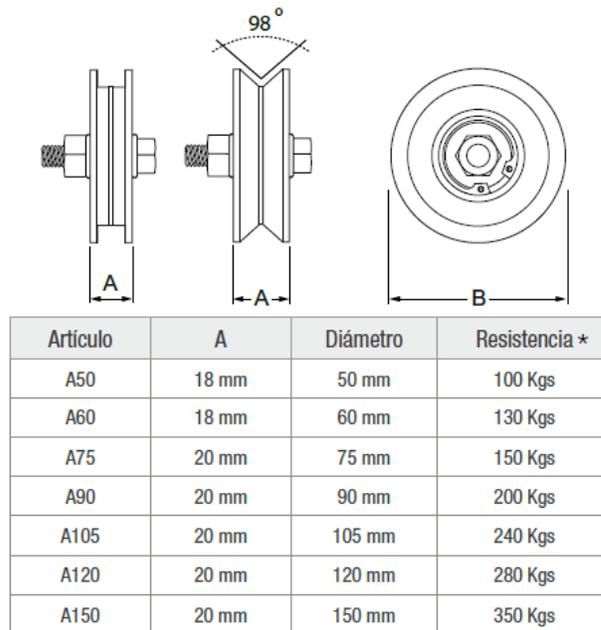
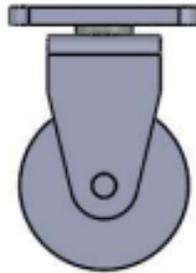


Ilustración 29 Selección de ruedas según Catálogo Metalúrgica Aquiles Tregnaghi S.A

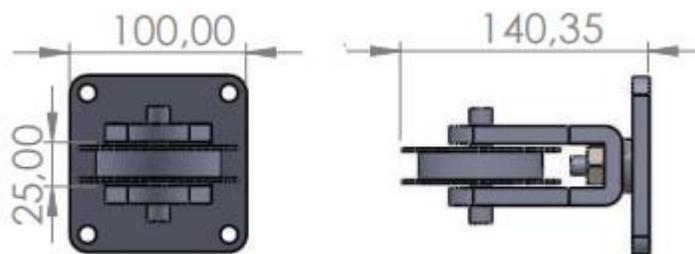
Las mismas serán ensambladas dentro de un pivote rotulado que permitirá seguir la trayectoria de los rieles.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 73 de 404

En función de la resistencia necesaria, las ruedas seleccionadas son las A90. La rótula será de fabricación propia y tendrá las siguientes características

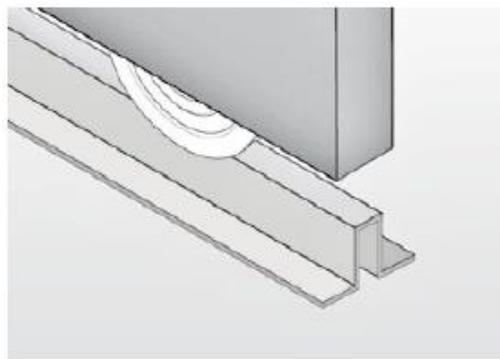


*Ilustración 30 Vista Lateral Rueda con Pivote*



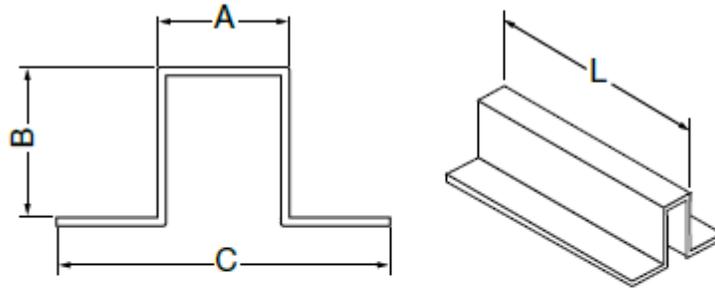
*Ilustración 31 Dimensiones Generales Rueda con Pivote*

Este conjunto deberá montarse sobre rieles adecuados que permitan el correcto deslizamiento y seguimiento de la trayectoria deseada. Estos, se seleccionan del mismo catálogo que las ruedas.



*Ilustración 32 Montaje de ruedas sobre rieles*

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 74 de 404

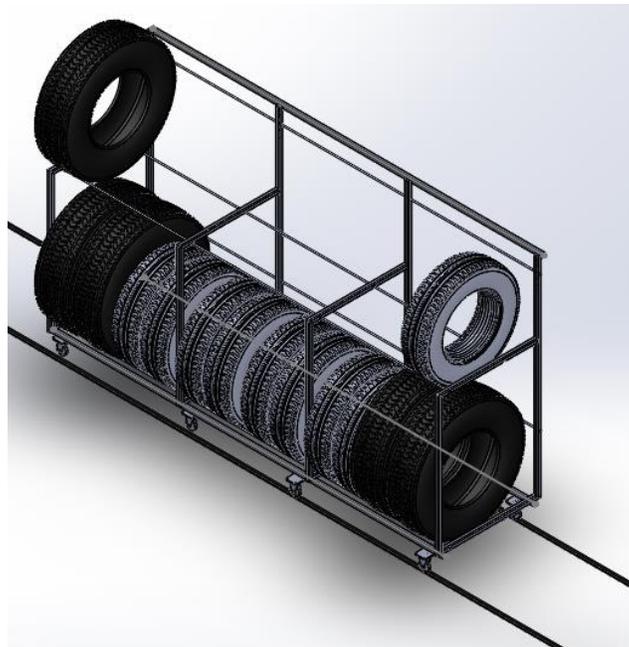


Cuadro de medidas (mm.)

Artículo	A	B	C	Pcs.	Peso (kg)	L (metros)
AT 00025	16	20	30	1 mt.	0,13	4

*Ilustración 34 Elección de rieles según catálogo*

Seleccionando así un riel cuadrado del tipo AT00025. El diseño general del carro montado sobre los rieles se verá de la siguiente manera:



*Ilustración 33 Sistema de Carga*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 75 de 404

### **Diseño y dimensionamiento de máquina destalonadora**

Ya explicado en las fases previas la función que cumple la destalonadora, se procederá a la ingeniería de detalle de ella, es decir, aquellos cálculos que permitirán definir:

- Potencia de accionamiento
- Transmisión de potencia
- Accionamiento
- Sistema de enclavamiento
- Sistema de posicionamiento
- Bastidor

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 76 de 404

### **Determinación potencia de accionamiento:**

El primer factor que se tuvo en cuenta para el diseño de esta máquina fue determinar cuál era la fuerza necesaria que se debía ejercer para poder obtener el talón o “aro” de acero del neumático. Por ello, se tuvo en cuenta la tensión de desgarro del caucho.

En el libro de resistencia de materiales de Robert L. Mott se recomienda un valor de 0,5 de la resistencia a la tracción y como el diseño siempre se crea teniendo en cuenta las condiciones más críticas a las que podría trabajar la máquina, por lo tanto, se toma que la resistencia es 7,5Mpa. Este valor es la base para determinar la fuerza y, por lo tanto, la potencia que deberá tener la máquina.

**Cuadro 11. Propiedades del caucho vulcanizado**

Propiedades del caucho vulcanizado.	
Densidad	900 a 1.200 kg/m <sup>3</sup>
alargamiento a rotura	350 a 700%
resistencia a la tracción	15Mpa

Fuente. Selección de materiales en el diseño de máquinas de Carles Riba Romeva.

*Ilustración 35 Cuadro Propiedades del caucho - R.L. Mott*

Otro de los aspectos a tener en cuenta a la hora de determinar la potencia de la maquina debe ser la velocidad de rotación del disco, que se encuentra en función de la capacidad horaria de la máquina:

- Considerando las proyecciones a futuro de la planta se dimensiona la misma con la capacidad de tratar 36.000 neumáticos al año por lo que, considerando 231 días laborales al año, se tienen 156 neumáticos por día y 20 por hora. Entonces se consideran 3 minutos brutos para el proceso de destalonado (considerando carga, retiro del acero y descarga) y 1 minutos netos para el proceso de destalonado.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 77 de 404

- Se deben considerar tiempos muertos, de colocación y de desgarramiento de caucho.
- En función de ello, se determina una velocidad de alrededor 5 rpm para favorecer el clavado de la herramienta
- El radio de giro a determinar es clave para el correcto funcionamiento de la herramienta ya que debe ser tal que, en menos de una vuelta completa, el disco logre extraer el talón de acero por completo. Por ello y, como se desarrollará más adelante, se considera un radio de giro de 500 mm con la cuchilla → por lo que la velocidad lineal será 0.26 m/s

La fuerza de tracción será en función de la tensión de desgarro del caucho:

- TENSION DE DESGARRO 7,5 MPa →  $7.5 \times 10^6$  N/m<sup>2</sup>

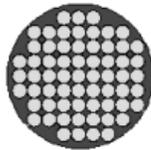
El siguiente paso consiste en determinar la sección desgarrada de caucho en función de las dimensiones de la cuchilla. Esta, se encontrará en función de las propiedades mencionadas anteriormente y teniendo en cuenta la sección del talón de acero de un neumático de camión (por ser el de mayor dimensión)

- Considerando que un neumático de camión standard posee un talón con 64 alambres de 1,6 mm<sup>2</sup> (según fuentes de fabricantes de neumáticos), para obtener la sección de desgarro se plantea la proyección de los 30 mm de diámetro como el alto de la sección y, una base de 110 milímetros totalizando una sección de 0.0033

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 78 de 404

m<sup>2</sup>. Esto se debe a que la extracción se realiza traccionando el talón de acero formando una doblez en "U".

- Con esta sección, la fuerza a ejercer será de



*Ilustración 36 Sección de Talón de acero de Neumático*



*Ilustración 37 Representación de Sección de Desgarro*

$$F = (\tau \times \text{Sección}) = 24750 \text{ N}$$

- Con estos datos, se puede determinar el momento torsor que se aplicará en el eje:

$$M_{\text{torsor}} = 24750 \text{ N} * 0,5 \text{ m} = 12375 \text{ Nm} \cong 1263 \text{ kgm} \cong 126276 \text{ kgcm}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 79 de 404	

- La potencia será:

$$P = M_{torsor} * \omega * FS = 12375 \text{ Nm} * 0.53 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cong 10 \text{ [HP]}$$

Debido a la adopción de un factor de seguridad teniendo en cuenta la eficiencia mecánica del accionamiento y la reducción, se seleccionará un conjunto motorreductor de la firma TRANSPOWER de 10 HP que logre una reducción que logre alrededor de 5 revoluciones por minuto.

El motoreductor seleccionado es de la firma GEREMIA (TRANSPOWER) compuesto por engranajes helicoidales y un par cónico helicoidal, modelo GK09 BR GA 132 de 10 HP que entrega una velocidad de salida de 5,55 revoluciones por minuto y 12504.2 Nm.

MODELO	RED	T máx (Nm)	1700 RPM - MOTOR 4P 60 Hz					1400 RPM - MOTOR 4P 50 Hz					1150 RPM - MOTOR 6P 60 Hz					η
			Pe (cv)	Pe (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	Pe (cv)	Pe (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	Pe (cv)	Pe (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	
GK09 BR GA132	165.94	13400	15.00	11.00	9464	10.24	1.42	10.00	7.50	7661.7	8.44	1.75	10.00	7.50	9327.3	6.93	1.44	92%
	194.06	13400	15.00	11.00	11182	8.67	1.20	10.00	7.50	10052.3	7.14	1.48	10.00	7.50	11020.2	5.87	1.22	
	221.64	13400	15.00	11.00	12641	7.67	1.06	10.00	7.50	11233.1	6.32	1.31	10.00	7.50	12457.6	5.19	1.08	
	252.33	13400	12.50	9.20	11993	6.74	1.12	10.00	7.50	12504.2	5.55	1.15	7.50	5.50	10636.9	4.56	1.26	
	289.83	13400	10.00	7.50	11020	5.87	1.22	7.50	5.50	10036.3	4.83	1.34	7.50	5.50	12218.1	3.97	1.10	
	328.48	13400	10.00	7.50	12490	5.18	1.07	7.50	5.50	11374.4	4.26	1.18	6.00	4.50	11077.7	3.50	1.21	
	376.78	13400	7.50	5.50	10745	4.51	1.25	5.50	3.70	9567.9	3.72	1.40	6.00	4.50	12706.8	3.05	1.05	
	405.20	13400	7.50	5.50	11555	4.20	1.16	5.50	3.70	10289.5	3.46	1.30	5.00	3.70	11387.6	2.84	1.18	

Ilustración 36 Selección de Conjunto Motorreductor

Particularmente, este modelo es un KM2N7V0 por su armado y montaje

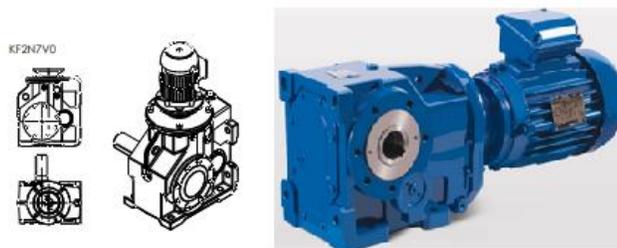
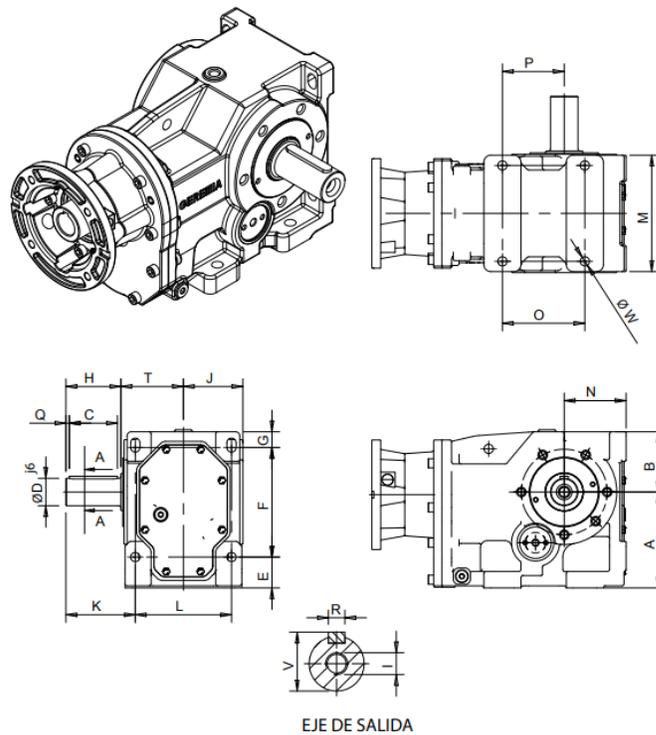


Ilustración 37 Reductor Transpower KM2N7V0

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 80 de 404

Esta clase de reductores completa la línea de Geremia Redutores. Con características dimensionales compactadas, ejes macizos y compuesto por engranajes helicoidales y un par cónico helicoidal, que proporcionan mayor eficiencia de engranaje.

El cual cuenta con las siguientes dimensiones:



*Ilustración 38 Dimensiones Motorreductor*

MODELO	A	B	C	ØD <sup>a</sup>	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	T	V	ØW
GK09	375	215	190	110	110	420	60	210	M24	-	253	330	400	225	350	235	30	28	208	116	40.5

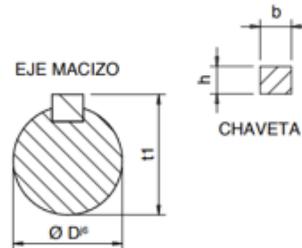
C: Longitud de la claveta

J: Distancia desde el centro del reductor hasta la cara de las perforaciones

*Ilustración 39 Tabla dimensiones de Motorreductor*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>81</b> de <b>404</b>

Donde el mismo fabricante indica las dimensiones del enchavetamiento del eje de salida:



EJE MACIZO DE SALIDA						
REDUCTOR	REDUCCIÓN	ØD <sup>17</sup>	CHAVETA		REDUCTOR	
			b	h	t1	t2
GK09	1x7,78 a 145,80	110	28	16	116.1	116.4

*Ilustración 40 Dimensiones de Chaveta del eje de salida*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 82 de 404

### **Transmisión de potencia:**

La transmisión de potencia será a través de un eje que se planteará en función de la teoría de Cálculo de Westinghouse (Fatiga) pero, se obtendrán las primeras aproximaciones mediante Código ASME. Esto se debe a que en el cálculo a fatiga se tienen en cuenta mayor cantidad de factores y, en cambio, el método de cálculo planteado por ASME es más conservador.

Para el cálculo y diseño se debe considerar:

- Potencia de accionamiento: 10 HP
- Factor de servicio: 1,35
- Velocidad de giro: 5,5 rpm
- Distancia entre apoyos: 1420 mm
- Disposición de chaveta para la colocación del disco de tracción y uno para la motorización

El primer paso a tener en cuenta para el diseño del eje es conocer los esfuerzos a los que este se verá sometido, para ello se plantea el eje apoyado en sus dos extremos (donde estarán los rodamientos con sus correspondientes soportes) con la fuerza que soportará este al momento de enclavamiento del disco en el neumático.

Al ser este de grandes dimensiones, el peso del disco de desgarramiento pasa prácticamente desapercibido hablando de los esfuerzos generados por estos.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 83 de 404

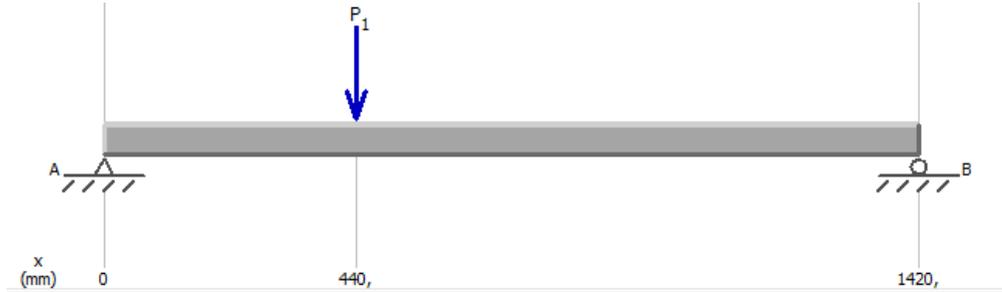


Ilustración 41 Diagrama de cuerpo libre

A su vez, se deberá tener en cuenta el momento torsor que deberá soportar este y que se considera de magnitud constante a lo largo del mismo. Como último aspecto, se deben determinar 4 secciones ya que se plantea un eje con escalonamientos para su optimización, estos son:

- Sección 1: desde 0 milímetros a 320 milímetros;
- Sección 2: desde 320 milímetros a 720 milímetros (En esta sección se ubicará el disco);
- Sección 3: desde 720 milímetros a 1190 milímetros y;
- Sección 4: desde 1190 milímetros a 1420 milímetros.

Considerando el inicio del mismo desde la sección opuesta a la motorización.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 84 de 404

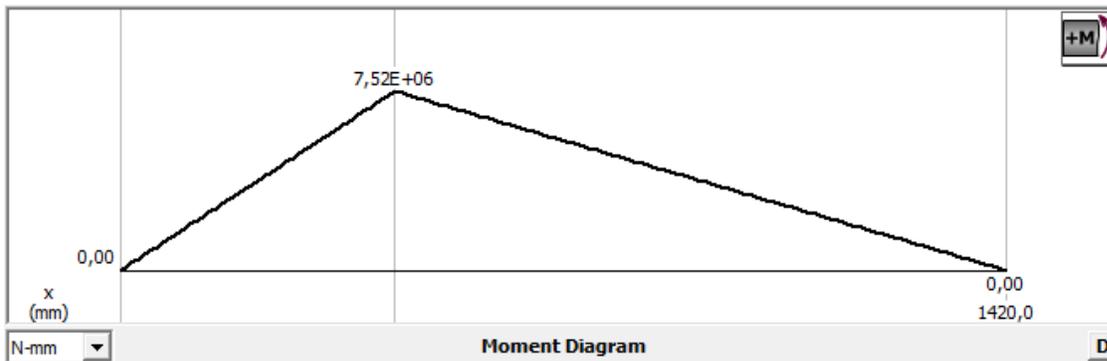


Tabla 10 Diagrama de Momento - MDSolids

Las solicitaciones en cada sección se pueden visualizar en el siguiente cuadro, considerando los momentos flectores máximos en cada sección y que el momento torsor se considera constante durante toda la longitud del eje.

Cuyos valores se desprenden del diagrama de momento flector y la utilización del programa MDSOLIDS 4.0.

Valores que se comprueban analíticamente.

Para la determinación de los diámetros de cada una de las secciones del eje a diseñar se tiene en cuenta los puntos mencionados anteriormente. Para una primera aproximación, se realizan los cálculos mediante Código Asme, el cual se apoya en la teoría de rotura de Coulomb y Guestt y contempla esfuerzos combinados, situaciones de choque y cargas variables. Se plantea:

<b>Esfuerzo</b>	<b>Seccion 1</b>	<b>Seccion 2</b>	<b>Seccion 3</b>	<b>Seccion 4</b>
Momento torsor [Kgcm]	126276			
Momento flector máximo [Kgcm]	55738	76642	54738	17988

Tabla 11 Esfuerzos en eje de accionamiento

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 85 de 404

$$\tau_{dis} = \frac{16}{\pi * d^3} * \sqrt{\left( (k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2 \right)}$$

En donde el término que contempla el coeficiente  $K_m$  refiere a un valor que enuncia A.S.M.E y que potencia el momento flector actuante y, en cambio, el  $K_t$  potencia al momento torsor transmitido en la sección de cálculo. Por último, el coeficiente  $\alpha$  aplica para aquellos casos en los que se puede presentar pandeo debido a cargas axiales de compresión por lo que es desestimado en este análisis.

El  $\tau_{diseño}$  será en función del diseño del eje ya que si este se construye de un material dúctil de una resistencia a la tracción de aproximadamente el doble a aquella de torsión y fabricado sin elementos aleante, sin técnicas especiales y con propiedades variables e inciertas se utiliza un valor de 560 [kg/cm<sup>2</sup>], en cambio, si en el sector se calcula que se ubica un chavetero o alguna entalla como lo puede ser un cambio de sección, se disminuye este valor de tensión en un 25% por lo que el  $\tau_{diseño}$  será igual a 420 [kg/cm<sup>2</sup>].

Los coeficientes que contemplan los efectos de los momentos flectores y de torsión, se obtienen del siguiente cuadro.

Tipo de esfuerzo	Árboles y ejes giratorios		Ejes fijos (y barras de torsión)	
	$K_m$	$K_t$	$K_m$	$K_t$
Esfuerzo estable y gradualmente aplicado	1,5	1,0	1,0	1,0
Esfuerzo bruscamente aplicado con choque moderado	1,5 a 2,0	1,0 a 1,5	1,5 a 2,0	1,5 a 2,0
Esfuerzo bruscamente aplicado con choque fuere	2,0 a 3,0	1,5 a 3,0	-	-

Tabla 12 Coeficientes ASME según tipos de esfuerzos

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 86 de 404

Y, considerando un esfuerzo estable y gradualmente aplicado. Se tiene que:

- $K_m = 1.5$
- $K_t = 1$

Por lo que ya se presentan las condiciones para obtener las secciones mediante Código A.S.M.E.

Determinación de sección 1 mediante código A.S.M.E.:

Para esta sección se tiene, como se mencionó anteriormente, un momento flector máximo ubicado en los 320 milímetros y:

- $K_t: 1$
- $K_m: 1.5$
- $M_f: 55738 \text{ Kgcm}$
- $M_t: 126276 \text{ Kgcm}$
- $\tau_{\text{diseño}}: 420 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$

Por lo que se plantea la fórmula del código presentada anteriormente:

$$\tau_{dis} = \frac{16}{\pi * d^3} * \sqrt{\left( (k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2 \right)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * \tau_{dis}} * \sqrt{\left( (k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2 \right)}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 87 de 404

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * 420 \frac{kg}{cm^2}} * \sqrt{((1,5 * 55738 Kgc m + 0)^2 + (1,5 * 126276 Kgc m)^2)}}$$

$$d = 12,246 \text{ cm}$$

Realizando una primera aproximación tomando a la primera sección de 123 milímetros

Determinación de sección 2 mediante código A.S.M.E.:

Para esta sección se tiene, como se mencionó anteriormente, un momento flector máximo ubicado en los 320 milímetros y:

- Kt: 1
- Km: 1.5
- Mf: 76642 Kgc m
- Mt: 126276 Kgc m
- $\tau_{\text{diseño}}$ : 420 [kg/cm<sup>2</sup>]

Por lo que se plantea la fórmula del código presentada anteriormente:

$$\tau_{dis} = \frac{16}{\pi * d^3} * \sqrt{((k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * \tau_{dis}} * \sqrt{((k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2)}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 88 de 404

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * 420 \frac{kg}{cm^2}} * \sqrt{((1,5 * 76642 Kgcm + 0)^2 + (1,5 * 126276 Kgcm)^2)}$$

$$d = 12,75 \text{ cm}$$

Realizando una primera aproximación tomando a la segunda sección de 128 milímetros

Determinación de sección 3 mediante código A.S.M.E.:

Para esta sección se tiene, como se mencionó anteriormente, un momento flector máximo ubicado en los 320 milímetros y:

- Kt: 1
- Km: 1.5
- Mf: 54738 Kgcm
- Mt: 126276 Kgcm
- $\tau_{\text{diseño}}$ : 420 [kg/cm<sup>2</sup>]

Por lo que se plantea la fórmula del código presentada anteriormente:

$$\tau_{dis} = \frac{16}{\pi * d^3} * \sqrt{((k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * \tau_{dis}} * \sqrt{((k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2)}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>89</b> de <b>404</b>

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * 420 \frac{kg}{cm^2}} * \sqrt{((1,5 * 54738 Kgc m + 0)^2 + (1,5 * 126276 Kgc m)^2)}}$$

$$d = 12,224 \text{ cm}$$

Realizando una primera aproximación tomando a la tercera sección de 123 milímetros

Determinación de sección 4 mediante código A.S.M.E.:

Para esta sección se tiene, como se mencionó anteriormente, un momento flector máximo ubicado en los 320 milímetros y:

- Kt: 1
- Km: 1.5
- Mf: 17988 Kgc m
- Mt: 126276 Kgc m
- $\tau_{\text{diseño}}$ : 420 [kg/cm<sup>2</sup>]

Por lo que se plantea la fórmula del código presentada anteriormente:

$$\tau_{dis} = \frac{16}{\pi * d^3} * \sqrt{((k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * \tau_{dis}} * \sqrt{((k_m * M_f + \alpha * F * d)^2 + (k_t * M_t)^2)}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>90</b> de <b>404</b>

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi * 420 \frac{kg}{cm^2}} * \sqrt{((1,5 * 17988 Kgc m + 0)^2 + (1,5 * 126276 Kgc m)^2)}$$

$$d = 11,612 \text{ cm}$$

Realizando una primera aproximación tomando a la segunda sección de 117 milímetros

Cuyos diámetros se ven reflejados en la siguiente tabla resumen:

Determinación de secciones según código ASME							
Sección	Mfmáx [kg/cm]	Mtmáx [kg/cm]	Km	Kt	Tdiseño [kg/cm]	Diámetro [cm]	Diámetro adoptado [mm]
1	55738	126276	1,5	1	420	<b>12,25</b>	<b>123</b>
2	76642	126276	1,5	1	420	<b>12,75</b>	<b>128</b>
3	54738	126276	1,5	1	420	<b>12,22</b>	<b>123</b>
4	17988	126276	1,5	1	420	<b>11,61</b>	<b>117</b>

Tabla 13 Diámetros de eje obtenidos planteando según código ASME

A partir de estas secciones obtenidas, se puede determinar con mayor precisión las mismas planteando Westinghouse.

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma m}{S_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * S_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{K_{fs} * \tau_a}{C * S_{ns}}\right)^2}$$

En la utilización de este método de cálculo se tiene en cuenta la fatiga de los materiales y el fenómeno de concentración de tensiones. Se mencionan las siguientes relaciones:

- $K_t$ : coeficiente teórico de concentración;
- $q$ : Sensibilidad a la entalla y;

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 91 de 404

- $K_f$ : Concentrador real de concentración

Siendo los dos primeros términos obtenidos de tablas y nomogramas del libro FAIRES en AT12 y AF17 en adelante.

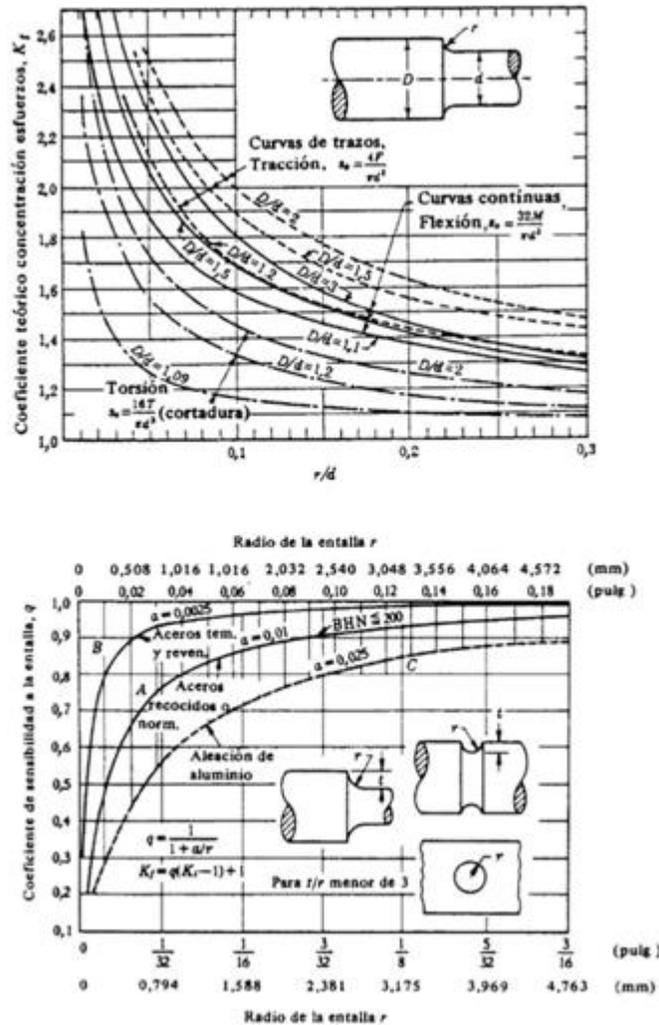


Ilustración 42 Tablas y Nomogramas - Faies

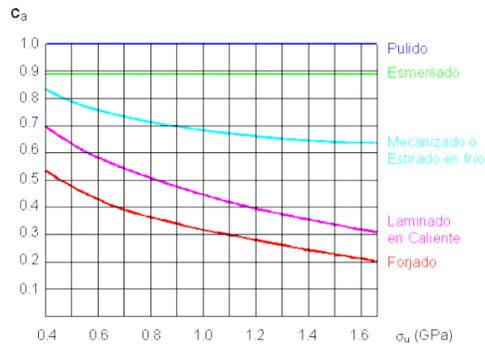
Y, el coeficiente real de concentración obtenido del siguiente planteo:

$$K_f = q * (k_t - 1) + 1$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 92 de 404

También, deben tenerse en cuenta otros factores que influyen en la tensión límite de fatiga. Ellos son:

- $C_a$ : coeficiente de acabado superficial, obtenido del siguiente nomograma:



*Ilustración 43 Coeficientes según acabado superficial del árbol*

- $C_b$ : coeficiente que contempla el tamaño y tipo de sollicitación, se determina según:

$$c_b = 1 \text{ para } d < 8\text{mm}$$

$$c_b = 1,189 * d^{-0,097} \text{ para } 80 \text{ mm} < d < 250 \text{ mm}$$

- $C_c$ : coeficiente que contempla la confiabilidad, se obtiene de la siguiente tabla:

Confiabilidad	$C_c$
0,5	1
0,9	0,897
0,95	0,868
0,99	0,814
0,999	0,753
0,9999	0,702
0,99999	0,659
0,999999	0,62

*Tabla 14 Coeficientes de confiabilidad*

- $C_d$ : coeficiente que contempla la temperatura, donde:

- $C_d=1$  para  $T^\circ < 450^\circ \text{C}$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 93 de 404

- $C_d = 1 - 0.0058 \cdot (T - 450)$  para temperaturas entre  $450^\circ\text{C} < T < 550^\circ\text{C}$

El siguiente factor a tener en cuenta es el tipo de material a utilizar en el eje. Por su disponibilidad comercial y características se seleccionó un acero AISI 1045 WQT 1000, que es templado a  $538^\circ\text{C}$  y le da una resistencia  $S_y = 7734 [\text{Kg}/\text{cm}^2]$ ;  $S_n = 5484 [\text{Kg}/\text{cm}^2]$ . Con todas las aclaraciones mencionadas, se procede al cálculo.

Determinación de sección 1 mediante Westinghouse:

Con la aproximación realizada mediante código ASME se procede a determinar los coeficientes que afectan a la ecuación en función de los concentradores de tensión. Recurriendo a las tablas y nomogramas expuestas anteriormente se tiene que:

- $D_{ASME} = 128 \text{ mm}$
- $d_{ASME} = 123 \text{ mm}$
- Relación  $D/d = 1.041$
- $r = 2,5 \text{ mm}$
- Relación  $r/d = 0,03$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 94 de 404

- $K_{tf}=2,15$

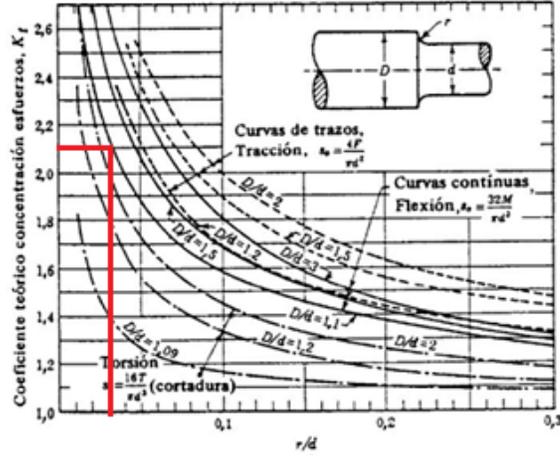


Ilustración 44 Determinación de  $K_{tf}$

- $K_{tt}=1,4$

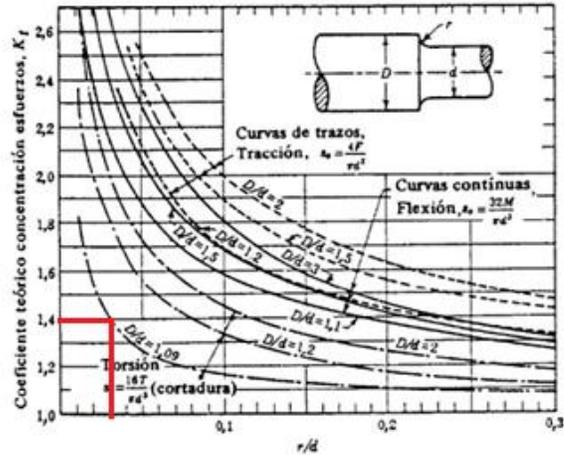


Ilustración 45 Determinación de  $K_{tt}$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 95 de 404

- $q=0,97$

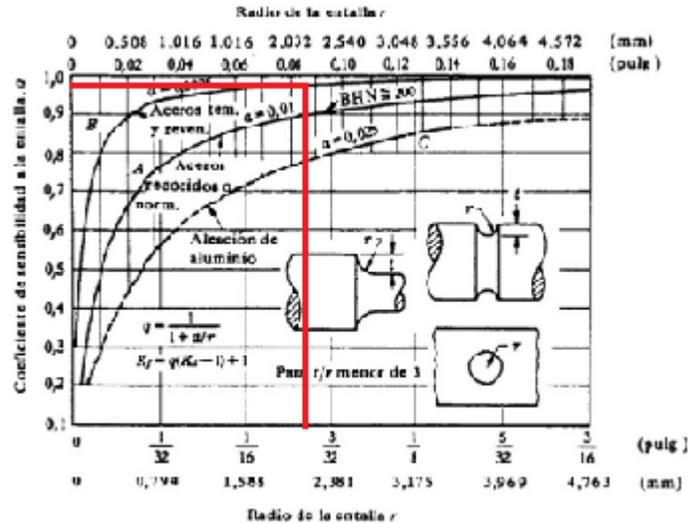


Ilustración 46 Determinación de coeficiente  $q$

- $K_{flexión} = q * (K_{t_{flexión}} - 1) + 1 = 0,97 * (2,15 - 1) + 1 = 2,155$
- $K_{torsión} = q * (K_{t_{torsión}} - 1) + 1 = 0,97 * (1,4 - 1) + 1 = 1,386$
- Acabado superficial  $\rightarrow C_a = 0,67$

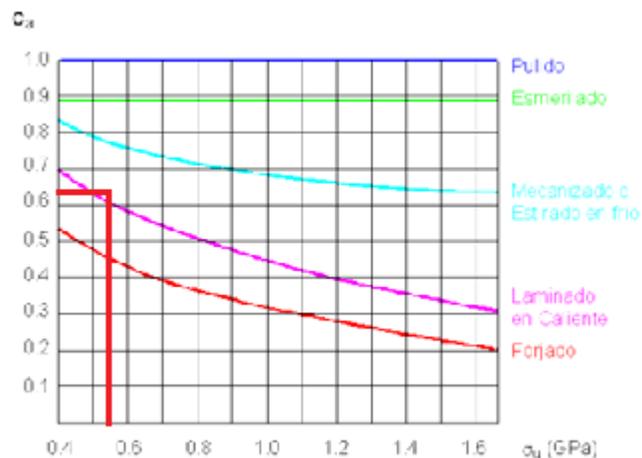


Ilustración Determinación coeficiente acabado superficial

- Tamaño y tipo de sollicitación  $\rightarrow$  Planteando el diámetro de 123 milímetros

$$C_b = 1,189 * 123^{-0,097} = 0,7455$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 96 de 404

- Confiabilidad  $\rightarrow$  Considerando una confiabilidad de 0.9  $C_c = 0,897$
- Efectos de la temperatura  $\rightarrow$  Menor a  $750^\circ\text{C}$   $C_d = 1$
- Coeficiente total  $\rightarrow C = C_a * C_b * C_c * C_d = 0,4514$
- Resistencia a fluencia  $\rightarrow S_y = 7734 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
- Resistencia a fluencia tangencial  $\rightarrow S_{ys} = 0,6 * 7734 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = 4640,4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
- Resistencia a fatiga  $\rightarrow S_n = 5484 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
- Resistencia tangencial a fatiga  $\rightarrow S_{ns} = 0,6 * S_n = 3290,4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$
- Factor de seguridad  $N \rightarrow 1,5$
- Mf: 55738 Kgcm
- Mt: 126276 Kgcm

En último lugar, se deben definir las tensiones medias y alternantes tanto normales como cortantes, es decir:

$$\sigma_{media} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} + \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\sigma_{alternante} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{media} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} + \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{alternante} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} - \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 97 de 404

Considerando un momento torsor constante a lo largo del eje y que su mínimo es 0 se tiene un  $\tau_{\text{medio}}$  y  $\tau_{\text{alternante}}$  de igual magnitud, en cambio en las tensiones normales se considera una carga variable invertida, es decir, de R igual a -1 por lo que  $\sigma_{\text{media}}$  es igual a 0 y,  $\sigma_{\text{alternante}}$  es igual a la tensión normal máxima. Estas tensiones se obtienen de la siguiente manera:

$$\sigma_{MÁX} = \frac{M_{FMÁX}}{W_X} \pm \frac{F_{MÁX}}{A}; \quad \sigma_{MÍN} = \frac{M_{FMÍN}}{W_X} \pm \frac{F_{MÍN}}{A}$$

$$\tau_{MÁX} = \frac{M_{TMÁX}}{W_X} \pm \frac{F_{MÁX}}{A}; \quad \tau_{MÍN} = \frac{M_{TMÍN}}{W_P} \pm \frac{F_{MÍN}}{A}$$

Teniendo en cuenta que se trata de una sección circular. Con todos estos datos, ya se encuentran las condiciones para realizar el cálculo.

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{S_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * S_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{K_{fs} * \tau_a}{C * S_{ns}}\right)^2}$$

Completando los datos en una planilla de cálculo de Excel se obtiene el diámetro

SECCIÓN 1					
Coefficientes		Esfuerzos			
K <sub>f</sub>	2,2	M <sub>fmax</sub>	55738	M <sub>medio</sub>	0
K <sub>f</sub>	1,39	M <sub>fmin</sub>	-55738	M <sub>alternante</sub>	55738
C	0,45	M <sub>Tmax</sub>	126276	T <sub>medio</sub>	63138
<b>Material</b>	1045 WQT 1000 Templado a 538°C	M <sub>Tmin</sub>	0	T <sub>alternante</sub>	63138
S <sub>y</sub>	7734	S <sub>ys</sub>	4640,4		
S <sub>n</sub>	5484	S <sub>ns</sub>	3290,4		
N	1,5				

<b>DIÁMETRO(cm)</b>
<b>9,747</b>

Tabla 15 Determinación de Sección 1 del eje

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 98 de 404

Diámetro a partir del cual se puede continuar iterando para obtener un diámetro más certero, pero en función de la maquinabilidad y disponibilidad de apoyos, se determina un diámetro de 100 milímetros.

Determinación de sección 2 mediante Westinghouse:

Con la aproximación realizada mediante código ASME se procede a determinar los coeficientes que afectan a la ecuación en función de los concentradores de tensión.

Recurriendo a las tablas y nomogramas expuestas anteriormente se tiene que:

- $D_{ASME}=128$  mm
- $d_{ASME}=123$  mm
- Relación  $D/d=1.041$
- $r=2,5$ mm
- Relación  $r/d=0,03$
- $K_{tf}=2,15$

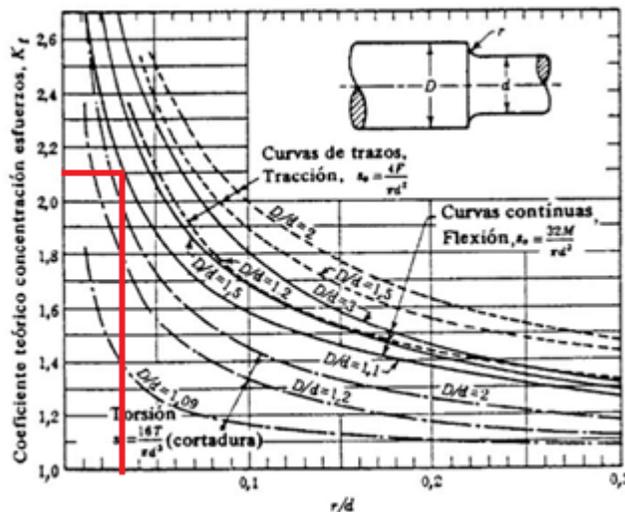


Ilustración 47 Determinación de  $K_{tf}$

- $K_{tt}=1,4$

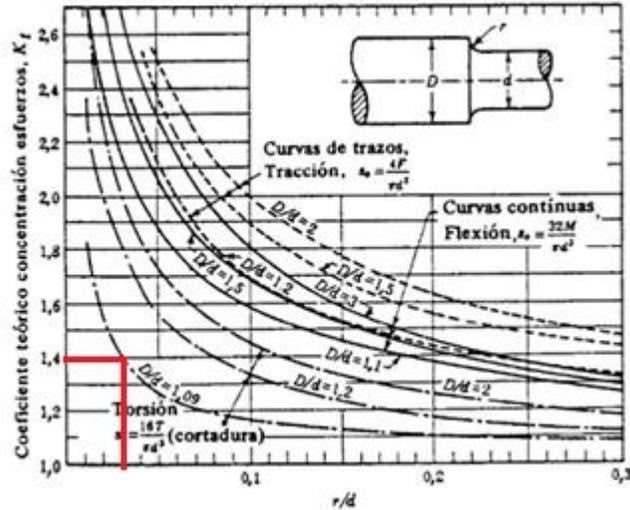


Ilustración 48 Determinación de  $K_{tt}$

- $q=0,97$

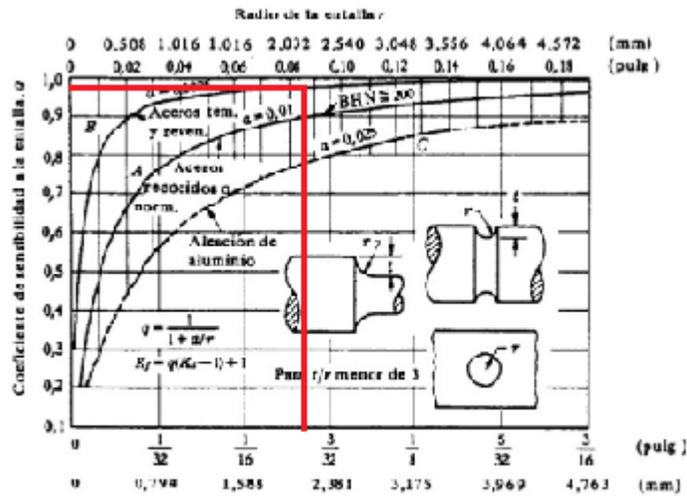


Ilustración 49 Determinación de coeficiente  $q$

- $K_{f\text{flexión}} = q * (K_{t\text{flexión}} - 1) + 1 = 0,97 * (2,15 - 1) + 1 = 2,155$
- $K_{f\text{torsión}} = q * (K_{t\text{torsión}} - 1) + 1 = 0,97 * (1,4 - 1) + 1 = 1,386$

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 100 de 404

- Acabado superficial  $\rightarrow C_a = 0,67$

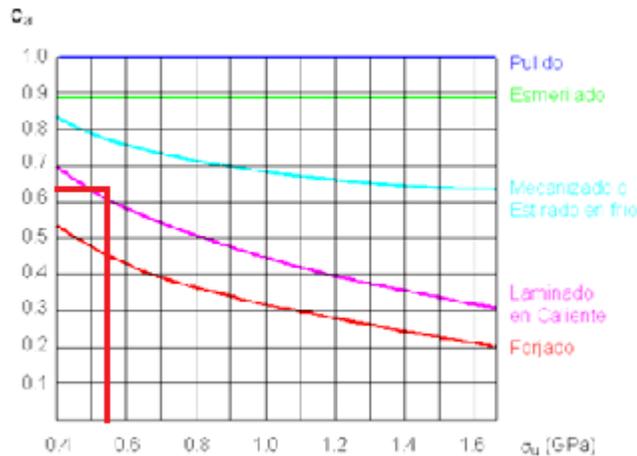


Ilustración 50 Determinación de coeficiente de acabado superficial

- Tamaño y tipo de sollicitación  $\rightarrow$  Planteando el diámetro de 128 milímetros

$$C_b = 1,189 * 128^{-0,097} = 0,7426$$

- Confiabilidad  $\rightarrow$  Considerando una confiabilidad de 0.99  $C_c = 0,814$

- Efectos de la temperatura  $\rightarrow$  Menor a 750°C  $C_d = 1$

- Coeficiente total  $\rightarrow C = C_a * C_b * C_c * C_d = 0,4015$

- Resistencia a fluencia  $\rightarrow S_y = 7734 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia a fluencia tangencial  $\rightarrow S_{ys} = 0,6 * 7734 \frac{Kg}{cm^2} = 4640,4 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia a fatiga  $\rightarrow S_n = 5484 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia tangencial a fatiga  $\rightarrow S_{ns} = 0,6 * S_n = 3290,4 \frac{Kg}{cm^2}$

- Factor de seguridad  $N \rightarrow 1,5$

- $M_f: 76642 \text{ Kgcm}$

- $M_t: 126276 \text{ Kgcm}$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>101</b> de <b>404</b>

En último lugar, se deben definir las tensiones medias y alternantes tanto normales como cortantes, es decir:

$$\sigma_{media} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} + \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\sigma_{alternante} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{media} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} + \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{alternante} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} - \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

Considerando un momento torsor constante a lo largo del eje y que su mínimo es 0 se tiene un  $\tau_{medio}$  y  $\tau_{alternante}$  de igual magnitud, en cambio en las tensiones normales se considera una carga variable invertida, es decir, de R igual a -1 por lo que  $\sigma_{media}$  es igual a 0 y,  $\sigma_{alternante}$  es igual a la tensión normal máxima. Estas tensiones se obtienen de la siguiente manera:

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{M_{F M\acute{A}X}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{A}X}}{A}; \quad \sigma_{M\acute{I}N} = \frac{M_{F M\acute{I}N}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{I}N}}{A}$$

$$\tau_{M\acute{A}X} = \frac{M_{T M\acute{A}X}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{A}X}}{A}; \quad \tau_{M\acute{I}N} = \frac{M_{T M\acute{I}N}}{W_P} \pm \frac{F_{M\acute{I}N}}{A}$$

Teniendo en cuenta que se trata de una sección circular. Con todos estos datos, ya se encuentran las condiciones para realizar el cálculo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 102 de 404

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{S_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * S_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{K_{fs} * \tau_a}{C * S_{ns}}\right)^2}$$

Completando los datos en una planilla de cálculo de Excel se obtiene el diámetro

SECCIÓN 2					
Coeficientes		Esfuerzos			
Kff	2,155	Mfmax	76642	Mmedio	0
Kft	1,388	Mfmin	-76642	Malternante	76642
C	0,40	MTmax	126276	Tmedio	63138
<b>Material</b>	1045 WQT 1000 Templado a 538°C	MTmin	0	Talternante	63138
Sy	7734	Sys	4640,4		
Sn	5484	Sns	3290,4		
N	1,5				

**DIÁMETRO(cm)**

**10,9102**

*Tabla 16 Determinación de Sección 2 de eje de accionamiento*

Diámetro a partir del cual se puede continuar iterando para obtener un diámetro más certero, pero en función de la maquinabilidad y esfuerzos a los que se somete esta sección, se determina un diámetro de 110 milímetros.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>103</b> de <b>404</b>

Determinación de sección 2 mediante Westinghouse:

Se procede a determinar los coeficientes que afectan a la ecuación en función de los concentradores de tensión, en este caso se enfoca el cálculo en función de la chaveta que relaciona a el árbol con el disco de destalonado.

- Los factores correspondientes a la utilización de la chaveta se obtienen de la siguiente tabla:

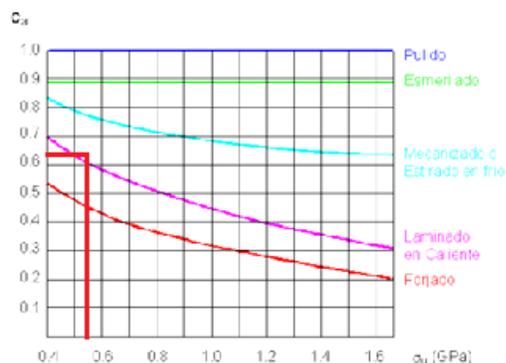
**TABLA AT 13 VALORES DE  $K_f$  PARA CHAVETEROS [4-2]. Véase § 10.4**

CLASE DE CHAVETERO	RECOCIDO		ENDURECIDO	
	Fle-xión	Tor-sión	Fle-xión	Tor-sión
Perfil	1,6	1,3	2,0	1,6
De patín	1,3	1,3	1,6	1,6

*Ilustración 51 Tabla de coeficientes según tipo de chavetero*

Considerando una chaveta de patín, se tiene que:  $K_{ff}=1,6$  y que  $K_{ft}=1,6$

- Acabado superficial  $\rightarrow C_a = 0,67$



*Ilustración 52 Coeficiente según acabado superficial*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 104 de 404

- Tamaño y tipo de sollicitación → Planteando el diámetro de 128 milímetros  
 $C_b = 1,189 * 128^{-0,097} = 0,7426$
- Confiabilidad → Considerando una confiabilidad de 0.99  $C_c = 0,814$
- Efectos de la temperatura → Menor a 750°C  $C_d = 1$
- Coeficiente total →  $C = C_a * C_b * C_c * C_d = 0,405$
- Resistencia a fluencia →  $S_y = 7734 \frac{Kg}{cm^2}$
- Resistencia a fluencia tangencial →  $S_{ys} = 0,6 * 7734 \frac{Kg}{cm^2} = 4640,4 \frac{Kg}{cm^2}$
- Resistencia a fatiga →  $S_n = 5484 \frac{Kg}{cm^2}$
- Resistencia tangencial a fatiga →  $S_{ns} = 0,6 * S_n = 3290,4 \frac{Kg}{cm^2}$
- Factor de seguridad  $N \rightarrow 1,5$

En último lugar, se deben definir las tensiones medias y alternantes tanto normales como cortantes, es decir:

$$\sigma_{media} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} + \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\sigma_{alternante} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{media} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} + \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{alternante} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} - \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>105</b> de <b>404</b>

Considerando un momento torsor constante a lo largo del eje y que su mínimo es 0 se tiene un  $\tau_{\text{medio}}$  y  $\tau_{\text{alternante}}$  de igual magnitud, en cambio en las tensiones normales se considera una carga variable invertida, es decir, de R igual a -1 por lo que  $\sigma_{\text{media}}$  es igual a 0 y,  $\sigma_{\text{alternante}}$  es igual a la tensión normal máxima. Estas tensiones se obtienen de la siguiente manera:

$$\sigma_{MÁX} = \frac{M_{FMÁX}}{W_X} \pm \frac{F_{MÁX}}{A}; \quad \sigma_{MÍN} = \frac{M_{FMÍN}}{W_X} \pm \frac{F_{MÍN}}{A}$$

$$\tau_{MÁX} = \frac{M_{TMÁX}}{W_X} \pm \frac{F_{MÁX}}{A}; \quad \tau_{MÍN} = \frac{M_{TMÍN}}{W_P} \pm \frac{F_{MÍN}}{A}$$

Teniendo en cuenta que se trata de una sección circular. Con todos estos datos, ya se encuentran las condiciones para realizar el cálculo.

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{S_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * S_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{K_{fs} * \tau_a}{C * S_{ns}}\right)^2}$$

SECCIÓN 2 - CHAVETA							
Coeficientes		Esfuerzos					
Kff	1,60	Mfmax	76642	Mmedio	0		
Kft	1,60	Mfmin	-76642	Malternante	76642		
C	0,41	MTmax	126276	Tmedio	63138		
<b>Material</b>	1045 WQT 1000 Templado a 538°C	MTmin	0	Talternante	63138		
Sy	7734	Sys	4640,4	<table border="1"> <tr> <td><b>DIÁMETRO(cm)</b></td> </tr> <tr> <td><b>10,277</b></td> </tr> </table>		<b>DIÁMETRO(cm)</b>	<b>10,277</b>
<b>DIÁMETRO(cm)</b>							
<b>10,277</b>							
Sn	5484	Sns	3290				
N	1,5						

Tabla 16b Determinación de sección 2 del eje de accionamiento considerando chaveteros

Diámetro del cual se puede definir que, en este caso, los mayores concentradores de tensión son los cambios de sección por lo que se define el diámetro de esta sección en 110 milímetros.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 106 de 404

Determinación de sección 3 mediante Westinghouse:

Con la aproximación realizada mediante código ASME se procede a determinar los coeficientes que afectan a la ecuación en función de los concentradores de tensión.

Recurriendo a las tablas y nomogramas expuestas anteriormente se tiene que:

- $D_{ASME}=128$  mm
- $d_{ASME}=123$  mm
- Relación  $D/d=1.041$
- $r=2,5$ mm
- Relación  $r/d=0,03$
- $K_{tf}=2,15$

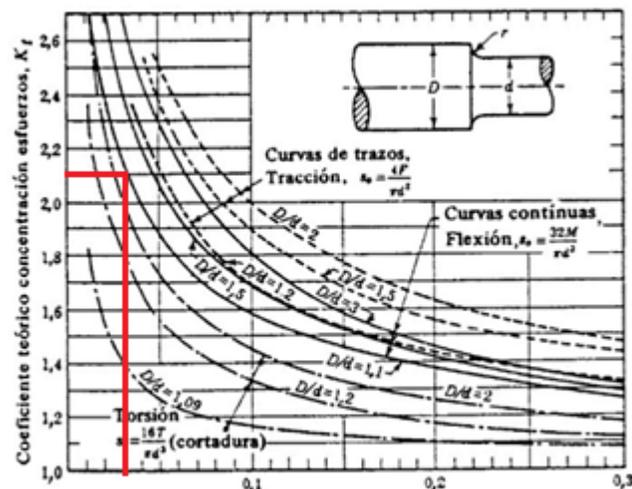


Ilustración 53 Determinación de  $K_{tf}$

- $K_{tt}=1,4$

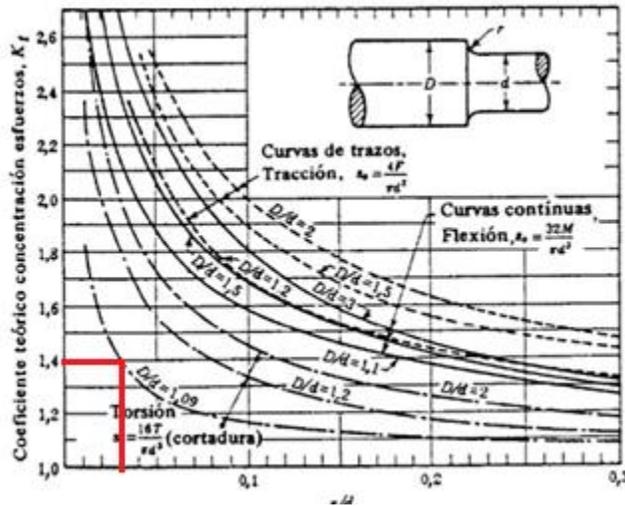


Ilustración 55 Determinación de Ktt

- $q=0,97$

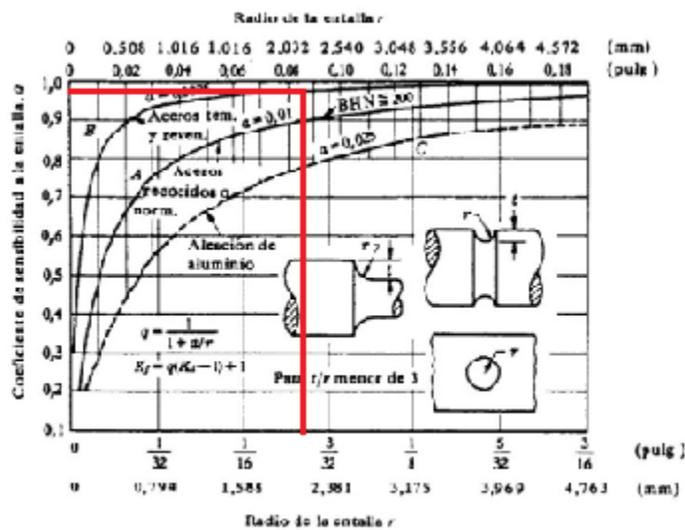


Ilustración 54 Determinación de coeficiente q

- $K_{f\text{flexión}} = q * (K_{t\text{flexión}} - 1) + 1 = 0,97 * (2,15 - 1) + 1 = 2,155$
- $K_{f\text{torsión}} = q * (K_{t\text{torsión}} - 1) + 1 = 0,97 * (1,4 - 1) + 1 = 1,386$

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 108 de 404

- Acabado superficial  $\rightarrow C_a = 0,67$

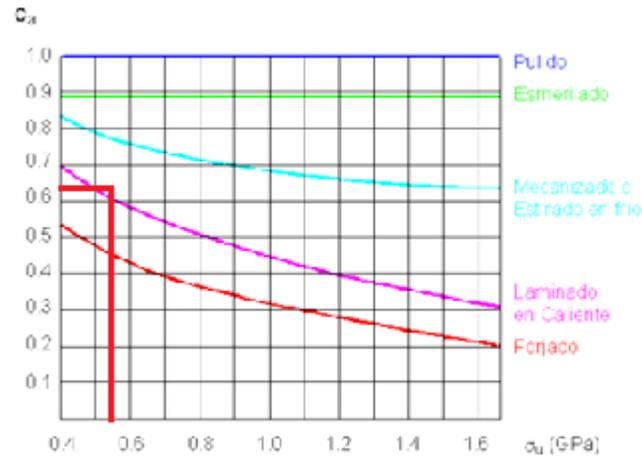


Ilustración 56 Determinación de coeficiente de acabado superficial

- Tamaño y tipo de sollicitación  $\rightarrow$  Planteando el diámetro de 123 milímetros

$$C_b = 1,189 * 123^{-0,097} = 0,7455$$

- Confiabilidad  $\rightarrow$  Considerando una confiabilidad de 0.9  $C_c = 0,897$

- Efectos de la temperatura  $\rightarrow$  Menor a 750°C  $C_d = 1$

- Coeficiente total  $\rightarrow C = C_a * C_b * C_c * C_d = 0,4480$

- Resistencia a fluencia  $\rightarrow S_y = 7734 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia a fluencia tangencial  $\rightarrow S_{ys} = 0,6 * 7734 \frac{Kg}{cm^2} = 4640,4 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia a fatiga  $\rightarrow S_n = 5484 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia tangencial a fatiga  $\rightarrow S_{ns} = 0,6 * S_n = 3290,4 \frac{Kg}{cm^2}$

- Factor de seguridad  $N \rightarrow 1,5$

- Mf: 54738 Kgcm

- Mt: 126276 Kgcm

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>109</b> de <b>404</b>

En último lugar, se deben definir las tensiones medias y alternantes tanto normales como cortantes, es decir:

$$\sigma_{media} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} + \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\sigma_{alternante} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{media} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} + \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{alternante} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} - \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

Considerando un momento torsor constante a lo largo del eje y que su mínimo es 0 se tiene un  $\tau_{medio}$  y  $\tau_{alternante}$  de igual magnitud, en cambio en las tensiones normales se considera una carga variable invertida, es decir, de R igual a -1 por lo que  $\sigma_{media}$  es igual a 0 y,  $\sigma_{alternante}$  es igual a la tensión normal máxima. Estas tensiones se obtienen de la siguiente manera:

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{M_{F M\acute{A}X}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{A}X}}{A}; \quad \sigma_{M\acute{I}N} = \frac{M_{F M\acute{I}N}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{I}N}}{A}$$

$$\tau_{M\acute{A}X} = \frac{M_{T M\acute{A}X}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{A}X}}{A}; \quad \tau_{M\acute{I}N} = \frac{M_{T M\acute{I}N}}{W_P} \pm \frac{F_{M\acute{I}N}}{A}$$

Teniendo en cuenta que se trata de una sección circular. Con todos estos datos, ya se encuentran las condiciones para realizar el cálculo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 110 de 404

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{S_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * S_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{K_{fs} * \tau_a}{C * S_{ns}}\right)^2}$$

Completando los datos en una planilla de cálculo de Excel se obtiene el diámetro

SECCIÓN 3					
Coefficientes		Esfuerzos			
Kf	2,155	Mfmax	54738	Mmedio	0
Kfs	1,388	Mfmin	-54738	Malternante	54738
C	0,45	MTmax	126276	Tmedio	63138
<b>Material</b>	1045 WQT 1000 Templado a 538°C	MTmin	0	Talternante	63138
Sy	7734	Sys	4640,4		
Sn	5484	Sns	3290,4		
N	1,5				

<b>DIÁMETRO(cm)</b>
<b>9,731</b>

Tabla 17 Determinación de sección 3 de árbol de accionamiento

Diámetro a partir del cual se puede continuar iterando para obtener un diámetro más certero, pero en función de la maquinabilidad y escalonamiento entre secciones, se determina un diámetro de 104 milímetros que será útil en la próxima sección en la que se encuentra el apoyo del árbol.

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 111 de 404

Determinación de sección 4 mediante Westinghouse:

Con la aproximación realizada mediante código ASME se procede a determinar los coeficientes que afectan a la ecuación en función de los concentradores de tensión.

Recurriendo a las tablas y nomogramas expuestas anteriormente se tiene que:

- $D_{ASME}=123 \text{ mm}$
- $d_{ASME}=117 \text{ mm}$
- Relación  $D/d=1.052$
- $r=3\text{mm}$
- Relación  $r/d=0,03$
- $K_{tf}=2,17$

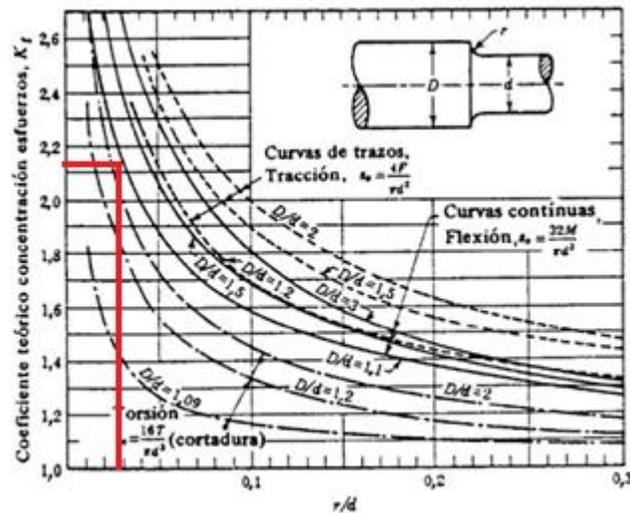


Ilustración 57 Determinación de  $K_{tf}$

- $K_{tt}=1,42$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 112 de 404

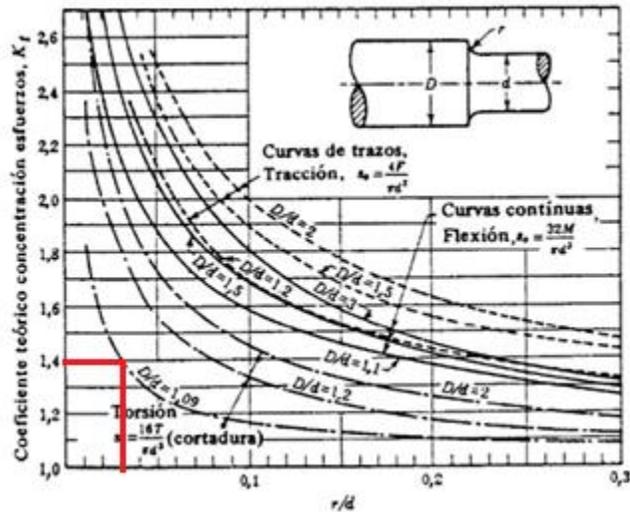


Ilustración 58 Determinación de  $K_{tt}$

- $q=0,99$

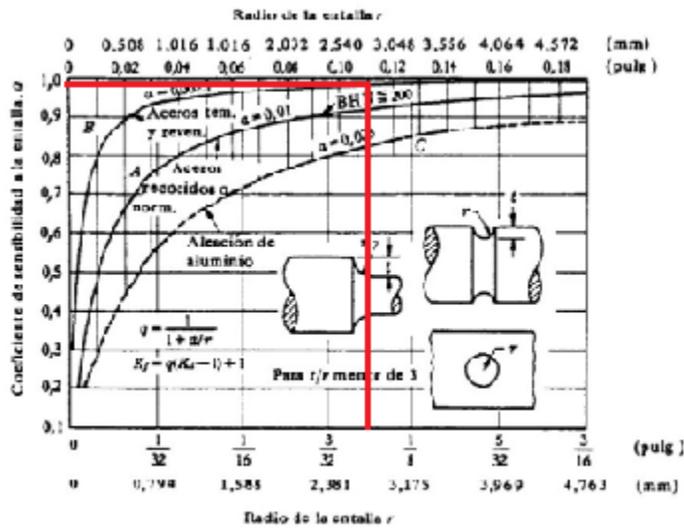


Ilustración 59 Determinación de coeficiente  $q$

- $K_{f_{flexión}} = q * (K_{t_{flexión}} - 1) + 1 = 0,99 * (2,17 - 1) + 1 = 2,1583$
- $K_{f_{torsión}} = q * (K_{t_{torsión}} - 1) + 1 = 0,99 * (1,42 - 1) + 1 = 1,4158$

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 113 de 404

- Acabado superficial  $\rightarrow C_a = 0,67$

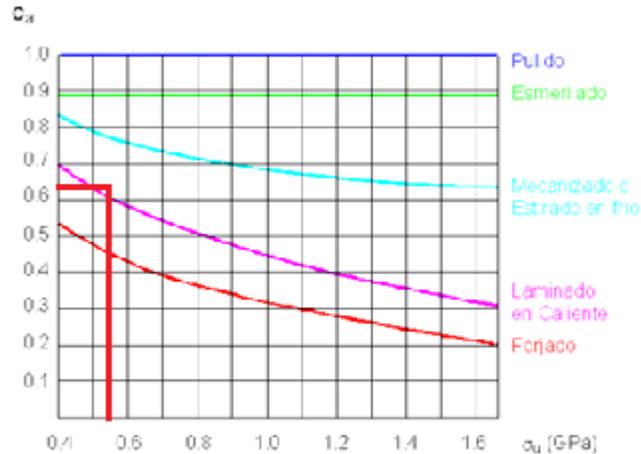


Ilustración 60 Determinación de acabado superficial

- Tamaño y tipo de sollicitación  $\rightarrow$  Planteando el diámetro de 117 milímetros

$$C_b = 1,189 * 117^{-0,097} = 0,7491$$

- Confiabilidad  $\rightarrow$  Considerando una confiabilidad de 0.9  $C_c = 0,897$

- Efectos de la temperatura  $\rightarrow$  Menor a 750°C  $C_d = 1$

- Coeficiente total  $\rightarrow C = C_a * C_b * C_c * C_d = 0,4481$

- Resistencia a fluencia  $\rightarrow S_y = 7734 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia a fluencia tangencial  $\rightarrow S_{ys} = 0,6 * 7734 \frac{Kg}{cm^2} = 4640,4 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia a fatiga  $\rightarrow S_n = 5484 \frac{Kg}{cm^2}$

- Resistencia tangencial a fatiga  $\rightarrow S_{ns} = 0,6 * S_n = 3290,4 \frac{Kg}{cm^2}$

- Factor de seguridad  $N \rightarrow 1,5$

- $M_f$ : 17988 Kgcm

- $M_t$ : 126276 Kgcm

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 114 de 404

En último lugar, se deben definir las tensiones medias y alternantes tanto normales como cortantes, es decir:

$$\sigma_{media} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} + \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\sigma_{alternante} = \frac{\sigma_{m\acute{a}x} - \sigma_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{media} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} + \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

$$\tau_{alternante} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} - \tau_{m\acute{i}n}}{2}$$

Considerando un momento torsor constante a lo largo del eje y que su mínimo es 0 se tiene un  $\tau_{medio}$  y  $\tau_{alternante}$  de igual magnitud, en cambio en las tensiones normales se considera una carga variable invertida, es decir, de R igual a -1 por lo que  $\sigma_{media}$  es igual a 0 y,  $\sigma_{alternante}$  es igual a la tensión normal máxima. Estas tensiones se obtienen de la siguiente manera:

$$\sigma_{M\acute{A}X} = \frac{M_{F M\acute{A}X}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{A}X}}{A}; \quad \sigma_{M\acute{I}N} = \frac{M_{F M\acute{I}N}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{I}N}}{A}$$

$$\tau_{M\acute{A}X} = \frac{M_{T M\acute{A}X}}{W_X} \pm \frac{F_{M\acute{A}X}}{A}; \quad \tau_{M\acute{I}N} = \frac{M_{T M\acute{I}N}}{W_P} \pm \frac{F_{M\acute{I}N}}{A}$$

Teniendo en cuenta que se trata de una sección circular. Con todos estos datos, ya se encuentran las condiciones para realizar el cálculo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 115 de 404

$$\frac{1}{N} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{S_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * S_n}\right)^2 + \left(\frac{\tau_m}{S_{ys}} + \frac{K_{fs} * \tau_a}{C * S_{ns}}\right)^2}$$

Completando los datos en una planilla de cálculo de Excel se obtiene el diámetro

SECCIÓN 4					
Coeficientes		Esfuerzos			
Kf	2,1583	Mfmax	17988	Mmedio	0
Kfs	1,42	Mfmin	-17988	Malternante	17988
C	0,450	MTmax	126276	Tmedio	63138
<b>Material</b>	1045 WQT 1000 Templado a 538°C	MTmin	0	Talternante	63138
Sy	7734	Sys	4640,4		
Sn	5484	Sns	3290,4		
N	1,5				

<b>DIÁMETRO(cm)</b>
<b>8,50</b>

Tabla 18 Determinación de sección 4 de árbol de accionamiento

Diámetro a partir del cual se puede continuar iterando para obtener un diámetro más certero, pero en función de la maquinabilidad, escalonamiento para la fijación de los rodamientos y alineación de los mismos, se determina un diámetro de 100 milímetros que será útil en la próxima sección en la que se encuentra el apoyo del árbol.

A continuación, se adjunta un cuadro resumiendo los diámetros obtenidos y los finalmente adoptados en función de la fabricación y montaje del mismo.

En función de la maquinabilidad y disponibilidad de apoyos, se fabrica el eje de la siguiente manera con los correspondientes radios de curvatura para evitar mayores concentradores de tensiones:

Determinación de secciones según Westinhouse													
Sección	Mfmax [kg/cm]	Mfmin [kg/cm]	Mtmax [kg/cm]	Mtmin [kg/cm]	Mmedio	Malternante	Tmedio	Talternante	Kf	Kfs	C	Diámetro [cm]	Diámetro adoptado [mm]
1	55738	-55738	126276	0	0	55738	63138	63138	2,16	1,39	0,451	<b>9,75</b>	<b>100</b>
2	76642	-76642	126276	0	0	76642	63138	63138	2,16	1,39	0,402	<b>10,91</b>	<b>110</b>
3	54738	-54738	126276	0	0	54738	63138	63138	2,16	1,39	0,448	<b>9,73</b>	<b>104</b>
4	17988	-17988	126276	0	0	17988	63138	63138	2,16	1,42	0,450	<b>8,50</b>	<b>100</b>

Tabla 19 Secciones Adoptadas para el árbol de accionamiento

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 116 de 404

- Sección 1: 100 milímetros
- Sección 2: 110 milímetros
- Sección 3: 104 milímetros
- Sección 4: 100 milímetros

Adoptando, para los extremos finales, las longitudes y diámetros necesarios para la colocación de los rodamientos con las correspondientes estaciones/soportes de apoyo.

Para transmitir la potencia de la salida del motor hasta el calculado árbol se debe incluir un acoplamiento o también conocido como “manchón” que sea capaz de soportar el momento torsor a ejercer.

Procediendo al catálogo ComInTec, se selecciona un acoplamiento flexible compacto que presenta las siguientes características:

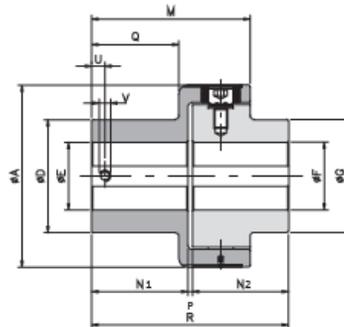
- Realizado en acero mecanizado con tratamiento estándar de fosfatación.
- Mantenimiento sin desmontar el acoplamiento.
- Adecuado para elevadas temperaturas de trabajo.
- Equilibrado estáticamente, adecuado para absorber las vibraciones.
- Máximo grado de protección.
- Óptima relación par/dimensiones.

Además, se encuentra está compuesto por dos cubos de acero UNI EN ISO 683-1:2018 mecanizados. Estos dos cubos están conectados entre sí mediante pernos radiales, realizados en acero de alta resistencia con elementos elásticos intercalados. Dichos pernos,

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 117 de 404

con elementos elásticos, están protegidos por una banda externa para proporcionar al acoplamiento un alto grado de protección.

Esta característica de fabricación permite realizar el mantenimiento sustituyendo los elementos elásticos sin tener que desmontar ni desplazar los cubos ni los ejes de la transmisión, lo que supone un gran ahorro de tiempo y ayuda a optimizar la productividad de la instalación.



**DIMENSIONES**

Tamaño	A	D	E H7		F H7		G	M	N1	N2	P	Q	R	U	V
			bruto	máx.	bruto	máx.									
00	63	42	-	28	-	24	42	52	24	25	2	18	52	8	M4
0	78	50	-	35	-	35	50	63,5	32	3,5	28	67,5	10	M5	
1	108	70	-	48	-	48	70	89	49	4	44	102	12	M6	
2	130	80	-	55	-	55	80	111	65	4	59	134	15	M8	
3	161	100	-	68	-	68	100	140	85	4	77	174	15	M8	
4	206	120	20	80	20	80	120	168	105	4	97	214	20	M10	
5	239	135	30	90	30	90	135	201	130	4	120	264	20	M10	
6	315	215	40	150	40	120	175	260	165	5	150	335	25	M12	
7	364	240	40	165	40	145	210	310	205	5	185	415	25	M12	
...	610	320	80	220	80	220	320					535			

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Tamaño	Par (Nm)		Peso (kg)	Inercia (kgm²)	Velocidad máx. (rpm)	Temperatura de funcionamiento (°C)	Dureza del elemento elástico (ShA)	Desalineaciones					
	nom	máx.						Angular α (°)		Axial X (mm)		Radial K (mm)	
								continuo	intermitente	continuo	intermitente	continuo	intermitente
00	35	50	0,8	0,00045	6000	Entre -15 y +150	74 ±3	1°	1° 30'	±0,7	±1,5	0,5	0,7
0	70	110	1,5	0,00124	5500			1°	1° 30'	±0,7	±1,5	0,5	0,7
1	280	420	4,2	0,00633	5000			0° 48'	1°	±0,7	±1,5	0,5	0,7
2	570	860	7,7	0,01592	4500			0° 36'	0° 48'	±0,7	±1,5	0,6	0,7
3	980	1500	14,2	0,04666	4000			0° 30'	0° 42'	±0,8	±1,6	0,6	0,8
4	2340	3600	22,6	0,12546	3100			0° 24'	0° 30'	±0,8	±1,6	0,6	0,8
5	3880	5800	36,0	0,26035	2800			0° 24'	0° 30'	±0,8	±1,6	0,6	0,8
6	15000	20000	118	0,88951	2000			0° 24'	0° 30'	±0,8	±1,6	0,6	0,8
7	30000	35000	128,4	1,77108	1500			0° 24'	0° 30'	±0,8	±1,6	0,6	0,8
...	90000	100000											

Ilustración 61 Características Acoplamiento mecánico

Y, en particular, el elemento elástico posee las siguientes características

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 118 de 404

- Buena resistencia a todos los lubricantes y fluidos hidráulicos convencionales.
- Óptimas propiedades mecánicas.
- Adecuado para trabajar en modo continuo a temperaturas comprendidas entre -15 °C y 150 °C y por períodos cortos hasta 170 °C.

Por lo que, en función del diámetro del árbol y el par ejercido, se selecciona un acoplamiento GEC 6 capaz de soportar hasta 20000 Nm de par.

A su vez, se debe proceder ahora a el diseño y cálculo de las chavetas presentes en el eje. El cálculo se realiza en base a los esfuerzos a los que se somete la chaveta cuando se encuentra en funcionamiento, estos son los de corte y compresión o aplastamiento. Se debe considerar que la chaveta actúa como “fusible” del sistema de modo que si se presenta un imprevisto como un atascamiento o exceso de cargas lo primero en romperse deberá ser la chaveta de manera que no provoque un daño considerable en el árbol u otro elemento que podría ser más costoso.

### **Diseño y dimensionamiento de chaveta:**

Considerando los esfuerzos a los que se someterá esta, se determina la chaveta a utilizar para ser accionada a 10 HP a 5,5 rpm.

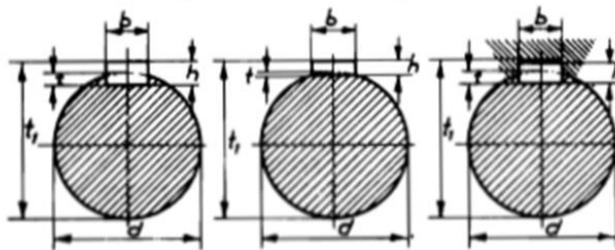
En primer lugar, se deberá elegir un material acorde para la chaveta, se seleccionó un acero de bajo contenido en carbono más específicamente un SAE 1045 WQT 1200 templado a 649°C cuya tensión normal a fluencia  $S_y=5095$  [kg/cm<sup>2</sup>], este valor esta tabulado en los distintos catálogos de aceros y también en la tabla AT8 del libro FAIRES.

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 119 de 404

En cuanto al diseño de la chaveta, se partirá de la selección de ancho y alto recomendados y, se determinará el largo de esta en función de los esfuerzos a los que se somete. Las recomendaciones mencionadas se obtienen del manual “Casillas, Maquinas y cálculos de taller”.

Por lo que se tendrá una chaveta de:

### Ranuras, chavetas y chaveteros



Diámetro del eje	CHAVETA ENCASTRADA				CHAVETA PLANA				CHAVETA			
	Ancho	Alto	Profundidad de la entalla del eje	Profundidad de la ranura del cubo	Ancho	Alto	Altura del rebaje	Profundidad de la ranura del cubo	Ancho	Alto	Profundidad de la entalla del eje	Profundidad de la ranura del cubo
d	b	h	t	t <sub>1</sub>	b	h	t	t <sub>1</sub>	b	h	t	t <sub>1</sub>
68- 70	20	12	6	d + 6	20	8	2	d + 6	20	12	6	d + 6,3
78- 92	24	14	7	d + 7	24	9	2	d + 7	24	14	7	d + 7,3
92-110	28	16	8	d + 8	28	10	2	d + 8	28	16	8	d + 8,3

Ilustración 62 Dimensiones recomendadas de chavetas

- $b = 28 \text{ mm}$
- $h = 16 \text{ mm}$

El paso siguiente es seleccionar un coeficiente de seguridad adecuado, considerando que se trata de un “fusible”, de la carga y material se selecciona un  $CS=1,5$ .

Ya teniendo en cuenta la potencia del motor y las revoluciones a la que girará el eje se tiene que:

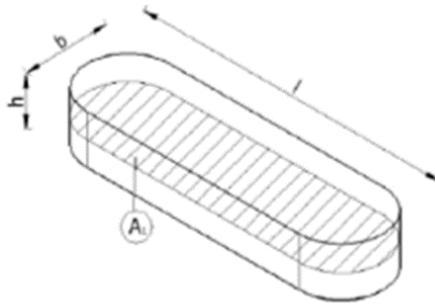
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 120 de 404

- $M_t = 126276 \text{ Kgcm}$
- $F = 2525 \text{ Kg}$  o  $24750 \text{ N}$

Con lo que ya se encuentran los datos para poder dimensionar la longitud de la chaveta en función de los esfuerzos de chaveta al corte y a la compresión.

Dimensionamiento de la chaveta sometida a esfuerzo de corte:

La chaveta al corte está sometida a un  $\tau_{xy}$  que es igual a la fuerza que actúa sobre ella sobre el área en la que actúa, esta se puede visualizar en la siguiente imagen:



*Ilustración 63 Chaveta sometida a esfuerzo de corte*

Conociendo la fuerza que actúa, se debe conocer el área sobre la que actúa con el inconveniente de que no se tiene la longitud de la chaveta, esta se puede determinar mediante el siguiente despeje:

$$A_1 = b * (l - b) + \frac{\pi * b^2}{4} \quad (1)$$

Y conociendo que el  $\tau_{xy}$  es igual a la fuerza que actúa sobre el área:

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A} = \frac{S_{ys}}{CS} \quad (2)$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 121 de 404

Siendo  $S_{ys}$  la tensión cortante en fluencia que generalmente es el 60% de la tensión normal en fluencia para materiales dúctiles.

$$S_{ys} = 2446,2 \frac{Kg}{cm^2} = 240 MPa$$

Conociendo que 1 MPa es igual a 1 N/mm<sup>2</sup>.

Despejando la ecuación (2) considerando (1) se tiene:

$$\frac{CS * F}{S_{ys}} = b * (l - b) + \frac{\pi * b^2}{4}$$

$$l = \frac{\frac{1,5 * 24750 N}{240 MPa} + (28 mm)^2 - \frac{\pi * (28 mm)^2}{4}}{28 mm} = 10,43 mm$$

Resultado que puede ser comparado con los resultados que se obtienen con las teorías de fallo.

Determinación según Teoría de la energía de distorsión (Von Mises):

Se plantea que:

$$CS = \frac{S_y}{\sigma}$$

Siendo la tensión efectiva de Von Mises igual a:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + (1 + \mu) * \tau_{xy}^2} = \sqrt{(1 + 0,3) * 2\tau_{xy}^2} \cong \sqrt{3} * \tau_{xy}$$

Y, el  $\tau_{xy}$ :

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 122 de 404

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A} = \frac{F}{b * (l - b) + \frac{\pi * b^2}{4}}$$

Se plantea, finalmente, Von Mises:

$$CS = \frac{S_y}{\sigma} \rightarrow CS = \frac{S_y}{\sqrt{3} * F} * b * (l - b) + \frac{\pi * b^2}{4}$$

Y, despejando:

$$l = \frac{1,5 * \sqrt{3} * 24750 \text{ N}}{500 \text{ MPa} * 28 \text{ mm}} + 28 \text{ mm} - \frac{\pi * 28 \text{ mm}}{4} = 10,6 \text{ mm}$$

Determinación según Teoría Tresca-Guest (Cortante Máxima):

La cual enuncia que:

$$CS = \frac{S_{ys}}{\tau_{m\acute{a}x}}$$

Siendo  $\tau_{m\acute{a}x}$  el valor máximo de la tensión cortante a la que está sometido el material y que es igual a:

$$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{1}{2} * \sqrt{\sigma^2 + 4 * \tau_{xy}}$$

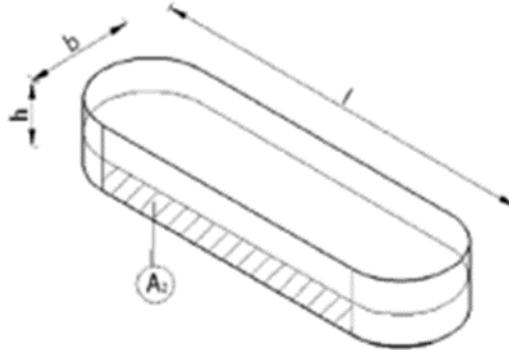
Por lo que:

$$l = \frac{1,5 * 24750 \text{ N}}{240 \text{ MPa} * 28 \text{ mm}} + 28 \text{ mm} - \frac{\pi * 28 \text{ mm}}{4} = 10,4285 \text{ mm}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 123 de 404

Dimensionamiento de chaveta a compresión o aplastamiento:

La chaveta está sometida a una compresión  $\sigma$  que es igual a la fuerza que actúa sobre ella sobre el área en la que actúa, esta se puede visualizar en la siguiente imagen:



*Ilustración 64 Chaveta sometida a esfuerzos de compresión*

De la misma manera en que se calculó cuando la chaveta se encontraba sometida a corte, se debe obtener el área sobre la que actúa con el inconveniente de que no se tiene la longitud de la chaveta, esta se puede determinar mediante el siguiente despeje siendo  $A_2$  el área solicitada:

$$A_2 = (l - b) * \frac{h}{2}$$

Y la tensión de compresión la siguiente:

$$\sigma = \frac{F}{A_2}$$

Se despeja l:

$$\sigma = \frac{2 * F}{(l - b) * h} = \frac{S_y}{CS}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 124 de 404

Por lo que, planteando únicamente la teoría de fallo de Von Mises:

$$CS = \frac{S_y}{\sigma}$$

Siendo la tensión efectiva de Von Mises igual a:

$$\sigma' \cong \sqrt{3} * \tau_{xy}$$

Teniendo solo tensión de compresión, la tensión efectiva de Von Mises queda:

$$\sigma' = \sigma = \frac{F}{A_2} = \frac{F}{(l - b) * \frac{h}{2}}$$

Y, reemplazando:

$$CS = \frac{S_y}{2 * F} * (l - b) * h$$

Se despeja l:

$$l = \frac{1,5 * 24750 \text{ N} * 2}{500 \text{ MPa} * 16 \text{ mm}} + 28 \text{ mm} = 37,3 \text{ mm}$$

Por lo que, para operar sin riesgos de que la chaveta ceda en la operación normal del conjunto, la misma deberá tener las siguientes dimensiones:

$$\text{ancho } b = 28 \text{ milímetros}$$

$$\text{alto } h = 16 \text{ milímetros}$$

$$\text{largo } l = 37,3 \text{ milímetros}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 125 de 404

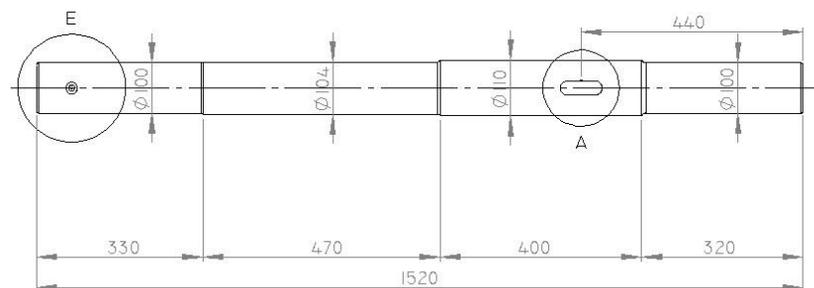
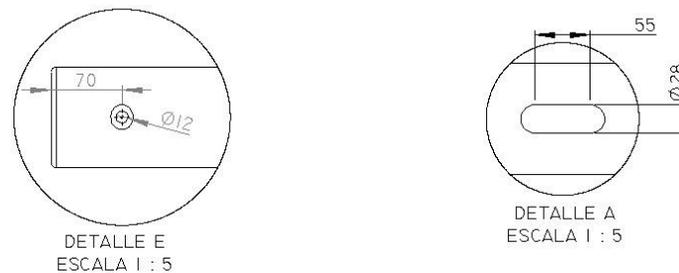
Pero, por cuestiones constructivas y de ensamblaje con el disco de extracción, se diseñó la chaveta con las siguientes dimensiones

*ancho  $b = 28$  milímetros*

*alto  $h = 16$  milímetros*

*largo  $l = 83$  milímetros*

De esta manera, el árbol de accionamiento queda de la siguiente manera



*Ilustración 65 Árbol de accionamiento*

El cual, se sustentará sobre cajas de rodamientos que a su vez se encontrarán fijadas sobre el bastidor de la maquina realizado en perfil UPN 100 como se detallará más adelante.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 126 de 404

La selección de estos se realiza en función de la disponibilidad, los esfuerzos a soportar y la compatibilidad con las características presentes.

Considerando el diámetro en ambos extremos de 100 milímetros y que no se tienen esfuerzos axiales considerables, se procede a la búsqueda en los catálogos de SKF.

Se selecciona una SYJ 100 TF, que es una unidad de rodamientos de bolas con soporte de pie con aro interior prolongado y fijación con tornillos, fundición, normas japonesas. Esta versión es adecuada para aplicaciones con sentidos de giro constantes y alternados. Tiene un aro interior prolongado en ambos lados, y se fija en el eje ajustando un tornillo de fijación en el aro interior, lo que la hace fácil de montar.



*Ilustración 66 Soporte SKF SYJ 100TF*

Que posee las siguientes dimensiones y características de rendimiento:

Dimensiones		Rendimiento	
Diámetro del eje	100 mm	Capacidad de carga dinámica básica	124 kN
Altura del centro (soporte de pie)	115 mm	Capacidad de carga estática básica	93 kN
Ancho total del soporte	95 mm	Velocidad límite	1 900 r/min
Distancia del centro entre los orificios para tornillos	308 mm	Note	Velocidad límite con tolerancia de eje h6
Ancho del rodamiento, total	98.4 mm		

*Ilustración 67 Dimensiones y Características de rendimiento del soporte SYJ100TF*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 127 de 404

A la hora de determinar la vida útil que estos tendrán, se deben tener en cuenta los siguientes datos:

### Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	124 kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	93 kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	3.35 kN
Velocidad límite		1 900 r/min
		Velocidad límite con tolerancia de eje h6

Ilustración 68 Datos de cálculo del soporte

Y, considerando los esfuerzos a los que se verá sometido:

- $F_r = 24750 \text{ N}$
- $F_a = 0,1 * F_r = 2475 \text{ N}$
- $Exc = 0,22$
- *Capacidad de carga dinámica C = 124 KN*
- *Capacidad de carga estática C<sub>0</sub> = 93 KN*

Por lo que siendo  $F_a/F_r$  menor a la excentricidad se considera un X igual a 1 y un Y igual a 0. Estos valores servirán para determinar la carga dinámica equivalente P que es una carga hipotética en magnitud y dirección, que, si actuara radialmente en un rodamiento, tendría el mismo efecto de las cargas reales (Fr y Fa).

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 128 de 404

$$P = X * F_r + Y * F_a = 1 * 24750 N + 0 * 2475 N = 24750 N$$

Valor con el que se pueden obtener la vida útil del rodamiento expresado en horas de funcionamiento a partir del siguiente planteo:

$$L_h = \frac{10^6}{60 * n} * \left(\frac{C}{P}\right)^a$$

Siendo:

- $L_h$ , la vida del rodamiento en horas de funcionamiento
- $n$ , la velocidad de giro en r.p.m.
- $C$ , la capacidad de carga dinámica del rodamiento en N
- $P$ , la carga equivalente sobre el rodamiento, en N
- $a$ , una constante en función al tipo de rodamiento, para el caso de rodamiento a bolas es igual a 3

Por lo que se tiene:

$$L_h = \frac{10^6}{60 * 5,5 \text{ rpm}} * \left(\frac{124000 N}{24750 N}\right)^3 = 3,8 * 10^5 \text{ horas}$$

Que, considerando hasta una jornada laboral de 10 horas y 231 días hábiles, se tiene:

$$V_{\text{añosútil}} = \frac{3,8 * 10^5}{2310} \cong 164 \text{ años}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 129 de 404

Por lo que, se tendrá una vida útil prácticamente infinita del rodamiento siempre y cuando los montajes y mantenimientos sean los adecuados y :

- Considerando los radios de acordamientos recomendados
- Considerando los escalonamientos de radios recomendados
- Considerando los ajustes recomendados por los fabricantes
- Limpieza de los rodamientos y ambiente: polvo y otras suciedades pueden estropearlos rápidamente.
- Eligiendo los ajustes correctamente (consultar las recomendaciones de los fabricantes).
- Sin montar el rodamiento a golpes. Existen herramientas adecuadas.
- Dilatación: utilizar el herramental adecuado provisto por el fabricante. No usar aceite en ebullición.
- Preservando la correcta alineación del mismo
- Seleccionando el lubricante acorde con las indicaciones del fabricante.
- Respetando las condiciones de re-lubricación en concepto de cantidades, frecuencia, etc.
- Incluyendo, en el plan de mantenimiento, la verificación de vibraciones, y temperaturas.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 130 de 404

### **Sistema de enclavamiento: Discos**

Para lograr el correcto enclavamiento y posterior desgarro del caucho que conforman los neumáticos, se plantean discos que contengan una lanza o gancho que facilite el enclavamiento y posterior extracción del talón de acero.

El disco estará conformado de un acero SAE 1045 estirado en frío ya que ofrece las siguientes características:

**Dureza y Resistencia Mecánica:** El acero 1045 es conocido por su excelente combinación de dureza y resistencia mecánica. Su dureza en estado templado y revenido (Tratamiento térmico) es adecuada para soportar las fuerzas de extracción de talones de acero de neumáticos sin deformarse ni romperse. Esto asegura que el disco pueda realizar su función de manera efectiva y duradera.

**Buena Tenacidad:** La tenacidad es fundamental en aplicaciones robustas como la extracción de talones de neumáticos, ya que el disco estará sometido a impactos y cargas variables. El acero 1045, cuando se procesa adecuadamente, muestra una buena tenacidad, lo que significa que es capaz de absorber energía antes de romperse, reduciendo el riesgo de fracturas inesperadas durante el uso.

**Maquinabilidad:** El acero 1045 es conocido por su facilidad de maquinado, lo que facilita la fabricación de discos con formas y características específicas. Esto es especialmente importante cuando se diseñan discos de extracción de talones, ya que pueden requerir una geometría precisa para funcionar correctamente.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 131 de 404

Disponibilidad y Costo: El acero 1045 es ampliamente disponible en el mercado, lo que facilita su adquisición. Además, su costo es generalmente razonable en comparación con otros materiales de alta resistencia, lo que puede ayudar a mantener los costos de fabricación bajo control.

Facilidad de Tratamiento Térmico: El acero 1045 responde bien al tratamiento térmico, lo que permite ajustar sus propiedades según las necesidades específicas de la aplicación. Esto significa que es posible mejorar aún más su dureza y resistencia si es necesario.

Durabilidad: El acero 1045 es conocido por su durabilidad a largo plazo, lo que es esencial para una aplicación como la extracción de talones de neumáticos, donde se espera que el disco soporte cargas repetitivas y desgaste constante sin deteriorarse rápidamente.

Esta selección se ve justificada a su vez, en las recomendaciones brindadas en el libro resistencia de materiales de Robert L. Mott.

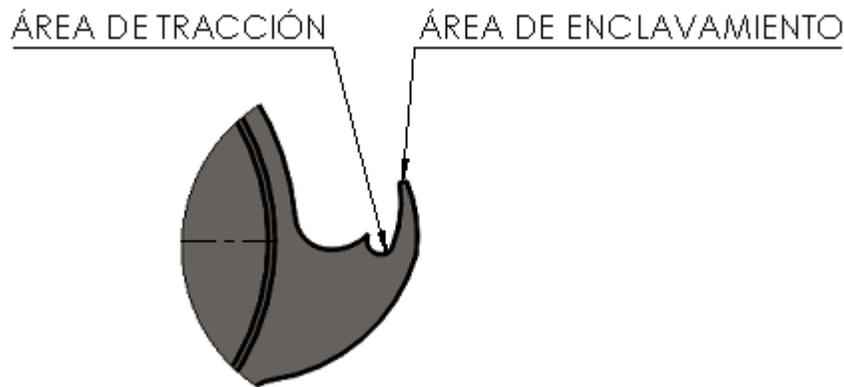
**TABLA 2-7 Aleaciones de acero comunes y usos típicos.**

Acero AISI núm.	Usos típicos
1020	Acero estructural, barras, placa
1040	Partes de maquinaria, flechas
1050	Partes de maquinaria
1095	Herramientas, resortes
1137	Flechas, partes de máquina para fabricar tornillos (aleación de corte libre)
1141	Flechas, partes maquinadas
4130	Acero de alta resistencia de uso general; flechas, engranes, pasadores
4140	Igual que 4130
4150	Igual que 4140
5160	Engranes de alta resistencia, pernos
8760	Herramientas, resortes, cinces

*Ilustración 69 Usos de los distintos tipos de acero y aleaciones*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 132 de 404

El diseño del mismo deberá ser tal que favorezca el enclavamiento de la herramienta en el caucho y que, facilite el desgarro del mismo al traccionar el talón de acero. Por ello se propone:



*Ilustración 70 Áreas del disco de extracción*

En donde se tiene el área de enclavamiento que consta de una punta afilada que penetra el neumático cuando se accionan los motores y, un área de tracción, que es donde se apoya el talón de acero del neumático y de donde se tracciona el mismo para extraerlo del neumático.

La fuerza que soportará la sección de enclavamiento será en función de la propia sección. Se plantea una sección de 10 milímetros de alto por 15 milímetros de ancho, obteniendo así una sección de 150 milímetros cuadrados (0,00015 metros cuadrados) por lo que:

$$F_{enclavamiento} = 7,5 \times 10^6 \left[ \frac{N}{m^2} \right] * 0,00015 [m^2] = 1125 [N]$$

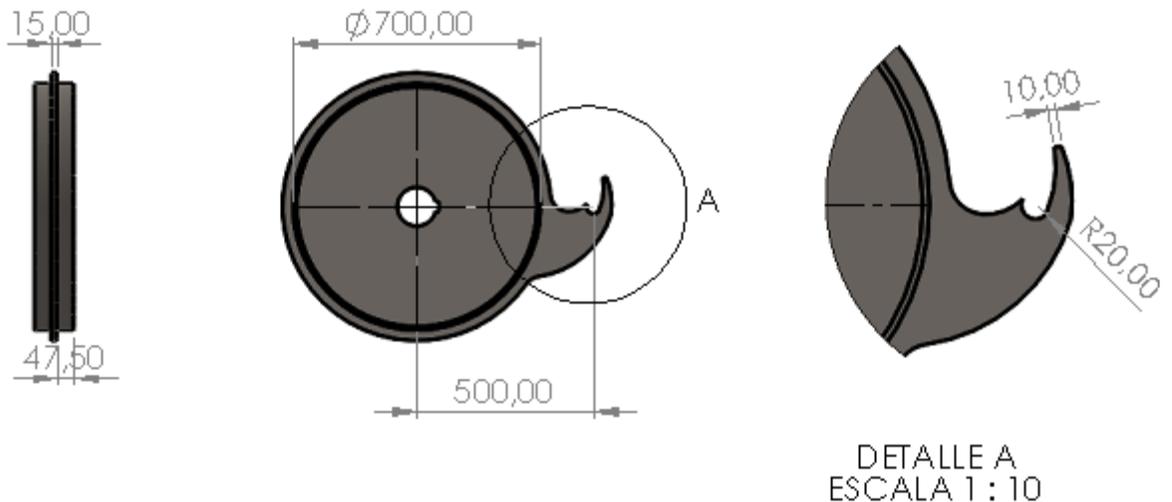
Otra consideración a tener en cuenta es que el disco deberá extraer el talón de acero por completo antes de completar una vuelta. Para ello se considera la cubierta más grande

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 133 de 404

a trabajar, es decir la de camión (295/80 R22,5), que posee un talón de 1080 milímetros de diámetro y, por lo tanto, un talón de acero de 3400 milímetros de largo.

Mencionado esto y, considerando que el talón se extraerá con el aro doblegado, se tiene que el recorrido del disco deberá ser de, al menos, 1700 milímetros antes de completar el giro completo del disco

Planteando el siguiente disco se tiene que:



*Ilustración 71 Dimensiones del Disco de Extracción*

El radio donde se ejerce el enclavamiento es de 500 milímetros, pero, cuando ya recorre unos 60 grados aproximadamente, los talones de acero comienzan a apoyarse en las “alas” del disco que poseen un radio de 380 milímetros por lo que:

$$\frac{1}{3} * \pi * 500 \text{ mm} + 1,055 * \pi * 380 \text{ mm} = 523,6 + 1260,1 \cong 1785 \text{ milímetros}$$

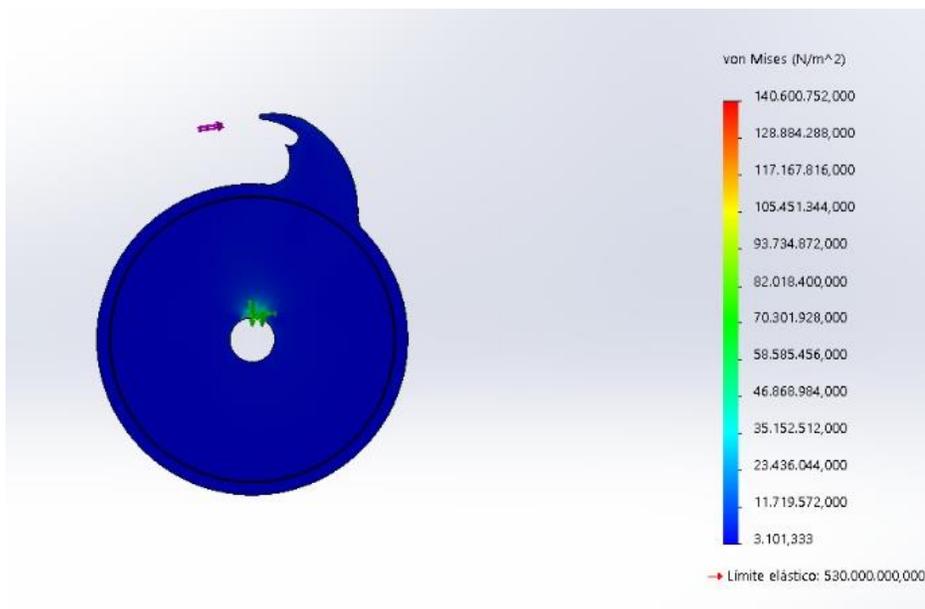
Por lo que el disco será capaz de extraer por completo el talón de acero antes de completar una vuelta y que favorezca su extracción o desprendimiento del mismo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 134 de 404

Retornando al diseño del disco, las “alas” serán fabricadas de acero 1045 de espesor 1/8” rolada y soldada en el mismo disco.

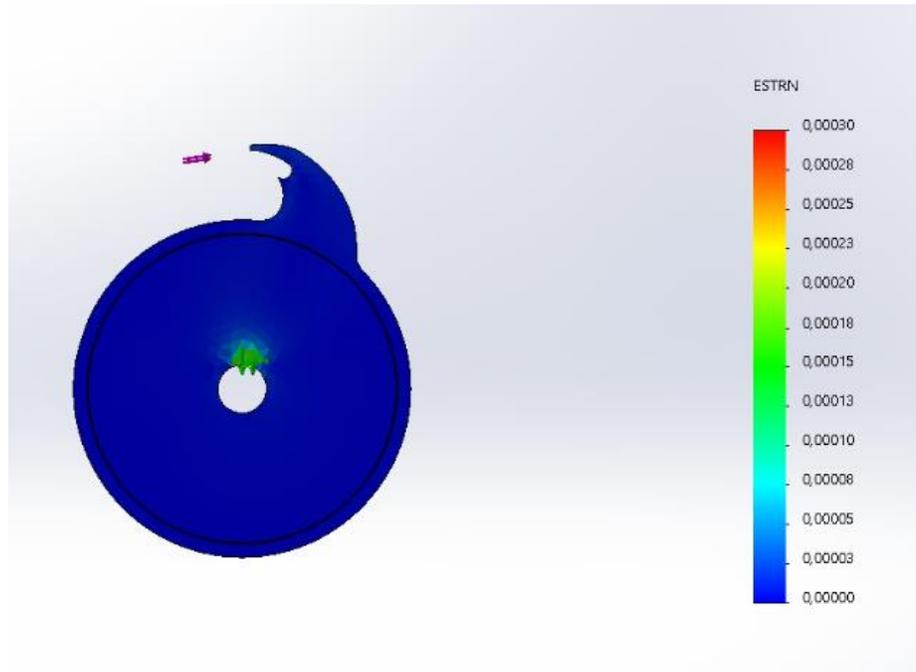
Por el centro del disco se tendrá la sección correspondiente para que el árbol pase por él y se fije mediante la chaveta calculada y una masa con prisionero que evitará el movimiento axial de este.

A continuación, se adjunta el análisis estático del disco considerando la fuerza que se ejercerá en la sección de enclavamiento, el mismo se realiza con el Software SolidWorks.



*Ilustración 72 Análisis estático - Tensiones Máximas Von Mises*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 135 de 404</b>



*Ilustración 73 Deformaciones del disco - Análisis estático SolidWorks*

Comprobando con creces que los esfuerzos serán soportados.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 136 de 404

### Sistema de posicionamiento:

Una vez cargado el neumático en la destalonadora este deberá posicionarse de manera adecuada para poder ser alcanzado por los discos de extracción y que el talón sea quitado sin inconvenientes considerando las variaciones de tamaños entre los distintos tipos de neumáticos. Para ello se tiene:

- Sistema de elevación neumática.
- Sistema neumático de centrado.

El sistema de elevación neumática consiste en un elevador tijera que tiene la capacidad de elevar el neumático hasta la altura necesaria para el clavado de las flechas y posterior quita del talón por desgarramiento del caucho. Mencionado esto, deberá ser capaz de elevar hasta 100 kg considerando un factor de seguridad y para evitar que la plataforma trabaje a máxima sollicitación. La superficie seleccionada es la siguiente:



*Ilustración 74 Elevador Tijera*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 137 de 404

Posee una altura máxima de elevación de 750mm que es suficiente para posicionar correctamente desde los neumáticos de automóviles hasta neumáticos de camiones a una velocidad de 100 milímetros por segundo con un consumo de aire a una presión de 0,6 MPa (6 Bar). Además, se operará mediante pedales que permitirán el ascenso o descenso de la misma según el accionamiento de estos.

Por otra parte, el sistema neumático de centrado consta de una chapa plegada en forma de “V” ubicada a la altura de clavado de la cuchilla del tambor, que se acciona neumáticamente a través de un cilindro de doble efecto neumático alimentado por la estación neumática que alimenta al sistema de elevación y al sistema de embolsado.

La fuerza que deberá ejercer el cilindro será aquella necesaria para hacer rodar hasta el neumático de mayor peso considerado, es decir, el neumático de camión. Se considera una fuerza de 20 kg para lograr el posicionamiento del mismo y una carrera de 600 milímetros para compensar la diferencia de diámetro entre los neumáticos de automóvil y camión. Dicho esto, se plantea:

- Cilindro neumático doble efecto
- Pistón de 25 milímetros de diámetro
- Carrera de 600 milímetros
- 4 bar de presión de alimentación

Se calcula la fuerza ejercida mediante la siguiente fórmula:

$$F = 10 * \pi * P * \left(\frac{d^2}{4}\right) = 7,85 * P * d^2$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 138 de 404

$$F = 10 * \pi * 4[bar] * \left( \frac{(2.5[cm])^2}{4} \right) = 7,85 * 4[bar] * (2.5[cm])^2 = 196 [N]$$

$$= 20[kg]$$

Por lo que se considera suficiente para lograr rodar el neumático.

El consumo de aire se calculará mediante la siguiente formula:

$$Q = \left( \frac{\pi}{4} \right) * d^2 * c * n * P * N * 10^{-6}$$

Siendo:

- Q = Consumo de aire (Nl/min)
- d=diámetro del cilindro (mm)
- c= Carrera del cilindro (mm)
- n = Número de ciclos completos por minuto
- P= Presión absoluta (bar)
- N = Número de efectos del cilindro

$$Q = \left( \frac{\pi}{4} \right) * 25[mm]^2 * 600[mm] * 1 * 5[bar] * 2 * 10^{-6} = 2,95 \left[ \frac{Nl}{min} \right]$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 139 de 404</b>

Este cálculo se logra respaldar mediante el siguiente nomograma:

$F = 10 \cdot P \cdot \Pi \cdot (d^2/4)$  donde:  $F$ : Fuerza (N)  
 ó bien  $P$ : Presión (bar)  
 $F = 7,85 \cdot P \cdot d^2$   $d$ :  $\varnothing$  camisa del cilindro (cm)

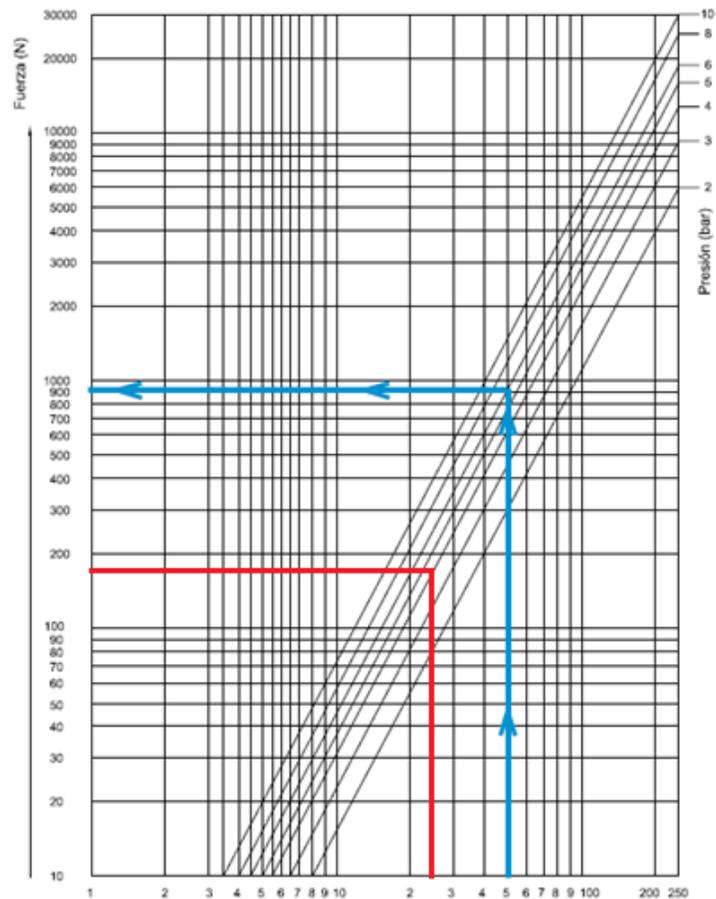
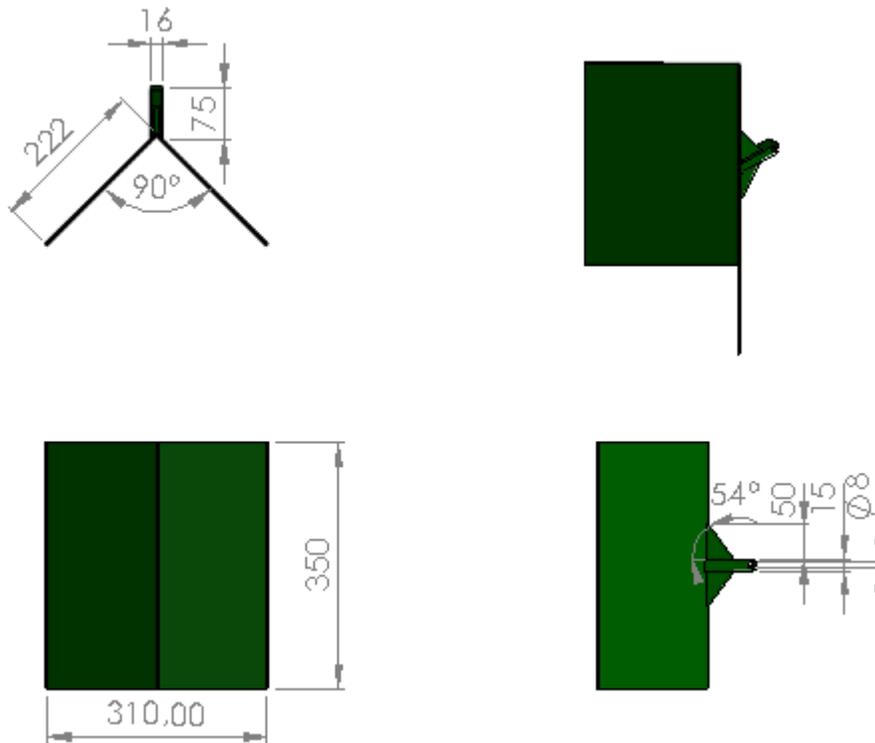


Ilustración 75 Nomograma Fuerza ejercida

Confirmando que el cilindro mencionado podrá ejercer la fuerza solicitada.

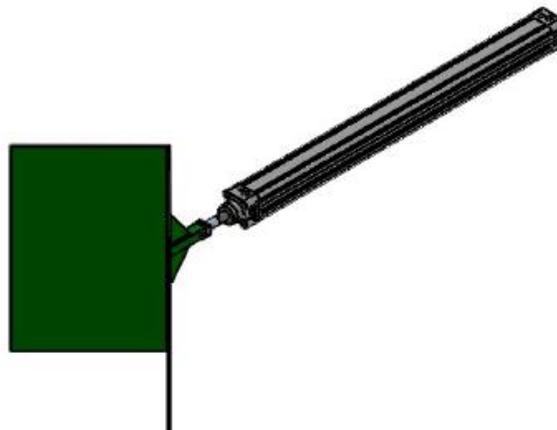
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 140 de 404

La chapa plegada se construirá con chapa de calibre 1/8" y se croquiza de la siguiente manera:



*Ilustración 76 Dimensiones Generales Centrador*

Y, acoplada con el cilindro neumático seleccionado, queda de la siguiente manera:



*Ilustración 77 Vista isométrica Sistema Centrador*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 141 de 404



Ilustración 78 Vista Lateral Sistema Centrador

Este conjunto será montado sobre una mesa conformada de perfilería de acero con la altura exacta para lograr la posición requerida y que a su vez sea un soporte rígido para el cilindro ante las reacciones que este tenga al centrar el neumático.

El accionamiento de este cilindro posicionador se realizará mediante una válvula 5/2 biestable con accionamiento manual vía palanca como se muestra a continuación:

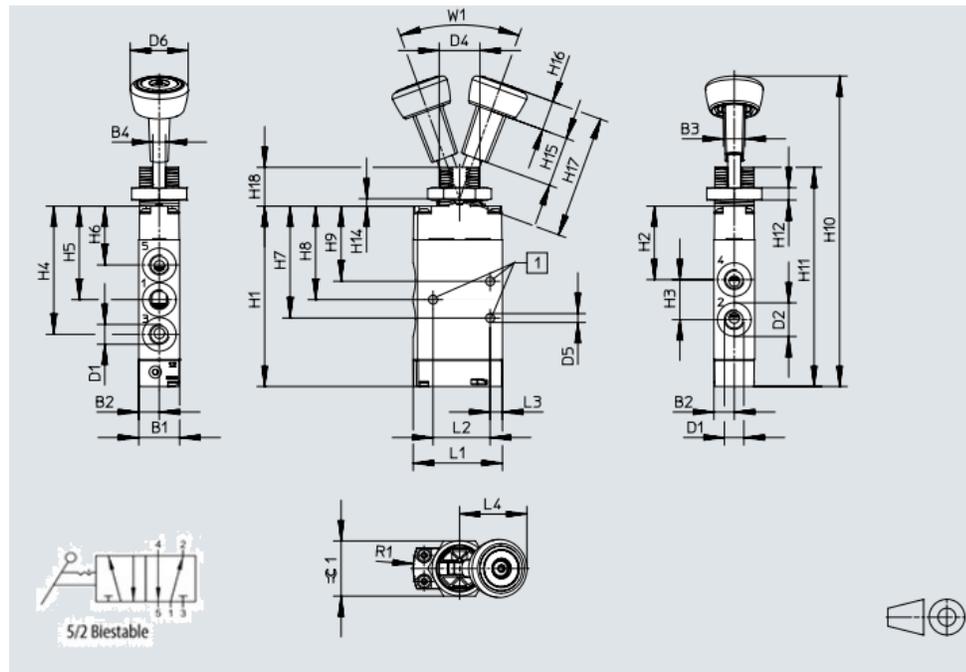


Ilustración 79 Válvula 5/2 Biestable

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		

Dimensiones – Válvula de 5/2 vías, válvula de palanca basculante, conexión neumática G1/8

	B1	B2	B3	B4	D1	D2 ∅	D4	D5 ∅	D6 ∅	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
VHEF-V-M52-M-G18	20	10	10,5	6,3	G1/8	16,5	M22x1,5	4,4	28,4	88,4	36,1	19,6	62,9	45,9	28,9	54,9
VHEF-V-B52-G18																

	H8	H9	H10	H11	H12	H14	H15	H16	H17	H18	L1	L2	L3	L4	R1	W1	∅ 1
VHEF-V-M52-M-G18	45,9	36,9	152,1	107,4	6	3,6	24,4	14,6	60	19	43,7	28	6	33	30	40°	27
VHEF-V-B52-G18																	

Ilustración 80 Dimensiones válvula 5/2

Que, al ser biestable, tendrá la particularidad de enclavarse en la posición señalada hasta que se actúe nuevamente sobre la palanca de control.

Todo este conjunto posicionador estará montando en un atril pedestal para facilitar el accionamiento por parte del operario y cumplir con la condición de que se encuentre en una zona segura al momento de la operación.

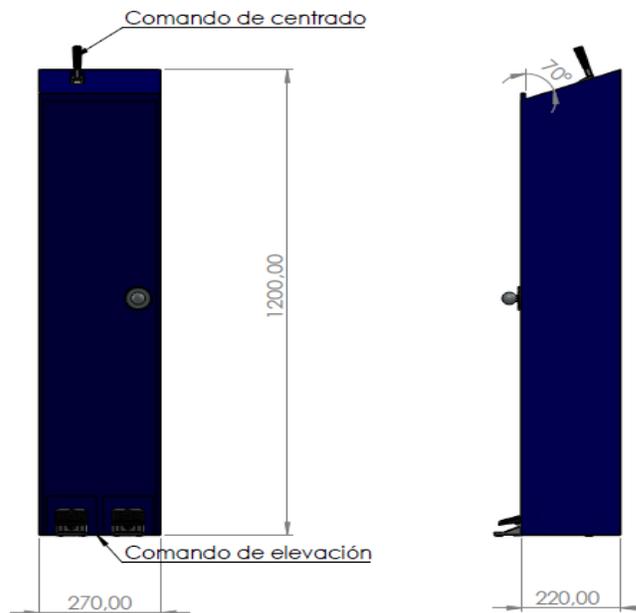


Ilustración 81 Columna/Atril de comando

Columna a la cual se le añadirán los pulsadores correspondientes para el accionamiento y control de los motores.

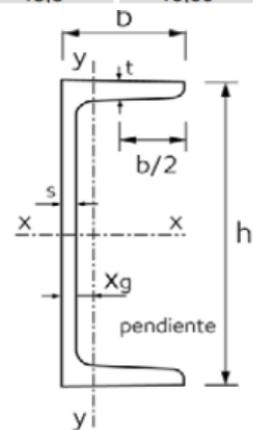
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 143 de 404

### Estructura de soporte: Bastidor

Toda la maquinaria estará sustentada sobre un bastidor constituido con perfil UPN 100 con las siguientes características.

PERFIL NORMAL UPN							
Denominación	Dimensiones					Sección F cm <sup>2</sup>	Peso g kg/m
	h mm	b mm	s mm	t mm	xg cm		
100	100	50	6,0	8,5	1,550	13,5	10,60

Info - Resumen	
Denominaciones	UPN
Diametros	80 mm a 400 mm
Espesor	6,00 mm a 14 mm
Venta	Barra 6 Mts a 12Mts
Fraccionada	Se corta a requerimiento del cliente
Material	Acero
Como Solicitar	Altura en mm



Parámetro	Normas y medidas
Dimensiones y tolerancias	IRAM IAS U 500-509/08
Características mecánicas	IRAM IAS U 500-503/12 Grado F-24
Largos	6 y 12 metros para U.P.N. 80 a 120. 12 metros para U.P.N. mayores a 120.

Ilustración 82 Características Perfil UPN 100

Esta elección para el bastidor de la Destalonadora ofrece varias ventajas en términos de robustez, adaptabilidad y simplificación del diseño.

La robustez es una consideración importante en la construcción de la destalonadora, ya que está expuesta a fuerzas significativas durante su funcionamiento. El perfil UPN es conocido por su alta resistencia y rigidez, lo que lo hace adecuado para soportar cargas pesadas y resistir deformaciones. Su espesor de 6 mm proporciona una mayor capacidad de carga y estabilidad estructural en comparación con perfiles más

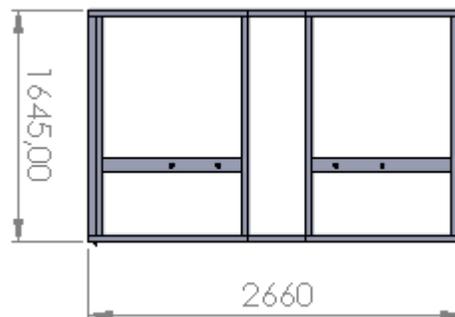
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 144 de 404

delgados, lo que es fundamental para mantener la integridad del bastidor en condiciones de trabajo exigentes.

Además de su robustez, también ofrece adaptabilidad en términos de medidas de seguridad y soportes del eje de motorización de los tambores de tracción. La forma en "U" del perfil proporciona una base estable para montar y fijar componentes adicionales, como dispositivos de seguridad o soportes para los ejes. Esta característica permite ajustar y personalizar el diseño según los requisitos específicos de la destalonadora, asegurando que se puedan incorporar de manera efectiva las medidas de seguridad necesarias y proporcionando una plataforma sólida para los elementos de motorización.

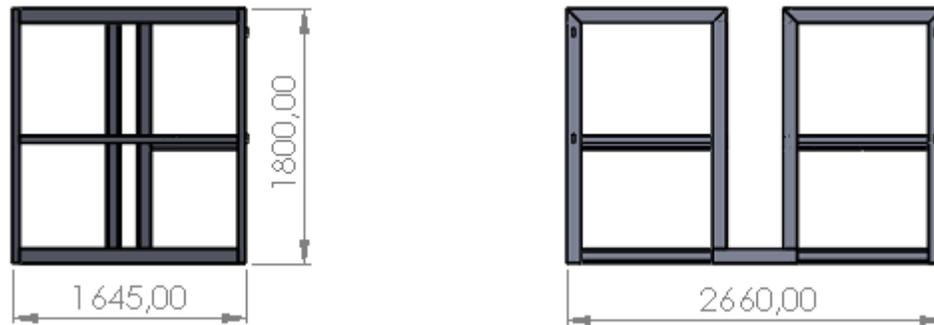
La simplificación del diseño es otra ventaja al utilizar el perfil UPN en el bastidor. Debido a su resistencia y rigidez, se pueden reducir la cantidad de elementos estructurales necesarios en comparación con perfiles más débiles. Esto permite simplificar el diseño general de la destalonadora, reduciendo la complejidad y el número de componentes requeridos.

En función de los neumáticos a trabajar, las dimensiones serán las siguientes:



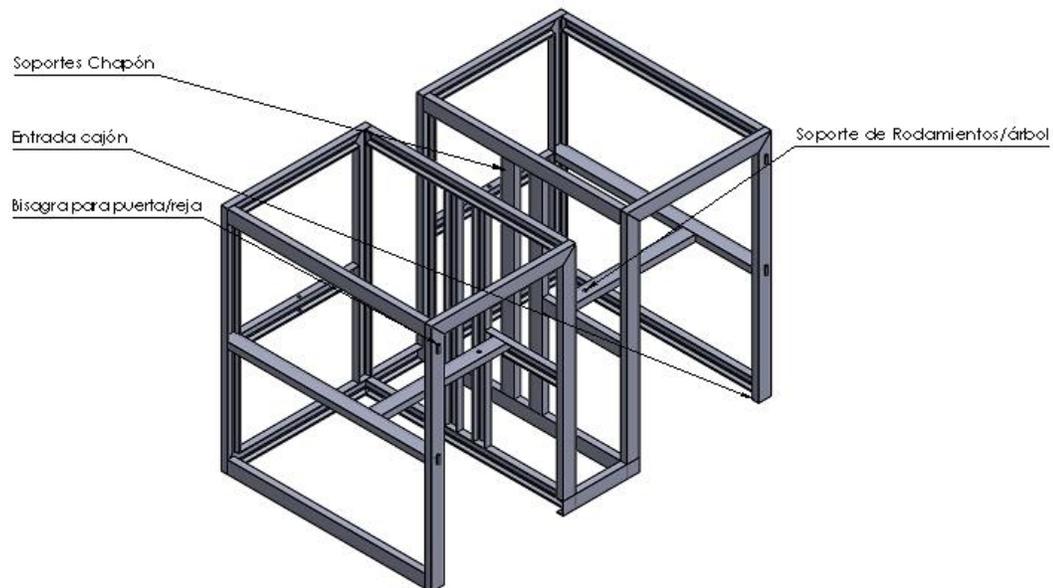
*Ilustración 83 Vista superior Bastidor Destalonadora*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 145 de 404



*Ilustración 85 Vista Lateral y Frontal del Bastidor*

Donde en la sección de tracción, se coloca una chapa de 1/8" de calibre que cumplirá la función de contener el neumático y que, por medio de la tracción, se extraiga el talón de acero.



*Ilustración 84 Soportes en Bastidor*

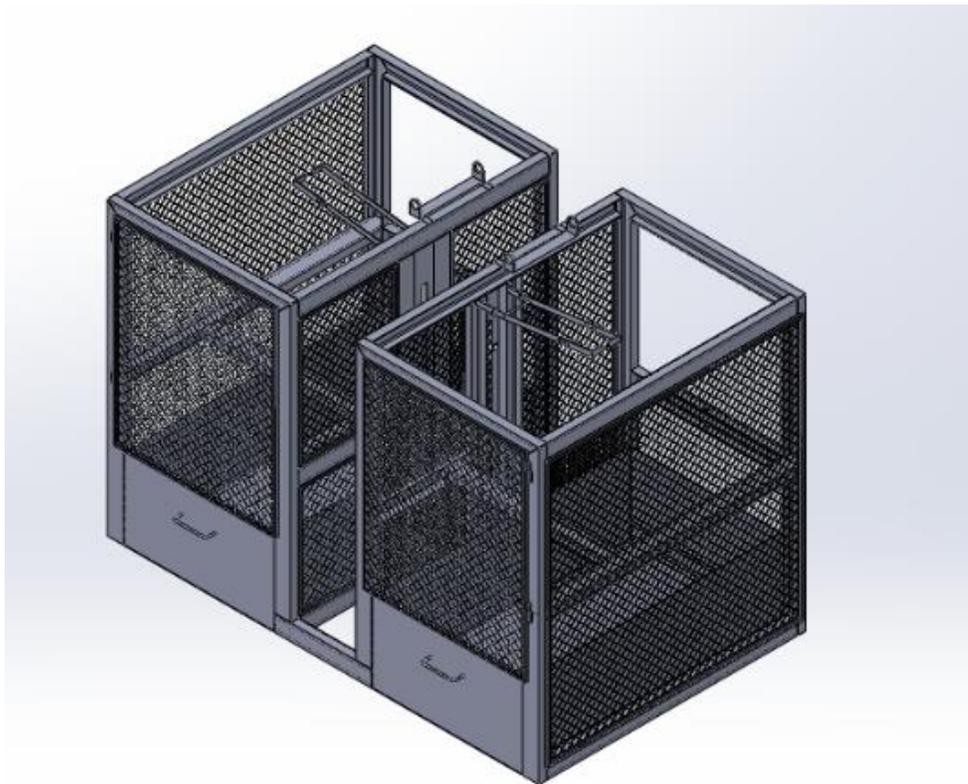
En busca de seguridad operativa, se colocarán puertas cercadas que cerrarán la estructura de la máquina de modo que se impida el ingreso de cualquier factor externo y, que el operario de la máquina se encuentre alejado de las secciones de desgarro. En

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 146 de 404

conjunto de ello, se ubica la columna de comando alejada del bastidor con el fin de que el operario se encuentre posicionado en ella al momento de accionamiento.

Las puertas estarán constituidas con un marco de caño estructural 20x20x2 milímetros y una malla romboidal de acero que impedirá el ingreso de cuerpos extraños a la máquina.

Mencionados estos detalles, el bastidor quedará constituido de la siguiente manera:



*Ilustración 86 Bastidor de Destalonadora*

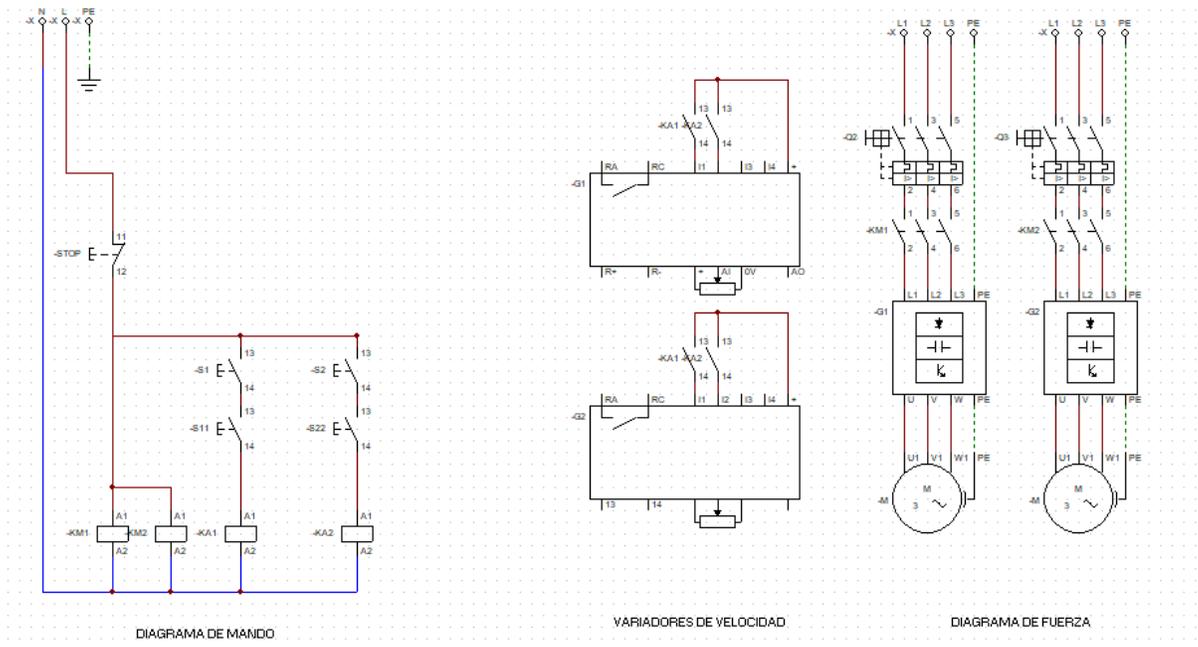
Donde, en la parte inferior, se dispondrán cajones que cumplirán la función de contener los talones de acero extraídos y retirarlos cuando el espacio dispuesto se complete.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 147 de 404	

**Accionamiento:**

Para el accionamiento de los motores de los tambores se tienen en cuenta dos alternativas, la primera es utilizando lógica cableada y, la segunda, es la utilización de un relé inteligente, es decir, lógica programada. En el primero de ellos, los motores serán accionados por medio de pulsadores que permitirán el giro sincronizado de ellos. El total comando de los tambores se accionará por medio de estos pulsadores.

Los diagramas de los circuitos de mando y fuerza son los siguientes:



*Ilustración 87 Diagrama de accionamiento - Lógica cableada*

Donde el circuito se encuentra compuesto por los correspondientes guardamotores que, una vez accionados permitirán que, al accionar los pulsadores de marcha S1 y S11, se energice la bobina de los correspondientes contactores para realizar el enclavamiento de los mismos y, además, se envíe la señal correspondiente a cada uno de los variadores

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 148 de 404

que, permitirán un arranque progresivo de los motores tal que los picos de arranque sean menos intensos.

Cuando la extracción del talón de acero se haya finalizado bastará con soltar uno de los dos pulsadores (o ambos) para detener el giro de los motores. Al caer el talón de acero en los cajones contenedores ubicados por debajo, se puede retornar el disco a la posición inicial mediante los pulsadores S2 y S22, deteniendo el retroceso del mismo de la misma manera que se mencionó anteriormente.

Esta alternativa de lógica cableada se descartó por la complejidad de operación que implica y para evitar el error humano en esta. Se utilizará lógica programada debido a que se utilizarán sensores y temporizadores que son más sencillos de relacionarlos mediante un relé inteligente que mediante lógica cableada que significaría la utilización de más componentes.

Para ello, se utilizará un relé inteligente, sensores, pulsadores y variadores de velocidad para cada uno de los motores. La programación del relé inteligente se realizará mediante el software ZELIO que proporciona SCHNEIDER para sus equipos. Este se adjunta a continuación.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 149 de 404	

En primer lugar, se selecciona el módulo y tipo de relé a utilizar

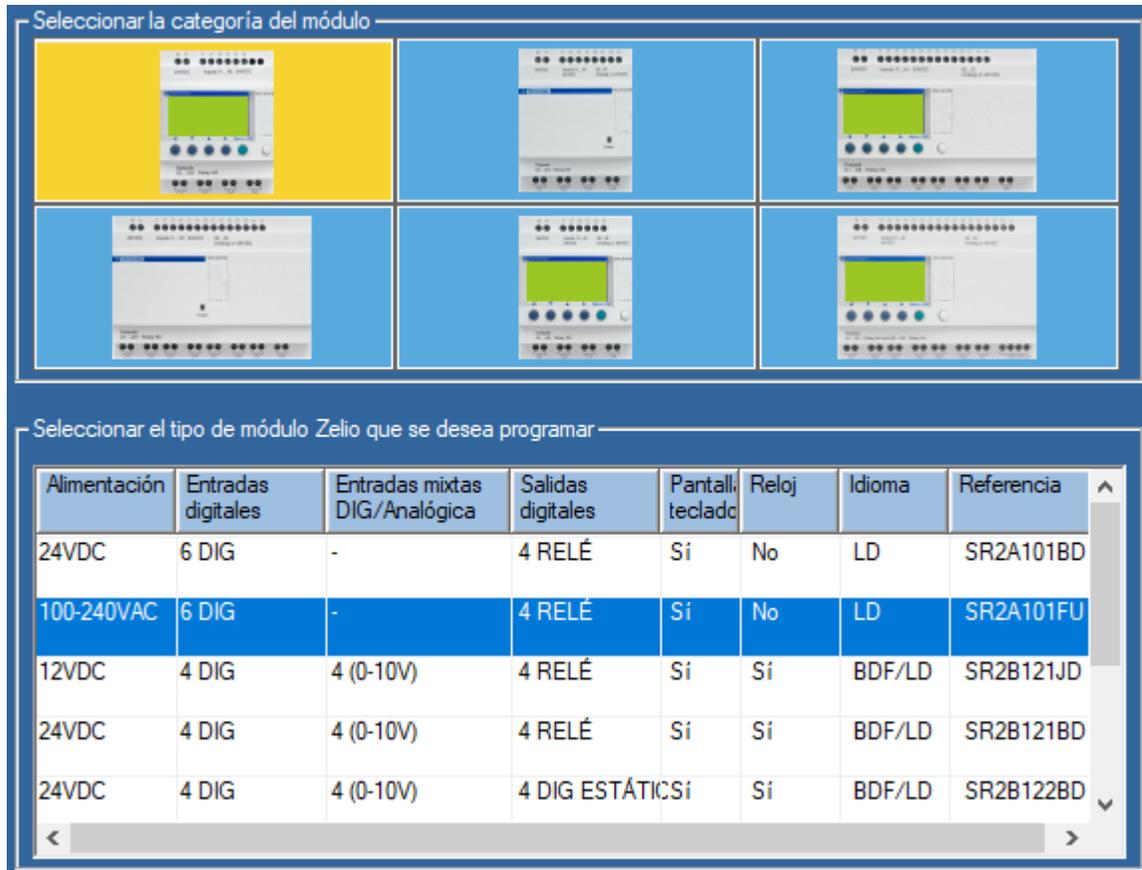


Ilustración 88 - Selección del modelo de Relé

Seleccionando un Zelio SR2A101FU con la capacidad de ser alimentado por 220

V en alterna y con 6 entradas digitales y 4 salidas digitales. Se contará con:

- Entradas digitales:
  - I1: Pulsador de accionamiento 1
  - I2: Pulsador de accionamiento 2
  - I3: Pulsador de STOP
  - I4: Sensor de fin de recorrido del disco

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 150 de 404

- I5: Pulsador de retroceso forzado
- I6: Sensor de fin de carrera de brazo tope de retroceso.
- Salidas digitales:
  - Q1: Señal de giro horario
  - Q2: Señal de giro antihorario
  - Q3: Señal de accionamiento antihorario motor tubular (baja brazo tope de retroceso)
  - Q3: Señal de accionamiento horario motor tubular (sube brazo tope de retroceso)

A su vez, se utilizarán dos señales temporizadas para comandar el accionamiento del motor tubular que sube y baja el brazo de tope de retroceso.

Considerando que el motor tubular gira a 12 rpm, el diámetro del canal de la polea es 50 milímetros y, que el disco de extracción, gira a 5,5 revoluciones por minuto, se tiene que:

Para elevar 65 milímetros el brazo  $\rightarrow x * \pi * 25 \text{ mm} = 65 \text{ mm}$

$$x = \frac{65 \text{ mm}}{\pi * 25 \text{ mm}} = 0,85 \text{ vueltas}$$

Y, el tiempo que demandará ejercerlas es:

*12 revoluciones – 60 segundos*

*0,85 revolucion – incognita*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 151 de 404

$$\frac{0,85 \text{ rev} * 60s}{12 \text{ rev}} = 4,3 \text{ s}$$

Por lo que se deberá programar el temporizador para que la bajada se ejecute durante esta duración

La última incógnita por despejar es si ese tiempo en que tarda en descender el brazo es suficiente en función del tiempo de retroceso del disco.

$$5,5 \text{ rev} - 60 \text{ seg}$$

$$1 \text{ rev} - \text{incógnita}$$

$$\frac{1 \text{ revolución} * 60 \text{ seg}}{5,5 \text{ revolución}} = 11 \text{ segundos}$$

Es decir, que el disco gira 360° en 11 segundos, pero, la distancia a recorrer, son 172 grados como se muestra a continuación.

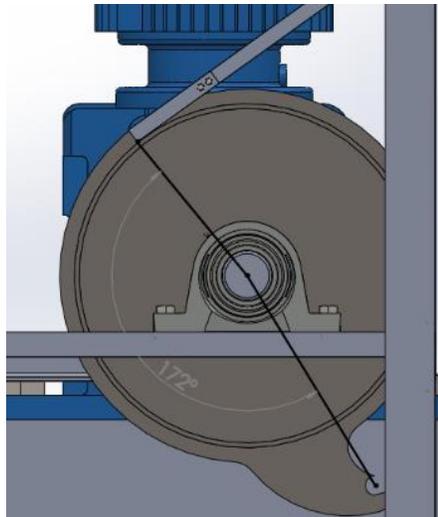


Ilustración 89 Recorrido de retroceso del disco

Por lo que el tiempo en que llega a la posición de contacto es:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 152 de 404

360° – 11 segundos

172° – incógnita

$$\frac{172^\circ * 11 \text{ segundos}}{360^\circ} = 5,3 \text{ segundos}$$

Por lo que al accionar el temporizador 1 con la señal del sensor de fin de carrera, se logrará sincronizar la bajada del tope para que este cumpla su función.

Mencionado esto, la programación en formato Ladder queda de la siguiente

manera:

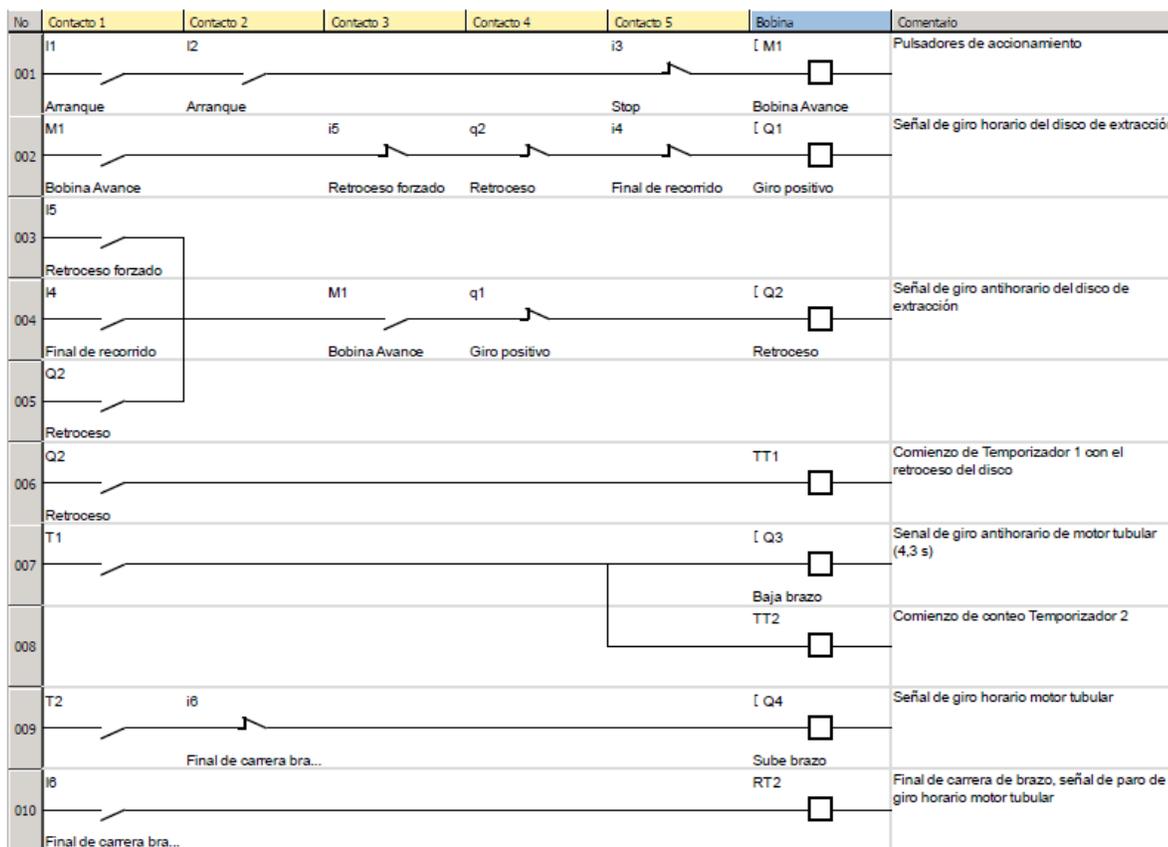


Ilustración 90 Diagrama Ladder Programación Zelio

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 153 de 404</b>

Teniendo, como se mencionó anteriormente, las siguientes entradas y salidas físicas respectivamente:

N.º	Símbolo	Función	Candado	Parámetros	Localización (L/C)	Comentario
I1		Entradas DIG	—	No hay parámetros	(1/1)	Amanque
I2		Entradas DIG	—	No hay parámetros	(1/2)	Amanque
I3		Entradas DIG	—	No hay parámetros	(1/5)	Stop
I4		Entradas DIG	—	No hay parámetros	(2/5) (4/1)	Final de recorrido
I5		Entradas DIG	—	No hay parámetros	(2/3) (3/1)	Retroceso forzado
I6		Entradas DIG	—	No hay parámetros	(9/2) (10/1)	Final de carrera brazo

*Ilustración 92 Entradas Digitales*

N.º	Símbolo	Función	Remanencia	Localización (L/C)	Comentario
Q1		Salidas DIG	No	(2/6) (4/4)	Giro positivo
Q2		Salidas DIG	No	(2/4) (4/6) (5/1) (6/1)	Retroceso
Q3		Salidas DIG	No	(7/6)	Baja brazo
Q4		Salidas DIG	No	(9/6)	Sube brazo

*Ilustración 91 Salidas Digitales*

Con las siguientes funciones configurables

**Funciones configurables**

N.º	Símbolo	Función	Candado	Remanencia	Parámetros	Localización (L/C)	Comentario
M1		Relés auxiliares	—	No	No hay parámetros	(1/6) (2/1) (4/3)	Bobina Avance
T1		Temporizadores	No	No	Ver detalles a más distancia	(6/6) (7/1)	
T2		Temporizadores	No	No	Ver detalles a más distancia	(8/6) (9/1) (10/6)	

*Ilustración 93 Funciones configurables*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		

Con los temporizadores parametrizados de la siguiente manera:

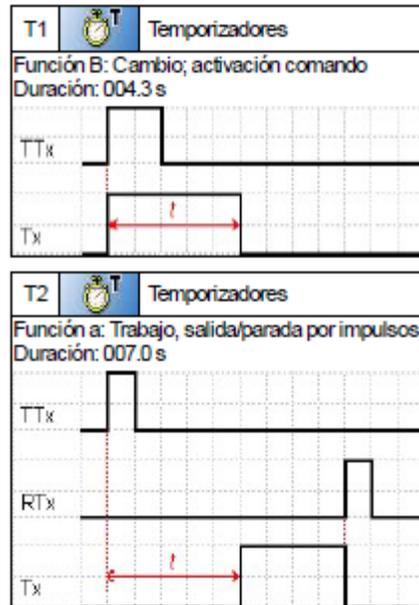


Ilustración 94 Parametrización de Temporizadores

Físicamente, el relé se verá de la siguiente manera:

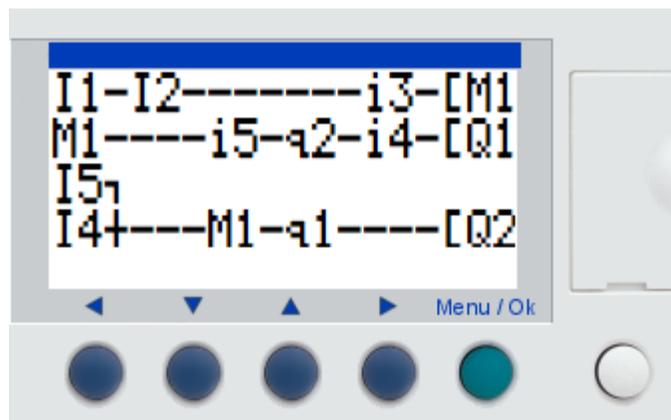


Ilustración 95 Frente Físico del Relé

Pudiendo modificar los parámetros del mismo desde el mismo equipo, aunque se vuelve más confortable la parametrización mediante la utilización de una computadora portátil.

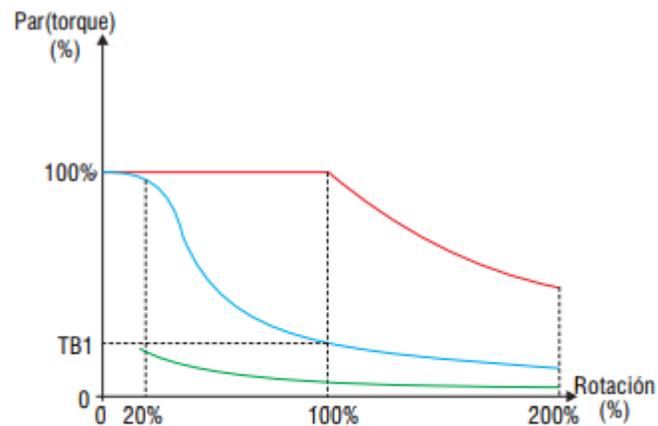
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 155 de 404

Las señales de accionamiento de los discos de extracción serán enviadas a los correspondientes variadores de velocidad, los cuales se seleccionan del siguiente catálogo de la firma WEG, particularmente, los variadores de velocidad WEG CFW-09 que brindan las siguientes características:

- Control escalar y vectorial programables en el mismo producto;
- Control vectorial sensorless y opcionalmente con encoder;
- Control vectorial sensorless con alto par (torque) y rapidez en la respuesta, mismo en velocidades muy bajas y en el arranque;
- Autoajuste adaptando automáticamente el control vectorial al motor y a la carga.
- Microcontrolador de alto desempeño tipo RISC 32 bits
- Control Vectorial y Escalar seleccionable vía parámetro
- Interface Hombre-Máquina removible con doble display (LCD y LED)
  - Amplio rango de potencias: 1...500 HP (hasta 1500 HP con configuración en paralelo)
- Dimensionamientos para par (torque) Constante y par (torque) Variable
- Grado de protección NEMA 1 / IP 20 estándar hasta 200 HP, IP 20 hasta 500 HP y NEMA 4X / IP56 en acero inoxidable hasta 10 HP •Compactos
  - Instalación y programación simplificadas
- Puesta en marcha (start-up) orientada
- Posibilidad de fijación vía brida, con disipador atrás de la placa de montaje

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 156 de 404

- Programación vía PC con software SUPERDRIVE (opcional)
- Link DC accesible para alimentación en corriente continua o rectificador regenerativo
- Comunicación en redes FieldBus: ProfiBus DP o DeviceNet (opcional).  
También disponible ModBus RTU (incorporado)
- Certificaciones Internacionales UL, cUL, CE, C-Tick y IRAM



**Gráfico par x Rotación típico para motor de 10 HP accionado por un convertidor CFW-09**

- Curva de par (torque) para Frenado Reostático
- Curva de par (torque) para "Optimal Braking ®"
- Curva de par (torque) para Frenado CC

*Ilustración 96 Gráfica de Par en función de la Rotación*

Que, la alternativa de equipamiento con display interfaz hombre máquina, no será necesaria debido a que la parametrización de los variadores será fija y no necesitará de una programación frecuente.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 157 de 404</b>

Sus características técnicas son:

ALIMENTACION	Tensión	Trifásica	220 - 230 V; 220 / 230 V (+10%, -15%) 380 - 480 V; 380 / 400 / 415 / 440 / 460 / 480 V (+10%, -15%) 500 - 690 V; 500 / 525 / 575 / 600 / 690 (+10%, -15%)
	Frecuencia		50 / 60 Hz +/- 2 Hz (48 ... 62 Hz)
	Desbalanceamiento entre fases		Menor que 3 %
	Cos φ (Factor de desplazamiento)		Mayor que 0,98
GRADO DE PROTECCION	Standard		NEMA 1 / IP 20 (modelos mecánicas 1 ... 8), IP 20 (modelos mecánicas 9 ... 10) y NEMA 4x / IP 56 (modelos hasta 10 CV)
CONTROL	Tipo de alimentación		Fuente Conmutada
	Microcontrolador		Tipo RISC 32 bits
	Método de control		PWM Sinusoidal SVM (Space Vector Modulation)
	Tipos de control		Reguladores de Corriente, Flujo y Velocidad implementados en software (Full Digital) Escalar (Tensión Impuesta - V / F) Vectorial Sensorless (sin encoder) Vectorial con Encoder
	Commutación		Transistores IGBT – Frecuencias Seleccionables : 1,25 / 2,5 / 5,0 / 10 kHz
	Variación de frecuencia		0 ... 204 Hz en control Escalar y Vectorial con Encoder (para motor de 60 Hz) 0 ... 170 Hz en control Escalar y Vectorial con Encoder (para motor de 50 Hz) Arriba de 204 Hz (sobre consulta)
	Sobrecarga admisible		150% durante 60 seg. a cada 10 min. (1,5 x I nom. – CT) 180 % durante 1 seg. a cada 10 min. (1,8 x I nom. – CT)
Rendimiento		Mayor que 97%	
DESEMPEÑO	Control de velocidad (Modo Escalar)	V / F	Regulación : 1 % de la velocidad nominal con compensación de deslizamiento Resolución : 1 rpm (referencia vía teclado) Rango de regulación de velocidad = 1 : 20
	Control de velocidad (Modo Vectorial)	Sensorless	Regulación : 0,5 % de la velocidad nominal Resolución : 1 rpm (referencia vía teclado) Rango de regulación de velocidad = 1 : 100 Rango de regulación de velocidad = Hasta 0 rpm
		Con Encoder	Regulación: +/- 0,1 % de la velocidad nominal para ref. Analógica 10 bits +/- 0,01 % de la velocidad nominal para ref. Digital (Ej.: Teclado, FieldBus) +/- 0,01 % de la velocidad nominal para ref. Analógica 14 bits
	Control de Torque (Modo Vectorial)	Torque	Regulación : +/- 10 % del torque nominal Rango de regulación de torque : 0 ... 150 % del torque nominal
ENTRADAS	Analógicas		2 Entradas diferenciales programables (10 bits) : 0...10 V, 0...20 mA ó 4...20 mA 1 Entrada programable bipolar (14 bits) : -10 ... +10 V, 0...20 mA ó 4...20 mA 1 Entrada programable aislada (10 bits) : 0 ... 10 V, 0...20 mA ó 4...20 mA
	Digitales		6 Entradas programables aisladas : 24 Vcc 1 Entrada programable aislada : 24 Vcc 1 Entrada programable aislada : 24 Vcc (para Termistor-PTC del motor) 1 Entrada diferencial aislada, con fuente interna aislada 12 Vcc.
	Encoder incremental		1 Entrada diferencial aislada, con fuente interna aislada 12 Vcc.
SALIDAS	Analógicas		2 Salidas programables (11 bits) : 0 ... 10 V 2 Salidas programables bipolares (14 bits) : -10 ... +10 V 2 Salidas programables aisladas (11 bits) : 0 ... 20 mA ó 4 ... 20 mA
	Relé		2 Salidas programables, contactos NA/NF (NO/NC) : 240 Vca, 1 A 1 Salida programable, contacto NA (NO) : 240 Vca, 1 A
	Transistor		2 Salidas programables aisladas DC : 24 Vcc, 50 mA
	Encoder		1 Salida diferencial aislada de señal de encoder; alimentación externa 5 ... 15 Vcc
COMUNICACION	Interface serial		RS-232 vía kit serie KCS – CFWD9 (punto a punto) RS-485, aislada, vía tarjetas EBA o EBB (multipunto hasta 30 convertidores) Protocolo Johnson Controls-W2
	Redes "FieldBus"		Modbus RTU (incorporado) vía interface serial Profibus DP o DeviceNet vía kits adicionales KFB
SEGURIDAD	Protecciones	Sobretensión en el circuito intermediario	Cortocircuito en la salida
		Subtensión en el circuito intermediario	Cortocircuito fase-tierra en la salida
		Sobretemperaturas en convertidor y en el motor	Error externo
		Sobrecorriente en la salida	Error de autodiagnose y de programación
		Sobrecarga en el motor (1 x t)	Error de comunicación serie
		Sobrecarga en la resistencia de frenado	Error de conexión invertida (motor o encoder)
		Error en la CPU (Watchdog) / EPROM	Falta de fase en la alimentación (modelos > mecánica 3)
Falla del encoder incremental	Falla de conexión del interface HMI – CFWD9		
CONDICIONES AMBIENTE	Temperatura		0 ... 40 °C (hasta 50 °C con reducción de 2% / °C en la corriente de salida)
	Humedad		5 ... 90% sin condensación
	Altitud		0 ... 1000 m (hasta 4000 m con reducción de 10% / 1000 m en la corriente de salida)
TERMINACION	Color		Tapa plástica – Gris claro PANTONE 413 C (p/ Tamaños 1... 2) Tapa y laterales metálicas – Gris claro RAL 7032 (p/ Tamaños 3 ... 10) Base – Gris oscuro RAL 7022 (p/ Tamaños 3 ... 10)
CONFORMIDADES/ NORMAS	Compatibilidad Electromagnética		EMC directiva 89 / 336 / EEC – Ambiente Industrial Norma EN 61800-3 (EMC - Emisión e Inmunidad)
	Baja Tensión		LVD 73/23/EEC - Directiva de Baja Tensión / UL 508C
	Norma IEC 146		Convertidores a semiconductores
	Norma UL 508 C		Equipamientos para conversión de energía
	Norma EN 50178		Equipamientos electrónicos para uso en instalación de potencia
Norma EN 61010		Requisitos de seguridad p/ equipamientos eléctricos para uso en medición, control y laboratorios	
CERTIFICACIONES	UL (USA) y cUL (CANADA)		Underwriters Laboratories Inc. / USA
	CE (EUROPA)		Phoenix Test-Lab / Alemania
	IRAM (ARGENTINA)		Instituto Argentino de Normalización
	C-Tick (AUSTRALIA)		Australian Communications Authority

Ilustración 97 Características Técnicas WEG CFW-09

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 158 de 404

Y el modelo básico de convertidor se seleccionará en función de las variables como la tensión trifásica y la potencia del motor.

Seleccionando así un CFW-09-0016T3848SS

TENSION DE RED	CONVERTIDOR CFW-09			MOTOR MAXIMO APLICABLE ®				TAMAÑO		
	Modelo Básico CFW-09...	Frenado Reostático	Corriente Nominal (A)		Tensión (V)	Par (torque) constante			Par (torque) Variable	
			CT*	VT*		HP	kW		HP	kW
380/400	0003 T 3848 S S	Standard Incorporado en el	3.6		380/400	1.5	1.1	1.5	1.1	1
	0004 T 3848 S S		4.0			2.0	1.5	2.0	1.5	
	0005 T 3848 S S		5.5			3.0	2.2	3.0	2.2	
	0009 T 3848 S S		9.0			5.0	3.7	5.0	3.7	
	0013 T 3848 S S		13			7.5	5.5	7.5	5.5	
	0016 T 3848 S S		16			10	7.5	10	7.5	
	0024 T 3848 S S	24		15	11	15	11			

Ilustración 98 Selección del Modelo específico de Variador CFW-09

Los elementos necesarios para el correcto abastecimiento se enuncian a continuación, cuya adaptabilidad y dimensionamiento se verificará en la correspondiente sección de abastecimiento eléctrico-

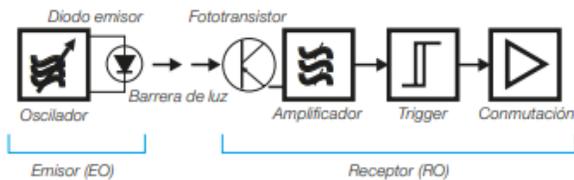
- Conductores Superastic Flex 3X2,5 mm<sup>2</sup> + N.
- Interruptor seccionador.
- 2 relé de sobrecarga térmica.
- Contactores.
- Variadores de velocidad WEG CFW-09-0016T3848SS
- Pulsadores de arranque/parada/retroceso.
- Luces de marcha.

Cuyo seccionador y termomagnéticas se ubican aguas arriba de cada uno de los variadores considerando que estos cuentan con sus propias protecciones para los motores a accionar.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 159 de 404

Lo único que resta definir son los tipos de sensores a utilizar para detectar las posiciones del disco de extracción y del brazo que soporta al tope para asegurar la extracción del talón de acero.

Para el caso del disco de extracción se utilizará un sensor óptico que detecte cuando la punta/cresta de extracción llegue a la determinada posición. La interrupción o incidencia del haz luminoso sobre un fotorreceptor, provocará una conmutación electrónica. La emisión de luz es invisible, proveniente de la emisión de rayos ultravioletas. Para conseguir una máxima eficiencia y potencia, la emisión de luz infrarroja es modulada o pulsada con una frecuencia próxima de 1,5 kHz, que será interpretada por un receptor óptico sintonizado en esta misma frecuencia, inmunizando al sistema totalmente de la recepción de la iluminación ambiente o rayos luminosos extraños. Particularmente, se utilizará un sensor óptico con principio de funcionamiento por barrera, formado por dos sensores ópticos alineados: el dispositivo emisor de luz (EO) colocado frontalmente y alineado al dispositivo receptor (RO).



*Ilustración 99 Composición de Sensor Óptico, Emisor y Receptor*

Procediendo al catálogo de sensores industriales de la firma WEG, se selecciona un emisor de 3 cables M18 E030-18G1LD con un receptor de la misma cantidad de cables y dimensiones R010-18G1LPF como se muestra a continuación:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 160 de 404	

### Especificación

#### EO / RO - Sensor Óptico por Barrera, Cilíndrico, Cuerpo Metálico



#### Emisores, 3 Cables

Función	Dimensiones	Distancia de operación (m)	Tensión de alimentación	Frecuencia de conmutación (Hz)	Referencia con cable	Referencia con conector
Emisor	M8	2	10-30 V cc	100	E02-8G1L <sup>1)</sup>	-
	M14	5			E05-14G1L <sup>1)</sup>	-
	M18	10			E010-18G1LD	E010-18G3LD
	M18	30			E030-18G1LD	E030-18G3LD
	M30	30			E030-30G1LD	E030-30G3LD

Nota: 1) Solamente trabaja en conjunto con amplificadores ópticos de las series AO-W y AOT-W.

#### Receptores, 3 Cables

Función	Dimensiones	Distancia de operación (m)	Tensión de alimentación	Frecuencia de conmutación (Hz)	Tipo de salida	Referencia con cable	Referencia con conector
Receptor	M18	10	10-30 V cc	100	PNP   NC	R010-18G1LFF	R010-18G3LFF

Ilustración 101 Selección del Modelo de Sensor Óptico

Cuyas dimensiones son:

#### M18 (Emisor y Receptor)

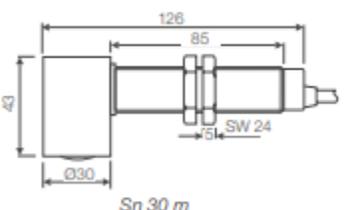


Ilustración 100 Dimensiones - Emisor y Receptor

En cambio, para detener la subida del brazo, se debe detener el motor tubular de accionamiento. Para ello, se propone un sensor inductivo que es capaz de efectuar una conmutación eléctrica sin que sea preciso que algún cuerpo metálico lo toque. Conforme muestra el diagrama de bloques, un sensor inductivo posee un oscilador de radiofrecuencia. Esta oscilación es modificada cuando se introduce un objeto metálico dentro del campo magnético de la bobina, retornando a lo normal cuando se retira el objeto. Las modificaciones del comportamiento del oscilador son demoduladas e interpretadas por el trigger de modo de obtenerse una salida de señales high-low, o sea, una onda cuadrada bien definida, capaz de excitar un circuito de potencia, tal como un transistor o un tiristor, obteniendo así una llave Enciende-Apaga en estado sólido, con

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 161 de 404</b>

condiciones de efectuar una conmutación sobre bobinas de relés, pequeños contactores, o incluso circuitos lógicos. Todo ese conjunto electrónico es montado en forma moderna, utilizando técnicas avanzadas, y es alojado en envoltorios de plástico o metálicos y encapsulados con resina de alta densidad, formando un bloque sólido a prueba de agua, vibraciones e intemperies.

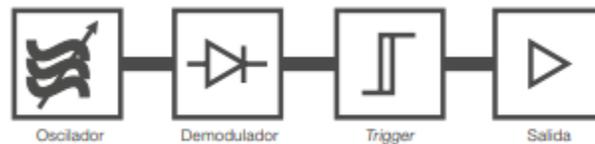


Ilustración 102 Composición Sensor Inductivo

Y un ejemplo de disposición se adjunta a continuación:

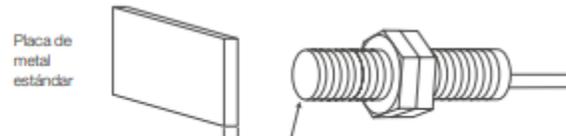


Ilustración 104 Disposición Sensor Inductivo

La selección del modelo de sensor se visualiza debajo:

## Línea SL - Sensores Inductivos - IP67

### Especificación

Versión Corta - Sensor Inductivo, Cilíndrico, Cuerpo Metálico - IP67

3 Cables



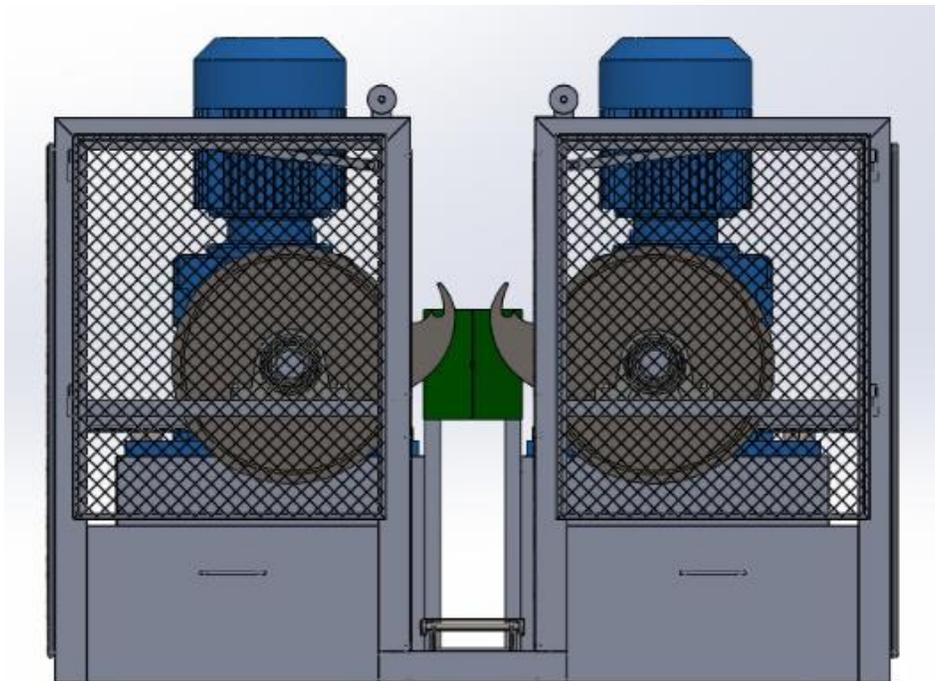
Dimensiones	Distancia de conmutación Sn (mm)	Cara sensible	Tensión de alimentación	Frecuencia de conmutación (Hz)	Tipo de salida		Referencia con cable	Referencia con conector
M50	25,0	Plana	40-250 V ca	15	NA	-	SL25-50G1LWA	SL25-50G3LWA
					NC	-	SL25-50G1LWF	-
	30,0	Saliente	40-250 V ca	15	NA	-	SL30-50G1LWA	SL30-50G3LWA
					NC	-	SL30-50G1LWF	SL30-50G3LWF

Ilustración 103 Selección de Modelo de Sensor Inductivo

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 162 de 404

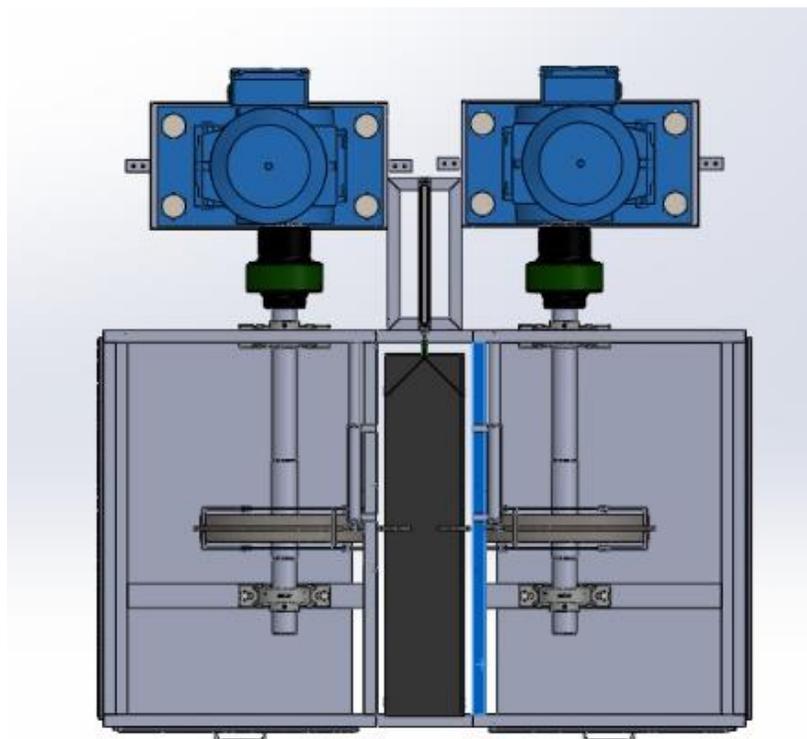
Seleccionando así un sensor inductivo cilíndrico de cuerpo metálico IP67 SL30-50G1LWA con dimensiones M50, distancia de conmutación de 30 milímetros y salida Normal Abierta en función de la programación ya realizada.

Mencionados todos los componentes intervinientes en la destalonadora, se adjunta a continuación el diseño final de la misma:

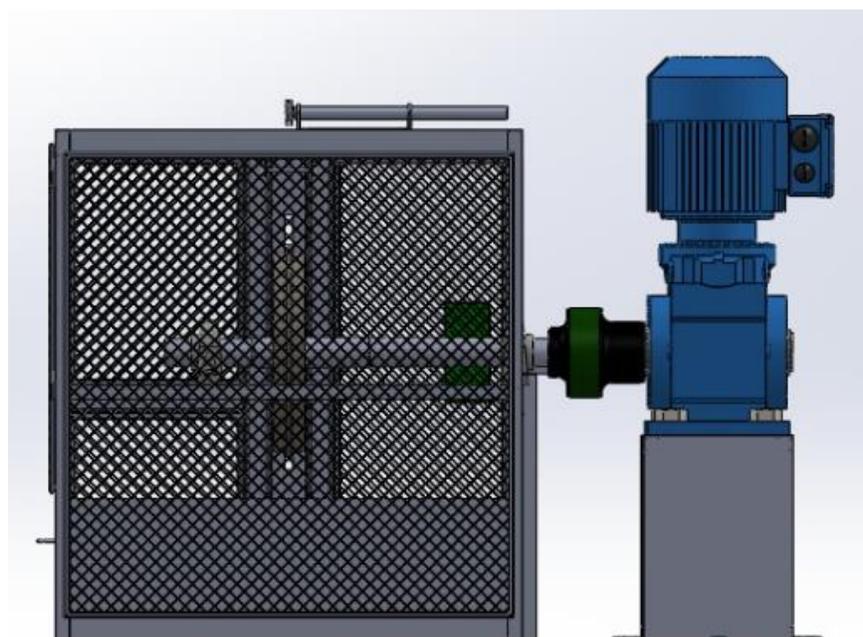


*Ilustración 105 Destalonadora Vista Frontal*

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 163 de 404

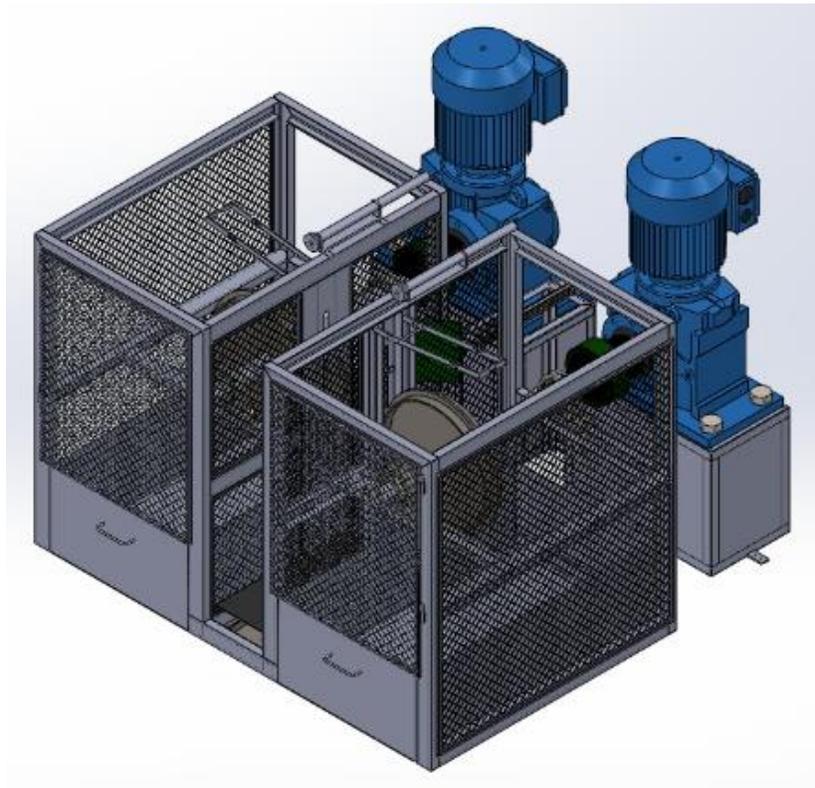


*Ilustración 107 Destalonadora Vista Superior*



*Ilustración 106 Destalonadora Vista Lateral*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 164 de 404



*Ilustración 108 Destalonadora Vista Isométrica*

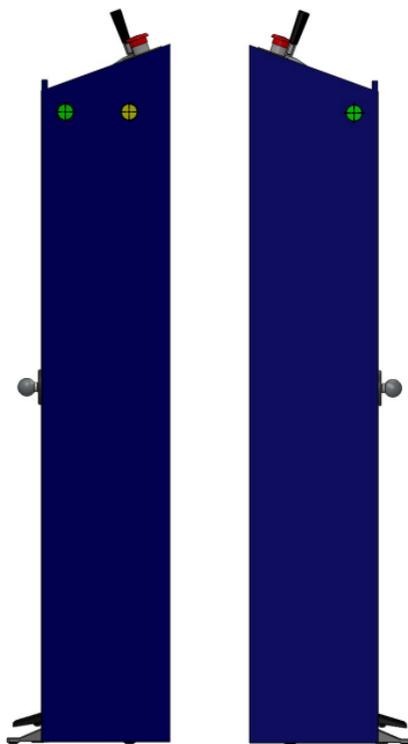
A su vez, el atril pedestal de accionamiento a la máquina será de la siguiente

manera:



*Ilustración 109 Columna de Accionamiento*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 165 de 404</b>



*Ilustración 110 Vistas Laterales de Columna de Accionamiento*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 166 de 404

### **Dimensionamiento y selección de maquina trituradoras:**

Las maquinas encargadas de la trituración de los neumáticos son la clave del proceso ya que serán las encargadas de reducir los neumáticos a los granos de caucho que luego se comercializarán. Para lograr un correcto dimensionamiento y selección de las mismas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Capacidad horaria de procesamiento

Considerando las proyecciones a futuro de la planta y, como se mencionó en los parámetros de diseño de la misma, se tiene una capacidad horaria de 1 tonelada por hora.

- Dimensiones máximas de material de entrada

Este aspecto será más critico en la primera trituradora ya que deberá ser capaz de ser alimentada de neumáticos de hasta 1200 milímetros aproximadamente correspondientes a camiones o grandes vehículos de carga. De esta manera se evita un proceso en el que se deba trozar el neumático para poder abastecer a la trituradora 1.

En cambio, la segunda trituradora deberá ser seleccionada tal que sea capaz de procesar aquellos trozos de caucho provenientes de la primera máquina.

- Dimensiones del material de salida

Este será critico en la segunda maquina trituradora ya que de esta el material de salida deberá tener las dimensiones buscadas y listas para clasificarse, embolsarse y comercializarse. En cambio, en la primera máquina trituradora se deberá tener en cuenta para el abastecimiento a la segunda trituradora.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 167 de 404

- Métodos de accionamiento y demanda del mismo

Como se enuncio en la selección de alternativas de trituración, la maquina deberá triturar mecánicamente mediante robustas cuchillas que se accionarán mediante motores eléctricos. Deberán tener la capacidad para las trituraciones primarias que serán robustas. En función de la potencia de accionamiento se dimensionarán los medios de alimentación eléctrica.

- Dimensiones de la maquina

Un aspecto muy importante a la hora de diseñar los medios de transporte capaces de abastecer y transportar el material procesado. También será clave a la hora de diseñar un layout de la planta considerando que se utilizará un galpón ya construido y deberá organizarse en función de las dimensiones existentes.

Se planteará la trituración mecánica mediante la reducción en dos etapas en la que la primera de ellas se procesen los neumáticos completos (sin el talón de acero) y en la segunda se trituren los trozos de caucho que se obtienen de la primera máquina y se los procese hasta las dimensiones finales.

Este tipo de trituración se realiza mediante la contra rotación de dos ejes robustos que permiten triturar el caucho del neumático tal y cual se explicó el proceso en las instancias anteriores. La trituradora a utilizar es de la firma QuRan, una industria especializada en el rubro. La empresa ofreció varias alternativas, pero la más optima a los requerimientos del proyecto es la **ZQR-1400** debido a que admite neumáticos de hasta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 168 de 404

1400 milímetros de diámetro externo por lo que no se necesita trozar el neumático para que pueda ser triturado, lo que sucedía con las demás alternativas.



*Ilustración 111 Trituradora ZQR1400*

Esta posee las siguientes características:

- Motorización: 2 motores de 55 KW que comandan las cuchillas rotativas
- Capacidad 1,5 toneladas
- Modelo Reductor 850
- Alimentación: A pedido, trifásica
- Cantidad de cuchillas 10+10pcs
- Diámetro de cuchillas 500 milímetros
- Espesor de cuchillas 70mm
- Tolva de entrada 2000 X 2000 milímetros
- Dimensiones 4600\*2000\*2300mm
- Peso 12 toneladas

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 169 de 404

- Baja velocidad, alto par, bajo nivel de ruido y polvo.
- Cuchillas móviles pesadas, funcionan de manera más eficiente.
- Cuchillos de acero aleado, resistentes y de larga vida útil.
- Control automático PLC. 5.Fácil de ajustar, bajo costo de mantenimiento, económico y duradero.
- Variador de frecuencia incluido junto con el tablero de accionamiento y protecciones
- El espesor y la cantidad de cuchillas se pueden ajustar según diferentes materiales.

Particularmente, la oferta describe una trituradora parametrizada para que la salida sean lonjas de caucho de 3 a 8 centímetros lo que significa una considerable reducción que permitirá una trituración más sencilla en la segunda trituradora.

En función de ello, la segunda trituradora a utilizar será una perteneciente a la misma industria denominada Trituradora **800F** que posee las siguientes características:

- Potencia: 30 KW
- Capacidad de 1 tonelada por hora
- 6 hojas Móviles y 4 hojas fijas

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 170 de 404

- Dimensiones 1,8 x 1,8 x 2,1 metros



*Ilustración 112 Trituradora 800F*

Esta trituradora utiliza cuchillas de aleación de acero que le proporcionan una larga vida útil. Al mismo tiempo, la máquina adopta un diseño separado para facilitar el mantenimiento y la limpieza. Tiene una estructura de doble capa y está equipado con materiales insonorizados por lo que el ruido generado es muy bajo.

La configuración ofrecida, logra obtener un triturado de caucho en orden de los 2 a 8 mm por lo que, según la demanda, estarán listos para su comercialización o deberán ser re-triturados. Esto se hará mediante una clasificadora que se seleccionará a continuación.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 171 de 404

### **Dimensionamiento y selección de maquina clasificadora:**

La molienda obtenida de la trituradora 2 deberá ser clasificada ya que, como se definió en la etapa inicial del proyecto, se comercializarán trozos de 2 a 8 milímetros (mayormente) por lo que aquellos granos mayores a estos deberán ser recirculados a la trituradora 2 o dispuestos para su comercialización en función de la demanda del momento ya que se puede llegar a comercializar granos de hasta 16 milímetros. La clasificación será por medio de una zaranda/criba vibratoria que posee las siguientes características:

El denominado “BisonSeparator™” es un equipo separador industrial de criba vibratoria de alta capacidad muy popular para clasificar y separar materiales de procesamiento en diferentes tamaños. Este equipo industrial de agitación y dimensionamiento está fabricado con una máquina de cribado robusta y de gran masa, lo que lo convierte en uno de los separadores de criba vibratoria rectangular más duraderos y fiables de su clase.

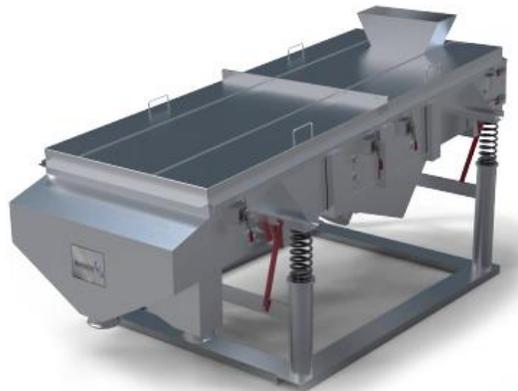
El diseño del tamiz vibratorio rectangular inclinado proporciona una mayor capacidad de tamizado con menos espacio que otros tamices vibratorios inclinados convencionales – este diseño es ideal para aplicaciones de tamizado de alta velocidad como la separación de pellets de plástico, el tamizado de arena de sílice, el reciclado de migas de caucho, pulpa y papel, el tamizado de arena fraccionada, minerales, piedras, materiales de construcción, minería, entre otras.

Resumiendo, el equipo posee las siguientes características:

- Fácil colocación de la malla de la criba

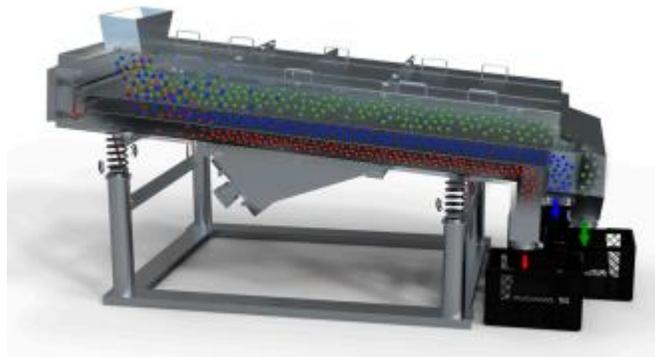
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 172 de 404

- Puerta de acceso rápido
- Bajo mantenimiento
- Soluciones adaptables



*Ilustración 113 Clasificadora "Bison Separator"*

Mencionado esto, la criba presentará tres salidas:



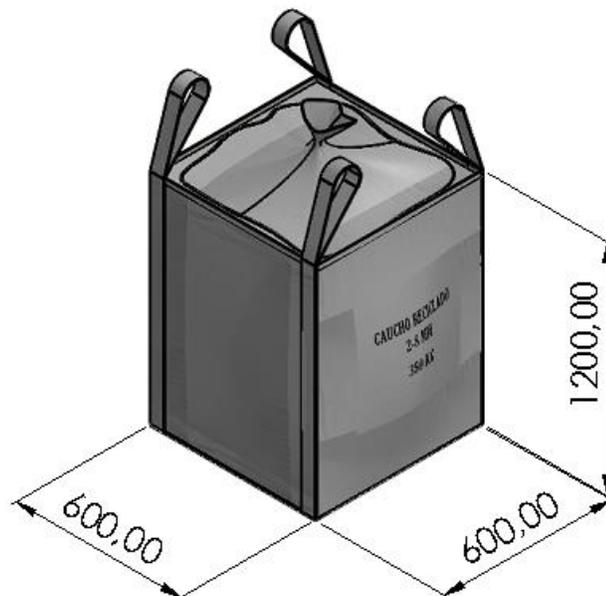
*Ilustración 114 Corte De Clasificadora Bison*

- Granos listos para comercialización (Transporte hacia embolsadora, 2 a 8 mm)
- Molienda para acumular en cajones (< 2 mm)
- Granos para recirculación (dependiendo la demanda) (> a 8mm)

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 173 de 404

### **Dimensionamiento y selección de máquina embolsadora:**

El producto se comercializará en bolsones de 350 kilogramos ya que se apunta a un comercio mayorista, aunque, sin embargo, se debe contar con un método que sea capaz de completar bolsas más chicas en función de la demanda. Los bolsones a utilizar serán los siguientes:



*Ilustración 115 Dimensiones Bolsón Big Bag*

Con unas dimensiones conformadas por 60 centímetros de ancho, 60 centímetros de profundidad y 120 centímetros de altura.

Estos se llenarán mediante una embolsadora “BigBag” que cuenta con su correspondiente tolva, válvula rotativa y una plataforma conformada con celdas de carga y sistema vibratorio que pesan el bolsón y lo hacen vibrar de manera que la carga quede más uniforme. Al llegar al peso establecido, se mandará la señal correspondiente para cerrar la válvula rotativa y cerrar el llenado del bolsón. Precisamente, se seleccionó una

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 174 de 404

embolsadora PARKE modelo EP5B-BB que consiste en un sistema preparado para recibir mercaderías a embolsar a través de una brida superior de carga con encausador, y una estructura para disponer convenientemente bolsones vacíos con instalación manual de los mismos. El big bag queda colgado de la estructura de la balanza, el cuello se conecta al encausador de la máquina y quedará retenido por un sujetador neumático modelo iris y la base del bolsón queda apoyado sobre la base. Una vez posicionado el bolsón, se le da marcha al sistema de carga que es de comando electrónico con actuaciones neumáticas, que se ocupa de realizar el llenado del bolsón pesando el mismo a la vez que se está llenando y realiza el cierre de la compuerta de carga comparando con un valor predeterminado ingresado por teclado.

A su vez viene equipado con un controlador P-100 que es un dispositivo electrónico que basa su funcionamiento en un microprocesador de última generación, es de calibración totalmente digital almacenada en memoria EEPROM no volátil, posee salida rs232c configurable, para conectar a impresora o a PC con cuatro modos seleccionables de transmisión. Este controlador se encarga también de llevar un registro de las bolsas realizadas, del peso total embolsado y hace un seguimiento inteligente del peso programado para la bolsa, corrigiéndolo automáticamente si es necesario.

La máquina está totalmente construida en acero al carbono pintado, y necesita un auto elevador o zampi para retirar los big bags que se van realizando.

Su producción estimada es de hasta unos 10 bolsones por hora.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 175 de 404

Para el abastecimiento eléctrico de esta se debe tener en cuenta una potencia de 1,5 KW trifásica más neutro y, para el abastecimiento neumático, se detalla un consumo de aire comprimido de 20 litros por minuto a 6 Bar.

La embolsadora es la siguiente:



*Ilustración 116 Embolsadora Big Bag PARKE EP5B-BB*

Como se ha mencionado, una vez cargada la bolsa, se deberá retirar el producto por medio de un montacargas que lo depositará en el sector de acopio de la planta. La

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 176 de 404

válvula rotativa no permitirá la carga de la próxima bolsa hasta que el operario presione el pulsador que indica que la bolsa se encuentra en posición y en condición de ser cargada.



*Ilustración 117 Modo de extraer y transportar el Big Bag*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 177 de 404

### **Diseño y dimensionamiento métodos de transporte:**

El diseño y dimensionamiento de cada uno de los métodos de transporte es muy importante debido a que conectarán cada una de las maquinas implicadas mencionadas anteriormente y deberán hacerlo de la manera más eficiente posible. Por ello se analizará minuciosamente cada uno de los detalles implicados como lo son el tipo y características de material a transportar, el recorrido del transporte, si se debe elevar el mismo, evitando desperdicio de material y que el transporte de estos no restrinja la producción de la planta al generar, por ejemplo, cuellos de botella.

### **Diseño y dimensionamiento del transporte de abastecimiento a trituradora N°1:**

Se debe considerar que el material a transportar serán los neumáticos ya destalonados, pero manteniendo sus dimensiones por lo que se tendrán desde neumáticos de 500 milímetros de diámetro hasta aquellos de 1200 milímetros correspondientes a camiones o vehículos de carga.

Otro aspecto por considerar es la disposición para la carga y hasta donde se deberá transportar la misma. Se plantea una carga ergonómica que genere el menor esfuerzo posible al operario y una descarga de este que permita depositar directamente los neumáticos dentro de la tolva de alimentación de la maquina trituradora.

A su vez, se deberá evitar que los neumáticos se deslicen o muevan lo menor posible al ser transportados.

Dicho esto, se plantea una cinta transportadora que posea cierto relieve o textura para evitar el deslizamiento de los neumáticos, a su vez, se deberá elevar la carga hasta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 178 de 404

una altura de 3,5 metros para favorecer la caída de los mismos en la tolva de alimentación de la trituradora.

Se deberá abastecer a trituradora ZQR 1400 de la firma QuRan cuyas dimensiones son 4.6 m de largo, 2 m de ancho y 2.3 metros de alto. Considerando esto y, el tamaño máximo de neumático a tratar es que se plantea una cinta de 10m de recorrido, 1,4m de ancho y 3.5m de alto.

Esta cinta presentará una carga manual, una descarga autónoma ya que el neumático caerá directamente en la tolva de alimentación, trabajará a tracción ya que se ubicará el motor en la parte superior/final accionando el tambor motriz, y se tendrán estaciones de rodillos rectos.

La cinta será de tipo ascendente y poseerá un ángulo de inclinación de 20,5° considerando la altura final de la misma.

La velocidad de accionamiento deberá ser moderada considerando el transporte de materiales de grandes dimensiones. Además, se dimensionará la misma considerando las solicitudes máximas, es decir, considerando 150 neumáticos diarios y de camión.

Si se tiene una jornada laboral de 8 horas, se tiene que la velocidad mínima de carga de la cinta será:

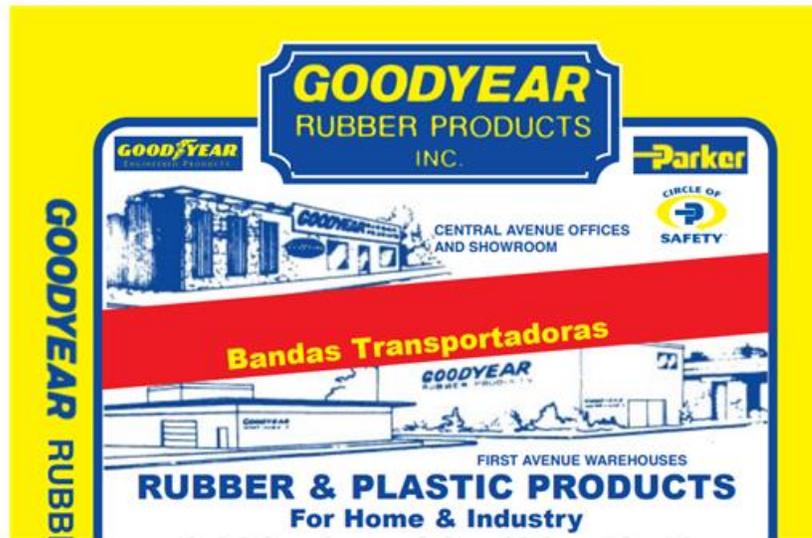
$$v_{\min \text{ cinta}} = 20 \frac{\text{neum}}{\text{hora}} = 0,00556 \frac{\text{neum}}{\text{seg}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 179 de 404</b>

Es decir, la velocidad de cinta que permita cada 180 segundos abastezca a la maquina trituradora.

Mencionado esto, se plantea una velocidad lineal de cinta de 2 m/s que será regulada en función de la frecuencia de carga a la misma por parte del operario.

Selección de Cinta:



*Ilustración 121 Catálogo Goodyear "Bandas transportadoras"*

**BANDAS CON IMPRESIÓN EN CUBIERTA SUPERIOR**



**#103B** 400/2 2 Ply Chevron Top Continues x BB = 400/2 2 Lonas Chevron Superior Continuo x Lona Desnuda al Dorso.  
**Número de Parte:** 20029575  
Banda excelente de caucho para todo - propósito en operaciones inclinadas. La fibra de polyester integral de bajo estiramiento es dotada de perfiles tipo Chevron continuos de caucho SBR de 1.6 mm de alto.  
**Rango de Temperatura:** -40 ° C a 107 ° C **Espesor:** 6.0 mm **Peso:** 7.6 Kg/m<sup>2</sup> **Diámetro Mínimo de Poles:** 304.8 mm **Grapas Recomendadas:** #2 Gancho, #125 Grapa, #20 Lagarto.

*Ilustración 122 Selección de Banda con Impresión en cubierta superior*

Con el fin de evitar deslizamientos durante el transporte, se plantea una cinta con cubierta tipo “Fishbone” o “espina de pescado” presente en los catálogos de Goodyear.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 180 de 404

Mas precisamente una cinta de caucho (SBR) tipo Chevron apta para operaciones inclinadas que posee un espesor de 6 mm y un peso de 7,6 kg/mm<sup>2</sup>.

$$e = 6 \text{ mm}$$

$$P_{\text{cinta}} = 7,6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Adoptando un ancho de banda de 1400 milímetros considerando los diámetros máximos de los neumáticos transportados.

$$B = 1400 \text{ mm}$$

El peso de la cinta por metro lineal será:

$$P_{\text{cinta}} = P_{\text{ecinta}} * B = 10,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Los empalmes serán grampados. Dentro del tipo de cinta, se tiene:

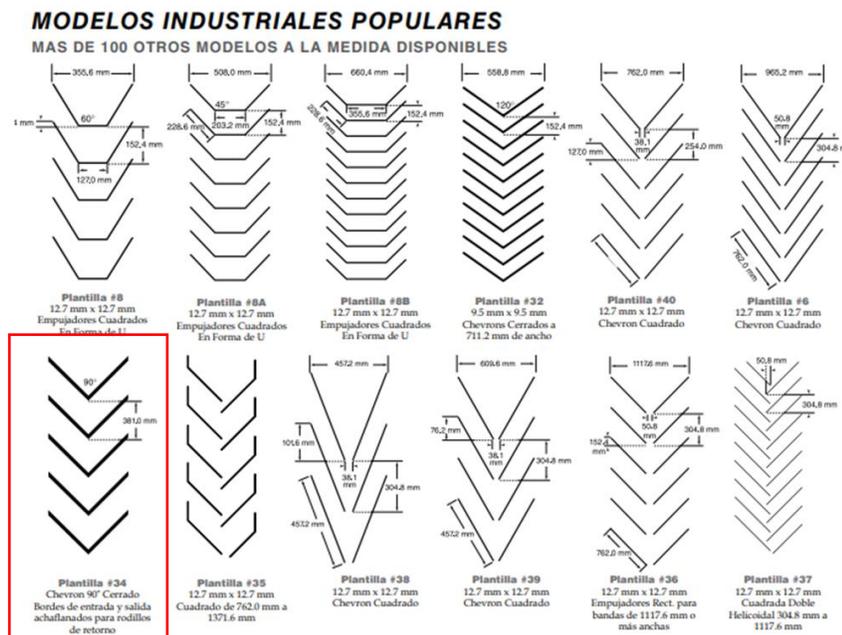


Ilustración 118 Modelos Industriales de Cubiertas de Cinta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>181</b> de <b>404</b>

Utilizando una cinta Chevron 90° detallada en la plantilla #34 que tiene bordes de entrada y salida achaflanados.

Más precisamente, esta cinta presenta las siguientes características:

**CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE BANDAS**

Espec#	Parte#	Descripción	Lonas	Color	Espesor Total	Cubiertas
<b>BANDAS CON IMPRESIÓN EN CUBIERTA SUPERIOR</b>						
#103B	20029575	400/2 2 Ply Chevron Superior Continuo x BB	2	Negro	6.0 mm	SBR

Espec#	Tensión de Trabajo N/mm	Rango de Temperatura	Diámetro Mínimo de Polea	Peso Kg/m <sup>2</sup>	Ancho Máximo de Rollo	FDA USDA	Flexco #	Clipper #
<b>BANDAS CON IMPRESION CUBIERTA SUPERIOR</b>								
#103B	40.0 N/mm	-40° C a 107° C	304.8 mm	7.6 Kg/m	1524.0 mm		125, 20	2

*Ilustración 119 Especificaciones de la cinta seleccionada*

Donde, además de detallarse la tensión de trabajo, se menciona el diámetro mínimo de polea para este tipo de cinta.

$$Dp_{min} = 305 \text{ mm}$$

Selección de tambores

Y, el ancho mínimo de la misma se determinará según lo enunciado en la norma ISO 1536 y 3684.

Siempre teniendo en cuenta que cuanto mayor sea el diámetro de la polea, menores tensiones de flexión sobre la cinta y, por lo tanto, mayor duración de la misma.

Como regla se tiene que:

Si  $B > 1000$  milímetros el ancho de la polea será B más 75 milímetros.

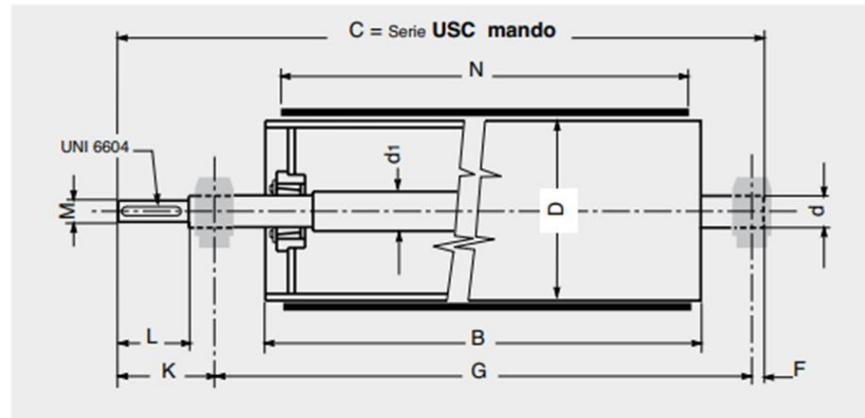
$$Ancho_{polea} = B + 75 \text{ mm} = 1475 \text{ mm}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 182 de 404

Por lo que el ancho del tambor deberá ser mayor que ello. Procediendo al catálogo de RULMECA, se obtiene el mismo.

#### 4 Tambores

Serie  
**USC** mando con  
anillos ensambladores



Serie USC tambor motriz con anillos ensambladores

Banda ancho N mm	Tambor tipo	D mm	B	d	C	d1	M mm	L	K	F	G	Peso Kg
1400	USC	620	1600	100	2185	105	90	170	280	55	1850	458
		800	1600	100	2185	105	90	170	280	55	1850	718

Ilustración 120 Selección de Tambor Motriz según catálogo Rulmecca

Seleccionando así un tambor motriz de la serie USC con anillos ensambladores de 800 milímetros de diámetro y 718 kg de peso.

$$D_{pm} = 800 \text{ milímetros}$$

$$P_{pm} = 718 \text{ kg}$$

Además, se le añadirá un revestimiento de goma romboidal quedando la denominación del mismo de la siguiente manera:

$$USC - 800 - 1600 - 100 - YA - RR - 3$$

Este, le brindará las siguientes ventajas:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 183 de 404

- Evita incrustaciones y reduce así el efecto de descentrado de
- la cinta
- Reduce el deslizamiento entre cinta transportadora y tambor,
- aumenta el coeficiente de fricción
- Desplaza humedad y suciedad
- Protege el tambor contra desgaste y corrosión

Precisamente se utilizará un Remagrip 65/CN



*Ilustración 121 Revestimiento de goma romboidal Remagrip 65/CN*

Que posee las siguientes características técnicas:

<b>Criterios/Productos</b>	<b>Remagrip 65/CN</b>
Base polímera	BR/IR/SBR
Peso específico g/cm <sup>3</sup>	1,13
Dureza Shore A	60+/-5
Abrasión mm <sup>3</sup>	120
Resilencia %	45
Perfilación mm	50X6X3
Color	negro
Temperaturas máx	de -30°C a +80°C

*Tabla 20 Características Técnicas Remagrip 65/CN*

Por lo que el peso del tambor motriz será:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 184 de 404

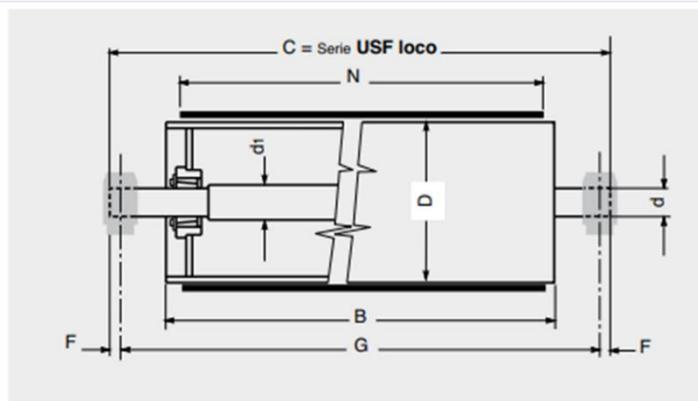
$$P_{tambormotriz} = 718 \text{ kg} + \frac{1,13 \text{ kg}}{1000 \text{ cm}^3} * 1600 \text{ mm} * 2 * \pi * \frac{D_p}{2} * \text{espesor}_{reves}$$

$$= 732 \text{ kg}$$

Ahora, se debe seleccionar el contra tambor del mismo catálogo que se utilizó anteriormente.

#### 4 Tambores

Serie  
**USF** loco con  
anillos ensambladores



Serie USF Tambor loco con anillos ensambladores

Banda ancho N mm	Tambor tipo	D mm	B	d	C	d1	F	G	Peso Kg
1400	USF	620	1600	80	1920	85	45	1830	391
		800	1600	80	1920	85	45	1830	654

Ilustración 122 Selección de Contratambor según Rulmeca

Seleccionando así un tambor de retorno USF-800-1600-80-YA con:

$$D_{tamborloco} = 800 \text{ mm}$$

$$P_{tamborloco} = 654 \text{ kg}$$

#### Selección de rodillos y estaciones

Teniendo ya seleccionados los tambores de los extremos, se debe seleccionar ahora los rodillos o “rolos” que favorecen el deslizamiento y sirven de apoyo del material transportado a lo largo del recorrido. A su vez, cumplen con la función que la flecha de

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 185 de 404

flexión de la banda máxima entre dos estaciones de rolos consecutivas no sea tal que afecte el paso de la cinta y del material, generen consumos de potencia mayores y el desgaste prematuro de la cinta.

Para la estación de rodillas de ida, se seleccionan estaciones de rodillos lisos planos, de igual manera, se utilizan similares para el retorno de la cinta y, en caso de ser necesario, se pueden colocar rodillos con rascadores para la limpieza de la banda.

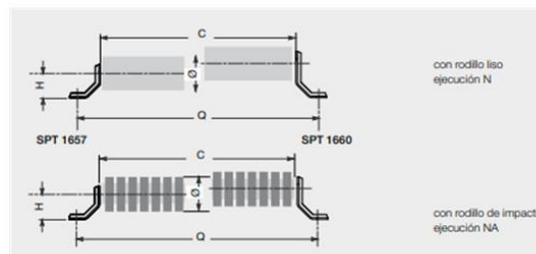


Ilustración 123 Tipos de rodillo y estación

El mismo fabricante, indica unas consideraciones a tener en cuenta a la hora del diseño de la cantidad de estaciones de rodillos. Estas son:

**Tab. 6 - Paso máximo aconsejable de las estaciones**

Ancho banda m	Paso de las estaciones ida peso específico del material a transportar t/m <sup>3</sup>			retorno m
	< 1.2 m	1.2 ÷ 2.0 m	> 2.0 m	
300	1.65	1.50	1.40	3.0
400				
500				
650				
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.20	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				
2000	1.00	0.80	0.70	3.0
2200				

Ilustración 124 Paso Máximo aconsejable entre estaciones

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 186 de 404

En donde, en función del ancho de la banda se tiene que:

$$\text{distancia entre rodillos ida} = \alpha_o = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{distancias entre estaciones de retorno} = \alpha_u = 3 \text{ m}$$

Debido a la carga de neumáticos robustos, se añadirá una estación de carga, como recomendación del fabricante, las estaciones deben colocarse, al menos, a la mitad de la distancia a la que se instalan los rodillos de ida. En nuestro caso, lo colocaremos cada 0,6 m, considerando un sector de carga de 2 m.

$$\text{distancia entre estaciones de impacto} = \alpha_i = 0,6 \text{ m}$$

Por lo que ya se cuentan con los datos necesarios para determinar la cantidad de rodillos con sus correspondientes estaciones.

$$N^{\circ} \text{Rodillos ida} = \frac{2 \text{ m}}{\alpha_i} + \frac{L_{\text{cinta}} - 2 \text{ m}}{\alpha_o} = 10$$

Determinando así, unas 10 estaciones de rodillo a la ida (3 estaciones de rodillo de impacto, 7 estaciones de rodillos de ida).

En cambio, para el retorno:

$$N^{\circ} \text{Rodillos retorno} = \frac{L_{\text{cinta}}}{\alpha_u} = 3,33$$

Determinando así, 4 estaciones de retorno.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 187 de 404

Para seleccionar el diámetro de los rodillos, se contempla la velocidad a la que se moverá la banda y su ancho.

$$Ancho\ cinta = B = 1,4\ m$$

$$V_{cinta} = 2\ \frac{m}{s}$$

Y se procede a la siguiente tabla:

**Tab. 16 - Diámetro de los rodillos aconsejado**

Ancho banda mm	Para velocidad ≤ 2 m/s			2 + 4 m/s			≥ 4 m/s		
	Ø rodillos mm			Ø rodillos mm			Ø rodillos mm		
500	89			89					
650	89			89	108				
800	89	108		89	108	133	133		
1000	108	133		108	133		133	159	
1200	108	133		108	133	159	133	159	
1400	133	159		133	159		133	159	
1600	133	159		133	159	194	133	159	194
1800	159	159	194	159	194				
2000	159	194		159	194		159	194	
2200 y superior	194			194			194		

*Ilustración 125 Diámetro recomendado según velocidad de operación*

Por lo que, cada rodillo de estaciones de ida y retorno tendrá:

$$D_{rodillos} = 133\ mm$$

Restando definir los tipos de rodillos a utilizar, se determina la carga sobre ellos según el catálogo de Rulmecca en su sección 1.9 que plantea:

$$C = \alpha_o * \left( P_{cinta} + \frac{Q_{máxtrasnp}}{3,6 * v} \right) * 0,981\ daN = 12,63\ daN$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 188 de 404

La carga dinámica será:

$$Ca^1 = Ca \times Fd \times Fs \times Fm \quad [daN]$$

donde:

$Fd$  = según tabla 20, pág. 51

$Fs$  = según tabla 18, pág. 51

$Fm$  = según tabla 19, pág. 51

Tab. 18 - Factor de servicio

Duración	$F_s$
Menos de 6 horas al día	0.8
De 6 a 9 horas al día	1.0
De 10 a 16 horas al día	1.1
Más de 16 horas al día	1.2

Tab. 19 - Factor ambiental

Condiciones	$F_m$
Limpio y con mantenimiento regular	0.9
Con presencia de material abrasivo o muy corrosivo	1.0
Con presencia de material muy abrasivo o corrosivo	1.1

Tab. 20 - Factor de choque  $F_d$

Tamaño del material	Velocidad de la banda m/s						
	2	2.5	3	3.5	4	5	6
0 ÷ 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
100 ÷ 150 mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
150 ÷ 300 mm en estrato de material fino	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33
150 ÷ 300 mm sine estrato de material	1.06	1.09	1.12	1.16	1.21	1.35	1.50
300 ÷ 450 mm	1.20	1.32	1.50	1.70	1.90	2.30	2.80

Ilustración 126 Factores de afectación al cálculo

El paso siguiente consiste en afectar esta carga por factores de funcionamiento como lo son el factor de choque, factor de servicio y el factor ambiental. Con ello, se obtendrá la carga dinámica en la estación de rodillos.

Los factores se encuentran tabulados en el mismo catálogo:

Obteniendo así:

$$F_s = 1$$

$$F_m = 0,9$$

$$F_d(\text{por el propio material}) = 2$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 189 de 404</b>

$$C_{a1} = C_a * F_s * F_m * F_d = 12,63 \text{ daN} * 1 * 0,9 * 2 = 22,74 \text{ daN}$$

Para las estaciones de ida, se podrá optar por los rodillos del tipo PSV para condiciones de trabajo difíciles y la carga de trabajo a soportar, pero, por sobre esto, por ser el único tipo de rodillo en tener los diámetros recomendados y seleccionados anteriormente en función del ancho de la banda:

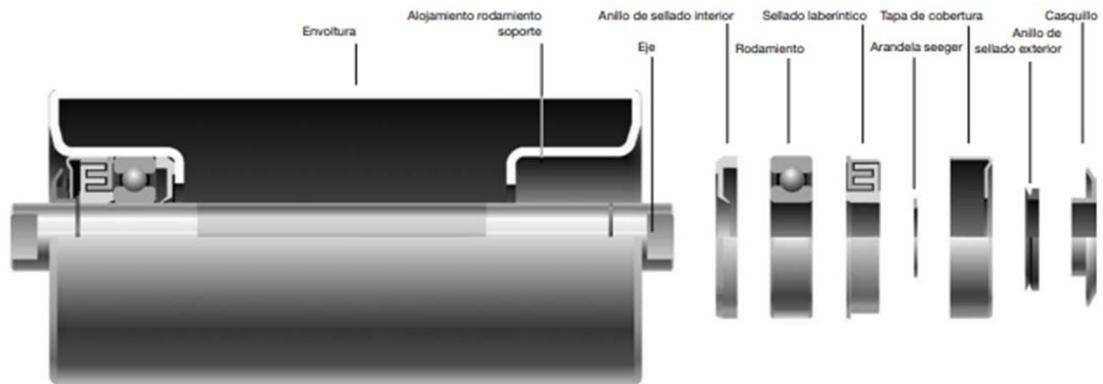


Ilustración 131127 Conformación del rodillo

serie

**PSV 1**

**Ø 133 N**

Rodamiento 6204  
(20 X 47 X 14)

d = 20  
ch = 14  
s = 4  
e = 4  
g = 9

banda	rodillo					
	ancho mm	dimensiones mm			peso Kg	capacidad de carga daN
configuraciones		B	C	A	partes giratorias total	velocidad de la banda m/s
		1400	1600	1608	1626	21.4 25.4
						71 71 71 71 71 71

Ilustración 132 Selección del tipo de rodillo

Siendo estos, entonces, unos rodillos PSV 1 20 L 20 133 N L 1600 que, para el diámetro del rodillo requerido, es el menos robusto que ofrece el fabricante. Complementado con un eje sobre el que rola de 20 milímetros. El peso del conjunto será:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 190 de 404

$$P_{rolosida} = 25,4 \text{ kg}$$

En donde los mencionados, cumplen las solicitaciones de capacidad de carga y velocidad de giro.

En cuanto a las estaciones soportes de los rodillos, las mismas serán seleccionadas del mismo catálogo para una mayor compatibilidad y facilidad de adquisición. Se selecciono un soporte SPT 1795 para ida plana y ejecución pesada para rodillo liso.

### 3 Estaciones

#### soportes

#### SPT 1795

Para ida plana, ejecución pesada, rodillo liso o con anillos de impacto

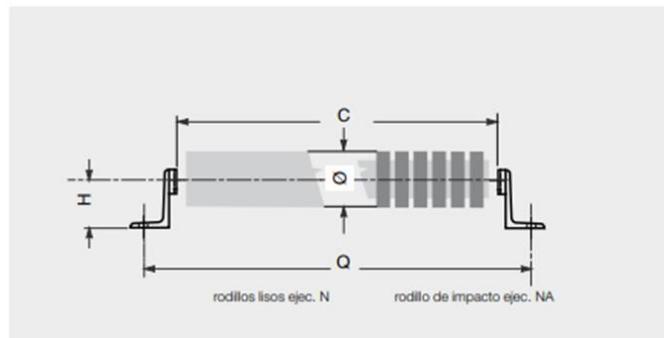


Ilustración 128 Soportes SPT 1795

La denominación comercial es SPT 1795 F22YA

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 191 de 404	

Y sus dimensiones:

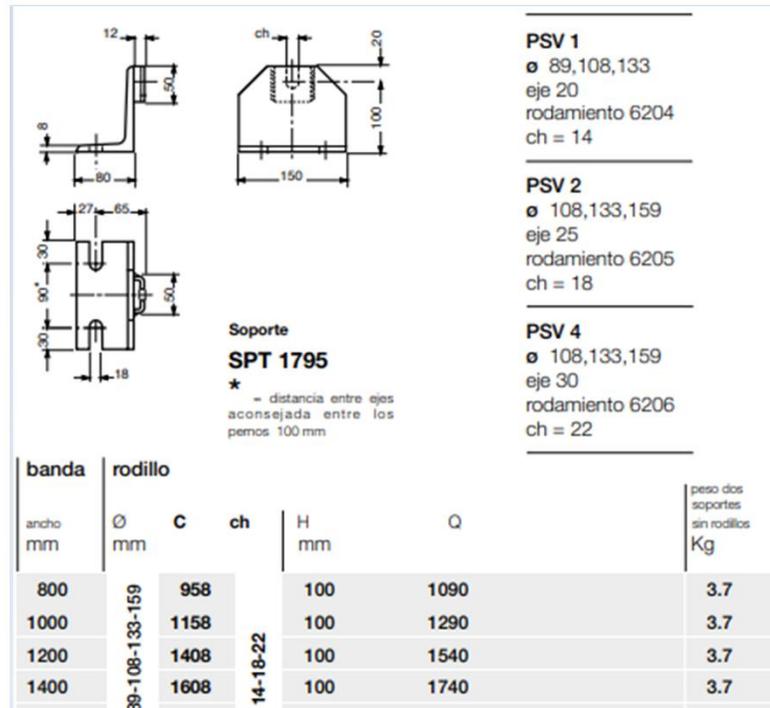


Ilustración 129 Dimensiones soporte SPT 1795

Se debe ahora, determinar el tipo de rodillo de retorno junto con su correspondiente estación considerando que, en el retorno se circula sin carga.

$$C_{ret} = \alpha_u * P_{cinta} * \frac{0,981 \text{ daN}}{1 \text{ kg}} = 31,31 \text{ daN}$$

Nuevamente, la carga dinámica sobre los rodillos de retorno será la carga estática afectada por los factores, con la salvedad que, en este caso en vez de ser el factor de choque, el factor que interviene en su lugar es el de velocidad.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 192 de 404

$F_v = 0,9$  (considerando la mayor velocidad de funcionamiento)

Tab. 21 - Factor de velocidad  $F_v$

Velocidad banda m/s	Diámetro de los rodillos mm						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0.5	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
1.0	0.92	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.80
1.5	0.99	0.99	0.92	0.89	0.88	0.85	0.82
2.0	1.05	1.00	0.96	0.95	0.94	0.90	0.86
2.5			1.01	0.98	0.97	0.93	0.91
3.0			1.05	1.03	1.01	0.96	0.92
3.5					1.04	1.00	0.96
4.0					1.07	1.03	0.99
4.5					1.14	1.05	1.02
5.0					1.17	1.08	1.00

Ilustración 130 Determinación del Factor de velocidad

$$C_{r1} = C_r * F_s * F_m * F_v = 25,4 \text{ daN}$$

Pero, en función del diámetro recomendado, se selecciona nuevamente el rodillo anteriormente seleccionado.

**serie PSV 1 Ø 133 N**

Rodamiento 6204 (20 X 47 X 14)

d = 20  
ch = 14  
s = 4  
e = 4  
g = 9

banda	rodillo			peso Kg	capacidad de carga daN
	ancho mm	dimensiones mm			
	1400	B	C	A	partes giratorias total 71 71 71 71 71 71
		1600	1608	1626	

Ilustración 131 Selección del rodillo de retorno

Siendo este, entonces, un PSV 1 20 L 20 133 N L 1600, es decir, el mismo que se seleccionó para los rodillos ida.

$$P_{rolosretorno} = 25,4 \text{ kg}$$

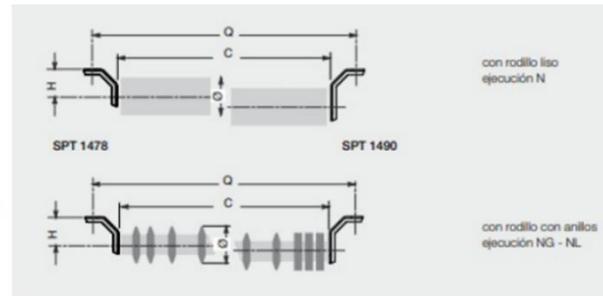
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 193 de 404

Para las estaciones de soporte de los rodillos, se utilizará una estación de la serie SPT 1478 F 14 YA

**soportes**

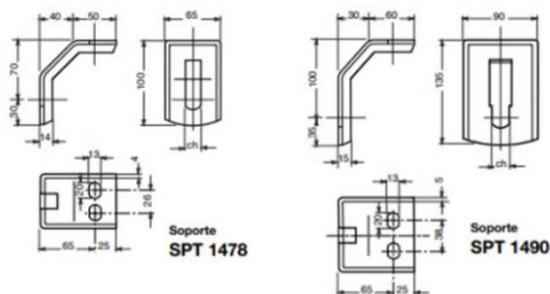
**SPT 1478 - 1490**

Para retorno plano, ejecución ligera, rodillo liso o con anillos



**SPT 1478 para rodillos serie:**

<b>RTL</b> eje 15 rodamiento 6202 ch = 17	<b>MPS</b> eje 15 rodamiento 6202 ch = 17
<b>MPR</b> eje 15 rodamiento 6202 ch = 17	<b>PSV 1</b> eje 20 rodamiento 6204 ch = 14



*Ilustración 132 Selección de estación SPT 1478 para retorno*

Resta definir la composición de la estación de impacto, Para limitar los efectos del impacto del material sobre los rodillos, éstos están recubiertos de una serie de anillos de goma de espesor y resistencia adecuados.

Los rodillos de impacto están sometidos a esfuerzo, no solo por la carga del material, sino también por las fuerzas dinámicas ejercidas por el mismo por efecto de su caída sobre la banda. Para la selección de las estaciones de rodillos de impacto, se tomará una altura de caída del material sobre la cinta a 1,5 metros.

Siguiendo la siguiente fórmula propuesta en el catálogo:

$$p_d = G_m + \sqrt{2 * G_m * H_c * C_f}$$

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 194 de 404

Donde:

- $G_m$  es el peso del bloque del material en kg
- $H_c$  es la altura correcta de caída en m
- $C_f$  es la constante elástica del bastidor/rodillo de impacto en Kg/m

Dicho esto:

$$G_m = 40 \text{ kg (neumáticos ya destalonados)}$$

$$H_c = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Energía de caída} = G_m * H_c = 60 \text{ kgm}$$

$C_f$  se obtiene del siguiente nomograma

Fig.42 - Constante elástica  $C_f$

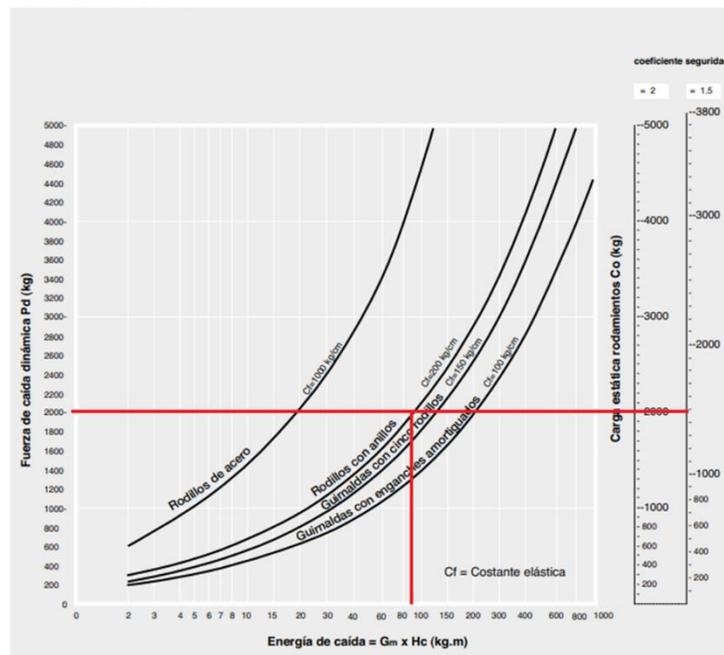


Ilustración 133 Determinación de Constante elástica  $C_f$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 195 de 404

Por lo que

$$C_f = 200 \text{ kgm}$$

Y, se tienen todos los datos para realizar el cálculo de carga:

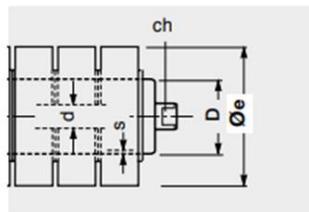
$$p_d = G_m + \sqrt{2 * G_m * H_c * C_f} = 40 \text{ kg} + \sqrt{2 * 40 \text{ kg} * 1,5 \text{ m} * 200 \text{ kgm}} = 1590 \text{ kg}$$

Por lo tanto, con factor de seguridad de 1,5, se tendrá que disponer de rodillos equipados con rodamientos con la capacidad de soportar una carga estática de 1200 kg (11,8 kN), es decir rodillos PSV5,30F,133NA, que vienen equipados con rodamientos 6306; Co = 16 kN.

**Programa de producción rodillos de impacto**

rodillo base tipo	D		Øe		eje		rodamiento
	mm	s	mm	ejec.	d	ch	
MPS 1	60	3	89	NA	15	17	6202
	60	3	108	NA			
PSV 1	63	3	89	NA	20	14	6204
	63	3	108	NA			
	89	3	133	NA			
	89	3	159	NA			
PSV 2	89	3	133	NA	25	18	6205
	89	3	159	NA			
PSV 3	89	3	133	NA	25	18	6305
	89	3	159	NA			
PSV 4	89	3	133	NA	30	22	6206
	89	3	159	NA			
PSV 5	89	4	133	NA	30	22	6306
	89	4	159	NA			
	108	4	180	NA			
	133	4	194	NA			
PSV/7-FHD	133	4	215	NA	40	32	6308
	108	4	180	NA			
	133	6	194	NA			
	133	6	215	NA			

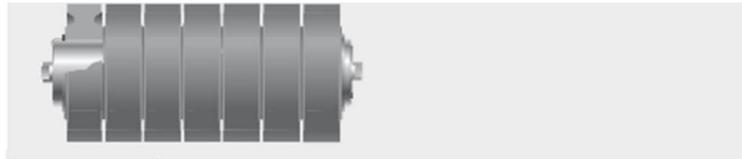
La tabla indica los tipos y los diámetros de los anillos estándar previstos y las dimensiones según la unificación europea. Bajo pedido se pueden suministrar diámetros y espesores de tubo diferentes del estándar.



*Ilustración 139 Composición de rodillos de impacto*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		
			Pág. 196 de 404

serie  
**Impacto**  
**Øe 133 NA**



Rodillo base:

**PSV 5**  
D = 89 x 4\*;  
eje 30; d1 = 30  
rodamiento 6306  
ch = 22

\* grueso superior al estándar

banda	rodillo					anillos			
	ancho mm	dimensiones mm			peso Kg				
configuraciones	B	C	A	PSV 1	PSV 2	PSV 3	PSV 4	PSV 5	E = 35
	1400	1600	1608	*	25.5	27.9	28.3	31.2	

Ilustración 140 Selección de rodillo de impacto

Seleccionando finalmente, un rodillo PSV 5 30 FL 30 133 NA 1608.

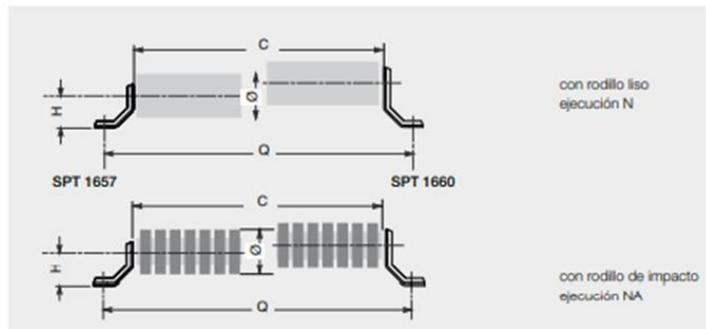
$$P_{rodillosimpacto} = 31,8 \text{ kg}$$

Con su correspondiente estación de soporte

### 3 Estaciones

**soportes**  
**SPT 1657-1660**

Para ida plana ligera rodillo liso o con anillos de impacto



SPT 1660 para rodillos serie:

**PSV 1**  
eje 20  
rodamiento 6204  
ch = 14

**PSV 4**  
eje 30  
rodamiento 6206  
ch = 22

**PSV 2**  
eje 25  
rodamiento 6205  
ch = 18

**PSV 5**  
eje 30  
rodamiento 6306  
ch = 22

**PSV 3**  
eje 25  
rodamiento 6305  
ch = 18

banda	rodillo				H			peso dos soportes sin rodillos	
	ancho mm	Ø mm	C	ch	SPT 1657 mm	SPT 1660	Q	SPT 1657	SPT 1660
300	SPT 1657: 60 + 133 SPT 1660: 60 + 180	133	388	SPT 1657: 14 - 17 SPT 1660: 14 - 18 - 22	70	100	520	0.7	1.5
400			508		70	100	640	0.7	1.5
500			608		70	100	740	0.7	1.5
650			758		70	100	890	0.7	1.5
800			958		70	100	1090	0.7	1.5
1000			1158		70	100	1290	0.7	1.5
1200			1408		70	100	1540	0.7	1.5
1400			1608		70	100	1740	0.7	1.5

Ilustración 134 Selección de estación de soporte para rodillo de impacto

Siendo esta una estación de soporte SPT 1660 F22 YA.

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 197 de 404

Cálculo de potencia motriz:

Teniendo en cuenta la cinta ya seleccionada, se tiene:

$$P_{cintatotal} = 10,64 \frac{kg}{m} * (20m * 2 * \pi * 0,4m) = 239,6 kg$$

Considerando también la longitud que abraza a los tambores.

Partiendo de que la fuerza tangencial a aplicar debe vencer todas las resistencias que se oponen al movimiento (Rozamientos, transporte del material y resistencias adicionales), se plantea:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

Siendo:

- $P_1$ =Fuerza necesaria para mover la cinta que debe vencer los rozamientos de los rodillos y tambores
- $P_2$ =Fuerza necesaria para mover el material horizontalmente
- $P_3$ =Fuerza necesaria para mover el material verticalmente
- $P_4$ =Fuerza necesaria para vencer resistencias secundarias debido a accesorios

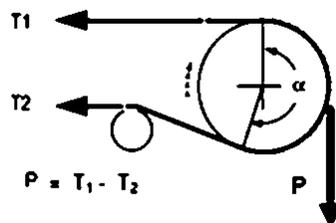
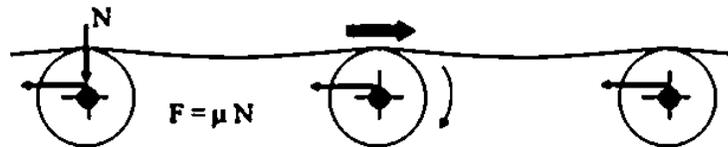


Ilustración 135 Sumatoria de fuerzas

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 198 de 404

P<sub>1</sub> Fuerza necesaria para mover el material horizontalmente:

Para el cálculo de esta fuerza, se deben contemplar los pesos de todos los rodillos, tambor motriz y contratambor y el peso propio de la banda, tanto del tramo superior que soporta el material como del tramo de retorno. Además, esta fuerza depende del coeficiente de rozamiento entre la banda y los rodillos.



*Ilustración 136 Fuerza necesaria para mover el material horizontalmente*

Siendo:

$$P_{cinta} = 239,6 \text{ kg}$$

$$P_{rodillosida} = P_{rolosida} * 7 + P_{roloimpacto} * 3 = 273,2 \text{ kg}$$

$$P_{rodillosretorno} = P_{rolosretorno} * 4 = 101,6 \text{ kg}$$

$$P_{tambores} = P_{tambormotriz} + P_{tamborloco} = 1385,6 \text{ kg}$$

La sumatoria será:

$$N_1 = P_{rodillosida} + P_{rodillosretorno} + P_{tambores} + P_{cinta} = 2000 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la fuerza P<sub>1</sub> necesaria para mover la cinta descargada se debe afectar por un factor de rozamiento entre la banda y el rodillo de ida. El fabricante aclara que la parte exterior del rodillo es la que se encuentra en contacto con la banda

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 199 de 404

transportadora. Este se encuentra constituido por un tubo de acero producido según prescripciones Rulmecca, con especificaciones particulares y tolerancias limitadas.

Por lo que se toma el coeficiente de fricción recomendado de:

$$\mu_r = 0,3$$

$P_1$  será:

$$P_1 = \mu_r * N_1 = 600 \text{ kg}$$

Cálculo de fuerza P2 para mover el material horizontalmente:

Como el material solo se transporta a la ida, se tiene que:

$$L_{cintaida} = 10m$$

$$Q_{máxtrasnp} = 1 \frac{ton}{h}$$

$$V_{cinta} = 2 \frac{m}{s}$$

$$N_2 = Q_{máxtrasnp} * \frac{1}{V_{cinta}} * L_{cintaida} = 1,26 \text{ kg}$$

$$P_2 = \mu_r * N_2 = 0,5 \text{ kg}$$

Cálculo de fuerza P3 para mover el material verticalmente:

Siendo la altura de la cinta 3,5 metros, se plantea:

$$P_3 = \frac{Q_{máxtrasnp}}{V_{cinta}} * H_{cinta} = 0,45 \text{ kg}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 200 de 404

En cambio,  $P_4$  no se calculará debido a que no se tienen accesorios considerables como pueden ser unos descargadores, por ejemplo.

La sumatoria de fuerzas será:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 801 \text{ kg}$$

Por lo que la potencia motriz, adoptando un coeficiente de rendimiento 0,7 por rendimientos mecánicas y de mantenimiento, es:

$$N = 8,7 \text{ HP}$$

Pero, considerando el par de arranque, se selecciona un motor de 10 HP.

Para conseguir la velocidad deseada, se deben determinar las rpm a las que se deberá someter el tambor motriz. Considerando el diámetro de 800 milímetros se tiene:

$$2 \frac{m}{s} \rightarrow 48 \text{ rpm}$$

A partir de estos datos, debemos seleccionar el grupo motorreductor que irá acoplado al tambor motriz.

Del catálogo Transpower Reductores Y Motorreductores Línea GC se tienen las siguientes características:

- Reductores y motorreductores a engranajes ejes coaxiales.
- Nueve tamaños, desde eje de salida  $\varnothing 20$  mm hasta  $\varnothing 110$  mm.
- Potencias desde 0,25 Hp hasta 150 Hp.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 201 de 404	

- Relaciones de transmisión desde 1:4,9 hasta 1:10.000.

Esta clase de reductores con ejes concéntricos de engranajes cilíndricos helicoidales cementados, templados y totalmente rectificadas garantizan calidad de funcionamiento y durabilidad. Cuando se acoplan a motores eléctricos, forman un conjunto único, compacto, silencioso y sin vibraciones. Existen varias opciones de reducción que pueden variar de 1x7,24 a 1x226,80 y admiten distintas aplicaciones.



MODELO	RED	T máx. (Nm)	1700 RPM - MOTOR 4P 60 Hz					1400 RPM - MOTOR 4P 50 Hz					1150 RPM - MOTOR 6P 60 Hz					η
			Po (cv)	Po (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	Po (cv)	Po (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	Po (cv)	Po (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	
GC 55/2R	9.35	1550	25,00	18,50	927,80	181,74	1,65	20,00	15,00	901,29	149,67	1,70	20,00	15,00	1097,23	122,94	1,40	96%
	12.25	1550	25,00	18,50	1214,98	138,79	1,30	20,00	15,00	1180,27	114,29	1,35	20,00	15,00	1436,85	93,88	1,10	96%
	15.00	1550	25,00	18,50	1487,51	113,36	1,05	20,00	15,00	1445,01	93,35	1,10	15,00	11,00	1319,36	76,68	1,20	96%
	18.12	1550	20,00	15,00	1438,09	93,80	1,10	15,00	11,00	1309,69	77,25	1,20	12,50	9,20	1328,67	63,46	1,20	96%
	20.32	1550	15,00	11,00	1209,48	83,65	1,30	15,00	11,00	1468,63	68,89	1,10	12,50	9,20	1489,91	58,59	1,05	96%
	23.12	1550	15,00	11,00	1375,89	73,53	1,15	12,50	9,20	1392,27	60,56	1,15	10,00	7,50	1355,95	49,74	1,15	96%
	26.06	1550	15,00	11,00	1551,17	65,22	1,00	10,00	7,50	1255,71	53,71	1,25	10,00	7,50	1528,69	44,12	1,05	96%
	28.97	1550	12,50	9,20	1436,51	58,69	1,10	10,00	7,50	1395,47	48,33	1,15	7,50	5,50	1274,13	39,70	1,25	96%

Ilustración 137 Selección de Motorreductor Transpower línea GC

Seleccionando así un motorreductor de 10 hp perteneciente al modelo GC 55/2R con las siguientes dimensiones:

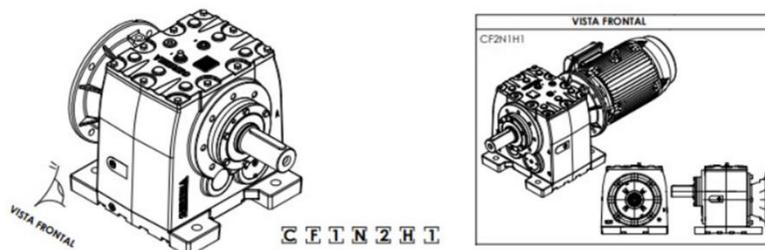
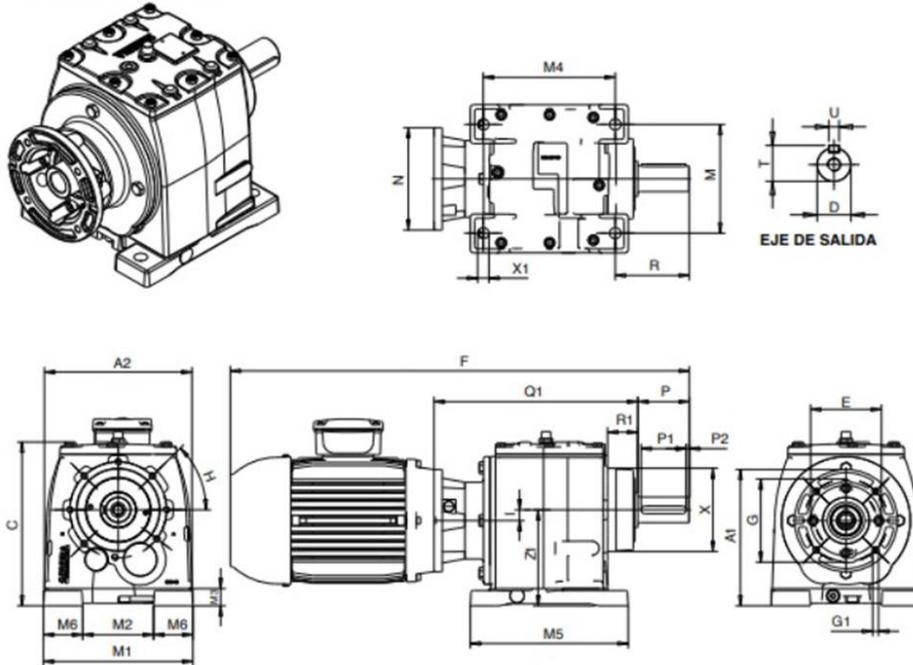


Ilustración 138 Modelo y Posicionamiento Motorreductor

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 202 de 404

**REDUCTOR NORMAL**



TIPO	IEC	A1	A2	C	D <sup>Ø</sup>	E	F	G	G1	H	I	M	M1	M2	M3	M4	M5	M6	N	P	P1	P2	Q1	R	R1	T	U	X	X1	Z1
GC 55	C9085	276				130	748	165	12										200				3685							
	C100/C11285	301				180	791,6	215	15										250				3755							
	C13285	306	305	322	50	200	902,3	265	15		24,03	215	304	139	35	260	310	75	300	100	80	10	3975	140	47	53,5	14	150	17,5	200
	C16085	351				250	1060,8	300	19										350				4265							

Ilustración 139 Características del modelo de Motorreductor

Seleccionando así, un GC 55 / 2R carcasa IEC C16085 que se encuentra acoplado a un motor de 4 polos 50 Hz y 1400 rpm que ofrece una salida de 48,33 rpm y un momento torsor de 1396 Nm.

Por último, debe verificarse que la tracción no genere patentamiento por lo que se plantean principios de correas como:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha}$$

Que, cumpliéndose la relación, el tambor traccionará la banda, en caso contrario se producirá el deslizamiento.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 203 de 404

Donde:

- $\alpha$  es el coeficiente de abrazamiento en radianes
- $\mu$  es el coeficiente de rozamiento entre cinta y tambor
- $T_1$  es la tension en el ramal ida
- $T_2$  es la tension en el ramal vuelta

Tomando como referencia el catálogo RULMECA en su sección 1, presenta las siguientes ecuaciones:

$$T_1 = P + T_2$$

$$T_2 = P + C_w$$

Los valores de  $C_w$  se obtienen de tablas proporcionadas por RULMECA teniendo en cuenta el ángulo de abrazamiento y el tipo de tambor motriz.

Tab. 12 - Factor de abrazamiento  $C_w$

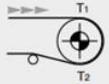
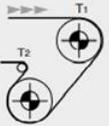
Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento $\alpha$	tensor de contrapeso tambor		tensor de tornillo tambor	
		sin revestimiento	con revestimiento	sin revestimiento	con revestimiento
	180°	0.84	0.50	1.20	0.80
	200°	0.72	0.42	1.00	0.75
	210°	0.66	0.38	0.95	0.70
	220°	0.62	0.35	0.90	0.65
	240°	0.54	0.30	0.80	0.60
	380°	0.23	0.11	-	-
	420°	0.18	0.08	-	-

Ilustración 140 Determinación de factor de abrazamiento

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 204 de 404

Considerando un ángulo de abrazamiento de  $180^\circ$  se tiene un  $C_w$  de 0,8. Y, utilizando un tensor a tornillo se tiene un  $\mu$  de 0,27.

$$\alpha_a = 180^\circ * \frac{\pi}{180^\circ} = 3,14$$

$$T_2 = P_m * C_w = 481,65kg$$

$$T_1 = P_m + T_2 = 1081,4 kg$$

Por lo que se reúnen las condiciones para comprobar la relación.

$$\frac{T_1}{T_2} = 2,24$$

$$e^{\mu\alpha_a} = 2,334$$

Por lo que se cumple la verificación y la cinta no patinará.

Si bien es poco probable que suceda, se debe verificar que el número de telas de la banda transportadora sea suficiente. Considerando que la cinta seleccionada, como se mencionó al momento de la selección, cuenta con 2 tramas y la tensión de trabajo por ancho es 40 N/mm. Se plantea:

$$N^\circ_{telas} = \frac{T_{m\acute{a}x}}{B * \tau_{adm}} = \frac{1081,4 kg}{140 cm * 40 \frac{kg}{cm}} = 0,25$$

Podemos afirmar que la banda seleccionada de dos telas cumple con los requisitos de resistencia que suponen las condiciones de trabajo para la cual fue diseñada.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 205 de 404

## Diseño y dimensionamiento del transporte de abastecimiento a trituradora

### N°2:

En este caso, se considera que el material a transportar serán las lonjas de caucho obtenidas del primer triturado, más precisamente, se tendrán lonjas de caucho que irán desde los 3 a los 8 centímetros

La carga de esta cinta se realizará de manera automática, es decir, captará directamente la salida del triturador número 1 tal que la cinta posea una tolva de alimentación que evite desperdicio de material durante el inicio del transporte. A su vez, se deberá evitar que el material deslice sobre la propia cinta y quede en el inicio de la misma o fuera de ella.

Por ello, se plantea una cinta que contenga tablillas o empujadores que eviten el mencionado deslizamiento y obliguen a transportar el material entre ellas, a su vez, se deberá elevar la carga hasta una altura de 3 metros para favorecer la caída del material en la tolva de alimentación de la trituradora número 2.

Se deberá abastecer a trituradora 800f de la firma QuRan cuyas dimensiones son 1,8 m de largo, 1,8 m de ancho y 2.1 metros de alto. Considerando esto y, el tamaño máximo de material a transportar, se diseñará una cinta de 8,5 metros de largo, 0,4 metros de ancho y 3 metros de alto.

Esta cinta presentará una carga y descarga autónoma ya que las lonjas de caucho caerán directamente en la cinta y directamente en la tolva de alimentación a la segunda trituradora sin necesitar de la intervención del personal operario, trabajará a tracción ya

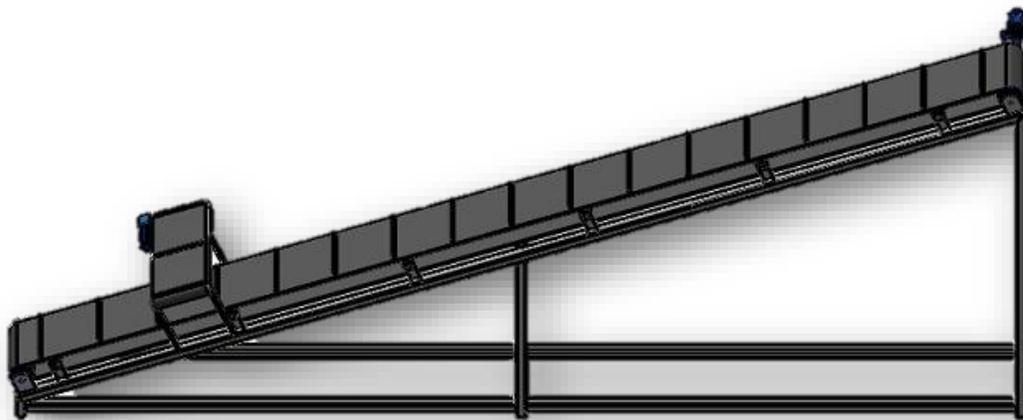
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 206 de 404

que se ubicará el motor en la parte superior/final accionando el tambor motriz, y se tendrán estaciones de rodillos rectos.

La cinta será de tipo ascendente y poseerá un ángulo de inclinación de  $20,7^\circ$  considerando la altura final de la misma.

La velocidad de accionamiento deberá ser moderada a fin de evitar posibles caídas de material y, se dimensionará la misma para una capacidad de 1 tonelada por hora

Se plantea una velocidad lineal de cinta de 2 m/s.

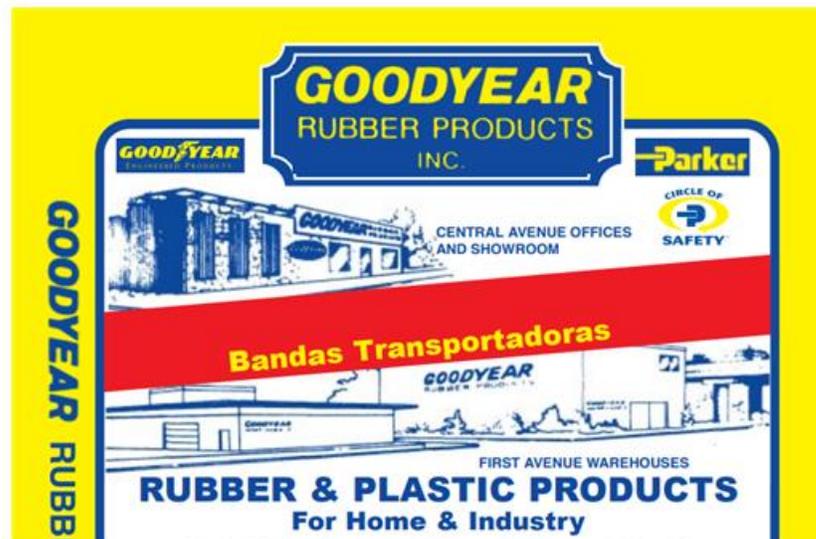


*Ilustración Modelo de Cinta Planteado*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 207 de 404

### Selección de Cinta:

Se plantea una cinta con empujadores rectos en T vulcanizados mediante el sistema de soldadura en caliente. Del mismo catálogo que la cinta 1: presente en los catálogos de Goodyear.



*Ilustración 141 Catálogo Goodyear "Bandas Transportadoras"*

**#1 268/2 2 Ply 0.8 mm x BB GR2 = 268/2 2 Lonas 0.8 mm x Lona Desnuda al Dorso Grado 2**  
**Número de Parte : 20027202**  
La especificación de esta banda es adecuada para aplicaciones de servicio liviano tales como manejo de paquetes, líneas seleccionadoras, y aplicaciones que requieran tensiones mínimas sin necesidad de resistir impacto severo. Las cubiertas de caucho de grado estándar resisten abrasión y efectos de la intemperie en aplicaciones sin aceite. Utilizada como una banda económica para propósito general y popular en muchas aplicaciones agrícolas, incluyendo clasificación de papas y aplicaciones de transporte sobre cama deslizante.  
**Rango de Temperatura:** -32 ° C a 107 ° C. **Espesor:** 4.0 mm. **Peso:** 4.4 kg/m<sup>2</sup> **Diámetro**  
**Mínimo de Polea:** 101.6 mm. **Grapas Recomendadas:** #2 Gancho, #125 Grapas, #15 Lagarto.



*Ilustración 142 Selección de tipo de banda*

Mas precisamente una cinta #1 268/2 2Ply 0.8mm x BB GR2268/2de 2 lonas 0.8 mm x Lona desnuda al dorso grado 2 empalmada por grapas #125 a la que se le añadirá empujadores debido a la curvatura que tienden a tomar los trozos de caucho a la salida de la trituradora 1 evitando así, su posible rodadura por la cinta. Sus características son:

$$e = 4 \text{ mm}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 208 de 404

$$P_{cinta} = 4,4 \frac{kg}{cm^2}$$

El ancho de la misma se adoptará en función de los tamaños del material a transportar y por las recomendaciones que hace el fabricante según ellos. Particularmente, se hace referencia a la tabla 3 del catálogo.

**Tab. 3 - Velocidades máximas aconsejables**

Tamaño dimensiones máximas		Banda ancho mín mm	velocidad max			
uniforme hasta mm	mixto hasta mm		A m/s	B	C	D
50	100	400	2.5	2.3	2	1.65
75	150	500	3	2.75	2.38	2
125	200	650	3.5	3.2	2.75	2.35
170	300	800	4	3.65	3.15	2.65
250	400	1000	4.5	4	3.5	3
350	500	1200	5	4.5	3.5	3
400	600	1400	6	5	4.5	4
450	650	1600				
500	700	1800				
550	750	2000				
600	800	2200				

**A** - materiales ligeros deslizables, no abrasivos, peso específico de 0,5÷1,0 t/m<sup>3</sup>  
**B** - materiales no abrasivos de tamaño medio, peso específico de 1,0÷1,5 t/m<sup>3</sup>  
**C** - materiales medianamente abrasivos y pesados, peso específico de 1,5÷2 t/m<sup>3</sup>  
**D** - materiales abrasivos, pesados y cortantes > 2 t/m<sup>3</sup>

*Ilustración 143 Determinación del ancho en función del tamaño del material transportado*

Adoptando así un ancho de

$$B = 400 \text{ mm}$$

Y, verificando la velocidad adoptada.

El peso de la cinta por metro lineal será:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 209 de 404</b>

$$P_{cinta} = P_{ecinta} * B = 1,76 \frac{kg}{m}$$

Los empalmes serán grampados.

#### CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE BANDAS

Espec#	Parte#	Descripción	Lonas	Color	Espesor Total	Cubiertas
<b>BANDAS INDUSTRIALES</b>						
#1	20027202	268/2 2 Ply 0.8 mm x BB GR2	2	Negro	4.0 mm	SBR
#2	20027301	268/2 2 Ply 0.8 mm x 0.8 mm GR2	2	Negro	5.2 mm	SBR
#2A	20026910	268/2 2 Ply 1.6 mm x BB GR2	2	Negro	4.8 mm	SBR
#3	20000010	268/2 2 Ply 3.2 mm x 0.8 mm GR2	2	Negro	6.4 mm	SBR
#4	20003990	268/2 2 Ply 3.2 mm x 1.6 mm GR2	2	Negro	7.1 mm	SBR
#6A	20029525	400/2 2 Ply 3.2 mm x BB GR2	2	Negro	6.4 mm	SBR
#8	20013600	400/2 2 Ply 3.2 mm x 1.6 mm GR2	2	Negro	8.0 mm	SBR
#9	20017500	400/2 2 Ply 4.8 mm x 1.6 mm GR2	2	Negro	8.7 mm	SBR

Espec#	Tensión de Trabajo N/mm	Rango de Temperatura	Diámetro Mínimo de Polea	Peso Kg/m <sup>2</sup>	Ancho Máximo de Rollo	FDA USDA	Flexco #	Clipper #
<b>BANDAS INDUSTRIALES</b>								
#1	26.8 N/mm	-32° C a 107° C	101.6 mm	4.4 Kg/m <sup>2</sup>	1828.8 mm		15, 125	2
#2	26.8 N/mm	-32° C a 107° C	152.4 mm	5.0 Kg/m <sup>2</sup>	1828.8 mm		187, 25	3
#2A	26.8 N/mm	-32° C a 107° C	152.4 mm	6.1 Kg/m <sup>2</sup>	1828.8 mm		20, 125	2

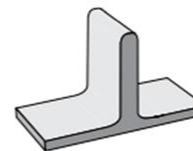
Ilustración 144 Características de banda seleccionada

Como se mencionó anteriormente, se utilizarán empujadores que son ofrecidos por los mismos proveedores de cinta.

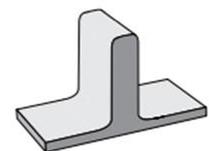
#### Empujadores en T

Vulcanizados permanentemente mediante el sistema de soldadura en caliente.

<b>Altura</b>	25.4 mm	38.1 mm	50.8 mm	76.2 mm	101.6 mm
<b>Diámetro de Polea (min.)</b>	101.6 mm	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm	203.2 mm



**EMPUJADOR EN T ESTÁNDAR**  
12.7 mm hasta 76.2mm



**EMPUJADOR EN T DE SERVICIO PESADO**  
19.0 mm hasta 101.6 mm

Ilustración 145 Selección de características de empujadores

Seleccionando un empujador de 38.1 mm de altura que se vulcanizan a la banda que posee las siguientes características.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 210 de 404

Donde, además de detallarse la tensión de trabajo, se menciona el diámetro mínimo de polea para este tipo de cinta.

$$D_{p_{min}} = 101,6 \text{ mm}$$

Por lo que cumple con el diámetro mínimo de polea requerido para los empujadores.

#### Selección de tambores

Y, el ancho mínimo de la misma se determinará según lo enunciado en la norma ISO 1536 y 3684.

Siempre teniendo en cuenta que cuanto mayor sea el diámetro de la polea, menores tensiones de flexión sobre la cinta y, por lo tanto, mayor duración de la misma.

Como regla se tiene que:

Si  $B < 1000$  milímetros el ancho de la polea será  $B + 50$  milímetros.

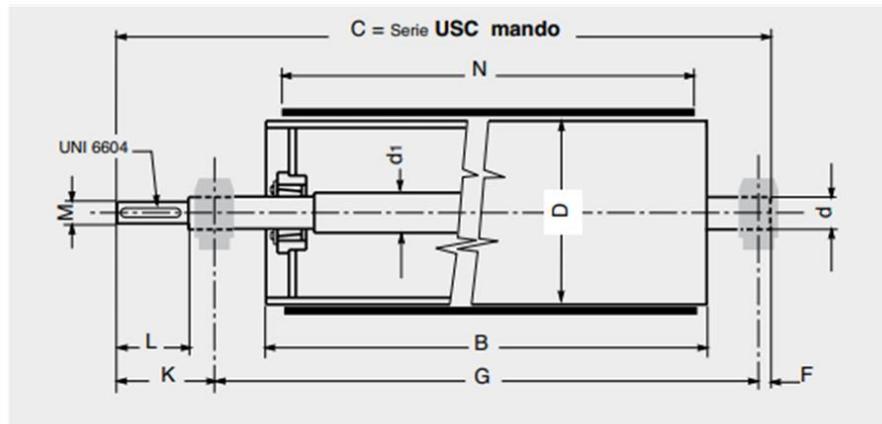
$$Ancho_{polea} = B + 50 \text{ mm} = 450 \text{ mm}$$

Por lo que el ancho del tambor deberá ser mayor que ello. Procediendo al catálogo de RULMECA, se obtiene el mismo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 211 de 404

#### 4 Tambores

Serie  
**USC** mando con  
anillos ensambladores



Serie USC tambor motriz con anillos ensambladores

Banda ancho N mm	Tambor tipo	D mm	B mm	d mm	C mm	d1 mm	M mm	L mm	K mm	F mm	G mm	Peso Kg
400	USC	190	500	40	830	45	38	80	145	25	660	34
		270	500	40	830	45	38	80	145	25	660	46
		320	500	40	830	45	38	80	145	25	660	52

Ilustración 146 Selección de tambor motriz

Seleccionando así un tambor motriz de la serie USC con anillos ensambladores de 190 milímetros de diámetro y 34 kg de peso.

$$D_{pm} = 190 \text{ milímetros}$$

$$P_{pm} = 34 \text{ kg}$$

Además, se le añadirá un revestimiento de goma romboidal quedando la denominación del mismo de la siguiente manera:

$$USC - 190 - 500 - 40 - YA - RR - 3$$

Este, le brindará las siguientes ventajas:

- Evita incrustaciones y reduce así el efecto de descentrado de
- la cinta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 212 de 404

- Reduce el deslizamiento entre cinta transportadora y tambor,
- aumenta el coeficiente de fricción
- Desplaza humedad y suciedad
- Protege el tambor contra desgaste y corrosión

Precisamente se utilizará un Remagrip 65/CN



*Ilustración 147 Recubrimiento Tambor Motriz*

Que posee las siguientes características técnicas:

<b>Criterios/Productos</b>	<b>Remagrip 65/CN</b>
Base polímera	BR/IR/SBR
Peso específico g/cm <sup>3</sup>	1,13
Dureza Shore A	60+/-5
Abrasión mm <sup>3</sup>	120
Resilencia %	45
Perfilación mm	50X6X3
Color	negro
Temperaturas máx	de -30°C a +80°C

*Tabla 21 Características de Remagrip 65/CN*

Por lo que el peso del tambor motriz será:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tambormotriz}} &= 34\text{kg} + \frac{1,13 \text{ kg}}{1000 \text{ cm}^3} * 500 \text{ mm} * 2 * \pi * \frac{D_p}{2} * \text{espesor}_{\text{reves}} \\
 &= 34,81 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

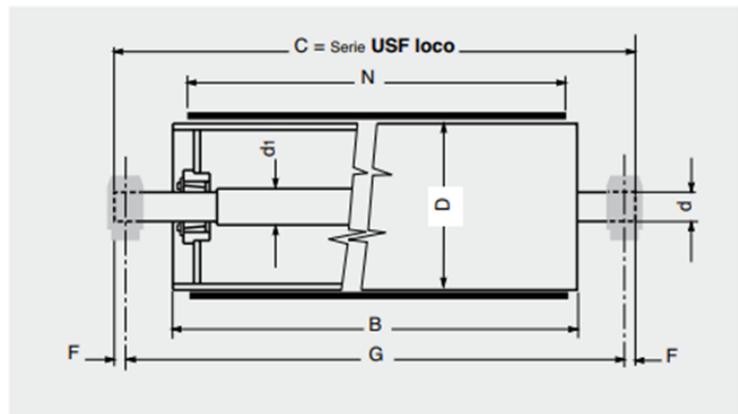
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 213 de 404

Ahora, se debe seleccionar el contratambor del mismo catálogo que se utilizó anteriormente.

El contratambor a utilizar será aquel que permita la utilización de tensores a tornillos para así lograr evitar el patinamiento de la cinta. Estos son los tambores locos de la serie USF con anillos ensambladores y rodamientos incorporados.

#### 4 Tambores

**Serie USF loco con anillos ensambladores**



Serie USF Tambor loco con anillos ensambladores

Banda ancho N mm	Tambor tipo	D mm	B	d	C	d1	F	G	Peso Kg
400	USF	190	500	40	710	45	25	660	32
		270	500	40	710	45	25	660	45
		320	500	40	710	45	25	660	51

Ilustración 148 Selección de Contratambor

Seleccionando así un tambor de retorno USF 190 500 40 YA con:

$$D_{\text{tambor loco}} = 190 \text{ mm}$$

$$P_{\text{tambor loco}} = 32 \text{ kg}$$

#### Selección de rodillos y estaciones

Teniendo ya seleccionados los tambores de los extremos, se debe seleccionar ahora los rodillos o “rolos” que favorecen el deslizamiento y sirven de apoyo del material

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 214 de 404

transportado a lo largo del recorrido. A su vez, cumplen con la función que la flecha de flexión de la banda máxima entre dos estaciones de rolos consecutivas no sea tal que afecte el paso de la cinta y del material, y generen consumos de potencia mayores y el desgaste prematuro de la cinta.

El mismo fabricante, indica unas consideraciones a tener en cuenta a la hora del diseño de la cantidad de estaciones de rodillos. Estas son:

**Tab. 6 - Paso máximo aconsejable de las estaciones**

Ancho banda m	Paso de las estaciones ida			retorno m
	peso específico del material a transportar t/m <sup>3</sup>			
	< 1.2 m	1.2 ÷ 2.0 m	> 2.0 m	
300	1.65	1.50	1.40	3.0
400				
500				
650				
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.20	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				
2000	1.00	0.80	0.70	3.0
2200				

*Ilustración 149 Paso recomendado entre estaciones*

En donde, se selecciona una distancia entre estaciones de rodillos de ida de 1.65 m considerando que se tiene un ancho de banda de 400 mm y un peso específico que no alcanza a ser mayor a 1,2 tn/m<sup>3</sup>..:

$$\text{distancia entre rodillos ida} = \alpha_o = 1,65 \text{ m}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 215 de 404

Por lo que ya se cuentan con los datos necesarios para determinar la cantidad de rodillos con sus correspondientes estaciones.

$$N^{\circ} \text{Rodillos ida} = \frac{L_{\text{cinta}}}{\alpha_o} = 5,5$$

Determinando así, unas 6 estaciones de rodillo a la ida.

Para seleccionar el diámetro de los rodillos, se contempla la velocidad a la que se moverá la banda y su ancho.

$$\text{Ancho cinta} = B = 0,4 \text{ m}$$

$$V_{\text{cinta}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Y se procede a la siguiente tabla:

**Tab. 16 - Diámetro de los rodillos aconsejado**

Ancho banda mm	Para velocidad $\leq 2 \text{ m/s}$			$2 + 4 \text{ m/s}$			$\geq 4 \text{ m/s}$		
	$\varnothing$ rodillos mm			$\varnothing$ rodillos mm			$\varnothing$ rodillos mm		
500	89			89					
650	89			89	108				
800	89	108		89	108	133	133		
1000	108	133		108	133		133	159	
1200	108	133		108	133	159	133	159	
1400	133	159		133	159		133	159	
1600	133	159		133	159	194	133	159	194
1800	159	159	194	159	194				
2000	159	194		159	194		159	194	
2200 y superior	194			194			194		

Ilustración 150 Determinación de diámetro de rodillo en función de ancho de banda y velocidad

Por lo que, cada rodillo de estaciones de ida y retorno tendrá:

$$D_{\text{rodillos}} = 89 \text{ mm}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 216 de 404

Restando definir los tipos de rodillos a utilizar, se determina la carga sobre ellos según el catálogo de Rulmecca en su sección 1.9 que plantea:

$$C = \alpha_o * \left( P_{cinta} + \frac{Q_{máxtrasnp}}{3,6 * v} \right) * 0,981 \text{ daN} = 2,992 \text{ daN}$$

El paso siguiente consiste en afectar esta carga por factores de funcionamiento como lo son el factor de choque, factor de servicio y el factor ambiental. Con ello, se obtendrá la carga dinámica en la estación de rodillos.

Los factores se encuentran tabulados en el mismo catálogo:

La carga dinámica será:

$$Ca^1 = Ca \times Fd \times Fs \times Fm \quad [\text{daN}]$$

donde:

Fd = según tabla 20, pág. 51

Fs = según tabla 18, pág. 51

Fm = según tabla 19, pág. 51

Tab. 18 - Factor de servicio

Duración	Fs
Menos de 6 horas al día	0.8
De 6 a 9 horas al día	1.0
De 10 a 16 horas al día	1.1
Más de 16 horas al día	1.2

Tab. 19 - Factor ambiental

Condiciones	Fm
Limpio y con mantenimiento regular	0.9
Con presencia de material abrasivo o muy corrosivo	1.0
Con presencia de material muy abrasivo o corrosivo	1.1

Tab. 20 - Factor de choque Fd

Tamaño del material	Velocidad de la banda m/s						
	2	2.5	3	3.5	4	5	6
0 ÷ 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
100 ÷ 150 mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
150 ÷ 300 mm en estrato de material fino	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33
150 ÷ 300 mm sine estrato de material	1.06	1.09	1.12	1.16	1.21	1.35	1.50
300 ÷ 450 mm	1.20	1.32	1.50	1.70	1.90	2.30	2.80

Ilustración 151 Factores de afectación

Obteniendo así:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 217 de 404

$$F_s = 1$$

$$F_m = 0,9$$

$$F_d(\text{por el propio material}) = 1$$

$$C_{a1} = C_a * F_s * F_m * F_d = 2,99 \text{ daN} * 1 * 0,9 * 1 = 2,7 \text{ daN}$$

Para las estaciones de ida, se podrá optar por los rodillos de la serie RTL para la utilización en cintas de pequeña y mediana capacidad de transporte.

## 2 Rodillos

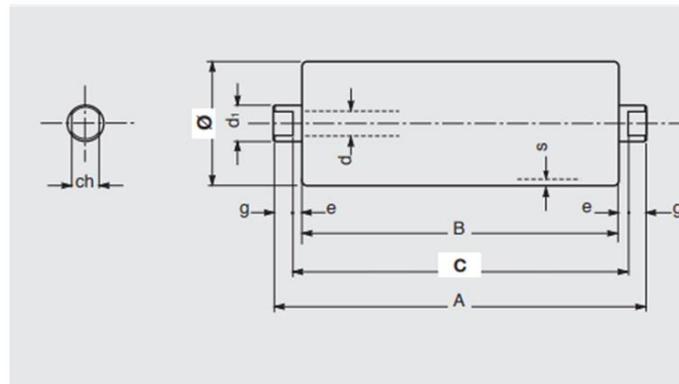
serie  
**RTL 1**

**Ø 89 N**

Rodamiento 6202

d = 15  
d<sub>i</sub> = 20  
ch = 17 \*  
s = 2  
e = 4  
g = 9

\*ch = 14 bajo pedido



banda	rodillo			peso Kg		capacidad de carga daN					
ancho mm	dimensiones mm			partes giratorias total		velocidad de la banda m/s					
configuraciones	B	C	A			0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
300 650 1000	380	388	406	2.1	2.6	105	95	88	83	79	75
800	465	473	491	2.4	3.1	105	95	88	83	79	75
400	500	508	526	2.6	3.3	104	95	88	83	79	75
500 1000	600	608	626	3.0	3.9	85	85	85	83	79	75

Ilustración 152 Selección de rodillos

Que, como se ve en la imagen presenta los diámetros de rodillos seleccionados.

Seleccionando unos rodillos RTL 1 15 F 89N 508 que, para el diámetro del rodillo requerido, es el menos robusto que ofrece el fabricante. Complementado con un eje sobre el que rola de 15 milímetros. El peso del conjunto será

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 218 de 404

$$P_{rolosida} = 3,3 \text{ kg}$$

En donde los mencionados, cumplen, con creces, las solicitaciones de capacidad de carga y velocidad de giro.

En cuanto a las estaciones soportes de los rodillos, las mismas serán seleccionadas del mismo catálogo para una mayor compatibilidad y facilidad de adquisición. Se selecciono un soporte SPT 1657 para ida plana ligera.

### 3 Estaciones

#### soportes

#### SPT 1657-1660

Para ida plana ligera rodillo liso o con anillos de impacto

SPT 1657 para rodillos serie:

##### RTL

eje 15  
rodamiento 6202  
ch = 17

##### MPR

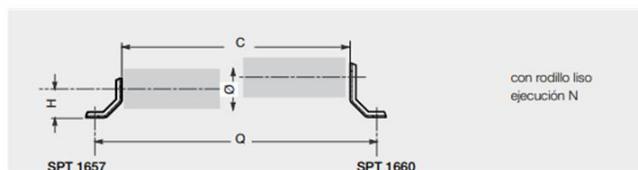
eje 15  
rodamiento 6202  
ch = 17

##### MPS

eje 15  
rodamiento 6202  
ch = 17

##### PSV 1

eje 20  
rodamiento 6204  
ch = 14



banda ancho mm	rodillo		H			Q		peso dos soportes sin rodillos Kg	
	Ø	ch	SPT 1657 mm	SPT 1660 mm		SPT 1657	SPT 1660		
300	SPT 1657: 90 + 133 SPT 1660: 60 + 180	388	70	100	520	0.7	1.5		
400		508	70	100	640	0.7	1.5		
500		608	70	100	740	0.7	1.5		
650		758	70	100	890	0.7	1.5		
800		958	70	100	1090	0.7	1.5		
1000		1158	70	100	1290	0.7	1.5		
1200		1408	70	100	1540	0.7	1.5		
1400		1608	70	100	1740	0.7	1.5		

Ilustración 153 Características estación de soporte SPT 1657-1660

Precisamente, se seleccionó un soporte SPT 1657 F17 YA, que posee las siguientes dimensiones:

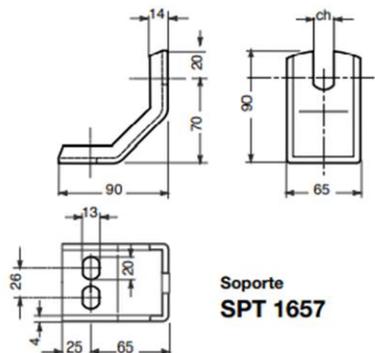


Ilustración 154 Dimensiones de soportes SPT 1657

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 219 de 404

Cálculo de potencia motriz:

Teniendo en cuenta la cinta ya seleccionada, se tiene:

$$P_{cintatotal} = 1,76 \frac{kg}{m} * (17m * \pi * 0,19m) = 30,97 kg$$

Considerando también la longitud que abraza a los tambores.

Partiendo de que la fuerza tangencial a aplicar debe vencer todas las resistencias que se oponen al movimiento (Rozamientos, transporte del material y resistencias adicionales), se plantea:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

Siendo:

- $P_1$ =Fuerza necesaria para mover la cinta que debe vencer los rozamientos de los rodillos y tambores
- $P_2$ =Fuerza necesaria para mover el material horizontalmente
- $P_3$ =Fuerza necesaria para mover el material verticalmente
- $P_4$ =Fuerza necesaria para vencer resistencias secundarias debido a accesorios

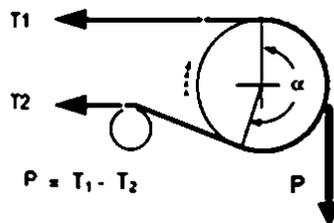
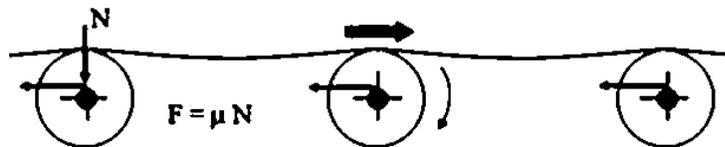


Ilustración 155 Diagrama de fuerzas en tambor

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 220 de 404

P<sub>1</sub> Fuerza necesaria para mover el material horizontalmente:

Para el cálculo de esta fuerza, se deben contemplar los pesos de todos los rodillos, tambor motriz y contratambor y el peso propio de la banda, tanto del tramo superior que soporta el material como del tramo de retorno. Además, esta fuerza depende del coeficiente de rozamiento entre la banda y los rodillos.



*Ilustración 156 Fuerza necesaria para mover el material horizontalmente*

Siendo:

$$P_{cinta} = 30,97 \text{ kg}$$

$$P_{rodillosida} = P_{rodillosida} * 6 = 19,8 \text{ kg}$$

$$P_{rodillosretorno} = 0$$

$$P_{tambores} = P_{tambormotriz} + P_{tamborloco} = 66,81 \text{ kg}$$

La sumatoria será:

$$N_1 = P_{rodillosida} + P_{rodillosretorno} + P_{tambores} + P_{cinta} = 117,58 \text{ kg}$$

Para el cálculo de la fuerza P<sub>1</sub> necesaria para mover la cinta descargada se debe afectar por un factor de rozamiento entre la banda y el rodillo de ida. El fabricante aclara que la parte exterior del rodillo es la que se encuentra en contacto con la banda

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 221 de 404

transportadora. Este se encuentra constituido por un tubo de acero producido según prescripciones Rulmecca, con especificaciones particulares y tolerancias limitadas.

Por lo que se toma el coeficiente de fricción recomendado de:

$$\mu_r = 0,3$$

$P_1$  será:

$$P_1 = \mu_r * N_1 = 35,274 \text{ kg}$$

Cálculo de fuerza P2 para mover el material horizontalmente:

Como el material solo se transporta a la ida, se tiene que:

$$L_{cintaida} = 8,5 \text{ m}$$

$$Q_{máxtrasnp} = 1 \frac{\text{ton}}{\text{h}}$$

$$V_{cinta} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$N_2 = Q_{máxtrasnp} * \frac{1}{V_{cinta}} * L_{cintaida} = 1,071 \text{ kg}$$

$$P_2 = \mu_r * N_2 = 0,3213 \text{ kg}$$

Cálculo de fuerza P3 para mover el material verticalmente:

Siendo la altura de la cinta 3 metros, se plantea:

$$P_3 = \frac{Q_{máxtrasnp}}{V_{cinta}} * H_{cinta} = 0,38 \text{ kg}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 222 de 404

En cambio,  $P_4$  no se calculará debido a que no se tienen accesorios considerables como pueden ser unos descargadores, por ejemplo.

La sumatoria de fuerzas será:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 35,97 \text{ kg}$$

Por lo que la potencia motriz, adoptando un coeficiente de rendimiento 0,7 por rendimientos mecánicas y de mantenimiento, es:

$$N = 1,6 \text{ HP}$$

Pero, considerando el par de arranque, se selecciona un motor de 2 HP.

Para conseguir la velocidad deseada, se deben determinar las rpm a las que se deberá someter el tambor motriz. Considerando el diámetro de 190 milímetros se tiene:

$$2 \frac{m}{s} \rightarrow 201 \text{ rpm}$$

A partir de estos datos, debemos seleccionar el grupo motorreductor que irá acoplado al tambor motriz.

Del catálogo Transpower Reductores Y Motorreductores Línea GA se tienen las siguientes características:

- Reductores y motorreductores a engranajes ejes paralelos.
- Siete tamaños, desde eje de salida  $\varnothing 19$  mm hasta  $\varnothing 60$  mm.
- Potencias desde 0,5 Hp hasta 50 Hp.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 223 de 404

- Relaciones de transmisión desde 1:1,76 hasta 1:9.

Esta línea de reductores se ha se ha proyectado para los equipos que disponen de poco espacio físico y que necesitan relaciones de transmisión pequeñas. Está compuesto por una etapa de reducción que permite reducciones de 1:1,76 a 1:9.

La carcasa fabricada puede ser solicitada de aluminio o hierro fundido, pero, en este caso, la utilización de aluminio no se vería justificada.

La selección se basa en garantizar que pueda manejar la potencia de entrada, generar el par motor necesario y proporcionar la velocidad final buscada. Esta aproximación cuidadosa a los requisitos de potencia y rendimiento asegura un funcionamiento eficiente y confiable del sistema mecánico. Además, es recomendable considerar otros factores como el tamaño, la eficiencia y la durabilidad del grupo motorreductor para una elección integral y exitosa.



*Ilustración 157 Motorreductor Transpower línea GA*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 224 de 404

Procediendo al catálogo se tiene que:

**TABLA GENERAL: REDUCCIÓN SIMPLE DE a POTENCIA DE ENTRADA Y TORSIÓN DE SALIDA**

MODELO	RED	1700 RPM - MOTOR 4P 60 Hz					1400 RPM - MOTOR 4P 50 Hz					1150 RPM - MOTOR 6P 60 Hz					$\eta$
		Pe (cv)	Pe (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	Pe (cv)	Pe (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	Pe (cv)	Pe (KW)	MT (Nm)	RPM	Fs	
GA 71	2,64	4,00	3,00	42	643,9	1,25	4,00	3,00	51	530,3	1,00	3,00	2,20	48	435,6	1,35	98%
	3,44	4,00	3,00	55	494,2	1,10	4,00	3,00	67	407,0	1,00	3,00	2,20	61	334,3	1,10	98%
	3,71	4,00	3,00	59	458,2	1,00	3,00	2,20	54	377,4	1,25	3,00	2,20	65	310,0	1,00	98%
	4,33	3,00	2,20	52	392,6	1,20	3,00	2,20	63	323,3	1,00	2,00	1,50	52	265,6	1,20	98%
	5,15	3,00	2,20	63	330,1	1,00	2,00	1,50	51	271,8	1,30	2,00	1,50	61	223,3	1,00	98%
	5,67	3,00	2,20	67	299,8	1,00	2,00	1,50	55	246,9	1,25	2,00	1,50	67	202,8	1,00	98%
	7,00	2,00	1,50	56	242,9	1,15	2,00	1,50	67	200,0	1,00	1,50	1,10	62	164,3	1,10	98%
	9,00	1,5	1,1	53	188,9	1,00	1,00	0,75	44	155,6	1,25	1,00	0,75	53	127,8	1,00	98%
GA 71	2,64	4,00	3,00	42	643,9	1,25	4,00	3,00	51	530,3	1,00	3,00	2,20	48	435,6	1,35	98%
	3,44	4,00	3,00	55	494,2	1,10	4,00	3,00	67	407,0	1,00	3,00	2,20	61	334,3	1,10	98%
	3,71	4,00	3,00	59	458,2	1,00	3,00	2,20	54	377,4	1,25	3,00	2,20	65	310,0	1,00	98%
	4,33	3,00	2,20	52	392,6	1,20	3,00	2,20	63	323,3	1,00	2,00	1,50	52	265,6	1,20	98%
	5,15	3,00	2,20	63	330,1	1,00	2,00	1,50	51	271,8	1,30	2,00	1,50	61	223,3	1,00	98%
	5,67	3,00	2,20	67	299,8	1,00	2,00	1,50	55	246,9	1,25	2,00	1,50	67	202,8	1,00	98%
	7,00	2,00	1,50	56	242,9	1,15	2,00	1,50	67	200,0	1,00	1,50	1,10	62	164,3	1,10	98%
	9,00	1,5	1,1	53	188,9	1,00	1,00	0,75	44	155,6	1,25	1,00	0,75	53	127,8	1,00	98%

Ilustración 158 Selección de Motorreductor

Seleccionando así un motorreductor de 2 hp perteneciente al modelo GA 71 con carcasa C71B5 con el siguiente tipo de montaje y dimensiones:

**POSICIONES DE MONTAJE**

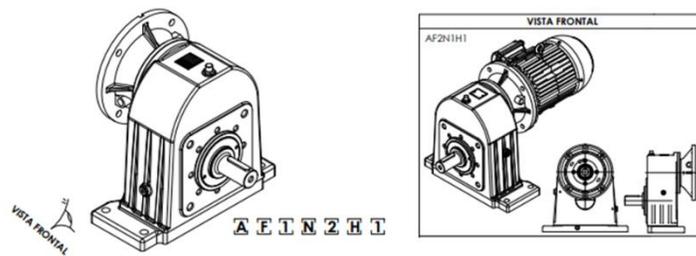
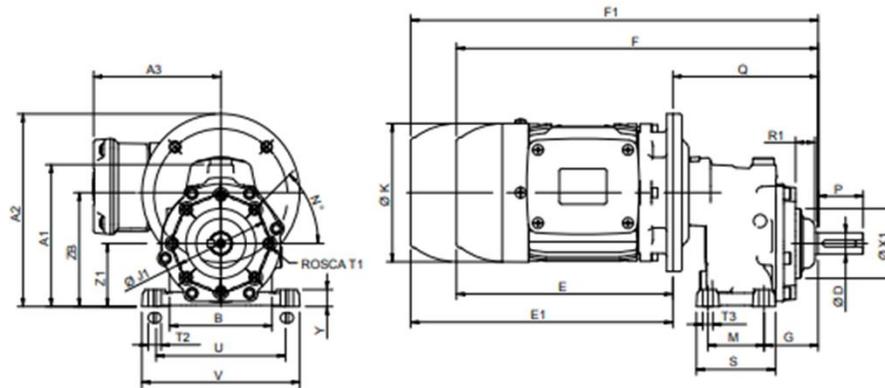


Ilustración 159 Posiciones de montaje motorreductor línea GA

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 225 de 404	

...REDUCTOR NORMAL



MODELO	IEC	A1	A2	A3	B	ØD <sup>10</sup>	E	E1	F	F1	G	ØJ1	ØK	M	N	P	Y	Q	R1	S	T1	T2	T3	U	V	ØX1	Z1	ZB
GA 56	C63B5		171	113			193	233	322	362			125					125	17,15	70,2	8 x MB	11,5	9	115	140,2	62	56	101,12
	C71B5	128	181	121	91	19	220	283	351,5	414,5	48	85	140	50	45°	40	15	131,5										
	C80B5		201	130				236	302	382	448								157									
GA 71	C63B5		192,6	121			193	233	337	377			125															
	C71B5		202,4	121			220	283	364	427			139															
	C80B5	150	130		106	24	236	302	380	446	48	85	157	60	45°	50	17	144	7	85	4 x MB	16	11	150	185	62	71	122,4
	C90B5		222,4	149			280	343	424	487			177															
	C100B5		247,4	159			316	393	467	544			198,6					151										

Ilustración 160 Características de Motorreductor

Conjunto que ofrece una salida de 200 rpm y un momento torsor de 67 Nm.

Por último, debe verificarse que la tracción no genere patinamiento por lo que se plantean principios de correas como:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\mu\alpha}$$

Que, cumpliéndose la relación, el tambor traccionará la banda, en caso contrario se producirá el deslizamiento.

Donde:

- $\alpha$  es el coeficiente de abrazamiento en radianes

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 226 de 404

- $\mu$  es el coeficiente de rozamiento entre cinta y tambor
- $T_1$  es la tension en el ramal ida
- $T_2$  es la tension en el ramal vuelta

Tomando como referencia el catálogo RULMECA en su sección 1, presenta las siguientes ecuaciones:

$$T_1 = P + T_2$$

$$T_2 = P + C_w$$

Los valores de  $C_w$  se obtienen de tablas proporcionadas por RULMECA teniendo en cuenta el ángulo de abrazamiento y el tipo de tambor motriz.

Tab. 12 - Factor de abrazamiento  $C_w$

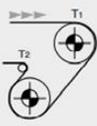
Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento $\alpha$	tensor de contrapeso tambor		tensor de tornillo tambor	
		sin revestimiento	con revestimiento	sin revestimiento	con revestimiento
	180°	0.84	0.50	1.20	0.80
	200°	0.72	0.42	1.00	0.75
	210°	0.66	0.38	0.95	0.70
	220°	0.62	0.35	0.90	0.65
	240°	0.54	0.30	0.80	0.60
	380°	0.23	0.11	-	-
	420°	0.18	0.08	-	-

Ilustración 161 Determinación de factor de abrazamiento

Considerando un ángulo de abrazamiento de 180° se tiene un  $C_w$  de 0,8. Y, utilizando un tensor a tornillo se tiene un  $\mu$  de 0,27.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 227 de 404

$$\alpha_a = 180^\circ * \frac{\pi}{180^\circ} = 3,14$$

$$T_2 = P_m * C_w = 28,79$$

$$T_1 = P_m + T_2 = 64,76 \text{ kg}$$

Por lo que se reúnen las condiciones para comprobar la relación.

$$\frac{T_1}{T_2} = 2,24$$

$$e^{\mu\alpha_a} = 2,335$$

Por lo que se cumple la verificación y la cinta no patinará.

El tipo de tensor a utilizar para evitar el patinamiento será una unidad tensora de la marca SKF, más precisamente una caja tipo T-Y209-UC 209 que consta de un rodamiento de bolas con soporte tensor de un rodamiento de inserción montado en un soporte de material compuesto o de fundición de metal.

Las unidades suelen estar montadas en marcos de soporte tensor y se ajustan con un tornillo de ajuste



Ilustración 162 Tensor tipo T-Y209-UC 209

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 228 de 404

Si bien es poco probable que suceda, se debe verificar que el número de telas de la banda transportadora sea suficiente. Considerando que la cinta seleccionada, como se mencionó al momento de la selección, cuenta con 2 tramas y la tensión de trabajo por ancho es 60 N/mm. Se plantea:

$$N^{\circ}_{telas} = \frac{T_{m\acute{a}x}}{B * \tau_{adm}} = \frac{64,76 \text{ kg}}{40 \text{ cm} * 60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}} = 0,27$$

Por lo que se puede afirmar que la banda seleccionada de dos telas cumple con los requisitos de resistencia que suponen las condiciones de trabajo para la cual fue diseñada.

### **Selección de método de separación de alambres/virutas remanentes de trituración**

Si bien se extrajo el talón de acero de los neumáticos en la máquina destalonadora, existe la posibilidad de que queden remanentes pelos, virutas de alambre entre las lonjas de caucho que se transportan hacia la trituradora número dos. En función de ello y, de la menor robustez de la segunda trituradora, es que se plantea un método para captar estos remanentes protegiendo a su vez a todas las maquinarias implicadas aguas debajo de este proceso.

Al quitar la mayor cantidad de acero presente en las cubiertas, en el proceso de destalonado, el acero restante en la cubierta representaría un muy bajo porcentaje con respecto al inicial de la cubierta sin manipulación. Sin embargo, estas partículas pueden influir en la vida útil del triturador número 2 y puede afectar severamente otras máquinas

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 229 de 404

de la línea como lo puede ser la clasificadora de granulado, pudiéndola obstruir en su capacidad de clasificación.

La separación, puede realizarse de dos maneras:

- Magnéticamente: Este tipo de separador extrae y expulsa intrusiones ferrosas, asegurando una separación óptima entre el producto y la aleación ferrosa. Su principal característica es que, no necesitan un panel eléctrico ya que se suministran listos para su instalación y funcionamiento gracias a una conexión directa a un motor eléctrico. Se encuentra compuesto por:
  - Un imán central permanentemente magnetizado que atrae el material ferroso;
  - Una cinta de goma con tacos transversales que aleja el material ferroso atraído del campo magnético y lo hace caer en contenedores;
  - Dos tambores que sostienen y hacen que la cinta se deslice;
  - Un motorreductor empalmado directamente a uno de los tambores para transferir el movimiento a la cinta.

El imán encerrado dentro del separador genera un campo magnético dirigido hacia la cinta transportadora debajo. El material ferroso es atraído por el imán y, por lo tanto, se elimina del flujo de material.

La cinta extractora del separador está equipada con tacos transversales que empujan el metal atrapado ferroso hacia el punto de descarga (donde disponemos

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 230 de 404

de contenedores para su posterior comercialización). Aquí, la intensidad del campo magnético se reduce gradualmente facilitando la liberación de metal.

La fuerza de atracción varía dependiendo de muchos factores como:

- o El tipo de material de Fe que se va a eliminar;
- o La forma y tamaño de los metales Fe (cilíndricos / esféricos / planos);
- o La relación peso / volumen de los metales Fe a extraer;
- o La relación entre el tamaño del material de proceso inerte y el tamaño del metal Fe.

Por último, debe saberse que tipo de imán permanente se utilizará. Existen dos alternativas que se ponderarán o no según la intensidad de atracción requerida:

1. Imanes de ferrita: ofrecen una mayor profundidad de campo y funcionan de manera eficiente incluso a una gran distancia de la cinta transportadora. Por lo general, se utilizan cuando el tamaño del material ferroso tratado a separar es superior a 30 mm. Mejor relación calidad / precio.

2. Imanes de neodimio – Son considerablemente más potentes que los imanes de Fe y, por lo tanto, garantizan la máxima inducción para la extracción de materiales ferrosos. Funcionan de manera óptima cuando se trabaja a distancias cortas desde la cinta transportadora por debajo. Se recomienda su uso cuando el

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 231 de 404

material ferroso tratado a extraer sea de menor tamaño, por ejemplo, en forma de viruta.

- Electromagnéticamente: La principal diferencia con el separador magnético descrito anteriormente radica en la intensidad del campo magnético, lo que permite aumentar la distancia de trabajo y los hace aplicables en tareas más robustas. Los separadores electromagnéticos están diseñados para:

- o La extracción de grandes piezas de metales Fe (ponderación desde 1Kg hasta 50/60Kg);
- o Trabajar con materiales de proceso de tamaños más grandes (encima 250mm);
- o Estar instalado por encima más ancho (encima 1.000mm) Y más rápido (4 MT/sec) cinta transportadora.

Se encuentra compuesto por:

- o Un electroimán central que atrae el material de Fe.;
- o Una cinta de caucho con tacos transversales que mueve el material ferroso atraído fuera del campo magnético hacia el punto de descarga;
- o Dos (o más) tambores que sostienen y hacen que la cinta se deslice;
- o Un cuadro eléctrico que alimenta el imán en corriente continua (CC) y la correa de caucho en corriente alterna (CA)

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 232 de 404

El imán central genera el campo magnético orientado hacia el flujo de residuos en la cinta transportadora de abajo. Las intrusiones de Fe magnetizadas con polaridad opuesta son atraídas por el imán y, por lo tanto, extraídas del flujo de desechos.

La intensidad del campo magnético se reduce en los extremos con el fin de facilitar el desprendimiento de los materiales ferrosos y su posterior disposición en contenedores.

La fuerza de atracción del separador varía dependiendo de muchos factores como:

- o El tipo de material de Fe que se eliminará;
- o La forma y el tamaño de los metales Fe (cilíndrico / esférico / plano);
- o La relación peso / volumen de los metales Fe a extraer;
- o La relación entre el tamaño del material de proceso inerte y el tamaño del metal Fe.

La desventaja de este tipo de separador es, además de sus mayores requerimientos, el efecto Joule que se genera en los conductores de alimentación que se calientan aumentando así su resistencia y reduciendo la corriente circulante. Claro está que, si la corriente disminuye, la fuerza también se reduce. Mencionado esto, la eficiencia del separador no es constante, sino que, disminuye a lo largo de su tiempo de uso continuo, teniendo así que sobredimensionarla o utilizar sistemas de refrigeración auxiliares.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 233 de 404

Por todo lo mencionado anteriormente, es que se opta por la utilización de un separador magnético de neodimio montado de manera transversal a la cinta transportadora a modo de facilitar también el desprendimiento y posterior disposición de los restos ferrosos.

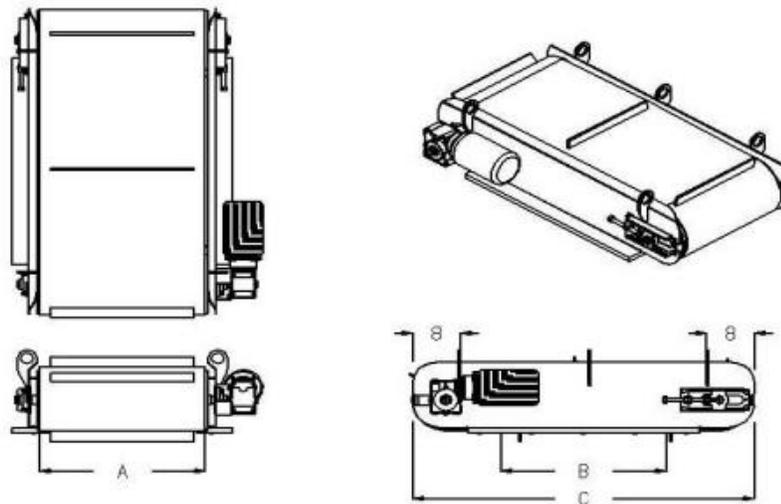
La extracción se hará mediante un separador magnético de neodimio montado de manera transversal a la cinta transportadora a modo de facilitar también el desprendimiento y posterior disposición de los restos ferrosos.

A continuación, se adjunta una imagen ejemplificando la disposición del mismo, a su vez, un croquis en el que se detalla el tipo de modelo seleccionado y sus dimensiones.



*Ilustración 163 Disposición transversal de cinta magnética*

	Proyecto Final	Carrera	Año:
	Alumnos: Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"		Pág. 234 de 404



	Base P/N	Mag/Belt Width	Mag Length	Conv OAL		Base P/N	Mag/Belt Width	Mag Length	Conv OAL
<input type="checkbox"/>	CBS 16-18	16"	18"	38"	<input type="checkbox"/>	CBS 24-24	24"	24"	56"
<input type="checkbox"/>	CBS 16-24	16"	24"	44"	<input type="checkbox"/>	CBS 24-30	24"	30"	62"
<input type="checkbox"/>	CBS 16-30	16"	30"	50"	<input type="checkbox"/>	CBS 24-36	24"	36"	68"
<input checked="" type="checkbox"/>	CBS 16-36	16"	36"	56"	<input type="checkbox"/>	CBS 24-42	24"	42"	74"
					<input type="checkbox"/>	CBS 24-48	24"	48"	80"

Ilustración 164 Modelos de Cinta Magnética y características

Seleccionando así la cinta CBS 16-36 que se dispondrá de manera transversal sobre la cinta transportadora dos que conecta la primer trituradora con la segunda.

### **Diseño y cálculo de Transporte de abastecimiento a clasificadora:**

Esta conexión entre la salida de la trituradora 2 y la máquina clasificadora tiene la particularidad de tener un recorrido de transporte relativamente corto y una altura de elevación considerable ya que:

$$\text{Altura de elevación } h = 2,2 \text{ metros}$$

$$\text{recorrido de transporte } r = 4 \text{ metros}$$

Necesarias para abastecer correctamente a la máquina clasificadora. Generando así un ángulo de elevación de  $33,4^\circ$  del transportador.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 235 de 404

Como se trata de un transporte de material con una gran pendiente, el transporte mediante cinta transportadora deja de ser recomendable, tomando mejor posición el transportador a rosca, helicoidal o conocido generalmente como chimango, el cual se destaca, en mayor lugar, por sobre la cinta en los siguientes puntos:

- Capacidad de elevación vertical: Los transportadores a rosca son especialmente adecuados para transportar material a alturas significativas. Debido a su diseño de tornillo sin fin, pueden superar pendientes más pronunciadas en comparación con las cintas transportadoras.
- Flexibilidad de diseño: Los transportadores a rosca "chimango" pueden adaptarse fácilmente a las necesidades específicas del sistema de transporte. Pueden diseñarse con diferentes ángulos de inclinación y longitudes, lo que permite ajustar el equipo para cumplir con los requisitos de su aplicación, incluyendo la altura de elevación y el corto recorrido.
- Manejo de material a granel: Los transportadores a rosca son excelentes para el transporte de materiales a granel, como molido de caucho de pequeñas dimensiones. El tornillo helicoidal proporciona un método eficiente y suave para mover partículas pequeñas sin generar demasiada fricción o dañar el material.
- Reducción de derrames: Los transportadores a rosca son efectivos para evitar derrames de material, lo que es importante cuando se manejan partículas finas. Las cintas transportadoras pueden tener problemas con el derrame en

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 236 de 404

pendientes pronunciadas, mientras que los transportadores a rosca minimizan este problema.

- Eficiencia energética: Los transportadores a rosca son conocidos por su eficiencia energética, ya que el motor no necesita trabajar tan duro en comparación con las cintas transportadoras para elevar materiales a alturas considerables.

Mencionado esto, se procede al diseño y cálculo del transportador a rosca para este caso. Se basarán los mismos en función de las indicaciones del catálogo MARTIN, que es un fabricante especializado en transportadores del tipo helicoidal ofreciendo la gama completa de componentes.

El primer paso consiste en determinar el diámetro de la rosca del transportador que depende del tamaño de las partículas a transportar, en nuestro caso:

*Partículas = 2 a 16 mm (por la probabilidad de que haya partículas mayores)*

Se considera una distancia de transporte moderada ya que el recorrido del mismo es de 4 metros.

$$l = 4 \text{ metros}$$

La pendiente de transporte es:

$$\alpha = 33,4^\circ$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 237 de 404

Y, los datos correspondientes al tipo de material transportado se obtienen de la tabla 1-2 del catálogo que ofrece Martin para transportadores helicoidales.



## Tabla 1-2

### Características de los Materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material $F_s$	Carga de Artesa
Hule Recuperado, molido	23-50	C1/2-45	L-S-B	1	0.8	30A

*Ilustración 165 Características del material según Martin*

Siendo:

$$\gamma_{\text{gránulocaucho}} = 0,9 \frac{tn}{m^3}$$

$$Q_{\text{transporte}} = 1 \frac{tn}{hr}$$

y considerando un coeficiente de llenado de:

$$\lambda = 0,25$$

Llevado a cabo por una hélice de paso igual al diámetro de la rosca a seleccionar.



*Ilustración 166 Hélice de paso igual al diámetro de rosca*

	<b>Proyecto Final</b>		<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto		Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>			Pág. 238 de 404

Se debe considerar que, debido a la inclinación del transportador, se tendrá una disminución del flujo de material transportado representado por el siguiente coeficiente obtenido de la interpolación en función del ángulo de transporte.

Inclinación del transportador	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
i	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Ilustración 167 Factor i en función del ángulo de inclinación del transporte

$$i = 0,35$$

Siguiendo la relación de que la velocidad de giro del tornillo es inversamente proporcional al peso del material a transportar, al grado de abrasividad del mismo y al diámetro del tornillo, se determinará el diámetro de la rosca mediante la iteración de la velocidad de giro del tornillo. Para el comienzo de la misma, se considera una velocidad de 30 revoluciones por minuto.

$$\varnothing_r = \sqrt{\frac{Q_{transporte} * 4 * 60}{\lambda * 3600 * \pi * n * \gamma_{gránulocaucho} * i}}$$

Por lo que, reemplazando los datos mencionados anteriormente

$$\varnothing_r = \sqrt{\frac{1 * 4 * 60}{0,25 * 3600 * \pi * 30 * 0,9 * 0,35}} = 0,0793 \text{ m} = 79,3 \text{ mm} = 3,122 \text{ pulg}$$

Cumpliendo así, con la condición de que el diámetro de rosca debe ser mayor igual a 12 veces el diámetro mayor del material en caso de ser clasificado o mayor igual a 4 en caso de ser semiclasificado.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 239 de 404

Con los datos concretos, se selecciona un diámetro de rosca de 4 pulgadas por lo que la velocidad a la que deberá girar este es:

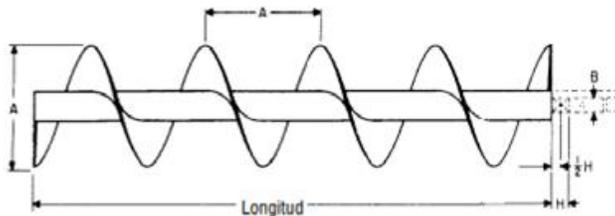
$$\varnothing_r = 4 \text{ pulg} = 0,1016 \text{ m}$$

$$n = \frac{Q_{transporte} * 4 * 60}{\lambda * 3600 * \pi * \varnothing_r^2 * \gamma_{gránulocaucho} * i} = \frac{1 * 4 * 60}{0,25 * 3600 * \pi * 0,1016^2 * 0,9 * 0,35} =$$

$$n = 18,3 \text{ rpm}$$

Seleccionando finalmente, un accionamiento a 18 rpm por cuestiones de disponibilidad comercial ya que, la diferencia prácticamente no afectará

La selección de este diámetro de rosca se justifica, además, debido a la disponibilidad comercial del fabricante cuyo diámetro es el mínimo disponible, pero, que se adapta perfectamente a las necesidades de transporte. A continuación, se adjunta la selección del mismo.



#### Helicoidal Continuo

A Diámetro del Helicoidal	B Diámetro del Eje	No. de Parte Helicoidal Completo	No. de Parte Sólo Espiral	D Tamaño de Tubo		Espesor del Helicoidal		H Ancho del Buje del Colgante	Long. Estándar Pies-Pulg.	Peso Promedio (lb)			
				Interior	Exterior	F	G			Helicoidal Completo		Sólo Espiral	
						Interior	Exterior	Longitud Estándar		Por Pie	Longitud Estándar	Por Pie	
4	1	4H206-*	4HF206-*	1 3/8	1 5/8	3/16	3/32	1 1/2	9-10 1/2	40	4	16	1.3

Ilustración 168 Selección de helicoidal

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 240 de 404

Acoplándose dos helicoides de 9ft-10.5" para formar el tornillo de 4 metros. Quedando sobrante un aproximado de dos metros de helicoide que se utilizarán en los demás transportadores.

Ejes



---

**Ejes de Acoplamiento**

	cc	5	
<b>Parte</b>	<b>Diámetro del Eje</b>		
CC — Eje de Acoplamiento Estándar*.	2 — 1"	5 — 2 <sup>7</sup> / <sub>16</sub> "	* Añada el sufijo H si el eje está endurecido.
CCC — Eje de Acoplamiento Cerrado.	3 — 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	6 — 3"	
CHE — Eje Terminal.	4 — 2"	7 — 3 <sup>7</sup> / <sub>16</sub> "	

ACOPAMIENTO



Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes se suministran normalmente en acero C-1045; sin embargo, también se pueden suministrar ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante cuando se transportan materiales muy abrasivos. El barrenado con plantilla facilita la instalación.

*Ilustración 169 Descripción de ejes de acoplamiento según el fabricante*

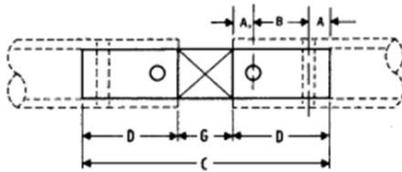
El segundo paso consiste en la complementación y ensamblaje del eje que comanda el helicoide. En primer lugar, se selecciona el tipo de acoplamiento a utilizar.

A continuación, se muestran las especificaciones de los acoplamientos correspondientes. Se colocará un soporte por cada unión con el fin de minimizar las pérdidas de potencia debido al desalineamiento, ya que al tener un coeficiente de llenado del 25% la obstrucción es mínima, omitiendo acoplamientos cerrados (close coupling).

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 241 de 404

## Acoplamiento

Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes se suministran normalmente en acero C-1045; sin embargo también se pueden suministrar ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante cuando se transportan materiales muy abrasivos. El barrenado con plantilla facilita la instalación.



Diámetro de Eje	No. de Parte*	A <sub>1</sub>	A	B	C	D	G	Peso (lb)
1	CC2	1/2	1/2	2	7 1/2	3	1 1/2	1.5
1 1/2	CC3	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	5.6
2	CC4	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	9.8
2 7/16	CC5	15/16	15/16	3	12 13/16	4 7/8	3	15.4
3	CC6	1	1	3	13	5	3	23.8
3 7/16	CC7	1 1/2	1 1/4	4	17 1/2	6 3/4	4	44.5
3 15/16	CC8	1 1/2	1 1/2	4	18	7	4	62.1

\*Agregue - H para ejes endurecidos.

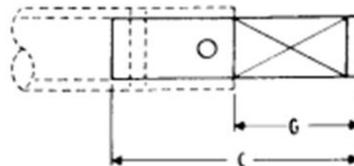
El eje se endurece por inducción únicamente en la zona de operación del buje del colgante a 40-50 RC.

Ilustración 170 Selección de acoplamiento

Utilizando así, un eje de acoplamiento CC2 para ejes de diámetro 1”.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 242 de 404

Para el extremo inferior se utilizará un eje terminal con rodamiento de bolas incluido. Los ejes terminales solo sirven para apoyar la última sección del helicoidal por lo que regularmente se suministran en acero rolado en frío. Los ejes terminales se barrenan con plantilla para facilitar la instalación y con tolerancias diametrales cerradas para asegurar la adecuada operación del rodamiento.



**Eje Terminal Usado con Sello de Caja con Estopa\*\***

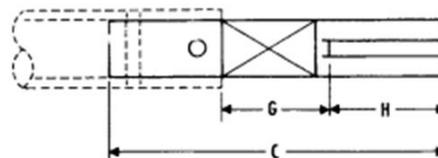
Rodamiento Bronce					Rodamiento de Bolas				
Diámetro de Eje	No. de Parte*	C	G	Peso (lb)	Diámetro de Eje	No. de Parte*	C	G	Peso (lb)
1	CE2B-W	8	5	1.6	1	CE2BB-W	7 1/2	3 3/4	1.4
1 1/2	CE3B-W	11	6 1/4	5.2	1 1/2	CE3BB-W	10	5 1/4	4.8
2	CE4B-W	12	7 1/4	10.4	2	CE4BB-W	10 3/8	5 5/8	9.0
2 7/16	CE5B-W	13 5/8	8 3/4	17.6	2 7/16	CE5BB-W	11 3/8	6 1/2	14.8
3	CE6B-W	14 7/8	9 7/8	28.2	3	CE6BB-W	12 3/8	7 3/8	24.0
3 7/16	CE7B-W	18 5/8	11 7/8	48.0	3 7/16	CE7BB-W	15 5/8	8 7/8	40.2

*Ilustración 171 Selección de Eje Terminal*

Seleccionando así, un eje terminal CE2BB-W con rodamiento de bolas incluido para el extremo inferior.

En cambio, para el eje superior se utilizará un eje motriz para, justamente, realizar el acoplamiento con la motorización.

Este tipo de eje motriz se utiliza cuando el transportador se suministra con tapas estándar. El barrenado con plantilla facilita la instalación.



*Ilustración 172 Descripción Eje Motriz*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 243 de 404</b>

### Eje Motriz No. 1 Usado con Sello de Caja con Estopa\*

Rodamiento de Bronce						Rodamiento de Bolas					
Diámetro del Eje	No. de Parte	C	G	H	Peso (lb)	Diámetro del Eje	No. de Parte	C	G	H	Peso (lb)
1	1CD2B-W	11	4 1/4	3	2.2	1	1CD2BB-W	10 1/2	3 3/4	3.0	2.0
1 1/2	1CD3B-W	14 1/2	6 1/2	3 1/4	7.2	1 1/2	1CD3BB-W	13 1/4	5 1/4	3.3	6.4
2	1CD4B-W	16 3/4	7 1/4	4 1/2	14.9	2	1CD4BB-W	14 7/8	5 5/8	4.5	13.0
2 7/16	1CD5B-W	19 1/8	8 3/4	5 1/2	23.3	2 7/16	1CD5BB-W	16 7/8	6 1/2	5.5	20.5
3	1CD6B-W	20 7/8	9 7/8	6	40.5	3	1CD6BB-W	18 3/8	7 3/8	6.0	35.5
3 7/16	1CD7B-W	25 7/8	11 7/8	7 1/4	66.3	3 7/16	1CD7BB-W	22 7/8	8 7/8	7.3	58.4

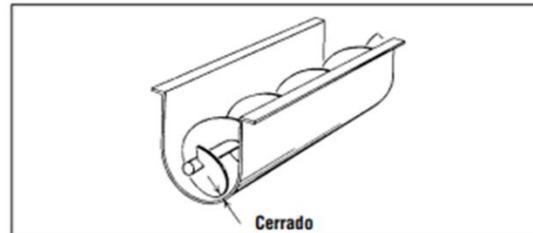
La longitud de los ejes permite que el claro entre la tapa y el helicoidal sea de la mitad del ancho del buje para colgante.

\*Consulte a 

Ilustración 173 Selección de eje motriz

Seleccionando un eje motriz 1CD2BB-W para el extremo superior.

El siguiente paso consiste en el diseño y selección del canal sobre el que se ensamblará el helicoide. Se selecciona una artesa en U del catálogo Martin debido a que se utilizará un soporte intermedio que brindará un funcionamiento más suave y con menos esfuerzos en la longitud del eje. Para la unión de la misma se usarán bridas de 6 tornillos.



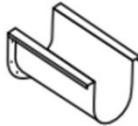
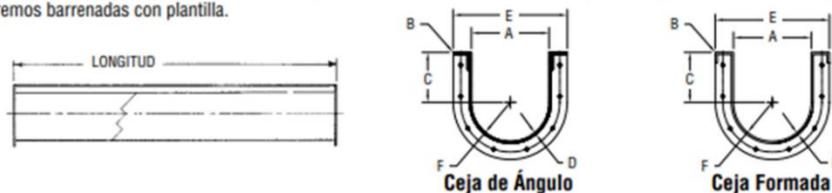
<b>ARTESA EN "U" CON CEJA FORMADA</b>		<p>Es una artesa económica de uso común. Construcción de una sola pieza. Longitudes estándar en existencia.</p>
---------------------------------------	---	---

Ilustración 174 Artesa en U

La artesa de claro cerrado es de construcción convencional excepto que tiene un claro más cerrado entre la helicoidal y la artesa. Este tipo de artesa deja menos material en la artesa y se utiliza cuando se necesita vaciar el material de la artesa. También evita que ciertos materiales se regresen, especialmente, en transportadores inclinados.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 244 de 404

Las artesas estándar de los transportadores tienen un cuerpo de acero en forma de "U" con cejas de ángulo o formadas en la parte superior, con bridas en los extremos barrenadas con plantilla.



Diámetro del Transportador	D Espesor de la Artesa	Artesa con Ceja de Ángulo				Artesa con Ceja Formada ▲				A	B	C	E	F			
		Número de Parte	Peso lb				Número de Parte	Peso lb									
			Largo 10"	Largo 5"	Largo 12"	Largo 6"		Largo 10"	Largo 5"						Largo 12"	Largo 6"	
4	□ 16 CAL.	4CTA16	53	29	—	—	4CTF16	41	23	—	—	5	1 1/4	3 5/8	7 5/8	2 1/2	
	14	4CTA14	60	33	—	—	4CTF14	50	28	—	—						7 11/16
	12	4CTA12	78	42	—	—	4CTF12	70	38	—	—						

Ilustración 175 Selección de Artesas

Se utilizarán 15 artesas ceja formada de 10" de longitud y una de 5" del código 4CTF1610 y 4CTF165.

Estas, irán cubiertas para evitar el ingreso de cuerpos extraños al material transportador y también de aquellos que puedan perjudicar el normal funcionamiento del transportador.

Se utilizarán cubiertas planas, utilizadas normalmente para cubrir el transportador por cuestiones operativas y de seguridad.

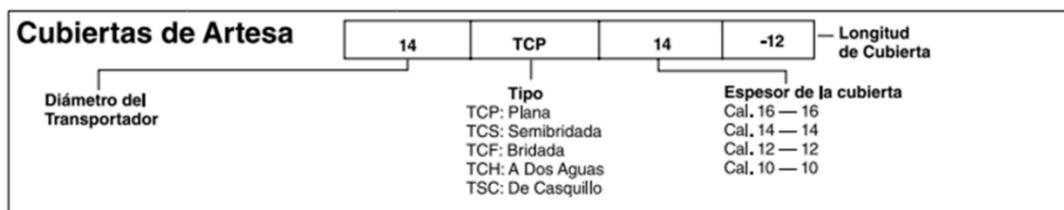
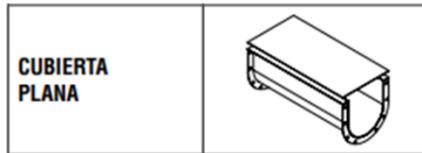


Ilustración 176 Denominación de Cubiertas de artesas

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 245 de 404



Diám. del Transportador	Cubierta Plana				Cubierta Semiformada				Cubierta Formada				Cubierta a Dos Aguas			
	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D
4	4TCP16	16	1.5	7 3/4	4TCS16	□16	2.1	7 5/8	4TCF16	□16	1.9	8 1/4	4TCH16	□16	2	
*					4TCS14	14	2.6		4TCF14	14	2.4		4TCH14	14	2.5	8 1/4

Para aplicaciones en donde el confinamiento del polvo no sea un problema, colocar 10 sujetadores o ponerlos a 2'-0" entre centros en un tramo de 10' por lo general es adecuado. Para aplicaciones en donde se deba confinar el polvo, se recomienda colocar 20 sujetadores o ponerlos a 1'-0" entre centros en un tramo de 10'.  
 \*L — Longitudes Estándar 5'-0" & 10'-0"      \*\*L — Longitudes Estándar 5', 6', 10' & 12'-0"      □ — Calibre Estándar

Ilustración 177 Selección de Cubiertas de Artesas

Utilizándose 15 cubiertas de igual longitud que las artesas por razones de mantenimiento, el código de estas es 4TCP1610 y, 1 cubierta de código 4TCP165.

Ya definidas las artesas y las cubiertas de estas, se debe determinar cómo se conectarán las mismas. La conexión se hará por medio de 15 bridas del siguiente tipo.

### Bridas para Artesa en "U"

Diámetro del Helicoidal	Tornillos		A	B	E	F	G	H
	Número	Diámetro						
4	6	3/8	7	3 5/8	1 1/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8

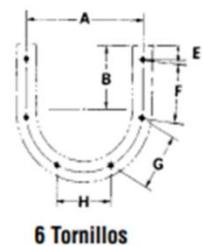


Ilustración 178 Bridas de conexión

Que se abulonarán mediante 6 tornillos de 3/8".

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 246 de 404

Resta definir las tapas de los extremos del transportador. Estas deberán incluir un apoyo para el eje de modo que la sustentación se haga en los extremos y, en la unión media por medio del buje colgante.

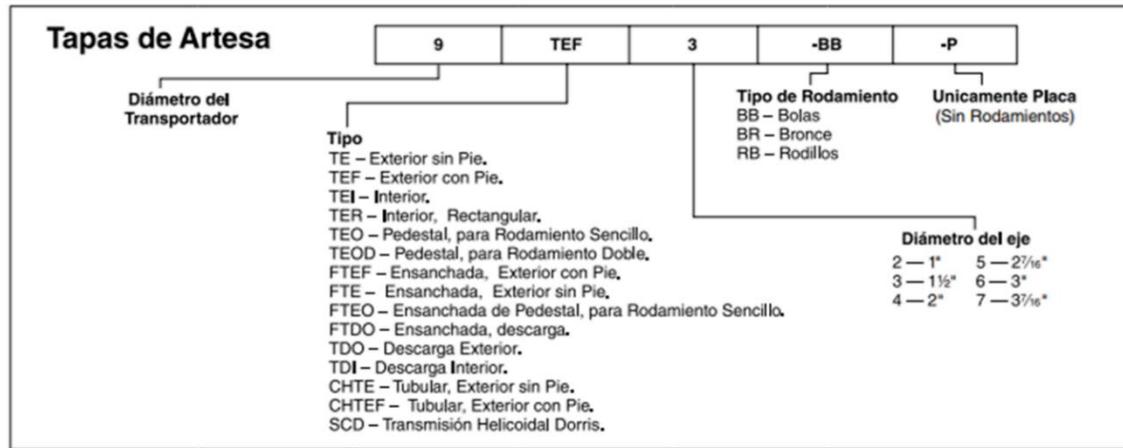


Ilustración 179 Denominación de tapas de extremos del transportador

Para la sección inferior, sin motorización, se seleccionará una tapa exterior con pie.

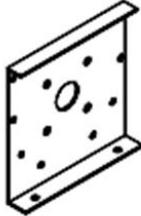
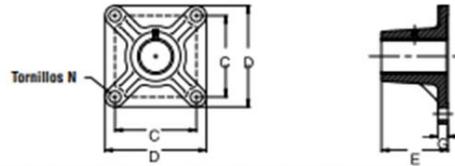
	<b>ARTESA "U"</b>	
<b>TAPAS DE ARTESA EXTERIOR CON PIE</b>		Es el tipo más usado ya que incluye el soporte de la artesa.

Ilustración 180 Tapa Inferior de Artesa

Con el siguiente rodamiento:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 247 de 404</b>

### Rodamientos en Tapa



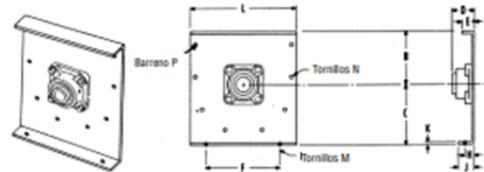
Barreno	No. de Parte	C	D	E	G	N
1	TEB2BR	2 3/4	3 3/4	2	17/32	3/8
1 1/2	TEB3BR	4	5 1/8	3 1/4	9/16	1/2
2	TEB4BR	5 1/8	6 3/8	4 3/16	5/8	5/8
2 7/16	TEB5BR	5 5/8	6 7/8	4 15/16	13/16	5/8
3	TEB6BR	6	7 3/4	5 11/16	7/8	5/8
3 7/16	TEB7BR	6 3/4	8 7/16	6 1/4	1	13/16

Ilustración 181 Rodamiento de tapa

Seleccionando una tapa exterior con pie y rodamiento 4TEF2BB.

### Exterior con Pie

Las tapas de artesas exteriores con pie se usan para apoyar chumaceras en tapa, cubiertas y artesas. La perforación para chumaceras de bronce o para chumaceras de bola con brida es estándar.



Diám. del Transportador	Diámetro de Eje	▲ Número de Parte	B	C	D			E	F	H	J	K	L	M	N	Peso lb	P Ojal
					Rodamiento de Fricción	Rodamiento de Bolas	Rodamiento de Rodillos										
4	1	4TEF2-*	3 5/8	4 5/8	2 15/16	1 5/8	—	1 7/16	5 3/4	1	1 5/8	1/4	8 1/8	3/8	3/8	4	7/16 x 9/16

Ilustración 182 Selección de tapa exterior con pie

En cambio, para la sección superior se debe tener en cuenta que en la misma se tendrá la motorización y la descarga de material. Por ello, se selecciona una tapa para descarga frontal.

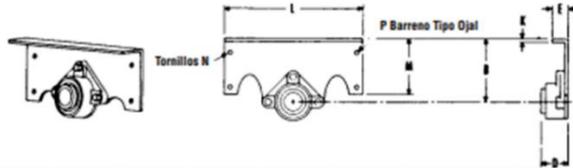


Ilustración 183 Tapas de Artesas con Descarga Frontal

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 248 de 404

### Descarga Frontal Exterior

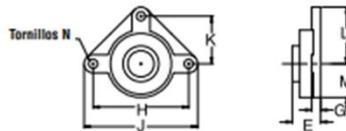
Las tapas exteriores de artesa para descarga se utilizan para instalar el rodamiento, permitiendo al mismo tiempo que el material pueda ser descargado o que se derrame a través del extremo de la artesa. El barrenado para rodamientos de pared de bronce o de bolas de tres tornillos es estándar.



Diám. del Transportador	Diám. del Eje	Número de Parte	B	D			E	K	L	M	N	P Ojal	Peso lb
				Roda- miento de Fricción	Roda- miento de Bolas	Roda- miento de Rodillos							
4	1	4TDO2*	3 5/8	2 1/4	1 5/8		1 7/16	1/4	8	3 5/8	3/8	7/16 x 9/16	2

Ilustración 185 Selección de tapas de artesas con descarga frontal

### Rodamiento de Bolas para Descarga Frontal



Barreno	No. de Parte	E	G	H	J	K	L	M	N
1	TDB2BB	1 3/8	1/2	3 7/8	5 3/8	1 15/16	2 11/16	2	3/8

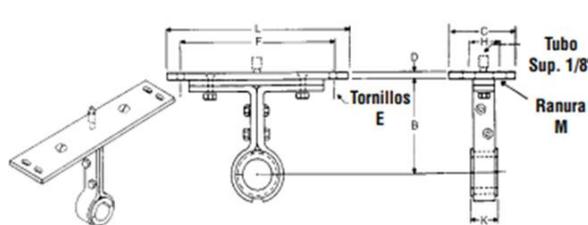
Ilustración 184 Rodamiento para tapa con descarga

Seleccionando una tapa de descarga exterior con rodamiento para descarga frontal 4TDO2BB.

Para un alineamiento correcto con el fin de disminuir el consumo de potencia (rozamiento, ruido y obstrucciones) se selecciona 1 soporte intermedio con rodamientos a bola, los cuales son autoajustables.

### Estilo 220

Los colgantes estilo 220 han sido diseñados para instalarse sobre los ángulos superiores de la artesa en aplicaciones donde no se requiera una operación a prueba de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. Están disponibles con bujes.



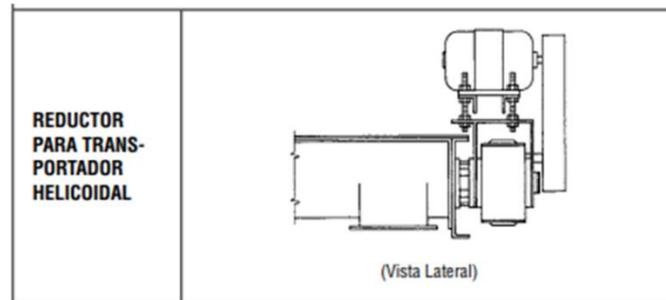
Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	No. de Parte*	B	C	D	E	F	H	K	L	M Ojal	Peso c/u (lb)
4	1	4CH2202	3 5/8	3 1/2	3/16	1/4	6 1/2	2	1 1/2	7 1/4	5/16 x 3/4	5

Ilustración 186 Selección de soporte intermedio

Seleccionando así, un soporte intermedio 4CH2202.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 249 de 404

Teniendo seleccionados los componentes del transportador, resta definir todo aquello relacionado al accionamiento del mismo. En primer lugar, se debe determinar la configuración del sistema de transmisión a utilizar.



*Ilustración 187 Montaje del Accionamiento*

En donde el reductor se monta en la tapa del transportador y se conecta directamente al helicoidal. El reductor incluye rodamientos de empuje integrales, sello y eje motriz. El motor puede instalarse en cualquier posición que se desee, pero, en este caso, será superior.

Se diseño que el motor se encuentre en la parte superior, en el extremo de descarga del transportador, con el fin de someter al eje a esfuerzos de tracción (además del momento torsor).

Mediante el catálogo de Martin obtenemos la potencia necesaria para mover el material por medio del cálculo de dos potencias y factores de rendimiento, siendo  $H_{pf}$  potencia en vacío y  $H_{pm}$  potencia para mover el material. A estas se les suma además una potencia de elevación  $P_e$ . Obteniendo los siguientes datos de las tablas de dicho catálogo.

Siendo:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 250 de 404

- L el largo del transportador en pies.
- N la velocidad de operación en rpm.
- $F_d$  el factor del diámetro del transportador
- $F_b$  el factor de buje para colgante
- C capacidad de transporte en pies cúbicos por hora.
- W el peso del material en libras por pie cubico
- $F_f$  el factor de helicoide
- $F_m$  el factor de material
- $F_p$  el factor de paleta, en caso de requerirse
- e la eficiencia de transmisión

Por lo que se procede a determinar los mismos.

$$L = 13,17 \text{ pies}$$

$$N = 18 \text{ rpm}$$

$F_d \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del dám. de rosca

**Tabla 1-12**  
Factor de diámetro de transportador  $F_d$

Diam. de helicoide en pulgadas	Factor $F_d$	Diam. de helicoide en 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

Ilustración 188 Determinación de factor  $F_d$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 251 de 404

$$F_d = 12$$

$F_b \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del tipo de buje

**Tabla 1-13**  
Factor de buje para colgante

Tipo de Buje		Factor de buje para colgante
B	Rodamiento de bola	1.0
L	Bronce MARTIN	2.0
S	Grafito Bronce Melamina Bronce impregnado en aceite Madera impregnada en aceite Nylatron Nylon Teflón UHMH	2.0
	Hierro duro MARTIN	3.4
H	Superficie endurecida Stelita	4.4

Ilustración 190 Determinación de factor  $F_b$

$$F_b = 1$$

$$C = 1,1 \frac{m^3}{h} = 38,85 \frac{pie^3}{h}$$

$$W = 50,98 \frac{lb}{pie^3}$$

$F_f \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del coef. de carga y tipo de helicoides

**Tabla 1-14( $F_f$ )**  
 $F_f$  factor de carga de transportador

Tipo de helicoides	$F_f$ factor de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoides con corte	1.10	1.15	1.2	1.3
Con corte y doblez	N.R	1.5	1.7	2.2
Helicoides de Cinta	1.05	1.14	1.2	---

Ilustración 189 Determinación de factor  $F_f$

$$F_f = 1$$

$F_m \rightarrow$  obtenido en la tabla de características del material

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 252 de 404

$$F_m = 0,8$$

$$F_p = 1$$

$e \rightarrow$  obtenido de la siguiente tabla en función del tipo de accionamiento

**Tabla 1-17**

Factor de eficiencia en Transmisiones				
Transmisión de helicoidal o montado en eje Con transmisión de banda V.	Banda V a engrane helicoidal y acoplamiento.	Motorreductor con acoplamiento	Motorreductor con transmisión de cadena	Engrane sin fin
<b>0.88</b>	<b>0.87</b>	<b>0.95</b>	<b>0.87</b>	Consulte al fabricante

*Ilustración 191 Determinación de factor e*

$$e = 0,9$$

Por lo que ya se cuenta con los factores para realizar el cálculo.

Siendo la potencia para mover el transportador vacío:

$$H_{pf} = \frac{L * N * F_d * F_b}{1000000} = \frac{13,17 * 18 * 12 * 1}{1000000} = 0,0028$$

Y, la potencia para mover el material:

$$H_{pm} = \frac{C * L * W * F_f * F_m * F_p}{1000000} = \frac{38,85 * 13,17 * 50,98 * 1 * 0,8 * 1}{1000000} = 0,0209$$

Siendo la sumatoria de estas:

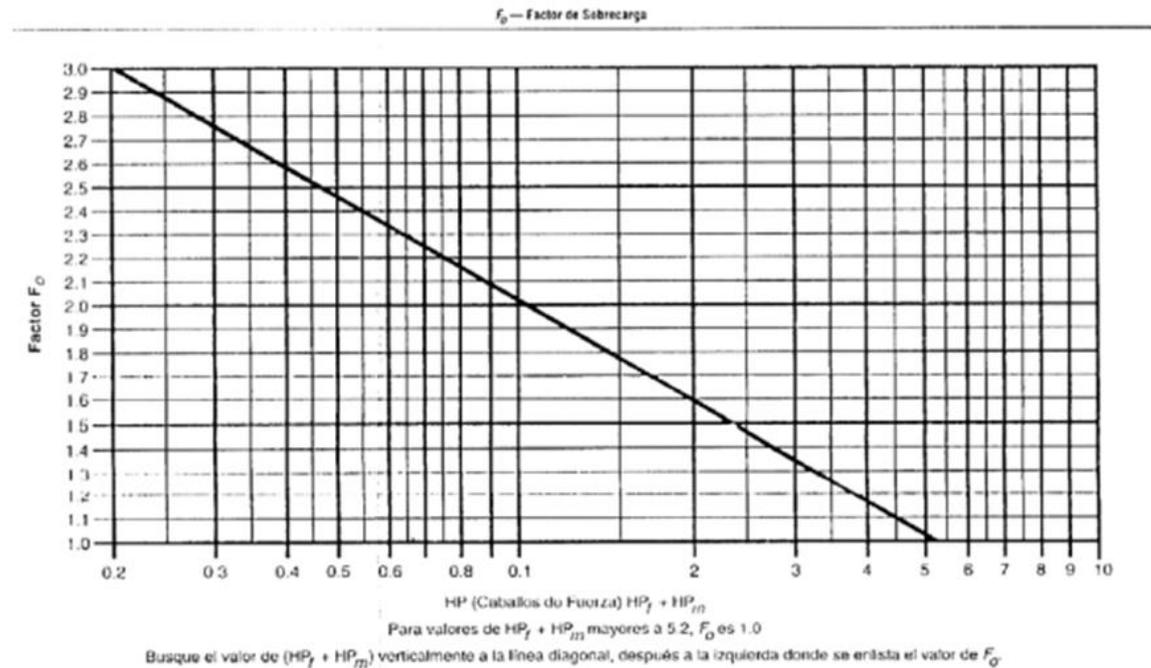
$$H_{pf} + H_{pm} = 0,0237$$

A lo que se le debe sumar la potencia necesaria para la elevación. Se plantea:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 253 de 404

$$P_e = \frac{Q_{transporte} * h}{270} = \frac{1 * 2,2}{270} = 0,0081 \text{ CV}$$

A la suma de potencias se la debe afectar por un factor de sobrecarga, extraído de la tabla 1-16 del catálogo Martin y el factor de rendimiento determinado anteriormente.



**Tabla 1-16**

*Ilustración 192 Determinación de factor sobrecarga*

$$F_o = 3$$

$$Potencia = \frac{H_{pf} + H_{pm} + P_e}{e} * F_o = 0,1062 \text{ CV}$$

En general, se considera un margen adicional G que depende de la potencia en CV.

Nh	1	1-2	2-4	4-5	5
G	2	1,5	1,25	1,1	1

*Ilustración 193 Determinación de factor G*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 254 de 404

Adoptando, por interpolación, un coeficiente G de:

$$G = 3,5$$

Por lo que la potencia efectiva será:

$$P_{efectiva} = 3,5 * 0,1062 CV \cong 0,4 CV$$

Adoptando así, un motorreductor SIN FIN-CORONA de 0,5 HP que reduce a 18 rpm para el funcionamiento óptimo del transportador.



Datos del Motor		Datos de la Unidad Reductora										
Potencia (HP)	Cuerpo	n2 (r.p.m.)	187	140	93	70	47	35	28	23	18	14
	Brida - Eje	Relación (i)	7,5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
0,5	Cpo. 71	Tamaño	040	040	040	040	040	050	050	050	063	063
	B5 160-14	Cap. (HP)	1,22	0,94	0,65	0,56	0,50	0,57	0,50	0,47	0,55	0,51
	B14 105-14	Mz (Kgfm)	1,63	2,14	3,16	3,98	5,41	6,94	8,16	9,08	11,73	13,16

Ilustración 194 Selección de Motorreductor

Más específicamente, un reductor sin fin-corona cuerpo 71 B14 105-14 y tamaño 063, motorizado por un motor de 0,5 HP.

Por último, se deben determinar los métodos de carga y descarga que se utilizarán con el fin de evitar desperdicios y/o cuellos de botella.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 255 de 404	

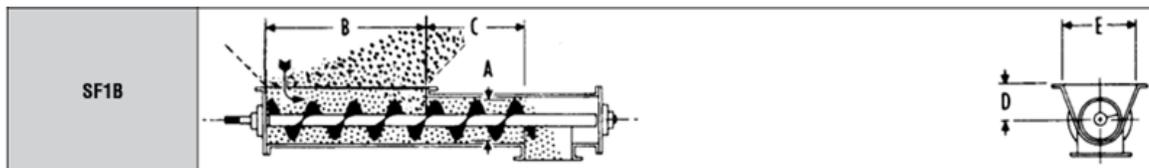
La carga se realizará desde la salida de la trituradora numero 2 800F por medio de un alimentador (tolva)

### Tipo 1 Típico

Tipo de Alimentador	Alimentación	Movimiento del Material	Paso	Diámetro del Alimentador Helicoidal	Extensión del Helicoidal
SF1A	Estándar	Uniforme a lo largo de la longitud total de la alimentación	Estándar	Cónico	Ninguna
SF1B	Estándar	Sólo en la parte de enfrente de la alimentación	Estándar	Uniforme	Ninguna
SF1C	Estándar	Uniforme a lo largo de la longitud total de la alimentación	Estándar	Cónico	Como se requiera
SF1D	Estándar	Sólo en la parte de enfrente de la alimentación	Estándar	Uniforme	Como se requiera

*Ilustración 195 Alimentación a Chimango*

Seleccionando, en primer lugar, un alimentador SF1B para diámetro de helicoides uniforme en toda su extensión.



*Ilustración 196 Alimentador SF1B*

Cuyas dimensiones se obtienen de la siguiente tabla.

Diámetro del Alimentador	Tamaño máximo de partículas	Velocidad Máxima RPM	Capacidad pies cúbicos por hora		B*	C	D	E	Diámetro de la Extensión del Helicoidal		
			A un RPM	A RPM máximo					Carga de Artesa %		
									15	30	45
6	3/4"	70	4.8	336	36	12	7	14	12	9	9
9	1 1/2"	65	17	1105	42	18	9	18	18	14	12
12	2"	60	44	2640	48	24	10	22	24	18	16
14	2 1/2"	55	68	3740	54	28	11	24		20	18
16	3"	50	104	5200	56	32	11 1/2	28		24	20
18	3"	45	150	6750	58	36	12 1/8	31			24
20	3 1/2"	40	208	8320	60	40	13 1/2	34			
24	4"	30	340	10200	64	48	16 1/2	40			

*Ilustración 197 Características de Alimentador*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 256 de 404

Seleccionando un alimentador SF1B6”. Este se complementará con una tolva de alimentación que se diseñará en función de las dimensiones de salida de la trituradora 800F.

La descarga se realizará mediante una boca de descarga hacia la tolva de alimentación de la clasificadora. Según catálogo, las descarga y las compuertas están disponibles tanto para artesas en “U” como para artesas tubulares. Existen diferentes diseños, operados manualmente o a control remoto. Sin embargo, se utilizará una descarga a tapa final sin compuerta que se seleccionará por catálogo de la siguiente manera:

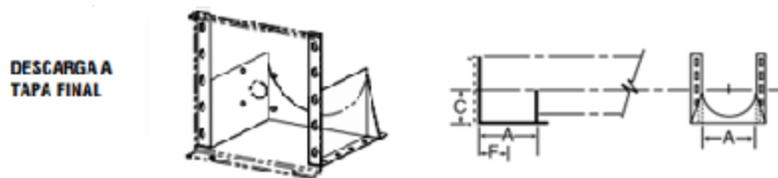


Ilustración 198 Descarga a tapa final

Donde el extremo de la boquilla está integrado por las paredes de la artesa y una extensión con una brida inferior con barrenado estándar. Debido a que está localizada en el extremo final del transportador, el material no puede ser transportado más allá de ese punto. El arreglo de este tipo de descarga elimina extensiones en la artesa y componentes internos más allá del punto de descarga.

Diámetro del Transportador	A	B	C	D	G	H	F	
4	5	4½	3¾	¾	5¾	11	2¾	
Diámetro del Transportador	Espesor de la Artesa, Calibre	Espesor de la Descarga y de la Compuerta, Calibre	Número de Parte			Peso lb		
			Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final	Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final
			Sencilla	Con Compuerta		Sencilla	Con Compuerta	
4	16-14	14	4TSD14	4TSDS14	4TSDF14	2	6	1.5
4	12	12	4TSD12	4TSDS12	4TSDF12	3	7	2.25

Ilustración 199 Selección de Descarga

Seleccionando así una descarga del tipo 4TSDF14

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 257 de 404

### Diseño y cálculo de Transporte recirculador:

Este transporte tiene la función de recircular aquellas partículas mayores a 8 milímetros que sean detectadas por la maquina clasificadoras con el fin de transportarlas nuevamente hacia la maquina trituradora número 2 hasta que alcancen el tamaño deseado. Esta conexión entre la máquina clasificadora y la trituradora 2, tiene también la particularidad de tener un recorrido de transporte relativamente corto y una altura de elevación considerable ya que:

$$\textit{Altura de elevación } h = 2,5 \textit{ metros}$$

$$\textit{recorrido de transporte } r = 4,5 \textit{ metros}$$

Necesarias para reabastecer correctamente a la segunda maquina trituradora. Generando así un ángulo de elevación de  $33,75^\circ$  del transportador. Se debe considerar que la capacidad de transporte será menor debido a que solo se transportaran aquellas partículas que no cumplan con los estándares para el embolsado. Dicho esto, se plantea una capacidad de:

$$Q_{\textit{recirculado}} = 0,5 \textit{ ton/h}$$

Como se trata de un transporte de material con una gran pendiente, al igual que el transportador anterior, se utilizará el transporte mediante un helicoidal o rosca.

Mencionado esto, se procede al diseño y cálculo del transportador a rosca para este caso. Nuevamente, al igual que en el transportador anterior, se basarán los mismos en función de las indicaciones del catálogo MARTIN.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 258 de 404

El primer paso consiste en determinar el diámetro de la rosca del transportador que depende del tamaño de las partículas a transportar, en nuestro caso:

*Partículas = hasta 15 milímetros*

Se considera una distancia de transporte moderada ya que el recorrido del mismo es de 4 metros.

$$l = 4,5 \text{ metros}$$

La pendiente de transporte es:

$$\alpha = 33,75^\circ$$

Y, los datos correspondientes al tipo de material transportado se obtienen de la tabla 1-2 del catálogo que ofrece Martin para transportadores helicoidales.

	<b>Tabla 1-2</b>					
	<b>Características de los Materiales</b>					

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Series de Componentes	Factor de Material $F_m$	Carga de Artesa
Hule Recuperado, molido	23-50	C1/2-45	L-S-B	1	0.8	30A

H-11

*Ilustración 200 Características de los materiales según MARTIN*

Siendo:

$$\gamma_{\text{gránulocaucho}} = 0,9 \frac{tn}{m^3}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 259 de 404

$$Q_{transporte} = 0,5 \frac{tn}{hr}$$

y considerando un coeficiente de llenado de:

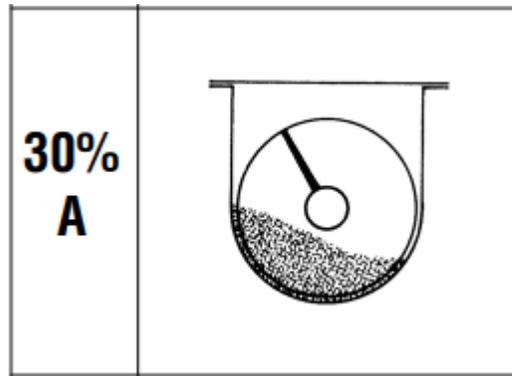


Ilustración 201 Representación del coeficiente de llenado

$$\lambda = 0,3$$

Llevado a cabo por una hélice de paso igual al diámetro de la rosca a seleccionar.



Ilustración 202 Hélice de paso igual al diámetro

Se debe considerar que, debido a la inclinación del transportador, se tendrá una disminución del flujo de material transportado representado por el siguiente coeficiente obtenido de la interpolación en función del ángulo de transporte.

Inclinación del transportador	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
i	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Tabla 22 Coeficiente i de inclinación de transporte

$$i = 0,33$$

Siguiendo la relación de que la velocidad de giro del tornillo es inversamente proporcional al peso del material a transportar, al grado de abrasividad del mismo y al diámetro del tornillo, se determinará el diámetro de la rosca mediante la iteración de la

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 260 de 404

velocidad de giro del tornillo. Para el comienzo de la misma, se considera una velocidad de 20 revoluciones por minuto.

$$\varnothing_r = \sqrt{\frac{Q_{transporte} * 4 * 60}{\lambda * 3600 * \pi * n * \gamma_{gránulocaucho} * i}}$$

Por lo que, reemplazando los datos mencionados anteriormente

$$\varnothing_r = \sqrt{\frac{0,5 * 4 * 60}{0,3 * 3600 * \pi * 20 * 0,9 * 0,33}} = 0,0772 \text{ m} = 77,2 \text{ mm} = 3,04 \text{ pulg}$$

Cumpliendo así, con la siguiente condición:

$$\varnothing_r \text{ según tamaño de trozos transportados} \left\{ \begin{array}{l} \varnothing_r \geq 12 \varnothing \text{ de material clasificado} \\ \varnothing_r \geq 4 \varnothing \text{ de material semiclasificado} \end{array} \right.$$

Con los datos concretos, se selecciona un diámetro de rosca de 4 pulgadas por lo que la velocidad será:

$$\varnothing_r = 4 \text{ pulg} = 0,1016 \text{ m}$$

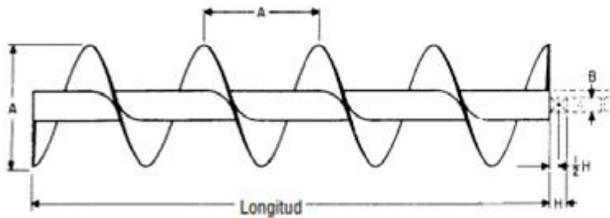
$$n = \frac{Q_{transporte} * 4 * 60}{\lambda * 3600 * \pi * \varnothing_r^2 * \gamma_{gránulocaucho} * i} = \frac{0,5 * 4 * 60}{0,3 * 3600 * \pi * 0,1016^2 * 0,9 * 0,33} =$$

$$n \cong 12 \text{ rpm}$$

Pero, debido a la disponibilidad comercial y facilidad de adquisición de conjuntos motorreductores, se tomará una rotación de 14 rpm.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 261 de 404</b>

La selección de este diámetro de rosca se justifica, además, debido a la disponibilidad comercial del fabricante cuyo diámetro es el mínimo disponible, pero, que se adapta perfectamente a las necesidades de transporte. A continuación, se adjunta la selección del mismo.



**Helicoidal Continuo**

A Diámetro del Helicoidal	B Diámetro del Eje	No. de Parte Helicoidal Completo	No. de Parte Sólo Espiral	D Tamaño de Tubo		Espesor del Helicoidal		H Ancho del Buje del Colgante	Long. Estándar Pies-Pulg.	Peso Promedio (lb)			
				Interior	Exterior	F Interior	G Exterior			Helicoidal Completo		Sólo Espiral	
										Longitud Estándar	Por Pie	Longitud Estándar	Por Pie
4	1	4H206~*	4HF206~*	1 3/8	1 5/8	3/16	3/32	1 1/2	9-10 1/2	40	4	16	1.3

*Ilustración 203 Selección de helicoidal*

Acoplándose un helicoide de 9ft-10.5" junto con aquellos 2 metros sobrantes de la composición del transportador anterior para formar así, el tornillo de 4,5 metros.

El segundo paso consiste en la complementación y ensamblaje del eje que comanda el helicoide. En primer lugar, se selecciona el tipo de acoplamiento a utilizar.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 262 de 404

A continuación, se muestran las especificaciones de los acoplamientos correspondientes. Se colocará un soporte por cada unión con el fin de minimizar las pérdidas de potencia debido al desalineamiento, ya que al tener un coeficiente de llenado del 30% la obstrucción es mínima, omitiendo acoplamientos cerrados (close coupling).

### Acoplamiento

Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes se suministran normalmente en acero C-1045; sin embargo también se pueden suministrar ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante cuando se transportan materiales muy abrasivos. El barrenado con plantilla facilita la instalación.

Diámetro de Eje	No. de Parte*	A <sub>1</sub>	A	B	C	D	G	Peso (lb)
1	CC2	1/2	1/2	2	7 1/2	3	1 1/2	1.5
1 1/2	CC3	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	5.6
2	CC4	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	9.8
2 7/16	CC5	15/16	15/16	3	12 13/16	4 7/8	3	15.4
3	CC6	1	1	3	13	5	3	23.8
3 7/16	CC7	1 1/2	1 1/4	4	17 1/2	6 3/4	4	44.5
3 15/16	CC8	1 1/2	1 1/2	4	18	7	4	62.1

\*Agregue - H para ejes endurecidos.

El eje se endurece por inducción únicamente en la zona de operación del buje del colgante a 40-50 RC.

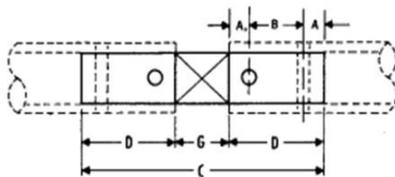


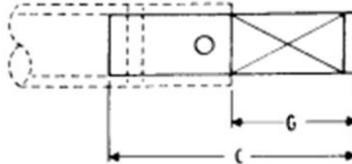
Ilustración 204 Selección de Acoplamiento

Utilizando así, un eje de acoplamiento CC2 para ejes de diámetro 1”,

Para el extremo inferior se utilizará un eje terminal con rodamiento de bolas incluido. Los ejes terminales solo sirven para apoyar la última sección del helicoidal por lo que regularmente se suministran en acero rolado en frío. Los ejes terminales se barrenan con plantilla para facilitar la instalación y con tolerancias diametrales cerradas para asegurar la adecuada operación del rodamiento.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 263 de 404

Seleccionando así, un eje terminal CE2BB-W con rodamiento de bolas incluido para el extremo inferior.



### Eje Terminal Usado con Sello de Caja con Estopa\*\*

Rodamiento de Bronce					Rodamiento de Bolas				
Diámetro de Eje	No. de Parte*	C	G	Peso (lb)	Diámetro de Eje	No. de Parte*	C	G	Peso (lb)
1	CE2B-W	8	5	1.6	1	CE2BB-W	7 1/2	3 3/4	1.4
1 1/2	CE3B-W	11	6 1/4	5.2	1 1/2	CE3BB-W	10	5 1/4	4.8
2	CE4B-W	12	7 1/4	10.4	2	CE4BB-W	10 3/8	5 5/8	9.0
2 7/16	CE5B-W	13 5/8	8 3/4	17.6	2 7/16	CE5BB-W	11 3/8	6 1/2	14.8
3	CE6B-W	14 7/8	9 7/8	28.2	3	CE6BB-W	12 3/8	7 3/8	24.0
3 7/16	CE7B-W	18 5/8	11 7/8	48.0	3 7/16	CE7BB-W	15 5/8	8 7/8	40.2

Ilustración 205 Selección de eje terminal inferior

En cambio, para el eje superior se utilizará un eje motriz para, justamente, realizar el acoplamiento con la motorización.

Este tipo de eje motriz se utiliza cuando el transportador se suministra con tapas estándar. El barrenado con plantilla facilita la instalación.

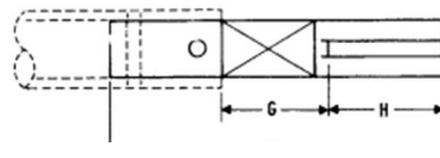


Ilustración 207 Eje motriz

### Eje Motriz No. 1 Usado con Sello de Caja con Estopa\*

Rodamiento de Bronce						Rodamiento de Bolas					
Diámetro del Eje	No. de Parte	C	G	H	Peso (lb)	Diámetro del Eje	No. de Parte	C	G	H	Peso (lb)
1	1CD2B-W	11	4 1/4	3	2.2	1	1CD2BB-W	10 1/2	3 3/4	3.0	2.0
1 1/2	1CD3B-W	14 1/2	6 1/2	3 1/4	7.2	1 1/2	1CD3BB-W	13 1/4	5 1/4	3.3	6.4
2	1CD4B-W	16 3/4	7 1/4	4 1/2	14.9	2	1CD4BB-W	14 7/8	5 5/8	4.5	13.0
2 7/16	1CD5B-W	19 1/8	8 3/4	5 1/2	23.3	2 7/16	1CD5BB-W	16 7/8	6 1/2	5.5	20.5
3	1CD6B-W	20 7/8	9 7/8	6	40.5	3	1CD6BB-W	18 3/8	7 3/8	6.0	35.5
3 7/16	1CD7B-W	25 7/8	11 7/8	7 1/4	66.3	3 7/16	1CD7BB-W	22 7/8	8 7/8	7.3	58.4

La longitud de los ejes permite que el claro entre la tapa y el helicoidal sea de la mitad del ancho del buje para colgante.

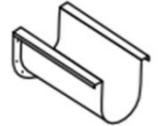
\*Consulte a 

Ilustración 206 Selección de Eje Motriz

Seleccionando un eje motriz 1CD2BB-W para el extremo superior.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 264 de 404

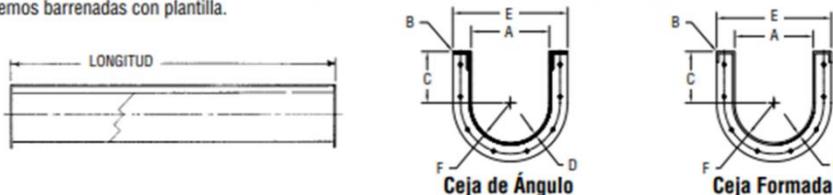
El siguiente paso consiste en el diseño y selección del canal sobre el que se ensamblará el helicoides. Se selecciona una artesa en U del catálogo Martin debido a que se utilizará un soporte intermedio que brindará un funcionamiento más suave y con menos esfuerzos en la longitud del eje. Para la unión de la misma se usarán bridas de 6 tornillos.

<b>ARTESA EN "U" CON CEJA FORMADA</b>		<p>Es una artesa económica de uso común. Construcción de una sola pieza. Longitudes estándar en existencia.</p>
---------------------------------------	---	---

*Ilustración 208 Tipo de Artesa a utilizar*

La artesa de claro cerrado es de construcción convencional excepto que tiene un claro más cerrado entre la helicoidal y la artesa. Este tipo de artesa deja menos material en la artesa y se utiliza cuando se necesita vaciar el material de la artesa. También evita que ciertos materiales se regresen, especialmente, en transportadores inclinados.

Las artesas estándar de los transportadores tienen un cuerpo de acero en forma de "U" con cejas de ángulo o formadas en la parte superior, con bridas en los extremos barrenadas con plantilla.



Diámetro del Transportador	D Espesor de la Artesa	Artesa con Ceja de Ángulo				Artesa con Ceja Formada ▲				A	B	C	E	F		
		Número de Parte	Peso lb				Número de Parte	Peso lb								
			Largo 10'	Largo 5'	Largo 12'	Largo 6'		Largo 10'	Largo 5'						Largo 12'	Largo 6'
4	□ 16 CAL.	4CTA16	53	29	—	—	4CTF16	41	23	—	—	5	1 1/4	3 5/8	7 5/8	2 1/2
	14	4CTA14	60	33	—	—	4CTF14	50	28	—	—				7 11/16	
	12	4CTA12	78	42	—	—	4CTF12	70	38	—	—				7 3/4	

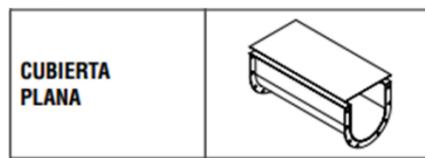
*Ilustración 209 Selección de Artesa*

Se utilizarán 18 artesas ceja formada de 10" de longitud

	<b>Proyecto Final</b>		<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto		Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>			<b>Pág. 265 de 404</b>

Estas, irán cubiertas para evitar el ingreso de cuerpos extraños al material transportador y también de aquellos que puedan perjudicar el normal funcionamiento del transportador.

Se utilizarán cubiertas planas, utilizadas normalmente para cubrir el transportador por cuestiones operativas y de seguridad.



Diám. del Transportador	Cubierta Plana				Cubierta Semiformada				Cubierta Formada				Cubierta a Dos Aguas			
	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D
4	4TCP16	16	1.5	7 3/4	4TCS16	□16	2.1	7 5/8	4TCF16	□16	1.9	8 1/4	4TCH16	□16	2	
*					4TCS14	14	2.6		4TCF14	14	2.4		4TCH14	14	2.5	8 1/4

Para aplicaciones en donde el confinamiento del polvo no sea un problema, colocar 10 sujetadores o ponerlos a 2'-0" entre centros en un tramo de 10' por lo general es adecuado. Para aplicaciones en donde se deba confinar el polvo, se recomienda colocar 20 sujetadores o ponerlos a 1'-0" entre centros en un tramo de 10'.  
 \*L — Longitudes Estándar 5'-0" & 10'-0"      \*\*L — Longitudes Estándar 5', 6', 10' & 12'-0"      □ — Calibre Estándar

Ilustración 210 Selección de cubiertas

Utilizándose 18 cubiertas de igual longitud que las artesas por razones de mantenimiento, el código de estas es 4TCP1610.

Ya definidas las artesas y las cubiertas de estas, se debe determinar cómo se conectarán las mismas. La conexión se hará por medio de 17 bridas del siguiente tipo.

### Bridas para Artesa en "U"

Diámetro del Helicoidal	Tornillos		A	B	E	F	G	H
	Número	Diámetro						
4	6	3/8	7	3 5/8	1 1/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8

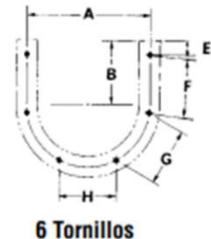


Ilustración 211 Selección de bridas

Que se abulonarán mediante 6 tornillos de 3/8".

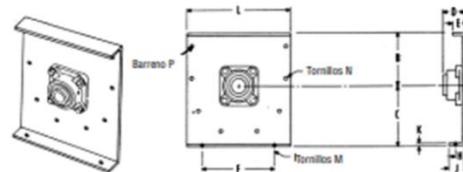
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 266 de 404

Resta también, definir las tapas de los extremos del transportador. Estas deberán incluir un apoyo para el eje de modo que la sustentación se haga en los extremos y, en la unión media por medio del buje colgante.

Para la sección inferior, sin motorización, se seleccionará una tapa exterior con pie.

### Exterior con Pie

Las tapas de artesas exteriores con pie se usan para apoyar chumaceras en tapa, cubiertas y artesas. La perforación para chumaceras de bronce o para chumaceras de bola con brida es estándar.

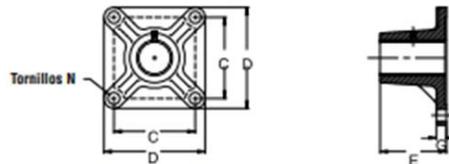


Diám. del Transportador	Diámetro de Eje	▲ Número de Parte	B	C	D			E	F	H	J	K	L	M	N	Peso lb	P Ojal
					Roda-miento de Fricción	Roda-miento de Bolas	Roda-miento de Rodillos										
4	1	4TEF2-*	3 5/8	4 5/8	2 15/16	1 5/8	—	1 7/16	5 3/4	1	1 5/8	1/4	8 1/8	3/8	3/8	4	7/16 x 9/16

Ilustración 212 Selección de tapa exterior para extremo inferior

Con el siguiente rodamiento:

### Rodamientos en Tapa



Barreno	No. de Parte	C	D	E	G	N
1	TEB2BR	2 3/4	3 3/4	2	17/32	3/8
1 1/2	TEB3BR	4	5 1/8	3 1/4	9/16	1/2
2	TEB4BR	5 1/8	6 3/8	4 3/16	5/8	5/8
2 7/16	TEB5BR	5 5/8	6 7/8	4 15/16	13/16	5/8
3	TEB6BR	6	7 3/4	5 11/16	7/8	5/8
3 7/16	TEB7BR	6 3/4	8 7/16	6 1/4	1	13/16

Ilustración 213 Rodamiento a solicitar con la tapa

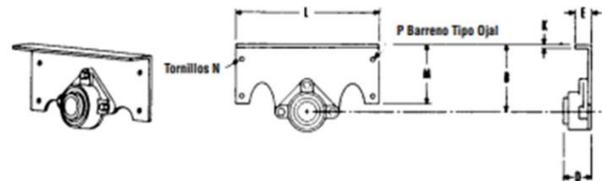
Seleccionando una tapa exterior con pie y rodamiento 4TEF2BB.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 267 de 404</b>

En cambio, para la sección superior se debe tener en cuenta que en la misma se tendrá la motorización y la descarga de material. Por ello, se selecciona una tapa para descarga frontal.

### Descarga Frontal Exterior

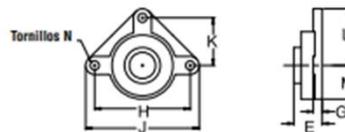
Las tapas exteriores de artesa para descarga se utilizan para instalar el rodamiento, permitiendo al mismo tiempo que el material pueda ser descargado o que se derrame a través del extremo de la artesa. El barrenado para rodamientos de pared de bronce o de bolas de tres tornillos es estándar.



Diám. del Trans- portador	Diám. del Eje	Número de Parte	B	D			E	K	L	M	N	P Ojal	Peso lb
				Roda- miento de Fricción	Roda- miento de Bolas	Roda- miento de Rodillos							
4	1	4TDO2.*	3 5/8	2 1/4	1 5/8		1 7/16	1/4	8	3 5/8	3/8	7/16 x 9/16	2

Ilustración 214 Selección de tapa con descarga

### Rodamiento de Bolas para Descarga Frontal



Barreno	No. de Parte	E	G	H	J	K	L	M	N
1	TDB2BB	1 3/8	1/2	3 7/8	5 3/8	1 15/16	2 11/16	2	3/8

Ilustración 215 Rodamiento integrado en tapa

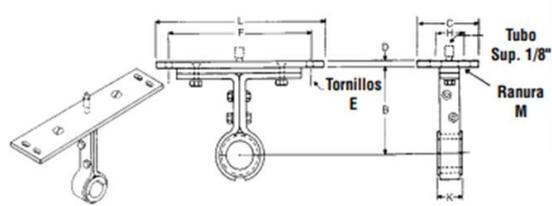
Seleccionando una tapa de descarga exterior con rodamiento para descarga frontal 4TDO2BB.

Para un alineamiento correcto con el fin de disminuir el consumo de potencia (rozamiento, ruido y obstrucciones) se selecciona 1 soporte intermedio con rodamientos a bola, los cuales son autoajustables.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 268 de 404

### Estilo 220

Los colgantes estilo 220 han sido diseñados para instalarse sobre los ángulos superiores de la artesa en aplicaciones donde no se requiera una operación a prueba de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. Están disponibles con bujes.



Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	No. de Parte*	B	C	D	E	F	H	K	L	M Ojal	Peso c/u (lb)
4	1	4CH2202	3 5/8	3 1/2	3/16	1/4	6 1/2	2	1 1/2	7 1/4	5/16 x 3/4	5

Ilustración 216 Selección de soporte intermedio

Seleccionando así, un soporte intermedio 4CH2202.

Teniendo seleccionados los componentes del transportador, resta definir todo aquello relacionado al accionamiento del mismo. En primer lugar, se debe determinar la configuración del sistema de transmisión a utilizar.

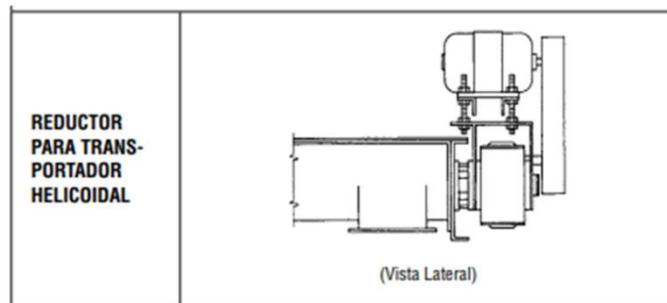


Ilustración 217 Disposición de Accionamiento

En donde el reductor se monta en la tapa del transportador y se conecta directamente al helicoidal. El reductor incluye rodamientos de empuje integrales, sello y eje motriz. El motor puede instalarse en cualquier posición que se desee, pero, en este caso, será superior.

Se diseño que el motor se encuentre en la parte superior, en el extremo de descarga del transportador, con el fin de someter al eje a esfuerzos de tracción (además del momento torsor).

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 269 de 404

Mediante el catálogo de Martin obtenemos la potencia necesaria para mover el material por medio del cálculo de dos potencias y factores de rendimiento, siendo  $H_{pf}$  potencia en vacío y  $H_{pm}$  potencia para mover el material. A estas se les suma además una potencia de elevación  $P_e$ . Obteniendo los siguientes datos de las tablas de dicho catálogo.

Siendo:

- $L$  el largo del transportador en pies.
- $N$  la velocidad de operación en rpm.
- $F_d$  el factor del diámetro del transportador
- $F_b$  el factor de buje para colgante
- $C$  capacidad de transporte en pies cúbicos por hora.
- $W$  el peso del material en libras por pie cubico
- $F_f$  el factor de helicoide
- $F_m$  el factor de material
- $F_p$  el factor de paleta, en caso de requerirse
- $e$  la eficiencia de transmisión

Por lo que se procede a determinar los mismos.

$$L = 14,77 \text{ pies}$$

$$N = 14 \text{ rpm}$$

$F_d \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del dám. de rosca

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 270 de 404

**Tabla 1-12**  
Factor de diámetro de transportador  $F_d$

Diam. de helicoide en pulgadas	Factor $F_d$	Diam. de helicoide en 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

Ilustración 218 Determinación de Factor  $F_d$

$$F_d = 12$$

$F_b \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del tipo de buje

**Tabla 1-13**  
Factor de buje para colgante

Tipo de Buje		Factor de buje para colgante
B	Rodamiento de bola	1.0
L	Bronce MARTIN	2.0
S	Grafito Bronce Melamina Bronce impregnado en aceite Madera impregnada en aceite Nylatron Nylon Teflón UHMH	2.0
	Hierro duro MARTIN	3.4
H	Superficie endurecida Stelita	4.4

Ilustración 219 Determinación de Factor  $F_b$

$$F_b = 1$$

$$C = 0,555 \frac{m^3}{h} = 19,6 \frac{pie^3}{h}$$

$$W = 50,98 \frac{lb}{pie^3}$$

$F_f \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del coef. de carga y tipo de helicoide

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 271 de 404

**Tabla 1-14(F<sub>f</sub>)**  
F<sub>f</sub> factor de carga de transportador

Tipo de helicoide	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoide con corte	1.10	1.15	1.2	1.3
Con corte y dobléz	N.R	1.5	1.7	2.2
Helicoide de Cinta	1.05	1.14	1.2	---

*Ilustración 221 Determinación de Factor F<sub>f</sub>*

$$F_f = 1$$

$F_m \rightarrow$  obtenido en la tabla de características del material

$$F_m = 0,8$$

$$F_p = 1$$

$e \rightarrow$  obtenido de la siguiente tabla en función del tipo de accionamiento

**Tabla 1-17**  
Factor de eficiencia en Transmisiones

Transmisión de helicoidal o montado en eje Con transmisión de banda V.	Banda V a engrane helicoidal y acoplamiento.	Motorreductor con acoplamiento	Motorreductor con transmisión de cadena	Engrane sin fin
<b>0.88</b>	<b>0.87</b>	<b>0.95</b>	<b>0.87</b>	Consulte al fabricante

*Ilustración 220 Determinación de Factor e*

$$e = 0,9$$

Por lo que ya se cuenta con los factores para realizar el cálculo.

Siendo la potencia para mover el transportador vacío:

$$H_{pf} = \frac{L * N * F_d * F_b}{1000000} = \frac{14,77 * 14 * 12 * 1}{1000000} = 0,0025$$

Y, la potencia para mover el material:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 272 de 404

$$H_{pm} = \frac{C * L * W * F_f * F_m * F_p}{1000000} = \frac{19,6 * 14,77 * 50,98 * 1 * 0,8 * 1}{1000000} = 0,0195$$

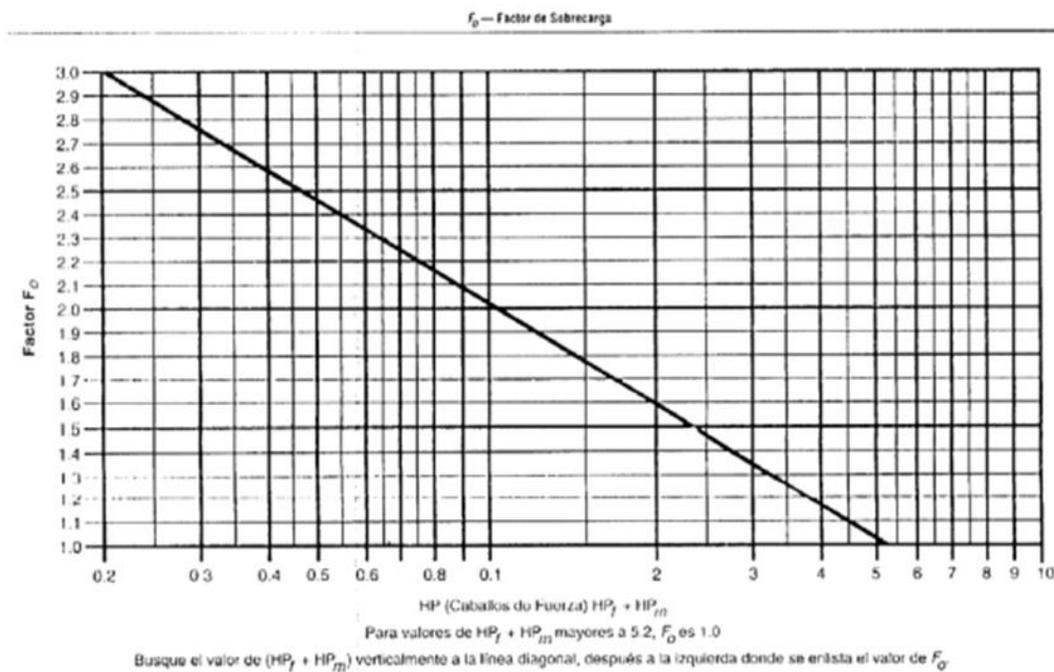
Siendo la sumatoria de estas:

$$H_{pf} + H_{pm} = 0,022$$

A lo que se le debe sumar la potencia necesaria para la elevación. Se plantea:

$$P_e = \frac{Q_{transporte} * h}{270} = \frac{0,5 * 2,5}{270} = 0,0046 CV$$

A la suma de potencias se la debe afectar por un factor de sobrecarga, extraído de la tabla 1-16 del catálogo Martin y el factor de rendimiento determinado anteriormente.



**Tabla 1-16**

*Ilustración 222 Determinación de Factor Sobrecarga*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 273 de 404</b>

$$F_o = 3$$

$$Potencia = \frac{H_{pf} + H_{pm} + P_e}{e} * F_o = 0,09 CV$$

Y, considerando el margen adicional G que depende de la potencia en CV.

<b>Nh</b>	<b>1</b>	<b>1-2</b>	<b>2-4</b>	<b>4-5</b>	<b>5</b>
<b>G</b>	2	1,5	1,25	1,1	1

Ilustración 223 Determinación de Margen Adicional G

Adoptando, por interpolación, un coeficiente G de:

$$G = 3,5$$

Por lo que la potencia efectiva será:

$$P_{efectiva} = 3,5 * 0,09 CV \cong 0,342 CV$$

Adoptando así, un motorreductor SIN FIN-CORONA de 0,5 HP que reduce a 14 rpm para el funcionamiento óptimo del transportador.



**Tabla de selección para motores de 1.400 r.p.m.**

Datos del Motor		Datos de la Unidad Reductora										
Potencia (HP)	Cuerpo	n2 (r.p.m.)	187	140	93	70	47	35	28	23	18	14
0,5	Brida - Eje	Relación (i)	7,5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
	Cpo. 71	Tamaño	040	040	040	040	040	050	050	050	063	063
	B5 160-14	Cap. (HP)	1,22	0,94	0,65	0,56	0,50	0,57	0,50	0,47	0,55	0,51
	B14 105-14	M2 (Kgfm)	1,63	2,14	3,16	3,98	5,41	6,94	8,16	9,08	11,73	13,16

Ilustración 224 Selección de Motorreductor

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 274 de 404

Más específicamente, un reductor sin fin-corona cuerpo 71 B14 105-14 y tamaño 063, motorizado por un motor de 0,5 HP que, con la relación de 100, logra una salida de 14 rpm.

Por último, se deben determinar los métodos de carga y descarga que se utilizarán con el fin de evitar desperdicios y/o cuellos de botella.

La carga se realizará desde la salida de la clasificadora Bison por medio de un alimentador (tolva)

### Tipo 1 Típico

Tipo de Alimentador	Alimentación	Movimiento del Material	Paso	Diámetro del Alimentador Helicoidal	Extensión del Helicoidal
SF1A	Estándar	Uniforme a lo largo de la longitud total de la alimentación	Estándar	Cónico	Ninguna
SF1B	Estándar	Sólo en la parte de enfrente de la alimentación	Estándar	Uniforme	Ninguna
SF1C	Estándar	Uniforme a lo largo de la longitud total de la alimentación	Estándar	Cónico	Como se requiera
SF1D	Estándar	Sólo en la parte de enfrente de la alimentación	Estándar	Uniforme	Como se requiera

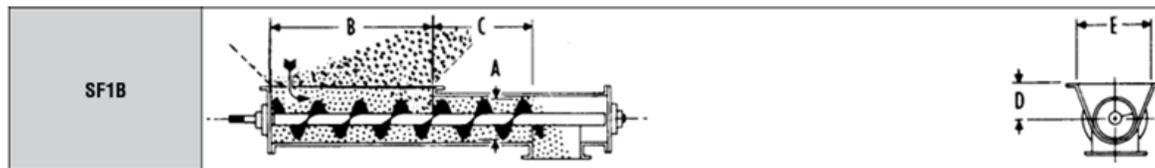


Ilustración 225 Selección de tipo de Alimentador

Seleccionando, en primer lugar, un alimentador SF1B para diámetro de helicoides uniforme en toda su extensión.

Cuyas dimensiones se obtienen de la siguiente tabla.

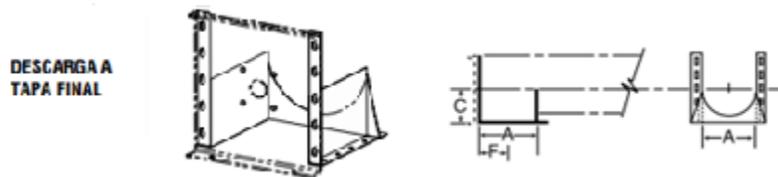
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 275 de 404	

Diámetro del Alimentador	Tamaño máximo de partículas	Velocidad Máxima RPM	Capacidad pies cúbicos por hora		B*	C	D	E	Diámetro de la Extensión del Helicoidal		
			A un RPM	A RPM máximo					Carga de Artesa %		
									15	30	45
6	3/4"	70	4.8	336	36	12	7	14	12	9	9
9	1 1/2"	65	17	1105	42	18	9	18	18	14	12
12	2"	60	44	2640	48	24	10	22	24	18	16
14	2 1/2"	55	68	3740	54	28	11	24		20	18
16	3"	50	104	5200	56	32	11 1/2	28		24	20
18	3"	45	150	6750	58	36	12 1/8	31			24
20	3 1/2"	40	208	8320	60	40	13 1/2	34			
24	4"	30	340	10200	64	48	16 1/2	40			

*Ilustración 226 Características del alimentador*

Seleccionando un alimentador SF1B6”. Este se complementará con una tolva de alimentación que se diseñará en función de las dimensiones de salida de la trituradora 800F.

La descarga se realizará mediante una boca de descarga hacia la tolva de alimentación de la clasificadora. Según catálogo, las descarga y las compuertas están disponibles tanto para artesas en “U” como para artesas tubulares. Existen diferentes diseños, operados manualmente o a control remoto. Sin embargo, se utilizará una descarga a tapa final sin compuerta que se seleccionará por catálogo de la siguiente manera:



*Ilustración 227 Descarga a tapa final*

	<b>Proyecto Final</b>		<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto		Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>			Pág. 276 de 404

Donde el extremo de la boquilla está integrado por las paredes de la artesa y una extensión con una brida inferior con barrenado estándar. Debido a que está localizada en el extremo final del transportador, el material no puede ser transportado más allá de ese punto. El arreglo de este tipo de descarga elimina extensiones en la artesa y componentes internos más allá del punto de descarga.

Diámetro del Transportador	A	B	C	D	G	H	F	
4	5	4%	3%	1/4	5%	11	2%	
Diámetro del Transportador	Espesor de la Artesa, Calibre	Espesor de la Descarga y de la Compuerta, Calibre	Número de Parte			Peso lb		
			Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final	Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final
			Sencilla	Con Compuerta		Sencilla	Con Compuerta	
4 4	16-14 12	14 12	4TSD14 4TSD12	4TSDS14 4TSDS12	4TSDSF14 4TSDSF12	2 3	6 7	1.5 2.25

Ilustración 228 Selección de descarga

Seleccionando así una descarga del tipo 4TSDSF14

### **Diseño y cálculo de Transporte entre clasificadora y embolsadora:**

Este transporte será el encargado de transportar todos aquellos gránulos de caucho que cumplan los estándares para ser embolsados, es decir, aquella molienda en la que cada una de sus partículas se encuentren entre 2 y 8 milímetros

Al igual que los dos anteriores transportadores, esta conexión entre la máquina clasificadora y la embolsadora, tiene la particularidad de tener un recorrido de transporte relativamente corto y una altura de elevación considerable ya que:

$$\text{Altura de elevación } h = 2,8 \text{ metros}$$

$$\text{recorrido de transporte } r = 5 \text{ metros}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 277 de 404

Necesarias para abastecer correctamente a la máquina clasificadora. Generando así un ángulo de elevación de  $34^\circ$  del transportador. Se plantea una capacidad de:

$$Q_{recirculado} = 1 \text{ ton/h}$$

Como se trata de un transporte de material con una gran pendiente, al igual que el transportador anterior, se utilizará el transporte mediante un helicoidal o rosca.

Mencionado esto, se procede al diseño y cálculo del transportador a rosca para este caso. Nuevamente, al igual que en el transportador anterior, se basarán los mismos en función de las indicaciones del catálogo MARTIN.

El primer paso consiste en determinar el diámetro de la rosca del transportador que depende del tamaño de las partículas a transportar, en nuestro caso:

$$Partículas = 2 \text{ a } 8 \text{ milímetros}$$

Se considera una distancia de transporte moderada ya que el recorrido del mismo es de 5 metros.

$$l = 5 \text{ metros}$$

La pendiente de transporte es:

$$\alpha = 34,05^\circ$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 278 de 404

Y, los datos correspondientes al tipo de material transportado se obtienen de la tabla 1-2 del catálogo que ofrece Martin para transportadores helicoidales.



## Tabla 1-2

### Características de los Materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de Material	Selección de Rodamiento Intermedio	Serie de Componentes	Factor de Material $F_m$	Carga de Artesa
Hule Recuperado, molido	23-50	C1/2-45	L-S-B	1	0.8	30A

H-11

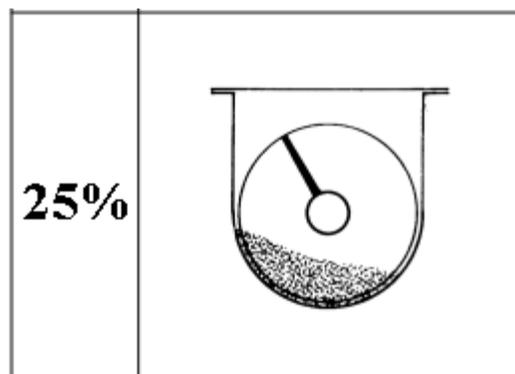
*Ilustración 229 Características del material a transportar según MARTIN*

Siendo:

$$\gamma_{\text{gránulo caucho}} = 0,9 \frac{tn}{m^3}$$

$$Q_{\text{transporte}} = 1 \frac{tn}{hr}$$

y considerando un coeficiente de llenado de:



*Ilustración 230 Representación del coeficiente de llenado*

$$\lambda = 0,25$$

Llevado a cabo por una hélice de paso igual al diámetro de la rosca a seleccionar.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 279 de 404



Ilustración 231 Helicoidal de paso igual al diámetro de rosca

Se debe considerar que, debido a la inclinación del transportador, se tendrá una disminución del flujo de material transportado representado por el siguiente coeficiente obtenido de la interpolación en función del ángulo de transporte.

Inclinación del transportador	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
<i>i</i>	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Tabla 23 Coeficiente *i* de inclinación del transporte

$$i = 0,31$$

Siguiendo la relación de que la velocidad de giro del tornillo es inversamente proporcional al peso del material a transportar, al grado de abrasividad del mismo y al diámetro del tornillo, se determinará el diámetro de la rosca mediante la iteración de la velocidad de giro del tornillo. Para el comienzo de la misma, se considera una velocidad de 30 revoluciones por minuto.

$$\varnothing_r = \sqrt{\frac{Q_{transporte} * 4 * 60}{\lambda * 3600 * \pi * n * \gamma_{granulocaucho} * i}}$$

Por lo que, reemplazando los datos mencionados anteriormente

$$\varnothing_r = \sqrt{\frac{1 * 4 * 60}{0,25 * 3600 * \pi * 30 * 0,9 * 0,31}} = 0,0993 \text{ m} = 99,2732 \text{ mm} = 3,908 \text{ pulg}$$

Cumpliendo así, con la siguiente condición:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 280 de 404

$$\left. \begin{array}{l} \varnothing_r \text{ según tamaño de trozos transportados} \\ \varnothing_r \geq 12 \varnothing \text{ de material clasificado} \\ \varnothing_r \geq 4 \varnothing \text{ de material semiclasificado} \end{array} \right\}$$

Con los datos concretos, se selecciona un diámetro de rosca de 4 pulgadas por lo que la velocidad será:

$$\varnothing_r = 4 \text{ pulg} = 0,1016 \text{ m}$$

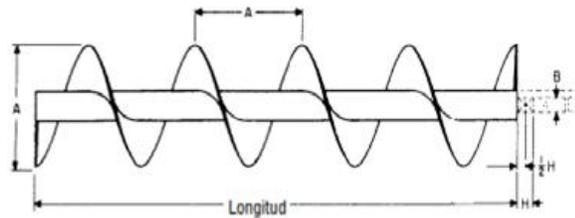
$$n = \frac{Q_{\text{transporte}} * 4 * 60}{\lambda * 3600 * \pi * \varnothing_r^2 * \gamma_{\text{gránulocaucho}} * i} = \frac{1 * 4 * 60}{0,25 * 3600 * \pi * 0,1016^2 * 0,9 * 0,31} =$$

$$n \cong 28,6 \text{ rpm}$$

Pero, debido a la disponibilidad comercial y facilidad de adquisición de conjuntos motorreductores, se tomará una rotación de 28 rpm considerando que la capacidad de 1 tonelada hora no sea continuamente considerando que existe un porcentaje de caucho que se recircula.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 281 de 404

La selección de este diámetro de rosca se justifica, además, debido a la disponibilidad comercial del fabricante cuyo diámetro es el mínimo disponible, pero, que se adapta perfectamente a las necesidades de transporte. A continuación, se adjunta la selección del mismo.



**Helicoidal Continuo**

A Diámetro del Helicoidal	B Diámetro del Eje	No. de Parte Helicoidal Completo	No. de Parte Sólo Espiral	D Tamaño de Tubo		Espesor del Helicoidal		H Ancho del Buje del Colgante	Long. Estándar Pies-Pulg.	Peso Promedio (lb)			
				Interior	Exterior	F G				Helicoidal Completo		Sólo Espiral	
						Interior	Exterior	Interior		Exterior	Longitud Estándar	Por Pie	Longitud Estándar
4	1	4H206-*	4HF206-*	1 3/8	1 5/8	3/16	3/32	1 1/2	9-10 1/2	40	4	16	1.3

*Ilustración 232 Selección de helicoidal*

Acoplándose dos helicoides de 9ft-10.5 formar así, el tornillo de 5 metros.

El segundo paso consiste en la complementación y ensamblaje del eje que comanda el helicoide. En primer lugar, se selecciona el tipo de acoplamiento a utilizar.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 282 de 404

A continuación, se muestran las especificaciones de los acoplamientos correspondientes. Se colocará un soporte por cada unión con el fin de minimizar las pérdidas de potencia debido al desalineamiento, ya que al tener un coeficiente de llenado del 25% la obstrucción es mínima, omitiendo acoplamientos cerrados (close coupling).

### Acoplamiento

Los ejes de acoplamiento se utilizan para unir tramos de helicoidales dentro del transportador y para permitir la rotación dentro del buje del colgante. Estos ejes se suministran normalmente en acero C-1045; sin embargo también se pueden suministrar ejes con superficies endurecidas en la zona donde trabaja el buje del colgante cuando se transportan materiales muy abrasivos. El barrenado con plantilla facilita la instalación.

Diámetro de Eje	No. de Parte*	A <sub>1</sub>	A	B	C	D	G	Peso (lb)
1	CC2	1/2	1/2	2	7 1/2	3	1 1/2	1.5
1 1/2	CC3	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	5.6
2	CC4	7/8	7/8	3	11 1/2	4 3/4	2	9.8
2 7/16	CC5	15/16	15/16	3	12 13/16	4 7/8	3	15.4
3	CC6	1	1	3	13	5	3	23.8
3 7/16	CC7	1 1/2	1 1/4	4	17 1/2	6 3/4	4	44.5
3 15/16	CC8	1 1/2	1 1/2	4	18	7	4	62.1

\*Agregue - H para ejes endurecidos.

El eje se endurece por inducción únicamente en la zona de operación del buje del colgante a 40-50 RC.

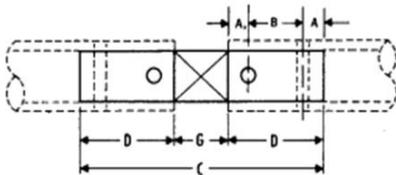
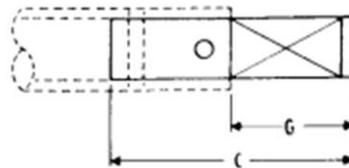


Ilustración 233 Selección de acoplamiento

Utilizando así, un eje de acoplamiento CC2 para ejes de diámetro 1",

Para el extremo inferior se utilizará un eje terminal con rodamiento de bolas incluido. Los ejes terminales solo sirven para apoyar la última sección del helicoidal por lo que regularmente se suministran en acero rolado en frío. Los ejes terminales se barrenan con plantilla para facilitar la instalación y con tolerancias diametrales cerradas para asegurar la adecuada operación del rodamiento.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 283 de 404	



### Eje Terminal Usado con Sello de Caja con Estopa\*\*

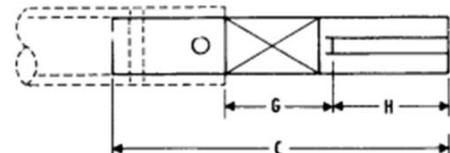
Rodamiento de Bronce					Rodamiento de Bolas				
Diámetro de Eje	No. de Parte*	C	G	Peso (lb)	Diámetro de Eje	No. de Parte*	C	G	Peso (lb)
1	CE2B-W	8	5	1.6	1	CE2BB-W	7 1/2	3 3/4	1.4
1 1/2	CE3B-W	11	6 1/4	5.2	1 1/2	CE3BB-W	10	5 1/4	4.8
2	CE4B-W	12	7 1/4	10.4	2	CE4BB-W	10 3/8	5 5/8	9.0
2 7/16	CE5B-W	13 5/8	8 3/4	17.6	2 7/16	CE5BB-W	11 3/8	6 1/2	14.8
3	CE6B-W	14 7/8	9 7/8	28.2	3	CE6BB-W	12 3/8	7 3/8	24.0
3 7/16	CE7B-W	18 5/8	11 7/8	48.0	3 7/16	CE7BB-W	15 5/8	8 7/8	40.2

Ilustración 234 Selección de eje terminal inferior

Seleccionando así, un eje terminal CE2BB-W con rodamiento de bolas incluido para el extremo inferior.

En cambio, para el eje superior se utilizará un eje motriz para, justamente, realizar el acoplamiento con la motorización.

Este tipo de eje motriz se utiliza cuando el transportador se suministra con tapas estándar. El barrenado con plantilla facilita la instalación.



### Eje Motriz No. 1 Usado con Sello de Caja con Estopa\*

Rodamiento de Bronce						Rodamiento de Bolas					
Diámetro del Eje	No. de Parte	C	G	H	Peso (lb)	Diámetro del Eje	No. de Parte	C	G	H	Peso (lb)
1	1CD2B-W	11	4 1/4	3	2.2	1	1CD2BB-W	10 1/2	3 3/4	3.0	2.0
1 1/2	1CD3B-W	14 1/2	6 1/2	3 1/4	7.2	1 1/2	1CD3BB-W	13 1/4	5 1/4	3.3	6.4
2	1CD4B-W	16 3/4	7 1/4	4 1/2	14.9	2	1CD4BB-W	14 7/8	5 5/8	4.5	13.0
2 7/16	1CD5B-W	19 1/8	8 3/4	5 1/2	23.3	2 7/16	1CD5BB-W	16 7/8	6 1/2	5.5	20.5
3	1CD6B-W	20 7/8	9 7/8	6	40.5	3	1CD6BB-W	18 3/8	7 3/8	6.0	35.5
3 7/16	1CD7B-W	25 7/8	11 7/8	7 1/4	66.3	3 7/16	1CD7BB-W	22 7/8	8 7/8	7.3	58.4

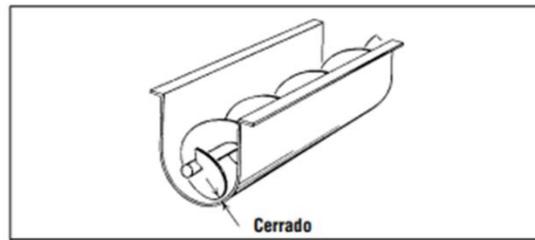
La longitud de los ejes permite que el claro entre la tapa y el helicoidal sea de la mitad del ancho del buje para colgante.  
\*Consulte a *Mitsubishi*

Ilustración 235 Selección eje motriz

Seleccionando un eje motriz 1CD2BB-W para el extremo superior.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 284 de 404

El siguiente paso consiste en la selección del canal sobre el que se ensamblará el helicoides. Se selecciona una artesa en U del catálogo Martin debido a que se utilizará un soporte intermedio que brindará un funcionamiento más suave y con menos esfuerzos en la longitud del eje. Para la unión de la misma se usarán bridas de 6 tornillos.



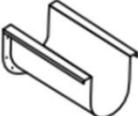
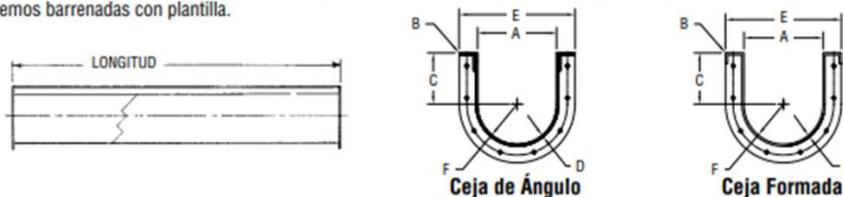
<b>ARTESA EN "U" CON CEJA FORMADA</b>		<p>Es una artesa económica de uso común. Construcción de una sola pieza. Longitudes estándar en existencia.</p>
---------------------------------------	---	---

Ilustración 236 Selección de tipo de artesa

La artesa de claro cerrado es de construcción convencional excepto que tiene un claro más cerrado entre la helicoidal y la artesa. Este tipo de artesa deja menos material en la artesa y se utiliza cuando se necesita vaciar el material de la artesa. También evita que ciertos materiales se regresen, especialmente, en transportadores inclinados.

Las artesas estándar de los transportadores tienen un cuerpo de acero en forma de "U" con cejas de ángulo o formadas en la parte superior, con bridas en los extremos barrenadas con plantilla.



Diámetro del Transportador	D Espesor de la Artesa	Artesa con Ceja de Ángulo				Artesa con Ceja Formada ▲				A	B	C	E	F		
		Número de Parte	Peso lb				Número de Parte	Peso lb								
			Largo 10'	Largo 5'	Largo 12'	Largo 6'		Largo 10'	Largo 5'						Largo 12'	Largo 6'
4	□ 16 CAL.	4CTA16	53	29	—	—	4CTF16	41	23	—	—	5	1 1/4	3 5/8	7 5/8	
	14	4CTA14	60	33	—	—	4CTF14	50	28	—	—				7 11/16	
	12	4CTA12	78	42	—	—	4CTF12	70	38	—	—				7 3/4	

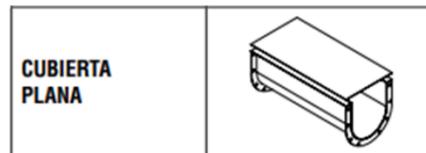
Ilustración 237 Selección de artesa

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 285 de 404

Se utilizarán 24 artesas ceja formada de 10" de longitud

Estas, irán cubiertas para evitar el ingreso de cuerpos extraños al material transportado y también de aquellos que puedan perjudicar el normal funcionamiento del transportador.

Se utilizarán cubiertas planas, utilizadas normalmente para cubrir el transportador por cuestiones operativas y de seguridad.



Diám. del Transportador	Cubierta Plana				Cubierta Semiformada				Cubierta Formada				Cubierta a Dos Aguas			
	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D	No. de Parte	Grosor Cal.	Peso por Pie lb	D
4	4TCP16	16	1.5	7 3/4	4TCS16	□16	2.1	7 5/8	4TCF16	□16	1.9	8 1/4	4TCH16	□16	2	
*					4TCS14	14	2.6		4TCF14	14	2.4		4TCH14	14	2.5	8 1/4

Para aplicaciones en donde el confinamiento del polvo no sea un problema, colocar 10 sujetadores o ponerlos a 2'-0" entre centros en un tramo de 10' por lo general es adecuado. Para aplicaciones en donde se deba confinar el polvo, se recomienda colocar 20 sujetadores o ponerlos a 1'-0" entre centros en un tramo de 10'.  
 \*L — Longitudes Estándar 5'-0" & 10'-0"      \*\*L — Longitudes Estándar 5', 6', 10' & 12'-0"      □ — Calibre Estándar

Ilustración 238 Selección de cubierta plana

Utilizándose 24 cubiertas de igual longitud que las artesas por razones de mantenimiento, el código de estas es 4TCP1610.

Ya definidas las artesas y las cubiertas de estas, se debe determinar cómo se conectarán las mismas. La conexión se hará por medio de 23 bridas del siguiente tipo.

### Bridas para Artesa en "U"

Diámetro del Helicoidal	Tornillos		A	B	E	F	G	H
	Número	Diámetro						
4	6	3/8	7	3 5/8	1 1/8	3 1/8	3 1/8	3 1/8

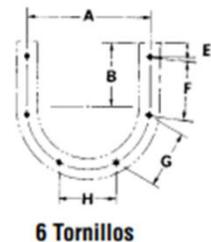


Ilustración 239 Bridas para artesa a utilizar

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 286 de 404

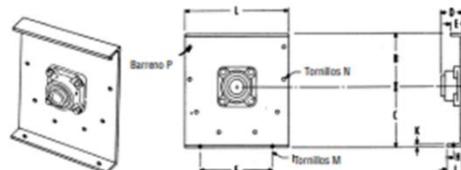
Que se abulonarán mediante 6 tornillos de 3/8”.

Resta definir las tapas de los extremos del transportador. Estas deberán incluir un apoyo para el eje de modo que la sustentación se haga en los extremos y, en la unión media por medio del buje colgante.

Para la sección inferior, sin motorización, se seleccionará una tapa exterior con pie.

### Exterior con Pie

Las tapas de artesas exteriores con pie se usan para apoyar chumaceras en tapa, cubiertas y artesas. La perforación para chumaceras de bronce o para chumaceras de bola con brida es estándar.

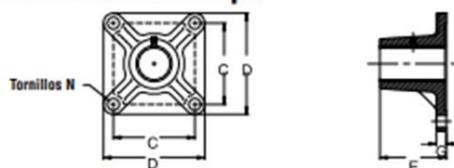


Diám. del Transportador	Diámetro de Eje	▲ Número de Parte	B	C	D			E	F	H	J	K	L	M	N	Peso lb	P Ojal
					Roda- miento de Fricción	Roda- miento de Bolas	Roda- miento de Rodillos										
4	1	4TEF2-*	3 5/8	4 5/8	2 15/16	1 5/8	—	1 7/16	5 3/4	1	1 5/8	1/4	8 1/8	3/8	3/8	4	7/16 x 9/16

Ilustración 240 Tapa Inferior de artesa

Con el siguiente rodamiento:

### Rodamientos en Tapa



Barreno	No. de Parte	C	D	E	G	N
1	TEB2BR	2 3/4	3 3/4	2	17/32	3/8
1 1/2	TEB3BR	4	5 1/8	3 1/4	9/16	1/2
2	TEB4BR	5 1/8	6 3/8	4 3/16	5/8	5/8
2 7/16	TEB5BR	5 5/8	6 7/8	4 15/16	13/16	5/8
3	TEB6BR	6	7 3/4	5 11/16	7/8	5/8
3 7/16	TEB7BR	6 3/4	8 7/16	6 1/4	1	13/16

Ilustración 241 Rodamiento de tapa inferior

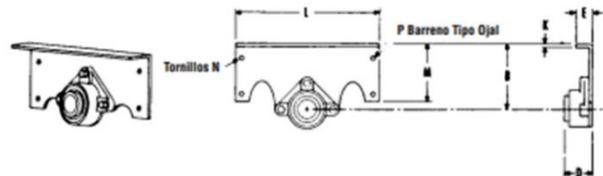
Seleccionando una tapa exterior con pie y rodamiento 4TEF2BB.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 287 de 404

En cambio, para la sección superior se debe tener en cuenta que en la misma se tendrá la motorización y la descarga de material. Por ello, se selecciona una tapa para descarga frontal.

### Descarga Frontal Exterior

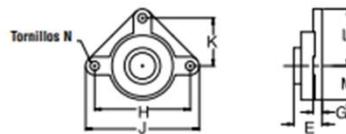
Las tapas exteriores de artesa para descarga se utilizan para instalar el rodamiento, permitiendo al mismo tiempo que el material pueda ser descargado o que se derrame a través del extremo de la artesa. El barrenado para rodamientos de pared de bronce o de bolas de tres tornillos es estándar.



Diám. del Transportador	Diám. del Eje	Número de Parte	B	D			E	K	L	M	N	P Ojal	Peso lb
				Roda- miento de Fricción	Roda- miento de Bolas	Roda- miento de Rodillos							
4	1	4TDO2.*	3 5/8	2 1/4	1 5/8		1 7/16	1/4	8	3 5/8	3/8	7/16 x 9/16	2

Ilustración 243 Tapa extremo motorización

### Rodamiento de Bolas para Descarga Frontal



Barreno	No. de Parte	E	G	H	J	K	L	M	N
1	TDB2BB	1 3/8	1/2	3 7/8	5 3/8	1 15/16	2 11/16	2	3/8

Ilustración 242 Rodamiento para Tapa extremo motorización

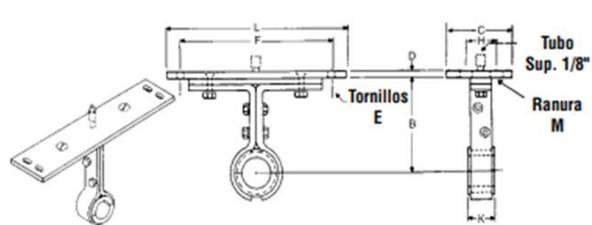
Seleccionando una tapa de descarga exterior con rodamiento para descarga frontal 4TDO2BB.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 288 de 404

Para un alineamiento correcto con el fin de disminuir el consumo de potencia (rozamiento, ruido y obstrucciones) se selecciona 1 soporte intermedio con rodamientos a bola, los cuales son autoajustables.

### Estilo 220

Los colgantes estilo 220 han sido diseñados para instalarse sobre los ángulos superiores de la artesa en aplicaciones donde no se requiera una operación a prueba de polvo o de la intemperie. Este colgante presenta una obstrucción mínima al flujo del material en transportadores de alta capacidad. Están disponibles con bujes.



Diámetro del Transportador	Tamaño del Eje	No. de Parte*	B	C	D	E	F	H	K	L	M Ojal	Peso c/u (lb)
4	1	4CH2202	3 5/8	3 1/2	3/16	1/4	6 1/2	2	1 1/2	7 1/4	5/16 x 3/4	5

Ilustración 244 Selección de soporte intermedio

Seleccionando así, un soporte intermedio 4CH2202.

Teniendo seleccionados los componentes del transportador, resta definir todo aquello relacionado al accionamiento del mismo. En primer lugar, se debe determinar la configuración del sistema de transmisión a utilizar.

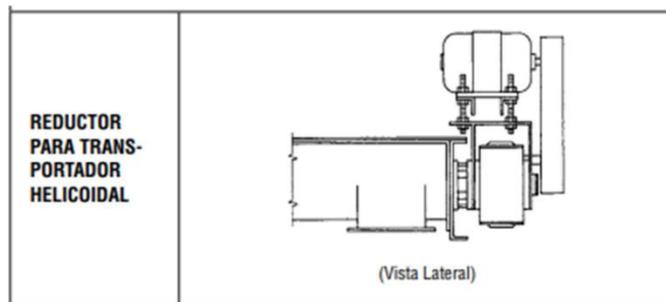


Ilustración 245 Modo de accionamiento Chimango

En donde el reductor se monta en la tapa del transportador y se conecta directamente al helicoidal. El reductor incluye rodamientos de empuje integrales, sello y

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>289</b> de <b>404</b>

eje motriz. El motor puede instalarse en cualquier posición que se desee, pero, en este caso, será superior.

Se diseñó que el motor se encuentre en la parte superior, en el extremo de descarga del transportador, con el fin de someter al eje a esfuerzos de tracción (además del momento torsor).

Mediante el catálogo de Martin obtenemos la potencia necesaria para mover el material por medio del cálculo de dos potencias y factores de rendimiento, siendo  $H_{pf}$  potencia en vacío y  $H_{pm}$  potencia para mover el material. A estas se les suma además una potencia de elevación  $P_e$ . Obteniendo los siguientes datos de las tablas de dicho catálogo.

Siendo:

- L el largo del transportador en pies.
- N la velocidad de operación en rpm.
- $F_d$  el factor del diámetro del transportador
- $F_b$  el factor de buje para colgante
- C capacidad de transporte en pies cúbicos por hora.
- W el peso del material en libras por pie cubico
- $F_f$  el factor de helicoide
- $F_m$  el factor de material
- $F_p$  el factor de paleta, en caso de requerirse
- e la eficiencia de transmisión

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 290 de 404

Por lo que se procede a determinar los mismos.

$$L = 16,4042 \text{ pies}$$

$$N = 28 \text{ rpm}$$

$F_d \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del dím. de rosca

**Tabla 1-12**  
Factor de diámetro de transportador  $F_d$

Diam. de helicoide en pulgadas	Factor $F_d$	Diam. de helicoide en 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

Ilustración 246 Determinación Factor  $F_d$

$$F_d = 12$$

$F_b \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del tipo de buje

**Tabla 1-13**  
Factor de buje para colgante

Tipo de Buje		Factor de buje para colgante
B	Rodamiento de bola	1.0
L	Bronce MARTIN	2.0
S	Grafito Bronce Melamina Bronce impregnado en aceite Madera impregnada en aceite Nylatron Nylon Teflón UHMH	2.0
	Hierro duro MARTIN	3.4
H	Superficie endurecida Stelita	4.4

Ilustración 247 Determinación Factor  $F_b$

$$F_b = 1$$

$$C = 1,11 \frac{m^3}{h} = 38,85 \frac{pie^3}{h}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 291 de 404

$$W = 50,98 \frac{lb}{pie^3}$$

$F_f \rightarrow$  de la siguiente tabla en función del coef. de carga y tipo de helicoide

**Tabla 1-14( $F_f$ )**

Tipo de helicoide	$F_f$ factor de carga de transportador			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1.0	1.0	1.0	1.0
Helicoide con corte	1.10	1.15	1.2	1.3
Con corte y doblez	N.R	1.5	1.7	2.2
Helicoide de Cinta	1.05	1.14	1.2	---

Ilustración 248 Determinación Factor  $F_f$

$$F_f = 1$$

$F_m \rightarrow$  obtenido en la tabla de características del material

$$F_m = 0,8$$

$$F_p = 1$$

$e \rightarrow$  obtenido de la siguiente tabla en función del tipo de accionamiento

**Tabla 1-17**

Factor de eficiencia en Transmisiones				
Transmisión de helicoidal o montado en eje Con transmisión de banda V.	Banda V a engrane helicoidal y acoplamiento.	Motorreductor con acoplamiento	Motorreductor con transmisión de cadena	Engrane sin fin
<b>0.88</b>	<b>0.87</b>	<b>0.95</b>	<b>0.87</b>	Consulte al fabricante

Ilustración 249 Determinación Factor  $e$

$$e = 0,9$$

Por lo que ya se cuenta con los factores para realizar el cálculo.

Siendo la potencia para mover el transportador vacío:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 292 de 404

$$H_{pf} = \frac{L * N * F_d * F_b}{1000000} = \frac{16,4041 * 28 * 12 * 1}{1000000} = 0,0055$$

Y, la potencia para mover el material:

$$H_{pm} = \frac{C * L * W * F_f * F_m * F_p}{1000000} = \frac{38,85 * 16,4042 * 50,98 * 1 * 0,8 * 1}{1000000} = 0,026$$

Siendo la sumatoria de estas:

$$H_{pf} + H_{pm} = 0,0319$$

A lo que se le debe sumar la potencia necesaria para la elevación. Se plantea:

$$P_e = \frac{Q_{transporte} * h}{270} = \frac{1 * 2,8}{270} = 0,0104 \text{ CV}$$

A la suma de potencias se la debe afectar por un factor de sobrecarga, extraído de la tabla 1-16 del catálogo Martin y el factor de rendimiento determinado anteriormente.

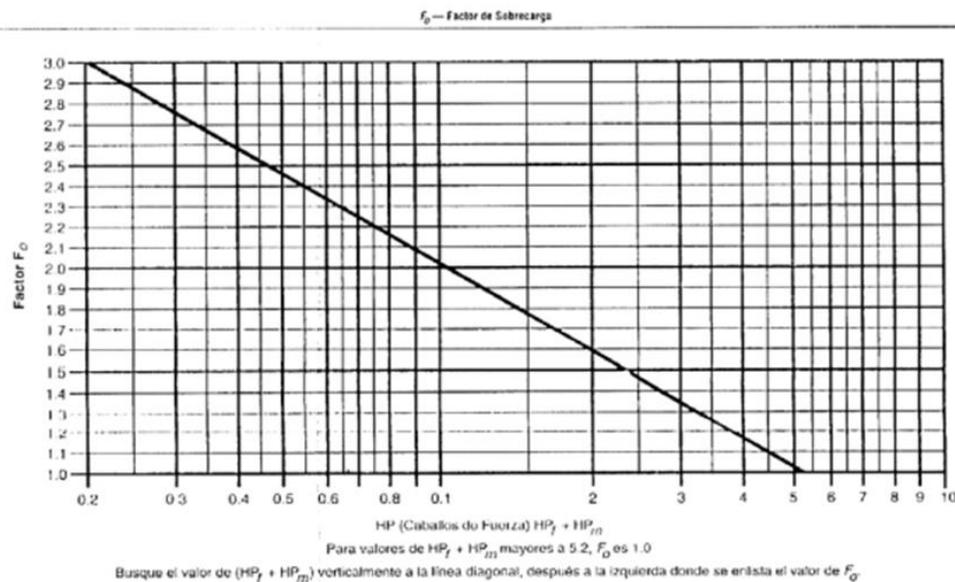


Ilustración 250 Determinación Factor de sobrecarga  $F_o$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 293 de 404

$$F_o = 3$$

$$Potencia = \frac{H_{pf} + H_{pm} + P_e}{e} * F_o = 0,1396 CV$$

Considerando, además, un margen adicional G que depende de la potencia en CV.

Nh	1	1-2	2-4	4-5	5
G	2	1,5	1,25	1,1	1

Ilustración 251 Determinación Factor G

Adoptando, por interpolación, un coeficiente G de:

$$G = 3$$

Por lo que la potencia efectiva será:

$$P_{efectiva} = 3 * 0,1396 CV \cong 0,47 CV$$

Adoptando así, un motorreductor SIN FIN-CORONA de 0,5 HP que reduce a 28 rpm para el funcionamiento óptimo del transportador.



**Tabla de selección para motores de 1.400 r.p.m.**

Datos del Motor		Datos de la Unidad Reductora										
Potencia (HP)	Cuerpo	n2 (r.p.m.)	187	140	93	70	47	35	28	23	18	14
0,5	Brida - Eje	Relación (i)	7,5	10	15	20	30	40	50	60	80	100
		Tamaño	040	040	040	040	040	050	050	050	063	063
	Cpo. 71	Cap. (HP)	1,22	0,94	0,65	0,56	0,50	0,57	0,50	0,47	0,55	0,51
		B14 105-14	Mz (Kgfm)	1,63	2,14	3,16	3,98	5,41	6,94	8,16	9,08	11,73

Ilustración 252 Selección de Motorreductor Transpower

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 294 de 404

Más específicamente, un reductor sin fin-corona cuerpo 71 B14 105-14 y tamaño 050, motorizado por un motor de 0,5 HP que, con la relación de 50, logra una salida de 28 rpm.

Por último, se deben determinar los métodos de carga y descarga que se utilizarán con el fin de evitar desperdicios y/o cuellos de botella.

La carga se realizará desde la salida de la clasificadora Bison por medio de un alimentador.

### Tipo 1 Típico

Tipo de Alimentador	Alimentación	Movimiento del Material	Paso	Diámetro del Alimentador Helicoidal	Extensión del Helicoidal
SF1A	Estándar	Uniforme a lo largo de la longitud total de la alimentación	Estándar	Cónico	Ninguna
SF1B	Estándar	Sólo en la parte de enfrente de la alimentación	Estándar	Uniforme	Ninguna
SF1C	Estándar	Uniforme a lo largo de la longitud total de la alimentación	Estándar	Cónico	Como se requiera
SF1D	Estándar	Sólo en la parte de enfrente de la alimentación	Estándar	Uniforme	Como se requiera

Ilustración 253 Selección del tipo de alimentador

Seleccionando, en primer lugar, un alimentador SF1B para diámetro de helicoides uniforme en toda su extensión.

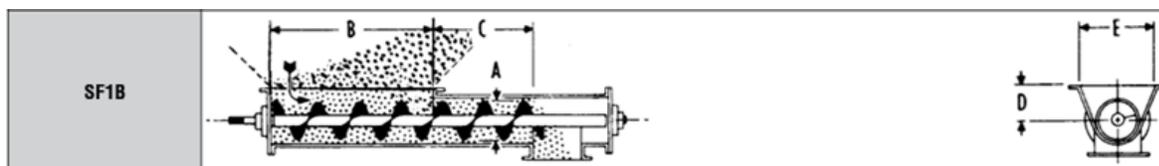


Ilustración 254 Selección de alimentador SF1B

Cuyas dimensiones se obtienen de la siguiente tabla.

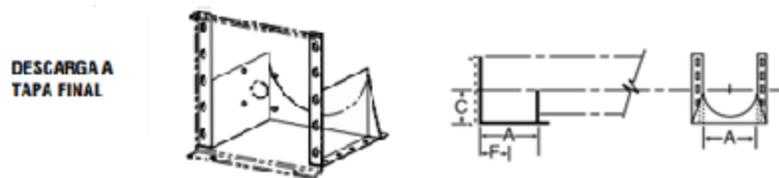
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 295 de 404	

Diámetro del Alimentador	Tamaño máximo de partículas	Velocidad Máxima RPM	Capacidad pies cúbicos por hora		B*	C	D	E	Diámetro de la Extensión del Helicoidal		
			A un RPM	A RPM máximo					Carga de Artesa %		
									15	30	45
6	3/4"	70	4.8	336	36	12	7	14	12	9	9
9	1 1/2"	65	17	1105	42	18	9	18	18	14	12
12	2"	60	44	2640	48	24	10	22	24	18	16
14	2 1/2"	55	68	3740	54	28	11	24		20	18
16	3"	50	104	5200	56	32	11 1/2	28		24	20
18	3"	45	150	6750	58	36	12 1/8	31			24
20	3 1/2"	40	208	8320	60	40	13 1/2	34			
24	4"	30	340	10200	64	48	16 1/2	40			

*Ilustración 255 Características de Alimentador Seleccionado*

Seleccionando un alimentador SF1B6". Este se complementará con una tolva de alimentación que se diseñará en función de las dimensiones de salida de clasificadora.

La descarga se realizará mediante una boca de descarga hacia la tolva de alimentación de la clasificadora. Según catálogo, las descarga y las compuertas están disponibles tanto para artesas en "U" como para artesas tubulares. Existen diferentes diseños, operados manualmente o a control remoto. Sin embargo, se utilizará una descarga a tapa final sin compuerta que se seleccionará por catálogo de la siguiente manera:



*Ilustración 256 Descarga a tapa final*

Donde el extremo de la boquilla está integrado por las paredes de la artesa y una extensión con una brida inferior con barrenado estándar. Debido a que está localizada en el extremo final del transportador, el material no puede ser transportado más allá de ese punto. El arreglo de este tipo de descarga elimina extensiones en la artesa y componentes internos más allá del punto de descarga.

	<b>Proyecto Final</b>		<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto		Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>			Pág. 296 de 404

Díámetro del Transportador	A	B	C	D	G	H	F	
4	5	4%	3%	3/4	5%	11	2%	
Díámetro del Transportador	Espesor de la Artesa, Calibre	Espesor de la Descarga y de la Compuerta, Calibre	Número de Parte			Peso lb		
			Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final	Descarga Estándar		Descarga a Tapa Final
			Sencilla	Con Compuerta		Sencilla	Con Compuerta	
4 4	16-14 12	14 12	4TSD14 4TSD12	4TSDS14 4TSDS12	4TSDF14 4TSDF12	2 3	6 7	1.5 2.25

*Ilustración 257 Selección de tipo descarga*

Seleccionando así una descarga del tipo 4TSDF14

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 297 de 404

### **Aspectos de instalación, operación y mantenimiento de los transportadores:**

Considerando los últimos tres tipos de transportadores seleccionados, se deben mencionar aquellos aspectos que prolonguen su vida útil y eviten imprevistos como paradas por reparaciones que necesiten de parar el mismo para ser efectuadas.

Se mencionarán, más precisamente, puntos referentes al montaje, la operación y el mantenimiento de los mismos

Se debe considerar que, por cuestiones de diseño, no se seleccionaron transportadores prestablecidos o prefabricados ya que, en estos casos, se trataban de medidas particulares aplicables al proyecto. Por ello, se ordenaron partes sueltas del fabricante Martin y se ensamblarán y modificarán en planta.

### **Instalación:**

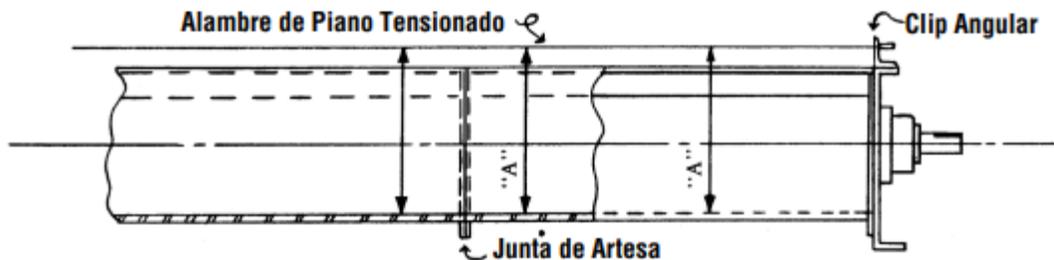
Para ensamblar las partes del transportador que se ordenaron como sueltas, se aconseja:

Colocar las artesas en la secuencia adecuada con la alimentación y la descarga en su posición. Una las bridas de las artesas sin apretar. No apretar los tornillos.

Alinear perfectamente las líneas de centro del fondo de las artesas utilizando un alambre de piano (o un equivalente), luego apretar los tornillos de las bridas. Apretar todos los tornillos de anclaje.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 298 de 404

El ensamble de los transportadores helicoidales siempre debe comenzar en el extremo de empuje. Como los transportadores no poseen unidad de empuje, el ensamble debe empezar en el extremo motriz. Insertar el eje motriz en el rodamiento. No apretar los tornillos hasta no terminar el ensamble.



*Ilustración 258 Posicionamiento a la hora del ensablaje, ajuste y apriete*

Colocar la primera sección dentro de la artesa, deslizando el eje motriz dentro del tubo del helicoidal. Asegurarlo firmemente con los pernos de acoplamiento. Hay que considerar que los talones del helicoidal estén opuestos al lado de carga. Colocar el eje de acoplamiento en el otro lado del tubo del helicoidal. Apretar los pernos de acoplamiento. Insertar el eje de acoplamiento en el buje del colgante y fije el colgante a la artesa. Ensamblar alternadamente, los helicoidales, los ejes de acoplamiento y los colgantes hasta que todos los helicoidales se encuentren instalados.

Como en la sección intermedia, de unión entre helicoides, se tiene el colgante se deben ensamblar los mismos de tal manera que los extremos de las hélices de los helicoidales adyacentes queden aproximadamente a 180°. Los espacios para los colgantes deben ser iguales entre helicoidales adyacentes.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 299 de 404

Quitar los soportes del colgante y atornillarlos a la artesa con el buje del colgante centrado entre los helicoidales. Instalar las cubiertas del transportador adecuadamente considerando las alimentaciones y su ubicación.

Instalar la transmisión en su lugar y de acuerdo con las instrucciones brindadas. Luego de ello, probar la rotación del helicoidal en vacío con el fin de que gire en el sentido correcto para que la carga llegue al punto de descarga. Recordar que una rotación incorrecta puede ocasionar graves daños al transportador, la transmisión y a todo el proceso productivo de la planta.

**Operación:**

Al momento de operar por primera vez el transportador, se recomienda operar el mismo varias horas sin carga, revisando la presencia de ruidos no usuales, desalineamientos en la transmisión, o aumentos de temperaturas en los bujes y/o rodamientos. En caso de que alguno de estos ocurra, considerar tomar las siguientes acciones correctivas.

1) Cuando se utilicen rodamientos antifricción, revisar que estos estén lubricados adecuadamente. Una lubricación excesiva o insuficiente provocará altas temperaturas de operación.

2) El desalineamiento de las tapas, los helicoidales y los colgantes puede ocasionar ruidos, vibraciones y aumentos de temperaturas fuera de lo normal provocando que el mantenimiento sea excesivo y que se reduzca la vida útil del equipo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 300 de 404

3) Revisar el ensamble del transportador y los tornillos de montaje. Apretarlos si es necesario.

Se deben tener en cuenta las solicitudes de diseño del transportador y para las capacidades que fue diseñado, la capacidad de transporte, la velocidad de operación y las características del material que transporta.

Se recomienda que, al inicio, si no se ha utilizado el transportador en un tiempo considerable, no arrancar el mismo hasta que no se haya retirado todo el material. Sin embargo, en el caso del caucho molido, no es una operación tan necesaria debido a que no es un material que se vuelva viscoso o se aglomere tan fácilmente con el pasar del tiempo.

**Mantenimiento:**

Como ya se conoce, y mencionará más adelante, en el mantenimiento es clave la periodicidad de revisión y lectura de parámetros que permitan anticiparse a roturas o fallos. La medición de vibraciones, revisión de lubricaciones, búsqueda de ruidos inusuales son tareas muy sencillas que pueden anticiparse a roturas considerables. Fuera de ello, y precisamente en los transportadores mencionados, se debe:

Mantener el área alrededor del transportador y de la transmisión limpia y libre de obstáculos para permitir un acceso fácil y rápido y evitar interferencias en el funcionamiento del equipo y de la transmisión.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>301</b> de <b>404</b>

Establecer rutinas periódicas de inspección del transportador para asegurar un rendimiento máximo y continuo.

En caso de necesidad de reemplazar alguna sección del helicoidal, tener en cuenta lo siguiente:

1) El desensamble de una o varias secciones, normalmente debe comenzar del lado opuesto a la transmisión. Asegurarse que la transmisión y la corriente eléctrica estén desconectadas antes de iniciar el desmontaje.

2) Quitar la tapa de la artesa, las secciones del helicoidal, los ejes de acoplamiento y los colgantes hasta que todas las secciones hayan sido quitadas o hasta llegar al helicoidal que está dañado o desgastado.

3) Para ensamblar seguir los pasos anteriores, pero al revés

Considerar que, los pernos de acoplamiento tienen una tuerca de seguridad que puede dañarse cuando se quita y se recomienda cambiarla por una nueva en lugar de reutilizarla.

De igual manera, en las cintas transportadoras el mantenimiento preventivo será crucial para no tener roturas imprevistas que obliguen a paradas de estas. Las tareas básicas para ejecutar serán:

- Limpieza y engrasado de elementos rodantes.
- Ajuste y alineación de la banda transportadora.
- Sustitución y/o reparación de elementos deteriorados o dañados.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 302 de 404

- Comprobar estado de conexiones eléctricas, de holguras y ajustes de los medios de fijación.
- Comprobación de los sistemas de seguridad y protección.
- Plasmar y realizar un seguimiento de las tareas de mantenimiento realizadas.

Estas tareas preventivas, serán llevadas a cabo por los mismos operarios presentes, fundamentalmente, las labores de limpieza y engrasado, así como la comprobación de los sistemas de seguridad y alarmas. En cambio, la sustitución de piezas de la cinta transportadora (motores, rodamientos, tambores, etc.) deben ser realizados por personal especializado para su correcto ajuste y comprobación del funcionamiento.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 303 de 404

### Layout de planta

Ya habiendo definido cada una de las máquinas implicadas en el proceso, se puede comenzar a diagramar un layout de la planta. Considerando cada una de ellas, se tiene el siguiente diagrama de flujo.

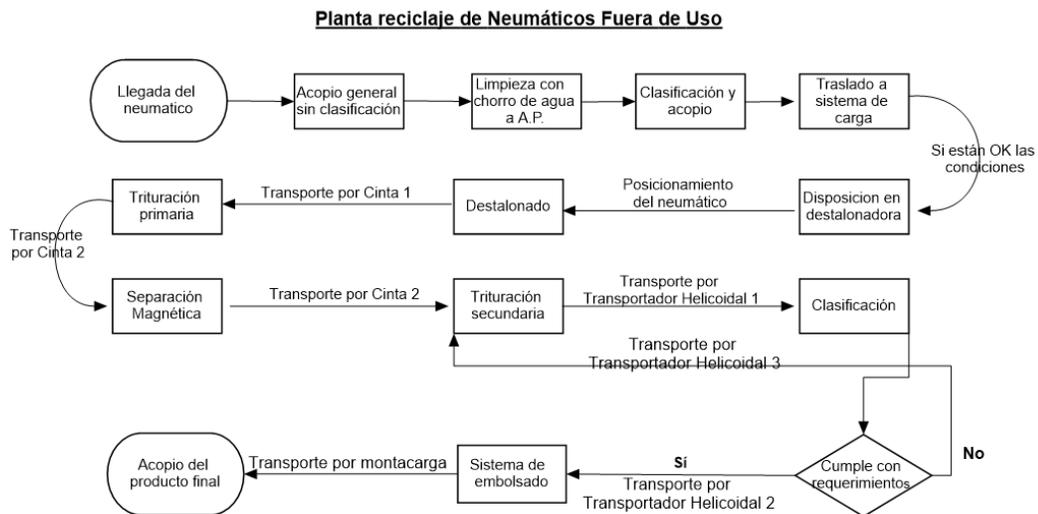


Ilustración 259 Diagrama de flujo de procesos de la planta

El caso de este proyecto presenta la particularidad de emplazarse en un terreno con nave industrial ya construida por lo que esta deberá adecuarse a las instalaciones existentes más allá de las distintas teorías de Layout existentes. El plano catastral correspondiente es el siguiente:

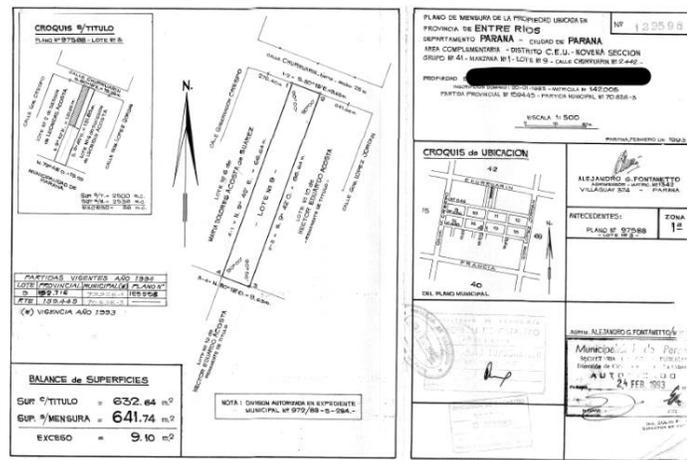


Ilustración 260 Plano Catastral del terreno de la planta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 304 de 404

Cuyas dimensiones se ven a continuación:

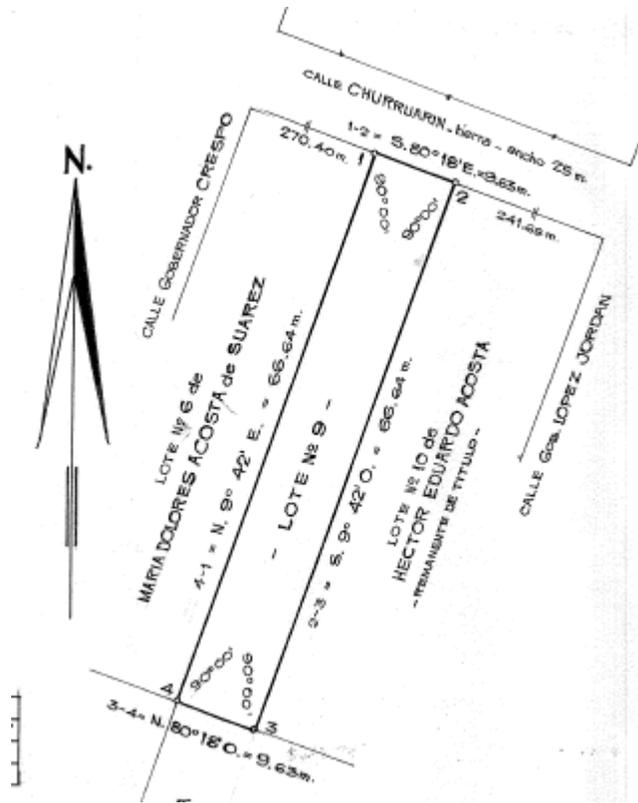


Ilustración 261 Dimensiones de parcela

Como se mencionó anteriormente, se deberá adaptar la planta a la estructura de la nave ya existente, lo que significa que el diseño de la distribución de los equipos, maquinarias y áreas de trabajo se realizará en función del espacio disponible y de la distribución de los pilares y paredes de la nave.

El layout de la nueva planta se diseñaría teniendo en cuenta factores como la eficiencia en la producción, el flujo de materiales, la seguridad y la ergonomía de los trabajadores, pero también se deberá adaptar a la estructura de la nave. Por ejemplo, se tendrán que diseñar los recorridos de los materiales y los flujos de trabajo de manera que

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>305</b> de <b>404</b>

no interfieran con las columnas o paredes existentes, y se deberá aprovechar al máximo el espacio disponible para optimizar la producción.

En definitiva, la adaptación de la planta industrial a una nave ya construida puede ser un reto importante, pero con un buen diseño de layout y una planificación adecuada, se puede lograr una distribución eficiente y rentable de la nueva planta.

Se basarán en los principios enunciados por R. Muther. Los principios de distribución en planta según Muther, se han convertido en un símbolo de optimización de espacios para la industria.

Muther fue un pensador que vio la necesidad de establecer una industria que produjera al 100%, eliminando cualquier desperdicio en todos los sentidos; para Muther implantar una metodología de distribución era tan importante como la industria en sí.

Muther formuló estos 6 principios y se basó en ellos:

- Principio de la integración de conjunto

En este principio dice que la mejor distribución es aquella que integra a los que operan, el equipo y/o maquinaria, todas las actividades, así como también cualquier otro factor involucrado, tratando que resulte un mayor compromiso entre las partes.

No debe de excluirse nada referente a la producción en la industria, debe incluirse todo lo que comprende el proceso.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 306 de 404

La consideración deberá ser desde el lineamiento de maquinarias y transportadores hasta los distintos posicionamientos de trabajo de los operadores y su recorrido.

- Principio de la mínima distancia recorrida

La mejor distribución es la que permite que la distancia a recorrer por el material entre las operaciones sea las más corta posible.

Siempre se debe de tomar en cuenta la distancia que se recorre en cada operación, y se debe de seleccionar la más corta y segura.

Todo ello, ponderando la situación presente de las dimensiones de la nave industrial donde se emplazará el proyecto.

- Principio de la circulación o flujo de materiales

Priorizar las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se tratan.

Como ya se ha dicho, la primera operación empieza en la integración de material a la industria y termina con el embolsado del producto.

- Principio del espacio cúbico

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, la disposición lineal en cadena de cada eslabón de la cadena será crucial considerando las distancias entre cada una de ellas.

- Principio de la satisfacción y de la seguridad

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>307</b> de <b>404</b>

Será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los operarios, los materiales y la maquinaria.

Como todo tiene que estar ordenado, estando todo bajo control, el área de producción debe de estar segura y sin riesgos para que los operarios estén en nivel de confort, y lleguen a una satisfacción que brinde confianza en la producción de bienes.

- Principio de la flexibilidad

Siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costes o inconvenientes.

Se debe de evaluar la distribución, de modo que esta no produzca costes innecesarios y que sea muy útil, fluida para la producción, como, por ejemplo, se debe de evitar gastar en divisiones de paredes costosas y difíciles de destruir, debido a que los procesos pueden cambiar por muchos motivos.

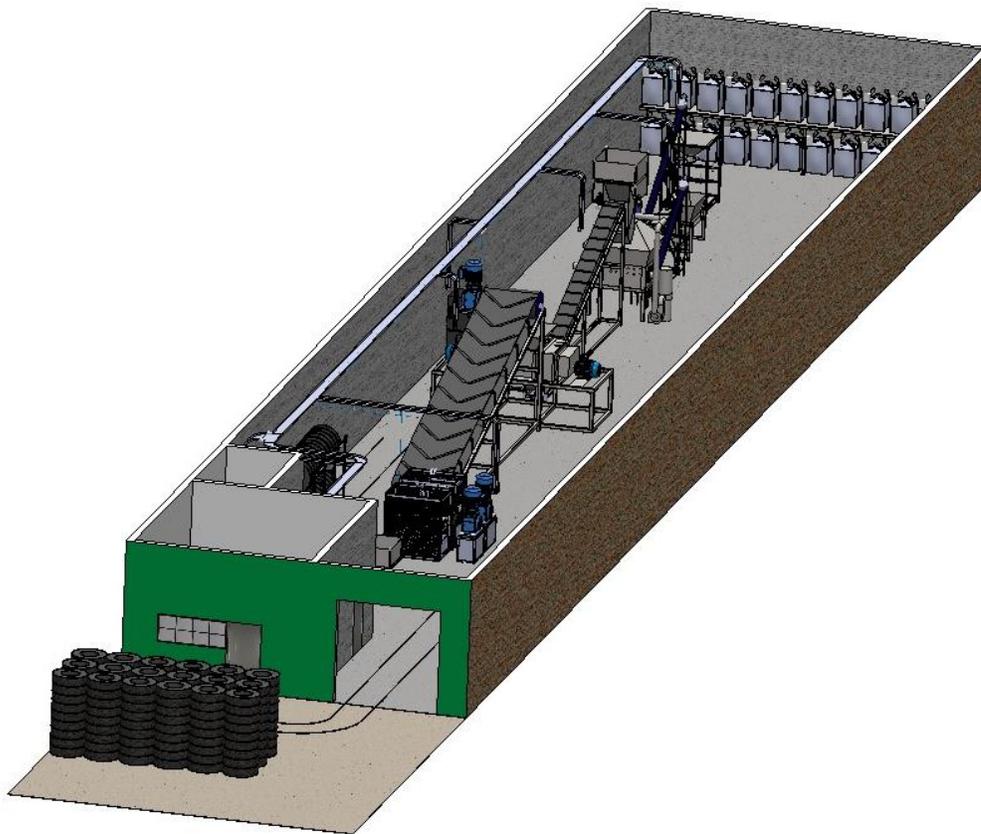
Otro factor a tener en cuenta para el Layout de la planta es el peso, volumen o movilidad del producto, si el producto final es bastante pesado o difícil de manejar, implicando equipos de manipulación de materiales costosos o una gran cantidad de mano de obra, la consideración importante será mover el producto lo menos posible.

Considerando que en las primeras estaciones el material a manipular tendrá grandes dimensiones, se deberá considerar mover el producto lo menos posible y con distancias cortas entre estaciones sin desprestigiar los radios de movimiento de los operarios y/o maquinas.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 308 de 404

Luego de la primera trituración, el material a tratar se reduce considerablemente por lo que lo mencionado anteriormente disminuye en severidad, sin embargo, cuando llega a la estación final de embolsado se deberá tener en cuenta la manipulación de los big bags con el montacargas teniendo en cuenta el radio de giro de este y el acopio de material.

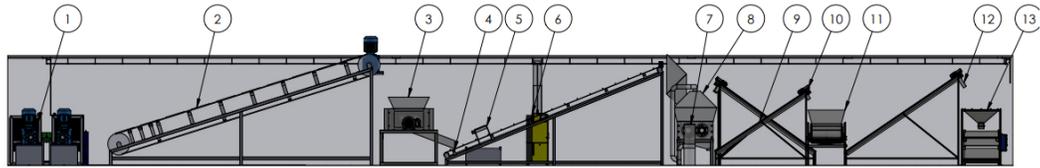
Teniendo en cuenta estos puntos mencionados, es que el layout de la planta queda de la siguiente manera.



*Ilustración 262 Vista isométrica Layout de Planta*

Donde, claramente, se puede ver la distribución de la planta en función de los procesos descritos anteriormente y en el orden expuesto en el diagrama de flujo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 309 de 404</b>



*Ilustración 263 Vista Frontal Layout Planta*

Siendo:

Nº de elemento	Descripción
1	Destalonadora
2	Cinta Transportadora 1
3	Trituradora ZQR 1400
4	Cinta Transportadora 2
5	Cinta Magnética
6	Unidad Compresora KAESER AIRCENTER SX3
7	Aspirador Neumático
8	Trituradora 800F
9	Transportador Helicoidal Trituradora 2 - Clasificadora
10	Transportador Recirculación
11	Clasificadora Bison Separator™ BSL-36
12	Transportador Helicoidal Clasificadora - Embolsadora
13	Embolsadora Big Bag PARKE EP5B – BB:

*Tabla 24 Elementos de Layout*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 310 de 404

### **Iluminación de planta:**

Como pudo observarse en la sección de layout de la planta, se tienen en bandejas las redes de abastecimiento eléctrico de cada una de las maquinarias implicadas y solidarias a las bandejas, se encuentran sustentadas las redes de abastecimiento neumático a las maquinas que la necesitan. Sin embargo, antes de desarrollar estas, se procede a la determinación de las luminarias necesarias para la nave industrial.

El desarrollo, diseño y cálculo de las luminarias necesarias se realizó mediante el software de uso gratuito DiaLux. Este software permite planear el tipo, condición y cantidad de la iluminación en la planta optimizando la selección en función de los parámetros requeridos, para ello, en primer lugar, se debió setear las características del lugar.

Habiendo introducido al programa los datos correspondientes a altura, ancho y largo de la nave, así como su geometría, el programa despliega un croquis en donde se encuentra la sala planificada y, a la izquierda su barra de herramientas para parametrizar todo lo correspondiente a la iluminación a instalar.

En primer lugar, se debe determinar el nivel de iluminancia (lux) necesaria para la aplicación ya que los niveles de iluminación bien equilibrados son esenciales para establecer condiciones de trabajo seguras y productivas. La optimización de la iluminación industrial debe tener en cuenta la actividad de trabajo, las condiciones ambientales y el gasto energético. Una iluminación adecuada repercute a una mayor

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 311 de 404

productividad y precisión, seguridad, protección y un mejor ambiente para los trabajadores. En este caso, el nivel de iluminancia planteado para la nave industrial es:

- Área producción: 500 lux

A su vez, se deben determinar los niveles de lux para los baños, vestidores y la pequeña oficina técnica. Estos valores son:

- Baños: 200 lux
- Vestidores: 200 lux
- Oficina técnica: 750 lux

Cuyos valores fueron obtenidos de la tabla de Intensidad Mínima de Iluminación, basada en Norma IRAM-AADL J 20-06.

Luego de ello, deben plantearse los elementos intervinientes en cada una de las áreas a calcular, estos son maquinarias, mesas de trabajo, computadoras y todo aquello que determine la altura de plano útil de trabajo, es decir, donde se realizará la medición de iluminancia.

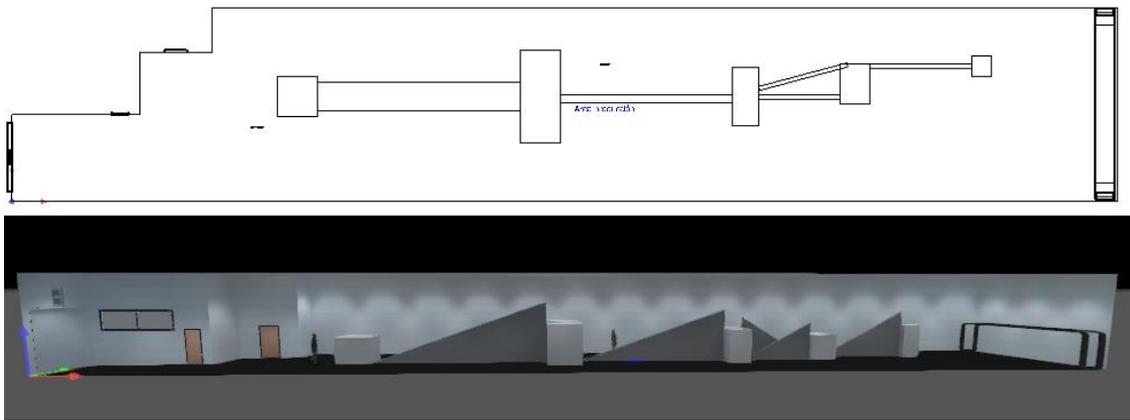
- Área producción: Maquinarias implicadas
- Oficina: Mesas de trabajo, escritorios, computadoras
- Baños: Lavamanos, Inodoros, Bidet.
- Baños Vestidores: Duchas, Banquetas

Quedando el planteo de la siguiente manera:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 312 de 404

### **Cálculo de iluminación en área de producción:**

Siendo esta, el área más importante ya que es donde se lleva a cabo todo el proceso, se tiene la siguiente distribución.



*Ilustración 264 Planteo disposición en Software DiaLux*

Como se mencionó anteriormente, se diseñará la distribución de la iluminación tal que la media sea de 500 lux como mínimo, tal y como enuncian las normativas vigentes. Particularmente, se determinarán cuatro maquinarias como críticas en las cuales se formará un cuadrado de iluminación alrededor de ellas con el fin de tener mayor nivel de iluminación en estas zonas. Estas son:

- Destalonadora
- Trituradora 1
- Trituradora 2
- Clasificadora

Siendo esta última, la más importante debido a que de ella salen las partículas de caucho clasificadas y que deberán ser recirculadas hacia la trituradora numero 2 o

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 313 de 404

transportadas hacia la maquina embolsadora. El resto del área de producción se iluminará tal que cumpla con las condiciones mínimas mencionadas anteriormente.

Se adoptó como uniformidad de iluminación mínima (Mín./Medio) un valor de 0,4.

El tipo de luminaria a utilizar será la misma en toda el área por cuestiones de practicidad y será la siguiente:

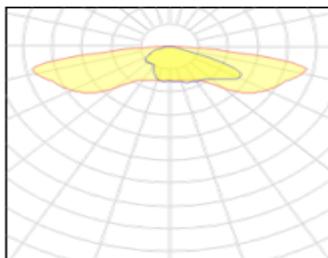
- Marca: Phillips
- Modelo: COPENHAGEN LED GEN2  
LARGE & MEGA BSS562 FG T25 1  
XLED145-4S/730 DM70 BDS562
- Potencia nominal: 87 W
- Flujo de lampara: 14500 lm
- Montaje en techo
- Altura ajustable 325 mm
- Diámetro: 426 mm



*Ilustración 265 Tipo de Luminaria*

*Área Producción*

Con el siguiente tipo de emisión de luz:



*Ilustración 266 Emisión de luz de Luminaria COPENHAGEN LED GEN2*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 314 de 404

La distribución de luminarias en el área es la siguiente:

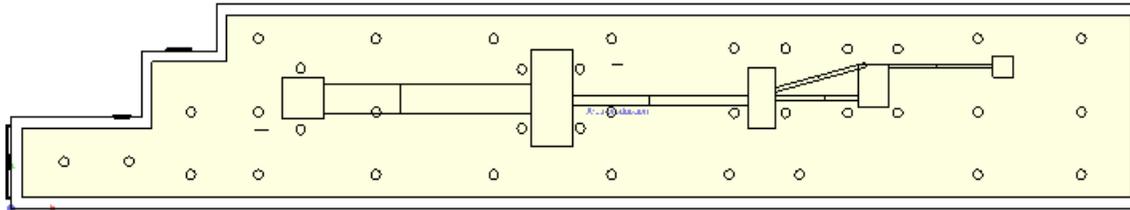


Ilustración 267 Distribución de Luminarias

Donde se utilizan en total, 37 luminarias del tipo mencionado y que generan los siguientes resultados arrojados por el software:

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	718 lx	$\geq 500$ lx	✓	WP4
	$U_0$ (gr)	0.41	$\geq 0.40$	✓	WP4
	Potencia específica de conexión	6.01 W/m <sup>2</sup>	-		
		0.84 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-		
Valores de consumo <sup>(2)</sup>	Consumo	[4761.37 - 5676.75] kWh/a	máx. 22000 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.23 W/m <sup>2</sup>	-		

Ilustración 268 Análisis de Software DiaLux

Verificando los valores mínimos de iluminancia y uniformidad buscados. En el siguiente gráfico, se adjunta una captura donde se demuestra mediante escala de colores la distribución de la intensidad lumínica.

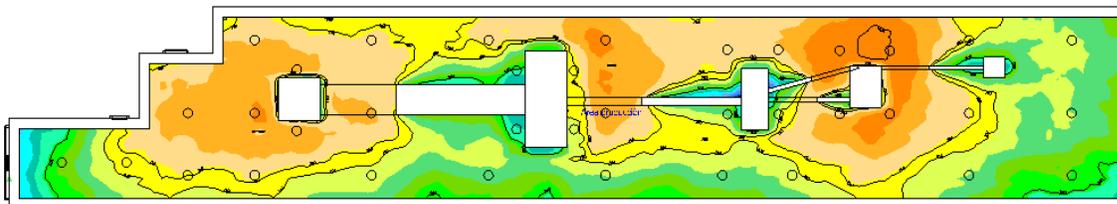


Ilustración 269 Mapa de niveles de distribución de iluminación

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 315 de 404

Siendo la escala la siguiente:



*Ilustración 270 Escala de colores*

Por lo que se demuestra la efectividad de la iluminación planteada.

### **Cálculo de iluminación en oficina técnica:**

Como se mencionó anteriormente, se ha propuesto un nivel de iluminación de 750 lux debido a que se trata de una oficina técnica en la que se trabajan con planos, presupuestos, se arman balances económicos y trabajos técnicos generales. Una buena iluminación en estos ambientes afecta de manera significativa al rendimiento de los trabajadores como a su salud visual y al bienestar.

En la oficina se cuenta con dos escritorios, uno para llevar a cabo charlas, reuniones o negocios y otro donde se disponen las computadoras con las que se trabaja a diario.

En busca del nivel de iluminación planteado y una uniformidad de esta de 0,5, se plantea la distribución de luminarias con la siguiente:

- Marca: Phillips
- Modelo: KEYLINE, SUSPENDED SM350C  
L1200 PSD 1 X40S/840 PCS SM350C
- Potencia de lámpara: 30 W
- Flujo de lámpara: 4000 lm
- Montaje pendular

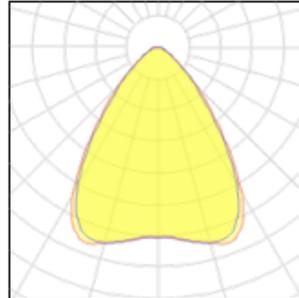


*Ilustración 271 Luminarias seleccionadas para Oficina*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 316 de 404

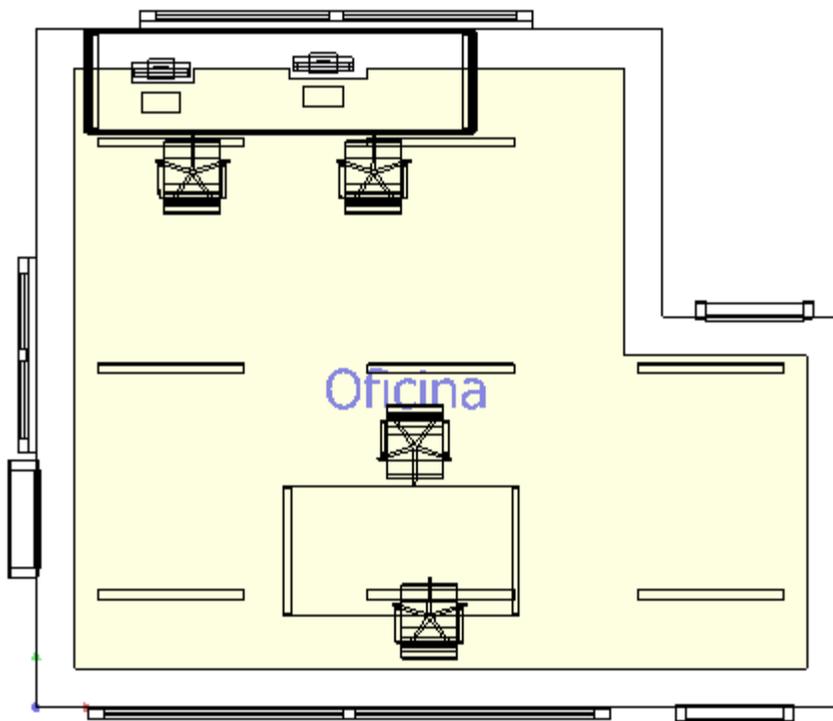
- Longitud: 1127 mm
- Ancho: 70 mm

Que cuenta con el siguiente tipo de emisión de luz:



*Ilustración 272 Emisión de luz de luminaria KEYLINE, SUSPENDED SM350C*

Planteando, la siguiente distribución de luminarias:



*Ilustración 273 Distribución de luminarias para Oficina Técnica*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 317 de 404

Conformada por 8 luminarias de las mencionadas anteriormente. Ejecutando el estudio del software, se obtiene el siguiente resultado:

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	760 lx	$\geq 750$ lx	✓	WP3
	$U_0$ (g <sub>1</sub> )	0.54	$\geq 0.50$	✓	WP3
	Potencia específica de conexión	10.63 W/m <sup>2</sup>	-		
		1.40 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-		
Valores de consumo <sup>(2)</sup>	Consumo	[374.28 - 594.00] kWh/a	máx. 1050 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	8.28 W/m <sup>2</sup>	-		
		1.09 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-		

Ilustración 274 Resultados Análisis DiaLux

Verificando los valores mínimos de iluminancia y uniformidad buscados. En el siguiente gráfico, se adjunta una captura donde se demuestra mediante isolíneas los valores de iluminación.

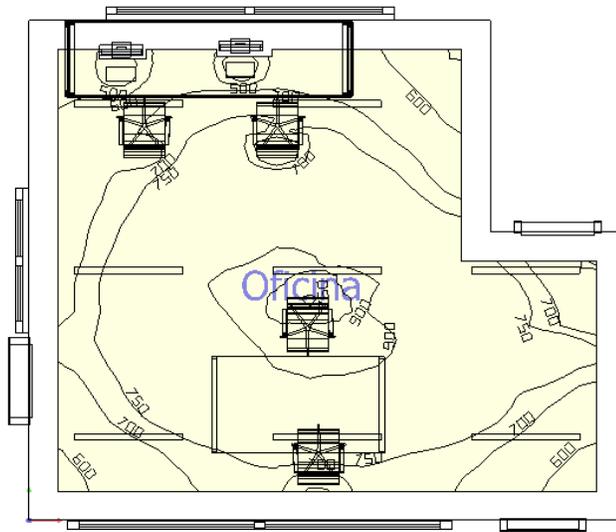


Ilustración 275 Isolíneas Representativas niveles Lux de Oficina Técnica

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 318 de 404

En donde se visualiza que en las zonas de mayor requerimiento los valores cumplen los valores mínimos que se buscaban. En cambio, los valores por debajo de estos se encuentran en las esquinas por lo que no afecta el trabajo visual.

En cambio, en la siguiente captura, se logra visualizar el plano útil de trabajo y la disposición de las luminarias.



*Ilustración 276 Plano útil de trabajo Oficina Técnica*

Cumpliendo así, con los estándares propuestos.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 319 de 404</b>

### **Cálculo de iluminación en Baño de Oficina y baños/Vestidores:**

Tanto para el baño de la oficina técnica como para los baños y vestidores de la nave industrial general, se plantearon valores de iluminación de 200 lux. El primero de ellos cuenta con un inodoro y un vanitory con espejo para higienizarse las manos, en cambio, los baños y vestidores cuentan con dos duchas, un banco para vestirse, dos inodoros y un vanitory con lavamanos.

En busca de los estándares propuestos, se plantean las siguientes luminarias:

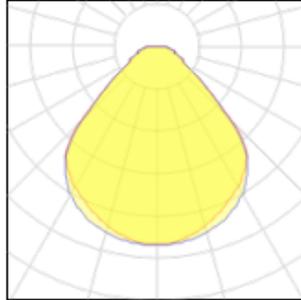
- Marca: Phillips
- Modelo: SLIMBLEND SQUARE,  
RECESSED RC400B PSU W60L60 EL3  
EM 1 LED28S/840
- Potencia de lámpara: 3 W
- Flujo de lámpara: 400 lm
- Empotrado en techo
- Longitud: 597 mm
- Ancho: 597 mm



*Ilustración 277 Iluminación  
propuesta para sanitarios*

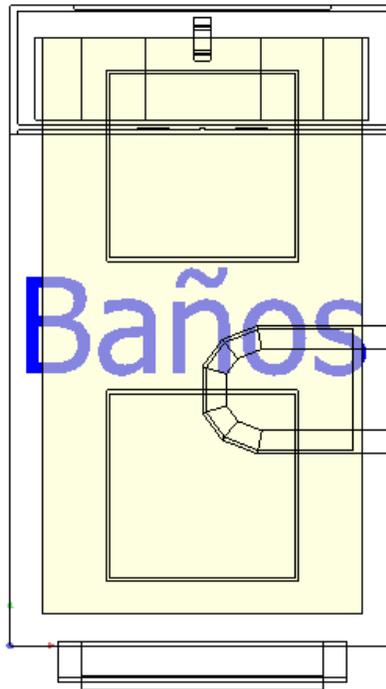
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 320 de 404

Que cuenta con el siguiente tipo de emisión de luz:



*Ilustración 278 Emisión de Luz de Phillips SLIMBLEND SQUARE*

Planteando, en el baño de la oficina técnica, la siguiente distribución de luminarias:



*Ilustración 279 Disposición luminarias en Baño Oficina Técnica*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 321 de 404

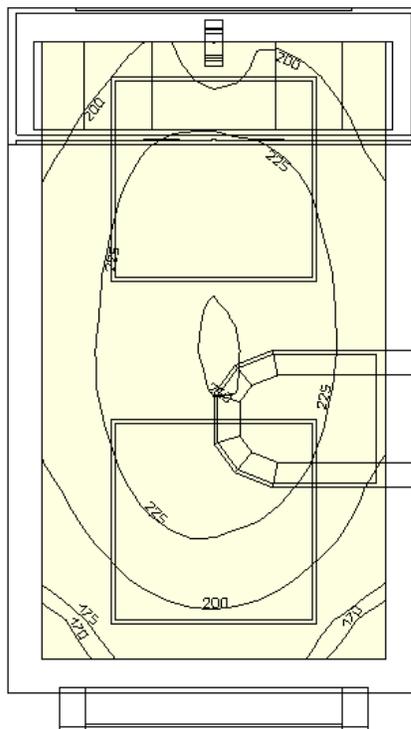
Utilizando dos luminarias de las mencionadas anteriormente. Ejecutando el análisis en el software, se obtienen los resultados de los valores de iluminación en distintos puntos, mediante representación de isolíneas, y la uniformidad de la misma.

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	216 lx	≥ 200 lx	✓	WP2
	U <sub>0</sub> (g <sub>1</sub> )	0.75	≥ 0.40	✓	WP2
	Potencia específica de conexión	3.33 W/m <sup>2</sup>	-		
		1.54 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-		
Valores de consumo <sup>(2)</sup>	Consumo	11.6 kWh/a	máx. 100 kWh/a	✓	

*Ilustración 280 Resultados Análisis DiaLux*

Verificando los valores mínimos de iluminancia y uniformidad buscados. En el siguiente gráfico, se adjunta una captura donde se demuestra mediante isolíneas los valores de iluminación.



*Ilustración 281 Representación de Niveles de Lux mediante Isolíneas*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 322 de 404

En cambio, en la siguiente captura, se logra visualizar el plano útil de trabajo y la disposición de las luminarias.



*Ilustración 282 Plano útil en Baños*

Cumpliendo así, con los estándares propuestos.

Para la iluminación de los baños con vestidores, se utilizarán las mismas luminarias empotradas en techo que se utilizaron en el baño de la oficina técnica. En este caso, se utilizarán más luminarias por el hecho de ser un área más grande. La disposición de estas queda de la siguiente manera.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 323 de 404

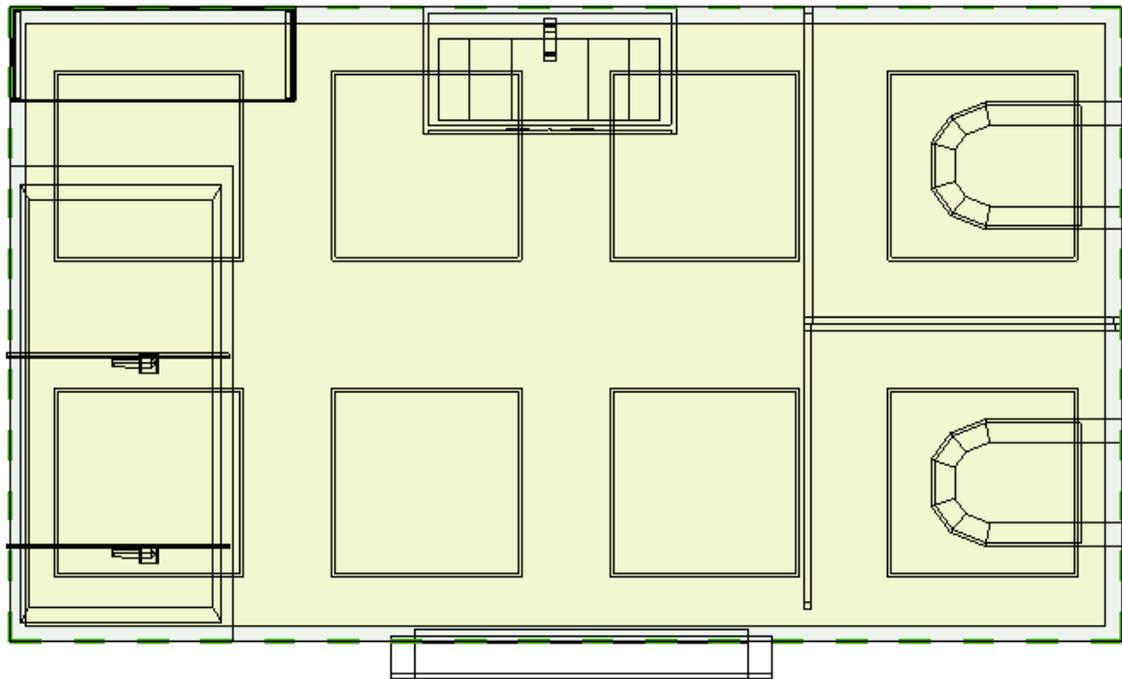


Ilustración 288 Disposición de Luminarias en Baños/Vestidores de planta

Utilizando dos luminarias de las mencionadas anteriormente. Ejecutando el análisis en el software, se obtienen los resultados de los valores de iluminación en distintos puntos, mediante representación de isolíneas, y la uniformidad de la misma.

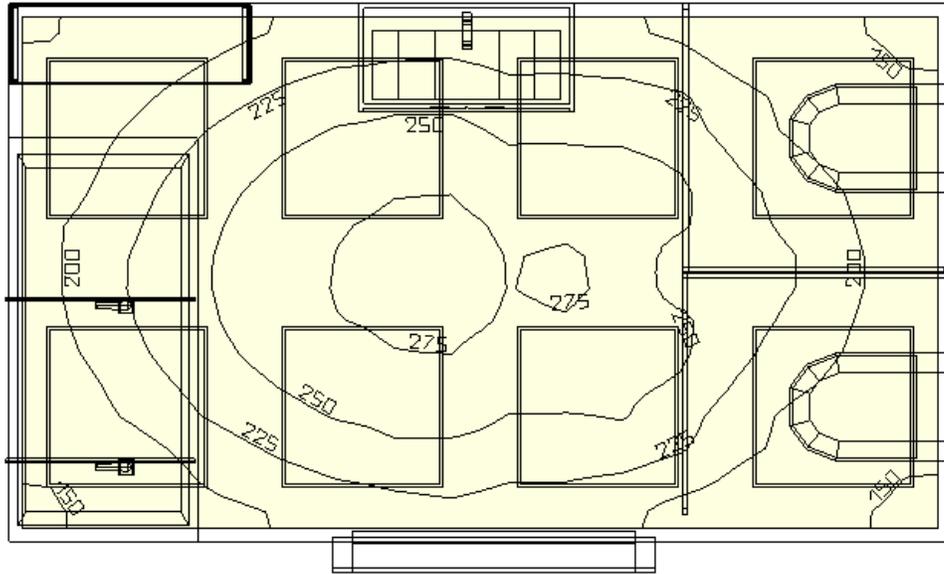
Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	222 lx	$\geq 200$ lx	✓	WP1
	$U_o$ ( $g_1$ )	0.64	$\geq 0.40$	✓	WP1
	Potencia específica de conexión	3.72 W/m <sup>2</sup>	-		
		1.67 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-		
Valores de consumo <sup>(2)</sup>	Consumo	46.2 kWh/a	máx. 250 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	3.43 W/m <sup>2</sup>	-		

Ilustración 289 Resultados Análisis DiaLux

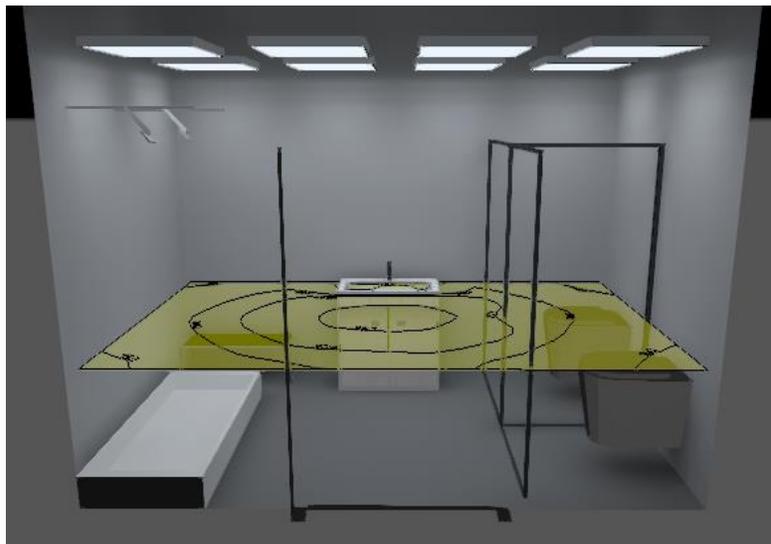
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 324 de 404

Verificando los valores mínimos de iluminancia y uniformidad buscados. En el siguiente gráfico, se adjunta una captura donde se demuestra mediante isóneas los valores de iluminación.



*Ilustración 283 Representación de niveles mediante Isóneas*

En cambio, en la siguiente captura, se logra visualizar el plano útil de trabajo y la disposición de las luminarias.

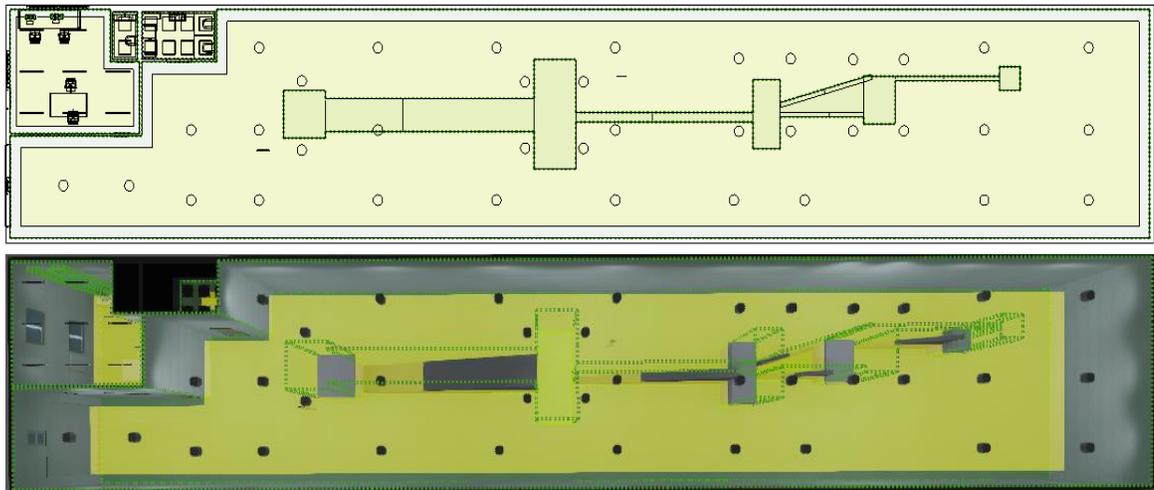


*Ilustración 284 Plano útil en Vestidores*

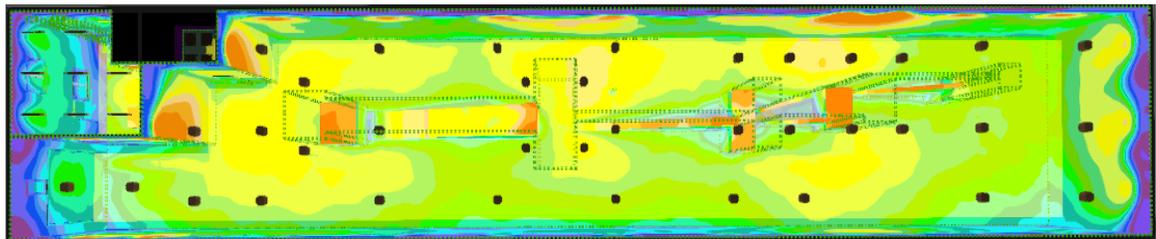
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 325 de 404

Cumpliendo así, con los estándares propuestos.

Por lo que se tienen todas las áreas definidas en cuanto a su iluminación. A continuación, se adjuntan capturas de ello.



*Ilustración 286 Disposición del total de luminarias en Planta*



*Ilustración 285 Representación gráfica de niveles de Iluminación en planta*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 326 de 404

### Abastecimiento eléctrico:

En primer lugar, a la hora de hacer un dimensionamiento eléctrico, se debe considerar cada carga interviniente para el dimensionamiento de lo que será la alimentación a este. A continuación, se adjunta un diagrama unifilar de la instalación.

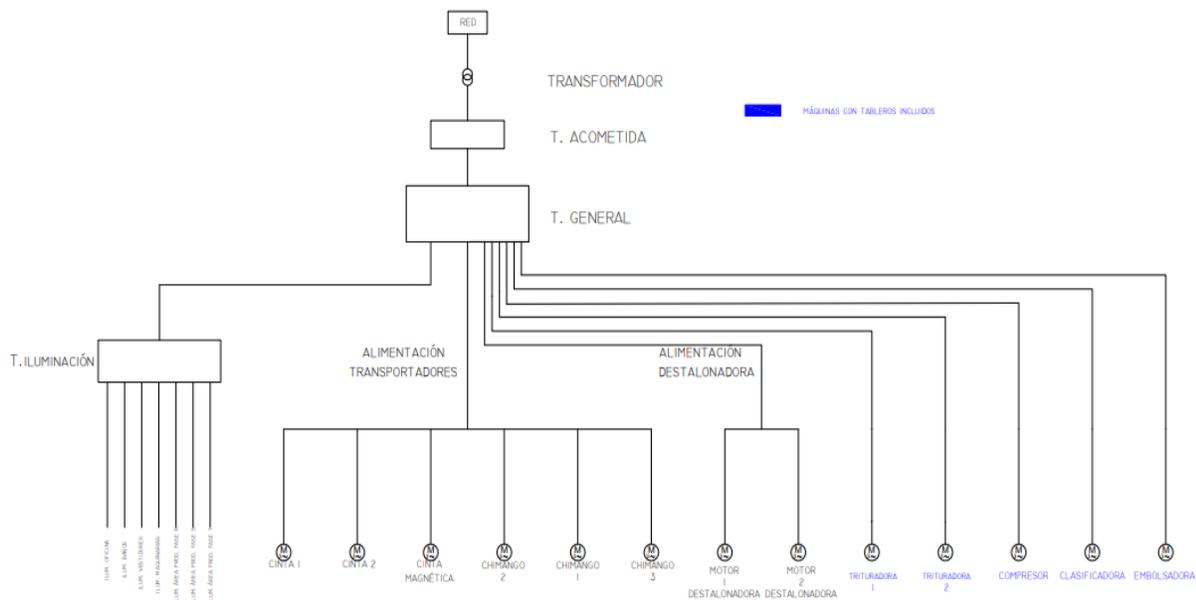


Ilustración 287 Diagrama Unifilar de Instalación

De los que, cada carga, cuenta con los valores conocidos por su dimensionamiento u hoja de datos. En función de la potencia nominal de cada carga se calcula:

Corriente nominal:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_n * \cos\varphi_n}$$

Potencia Reactiva:

$$Q_n = \sqrt{3} * U_n * I_n * \sin(\cos^{-1}(\cos\varphi_n))$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 327 de 404

Potencia Aparente;

$$S_n = \frac{P_n}{\cos\varphi_n}$$

Siendo:

$I_n$ : Corriente Nominal [A]

$P_n$ : Potencia Activa Nominal de Placa [kW]

$Q_n$ : Potencia Reactiva Nominal [kVAR]

$S_n$ : Potencia Aparente Nominal [kVA]

$U_n$ : Tension Nominal [kV]

$\cos\varphi_n$ : Factor de Potencia

Listado de equipos	Sub-rubro	Tensión $U_n$ [kV]	Potencia Activa [KW]	cos $\Phi$	In [A]	Potencia reactiva [KVar]	Potencia aparente [KVA]
Iluminación	Oficina Técnica	0,22	0,24 KW	0,9	0,38 A	0,04 KVar	0,27 KVA
	Producción, clasificacion, embolsado y acopio	0,22	2,00 KW	0,9	10,11 A	0,97 KVar	2,22 KVA
		0,22	1,22 KW	0,9	6,15 A	0,59 KVar	1,35 KVA
	Baños	0,22	0,01 KW	0,9	0,03 A	0,00 KVar	0,01 KVA
	Vestidores	0,22	0,02 KW	0,9	0,12 A	0,01 KVar	0,03 KVA
Destalonadora	Motor de accionamiento 1	0,4	7,50 KW	0,9	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA
	Motor de accionamiento 2	0,4	7,50 KW	0,9	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA
Cinta 1	Motor de accionamiento	0,4	7,50 KW	0,9	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA
Trituradora 1	Motor de accionamiento	0,4	55,00 KW	0,89	93,89 A	29,66 KVar	61,80 KVA
	Motor de accionamiento	0,4	55,00 KW	0,89	93,89 A	29,66 KVar	61,80 KVA
Cinta 2	Motor de accionamiento	0,4	1,50 KW	0,87	2,62 A	0,89 KVar	1,72 KVA
Cinta magnetica	Motor de accionamiento	0,4	0,55 KW	0,87	0,96 A	0,33 KVar	0,63 KVA
Trituradora 2	Motor de accionamiento	0,4	30,00 KW	0,88	51,80 A	17,04 KVar	34,09 KVA
Chimango 1	Motor de accionamiento	0,4	0,40 KW	0,8	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA
Clasificadora	Motor de accionamiento	0,4	2,20 KW	0,87	3,84 A	1,31 KVar	2,53 KVA
Chimango Recirculación	Motor de accionamiento	0,4	0,40 KW	0,8	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA
Chimango Clasificadora-embolsadora	Motor de accionamiento	0,4	0,40 KW	0,8	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA
Embolsadora Big Bag	Conjunto	0,4	1,50 KW	0,87	2,62 A	0,89 KVar	1,72 KVA
Compresor	Motor	0,4	2,20 KW	0,87	3,84 A	1,31 KVar	2,53 KVA

Tabla 25 Listado de equipos

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 328 de 404

Separando en dos tableros todos los equipos mencionados anteriormente, en el primero se dispondrán todas las protecciones y salidas de alimentación a la maquinaria general de la planta y, en el segundo, todas aquellas vinculadas a los equipos de iluminación. Al consumo de cada uno de ellos se los afectará por un valor de simultaneidad que representará el consumo simultaneo máximo entre todas las cargas correspondientes.

$$S_{iluminación} = 0,85 \text{ (al trabajarse en jornadas diurnas)}$$

$$S_{general} = 0,9$$

#### **Cálculo de la sección de conductores:**

Para determinar la sección de los conductores, se realizan diferentes pasos para su selección y comprobación.

1. Selección de Secciones de Conductores por calentamiento ( $I_{MAX}$ ).
2. Verificación de Sección por Caída de Tensión.
3. Verificación de Sección por Cortocircuito.

Para proceder a la determinación de sección mediante cada una de las solicitudes mencionadas, se debe definir la longitud de cada uno de los conductores planteados. Estas son:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 329 de 404

TABLERO	CIRCUITO	LONGITUD (m)	CORRIENTE DE CONSUMO [A]
Acometida	-	20	310,52
General	Destalonadora	10	12,66
		10	12,66
	Cinta 1	20	12,66
	Trituradora 1	20	93,89
		20	93,89
	Cinta 2	30	2,62
	Cinta magnetica	25	0,96
	Trituradora 2	30	51,80
	Chimango 1	35	0,76
	Clasificadora	35	3,84
	Chimango Recirculación	30	0,76
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40	0,76
	Compresor	25	3,84
	Embolsadora	45	2,62
Iluminación	<b>Alimentación Tablero Iluminación</b>	15	16,79
	Iluminación Oficina	20	0,38
	Iluminación baños	20	0,03
	Iluminación vestidores	10	0,12
	Iluminación área producción R	20	3,37
	Iluminación área producción S	15	3,37
	Iluminación área producción T	10	3,37
	Iluminación maquinarias	45	6,15

Tabla 26 Longitud de conductores de Alimentación

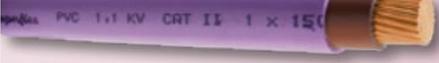
### 1. Selección de conductores por calentamiento:

Debido a que las cargas son bastante grandes, y las longitudes son bastante cortas, la corriente admisible de los conductores será preponderante por sobre la caída de tensión, por lo que, a partir del catálogo de dos fabricante de conductores de baja tensión, IMSA y Prysmian, se seleccionan conductores de cobre para cada carga.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 330 de 404

Payton PVC 1,1 KV *Superflex*

I.M.S.A.



Cables de energía uni, bi, tri, tetra y pentapolares subterráneos extraflexibles clase 5 en cobre, hasta 300 mm<sup>2</sup> para los unipolares y hasta 35 mm<sup>2</sup> para los multipolares. Aislación y vaina de PVC Noflamex® ecológico.

**Usos:** Instalación fija, ya sea a la intemperie, bandejas portacables, electroductos o directamente enterrados; tanto en ambientes húmedos como secos.

**Normas:** IRAM 2178, IEC 60502-1, NBR 7288, 6251.  
**Rango de fabricación:** 1.5 a 300 mm<sup>2</sup> unipolares  
1,5 a 300 mm<sup>2</sup> multipolares.

*Ilustración 288 Características conductor Payton IMSA*

**Baja Tension**  
**0,6 / 1,1 kV**

**VV-K / VV-R**



NORMAS DE REFERENCIA ▶

DESCRIPCION ▶

Instalaciones Fijas

## SINTENAX VALIO

IRAM 2178

> **CONDUCTOR**  
**Metal:** Cobre electrolítico ó aluminio grado eléctrico según IRAM NM 280.  
**Forma:** redonda flexible o compacta y sectorial, según corresponda.











Norma de Fabricación

Tensión nominal

Temperatura de servicio

Cuerdas flexibles hasta 35 mm<sup>2</sup>

No propagación de la llama

No propagación del incendio

Resistencia a agentes químicos

Sello IRAM

Sello de Seguridad Eléctrica

Marcación secuencial de longitud

CONDICIONES DE EMPLEO



En bandejas



Directamente enterrado



Enterrado en canaletas



Enterrado en cañerías



*Ilustración 289 Características Conductor Sinténax Prysmian*

Donde, el montaje de los conductores se realizará de tres maneras:

Directamente Enterrado: el conductor que se instala desde la acometida hasta el Tablero Principal se coloca directamente enterrado, por lo que deberá contar con la

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 331 de 404

correspondiente aislación y protección mecánica, además de se coloque siguiendo la normativa correspondiente a este tipo de instalación.



*Ilustración 290 Condiciones Conductor Enterrado*

Caso para el cual, se selecciona un conductor del Modelo IMSA Payton PVC.

Montado en bandejas perforadas: Dentro de la planta los conductores se dispondrán, a la salida del tablero general, en bandejas perforadas aéreas.



*Ilustración 291 Conductores dispuestos en bandejas perforadas*

Montado dentro Caño: los conductores que se dirigen a las respectivas cargas se colocan en caños PVC en los sectores cercanos a las conexiones a las cargas, asegurando la correspondiente protección mecánica del mismo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 332 de 404



*Ilustración 292 Caños protección de conductores*

Casos en los que se selecciona un conductor del Modelo Prysmian Superastic Flex.

La tabla de datos se adjunta a continuación:

TABLERO	CIRCUITO	LONGITUD (m)	CORRIENTE DE CONSUMO [A]	SECCIÓN	MARCA	GAMA	TIPO	MÉTODO	IMAX [A]
Acometida	-	20	310,52	120,00	IMSA	Payton PVC Superflex	Tetrapolar	Directamente enterrado	350
General	Destaladora	10	12,66	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar + N	Bandeja/Caño	18
		10	12,66	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar + N	Bandeja/Caño	18
	Cinta 1	20	12,66	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Trituradora 1	20	93,89	35	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	117
		20	93,89	35	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	117
	Cinta 2	30	2,62	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Cinta magnetica	25	0,96	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Trituradora 2	30	51,80	16	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	59
	Chimango 1	35	0,76	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Clasificadora	35	3,84	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Chimango Recirculación	30	0,76	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40	0,76	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Compresor	25	3,84	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar	Bandeja/Caño	18
	Embolsadora	45	2,62	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tripolar + N	Bandeja/Caño	18
	<b>Alimentación Tablero Iluminación</b>	15	16,79	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Tetrapolar	Caño	22
Iluminación	Iluminación Oficina	20	0,38	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21
	Iluminación baños	20	0,03	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21
	Iluminación vestidores	10	0,12	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21
	Iluminación área producción R	20	3,37	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21
	Iluminación área producción S	15	3,37	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21
	Iluminación área producción T	10	3,37	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21
	Iluminación maquinarias	45	6,15	2,5	Prysmian	Superastic Flex	Bipolar	Bandeja/Caño	21

*Tabla 27 Selección de conductores por Calentamiento*

Donde se logra visualizar el tipo y las características de cada conductor seleccionado.

## 2. Verificación de sección por caída de tensión:

Los conductores son de cobre, así que se toma como resistividad del cobre:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 333 de 404

$$\rho = \frac{1}{57} \left[ \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$$

Para la verificación se toma una caída de tensión admisible de  $\Delta = 5\%$  para la maquinaria general y de  $\Delta = 3\%$  para la iluminación.

La caída de tensión máxima es:

$$\Delta V = \Delta * U_n$$

Siendo:

$\Delta V$ : *Caída de Tensión Máxima [V]*

$\Delta$ : *Caída de Tensión Máxima [%]*

$U_n$ : *Tensión Nominal [V]*

Como las cargas son inductivas, y las líneas también son inductivas, se tiene en cuenta la caída de tensión inductiva para el cálculo.

Para determinar la caída de tensión se adopta una reactancia aproximada de:

$$x' = 0,08 \left[ \frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

$$\delta_L = \sqrt{3} * x' * \sum L * I * \sin \varphi_n$$

$$\sin \varphi_n = \sin (\cos^{-1}(\cos \varphi))$$

Siendo:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 334 de 404

$\delta L$  : *Caida de Tensión Inductiva [V]*

$x'$  : *Reactancia Inductiva [Ω m]*

$L$ : *Longitud del conductor [m]*

$I$ : *Corriente que Circula por el Conductor [A]*

$\cos\varphi$  : *Factor de Potencia de la Carga*

Para facilitar los cálculos se realiza las  $\sum i \times L$  de cada tramo.

Para comprobar la caída de tensión, se utiliza la siguiente expresión:

$$\Delta V_{adop} = \left( \frac{\sqrt{3} * \rho}{S_{adop}} * \sum I * L * \cos\varphi \right) + \delta_L$$

Siendo:

$\Delta V_{adop}$ : *Caida de Tensión con la Sección Adoptada [V]*

$\rho$ : *Resistividad del Cobre [Ω.mm<sup>2</sup> / m]*

$S_{adop}$ : *Sección Adoptada [mm<sup>2</sup>]*

$\delta_L$  : *Caida de Tensión Inductiva [V]*

$L$ : *Longitud del conductor [m]*

$i$ : *Corriente que Circula por el Conductor [A]*

$\cos\varphi$  : *Factor de Potencia de la Carga*

La caída de tensión porcentual que se adopta es:

$$\Delta_{adop} = \frac{\Delta V_{adop}}{U_n}$$

Se procede a calcular. La caída de tensión máxima es:

$$\Delta V = \Delta * U_n = 5\% * 400 V = 20 V \text{ (Motorización)}$$

$$\Delta V = \Delta * U_n = 3\% * 220 V = 6,6 V \text{ (Iluminación)}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 335 de 404</b>

Y, el resto de los cálculos se visualiza en la siguiente tabla:

Tablero	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Corriente Consumo [A]	Cos $\phi$	Sen $\phi$	Seccion Calentamiento [mm <sup>2</sup> ]	$\delta L$ (efecto inductivo) [V]	Suma L.i	$\Delta V$ [V]	$\Delta V$ [%]
Acometida	-	20,0	310,52	0,886	0,464	120	0,400	6210,40	1,792	0,45%
General	Destalonadora	10,0	12,66	0,900	0,436	2,5	0,008	126,61	3,185	0,80%
		10,0	12,66	0,900	0,436	2,5	0,008	126,61	3,185	0,80%
	Cinta 1	20,0	12,66	0,900	0,436	2,5	0,015	253,22	4,578	1,14%
	Trituradora 1	20,0	93,89	0,890	0,456	35	0,119	1877,84	3,362	0,84%
		20,0	93,89	0,890	0,456	35	0,119	1877,84	3,362	0,84%
	Cinta 2	30,0	2,62	0,870	0,493	2,5	0,005	78,59	2,629	0,66%
	Cinta magnetica	25,0	0,96	0,870	0,493	2,5	0,002	24,01	2,048	0,51%
	Trituradora 2	30,0	51,80	0,880	0,475	16	0,102	1553,87	4,492	1,12%
	Chimango 1	35,0	0,76	0,800	0,600	2,5	0,002	26,59	2,053	0,51%
	Clasificadora	35,0	3,84	0,870	0,493	2,5	0,009	134,47	3,224	0,81%
	Chimango Recirculación	30,0	0,76	0,800	0,600	2,5	0,002	22,79	2,016	0,50%
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40,0	0,76	0,800	0,600	2,5	0,003	30,39	2,090	0,52%
	Compresor	25,0	3,84	0,870	0,493	2,5	0,007	96,05	2,815	0,70%
	Embolsadora	45,0	2,62	0,870	0,493	2,5	0,008	117,88	3,047	0,76%
<b>Alimentación Tablero Iluminación</b>		15,0	16,79	0,900	0,436	2,5	0,015	251,91	4,563	0,66%
Iluminación	Iluminación Oficina	20,0	0,38	0,900	0,436	2,5	0,000	7,70	4,661	2,12%
	Iluminación baños	20,0	0,03	0,900	0,436	2,5	0,000	0,61	4,571	2,078%
	Iluminación vestidores	10,0	0,12	0,900	0,436	2,5	0,000	1,21	4,579	2,08%
	Iluminación área producción R	20,0	3,37	0,900	0,436	2,5	0,004	67,37	5,418	2,46%
	Iluminación área producción S	15,0	3,37	0,900	0,436	2,5	0,003	50,53	5,205	2,37%
	Iluminación área producción T	10,0	3,37	0,900	0,436	2,5	0,002	33,69	4,991	2,27%
	Iluminación maquinarias	45,0	6,15	0,900	0,436	2,5	0,017	276,82	5,454	2,48%

Tabla 28 Determinación de Caída de Tensión

Para determinar la caída de tensión máxima, se suma la caída de tensión de Acometida y cada una de las cargas del Tablero Principal, y se observa claramente que las sumas de las caídas de tensiones no superan los máximos permitidos por lo que, los conductores adoptados Verifican por Caída de Tensión.

### 3. Verificación de sección por cortocircuito:

Los cortocircuitos afectan a la vida útil de los conductores, ya que a pesar de durar muy poco ya que las protecciones se encargan de despejar estas fallas, la intensidad de la corriente puede ser muy alta y afectar al conductor, por lo que se calcula la corriente de

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 336 de 404

cortocircuito para cada carga y tablero. Además, es necesario conocer estas corrientes para posteriormente seleccionar las protecciones del circuito.

Para esto se necesita calcular las impedancias del circuito, en este caso, la de la Red, la del Transformador, la de los conductores y finalmente la de las maquinas rotantes.

La impedancia de los conductores se obtiene a partir de las resistencias y reactancias que se obtienen de los mencionados catálogos y, multiplicando por la longitud de cada conductor, se obtiene su impedancia, para facilitar los cálculos, se arma el número complejo de cada impedancia.

$$R_L = R_i * L [m] * \frac{1 [km]}{1000 [m]}$$

$$X_L = X_i * L [m] * \frac{1 [km]}{1000 [m]}$$

$$Z_L = X_L + R_L$$

Siendo:

$$R_i = \text{Resistencia Eléctrica } [\Omega/km]$$

$$X_i = \text{Reactancia Eléctrica } [\Omega/km]$$

$$L = \text{Longitud del conductor } [m]$$

$$R_L = \text{Resistencia } [\Omega]$$

$$X_L = \text{Reactancia } [\Omega]$$

$$Z_L = \text{Impedancia } [\Omega]$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 337 de 404

Tablero	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Corriente Consumo [A]	Cos φ	Sección Calentamiento [mm <sup>2</sup> ]	Tipo	Conductores					
							Resistencia Eléctrica R [Ω/Km]	Reactancia X [Ω/Km]	Resistencia RL [Ω]	Reactancia XL [Ω]	Impedancia ZL [Ω]	Impedancia  ZL  [Ω]
Acometida	-	20	310,52	0,89	120,00	Tetrapolar	0,184	0,0729	0,00368	0,001458	0,00368+0,01458j	0,0039583
Tablero general	Destalonadora	10	12,66	0,9	2,50	Tripolar + N	7,98	0,09995	0,0798	0,0009995	0,0798+0,0009995j	0,0798063
		10	12,66	0,9	2,50	Tripolar + N	7,98	0,09995	0,0798	0,0009995	0,0798+0,0009995j	0,0798063
	Cinta 1	20	12,66	0,9	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,1596	0,001999	0,1596+0,001999j	0,1596125
	Trituradora 1	20	93,89	0,89	35,00	Tripolar	0,554	0,076	0,01108	0,00152	0,01108+0,00152j	0,0111838
		20	93,89	0,89	35,00	Tripolar	0,554	0,076	0,01108	0,00152	0,01108+0,00152j	0,0111838
	Cinta 2	30	2,62	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2394	0,0029985	0,2394+0,0029985j	0,2394188
	Cinta magnetica	25	0,96	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,1995	0,0024988	0,1995+0,0024988j	0,1995156
	Trituradora 2	30	51,80	0,88	16,00	Tripolar	1,21	0,0813	0,0363	0,002439	0,0363+0,002439j	0,0363818
	Chimango 1	35	0,76	0,8	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2793	0,0034983	0,2793+0,0034983j	0,2793219
	Clasificadora	35	3,84	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2793	0,0034983	0,2793+0,0034983j	0,2793219
	Chimango Recirculación	30	0,76	0,8	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2394	0,0029985	0,2394+0,0029985j	0,2394188
	Chimango Clasificadora-	40	0,76	0,8	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,3192	0,003998	0,3192+0,003998j	0,319225
	Compresor	25	3,84	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,1995	0,0024988	0,1995+0,0024988j	0,1995156
Embolsadora	45	2,62	0,87	2,50	Tripolar + N	7,98	0,09995	0,3591	0,0044978	0,3591+0,0044978j	0,3591282	

Tabla 29 Impedancia de Conductores salida de Tablero general

Tablero	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Corriente Consumo [A]	Cos φ	Sección Calentamiento [mm <sup>2</sup> ]	Tipo	Conductores					
							Resistencia Eléctrica R [Ω/Km]	Reactancia X [Ω/Km]	Resistencia RL [Ω]	Reactancia XL [Ω]	Impedancia ZL [Ω]	Impedancia  ZL  [Ω]
Tablero Iluminación	Alimentación Tablero Iluminación	15	12,86	0,9	2,5	Tetrapolar	7,98	0,0995	0,1197	0,0014925	0,1197+0,0014925j	0,1197093
	Iluminación Oficina	5	12,86	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,0399	0,0004975	0,0399+0,0004975j	0,0399031
	Iluminación baños	10	0,00	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,0798	0,000995	0,0798+0,000995j	0,0798062
	Iluminación vestidores	20	0,00	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1596	0,00199	0,1596+0,00199j	0,1596124
	Iluminación área producción R	15	16,79	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1197	0,0014925	0,1197+0,0014925j	0,1197093
	Iluminación área producción S	20	0,38	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1596	0,00199	0,1596+0,00199j	0,1596124
	Iluminación área producción T	20	0,03	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1596	0,00199	0,1596+0,00199j	0,1596124
	Iluminación maquinarias	10	0,12	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,0798	0,000995	0,0798+0,000995j	0,0798062

Tabla 30 Impedancia de conductores correspondientes a iluminación

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 338 de 404

Obtenidas las impedancias de los conductores, se debe determinar las impedancias correspondientes a cada uno de los motores de la planta. Para ello se plantea:

$$X_M = \frac{U}{\sqrt{3} * 5 * I * \cos\phi}$$

$$R_M = 0,15 * X_M$$

$$Z_M = R_M + jX_M$$

Cuyos valores se adjuntan en la siguiente tabla:

Tablero	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Corriente Consumo [A]	Cos φ	Seccion Calentamiento o [mm2]	Tipo	Motores			
							Resistencia RM [Ω]	Reactancia XM [Ω]	Impedancia ZM [Ω]	Impedancia  ZM  [Ω]
Tablero general	Destalonadora	10	12,66	0,9	2,50	Tripolar + N	0,608	4,0533	0,608+4,053333333333333j	4,098679679
		10	12,66	0,9	2,50	Tripolar + N	0,608	4,0533	0,608+4,053333333333333j	4,098679679
	Cinta 1	20	12,66	0,9	2,50	Tripolar	0,608	4,0533	0,608+4,053333333333333j	4,098679679
	Trituradora 1	20	93,89	0,89	35,00	Tripolar	0,082909091	0,5527	0,0829090909090909+0,5527272727272727j	0,558910865
		20	93,89	0,89	35,00	Tripolar	0,082909091	0,5527	0,0829090909090909+0,5527272727272727j	0,558910865
	Cinta 2	30	2,62	0,87	2,50	Tripolar	3,04	20,2667	3,04+20,26666666666667j	20,4933984
	Cinta magnetica	25	0,96	0,87	2,50	Tripolar	8,290909091	55,2727	8,29090909090909+55,27272727272727j	55,89108653
	Trituradora 2	30	51,80	0,88	16,00	Tripolar	0,152	1,0133	0,152+1,013333333333333j	1,02466992
	Chimango 1	35	0,76	0,8	2,50	Tripolar	11,4	76,0000	11,4+76j	76,85024398
	Clasificadora	35	3,84	0,87	2,50	Tripolar	2,072727273	13,8182	2,07272727272727+13,81818181818181j	13,97277163
	Chimango Recirculación	30	0,76	0,8	2,50	Tripolar	11,4	76,0000	11,4+76j	76,85024398
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40	0,76	0,8	2,50	Tripolar	11,4	76,0000	11,4+76j	76,85024398
	Compresor	25	3,84	0,87	2,50	Tripolar	2,072727273	13,8182	2,07272727272727+13,81818181818181j	13,97277163
Embolsadora	45	2,62	0,87	2,50	Tripolar + N	3,04	20,2667	3,04+20,26666666666667j	20,4933984	

Tabla 29 Impedancia de Motores

Obtenidas las impedancias referentes a la planta se deben obtener las impedancias de la red y del transformador que abastece a la planta. Para la impedancia de la red, es necesario conocer la potencia de cortocircuito de la Red, el dato brindado por ENERSA, distribuidor de energía eléctrica de la zona, es:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 339 de 404

$$S_k'' = 250 \text{ MVA}$$

Cuya impedancia se obtiene planteando:

$$|Z_{red}| = \frac{c * U^2}{S_k''} * 1000$$

$$X_{red} = \sqrt{\frac{|Z_{red}|^2}{1,01}}$$

$$R_{red} = 0,1 * X_{red}$$

$$Z_{red} = R_{red} + jX_{red}$$

Siendo:

$|Z_{red}|$ : Módulo de Impedancia de Red [ $\Omega$ ]

$c$ : Constante de Proporcionalidad  $U$

$U$ : Tensión Nominal [ $kV$ ]

$S_k''$ : Potencia de Cortocircuito [ $kVA$ ]

$R_{red}$ : Resistencia de Red [ $\Omega$ ]

$X_{red}$ : Reactancia de Red [ $\Omega$ ]

$Z_{red}$ : Impedancia de Red [ $\Omega$ ]

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 340 de 404

Cuyos resultados se ven en la siguiente tabla:

Red	Tensión U [KV]	Potencia de CC de Red S"k [KVA]	Constante c	R [Ω]	X [Ω]	Z [Ω]	Z  [Ω]
	0,4	250000	1,1	7,0051E-05	0,000700506	0,0000700506181907833+0,000700506181907833j	0,000704

Tabla 30 Impedancia de red

Para la impedancia del Transformador, se necesita conocer algunos datos de la placa, como es de difícil acceso, se busca un transformador de las mismas características en los catálogos disponibles del fabricante Czerweny.

Los datos por obtener son los correspondientes a un transformador de 250 KVA.

**IRAM 2250 / IRAM 2269 (#)**

Transformadores llenado Integral - Relación 13,2 ± 2 x 2,5% / 0,4 kV								
Potencia kVA	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Dimensiones (mm)				Masa kg
	Po	Pcc		Largo	Ancho	Alto	Trocha	
** 16*	100	500	4	1000	750	1100	600	350
25*	160	600	4	1000	750	1100	600	400
** 40*	200	900	4	1100	750	1100	600	450
63*	270	1350	4	1150	750	1100	600	550
** 80*	315	1500	4	1200	750	1100	600	600
# 100*	350	1750	4	1200	750	1150	600	650
** 125*	420	2100	4	1450	750	1150	600	700
# 160*	500	2500	4	1500	750	1250	600	800
# 200	600	3000	4	1550	850	1250	600	850
# 250	700	3500	4	1650	900	1250	700	1050
315	850	4250	4	1650	900	1300	700	1250
400	1000	5000	4	1650	950	1500	700	1450
500	1200	6000	4	1650	1050	1650	700	1750
630	1450	7250	4	1650	1050	1650	800	2000
800	1750	8750	5	1800	1050	1675	800	2400
1000	2000	10500	5	1950	1100	1700	800	3150
1250	2200	13000	5	1950	1200	1800	1000	3600

\* Se pueden proveer c/soprote para abrazaderas de sujeción a poste y para plataforma.

\*\* Modelos no contemplados en IRAM 2250.

# También se proveen como IRAM 2269 con soporte para sujeción a poste y sin ruedas.

Ilustración 293 Hoja de Datos Transformadores Czerweny

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 341 de 404

Y, las impedancias del mismo se obtienen de plantear:

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} * U}$$

$$R_T = \frac{P_{cc}}{3 * I_N^2}$$

$$Z_T = \mu_K * \frac{U^2}{P_N} * 1000$$

$$X_T = \sqrt{|Z_T|^2 - R_T^2}$$

Cuyo valor final se representa en la siguiente tabla:

Transformador	Tensión U [KV]	Potencia Nominal Pn [KVA]	Corriente Nominal In [A]	Potencia de CC Pcc [W]	Tensión de CC uk %	R [Ω]	X [Ω]	Z [Ω]	Z  [Ω]
	0,4	250	360,8439182	3500	0,04	0,00896	0,023980792	0,00896+0,023980792j	0,0256

*Ilustración 294 Impedancia de Transformador*

Por lo que se cuentan con la totalidad de datos para realizar los cálculos y verificar las secciones ante las corrientes de cortocircuito.

Las fallas tripolares se calculan a partir de la siguiente ecuación:

$$I_{K3}'' = \frac{c * U_N}{\sqrt{3} * Z_T}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 342 de 404

Siendo:

$I''k3$ : Corriente de Falla Tripolar [A]

$ZT$ : Impedancia Equivalente [ $\Omega$ ]

$c$ : Constante de Proporcionalidad

$Un$ : Tensión Nominal [V]

Se calculan fallas tripolares en los siguientes puntos:

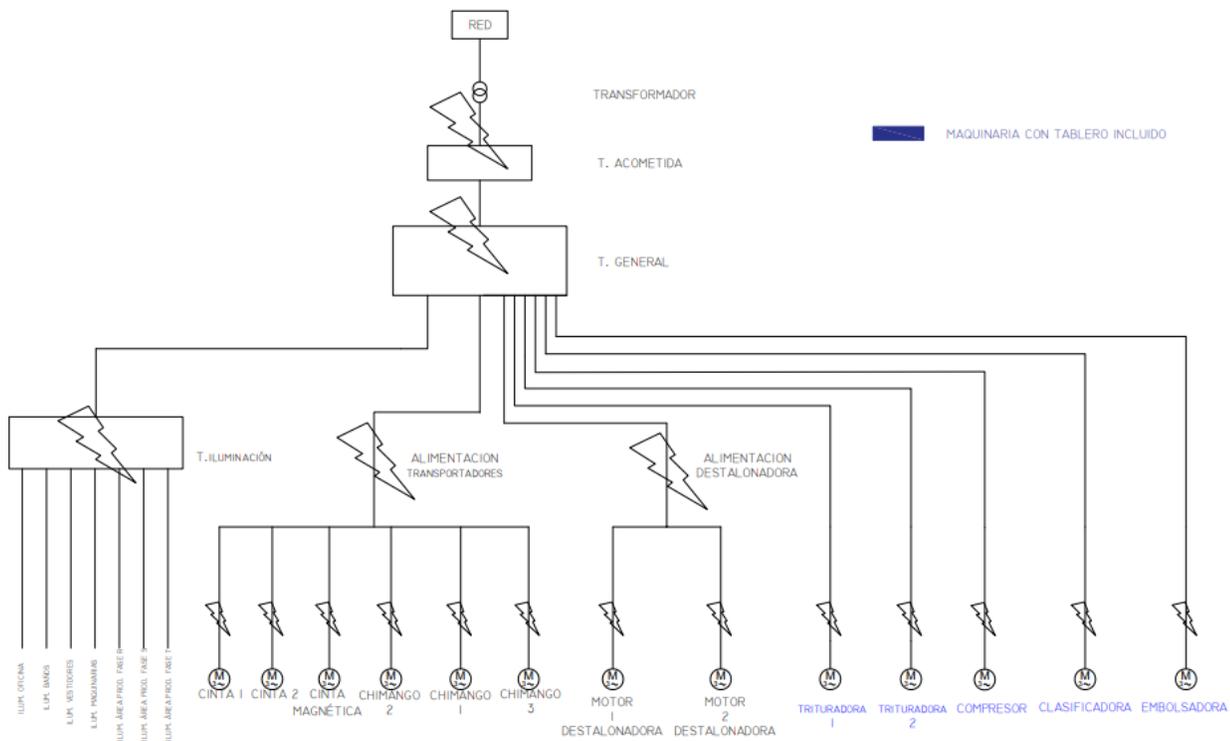


Ilustración 295 Diagrama fallas tripolares

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>343</b> de <b>404</b>

Primero se calcula  $I''k3$  teniendo en cuenta la rama serie, y luego se comprueba la condición enunciada en la norma VDE 0102 de que si el 1% de  $I''k3$  es mayor o menor a la suma de las corrientes de los motores que pueden estar funcionando simultáneamente.

- Si  $0,01 \times I''k3$  es mayor que la suma de las corrientes de los motores simultáneos, se acepta la corriente de falla calculada no necesita ser corregida, y que no se necesita agregar las cargas a la malla de cálculo.
- Si  $0,01 \times I''k3$  es menor que la suma de las corrientes de los motores simultáneos, la corriente de falla calculada necesita ser corregida, y que se necesita agregar las cargas a la malla de cálculo.

Los motores por considerar suman la siguiente intensidad:

Listado de equipos	Sub-rubro	Potencia Activa [KW]	In [A]	Potencia reactiva [KVar]	Potencia aparente [KVA]
Destalonadora	Motor de accionamiento 1	7,50 KW	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA
	Motor de accionamiento 2	7,50 KW	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA
Cinta 1	Motor de accionamiento	7,50 KW	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA
Trituradora 1	Motor de accionamiento	55,00 KW	93,89 A	29,66 KVar	61,80 KVA
	Motor de accionamiento	55,00 KW	93,89 A	29,66 KVar	61,80 KVA
Cinta 2	Motor de accionamiento	1,50 KW	2,62 A	0,89 KVar	1,72 KVA
Cinta magnetica	Motor de accionamiento	0,55 KW	0,96 A	0,33 KVar	0,63 KVA
Trituradora 2	Motor de accionamiento	30,00 KW	51,80 A	17,04 KVar	34,09 KVA
Chimango 1	Motor de accionamiento	0,40 KW	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA
Clasificadora	Motor de accionamiento	2,20 KW	3,84 A	1,31 KVar	2,53 KVA
Chimango Recirculación	Motor de accionamiento	0,40 KW	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA
Chimango Clasificadora-embolsadora	Motor de accionamiento	0,40 KW	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA
Embolsadora Big Bag	Conjunto	1,50 KW	2,62 A	0,89 KVar	1,72 KVA
Compresor	Motor	2,20 KW	3,84 A	1,31 KVar	2,53 KVA

*Ilustración 296 Características de motores a considerar*

$$\sum I_{Motores} = 293,73 A$$

Por lo que ya se cuenta con el valor para verificar el cumplimiento o no de la condición y poder así verificar los conductores.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 344 de 404

- Falla tripolar en tablero de acometida

Se calcula en primer lugar la Falla Tripolar en Tablero de Acometida, para esto se arma el circuito, sin tener en cuenta las cargas paralelas para comprobar.

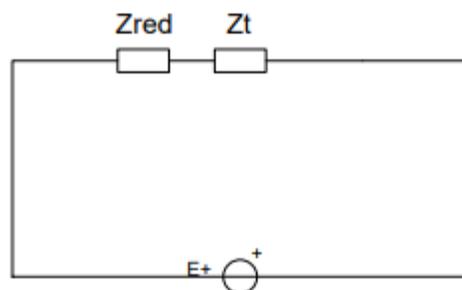


Ilustración 297 Falla tripolar en T.Acometida sin considerar malla paralela

$$Z_T = Z_{red} + Z_{trafo}$$

Tablero a analizar	Tensión U [V]	Constante c	Impedancia Equivalente ZI [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente [ZI] [Ω]	Corriente de Falla I" k3 [A]	1% de I" k3 [A]	Corriente de Motores [A]	Agregar Malla	
Tablero acometida	Falla tripolar TA sin cargas	400	1,1	0,00903005061819078+0,0246812984957577j	0,009030051	0,0246813	0,02628133	9665,953659	96,659537	293,73	Agregar malla

Tabla 31 Cálculo de corriente de falla y comprobación condición según norma VDE 0102

Como se ve en la tabla adjunta, el 1% de la corriente de falla es menor a la sumatoria de corrientes de los motores implicados por lo que, se debe considerar la malla en paralelo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 345 de 404

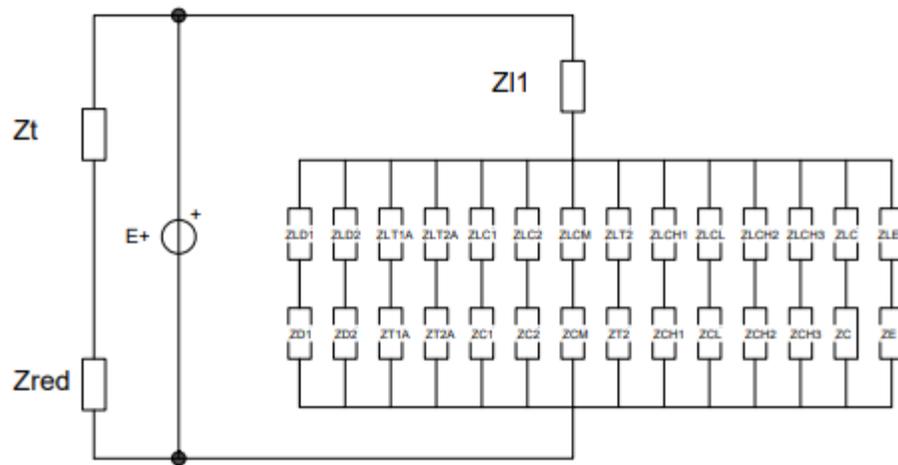


Ilustración 298 Falla tripolar en T. acometida considerando malla paralela

El circuito equivalente se resuelve a partir de la siguiente expresión:

$$Z_{eq} = Z_{L1} + \left( \sum \frac{1}{Z_{Li} + Z_{Mi}} \right)^{-1}$$

Es decir, considerando la impedancia de los motores y los conductores de alimentación a estos.

$$Z_{Teq} = \left( \frac{1}{Z_T} + \frac{1}{Z_{eq}} \right)^{-1}$$

MALLA	Impedancia Equivalente $Z_{eq}$ [ $\Omega$ ]	Impedancia Equivalente $ Z_{eq} $ [ $\Omega$ ]	Impedancia Equivalente $Z_{Teq}$ [ $\Omega$ ]	Impedancia Equivalente $ Z_{Teq} $ [ $\Omega$ ]
T. ACOMETIDA	0,0343684545225203+0,178967425727302j	0,182237565	0,00746447101126293+0,0217568092893499j	0,023001676

Tabla 32 Determinación Impedancia equivalente

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 346 de 404

Valor con el que se determinará la corriente de falla correspondiente:

Tablero a analizar		Tensión U [V]	Constante c	Impedancia Equivalente ZT [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente  ZT  [Ω]	Corriente de Falla I''k3 [A]
Tablero acometida	Falla tripolar TA con cargas	400	1,1	0,00746447101126293+0,0217568092893499j	0,007464471	0,02175681	0,023001676	11044,15711

Tabla 33 Corriente de falla en T. Acometida

Con una corriente de falla de poco más de 11 KA.

- Falla tripolar en Tablero Principal:

Se calcula en primer lugar la Falla Tripolar en Tablero Principal, para esto se arma el circuito, sin tener en cuenta las cargas paralelas para comprobar.

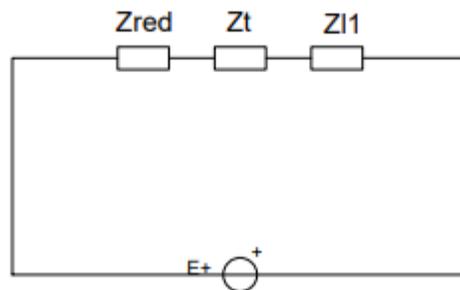


Ilustración 299 Falla tripolar en T. Principal sin considerar malla paralela

Donde se debe considerar la impedancia del conductor que alimenta a este tablero principal.

Tablero a analizar		Tensión U [V]	Constante c	Impedancia Equivalente ZT [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente  ZT  [Ω]	Corriente de Falla I''k3 [A]	1% de I''k3 [A]	Corriente de Motores [A]	Agregar Malla
Tablero Principal	Falla tripolar TP sin cargas	400	1,1	0,0127100506181908+0,0261392984957577j	0,012710051	0,0261393	0,029065586	8740,030735	87,400307	293,73	Agregar malla

Tabla 34 Cálculo de corriente de falla y comprobación condición según norma VDE 0102

Donde se puede ver, al igual que en el caso anterior, que la condición no se cumple y debe considerarse la malla de motores de la siguiente manera:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 347 de 404

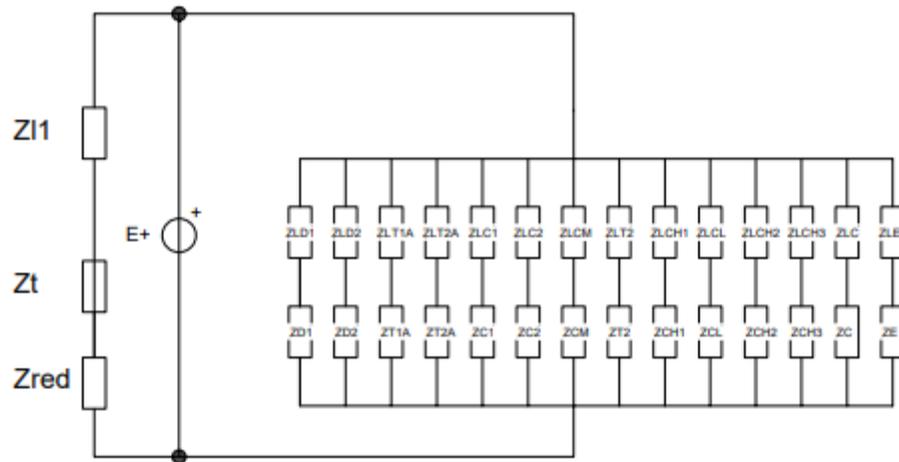


Ilustración 300 Falla tripolar en T. Principal considerando malla paralela

El circuito equivalente se resuelve a partir de la siguiente expresión:

$$Z_{eq} = Z_{L1} + \left( \sum \frac{1}{Z_{Li} + Z_{Mi}} \right)^{-1}$$

Es decir, considerando la impedancia de los motores y los conductores de alimentación a estos.

$$Z_{Teq} = \left( \frac{1}{Z_T} + \frac{1}{Z_{eq}} \right)^{-1}$$

MALLA	Impedancia Equivalente $Z_{eq}$ [ $\Omega$ ]	Impedancia Equivalente $ Z_{eq} $ [ $\Omega$ ]	Impedancia Equivalente $Z_{Teq}$ [ $\Omega$ ]	Impedancia Equivalente $ Z_{Teq} $ [ $\Omega$ ]
T. PRINCIPAL	0,0306884545225203+0,177509425727302j	0,180142659	0,0101112223100684+0,0230236256367996j	0,025146056

Tabla 35 Determinación de impedancia equivalente

Valor con el que, se determinará la corriente de falla en el tablero principal.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto		Ing. Electromecánica
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		2023
			Pág. 348 de 404

Tablero a analizar		Tensión U [V]	Constante c	Impedancia Equivalente ZT [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente  ZT  [Ω]	Corriente de Falla I''k3 [A]
Tablero Principal	Falla tripolar TP con cargas	400	1,1	0,0101112223100684+0,0230236256367996j	0,010111222	0,02302363	0,025146056	10102,34424

Tabla 36 Determinación corriente de falla en tablero principal

Por lo que circulará una corriente de poco más de 10 KA.

Después de comprobar fallas en dos puntos y comprobando las I''k3 con y sin las cargas, se puede llegar a la conclusión, de que los valores son relativamente bajos, es decir, que aguas abajo las intensidades serán menores y que, cualquier protección es capaz de despejar fallas menores a 10 [kA], por lo que no se ve necesario comprobar todas las mallas paralelas.

Sin embargo, para verificar las corrientes de cortocircuito a la que pueden ser sometidos los conductores, se calculan todas las fallas, sin tener en cuenta las cargas.

- Falla tripolar en tablero 2 de iluminación:

Sin considerar cargas se tiene

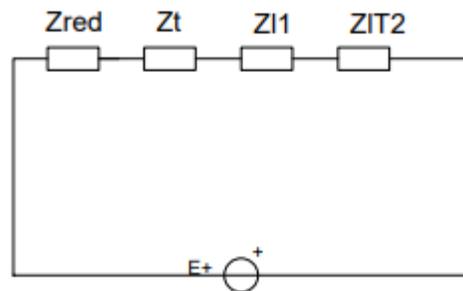


Ilustración 301 Falla tripolar en Tablero 2

Por lo que, planteando:

$$Z_T = Z_{red} + Z_{Traf} + Z_{L1} + Z_{LT2}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 349 de 404

Tablero a analizar	Tensión U [V]	Constante c	Impedancia Equivalente ZT [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente  ZT  [Ω]	Corriente de Falla I" k3 [A]	
Tablero 2	Falla Tripolar alimentación T2	400	1,1	0,132410050618191+0,0276317984957577j	0,132410051	0,0276318	0,135262477	1878,082698

Tabla 37 Corriente de falla en tablero 2

Se tiene la siguiente corriente de falla

Donde se puede ver una corriente de cortocircuito soportable por prácticamente cualquier protección que se seleccione.

- Falla tripolar en cargas puntuales:

Se tiene que:

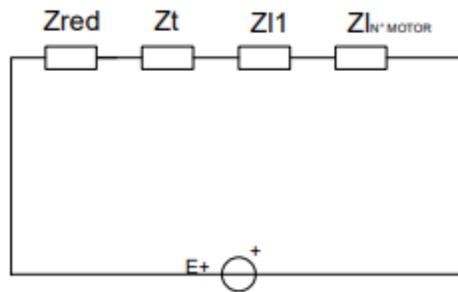


Ilustración 302 Malla de impedancias en cargas puntuales

Y el planteo será:

$$Z_{Tcarga} = Z_{red} + Z_{Traf} + Z_{L1} + Z_{Lmotor}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 350 de 404

Tablero a analizar		Tensión U [V]	Constante c	Impedancia Equivalente ZT [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente  ZT  [Ω]	Corriente de Falla I" k3 [A]
Destalonadora	Falla tripolar	400	1,1	0,0217700506181908+0,0262383984957577j	0,021770051	0,0262384	0,034093821	7451,030944
	Motor 1	400	1,1	0,101570050618191+0,0272378984957577j	0,101570051	0,0272379	0,105158824	2415,718514
	Motor 2	400	1,1	0,101570050618191+0,0272378984957577j	0,101570051	0,0272379	0,105158824	2415,718514
Trituradoras	Trituradora 1	400	1,1	0,0348700506181908+0,0291792984957577j	0,034870051	0,0291793	0,045468141	5587,079439
	Trituradora 2	400	1,1	0,0490100506181908+0,0285782984957577j	0,049010051	0,0285783	0,056733625	4477,664144
Transportadores	Falla tripolar Alimentacion Gral.	400	1,1	0,0217700506181908+0,0262383984957577j	0,021770051	0,0262384	0,034093821	7451,030944
	Cinta Transp. 1	400	1,1	0,181370050618191+0,0282373984957577j	0,181370051	0,0282374	0,183555022	1383,967141
	Cinta Transp. 2	400	1,1	0,261170050618191+0,0292368984957577j	0,261170051	0,0292369	0,26280143	966,6390267
	Cinta Magnética	400	1,1	0,221270050618191+0,0287371484957577j	0,221270051	0,02873715	0,223128346	1138,511186
	Chimango 2	400	1,1	0,261170050618191+0,0292368984957577j	0,261170051	0,0292369	0,26280143	966,6390267
	Chimango 1	400	1,1	0,301070050618191+0,0297366484957577j	0,301070051	0,02973665	0,302535029	839,6849762
	Chimango 3	400	1,1	0,340970050618191+0,0302363984957577j	0,340970051	0,0302364	0,342308071	742,1213236
Maquinaria General	Compresor	400	1,1	0,212210050618191+0,0286380484957577j	0,212210051	0,02863805	0,214133705	1186,334113
	Clasificadora	400	1,1	0,292010050618191+0,0296375484957577j	0,292010051	0,02963755	0,293510228	865,5034619
	Embolsadora	400	1,1	0,371810050618191+0,0306370484957577j	0,371810051	0,03063705	0,373070158	680,9285419

Tabla 38 Fallas tripolares en cargas puntuales

Por lo que ya se cuentan con la información necesaria para determinar si los conductores serán capaces de soportar estas intensidades hasta el momento en que las protecciones seleccionadas actúen.

Cuyos valores deberán ser utilizados para determinar la sección de los conductores de alimentación a cada una de ellas.

#### Verificación de la sección de los conductores ante corrientes de cortocircuito:

Para verificar si el conductor soporta la corriente de corto se utiliza la siguiente ecuación

$$I_{CC} = k * \frac{S}{\sqrt{t}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 351 de 404

Siendo:

$I_{CC}$ : Corriente de Cortocircuito [A]

$S$ : Sección del Conductor [mm<sup>2</sup>]

$t$ : Tiempo [s]

$k$ : Constante que depende del Aislante y Material del Conductor [A/(mm<sup>2</sup>)]

Como la mayoría de las protecciones actúa a los 10 [ms] por lo que:

$$t = 0,01 \text{ s}$$

Según los fabricantes de los conductores seleccionados, a través de su catálogo, para un conductor de cobre y aislante de PVC, la constante es:

$$k = 115 \left[ \frac{A}{\text{mm}^2} \right]$$

Por lo que:

$$I_{CC} = 115 * \frac{S}{\sqrt{0,01}}$$

Que será la corriente de cortocircuito que soportará cada conductor durante el transcurso de tiempo hasta que actúe la correspondiente protección.

En la siguiente tabla, se logra visualizar que todas las secciones de conductores serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito hasta que actúe cada protección.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 352 de 404

Falla Tripolar	Corriente de Falla I <sup>"k3</sup> [A]	Seccion Nominal [mm <sup>2</sup> ]	Intensidad de CC Admisible t=0,01 [s]	Seccion Nominal Corregida [mm <sup>2</sup> ]
Tablero Principal c/cargas	10102,34	120,00	138000,00	No es necesario corregir
Tablero Iluminación	1878,08	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Motor 1 Destalonadora	2415,72	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Motor 2 Destalonadora	2415,72	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Trituradora 1	5587,08	35,00	40250,00	No es necesario corregir
Trituradora 2	4477,66	16,00	18400,00	No es necesario corregir
Cinta Transp. 1	1383,97	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Cinta Transp. 2	966,64	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Cinta Magnética	1138,51	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Chimango 2	966,64	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Chimango 1	839,68	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Chimango 3	742,12	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Compresor	1186,33	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Clasificadora	865,50	2,50	2875,00	No es necesario corregir
Embolsadora	680,93	2,50	2875,00	No es necesario corregir

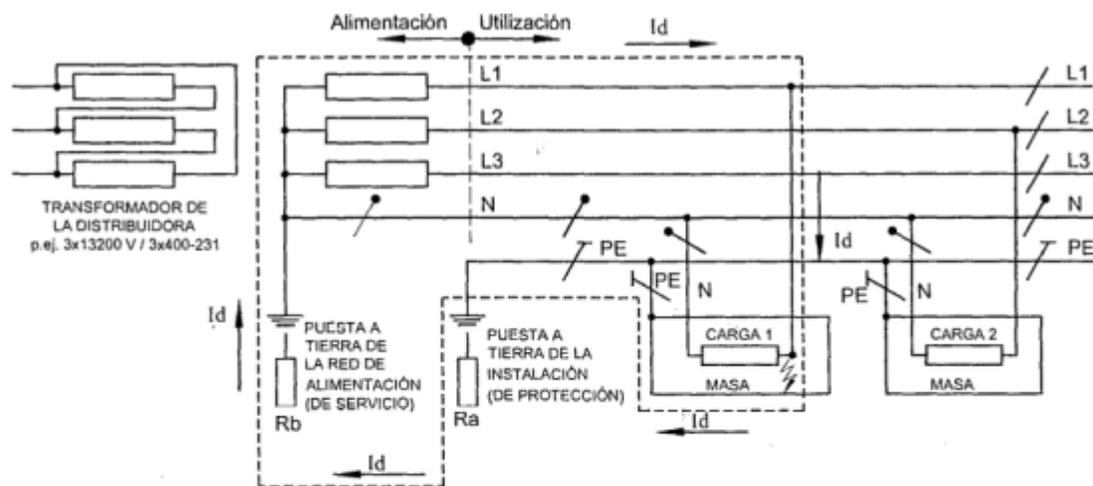
Tabla 39 Verificación de secciones ante las corrientes de cortocircuito durante 10 ms

Por lo que se puede comprobar que los conductores soportarán estas intensidades de cortocircuitos hasta que transcurra el tiempo en el que actúen las protecciones.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		<b>Pág. 353 de 404</b>

### Determinación de Puesta a tierra:

Se adopta un esquema de puesta a tierra TT. Para estos, se utilizan las recomendaciones de la AEA 90363-7-771 del 2006 para realizar los cálculos y conexiones.



**Carga 1; carga 2:** Diferentes cargas o consumos dentro del mismo inmueble.

**PE:** Conductor de protección de la instalación consumidora del inmueble, conectado a la puesta a tierra de protección, independiente de la puesta a tierra de servicio de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

**Id:** Intensidad de corriente de defecto o de falla, en este ejemplo entre la fase L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el suelo o tierra.

**Ra:** Resistencia de la puesta a tierra de protección de la instalación consumidora.

**Rb:** Resistencia de la puesta a tierra de servicio de la red de alimentación.

**Figura 771.3.A - Esquema TT**

**Neutro de la alimentación a (T)ierra – Masas de la instalación de utilización a una (T)ierra independiente**

*Ilustración 303 Esquema T-T Según AEA*

La puesta a tierra de la instalación se realiza a través de jabalinas, que se calculan, se instalan en cercanías del tablero principal, y se conectan a este mediante un conductor separado que se determina a partir de:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 354 de 404

Tabla 771.18.III - Sección nominal mínima de los conductores de puesta a tierra y de protección

Sección nominal de los conductores de línea (fase) de la instalación "S" [ mm <sup>2</sup> ]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S <sub>PE</sub> " [ mm <sup>2</sup> ] y del conductor de puesta a tierra "S <sub>PAT</sub> " [ mm <sup>2</sup> ]
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S / 2

Ilustración 304 Determinación de sección nominal de conductor de puesta a tierra

En el caso de las luminarias, en el tablero 2 correspondiente, se planteará una protección diferencial. Esta norma indica que todos los esquemas TT deben tener una protección diferencial de sensibilidad alta (30 [mA]), que detecte las fugas de corriente por el conductor de puesta a tierra. Para lograr una protección correcta hacia las personas, se toma que el máximo valor de resistencia de la puesta a tierra de la instalación sea  $R_a = 40 [\Omega]$ .

Otro valor por considerar es la resistencia específica del terreno, teniendo en cuenta el tipo de suelo del lugar de emplazamiento y de la zona del litoral, se obtiene el valor de la siguiente tabla:

Tipo de suelo	Condiciones climáticas			
	A Precipitaciones normales y abundantes (más de 500 mm por año)		B Precipitaciones escasas y condiciones desérticas (menos de 500 mm por año)	C Aguas subterráneas salinas
	Valor más probable $\Omega m$	Gama de valores medidos $\Omega m$	Gama de valores medidos $\Omega m$	Gama de valores medidos $\Omega m$
Aluvial y arcillas livianas	5	*	*	1 a 5
Arcillas (excluy. al aluvial)	10	5 a 20	10 a 100	3 a 10
Greda	20	10 a 20	50 a 300	3 a 10
Tierra calcárea porosa (por ejemplo greda)	50	30 a 100	50 a 300	3 a 10
Arenisca porosa	100	30 a 300	> 1000	10 a 30
Cuarzos y piedra caliza compacta y cristalina	300	100 a 1000	> 1000	30 a 100
Pizarras arcillosas y esquistos pizarrosos	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Granito	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Pizarras rajadizas, rocas ígneas	2000	> 1000	>1000	30 a 100

Ilustración 305 Resistividad de los tipos de suelos

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 355 de 404

Tomando un valor de:  $\rho = 20 \Omega m$ .

En función de la tabla 771.18.III, la sección adecuada para cada una de las maquinas es:

Descripción	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Corriente Consumo [A]	Seccion Calentamiento [mm <sup>2</sup> ]	Resistencia RL [Ω]	Seccion Puesta a Tierra [mm <sup>2</sup> ]
<b>Tablero Acometida</b>	Alimentacion	53	143,11	120	0,004	n/c
<b>Puesta a Tierra</b>	Puesta a Tierra	6	n/c	n/c	n/c	70
<b>Tablero general</b>	Destalonadora	10	6,06	2,5	0,080	2,5
		10	13,28	2,5	0,080	2,5
	Trituradora 1	20	6,06	35	0,011	16
		20	13,28	35	0,011	16
	Cinta 1	20	6,06	2,5	0,160	2,5
	Cinta 2	30	6,06	2,5	0,239	2,5
	Cinta magnetica	25	21,38	2,5	0,200	2,5
	Trituradora 2	30	13,28	16	0,036	16
	Chimango 1	35	16,61	2,5	0,279	2,5
	Clasificadora	35	3,35	2,5	0,279	2,5
	Chimango Recirculación	30	2,42	2,5	0,239	2,5
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40	2,74	2,5	0,319	2,5
	Compresor	25	34,16	2,5	0,200	2,5
Embolsadora	45	20,10	2,5	0,359	2,5	
<b>Tablero 2</b>	Iluminación	15	0,69	2,5	0,120	n/c

Ilustración 306 Secciones de Puesta a tierra

La resistencia del conductor de puesta es:

$$L_t = 6 m$$

$$R_{70mm^2} = 0,326 \frac{\Omega}{km}$$

$$R_{LT} = R_{70mm^2} * L_t * \frac{1 km}{1000 m} = 0,326 \frac{\Omega}{km} * 6 m * 0,326 \frac{\Omega}{km} = 0,001956 \Omega$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 356 de 404

Para conocer la cantidad de jabalinas que se necesita colocar se plantea una fuga a tierra en el Tablero Principal, y se conforma una malla con las impedancias intervinientes en la descarga y que van a encargarse de limitar la corriente que circula. Las impedancias que intervienen son:

- Resistencia Puesta a Tierra de la Instalación, como ya se menciona más arriba el valor debe ser de máximo  $R_a = 40 [\Omega]$
- Resistencia Puesta a Tierra de la Red, es la resistencia de la puesta a tierra del transformador, que por Norma AEA,  $R_b = 2 [\Omega]$
- Resistencia de Línea, es la resistencia del conductor desde el Tablero de Acometida, hasta el Tablero Principal,  $R_{L1} = 0,00368 [\Omega]$
- Resistencia del Conductor de Puesta a Tierra de la Instalación  $R_{LT} = 0,001956 [\Omega]$

Además, se debe considerar la tensión entre fases de  $U = 230 V$ . Con lo que se tienen todos los datos para determinar la corriente de fuga  $I_d$

$$I_d = \frac{U}{R_a + R_b + R_{L1} + R_{LT}} = \frac{230 V}{40 \Omega + 2 \Omega + 0,00368 \Omega + 0,001956 \Omega} = 5,48 A$$

Siendo la máxima tensión de contacto de  $U_H = 24 V$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 357 de 404

Se plantea una jabalina de  $\frac{3}{4}$ " y 3 metros de longitud. Para determinar la cantidad se siguen los lineamientos AEA:

**771-C.10.1: Jabalinas enterradas verticalmente**

Para este tipo de electrodo se definen dos parámetros: el diámetro y su longitud. La fórmula que permite calcular la resistencia para este tipo de electrodo es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{8L}{d} - 1 \right)$$

donde:

$L$  es la longitud de la jabalina enterrada,

$d$  es el diámetro de la jabalina y

$\rho$  es la resistividad del terreno.

Esta expresión puede emplearse en forma simplificada de la siguiente forma:

$$R \approx 0,75 \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 25 \leq \frac{L}{d} \leq 100 \quad \text{aplicables por ejemplo a jabalinas de 16 mm x 1500 mm o 19 mm x 1500 mm}$$

$$R \approx \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 100 < \frac{L}{d} \leq 600 \quad \text{aplicables por ejemplo a jabalinas de 16 mm x 2000 mm o 19 mm x 2000 mm}$$

$$R \approx 1,2 \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 600 < \frac{L}{d} \leq 3000$$

*Ilustración 307 Determinación de resistencia PAT*

$$\frac{L_j}{D_j} = \frac{3 \text{ m}}{19,05 \text{ mm}} * \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} = 157,5 \rightarrow R \cong \frac{\rho}{L_j}$$

Siendo  $\rho = 20 \Omega m$

La resistencia de puesta a tierra de la jabalina será:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left( \ln \frac{8 \cdot L}{d} - 1 \right) = \frac{20 \Omega m}{2 \cdot \pi \cdot 3 \text{ m}} \cdot \left( \ln \left( \frac{8 \cdot 3 \text{ m}}{0,01905 \text{ m}} \right) - 1 \right) = 6.5134$$

Este valor cumple con los 40 ohm máximos exigidos, además se encuentra por debajo del recomendable de 10 ohm que garantiza que en ninguna condición climática o de humedad del suelo se llegue a valores iguales o superiores de los 40 ohm. Mencionado esto, no se precisa la utilización de jabalinas en paralelo.

**Protecciones:**

Las protecciones deberán tener en cuenta diferentes requisitos

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 358 de 404

- Corriente Nominal: cada protección no deberá abrir a corrientes nominales de las cargas.

- Corrientes Máximas de Conductores: es importante que las protecciones protejan la integridad de los conductores.

- Corriente de Cortocircuito: es el principal objetivo de las protecciones, se deben seleccionar de manera que sean capaces de abrir ante un cortocircuito en cualquier sector de la instalación.

- Selectividad: se debe intentar elegir protecciones de manera que la selectividad sea total o al menos parcial.

Las selecciones se hacen con ayuda del Software eDesing de Schneider Electric, que permite el armado de tableros.

También con la ayuda del software Electrical Calculation Tool de Schneider Electric, que permite la comparación de curvas de disparo de cada protección, para comprobar la selectividad del sistema.

En primer lugar, se debe seleccionar la protección para el tablero de acometida, cuyos datos son:

$$I_{requerida} = 310,52 A$$

$$I_{cortocircuito} = 11044,16 A$$

Por lo que se selecciona:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 359 de 404

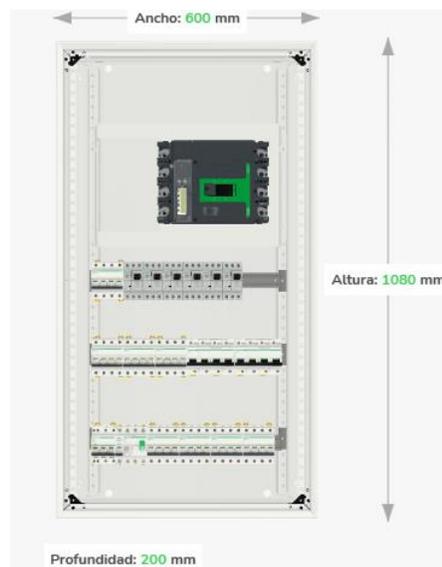
- Seccionador fusible FuPact ISFT400 - 400 A Din Nh02 3 P

Tablero Principal:



*Ilustración 308 Seccionador Fusible FuPact ISFT400*

Se selecciona el tablero Armario PrismaSeT G IP30, 21 módulos, ancho 600mm y una altura de 1080 mm.



*Ilustración 309 Tablero Armario PrismaSeT G 21 Módulos*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 360 de 404

En este caso, no se logran ver los contactores ya que estos no se encuentran disponibles en el software.

En este tablero se realizan las principales maniobras de la planta, al ingreso de este se coloca un interruptor termomagnético general, con los siguientes datos:

- Interruptor automático ComPacT NSX400F 36kA DCPV 4P 320A TMD



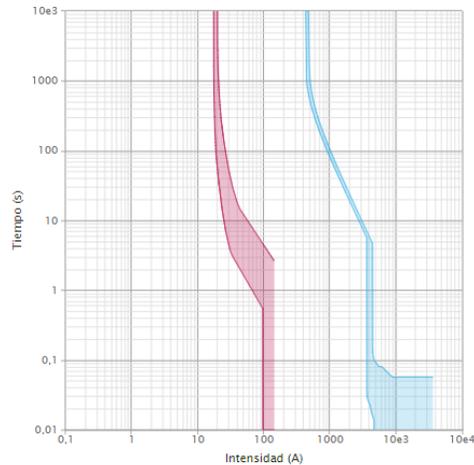
*Ilustración 310 Interruptor automático ComPacT NSX400F*

A su vez se tiene la alimentación al tablero 2 de iluminación, como sus cargas son de iluminación y toma corrientes, este llevará protección diferencial por fugas de corriente, para protección humana y un magnetotérmico.

- Interruptor diferencial; Acti9 iID; 4P; 25A; 30mA AC
- Magnetotérmico, Acti9 iC40N, 3P+N, 16 A, C curva, 6000 A, 10 kA

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 361 de 404

Se comparan las curvas de disparo de los dos interruptores.



*Ilustración 317 Grafica de Operación I-T*

Comprobar selectividad	
<b>Aguas arriba</b>	
NSX400F Micrologic 2.3 - 400 A	
<b>Aguas abajo</b>	
iC40N C - 16 A	Selectividad total

*Ilustración 318 Selectividad entre Componentes*

Donde se observa una selectividad total entre estos.

Luego se tienen cada una de las protecciones para cada conductor de iluminación.

Estas son:

- 3X Magnetotérmico, Acti9 iC40F, 1P+N, 2 A, C curva, 6000 A , 6 kA
- 3 X Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC40F; 1P+N; 6 A; curva C; 6000 A/6 kA
- Acti9 iC40F - Interruptor magnetotérmico - 1P+N - 10A - Curva C - 6kA

Cuya selectividad total se comprueba.

También se tiene la alimentación general a los transportadores mediante:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 362 de 404

- Int. Termomagnético IC60L 4X20 A Curva C

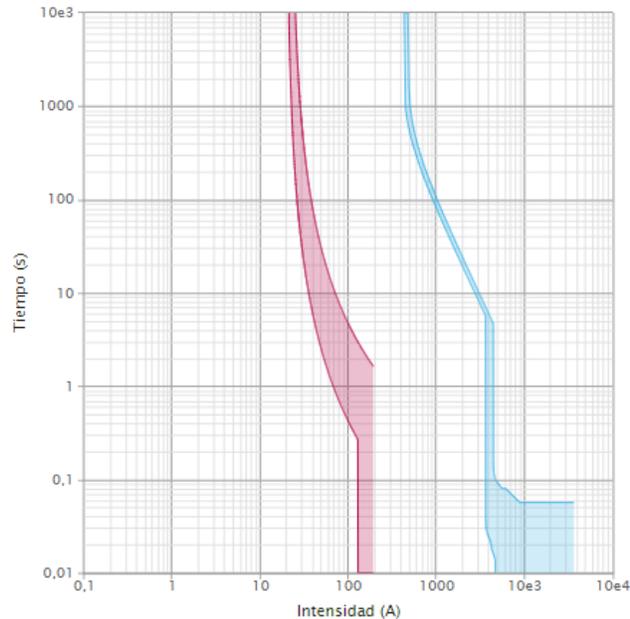


Ilustración 312 Grafica de Operación I-T

Comprobar selectividad	
<b>Agua arriba</b>	NSX400F Micrologic 2.3 - 400 A
<b>Agua abajo</b>	iC60L C - 20 A
	Selectividad total

Ilustración 311 Comprobación de Selectividad

Donde se observa una selectividad total.

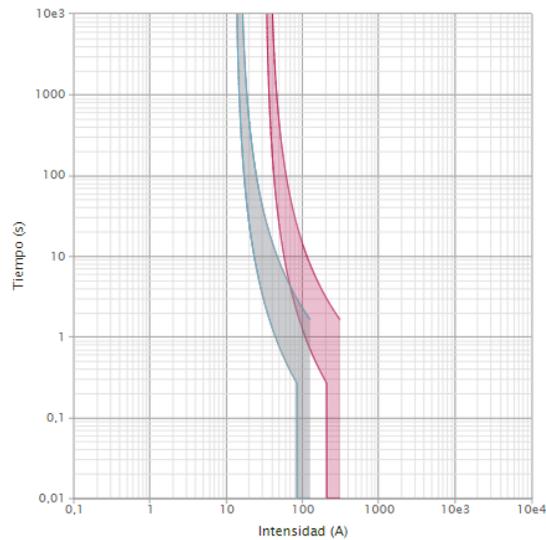
Luego de esta, se utilizarán los correspondientes guardamotores que alimentarán a cada uno de los motores.

La alimentación a la destalonadora tendrá un interruptor general para esta y luego la alimentación a cada una de las ramas de motorización.

- Int. Termomagnético IC60L 4x32A Curva C

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 363 de 404

- 2 x Int. Termomagnético IC60L 4X13 A Curva C



*Ilustración 313 Grafica de Operación I-T*

Entre las que se obtiene una selectividad parcial limitada a los 260 A.

La alimentación a la trituradora N°1, si bien cuenta con su tablero de accionamiento y protección incluido, debe protegerse debido a que este tablero se encuentra a pie de máquina y se debe proteger al conductor, para ello se selecciona:

- Interruptor termomagnético Acti9 C120N 4P 100A curva C

Para cada una de las ramas de motorización. La selectividad con la protección general es total como se puede ver en la siguiente gráfica.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 364 de 404

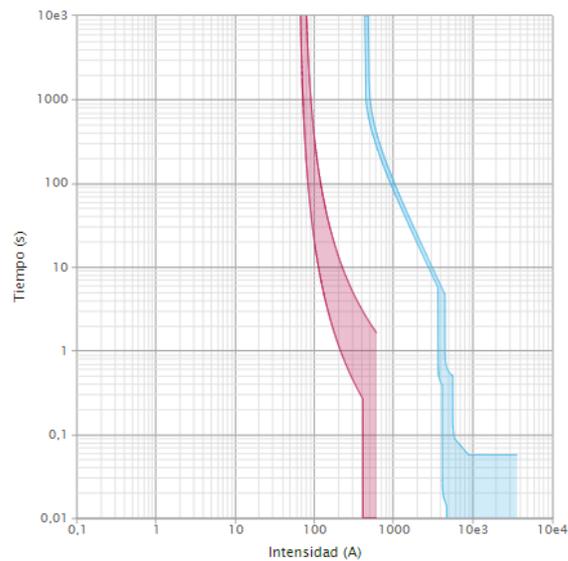


Ilustración 314 Grafica Operación I-T Protección conductor de alimentación a trituradora ZQR1400

Al igual que en la primer máquina trituradora, la segunda trituradora cuenta con su propio tablero en pie de maquina por lo que se debe proteger el conductor que alimenta a este. Por ello, se selecciona:

- Int. Termomagnético IC60L 4X63 A Curva C

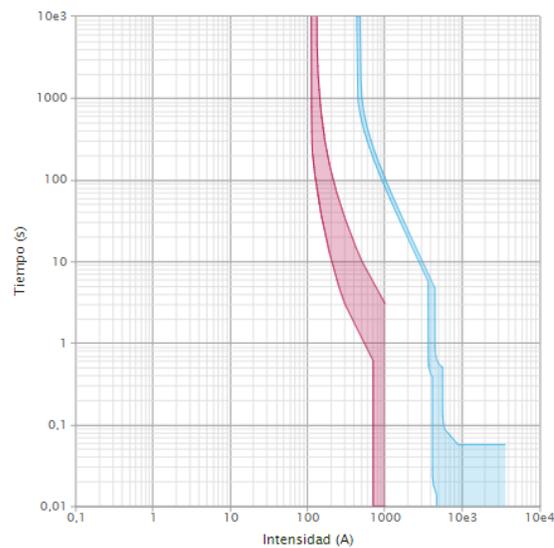


Ilustración 315 Gráfica de operación I-T

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 365 de 404

Cuya selectividad con la protección general es total.

A su vez, para las restantes maquinarias como la clasificadora, el compresor y la embolsadora, se plantean las siguientes protecciones:

- Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 3A curva C, para el compresor.
- Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 3A curva C, para la clasificadora.
- Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 2A curva C, para la embolsadora.

Teniendo selectividad total individual de cada una de ellas con la protección general.

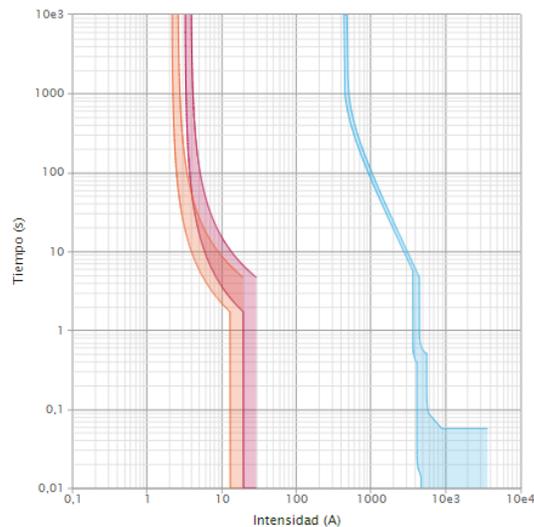


Ilustración 324 Gráfica de Operación I-T

Comprobar selectividad	
<b>Aguas arriba</b>	
NSX400F Micrologic 7.3 E - 400 A	
<b>Aguas abajo</b>	
iC60N C - 3 A	Selectividad total
iC60N C - 2 A	Selectividad total

Ilustración 325 Comprobación de Selectividad

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 366 de 404

De esta manera, el diagrama unifilar general queda compuesto de la siguiente manera:

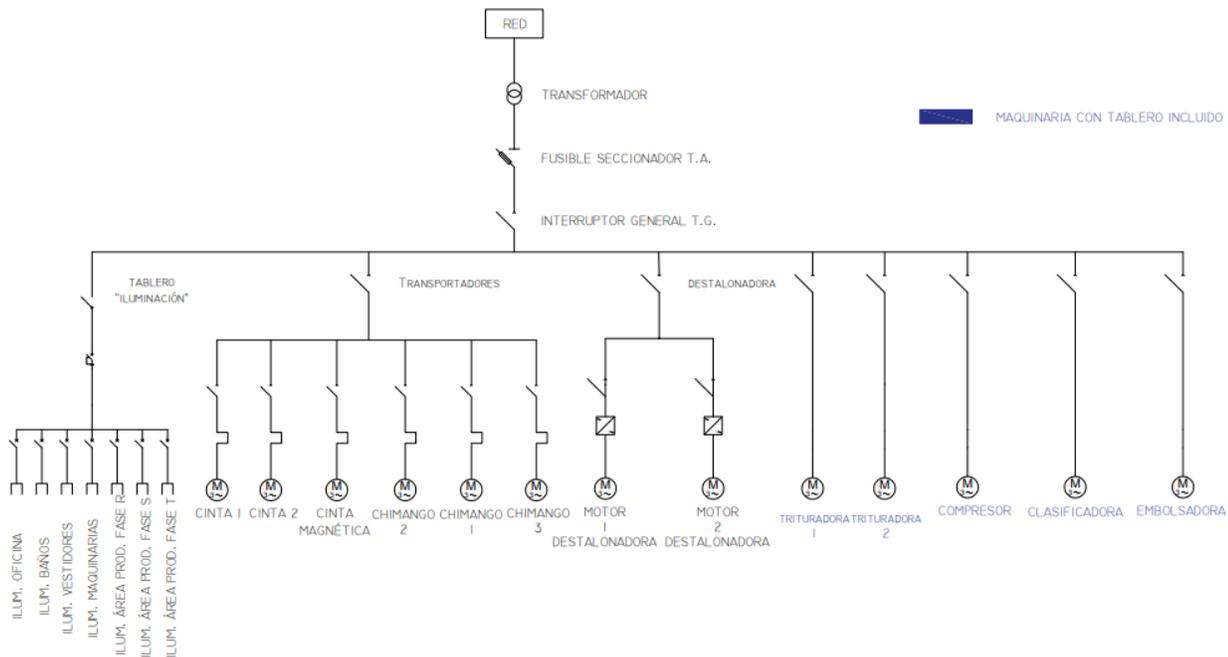


Ilustración 316 Diagrama Unifilar de la Planta

Específicamente, el motor correspondiente a la cinta 1 será arrancado mediante un arranque estrella triángulo para atenuar los picos de corriente que se presentan al momento del arranque. Para ello, se necesitan:

- 3x Contactor; 1x Temporizador
- 1x Relé Térmico (Guardamotor Seleccionado en Protecciones)
- 1x Pulsador N.O.; 1x Pulsador N.C.; 2 x Luz Piloto

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 367 de 404	

El esquema de potencia y auxiliar para este arranque es el siguiente:

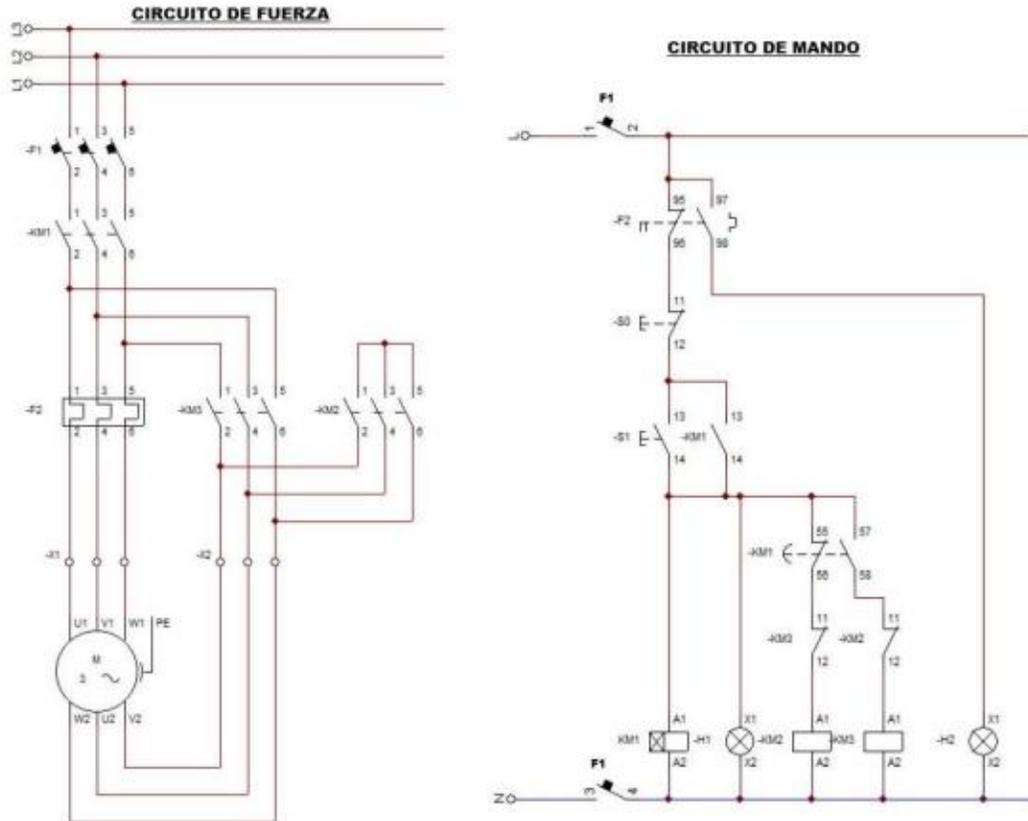


Ilustración 317 Diagrama de fuerza y mando - Arranque estrella-triángulo Motor Cinta 1

Aquellos motores pequeños como los de los chimangos, la cinta N° 2 y la cinta magnética serán mediante arranque directo ya que los picos de corriente no afectarán de manera considerable en el sistema de alimentación. Para ello, se necesita:

- 1x Contactor
- 1x Relé Térmico (Guardamotor Seleccionado en Protecciones)
- 1x Pulsador N.O.;
- 1x Pulsador N.C.;
- 2x Luz Piloto

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 368 de 404

El esquema de potencia y auxiliar para este arranque es el siguiente:

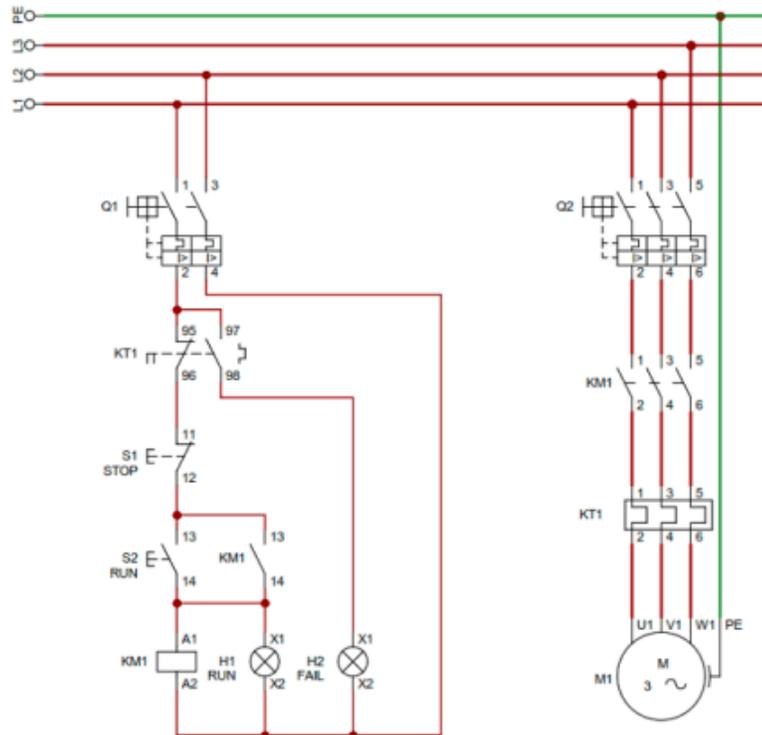


Ilustración 318 Diagrama de Fuerza y Mando - Arranque directo

Con lo que ya se tiene desarrollado el dimensionamiento eléctrico general de la planta.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 369 de 404

### Red de abastecimiento neumática:

El consumo neumático se hace presente en esta planta y lo hace, más precisamente, en dos procesos muy importantes: en el posicionamiento del neumático en la maquina Destalonadora y en el embolsado del producto final. Como se ha mencionado en el correspondiente apartado, en el centrado del neumático en la maquina Destalonadora se utiliza para comandar, mediante una válvula, a un cilindro de doble efecto que empujará a la cubierta hasta la posición deseada, además, se debe alimentar al cilindro neumático que comanda al elevador tijera. En cambio, en la embolsadora, se utiliza para alimentar un tope que, al inflarse, impide la pérdida de material al momento de cargar el bolsón big bag.

Con los consumos definidos, el primer punto a considerar es el de cómo se va a generar ese aire comprimido y bajo que medios. Siendo los consumos:

Consumo neumático				
Consumo	Q [Litros/min]	Presión [bar]	Simultaneidad	Consumo simultaneo [litros/min]
Embolsadora	20	6	0,8	15,8
Elevador tijera	5	7	0,45	
Cilindro Centrador	2,95	5	0,45	

*Tabla 40 Consumos neumáticos*

Este aire comprimido se generará mediante un compresor que es el elemento encargado de tomar el aire exterior que está a presión atmosférica para elevarla según las necesidades de consumo o de uso a que se destine este aire comprimido.

Según el principio de la termodinámica que se emplee, hay dos grandes familias de compresores de aire:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 370 de 404

- Compresores de desplazamiento positivo, donde el aire se confina en un volumen interior de la máquina que posteriormente se reduce de dimensión por el desplazamiento de alguna de sus paredes, con el consiguiente aumento de la presión del aire retenido en su interior. Este tipo de compresores ofrecen caudales de aire no demasiado altos, pero permiten obtener relaciones de presión más elevados.

- Compresores dinámicos o turbocompresores, en este caso, los responsables de elevar la presión del aire son unos álabes que giran a gran velocidad, y que transmiten esta velocidad al aire que toman del exterior. Posteriormente este aire pasa a otra cámara o difusor donde el aire baja bruscamente su velocidad, transformándose toda la energía cinética adquirida en presión estática. Este tipo de compresores son capaces de proporcionar mucho caudal de aire, aunque a presiones más moderadas que el tipo anterior.

Por esto mencionado y, con las características del proyecto, es que se selecciona a la familia de los compresores de desplazamiento positivo. Dentro de esta familia se encuentra una gran variedad de compresores del que se seleccionará uno mediante dos datos básicos como punto de partida a la hora de iniciar su selección:

- Consumo o caudal de aire
- Presión máxima de trabajo

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 371 de 404

Con ellos, se procede, mediante el empleo de nomogramas y/o tablas, a la selección del tipo de compresor de la siguiente manera:

### Diagrama de Caudal

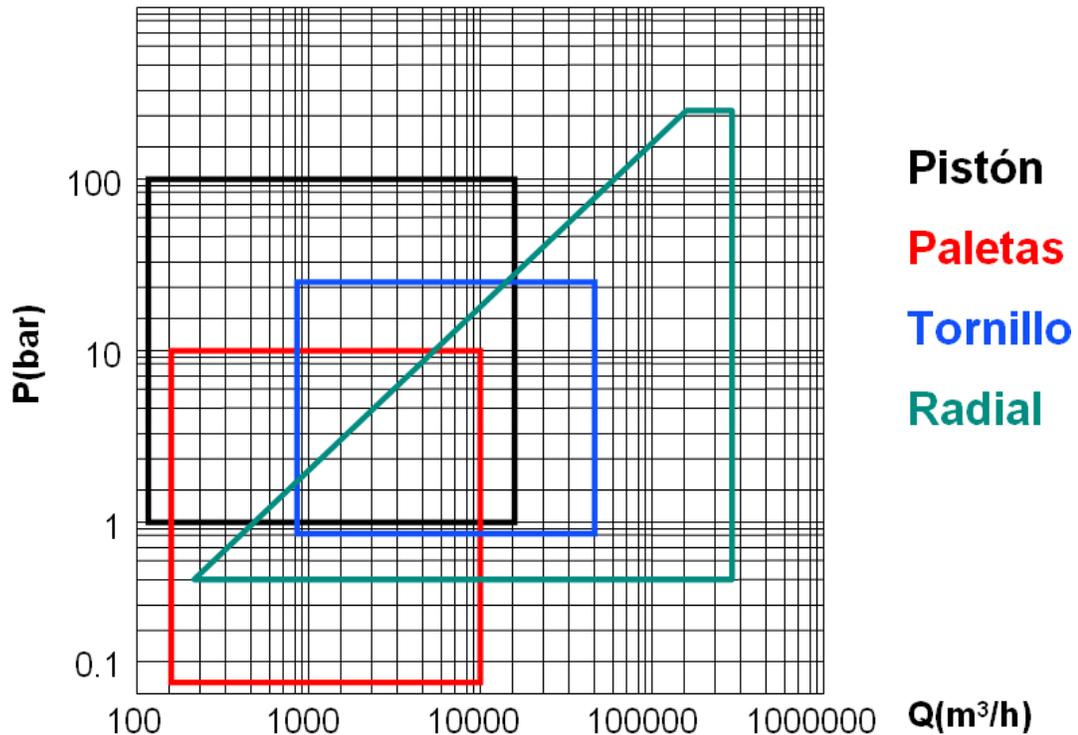


Tabla 41 Diagrama de Caudal-Presión para determinar tipo de compresor

En donde se obtiene el tipo de compresor recomendado. Para el presente caso se debería considerar un compresor a pistón o uno de tornillo ya que los requerimientos de presión y caudal ubican al punto en esas zonas de la gráfica. Sin embargo, se debe considerar que, si bien los compresores a pistón suelen ser más económicos, estos pueden llegar a generar un aire comprimido con mayor cantidad de aceite arrastrado debido a su funcionamiento y que genera considerables emisiones sonoras y de vibraciones que, al instalarse en un recinto dentro del galpón, afectaría a las personas presentes. Además, se

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 372 de 404

debería considerar la implementación de un tanque pulmón (si es que no lo tiene) y de la correspondiente unidad de secado.

En función de los requerimientos de caudal y presión entregada, dimensiones, emisiones y complementos añadidos es que se selecciona un compresor a tornillo de la marca KAESER modelo SX-3, con una presión de servicio de 7.5 kg/cm<sup>2</sup> y un caudal nominal de 0,34 Nm<sup>3</sup>/min. Esta “estación de aire comprimido” se encuentra formada por un compresor a tornillo, secador de aire y tanque de almacenamiento de aire comprimido y que, en su totalidad, no ocupa más de un metro cuadrado. Las características de este son:

- Presión de servicio: bar [7,5]
- Caudal instalación completa a presión: m<sup>3</sup>/min [0,34]
- Presión máx.: bar [8]
- Potencia nominal del motor: HP 3
- Secador ABT 4
- Capacidad del tanque: litros 200
- Dimensiones An x Pr x Al: mm 590 x 1090 x 1560
- Conexión de aire comprimido G 3/4
- Nivel de presión sonora: dB(A) 59

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 373 de 404

- Peso: kg 285



*Ilustración 319 Unidad Compresora KAESER SX3*

El tanque pulmón con el que viene incluido el equipo tiene la función de reducir el número de arranques del compresor para hacer frente a la demanda de aire comprimido cada vez que se produzca. Este viene equipado con manómetro de medida de la presión interior, válvula de seguridad y válvula de desagüe o grifo de purga en la parte inferior del depósito. El volumen del tanque vendrá determinado por la capacidad del compresor, el sistema de regulación que se disponga y del modelo de consumo que va a seguir la instalación, es decir, si se tiene un consumo regular o por el contrario va a ser irregular con largos periodos de consumo moderado y periodos cortos con picos de elevado consumo.

Para el cálculo del Volumen (V) del depósito de acumulación es habitual el empleo de la siguiente expresión que relaciona las condiciones de funcionamiento del compresor con el consumo de aire de la instalación:

$$T = \frac{V * (P_1 - P_2)}{C * P_{atm}}$$

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 374 de 404

Siendo:

- T es el tiempo en minutos que transcurre entre arranques consecutivos del compresor, es decir, el tiempo que transcurre entre pasar de la presión máxima en el depósito (P1) a la presión mínima (P2) de tarado que produce el arranque del compresor
- P1 - P2 es la diferencia de presiones máxima y mínima alcanzada en el interior del depósito
- C es el consumo de aire en condiciones normales (CN) de la instalación (m3/minuto)
- Patm es la presión atmosférica.

Por ello, si se busca que el compresor se accione cada media hora, se tiene que:

$$V = \frac{T * C * P_{atm}}{(P_1 - P_2)} = \frac{30 \text{ min} * 0,022 \frac{m^3}{\text{min}} * 1,013 \text{ bar}}{(7,5 \text{ bar} - 6 \text{ bar})} \approx 0,445 m^3 = 445 \text{ litros}$$

Es decir, que con el tanque de 200 litros con el que viene equipado el sistema se tiene un tiempo entre arranques de:

$$T = \frac{V * (P_1 - P_2)}{C * P_{atm}} = \frac{0,2 m^3 * (7,5 \text{ bar} - 6 \text{ bar})}{0,022 \frac{m^3}{\text{min}} * 1,013 \text{ bar}} = 13,5 \text{ minutos}$$

Cuyo valor se encuentra dentro de los parámetros recomendables.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 375 de 404

No debe pasarse por alto otro de los valiosos complementos de este sistema que es el secador de aire ya que, el flujo de aire, una vez sale del compresor, además de salir a mayor presión, también sale a mayor temperatura por lo que aumenta su capacidad de contener agua, pero conforme se transporta, este aire se va enfriando y toda esta agua irá condensando y si no se ha extraído previamente terminará en el interior de la instalación y llegará hasta los puntos de consumo, con el riesgo que ello conlleva en cuanto a durabilidad de la instalación y sus equipos . Se enuncia que este sistema de secado por intercambiadores de calor presenta una eficacia de alrededor del 90% por lo que es muy importante la disposición de filtros en los puntos más cercanos a los consumos y de trampas para extraer estos condensados remanentes.

Diseño de la instalación:

Ya seleccionado el medio que va a realizar la provisión de aire comprimido en las características deseadas, se procede con el diseño de la instalación, es decir, la determinación de las cañerías y accesorios que van a permitir alimentar a los consumos en las condiciones adecuadas.

El sistema de aire comprimido medirá su eficiencia en función de la presión y caudal que llega a los puntos requeridos, es decir, que la pérdida de carga sea la menor posible y que no se presenten fugas y, que no lleguen a estos restos de condensados de agua y/o aceite con partículas extrañas o suciedad.

Se clasificarán tres tipos de cañería en la instalación:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 376 de 404

- Principales: son aquellas que salen del sistema de compresión y conducen la totalidad del caudal de aire comprimido;
- Secundarias: son aquellas que derivan de la principal y se distribuyen hacia las zonas de trabajo de las cuales se desprenden las cañerías de servicio y;
- Servicio: son aquellas que se desprenden de las cañerías secundarias y que alimentan a los puntos de consumo.

En la disposición de estas y sus accesorios, se buscará:

- Colocar derivaciones tipo "T" para los puntos de drenaje, dado que los cambios bruscos de dirección favorecen el proceso de separación de las gotitas del agua de la corriente de aire.
- La instalación de las tuberías poseerá una pendiente de 2 grados aproximadamente en la dirección del flujo, para así favorecer la recogida de los condensados.
- Las conexiones y ramificaciones desde la tubería principal o de distribución se realiza desde la parte de arriba de la tubería con el fin de impedir, en lo posible, la entrada de agua.
- Siempre que quede algún punto de la instalación en una cota de menor altura que sus alrededores, significará que será una zona de concentración de condensados, por lo que habrá que colocar puntos de drenaje.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 377 de 404

- Minimizar la colocación de cambios de dirección, codos, bifurcaciones, válvulas, dado que todos estos elementos suponen pérdida de presión en el flujo.

El primer paso para dimensionar las cañerías necesarias es conocer o estimar los consumos de cada uno de los equipos a abastecer. Estos datos son conocidos y son los siguientes:

- Cilindro centrador en destalonadora: 3 litros/min – 5 bar
- Elevador tijera en destalonadora: 5 litros/min – 6 bar
- Embolsadora BigBag: 20 litros/min – 6 bar

Además de dichos consumos, se deben tener en cuenta las pérdidas de carga debido a accesorios y a posibles fugas que puedan presentarse en un futuro.

En los puntos finales de consumo, es decir en los finales de las cañerías de servicio, se colocarán unidades FRL encargadas de filtrar, regular y lubricar el aire suministrado a cada consumo.

Estos presentan las siguientes características:

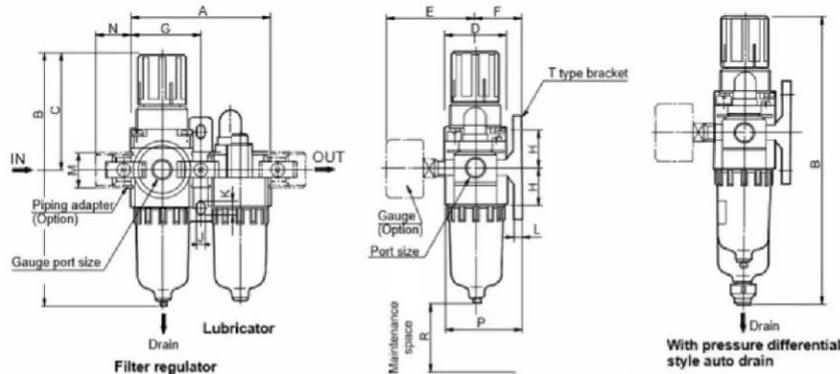
- Filtración: 40  $\mu\text{m}$
- Caudal: 750 L/min
- Cuerpo: Chico (serie 2000)

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		
			Pág. 378 de 404

- Regulación de presión: Manual a rosca
- Material del Cuerpo: Aluminio
- Fluido: aire
- Lubricación: Aceite a utilizar: SAE 10 - ISO Vg32
- Presión de trabajo: 1,5 a 10 bar (21,75 a 123,28 PSI)
- Temperatura: -5C° a 60C°
- Protección: IP65
- Peso: 0,66 kg



Ilustración 320 Unidad FRL



Model	Port size	A	B	C	D	E	Bracket mounting size										With auto drain	
							F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	Float	Press.Dif.
																	B	B
AC1010	M5,0.8	58	109.5	50.5	25	26	25	29	20	4.5	7.5	5	17.5	16	38.5	50	—	130
AC2010	1/4	90	164.5	78	40	56.8	30	45	24	5.5	8.5	5	22	23	50	80	—	187.5
AC3010	1/4,3/8	117	207.5	92.5	53	60.8	41	58.5	35	7	11	7	34.2	26*	70.5	80	248.5	—
AC4010	3/8,1/2	154	259	112	70	70.5	50	77	40	9	13	7	42.2	33*	88	105	300	—
AC4010-06	3/4	164	263	114	70	70.5	50	82	40	9	13	7	46.2	36	88	105	304	—
AC5010	3/4,1	195	338	116	90	75.5	69.8	97.5	50	12	16	10.5	55.2	40	115	130		

Ilustración 321 Selección de Unidad FRL

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 379 de 404

Seleccionando así dos unidades AC4010 y una AC5010.

Para aproximar los diámetros de cañería necesarios para transportar el aire comprimido hasta sus puntos de consumo se recurrirá a la utilización de nomogramas en función de las características de consumo y las pérdidas de carga estimadas:

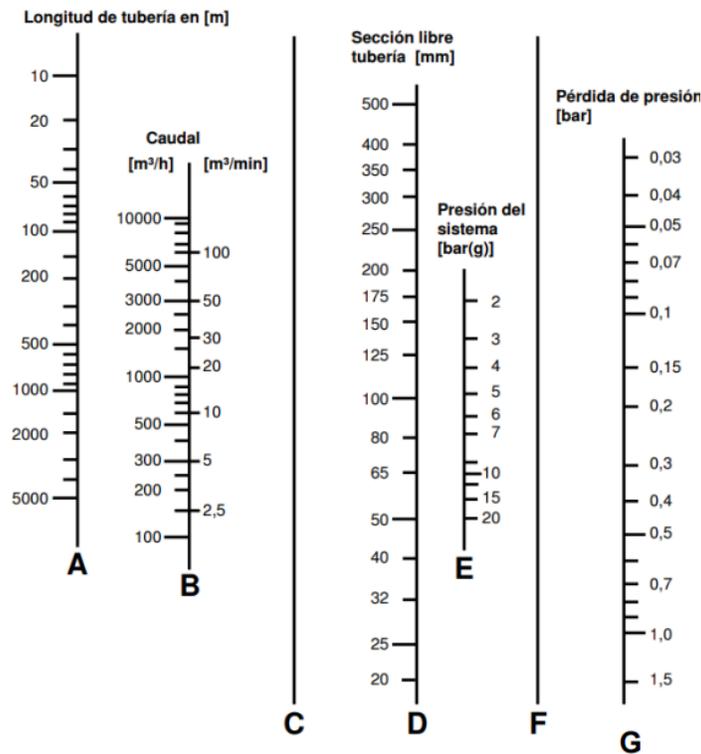


Ilustración 322 Aproximación de diámetro de cañerías según nomograma

De lo que se obtienen los siguientes diámetros iniciales:

Tramo	Diámetro tentativo [pulg.]	Diametro tentativo [mm]
Cañería principal	3/4"	19,05
Cañería Secundaria - Alimentacion Destalonadora	1/2"	12,7
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	5/8"	15,88

Tabla 42 Diámetros Tentativos Cañerías

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 380 de 404

Pero esto se considera una aproximación ya que, como se mencionó anteriormente, a la hora del dimensionamiento de las cañerías de transporte de aire comprimido se debe tener en cuenta las pérdidas de carga que se tienen a lo largo del mismo debido a los rozamientos con las paredes internas, cambios de dirección, estrangulamientos entre otros. Por ello, se utiliza la ecuación de Darcy-Weisbach que permite calcular la pérdida de carga en un tramo longitud de tubería mediante la siguiente expresión:

$$\Delta P = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

Siendo:

- $\Delta P$  es la pérdida de carga (m.c.a.)
- L es la longitud de tramo de la tubería (m)
- D es el diámetro interior de la tubería (m)
- v es la velocidad del aire en el interior de la tubería (m/s)
- g es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)
- f es el factor de fricción de Darcy-Weisbach

Cuyo único factor por determinar es el el factor de fricción de Darcy-Weisbach ya que la velocidad del aire en el interior de la tubería se determina por:

$$Q = v * A$$

Siendo:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>381</b> de <b>404</b>

- Q= flujo del aire que atraviesa la sección [m3/s]
- V= velocidad del aire en la tubería [ m/s]
- A= área de la sección interna de la tubería [m2]

Las velocidades en estas secciones son:

Tramo	Diámetro tentativo [pulg.]	Diámetro tentativo [mm]	Velocidad [m/s]
<b>Cañería principal</b>	3/4"	19,05	1,880
<b>Cañería Secundaria - Alimentacion Destalonadora</b>	1/2"	12,7	1,149
<b>Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora</b>	5/8"	15,88	1,937

*Tabla 43 Velocidades de flujo en cañerías*

Por lo que resta definir el factor de fricción de Darcy- Weisbach. Para determinar el mismo, se debe obtener en primer lugar el número de Reynolds que indica el estado en el que transcurre el fluido, es decir, si es turbulento, laminar o es una transición entre ambos. Se plantea:

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

Siendo:

- $\rho$  la densidad del fluido, en este caso del aire ( $\rho$  aire = 1,18 kg/m<sup>3</sup> a 25 °C)
- v es la velocidad del aire en el interior de la tubería (m/s)
- D es el diámetro interior de la tubería (m)

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 382 de 404

- $\mu$  es viscosidad dinámica del fluido, en este caso del aire ( $\mu$  aire =  $1,76 \cdot 10^{-5}$  kg/m·s)

Por lo que se obtiene:

Tramo	Diámetro tentativo [pulg.]	Diámetro tentativo [mm]	Velocidad [m/s]	Reynolds	Estado de fluido
Cañería principal	3/4"	19,05	1,87952855	2400,56377	Fluido en Transición
Cañería Secundaria - Alimentación Destalonadora	1/2"	12,7	1,14856971	977,981001	Fluido laminar
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	5/8"	15,88	1,93668774	2061,95622	Fluido en Transición

Tabla 44 Obtención de número de Reynolds

Otro dato que se debe tener en cuenta para obtener el factor de fricción mencionado es el factor correspondiente a la rugosidad relativa de las paredes internas del tubo por el que transcurre el fluido. Estos valores se encuentran tabulados y son los siguientes:

<b>RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES</b>			
Material	K (mm)	Material	K (mm)
<b>Plástico (PE, PVC)</b>	<b>0,0015</b>	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
<b>Tubos estirados de acero</b>	<b>0,0024</b>	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Tabla 45 Rugosidad Relativa de Materiales

Con los valores de Reynolds y la rugosidad relativa correspondiente al material, ya se encuentran las condiciones para obtener el factor de fricción. Para ello se procede al siguiente diagrama denominado Diagrama de Moody que relaciona ambas variables:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>	Pág. 383 de 404	

De los que se obtienen los siguientes valores:

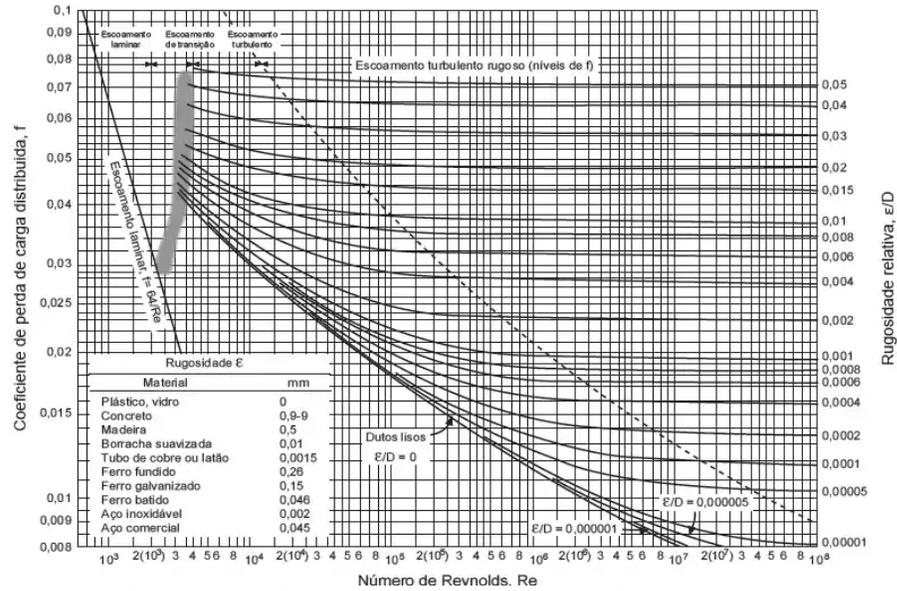


Ilustración 323 Obtención de Factor de Fricción - Diagrama de Moody

Tramo	Diámetro tentativo [pulg.]	Diametro tentativo [mm]	Factor de fricción (Diagrama de Moody)
Cañería principal	3/4"	19,05	0,03
Cañería Secundaria - Alimentación Destalonadora	1/2"	12,7	0,025
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	5/8"	15,88	0,02

Tabla 46 Factores de fricción

Pero para obtener valores más realistas, se deben considerar las pérdidas de carga generadas por cada uno de los accesorios presentes. Ellos son:

Tramo	Tipo	Diametro interno [mm]	Longitud sin accesorios [m]	Codos	Tees	Válvulas exclusas	Válvulas esférica	Reducciones
Tramo de elevación	Cañería Principal	22	4	0	1	1	0	2
Alimentación Rígida Destalonadora	Cañería Secundaria	13	23	2	3	0	2	2
Alimentación Embolsadora	Cañería secundaria	17	18	2	3	0	1	1

Tabla 47 Accesorios Utilizados

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 384 de 404

La manera de considerar la pérdida de carga que generan estos accesorios es expresando esta, en longitudes equivalentes que se suman a la longitud de la instalación.

Estos valores se encuentran tabulados y, algunos de ellos, son los siguientes:

ELEMENTO	1/4"	3/8"	1/2"	11/16"	3/4"	13/16"	7/8"	1"	1 1/4"
Válvula esclusa abierta	0,07	0,09	0,1	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,22
T paso recto	0,15	0,18	0,21	0,30	0,33	0,36	0,39	0,45	0,54
T paso a Derivación	0,74	0,87	1	1,21	1,28	1,41	1,54	1,81	2,13
Curva a 90	0,45	0,49	0,52	0,61	0,64	0,68	0,71	0,79	1,06
Curva a 45	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,27	0,30	0,37	0,48
Reducciones	0,15	0,16	0,17	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,35
Válvula Esférica abierta	4,95	5,32	5,68	6,70	7,04	7,52	8,00	8,96	11,76
Válvula angular abierta	1,7	2,27	2,83	3,33	3,5	3,75	3,99	4,48	5,88

Tabla 48 Longitudes equivalentes de accesorios

Por lo que, las longitudes equivalentes son:

Tramo	Tipo	Diametro interno [mm]	Longitud sin accesorios	Codos	Tees	Válvulas exclusas	Válvulas esférica	Reducciones	Longitud Equivalente	Longitud Total con Accesorios	Caudal en m <sup>3</sup> /h
Tramo de elevación	Cañería Principal	22	4	0	1	1	0	2	2,172	6,172	1,929
Alimentación Rígida Destalonadora	Cañería Secundaria	13	23	2	3	0	2	2	13,087	36,087	0,549
Alimentación Embolsadora	Cañería secundaria	17	18	2	3	0	1	1	11,373	29,373	1,380

Tabla 49 Longitudes Equivalentes

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>385</b> de <b>404</b>

Con todos datos obtenidos, se encuentran dadas las condiciones para determinar la pérdida de carga en estos tramos mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

Tramo	Longitud [m]	Diámetro tentativo [pulg.]	Diametro tentativo [mm]	Área [m <sup>2</sup> ]	Caudal en [m <sup>3</sup> /s]	Longitud con Accesorios [m]	Velocidad [m/s]	Reynolds	Rugosidad relativa	Factor de fricción (Diagrama de Moody)	Caída de presión [bar]
Cañería principal	4	3/4"	19,05	0,00029	0,00054	6,171631492	1,87952855	2400,5638	0,000125984	0,03	0,17173858
Cañería Secundaria - Alimentación Destalonadora	25	1/2"	12,7	0,00013	0,00015	36,08666667	1,14856971	977,981	0,00011811	0,025	0,46875027
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	18	5/8"	15,88	0,0002	0,00038	29,37333333	1,93668774	2061,9562	9,44584E-05	0,02	0,69405789

Tabla 50 Caída de presión en cañerías

Cuyos valores permiten el correcto abastecimiento a cada uno de los consumos, sin embargo, se re-determinan los diámetros de las tuberías y se itera el cálculo:

Tramo	Longitud [m]	Diámetro interior [mm]	Diametro exterior [mm]	Área [m <sup>2</sup> ]	Caudal en m <sup>3</sup> /s	Longitud con Accesorios [m]	Velocidad [m/s]	Reynolds	Caída de presión [bar]
Cañería principal	4	22	25,4	0,00038	0,00054	6,172	1,40926779	2399,919	<b>0,072413299</b>
Cañería Secundaria - Alimentación Destalonadora	25	13	16,5	0,00013	0,00015	36,087	1,14856971	1270,6052	<b>0,360795659</b>
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	18	17	20	0,00023	0,00038	29,373	1,68884281	2264,5847	<b>0,419059265</b>

Tabla 51 Caída de presión final en cañerías

Logrando así una pérdida de carga que no generará inconvenientes.

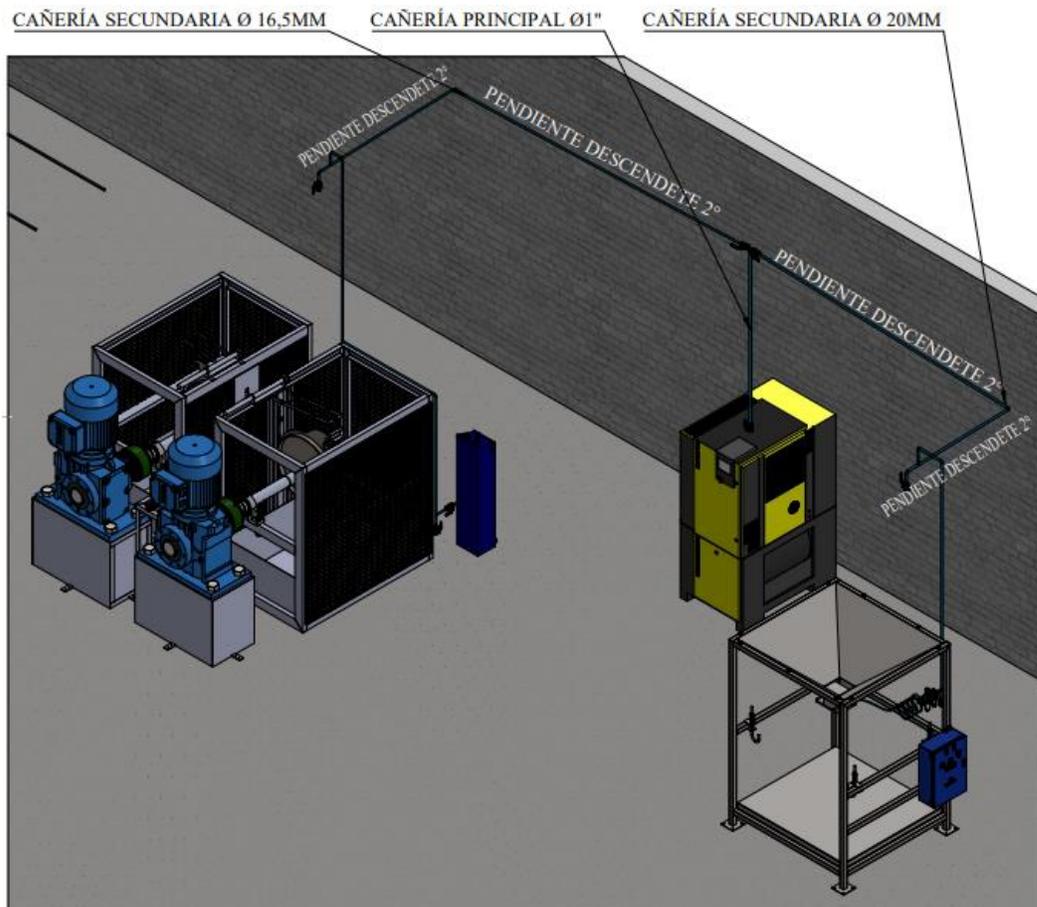
Las cañerías a utilizar serán:

- Cañería principal: Cañería de 25mm de aluminio homologada, tramos de 6 metros - Tubo de aluminio rígido de Transair® | #1012A25 04 00
- Cañería secundaria de alimentación a embolsadora: Cañería de 20mm de aluminio homologada, tramos de 4 metros

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 386 de 404

- Cañería secundaria de alimentación a Destalonadora: Cañería de 16,5mm de aluminio homologada, tramos de 3 metros - Tubo de aluminio rígido de Transair® | #1012A17 04 00
- Cañería de servicio/ alimentación a Destalonadora: Tubo Manguera De Poliuretano 16mm/12mm interno.
- Cañería de servicio/ alimentación a Embolsadora: Incluida con el equipo

A continuación, se podrá visualizar como será la distribución neumática de la planta:

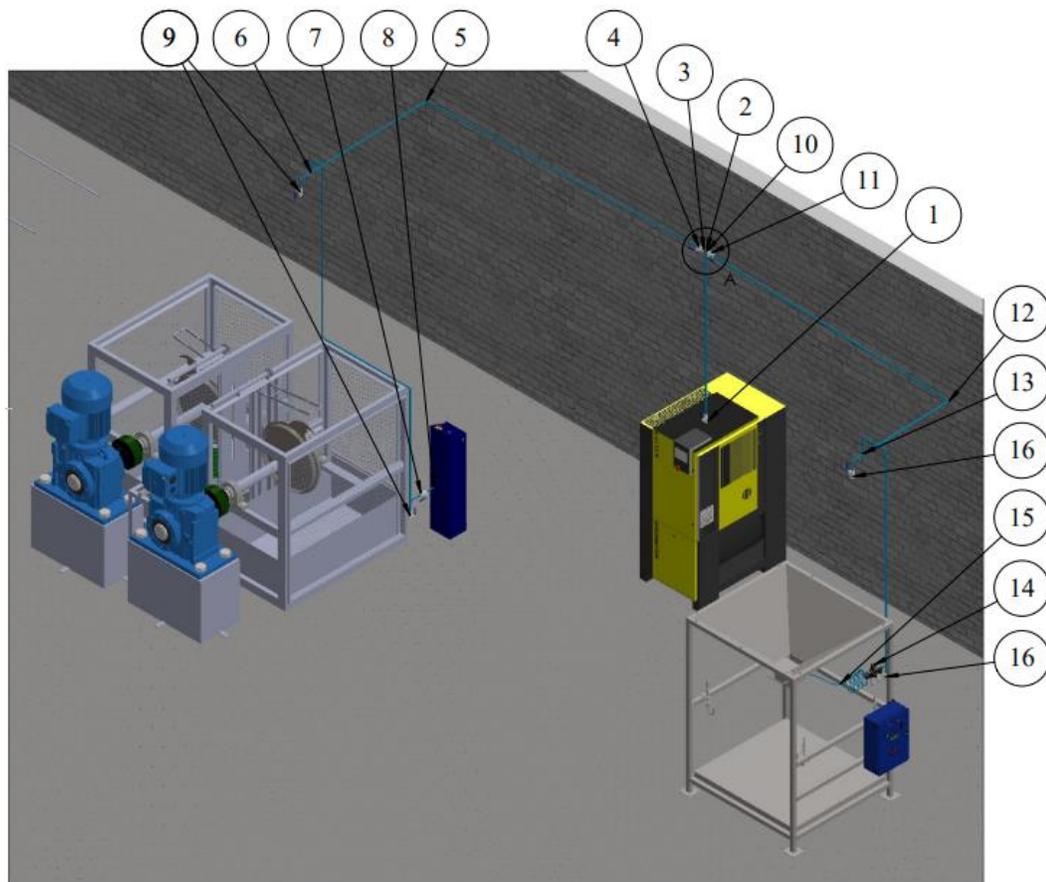


*Ilustración 324 Distribución neumática de planta*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>387</b> de <b>404</b>

En donde se logra visualizar la salida de la cañería principal desde la unidad compresora hasta la llegada a las derivaciones hacia cada uno de los consumos. Estas se harán mediante las cañerías secundarias que se dispondrán con una pendiente de caída de unos 2° para favorecer la llegada de condensados a las secciones finales de purga. A su vez, cada una de las derivaciones a los consumos se tomará desde el lomo del caño con el fin de disminuir las probabilidades de que condensados lleguen a los consumos y afecten su funcionamiento o vida útil.

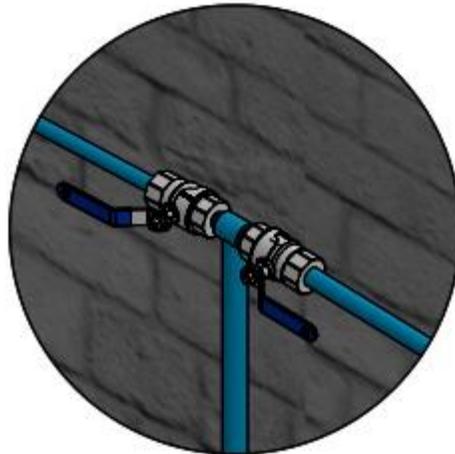
Los accesorios dispuestos en la instalación se lograrán identificar en el siguiente diagrama:



*Ilustración 325 Accesorios de instalación*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 388 de 404

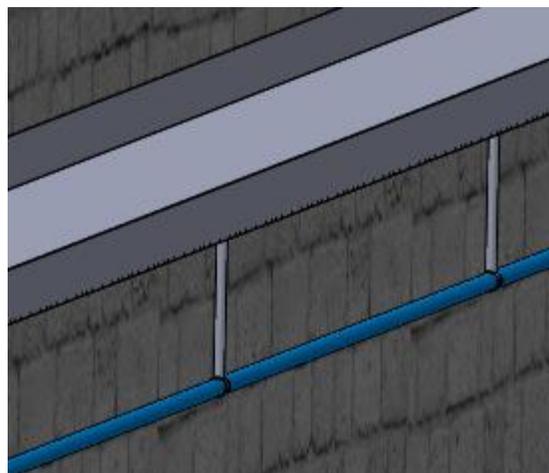
Donde la vista de detalle A, corresponde al accesorio T de derivación con reducciones para cada uno de los diámetros de las cañerías secundarias.



DETALLE A

*Ilustración 326 Detalle A - Accesorio T con reducciones para cañerías secundarias*

A su vez, se menciona que la cañería irá suspendida mediante sujeciones fijadas a las bandejas que contienen a los conductores de alimentación eléctrica.



*Ilustración 327 Sujeción de línea neumática*

Cada uno de los accesorios identificados con un número, se pueden identificar en la siguiente tabla:

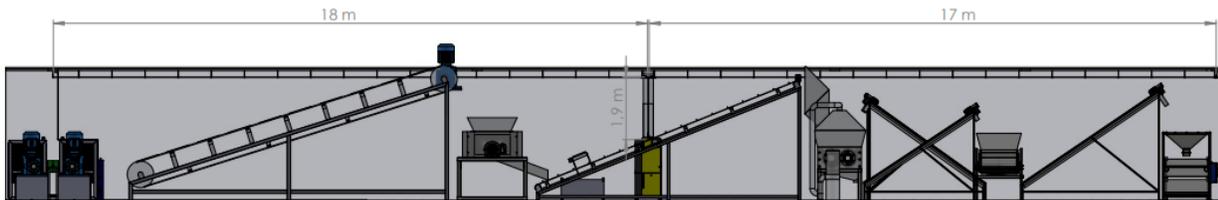
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 389 de 404

Referencia	Descripción	Diámetro	Función
1	Llave esférica	1"	Apertura/Cierre
2	Tee	1"	Derivación
3	Reducción	1" a 16,5 mm	Transición al siguiente diámetro
4	Llave esférica	16,5 mm	Apertura/Cierre - Aislación del tramo
5	Tee	16,5 mm	Derivación
6	Derivación a consumo	16,5 mm	Toma de caño de servicio
7	Llave esférica	16,5 mm	Apertura/Cierre - Alimentación Sist. Posicionamiento
8	Unidad FRL x 2	16,5 mm	Filtrado, regulación y lubricación antes de cada consumo ( Sist. De Elevación y Sist. De Centrado)
9	Purgas Automáticas	16,5 mm	Purgado de tramo
10	Reducción	1" a 20 mm	Transición al siguiente diámetro
11	Llave esférica	20 mm	Apertura/Cierre - Aislación del tramo
12	Tee	20 mm	Derivación
13	Derivación a consumo	20 mm	Toma de caño de servicio
14	Unidad FRL	20 mm	Filtrado, regulación y lubricación antes del consumo
15	Manguera flexible	20 mm	Alimentación adaptable y posicionable según la operación
16	Purga Automática	20 mm	Purgado de tramo

Tabla 52 Descripción de accesorios utilizados

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 390 de 404

Quedando, de la siguiente manera, la distribución neumática:



*Ilustración 328 Distribución Neumática*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 391 de 404

### **Análisis de viabilidad económica del proyecto:**

Para llevar a cabo un análisis de la viabilidad económica del proyecto se debe, en primer lugar, considerar los costos que representan cada uno de los procesos implicados en el. Es decir, en nuestro proyecto se debe definir los costos de:

- Sistema de carga
- Destalonadora
- Trituradoras
- Transportadores
- Clasificadora
- Embolsadora
- Dimensionamiento eléctrico
- Dimensionamiento neumático
- Costos de la mano de obra

En los desarrollos previos de cada uno de los puntos mencionados anteriormente, se enlistaron y definieron los elementos, componentes y complementos de cada uno de ellos, pero, no se mencionaron sus costos. Para determinar los mismos se contactó a proveedores oficiales, se recurrió a casas que los comercializan y se entablaron contactos con talleristas con el fin de obtener precios realistas.

En función de la situación económica actual del país, se torna difícil la obtención de precios al tipo de cambio oficial, sin embargo, aquellos presupuestos que se

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 392 de 404

consiguieron en moneda extranjera USD se convirtieron al equivalente en la moneda nacional. Estos valores se reflejan en la siguiente tabla.

<b>PLANTA RECICLAJE DE NEUMÁTICOS</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio ARS</b>
Sistema de carga	Carro porta neumáticos + rieles	1	290.489,56
Sistema de lavado	Hidrolavadora Electronor S.R.L. 18M30 7.5hp 220bar 380V	1	176.696,81
Destalonadora	Diseño Propio	1	9.127.309,14
Trituradora 1	ZQR-1400	1	12.292.797,18
Trituradora 2	800F	1	2.079.721,47
Clasificadora Bison	BSL-36 (Acero al carbon pintada)	1	4.585.635,65
Cinta 1	Diseño propio siguiendo lineamientos Rulmecca y Goodyear	1	4.113.880,84
Cinta 2	Diseño propio siguiendo lineamientos Rulmecca y Goodyear	1	2.298.030,80
Cinta magnética	Crossbelt 500 kg/h	1	1.060.180,87
Chimango TR-CL	Diseño propio según Martin	1	3.464.416,64
Chimango Recirculador	Diseño propio según Martin	1	3.988.679,61
Chimango alimentación embolsadora	Diseño propio según Martin	1	3.810.127,48
Sistema embolsado	EP5B-BB PARKE	1	5.242.594,40
Capachos	Talleres Fillipini	6	1.166.198,96
Aspirador neumático	Keenan 3HP	1	851.678,63
Abastecimiento eléctrico	-	1	8.989.573,97
Abastecimiento neumático	-	1	5.079.114,51
<b>TOTAL</b>			<b>68.617.126,50</b>

Tabla 53 Presupuesto de Planta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 393 de 404

Donde cada ítem, ya considera el costo de mano de obra para su ensamblaje e instalación.

Con los costos ya definidos, el siguiente paso consiste en determinar el medio de financiación que permitirán llevar a cabo el mismo. Se recurre a un crédito del BICE a través de CreAr Inversión PyME, el cual tiene un monto máximo de 450 millones de pesos que permite financiar el 100% del proyecto a una tasa fija de interés del 59% con un plazo de devolución de hasta 84 meses con 24 meses de gracia.

Para continuar con el análisis, se deben determinar los ingresos que obtendrá la planta.

Se consideran 231 días laborales al año, y una jornada laboral de 8 horas.

El piso actual de neumáticos que ingresan por año al centro de recepción es, según informes periodísticos, de alrededor de 25000 neumáticos anuales, lo que representan una distribución aproximada de 108 neumáticos por día.

Luego de contactos con trabajadores actuales del centro, se decidió tomar que de esos 25000 neumáticos se tiene un 80% neumáticos de automóvil, 15% de Pick-Up y un 5% de camión.

<b>Neumáticos por año</b>		
Auto	Pick-Up	Camión
80%	15%	5%
20000	3750	1250

*Tabla 54 Cantidad y tipo de Neumático que ingresa a la planta*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 394 de 404

Y, recordando la composición de cada uno de ellos:

<b>Composición del Neumático</b>			
Componente	Auto	Pick-Up	Camión
Elastómero	SBR 70%	SBR 75%	SBR 70%
Acero	20%	20%	28%
Fuente: E.T.R.A. (EUROPEAN TYRES RECYCLING ASSOCIATION)			

*Tabla 55 Composición de Materiales Útiles para la planta en Neumáticos*

y que se toma como peso promedio de cada uno

<b>Peso promedio de Neumáticos</b>		
Auto	Pick-Up	Camión
12 kg	15 kg	52 kg

*Tabla 56 Peso Promedio de Neumáticos*

Con lo que, en función de las composiciones y pesos de cada tipo de neumático, se genera por día:

<b>KG de Caucho Por día</b>	<b>KG de acero Por día</b>
1107	332,035

*Tabla 57 Generación Por Día*

Provenientes de la trituración y clasificación y, en el caso del acero, del destalonado de los neumáticos.

Cuyos valores de mercado rondan los siguientes valores:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>395</b> de <b>404</b>

- Precio del kilogramo del granulo de caucho triturado: \$ 335,72
- Precio del kilogramo de acero para reciclaje (Ind. Acereras): \$ 353,39

Como se describió en la sección de desarrollo del sistema de embolsado, el producto final se comercializará, principalmente en bolsones big bags de 350 kg.



*Ilustración 329 Big-Bag a Utilizar*

Que se depositarán al final de la planta en la sección correspondiente para ello.

En cambio, los talones de acero extraídos se acumularán mensualmente hasta reunir lo necesario poder comercializarlos con las industrias acereras.

Mencionado esto, los ingresos de la planta diarios y mensuales serán:

<b>Ingreso diario</b>	<b>Ingreso mensual</b>	<b>Considerando el caucho y acero obtenido de una producción de 80% neum. de auto, 15% pickup y un 5% camión</b>
\$ 488.942,45	\$ 9.778.849,03	

*Tabla 58 Ingresos diarios y mensuales de la planta*

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 396 de 404

Valores que no consideran los gastos generados para obtener estos productos finales. Para ello, se plantea una utilidad del 40%, es decir, que el 40% de los ingresos es el que realmente representa ganancia y, el resto, representa a los costos de operación y salariales.

El período por analizar contempla 5 años desde la puesta en marcha de la planta debido a que, transcurrido ese tiempo, algunas maquinarias podrán necesitar mantenimientos integrales, recambio por rediseño de planta y aumento de la producción por fuera de lo previsto. Mencionado esto, el proyecto deberá amortizarse antes de estos 5 años y generar rentabilidad. Se debe recordar que es un proyecto planteando para una municipalidad por lo que su fin principal es el reciclaje de neumáticos y lo que todo ello conlleva.

A su vez, se considera que los primeros dos años luego del año de puesta en marcha, la producción aumente un 20% consecutivamente debido a que se plantea que se fomente el reciclaje de neumáticos tal que aumente el ingreso por parte de los paranaenses y, además, de todos los municipios limítrofes y cercanos a la ciudad de Paraná.

Los flujos de ingreso y egreso de la planta durante estos 5 períodos serán:

Años	Flujo Beneficio	Flujo de costo	Flujo Neto
0 (Inversión)	\$ -	-\$ 68.617.126,50	-\$ 68.617.126,50
1	\$ 117.346.188,33	\$ 70.407.713,00	\$ 46.938.475,33
2	\$ <b>206.153.783,65</b>	\$ <b>103.076.891,83</b>	\$ <b>103.076.891,83</b>
3	\$ 362.170.967,13	\$ 150.904.569,64	\$ 211.266.397,49
4	\$ 530.218.295,87	\$ 220.924.289,95	\$ 309.294.005,92
5	\$ 776.239.585,16	\$ 323.433.160,48	\$ 452.806.424,67

Tabla 59 Flujo de Caja de Planta

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 397 de 404

Donde se logra visualizar que, en el segundo año desde la puesta en marcha, se amortiza la inversión inicial y el proyecto comienza a generar ganancias. Esto se puede visualizar mediante el siguiente gráfico.

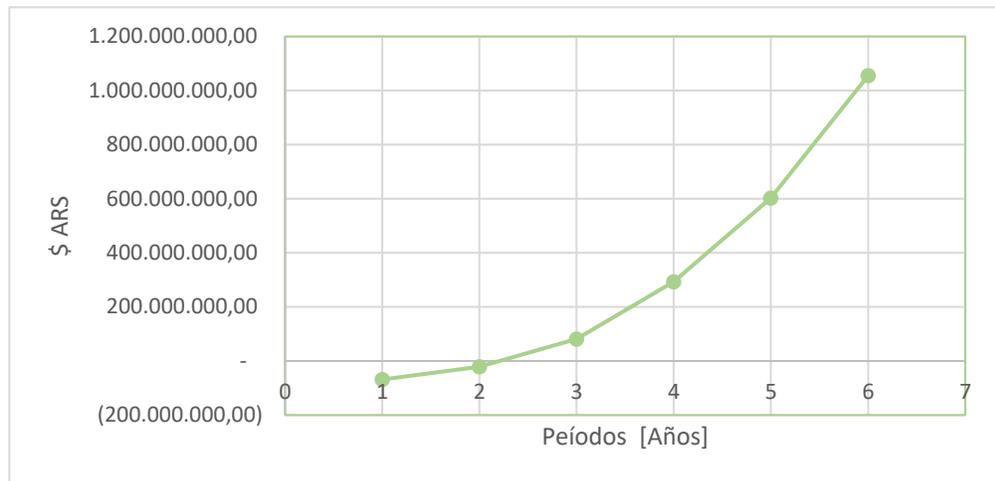


Ilustración 330 Gráfica Período-Flujo de caja

Y, en la siguiente tabla que representa el acumulado entre la inversión inicial y el flujo neto de caja.

Años	Acumulado
0 (Inversión)	- 68.617.126,50
1	- 21.678.651,17
<b>2</b>	<b>81.398.240,65</b>
3	292.664.638,14
4	601.958.644,07
5	1.054.765.068,74

Tabla 60 Acumulado en el período analizado

Sin embargo, no es con ello con lo que se analiza por completo la viabilidad de un proyecto, sino que con el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa interna de Retorno).

El valor actual neto es una medida financiera que evalúa la rentabilidad de una inversión al calcular la diferencia entre los flujos de efectivo presentes generados por la

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 398 de 404

inversión y los desembolsos de efectivo asociados con ella, descontados a una tasa específica.

En cambio, la tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto de una inversión sea igual a cero. Es una medida de la rentabilidad de la inversión y se utiliza para evaluar la viabilidad este, considerando el costo del capital y generando un rendimiento comparable al de otras oportunidades de inversión. Al igual que el valor actual neto.

Si bien se hace el cálculo directamente desde la hoja de cálculo de Excel, la fórmulas de estos son:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

- $CF_t$  es el flujo de efectivo neto en el período  $t$ ,
- $r$  es la tasa de descuento,
- $I$  es la inversión inicial,
- $n$  es el número total de períodos.

$$TIR \rightarrow VAN = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I = 0$$

Por lo que, los valores de VAN y TIR son:

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 399 de 404

<b>VAN</b>	\$ 283.403.617,61
<b>TIR</b>	139%

Tabla 61 Determinación de VAN y TIR

Cuya expresión de cálculo del valor actual neto se lleva a cabo, analíticamente, de la siguiente manera:

- Tasa de interés del financiamiento “i”: 59%
- Tasa de descuento “r”:

$$r = \frac{i}{1 + i} = \frac{0,59}{1 + 0,59} = 0,37$$

- Valores de flujo de los períodos: Expresados en tabla 61

$$\begin{aligned}
 VAN &= \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + r)^t} - I \\
 &= \frac{\$ 46.938.475,33}{(1 + 0,37)^1} + \frac{\$ 103.076.891,83}{(1 + 0,37)^2} \\
 &+ \frac{\$ 211.266.397,49}{(1 + 0,37)^3} + \frac{\$ 309.294.005,92}{(1 + 0,37)^4} \\
 &+ \frac{\$ 452.806.424,67}{(1 + 0,37)^5} - \$ 68.617.126,50 \\
 &= \$ 283.403.617,61
 \end{aligned}$$

Comprobando el resultado obtenido mediante planilla de cálculo.

Todo lo desarrollado indica que el proyecto además de contribuir con el reciclaje y, por lo tanto, el medio ambiente, es viable económicamente y generará réditos a un corto plazo.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 400 de 404

### **Conclusión:**

A modo de cierre, queremos dejar en alto que el proyecto de la planta de reciclaje de neumáticos para nuestra ciudad representa una contribución significativa tanto para el entorno ambiental como para el desarrollo sostenible de la comunidad. La implementación de esta instalación no solo aborda la problemática creciente de los neumáticos fuera de uso, sino que también tiene un impacto ambiental positivo al reducir los desechos y promover prácticas de gestión de residuos más responsables. Además, el proyecto tiene el potencial de ser autosustentable gracias a los ingresos generados a través del proceso de reciclaje y la comercialización de productos derivados. Esta auto sustentabilidad no solo asegura la continuidad operativa de la planta, sino que también contribuye a fortalecer la economía local.

Además, es fundamental destacar que el éxito de este proyecto se ha logrado gracias a la aplicación y la integración de diversos conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera. La capacidad para diseñar, dimensionar y seleccionar cuidadosamente todos los elementos y métodos empleados en la planta demuestra la aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica. La sinergia de disciplinas ha permitido optimizar los procesos, maximizar la eficiencia energética y garantizar el rendimiento óptimo de la planta de reciclaje. Este proyecto ejemplifica cómo la educación y la experiencia acumulada pueden converger en soluciones prácticas y sostenibles que benefician tanto a la comunidad como al medio ambiente.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>401</b> de <b>404</b>

### Referencias

Acindar. (s.f.). *Perfiles laminados en caliente*. Obtenido de <https://www.acindar.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/perfiles.pdf>

AEA. (2011). AEA 90364 REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES.

AEA. (2018). AEA 95403 . *REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES DE TENSIÓN NOMINAL MAYOR A 1 kV Y HASTA 36 kV INCLUSIVE, EN CORRIENTE ALTERNA*.

Argentina, C. d. (28 de Abril de 1972). Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Argentina.gob.ar. (Noviembre de 2023). *Acceder a un crédito del BICE a través de CreAr Inversión PyME*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/servicio/acceder-un-credito-del-bice-traves-de-crear-inversion-pyme>

Casillas, A. (Ed. 2008). *Máquinas: Cálculos de taller*. Autor-Editor.

Electrics, S. (s.f.). *Edesign*. Obtenido de <https://www.se.com/es/es/product-range/42023146-edesign/>

Faires, V. (1998). *Diseño de Elementos de Máquinas*. LIMUSA.

Goodyear. (2023). *Tipos de Neumático Goodyear*. Obtenido de <https://www.goodyear.com.ar/>

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. 402 de 404

Goodyear. (s.f.). *Correas Pylon-Pylon EP*. Obtenido de [https://www.goodyearrubberproducts.com/spanishpdfs/pylon\\_total.pdf](https://www.goodyearrubberproducts.com/spanishpdfs/pylon_total.pdf)

IMSA. (s.f.). *Catálogo conductores IMSA Payton PVC*. Obtenido de <https://imsa.com.ar/project/payton-pvc/>

InfoLeg. (2023). *Intensidad Media de Iluminación para Diversas Clases de Tarea Visual*. Obtenido de <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/32030/dto351-1979-anexo4.htm>

Magnetics, B. (s.f.). *Separadores Magnéticos ElectroCrossBelt*. Obtenido de <https://buntingmagnetics.com/es/monoproducto/separador-magnetico-de-sobre-banda-electromax/>

Mott, R. (2009). *Resistencia de Materiales*. Autor-Editor.

Muther, R. (2015). *Systematic Layout Planning*. 4129 River Cliff Chase, Marietta, GA 30067, USA: MIRP.

Oviedo, M. (23 de Septiembre de 2021). Paraná recicla alrededor de 25.000 neumáticos por año. *Diario UNO*.

Parker. (s.f.). *Transair Parker - Sistema de tuberías avanzados*. Obtenido de <https://www.parker.com/Literature/LPCE/New%20PDFs/CAT%20T0061%20ES.pdf>

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>403</b> de <b>404</b>

Prysmian. (s.f.). *Cable Sintenax Valio*. Obtenido de [https://ar.prysmiangroup.com/sites/ar.prysmiangroup.com/files/media/documents/PRY2020\\_Sintenax\\_Valio.pdf](https://ar.prysmiangroup.com/sites/ar.prysmiangroup.com/files/media/documents/PRY2020_Sintenax_Valio.pdf)

Rulmeca. (s.f.). *Rodillos, Rulmeca Moving ahead*. Obtenido de [https://www.rulmeca.com/es/productos\\_bulk/catalogue/1/transporte\\_por\\_cinta/1/rodillos](https://www.rulmeca.com/es/productos_bulk/catalogue/1/transporte_por_cinta/1/rodillos)

Siemens. (s.f.). *Variadores de velocidad SINAMICS*. Obtenido de <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:1fa4bb7d-3af6-41c8-be87-d439caac67a5/CAP-3-2022-05.24-compressed-1-.pdf>

Sprocket, M. (s.f.). *Manejo de materiales, Transportadores helicoidales*. Obtenido de [https://es.martinsprocket.com/docs//brochures/material%20handling/02\\_transportadores%20helicoidales/01\\_transp\\_helicoidales.pdf](https://es.martinsprocket.com/docs//brochures/material%20handling/02_transportadores%20helicoidales/01_transp_helicoidales.pdf)

Transpower. (s.f.). *Motoredutores a engranajes*. Obtenido de <https://www.transpowersrl.com/assets/ficha-tecnica/Reductores-Motorreductores-NMTR.pdf>

Transpower. (s.f.). *Reductores Sin fin y Corona NMTR*. Obtenido de <https://www.transpowersrl.com/assets/ficha-tecnica/Reductores-Motorreductores-NMTR.pdf>

UTN FRP, C. M. (2021). *Apuntes de Cátedra Manejo de Materiales*.

VDE, N. (s.f.). MEE III 13 ESTUDIO DE CORTO CIRCUITO VDE 102.

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		Pág. <b>404</b> de <b>404</b>

WEG. (s.f.). *Selección de Motores Eléctricos.* Obtenido de  
[https://ecatalog.weg.net/tec\\_cat/tech\\_motor\\_sel\\_web.asp](https://ecatalog.weg.net/tec_cat/tech_motor_sel_web.asp)

WEG. (s.f.). *Sensores Industriales.* Obtenido de  
[https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fontes-de-Alimentaci%C3%B3n/Sensores-Industriales/c/BR\\_WDC\\_INDUSTRIAL\\_SENSORS](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/es/Seguridad-de-M%C3%A1quinas%2C-Sensores-Industriales-y-Fontes-de-Alimentaci%C3%B3n/Sensores-Industriales/c/BR_WDC_INDUSTRIAL_SENSORS)

#### **Softwares Utilizados:**

- SolidWorks
- AutoCad
- MdSolids
- Edesign
- Ecodial
- Paquete Office
- SMath

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		ANEXO

## ANEXO

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		ANEXO

## ANÁLISIS ECONÓMICO

<b>PLANTA RECICLAJE DE NEUMÁTICOS</b>			
<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio ARS</b>
Sistema de carga	Carro porta neumáticos + rieles	1	290.988,00
Sistema de lavado	Hidrolavadora Electronor S.R.L. 18M30 7.5hp 220bar 380V	1	177.000,00
Destalonadora	Diseño Propio	1	9.142.970,40
Trituradora 1	ZQR-1400	1	12.313.890,00
Trituradora 2	800F	1	2.083.290,00
Clasificadora Bison	BSL-36 (Acero al carbon pintada)	1	4.593.504,00
Cinta 1	Diseño propio siguiendo lineamientos Rulmecca y Goodyear	1	4.120.896,82
Cinta 2	Diseño propio siguiendo lineamientos Rulmecca y Goodyear	1	2.301.922,44
Cinta magnética	Crossbelt 500 kg/h	1	1.062.000,00
Chimango TR-CL	Diseño propio según Martin	1	3.470.361,12
Chimango Recirculador	Diseño propio según Martin	1	3.995.523,66
Chimango alimentación embolsadora	Diseño propio según Martin	1	3.816.665,16
Sistema embolsado	EP5B-BB PARKE	1	5.251.590,00
Capachos	Talleres Fillipini	6	1.168.200,00
Aspirador neumático	Keenan 3HP	1	853.140,00
Abastecimiento eléctrico	-	1	9.004.998,90
Abastecimiento neumático	-	1	5.087.829,60
<b>TOTAL</b>			<b>68.734.770,10</b>

**ANÁLISIS ECONÓMICO**

Precio	Peso	Dólar
Bolsa 0,6x0,6x1,2 350 KG caucho libre de acero (2 a 8 mm)	\$ 117.705,00	USD 332,50
Por Kg	\$ 336,30	USD 0,95

Peso argentino	Dólar
1	US Dollar
354	1

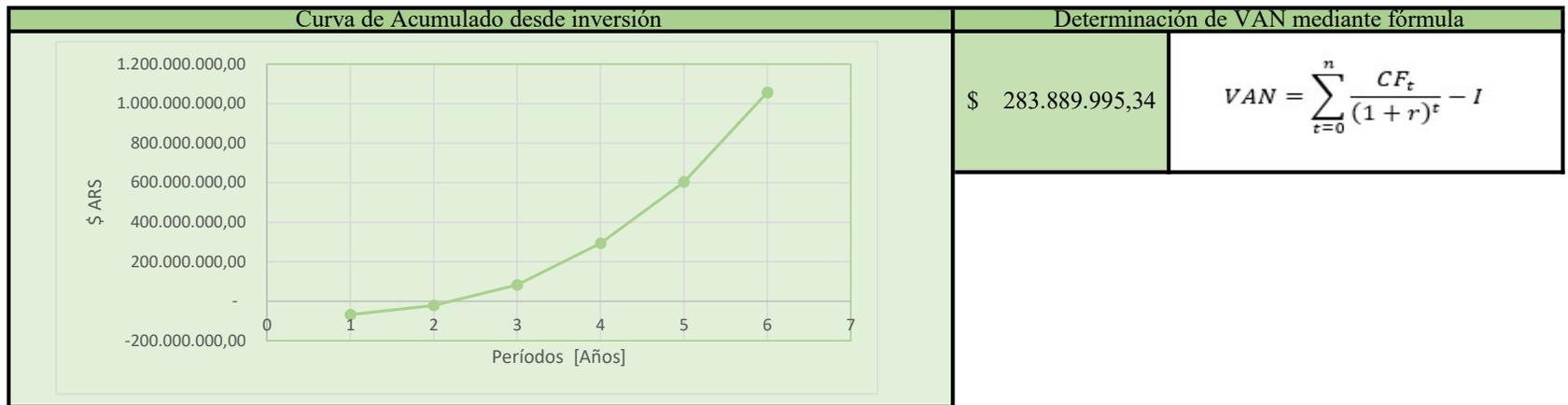
GENERADO POR COMERCIALIZACION DE CAUCHO						GENERADO POR COMERCIALIZACION DE ACERO							
Neumático Automóvil			Generado			Promedio de ingresos generados por el caucho obtenido entre rodados posibles para C/U	Neumático Automóvil				Obtenido		
Cantidad de neumaticos	Kg por neumático (Promedio entre R 13,14 y 15)	Total [Kg]	Kg de caucho	Bolsones de 350 Kg sin clasificar	Ingresos diarios generados		Cantidad de neumaticos	Kg por neumático (Promedio entre R 13,14 y 15)	Total [Kg]	Valor del Kg de Acero para Ind. Metalúrgicas en USD	Ingresos diarios generados	Kg acero	Ingresos diarios generados
87	8,4	727,27273	1107	3	USD 1.051,5		87	2,4	207,7922	1,0	USD 208	332	USD 332,035
Neumático Camioneta							Neumático Camioneta						
Cantidad de neumaticos	Kg por neumático (Promedio entre R 13,14 y 15)	Total [Kg]					Cantidad de neumaticos	Kg por neumático (Promedio entre R 13,14 y 15)	Total [Kg]	Valor del Kg de Acero para Ind. Metalúrgicas	Ingresos diarios generados		
16	11,25	182,62987					16	2,8	45,45455	1,0	USD 45		
Neumático Camión						Neumático Camión							
Cantidad de neumaticos	Kg por neumático (Promedio entre R 13,14 y 15)	Total [Kg]				Cantidad de neumaticos	Kg por neumático (Promedio entre R 13,14 y 15)	Total [Kg]	Valor del Kg de Acero para Ind. Metalúrgicas	Ingresos diarios generados			
5	36,4	196,9697	5	14,56	78,78788	1,0	USD 79						

Datos Anuales	
Dias laborales en un año	231
Neumaticos por año en Paraná	25000
Neumaticos por día	108

Neumáticos por año			Peso promedio de Neumáticos		
Auto	Pick-Up	Camión	Auto	Pick-Up	Camión
80%	15%	5%	12 kg	15 kg	52 kg
20000	3750	1250			

Ingreso diario	Ingreso mensual	Considerando el caucho y acero obtenido de una producción de 80% neum. de auto, 15% pickup y un 5% camión
\$ 489.781,41	\$ 9.795.628,25	

Cálculo de Valor actual neto y tasa interna de retorno							
Considerando una utilidad del 40%							
Años	Flujo Beneficio	Flujo de costo	Flujo Neto	Acumulado	Tasa de descuento	Tasa de interes	Inflacion anual Nov-23
0 (Inversión)	\$ -	-\$ 68.734.770,10	-\$ 68.734.770,10	- 68.734.770,10	0,37	0,59	1,46
1	\$ 117.547.538,96	\$ 70.528.523,38	\$ 47.019.015,58	- 21.715.754,52	Teniendo en cuenta una inflación anual de 146,4% y una expansion del 20% anual durante los primeros dos años		
2	\$ 206.507.516,45	\$ 103.253.758,22	\$ 103.253.758,22	81.538.003,71			
3	\$ 362.792.404,89	\$ 151.163.502,04	\$ 211.628.902,85	293.166.906,56			
4	\$ 531.128.080,76	\$ 221.303.366,99	\$ 309.824.713,78	602.991.620,34			
5	\$ 777.571.510,24	\$ 323.988.129,27	\$ 453.583.380,97	1.056.575.001,31			
		<b>VAN</b>	\$ 283.889.995,34				
		<b>TIR</b>	139%				



	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		ANEXO

## **ABASTECIMIENTO NEUMÁTICO**

Tramo	Tipo	Diametro interno [mm]	Longitud sin accesorios [m]	Codos	Tees	Válvulas exclusas	Válvulas esférica	Reducciones	Longitud Equivalente	Longitud Total con Accesorios	Caudal en m3/h
Tramo de elevación	Cañería Principal	22	4	0	1	1	0	2	2,172	6,172	1,929
Alimentación Rígida Destalonadora	Cañería Secundaria	13	23	2	3	0	2	2	13,087	36,087	0,549
Alimentación Embolsadora	Cañería secundaria	17	18	2	3	0	1	1	11,373	29,373	1,380

Caída de Presión por Accesorio											
ELEMENTO	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	11/16"	3/4"	13/16"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"
Válvula esclusa abierta	0,05	0,07	0,09	0,1	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,22	0,26
T paso recto	0,07	0,15	0,18	0,21	0,30	0,33	0,36	0,39	0,45	0,54	0,67
T paso a Derivación	0,32	0,74	0,87	1	1,21	1,28	1,41	1,54	1,81	2,13	2,46
Curva a 90	0,36	0,45	0,49	0,52	0,61	0,64	0,68	0,71	0,79	1,06	1,24
Curva a 45	0,18	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,27	0,30	0,37	0,48	0,57
Reducciones	0,12	0,15	0,16	0,17	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,35	0,41
Válvula Esférica abierta	3,78	4,95	5,32	5,68	6,70	7,04	7,52	8,00	8,96	11,76	13,77
Válvula angular abierta	0,87	1,7	2,27	2,83	3,33	3,5	3,75	3,99	4,48	5,88	6,88

Tramo	Longitud [m]	Diámetro tentativo [pulg.]	Diametro tentativo [mm]	Área [m2]	Caudal en [m3/s]	Longitud con Accesorios [m]	Velocidad [m/s]	Reynolds	Rugosidad relativa	Factor de fricción (Diagrama de Moody)	Caída de presión [bar]	Diámetro interior final	Diámetro exterior final	Equivalencia
Cañería principal	4	3/4"	19,05	0,000285023	0,00054	6,171631492	1,87952855	2400,5638	0,000125984	0,03	0,17173858	<u>22mm</u>	<u>25mm</u>	<u>1"</u>
Cañería Secundaria - Alimentación Destalonadora	25	1/2"	12,7	0,000132665	0,00015	36,08666667	1,14856971	977,981	0,00011811	0,025	0,46875027	<u>13mm</u>	<u>16,5mm</u>	<u>11/16"</u>
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	18	5/8"	15,88	0,000197932	0,00038	29,37333333	1,93668774	2061,9562	9,44584E-05	0,02	0,69405789	<u>17mm</u>	<u>20mm</u>	<u>13/16"</u>

Tramo	Longitud [m]	Diámetro interior [mm]	Diametro exterior [mm]	Área [m2]	Caudal en m3/s	Longitud con Accesorios [m]	Velocidad [m/s]	Reynolds	Caída de presión [bar]
Cañería principal	4	22	25,4	0,000380132	0,00054	6,172	1,40926779	2399,91899	<b>0,0724133</b>
Cañería Secundaria - Alimentación Destalonadora	25	13	16,5	0,000132665	0,00015	36,087	1,148569706	1270,605237	<b>0,36079566</b>
Cañería Secundaria - Alimentación Embolsadora	18	17	20	0,00022698	0,00038	29,373	1,688842806	2264,584672	<b>0,41905927</b>

	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		ANEXO

## ABASTECIMIENTO ELÉCTRICO

CARACTERISTICAS DE POTENCIA INSTALADA (Considerando solicitudes Máximas)											
Listado de equipos	Sub-rubro	Tensión Un [kV]	Potencia Activa [KW]	cos Φ	In [A]	Potencia reactiva [KVar]	Potencia aparente [KVA]	Factor de simultaneidad	Consumo simultáneo	Potencia aparente [VA]	Potencia reactiva [Var]
Iluminación	Oficina Técnica	0,22	0,24 KW	0,9	0,38 A	0,04 KVar	0,27 KVA	0,85	14,27 A	266,67 VA	116,24 VAr
	Producción, clasificación, embolsado y acopio	0,22	2,00 KW	0,9	10,11 A	0,97 KVar	2,22 KVA			2223,33 VA	969,13 VAr
		0,22	1,22 KW	0,9	6,15 A	0,59 KVar	1,35 KVA			1353,33 VA	589,90 VAr
	Baños	0,22	0,01 KW	0,9	0,03 A	0,00 KVar	0,01 KVA			6,67 VA	2,91 VAr
	Vestidores	0,22	0,02 KW	0,9	0,12 A	0,01 KVar	0,03 KVA			26,67 VA	11,62 VAr
Destalonadora	Motor de accionamiento 1	0,4	7,50 KW	0,9	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA	0,9	264,35 A	8333,33 VA	3632,42 VAr
	Motor de accionamiento 2	0,4	7,50 KW	0,9	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA			8333,33 VA	3632,42 VAr
Cinta 1	Motor de accionamiento	0,4	7,50 KW	0,9	12,66 A	3,82 KVar	8,33 KVA			8333,33 VA	3632,42 VAr
Trituradora 1	Motor de accionamiento	0,4	55,00 KW	0,89	93,89 A	29,66 KVar	61,80 KVA			61797,75 VA	28177,34 VAr
	Motor de accionamiento	0,4	55,00 KW	0,89	93,89 A	29,66 KVar	61,80 KVA			61797,75 VA	28177,34 VAr
Cinta 2	Motor de accionamiento	0,4	1,50 KW	0,87	2,62 A	0,89 KVar	1,72 KVA			1724,14 VA	850,09 VAr
Cinta magnetica	Motor de accionamiento	0,4	0,55 KW	0,87	0,96 A	0,33 KVar	0,63 KVA			632,18 VA	311,70 VAr
Trituradora 2	Motor de accionamiento	0,4	30,00 KW	0,88	51,80 A	17,04 KVar	34,09 KVA			34090,91 VA	16192,28 VAr
Chimango 1	Motor de accionamiento	0,4	0,40 KW	0,8	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA			500,00 VA	300,00 VAr
Clasificadora	Motor de accionamiento	0,4	2,20 KW	0,87	3,84 A	1,31 KVar	2,53 KVA			2528,74 VA	1246,80 VAr
Chimango Recirculación	Motor de accionamiento	0,4	0,40 KW	0,8	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA			500,00 VA	300,00 VAr
Chimango Clasificadora-embolsadora	Motor de accionamiento	0,4	0,40 KW	0,8	0,76 A	0,32 KVar	0,50 KVA			500,00 VA	300,00 VAr
Embolsadora Big Bag	Conjunto	0,4	1,50 KW	0,87	2,62 A	0,89 KVar	1,72 KVA			1724,14 VA	850,09 VAr
	Motor	0,4	2,20 KW	0,87	3,84 A	1,31 KVar	2,53 KVA			2528,74 VA	1246,80 VAr
Oficina	Aire acondicionado	0,22	3,60 KW	0,9	12,86 A	1,23 KVar	4,00 KVA			4000,00 VA	1743,56 VAr
	Tomas varios	0,22	1,50 KW	0,75	9,09 A	1,32 KVar	2,00 KVA			-	-
	Tomas varios	0,22	1,50 KW	0,75	9,09 A	1,32 KVar	2,00 KVA			-	-
<b>TOTAL</b>			181,74 KW		341,56 A		205,20 KVA		309,67 A	201201,01 VA	86329,50 VAr

VERIFICACIÓN POR CAÍDA DE TENSION ACUMULADA										
Tablero	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Corriente Consumo [A]	Cos $\phi$	Sen $\phi$	Seccion Calentamiento [mm <sup>2</sup> ]	$\delta L$ (efecto inductivo) [V]	Suma L.i	$\Delta V$ Acumulado [V]	$\Delta V$ Acumulado [%]
Acometida	-	20,0	310,52	0,886	0,464	120	0,400	6210,40	1,792	0,45%
General	Destalonadora	10,0	12,66	0,900	0,436	2,5	0,008	126,61	3,185	0,80%
		10,0	12,66	0,900	0,436	2,5	0,008	126,61	3,185	0,80%
	Cinta 1	20,0	12,66	0,900	0,436	2,5	0,015	253,22	4,578	1,14%
	Trituradora 1	20,0	93,89	0,890	0,456	35	0,119	1877,84	3,362	0,84%
		20,0	93,89	0,890	0,456	35	0,119	1877,84	3,362	0,84%
	Cinta 2	30,0	2,62	0,870	0,493	2,5	0,005	78,59	2,629	0,66%
	Cinta magnetica	25,0	0,96	0,870	0,493	2,5	0,002	24,01	2,048	0,51%
	Trituradora 2	30,0	51,80	0,880	0,475	16	0,102	1553,87	4,492	1,12%
	Chimango 1	35,0	0,76	0,800	0,600	2,5	0,002	26,59	2,053	0,51%
	Clasificadora	35,0	3,84	0,870	0,493	2,5	0,009	134,47	3,224	0,81%
	Chimango Recirculación	30,0	0,76	0,800	0,600	2,5	0,002	22,79	2,016	0,50%
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40,0	0,76	0,800	0,600	2,5	0,003	30,39	2,090	0,52%
	Compresor	25,0	3,84	0,870	0,493	2,5	0,007	96,05	2,815	0,70%
	Embolsadora	45,0	2,62	0,870	0,493	2,5	0,008	117,88	3,047	0,76%
	<b>Alimentación Tablero Iluminación</b>	15,0	16,79	0,900	0,436	2,5	0,015	251,91	4,563	0,66%
Iluminación	Iluminación Oficina	20,0	0,38	0,900	0,436	2,5	0,000	7,70	4,661	2,12%
	Iluminación baños	20,0	0,03	0,900	0,436	2,5	0,000	0,61	4,571	2,078%
	Iluminación vestidores	10,0	0,12	0,900	0,436	2,5	0,000	1,21	4,579	2,08%
	Iluminación área producción R	20,0	3,37	0,900	0,436	2,5	0,004	67,37	5,418	2,46%
	Iluminación área producción S	15,0	3,37	0,900	0,436	2,5	0,003	50,53	5,205	2,37%
	Iluminación área producción T	10,0	3,37	0,900	0,436	2,5	0,002	33,69	4,991	2,27%
	Iluminación maquinarias	45,0	6,15	0,900	0,436	2,5	0,017	276,82	5,454	2,48%

VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES POR CORRIENTE DE FALLA

VALORES FIJOS	
Tensión trifásica U [V]	400,00
Tensión monofásica U [V]	220,00
Corriente simultanea (A)	309,67

$$R_L = R_i \times L [m] \times \frac{1 [km]}{1000 [m]} \quad X_L = X_i \times L [m] \times \frac{1 [km]}{1000 [m]}$$

$$X_M = \frac{U}{\sqrt{3} \times 5 \times I \times \cos \phi} \quad R_M = 0,15 \times X_M$$

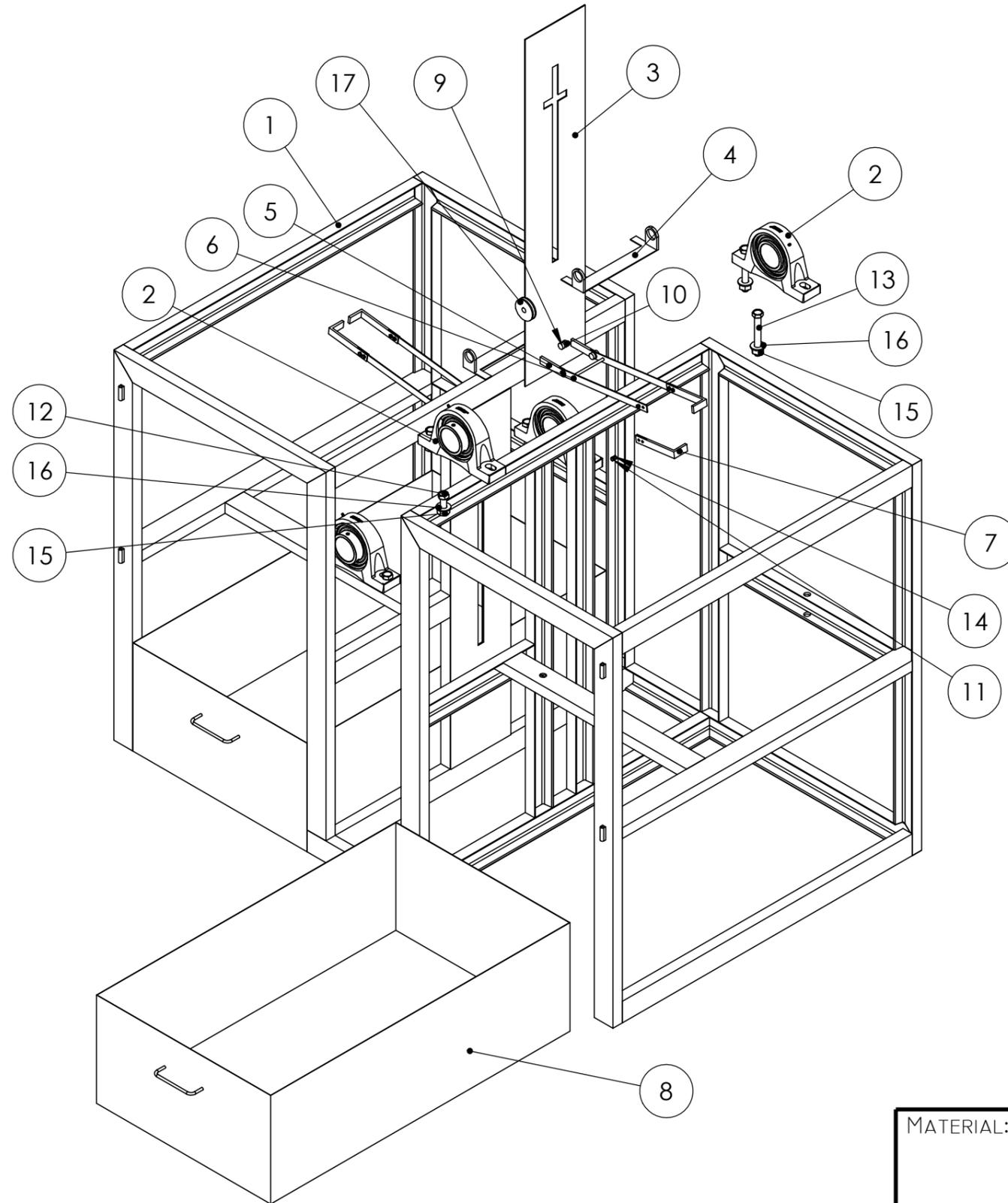
Tablero	Equipo/Área	Longitud Conductor [m]	Cos φ	Seccion Calentamiento [mm2]	Tipo	Conductores						Motores			
						Resistencia Eléctrica R [Ω/Km]	Reactancia X [Ω/Km]	Resistencia RL [Ω]	Reactancia XL [Ω]	Impedancia ZL [Ω]	Impedancia [ZL] [Ω]	Resistencia RM [Ω]	Reactancia XM [Ω]	Impedancia ZM [Ω]	Impedancia [ZM] [Ω]
Acometida	-	20	0,89	120,00	Tetrapolar	0,184	0,0729	0,00368	0,001458	0,00368+0,01458j	0,0039583	N/A	N/A	N/A	N/A
Tablero general	Destalonadora	10	0,9	2,50	Tripolar + N	7,98	0,09995	0,0798	0,0009995	0,0798+0,009995j	0,07980626	0,608	4,0533	0,608+4,053333333333333j	4,098679679
		10	0,9	2,50	Tripolar + N	7,98	0,09995	0,0798	0,0009995	0,0798+0,009995j	0,07980626	0,608	4,0533	0,608+4,053333333333333j	4,098679679
	Cinta 1	20	0,9	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,1596	0,001999	0,1596+0,001999j	0,15961252	0,608	4,0533	0,608+4,053333333333333j	4,098679679
	Trituradora 1	20	0,89	35,00	Tripolar	0,554	0,076	0,01108	0,00152	0,01108+0,00152j	0,01118377	0,082909091	0,5527	0,0829090909090909+0,5527272727272727j	0,558910865
		20	0,89	35,00	Tripolar	0,554	0,076	0,01108	0,00152	0,01108+0,00152j	0,01118377	0,082909091	0,5527	0,0829090909090909+0,5527272727272727j	0,558910865
	Cinta 2	30	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2394	0,0029985	0,2394+0,0029985j	0,23941878	3,04	20,2667	3,04+20,26666666666667j	20,4933984
	Cinta magnetica	25	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,1995	0,00249875	0,1995+0,00249875j	0,19951565	8,290909091	55,2727	8,29090909090909+55,27272727272727j	55,89108653
	Trituradora 2	30	0,88	16,00	Tripolar	1,21	0,0813	0,0363	0,002439	0,0363+0,002439j	0,03638185	0,152	1,0133	0,152+1,013333333333333j	1,02466992
	Chimango 1	35	0,8	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2793	0,00349825	0,2793+0,00349825j	0,27932191	11,4	76,0000	11,4+76j	76,85024398
	Clasificadora	35	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2793	0,00349825	0,2793+0,00349825j	0,27932191	2,072727273	13,8182	2,07272727272727+13,81818181818181j	13,97277163
	Chimango Recirculación	30	0,8	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,2394	0,0029985	0,2394+0,0029985j	0,23941878	11,4	76,0000	11,4+76j	76,85024398
	Chimango Clasificadora-embolsadora	40	0,8	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,3192	0,003998	0,3192+0,003998j	0,31922504	11,4	76,0000	11,4+76j	76,85024398
	Compresor	25	0,87	2,50	Tripolar	7,98	0,09995	0,1995	0,00249875	0,1995+0,00249875j	0,19951565	2,072727273	13,8182	2,07272727272727+13,81818181818181j	13,97277163
Embolsadora	45	0,87	2,50	Tripolar + N	7,98	0,09995	0,3591	0,00449775	0,3591+0,00449775j	0,35912817	3,04	20,2667	3,04+20,26666666666667j	20,4933984	
Tablero Iluminación	Alimentación Tablero Iluminación	15	0,9	2,5	Tetrapolar	7,98	0,0995	0,1197	0,0014925	0,1197+0,0014925j	0,1197093	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación Oficina	5	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,0399	0,0004975	0,0399+0,0004975j	0,0399031	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación baños	10	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,0798	0,000995	0,0798+0,000995j	0,0798062	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación vestidores	20	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1596	0,00199	0,1596+0,00199j	0,15961241	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación área producción R	15	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1197	0,0014925	0,1197+0,0014925j	0,1197093	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación área producción S	20	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1596	0,00199	0,1596+0,00199j	0,15961241	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación área producción T	20	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,1596	0,00199	0,1596+0,00199j	0,15961241	N/A	N/A	N/A	N/A
	Iluminación maquinarias	10	0,9	2,5	Bipolar	7,98	0,0995	0,0798	0,000995	0,0798+0,000995j	0,0798062	N/A	N/A	N/A	N/A

VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES A CORRIENTES DE FALLA												
Tablero a analizar		Tensión U [V]	Impedancia Equivalente ZT [Ω]	R Equivalente RT [Ω]	X Equivalente XT [Ω]	Impedancia Equivalente  ZT  [Ω]	Corriente de Falla I" k3 [A]	1% de I" k3 [A]	Corriente de Motores [A]	Agregar Malla	Factor X	Corriente de Choque Is [A]
Tablero acometida	Falla tripolar TA sin cargas	400	0,00903005061819078+0,0246812984957577j	0,009030051	0,0246813	0,02628133	9665,953659	96,6595366	293,73	Agregar malla	1,3470	18413,0901
	Falla tripolar TA con cargas	400	0,00746447101126293+0,0217568092893499j	0,007464471	0,02175681	0,023001676	11044,15711	N/A	N/A	N/A	1,3701	21399,7168
Tablero Principal	Falla tripolar TP sin cargas	400	0,0127100506181908+0,0261392984957577j	0,012710051	0,0261393	0,029065586	8740,030735	87,4003074	293,73	Agregar malla	1,2479	15424,1462
	Falla tripolar TP con cargas	400	0,0101112223100684+0,0230236256367996j	0,010111222	0,02302363	0,025146056	10102,34424	N/A	N/A	N/A	1,2824	18322,1627
Tablero 2	Falla Tripolar alimentación T2	400	0,132410050618191+0,0276317984957577j	0,132410051	0,0276318	0,135262477	1878,082698	N/A	N/A	N/A	1,0200	2709,1317
Destalonadora	Falla tripolar	400	0,0217700506181908+0,0262383984957577j	0,021770051	0,0262384	0,034093821	7451,030944	N/A	N/A	N/A	1,1013	11605,0401
	Motor 1	400	0,101570050618191+0,0272378984957577j	0,101570051	0,0272379	0,105158824	2415,718514	N/A	N/A	N/A	1,0200	3484,7151
	Motor 2	400	0,101570050618191+0,0272378984957577j	0,101570051	0,0272379	0,105158824	2415,718514	N/A	N/A	N/A	1,0200	3484,7151
Trituradoras	Trituradora 1	400	0,0348700506181908+0,0291792984957577j	0,034870051	0,0291793	0,045468141	5587,079439	N/A	N/A	N/A	1,0472	8274,1058
	Trituradora 2	400	0,0490100506181908+0,0285782984957577j	0,049010051	0,0285783	0,056733625	4477,664144	N/A	N/A	N/A	1,0257	6495,1973
Transportadores	Falla tripolar Alimentacion Gral.	400	0,0217700506181908+0,0262383984957577j	0,021770051	0,0262384	0,034093821	7451,030944	N/A	N/A	N/A	1,1013	11605,0401
	Cinta Transp. 1	400	0,181370050618191+0,0282373984957577j	0,181370051	0,0282374	0,183555022	1383,967141	N/A	N/A	N/A	1,0200	1996,3696
	Cinta Transp. 2	400	0,261170050618191+0,0292368984957577j	0,261170051	0,0292369	0,26280143	966,6390267	N/A	N/A	N/A	1,0200	1394,3747
	Cinta Magnética	400	0,221270050618191+0,0287371484957577j	0,221270051	0,02873715	0,223128346	1138,511186	N/A	N/A	N/A	1,0200	1642,2999
	Chimango 2	400	0,261170050618191+0,0292368984957577j	0,261170051	0,0292369	0,26280143	966,6390267	N/A	N/A	N/A	1,0200	1394,3747
	Chimango 1	400	0,301070050618191+0,0297366484957577j	0,301070051	0,02973665	0,302535029	839,6849762	N/A	N/A	N/A	1,0200	1211,2438
	Chimango 3	400	0,340970050618191+0,0302363984957577j	0,340970051	0,0302364	0,342308071	742,1213236	N/A	N/A	N/A	1,0200	1070,5084
Maquinaria General	Compresor	400	0,212210050618191+0,0286380484957577j	0,212210051	0,02863805	0,214133705	1186,334113	N/A	N/A	N/A	1,0200	1711,2844
	Clasificadora	400	0,292010050618191+0,0296375484957577j	0,292010051	0,02963755	0,293510228	865,5034619	N/A	N/A	N/A	1,0200	1248,4869
	Embolsadora	400	0,371810050618191+0,0306370484957577j	0,371810051	0,03063705	0,373070158	680,9285419	N/A	N/A	N/A	1,0200	982,2379

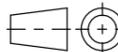
SELECCION DE PROTECCIONES																			
Tablero	Equipo	Descripción	Potencia Activa [KW]	Corriente requerida	Seccionador Acometida		Seccionador General		Protecciones			Guardamotor				Mantobra			
					Corriente de diseño	Protección	Corriente de diseño	Protección	Corriente de diseño	Diferenciales	Magnetotérmicos	Corriente de diseño	Tipo de arranque	Corriente de Arranque	Protección		Contacto		
Acometida	-	Alimentación	-	310,52	310,52	Seccionador fusible FuPact ISFT400 - 400 A Din Nh02 3 P	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
Tablero general	Trituradora 1	Motor de accionamiento 1	55	93,89	N/A	N/A	277,79	Interruptor automatico CompacT NSX400F 36kA DCPV 4P 320A TMD	93,89	N/A	Interruptor termomagnético Acti9 C120N 4P 100A curva C	93,89	Variador de frecuencia	N/A	Protecciones incluidas en tablero	Protecciones incluidas en tablero			
		Motor de accionamiento 2	55	93,89	N/A	N/A			93,89	N/A	Interruptor termomagnético Acti9 C120N 4P 100A curva C	93,89	Variador de frecuencia	N/A	Protecciones incluidas en tablero	Protecciones incluidas en tablero			
	Trituradora 2	Motor de accionamiento	30,00	51,80	N/A	N/A			51,80	N/A	Int. Termomagnético IC60L 4X63 A Curva C	51,80	Variador de frecuencia	N/A	Protecciones incluidas en tablero	Protecciones incluidas en tablero			
	Destalonadora	Motor de accionamiento 1	7,50	12,66	N/A	N/A			25,32	N/A	Int. Termomagnético IC60L 4X32A Curva C + 2 x Int. Termomagnético IC60L 4X13 A Curva C	12,66	Variador de frecuencia	N/A	Protecciones del variador	Protecciones del variador			
		Motor de accionamiento 2	7,50	12,66	N/A	N/A						12,66	N/A	Variador de frecuencia	N/A	Protecciones del variador	Protecciones del variador		
	Cinta 1	Motor de accionamiento	7,50	12,66	N/A	N/A			18,52	N/A	Int. Termomagnético IC60L 4X20 A Curva C	12,66	Estrella-Triangulo	27,01	Guardamotor termomagnético Tesys Deca 9-14A pulsador	LC1D123M7 Contactor Tesys D - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 16 A - 230 V CA bobina			
	Cinta 2	Motor de accionamiento	1,50	2,62	N/A	N/A						2,62	Directo	16,24	TeSys GV2 Deca Guardamotor Magnetotermico 2.5 4A - GV2ME08	LC1D06P7 TeSys D Contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 6 A - 230 V AC			
	Cinta magnetica	Motor de accionamiento	0,55	0,96	N/A	N/A						0,96	Directo	6,34	Guardamotor termomagnético Tesys Deca 1-1.6A pulsador	LC1D06P7 TeSys D Contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 6 A - 230 V AC			
	Chimango 1	Motor de accionamiento	0,40	0,76	N/A	N/A						0,76	Directo	4,56	Guardamotor termomagnético Tesys Deca 0.63-1A pulsador GV2ME05	LC1D06P7 TeSys D Contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 6 A - 230 V AC			
	Chimango Recirculación	Motor de accionamiento	0,40	0,76	N/A	N/A						0,76	Directo	4,56	Guardamotor termomagnético Tesys Deca 0.63-1A pulsador GV2ME05	LC1D06P7 TeSys D Contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 6 A - 230 V AC			
	Chimango Clasificadora-embolsad	Motor de accionamiento	0,40	0,76	N/A	N/A						0,76	Directo	4,56	Guardamotor termomagnético Tesys Deca 0.63-1A pulsador GV2ME05	LC1D06P7 TeSys D Contactor - 3P(3 NO) - AC-3 - <= 440 V 6 A - 230 V AC			
	Compresor	Motorización	2,20	3,84	N/A	N/A						2,20	N/A	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 3A curva C	3,84	Directo	28,82	Protecciones incluidas en tablero	Protecciones incluidas en tablero
	Clasificadora	Motor de accionamiento	2,20	3,84	N/A	N/A						2,20	N/A	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 3A curva C	3,84	Directo	28,82	Protecciones incluidas en tablero	Protecciones incluidas en tablero
	Embolsadora	Motorización	1,50	2,62	N/A	N/A			1,50	N/A	Interruptor termomagnético Acti9 iC60N 4P 2A curva C	2,62	Directo	18,34	Protecciones incluidas en tablero	Protecciones incluidas en tablero			
Alimentación Tablero Iluminación	Alimentacion tablero	3,489	16,79	N/A	N/A	14,27	Interruptor diferencial; Acti9 iDD; 4P; 25A; 30mA AC	Magnetotérmico; Acti9 iC40N, 3P+N, 16 A, C curva, 6000 A, 10 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
Tablero Iluminación	Iluminación Oficina	Iluminacion F+N oficina	0,24	0,38	N/A	N/A	0,38	Magnetotérmico; Acti9 iC40F, 1P+N, 2 A, C curva, 6000 A, 6 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
	Iluminación baños	Iluminacion F+N baños	0,01	0,03	N/A	N/A	0,03	Magnetotérmico; Acti9 iC40F, 1P+N, 2 A, C curva, 6000 A, 6 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
	Iluminación vestidores	Iluminacion F+N vestidores	0,02	0,12	N/A	N/A	0,12	Magnetotérmico; Acti9 iC40F, 1P+N, 2 A, C curva, 6000 A, 6 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
	Iluminación área producción R	Iluminacion linea 1 F+N	0,667	3,37	N/A	N/A	3,37	Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC40F, 1P+N; 6 A; curva C; 6000 A/6 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
	Iluminación área producción S	Iluminacion linea 2 F+N	0,667	3,37	N/A	N/A	3,37	Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC40F, 1P+N; 6 A; curva C; 6000 A/6 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
	Iluminación área producción T	Iluminacion linea 3 F+N	0,667	3,37	N/A	N/A	3,37	Interruptor magnetotérmico; Acti9 iC40F, 1P+N; 6 A; curva C; 6000 A/6 kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
	Iluminación maquinarias	Iluminación puntual	1,218	6,15	N/A	N/A	6,15	Acti9 iC40F - Interruptor magnetotérmico - 1P+N - 10A - Curva C - 6kA	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						

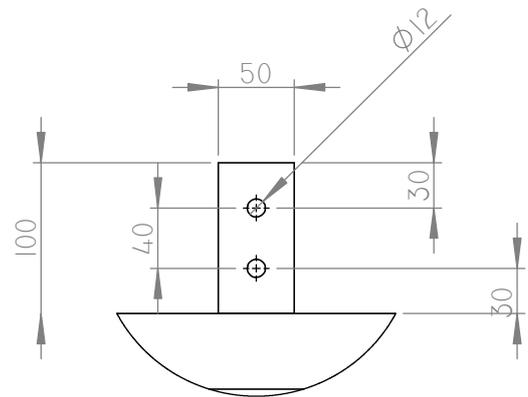
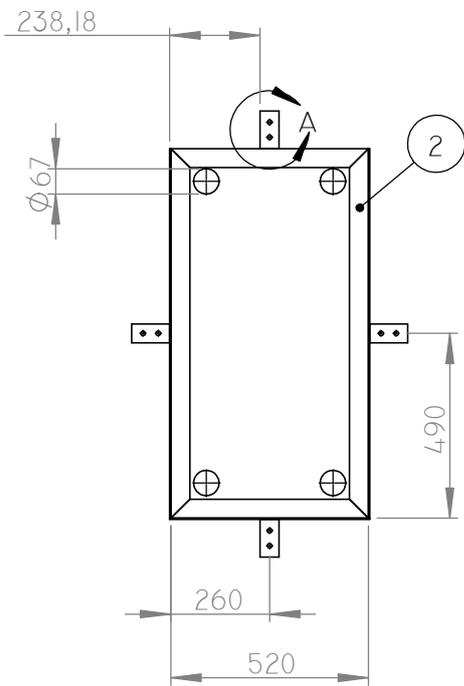
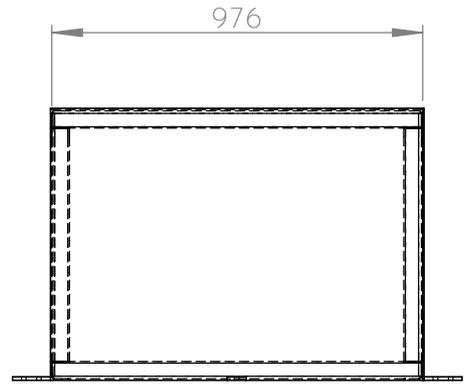
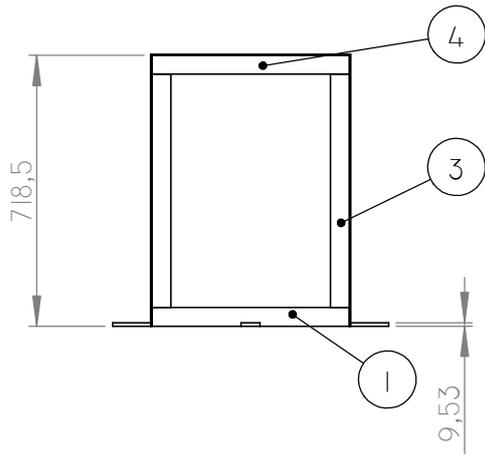
	<b>Proyecto Final</b>	<b>Carrera</b>	<b>Año:</b>
	<b>Alumnos:</b> Gastaldi, Luis Adriel ; Leban, Fernando Augusto	Ing. Electromecánica	2023
	<b>"PLANTA DE RECICLAJE DE NFU PARA LA CIUDAD DE PARANA"</b>		ANEXO

## PLANIMETRÍA



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PLANO	DESCRIPCION	CANTIDAD
17	DE-CE-17	POLEA ELEVACION BRAZO	1
16	-	ARANDELA 24 MM, REGULAR	8
15	-	TUERCA, M24 x 3 --W-N	8
14	-	TUERCA, M8 x 1.25 --D-N	8
13	-	TORNILLO, M24 x 3.0 x 180 --60WN	4
12	-	TORNILLO, M24 x 3.0 x 80 --54WN	4
11	-	TORNILLO, M8 x 1.25 x 16 --16WN	8
10	-	PERNO-ROSCA HEMBRA	4
9	-	PERNO-ROSCA MACHO	4
8	DE-CE-08	CAJON	2
7	DE-CE-07	TOPES BRAZO ARTICULADO	4
6	DE-CE-06	BRAZO ARTICULADO	2
5	DE-CE-05	SOPORTES PARA BRAZOS	4
4	DE-CE-04	SOPORTE MOTOR TUBULAR	2
3	DE-CE-03	CHAPA DE TOPE PARA DESTALONADO	2
2	-	SKF_SYJ 100 TF	4
1	DE-CE-01	ESTRUCTURA-DESTALONADORA	1

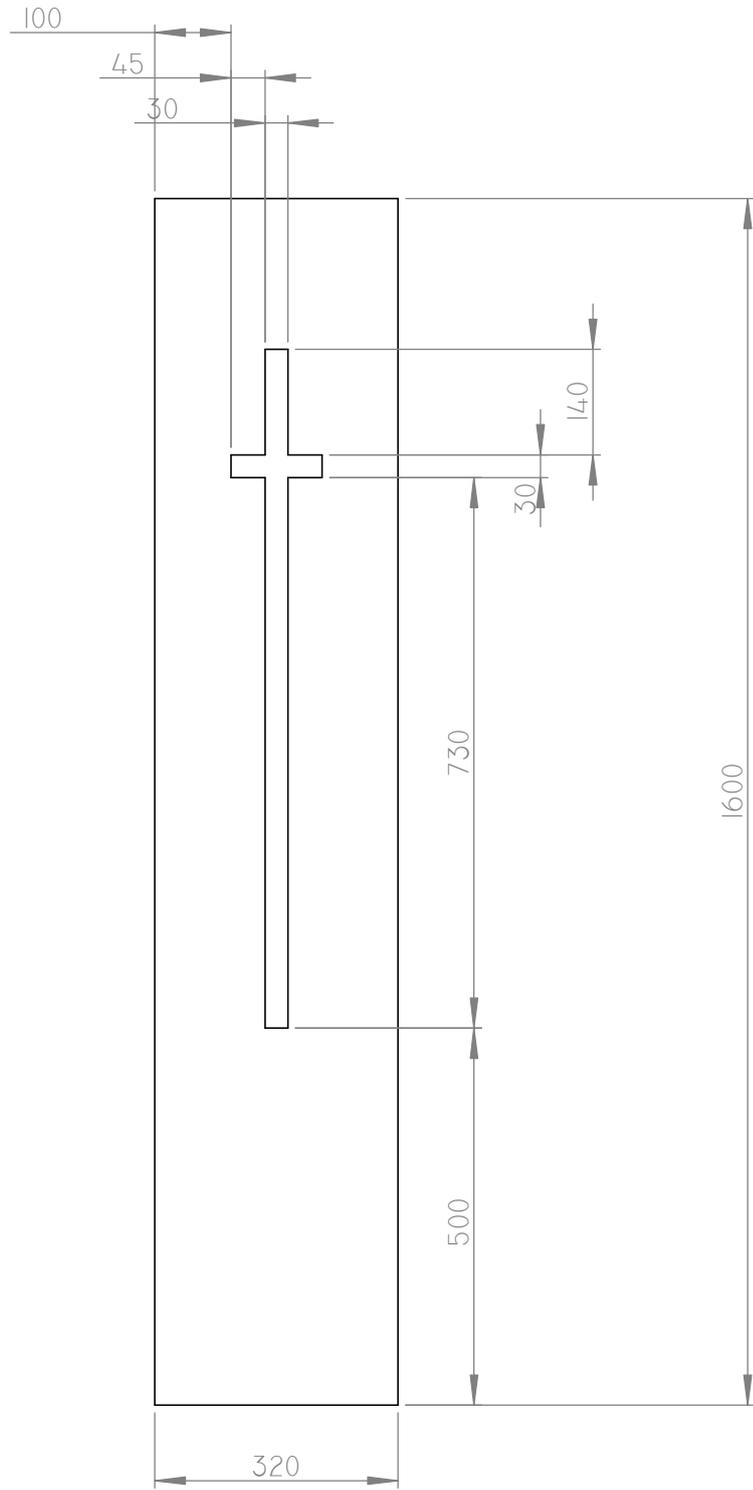
MATERIAL:	FECHA:	NOMBRE:	
DIB.		GASTALDI L. ADRIEL	
REV.		LEBAN F. AUGUSTO	<b>PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ</b>
APR.			
ESC.			
 TOLER. RUG.	<b>SUBENSAMBLAJE: CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>		ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>
			Nº DE PIEZA:

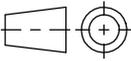


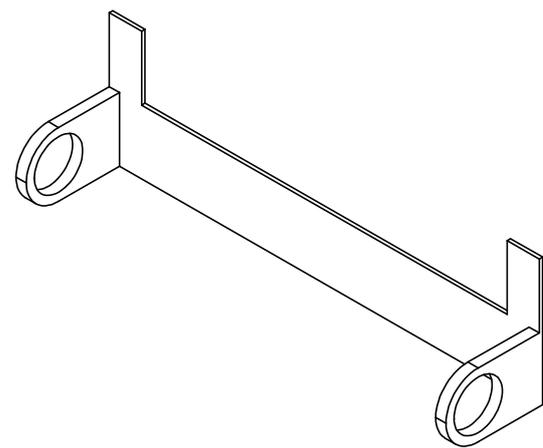
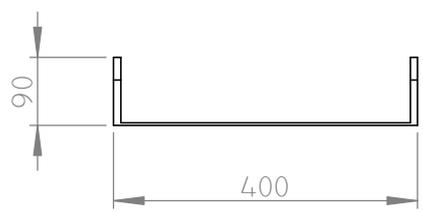
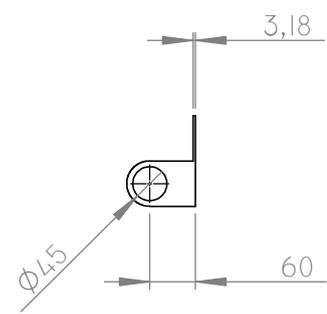
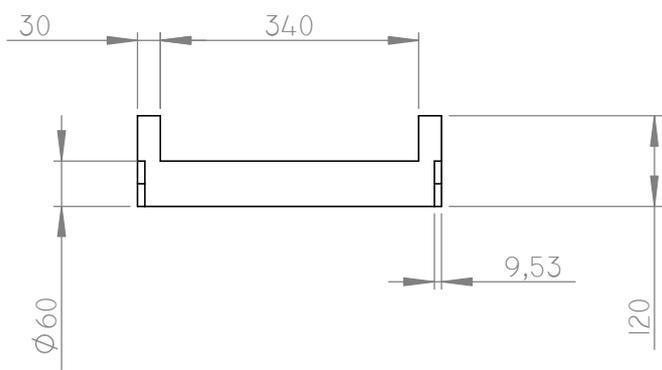
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

4	1	50x50x4	3000
3	4	50x50x4	700.6
2	2	50x50x4	980
1	2	50x50x4	520
N° de elemento	Cantidad	Descripción	LONGITUD

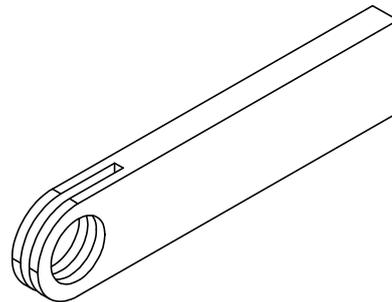
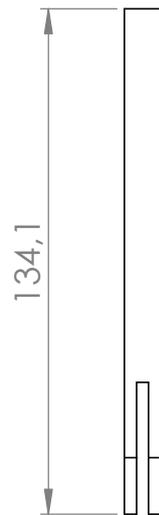
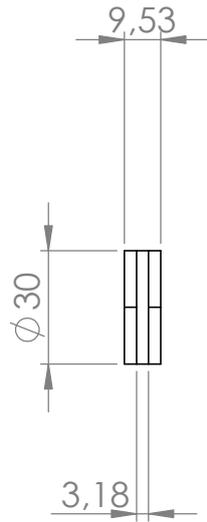
MATERIAL: ESTRUCTURAL 50X50X4 CHAPA NEGRA 1/8" CHAPA NEGRA 3/8"  CORTADO SOLDADO TALDRADO	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:20			<b>BASE DE MOTOR</b>	PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
TOLER. RUG.				ENSAMBLAJE: DESTALONADORA
				N° DE PIEZA: 1

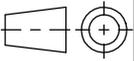


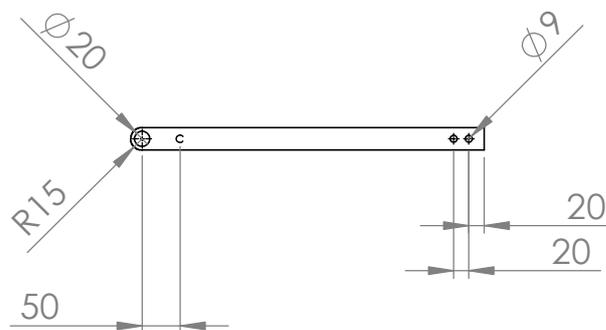
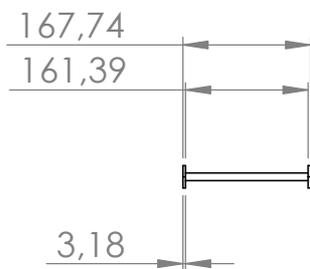
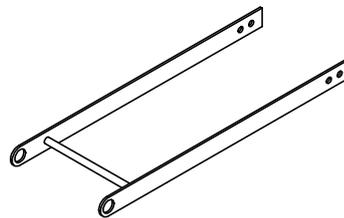
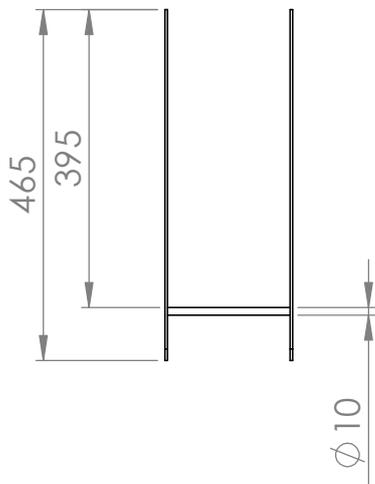
MATERIAL: CHAPA NEGRA 1/8"	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:10	<b>CHAPA DE TOPE PARA DESTALONADO</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
			ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>	
TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA: 3	
CORTE POR PLASMA				

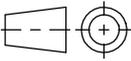


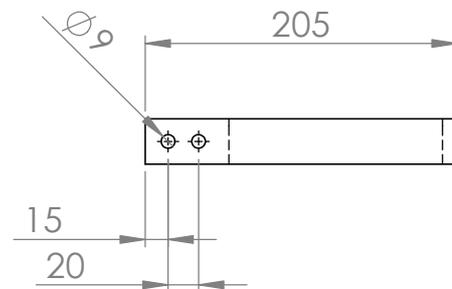
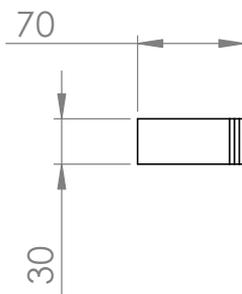
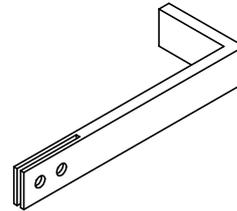
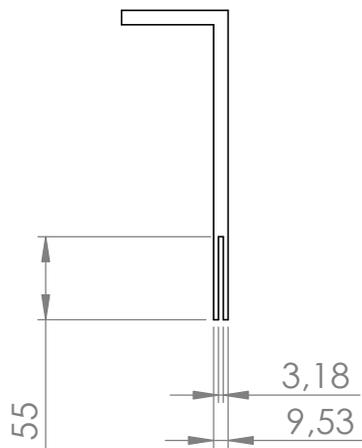
<b>MATERIAL:</b> SAE 1020 1/8" SAE 1020 3/8"  SOLDADO TALADRADO CORTADO	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:5	<b>SOPORTE PARA          MOTOR TUBULAR</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
			ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>	
TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA: <b>4</b>	



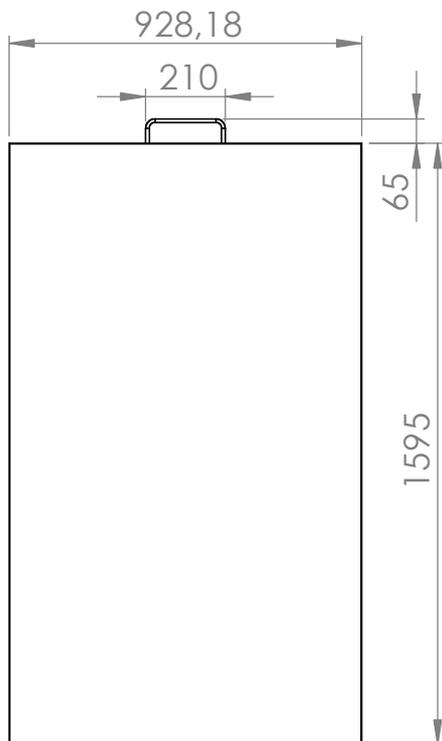
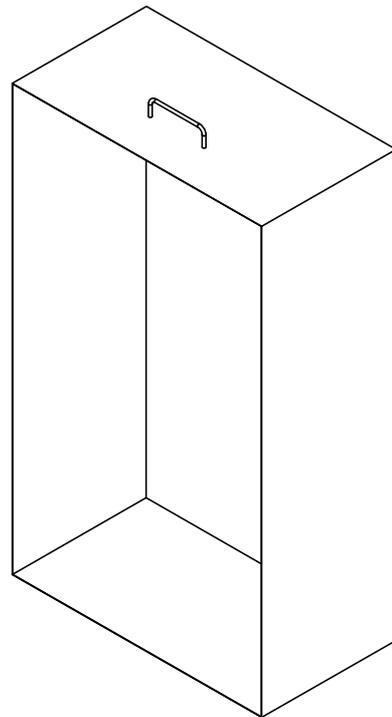
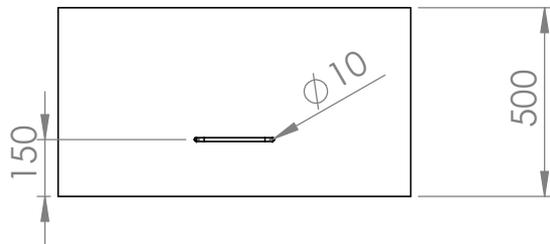
MATERIAL: SAE 1020 3/8"	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
SOLDADO TALADRADO CORTADO	ESC. 1:2	<b>SOPORTE PARA BRAZOS</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
	TOLER. RUG.			ENSAMBLAJE: CONJUNTO ESTRUCTURAL
				Nº DE PIEZA: 5

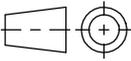


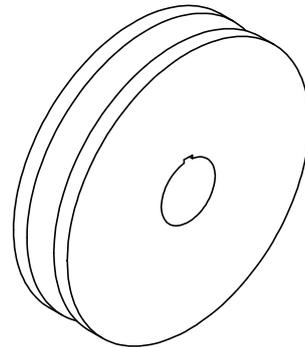
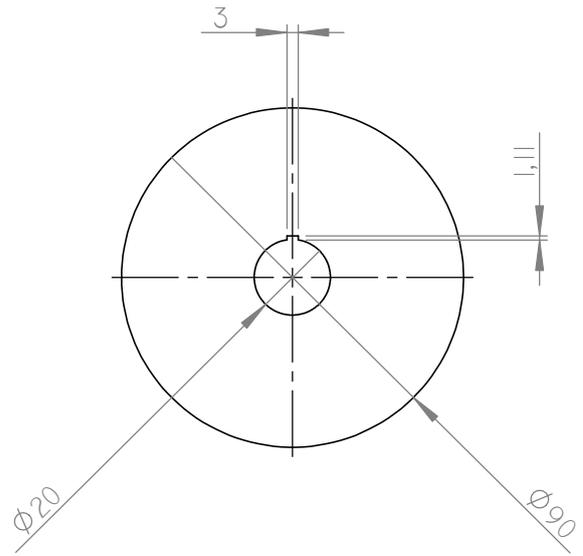
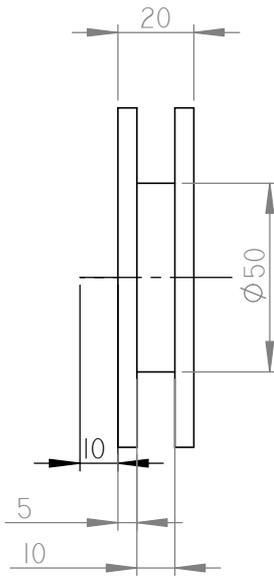
MATERIAL: SAE 1020 1/8" HIERRO $\phi 10$ MM	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:10	<b>BRAZO ARTICULADO</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
SOLDADO TALADRADO CORTE	 TOLER. RUG.		ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>	
			Nº DE PIEZA: <b>6</b>	

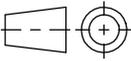


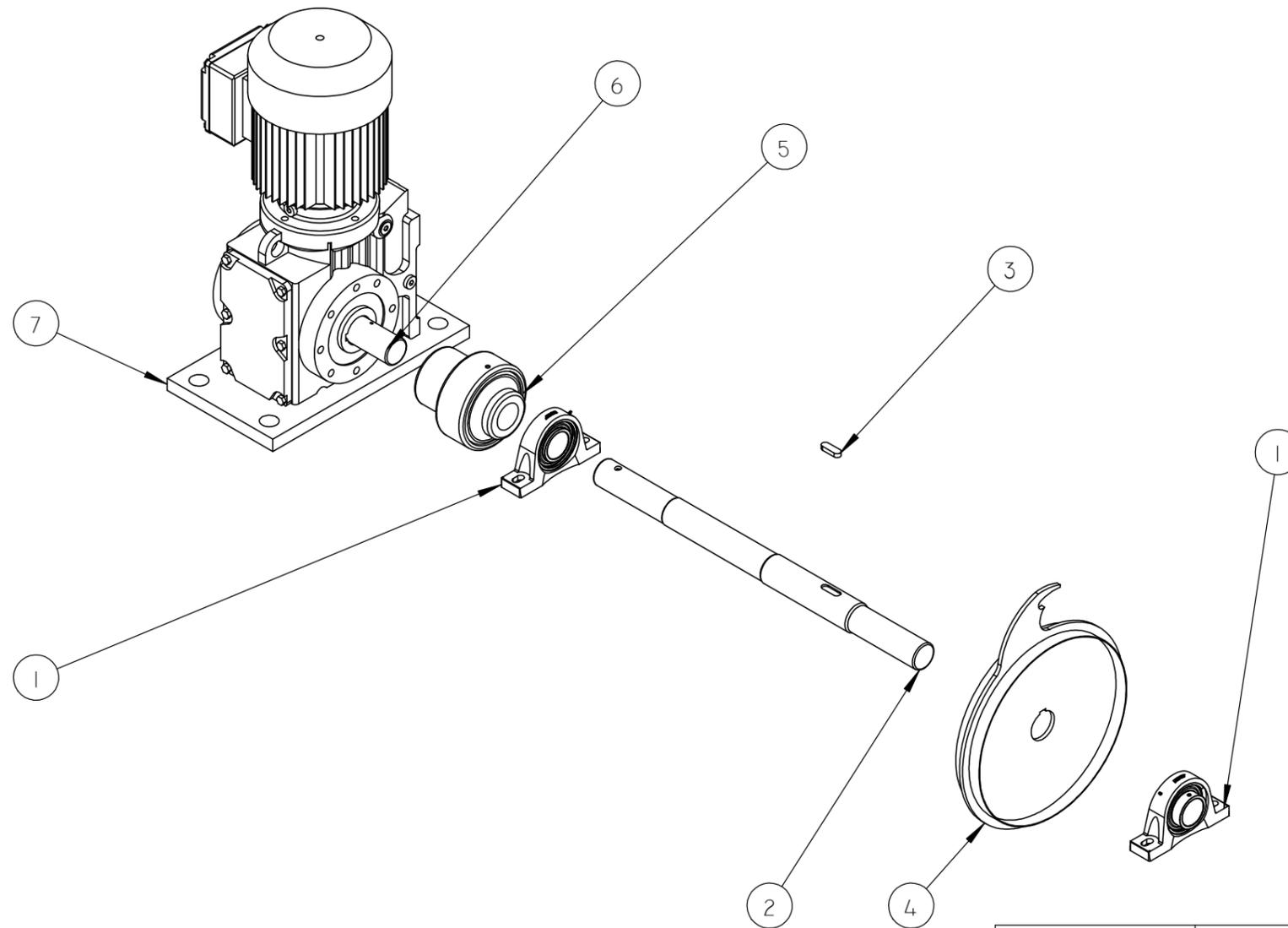
MATERIAL: SAE 1020 3/8"	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
SOLDADO TALADRADO	ESC. 1:5	<b>TOPES DE BRAZO ARTICULADO</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
				ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>
	TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA: <b>7</b>



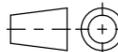
MATERIAL: CHAPA 1/8" HIERRO 10MM	DIB.	FECHA	NOMBRE		
	REV.				<b>CAJÓN</b>
	APR.				
	ESC. 1:20				
PLEGADO Y SOLDADO				PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
	TOLER. RUG.			ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>	
				Nº DE PIEZA: <b>8</b>	

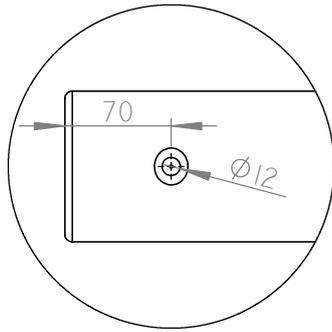


MATERIAL: SAE 1045	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
TORNEADO	ESC. 1:2	<b>POLEA DE ELEVACION DE BRAZO</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
				ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO ESTRUCTURAL</b>
	TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA: <b>17</b>

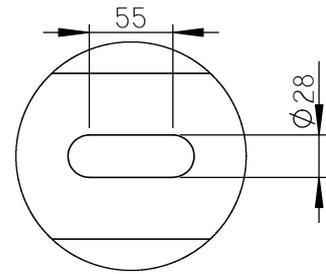


7	TRANSPOWER GK09BRGAI32	MOTOREDUCTOR TRANSPOWER GK09BRGAI32	1
6	-	EJE SALIDA	1
5	-	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1
4	DE-CM-04	DISCO DE EXTRACCIÓN	1
3	DE-CM-03	CHAVETA DISCO	1
2	DE-CM-02	ARBOL DE ACCIONAMIENTO	1
1	-	SKF_SYJ 100 TF	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

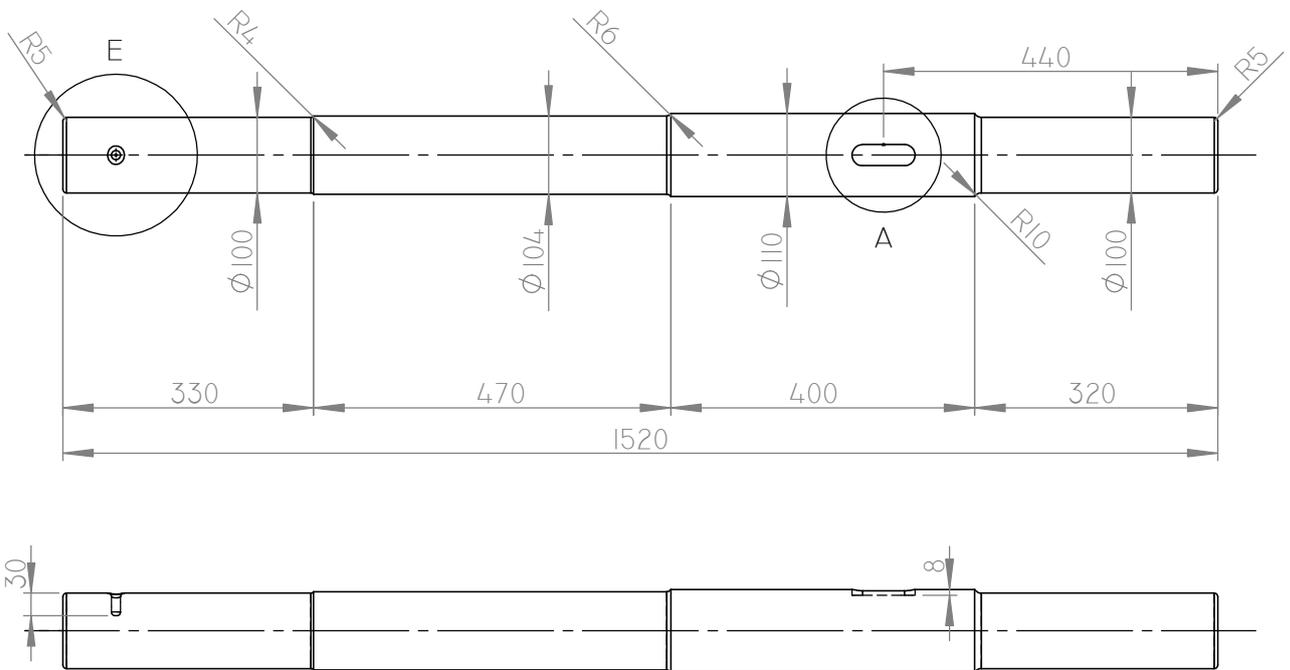
MATERIAL:	FECHA	NOMBRE	
	DIB.	GASTALDI L. ADRIEL	
	REV.	LEBAN F. AUGUSTO	
	APR.		
	ESC.		
<b>SUBENSAMBLAJE: CONJUNTO MECÁNICO</b>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
			ENSAMBLAJE: CONJUNTO MECÁNICO
TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA:



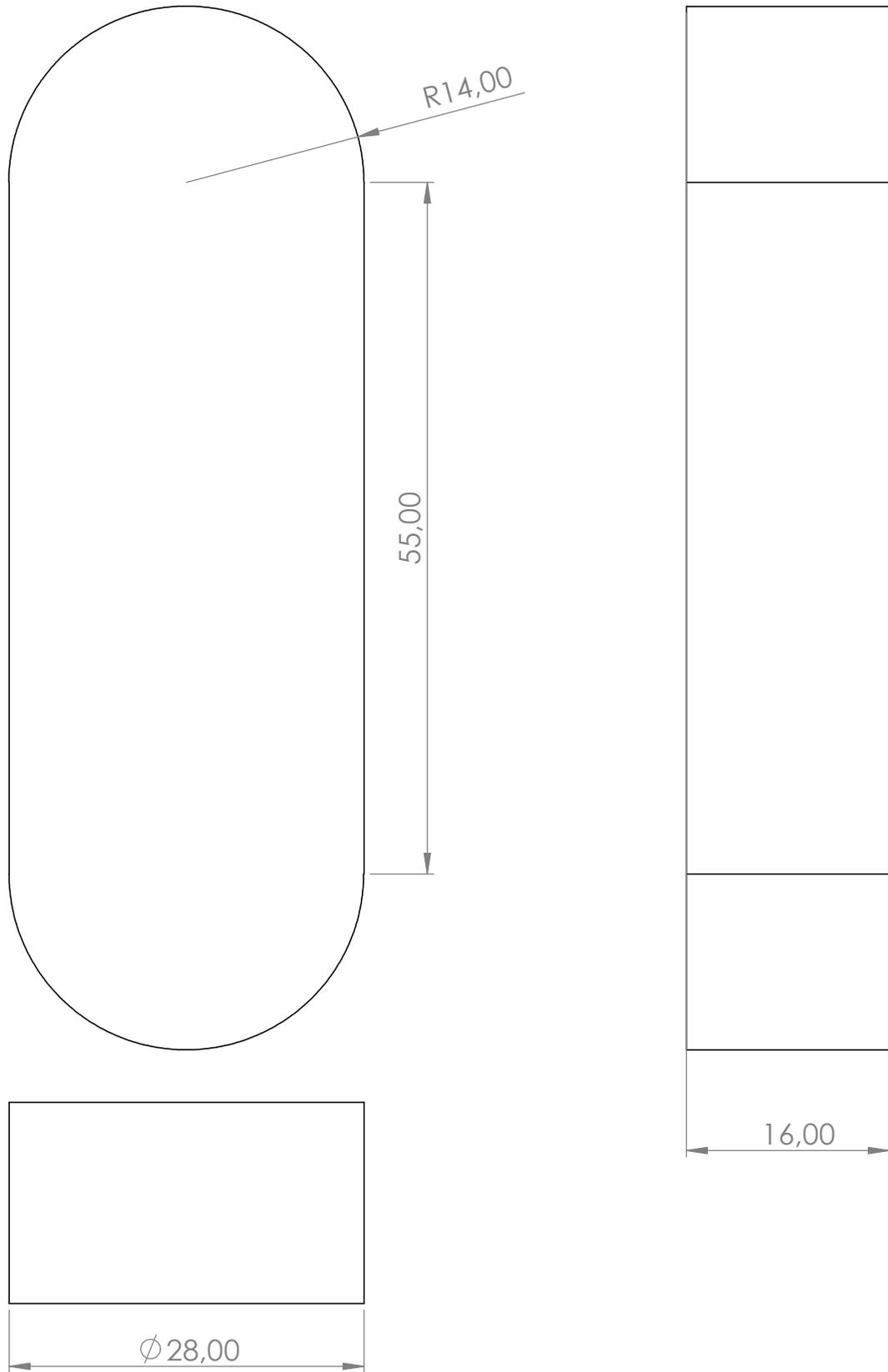
DETALLE E  
ESCALA 1 : 5

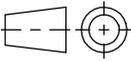


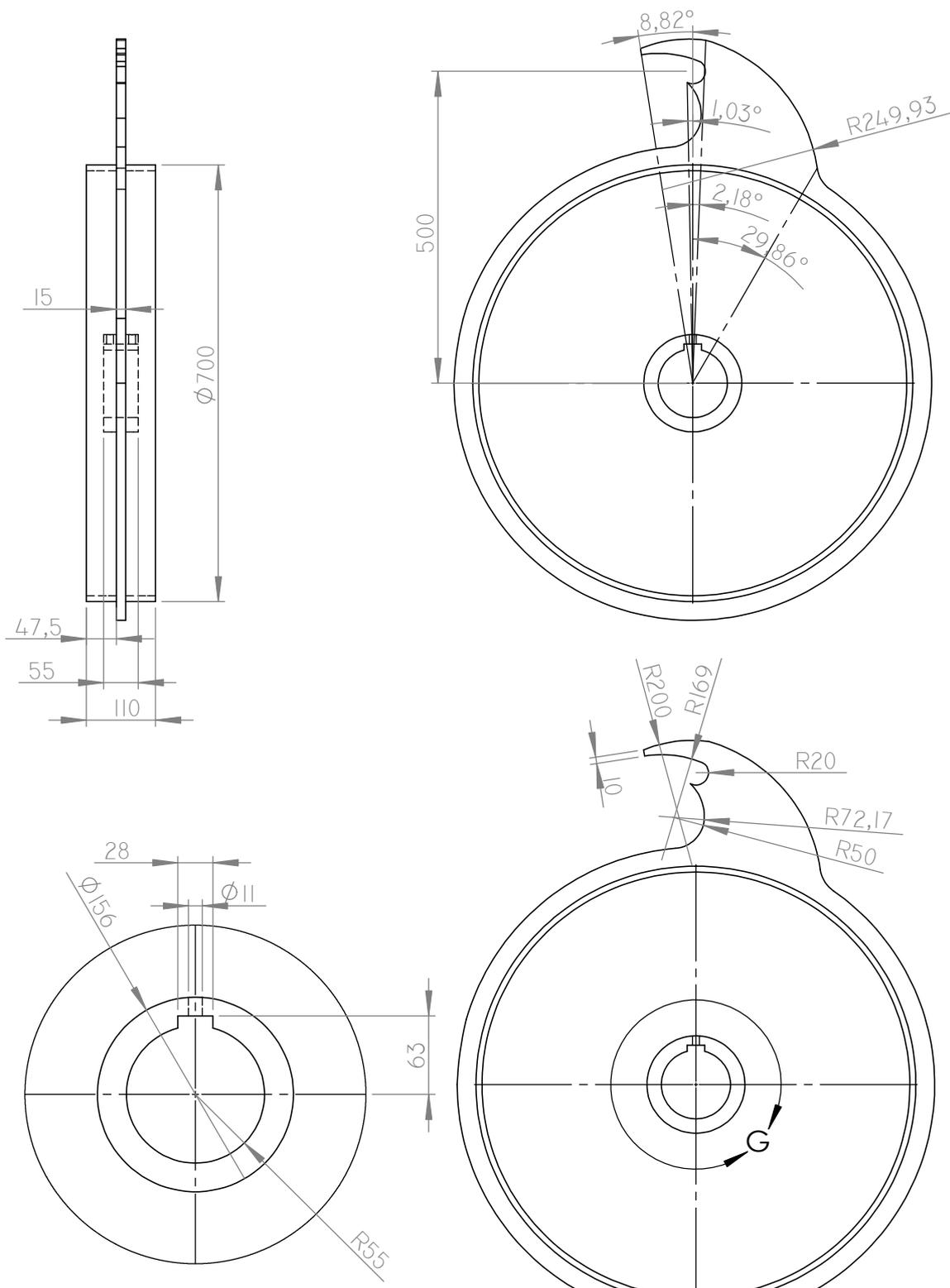
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5



MATERIAL: AISI 1045 WQT 1000	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
TORNEADO Y FRESADO	ESC. 1:10	<b>ARBOL DE ACCIONAMIENTO</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
TOLER. RUG.				ENSAMBLAJE: CONJUNTO MECÁNICO
				Nº DE PIEZA: 2

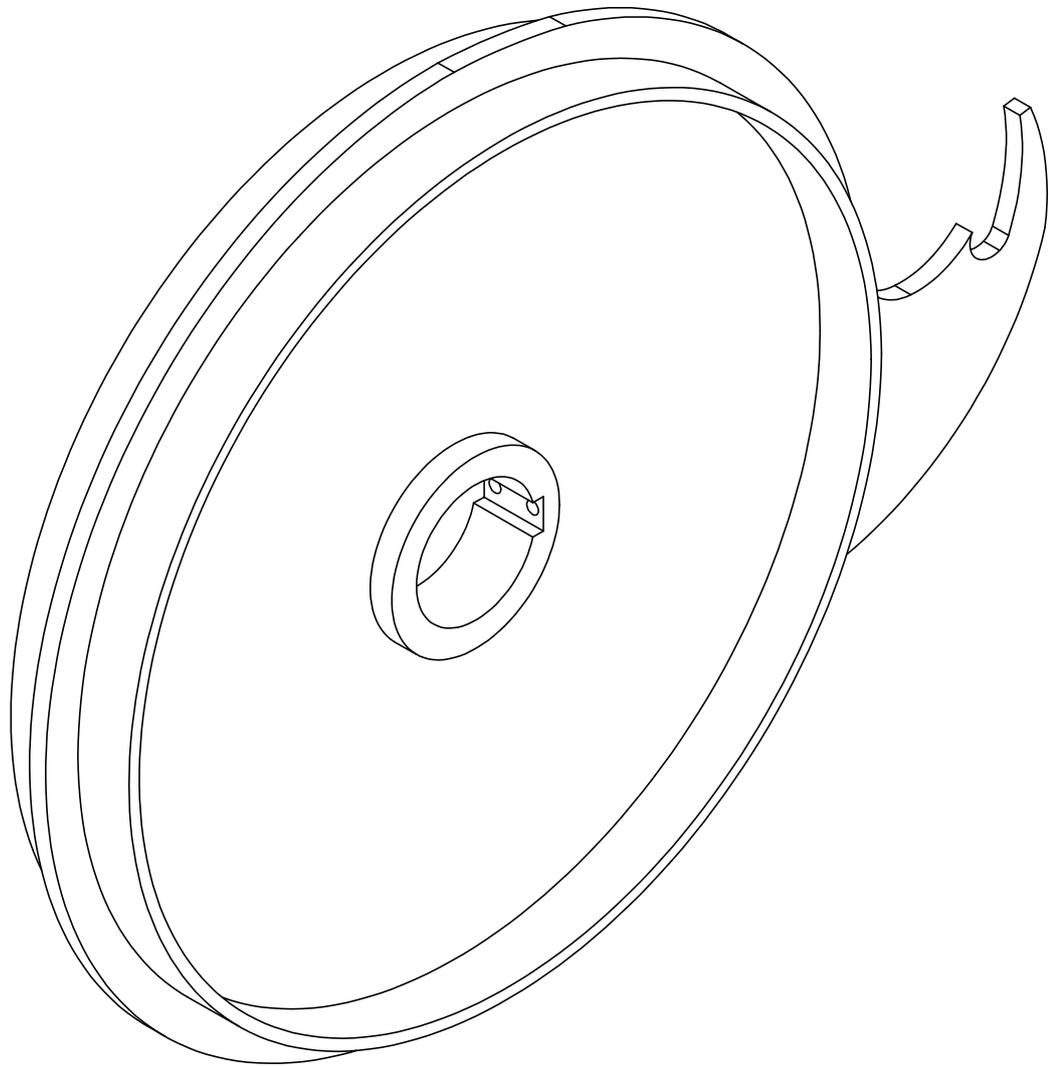


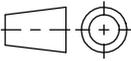
MATERIAL: SAE 1045 WQT 1200  FRESADO		FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.				
	REV.				
	APR.				PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
	ESC. 2:1	 <b>CHAVETA DE DISCO</b>			ENSAMBLAJE: <b>CONJUNTO MECÁNICO</b>
TOLER. RUG.	Nº DE PIEZA: <b>3</b>				

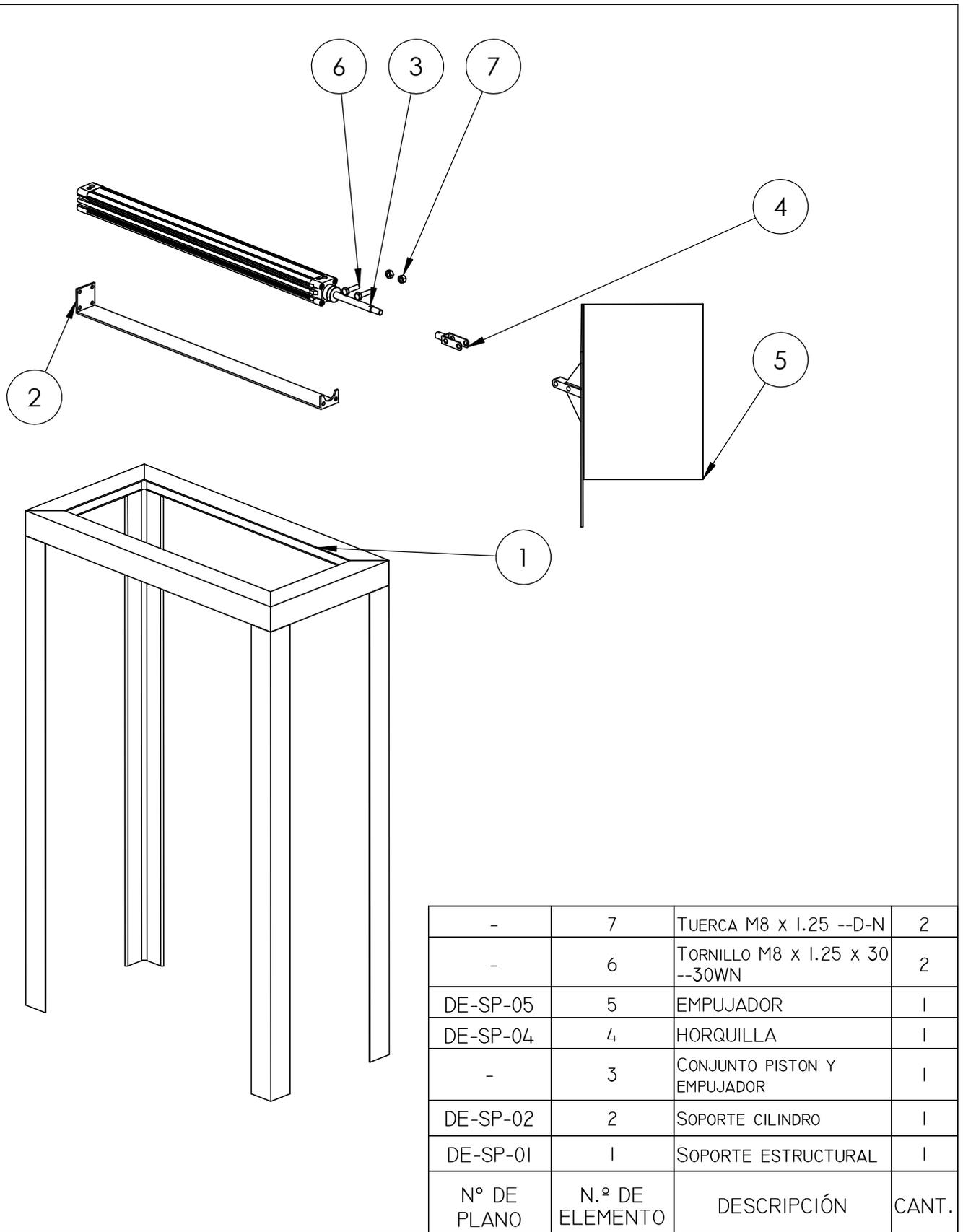


DETALLE G  
ESCALA 1 : 5

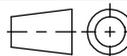
MATERIAL: AISI 1045	FECHA		NOMBRE		
	DIB.		GASTALDI L. ADRIEL		
	REV.		LEBAN F. AUGUSTO		
	APR.				
CORTE CNC ROLADO SOLDADO	ESC. 1:10	<h2>DISCO DE EXTRACCION</h2>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
					ENSAMBLAJE: CONJUNTO MECÁNICO
	TOLER. RUG.				Nº DE PIEZA: 4A

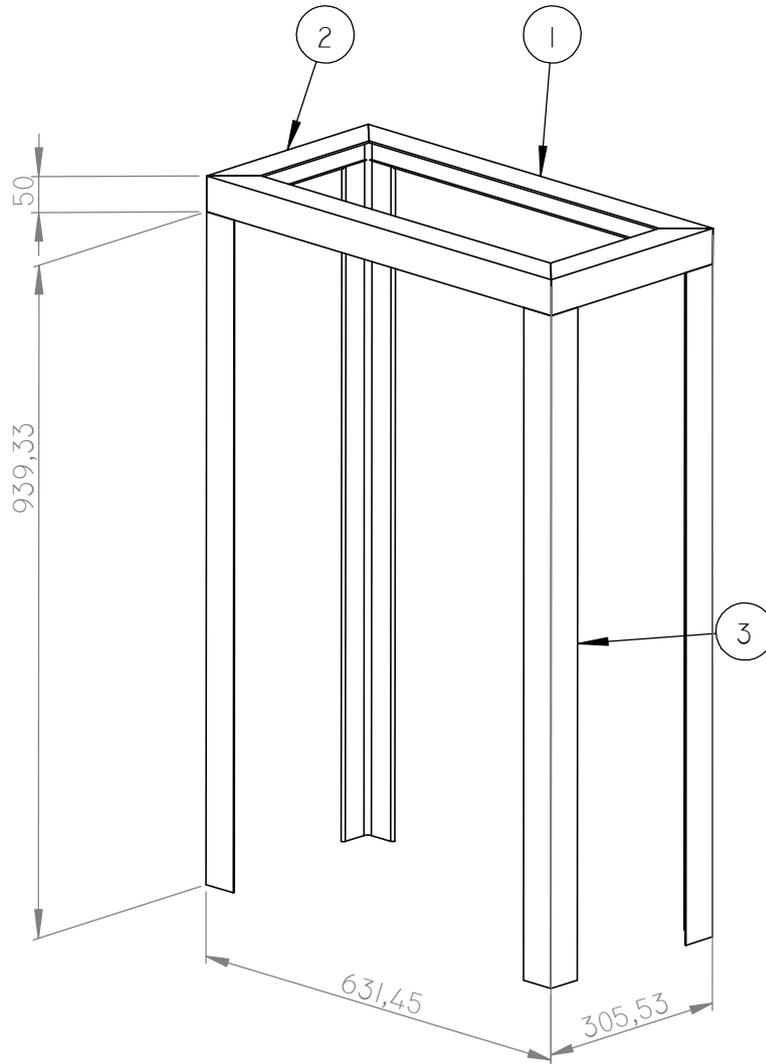


<b>MATERIAL:</b> AISI 1045	FECHA		NOMBRE			
	DIB.		GASTALDI L. ADRIEL			
	REV.		LEBAN F. AUGUSTO			
	APR.					
CORTE CNC ROLADO SOLDADO	ESC. 1:5	<b>DISCO DE EXTRACCION</b>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
					ENSAMBLAJE:	<b>CONJUNTO MECÁNICO</b>
	TOLER. RUG.				Nº DE PIEZA:	<b>4B</b>



-	7	TUERCA M8 x 1.25 --D-N	2
-	6	TORNILLO M8 x 1.25 x 30 --30WN	2
DE-SP-05	5	EMPUJADOR	1
DE-SP-04	4	HORQUILLA	1
-	3	CONJUNTO PISTON Y EMPUJADOR	1
DE-SP-02	2	SOPORTE CILINDRO	1
DE-SP-01	1	SOPORTE ESTRUCTURAL	1
Nº DE PLANO	N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANT.

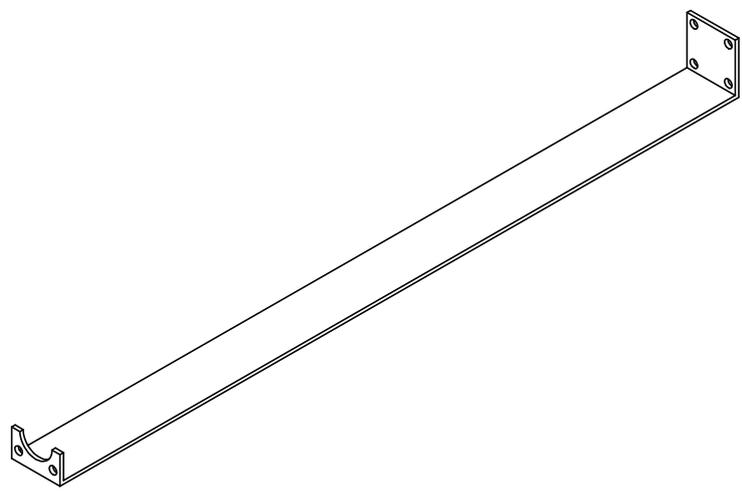
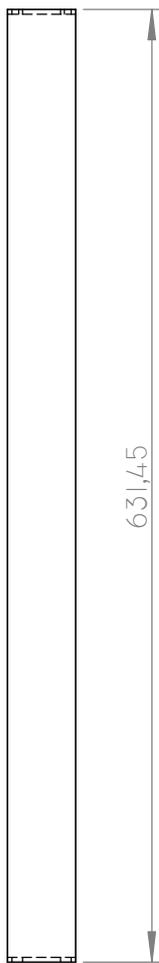
MATERIAL:	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:20	<p style="text-align: center;"><b>POSICIONADOR NEUMÁTICO</b></p>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
			ENSAMBLAJE: <b>POSICIONADOR NEUMÁTICO</b>	
TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA:	

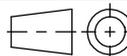


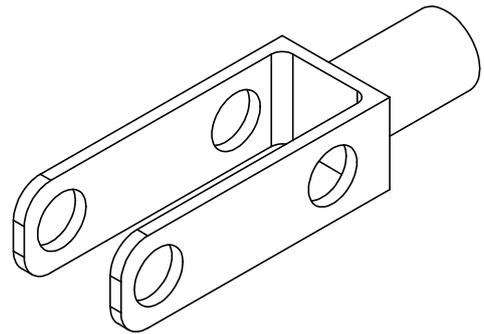
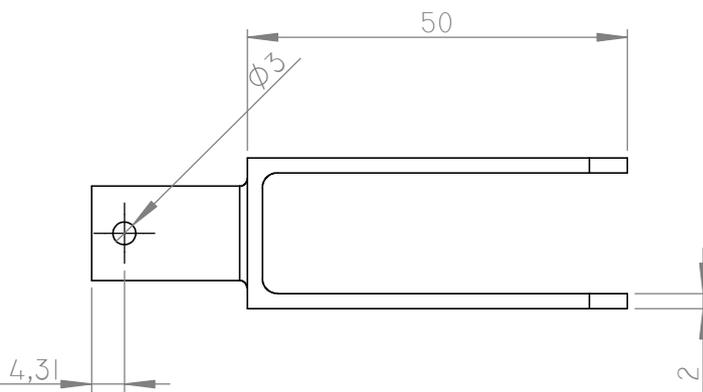
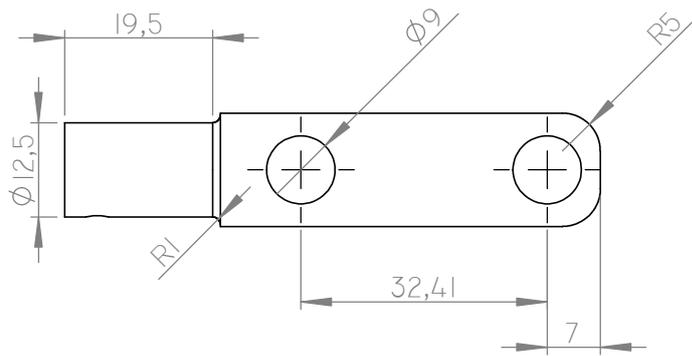
3	4	50x50x4	980.38
2	2	50x50x4	305.53
1	2	50x50x4	631.45
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

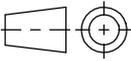
LISTA DE CORTES PARA PIEZA SOLDADA

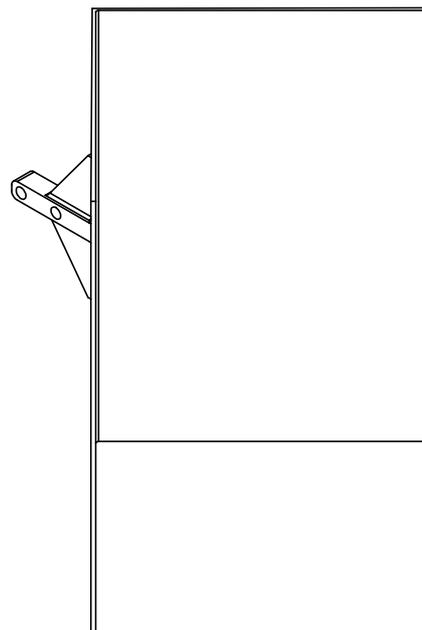
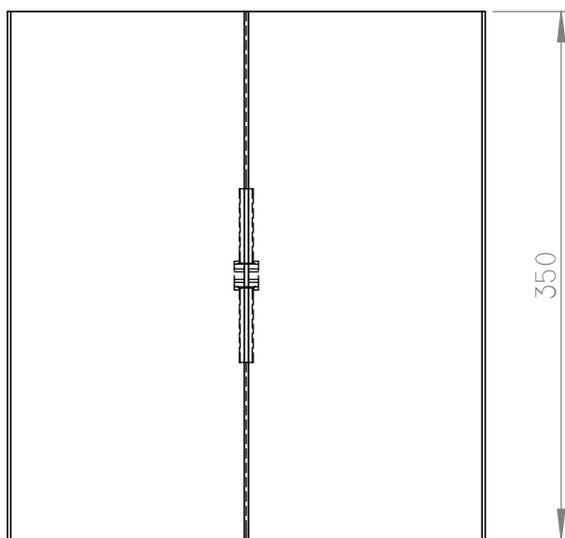
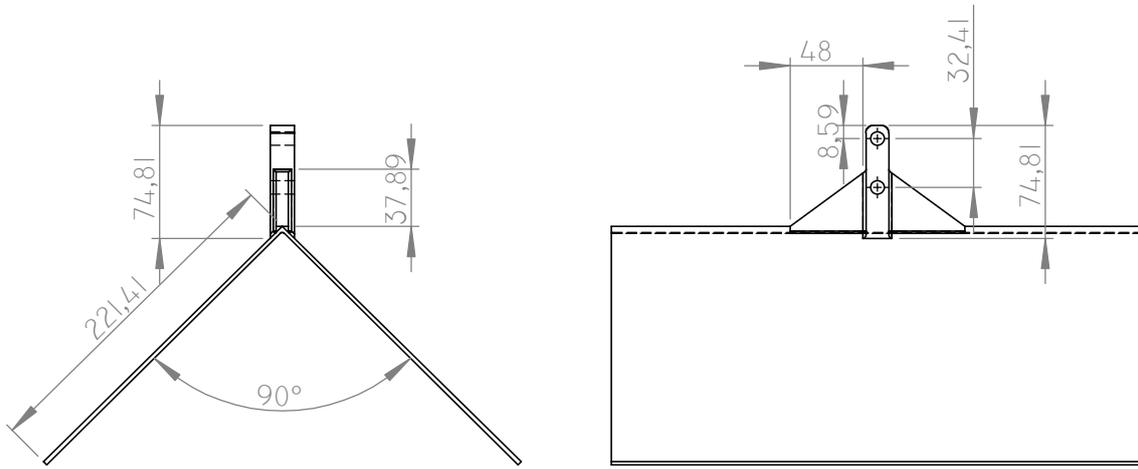
MATERIAL: ANGULO 50x50x4	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
CORTADO SOLDADO	ESC. 1:20	<b>SOPORTE ESTRUCTURAL</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
				ENSAMBLAJE: POSICIONADOR NEUMATICO
TOLER. RUG.				N° DE PIEZA: 1

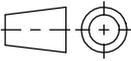


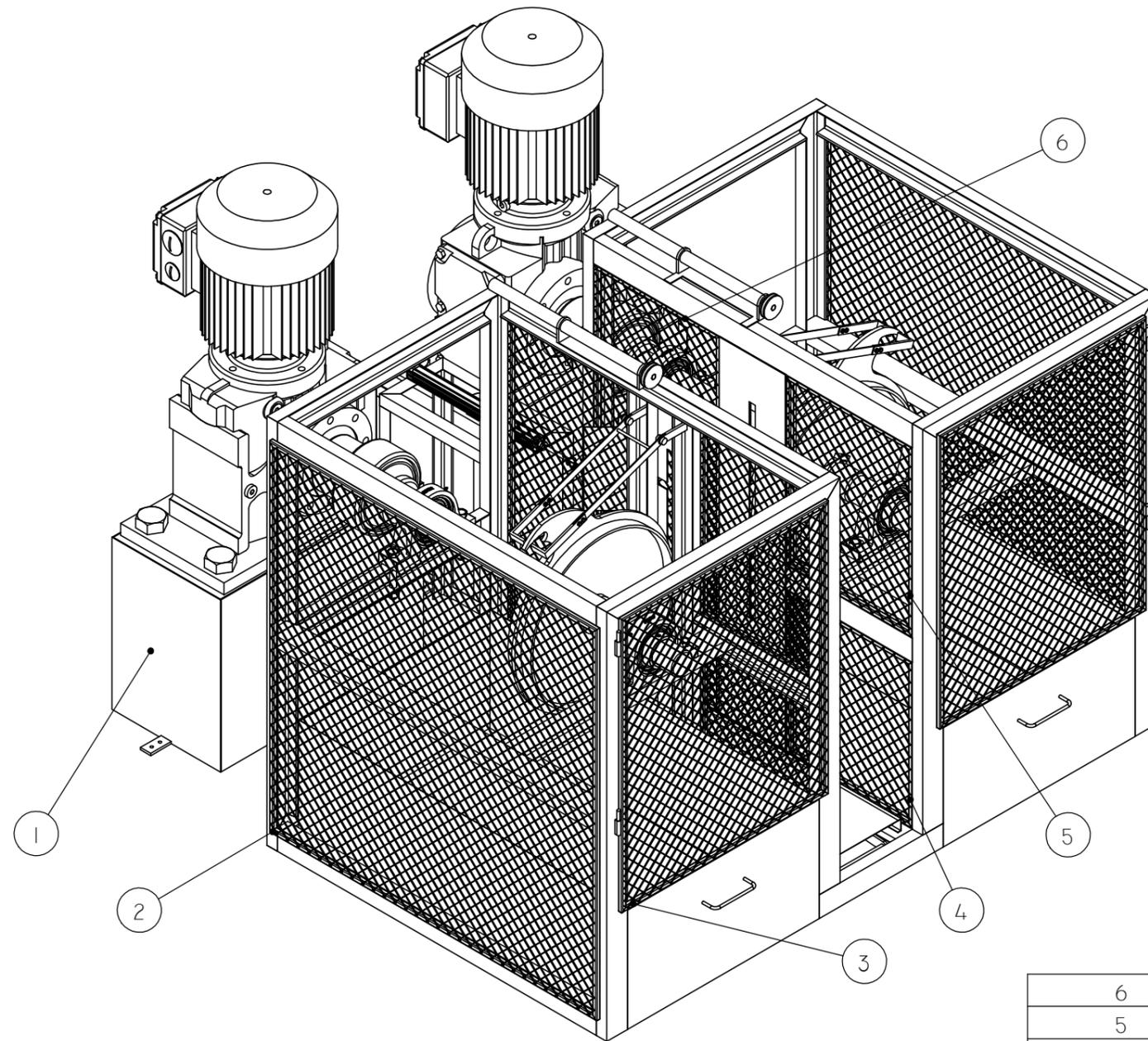
MATERIAL: CHAPA 1/8"	FECHA	NOMBRE		
	DIB.			GASTALDI L. ADRIEL
	REV.			LEBAN F. AUGUSTO
	APR.			
CORTADO SOLDADO TALADRADO	ESC. 1:5	<b>SOPORTE DE CILINDRO</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
				ENSAMBLAJE: TOPE DE POSICIONAMIENTO
	TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA: 2



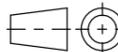
MATERIAL: SAE 1010	DIB.	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	REV.				
	APR.				
	ESC. 1:1				
CORTADO SOLDADO TALADRADO		<b>HORQUILLA</b>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
	TOLER. RUG.				ENSAMBLAJE: POSICIONADOR NEUMATICO
					Nº DE PIEZA: 4

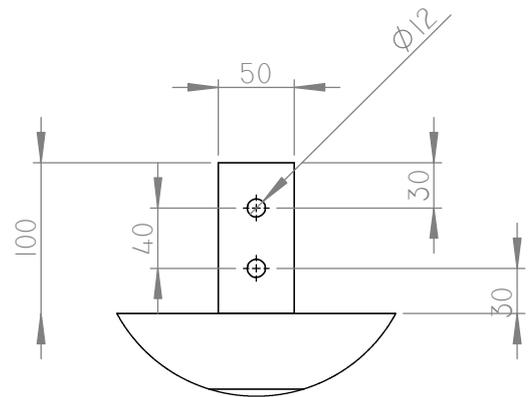
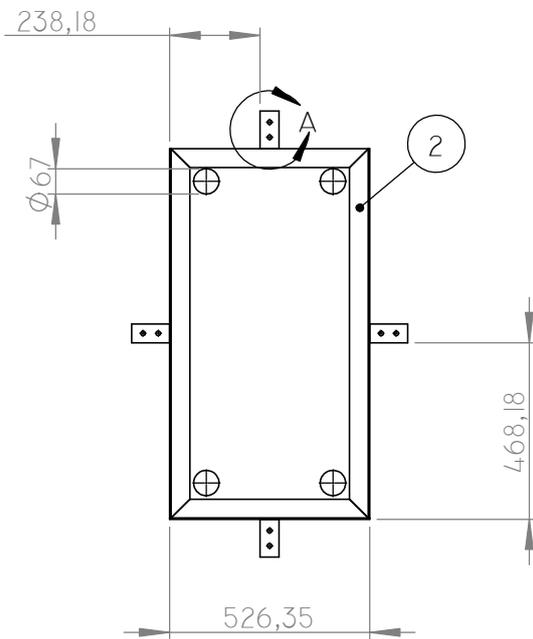
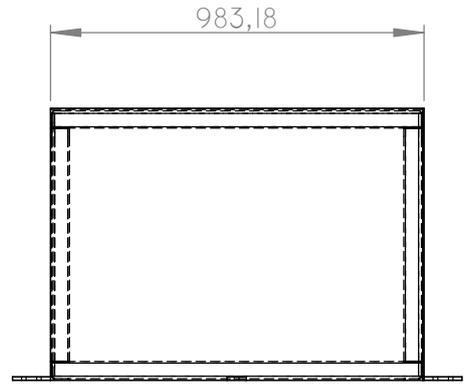
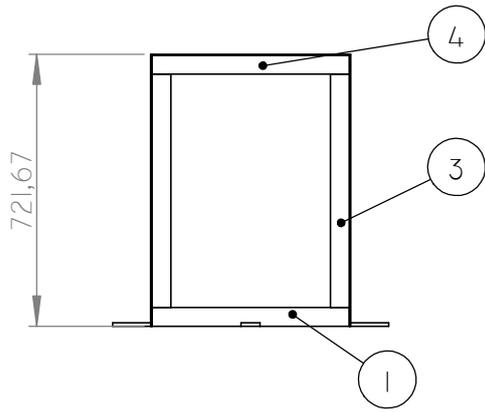


MATERIAL: CHAPA 1/8"		FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.				
	REV.				
	APR.				
CORTADO SOLDADO	ESC. 1:10	<p style="text-align: center;"><b>EMPUJADOR</b></p>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
					ENSAMBLAJE: TOPE DE POSICIONAMIENTO
	TOLER. RUG.				Nº DE PIEZA: 5



N° DE ELEMENTO	NOMBRE DE PLANO	DESCRIPCION	CANTIDAD
6	DE-06	REJA INTERIOR 3	2
5	DE-05	REJA INTERIOR 2	2
4	DE-04	REJA INTERIOR 1	2
3	DE-03	REJA FRONTAL	2
2	DE-02	REJA LATERAL	2
1	DE-01	FIJACION DE MOTORES	2

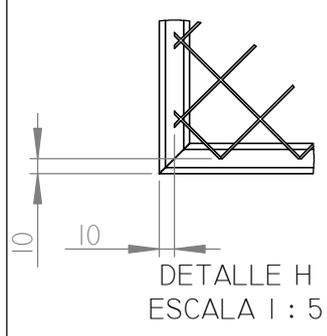
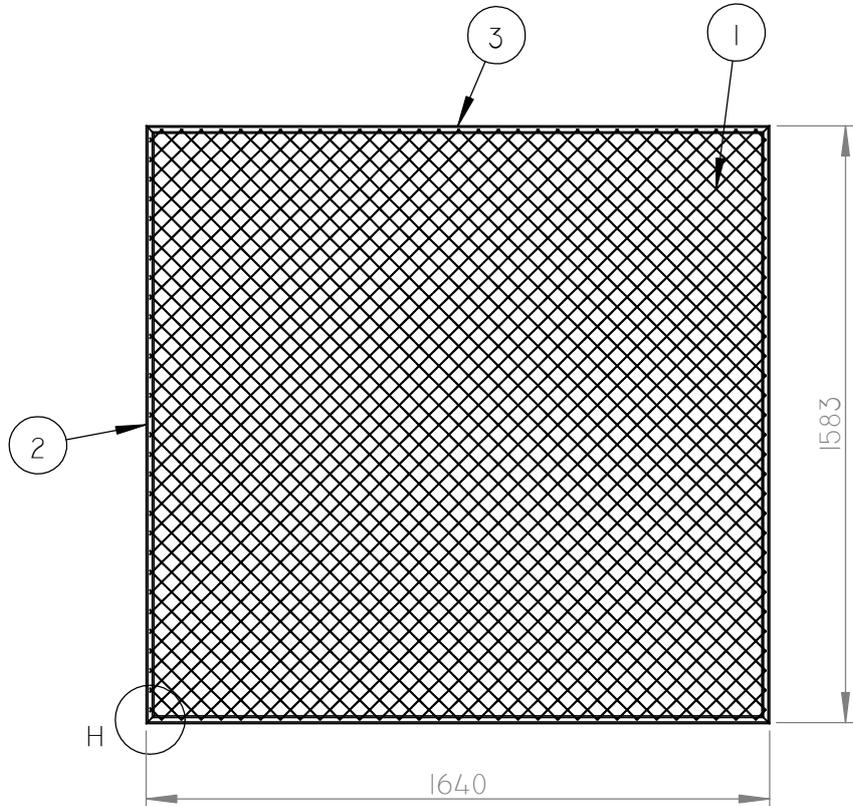
MATERIAL:	FECHA:	NOMBRE:		
DIB.		GASTALDI L. ADRIEL		
REV.		LEBAN F. AUGUSTO		
APR.				
ESC. 1:50			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
TOLER.			DESTALONADORA	ENSAMBLAJE:
RUG.				N° DE PIEZA:



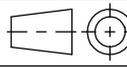
DETALLE A  
ESCALA 1 : 5

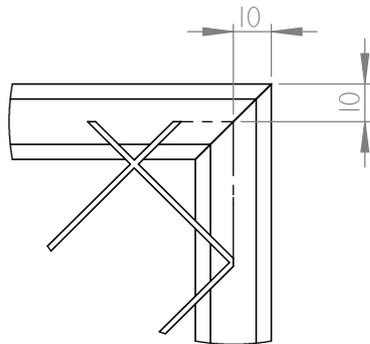
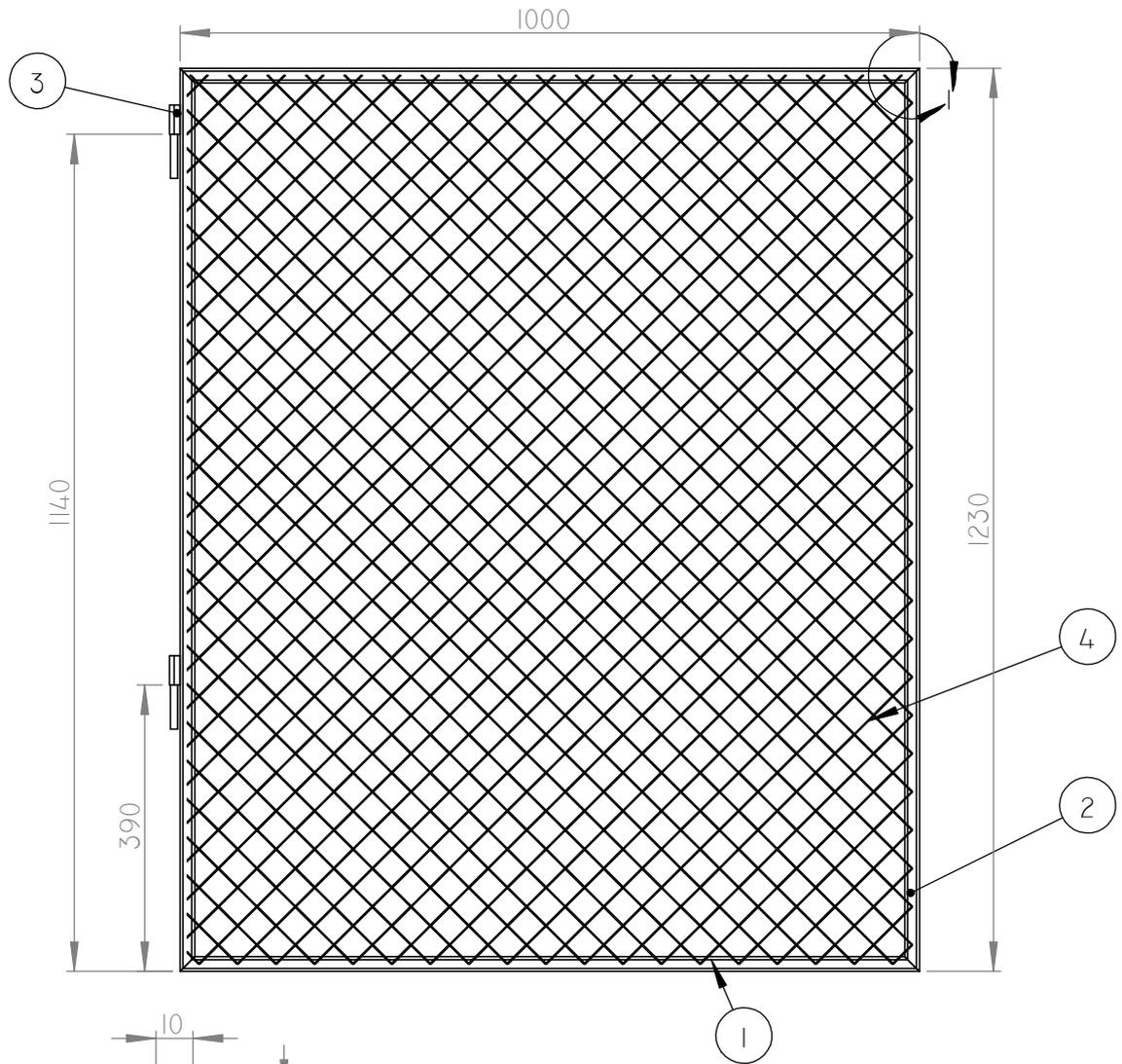
4	1	50x50x4	3000
3	4	50x50x4	700.6
2	2	50x50x4	980
1	2	50x50x4	520
N° de elemento	Cantidad	Descripción	LONGITUD

MATERIAL: ESTRUCTURAL 50X50X4 CHAPA 1/8"	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
CORTADO SOLDADO TALDRADO	ESC. 1:20	<p><b>BASE DE MOTOR</b></p>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
TOLER. RUG.				ENSAMBLAJE: DESTALONADORA
				N° DE PIEZA: 1



3	2	ESTRUCTURAL 20 X 20 X 2	1640
2	2	ESTRUCTURAL 20 X 20 X 2	1585
1	1	REJA	
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

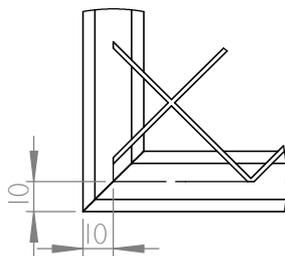
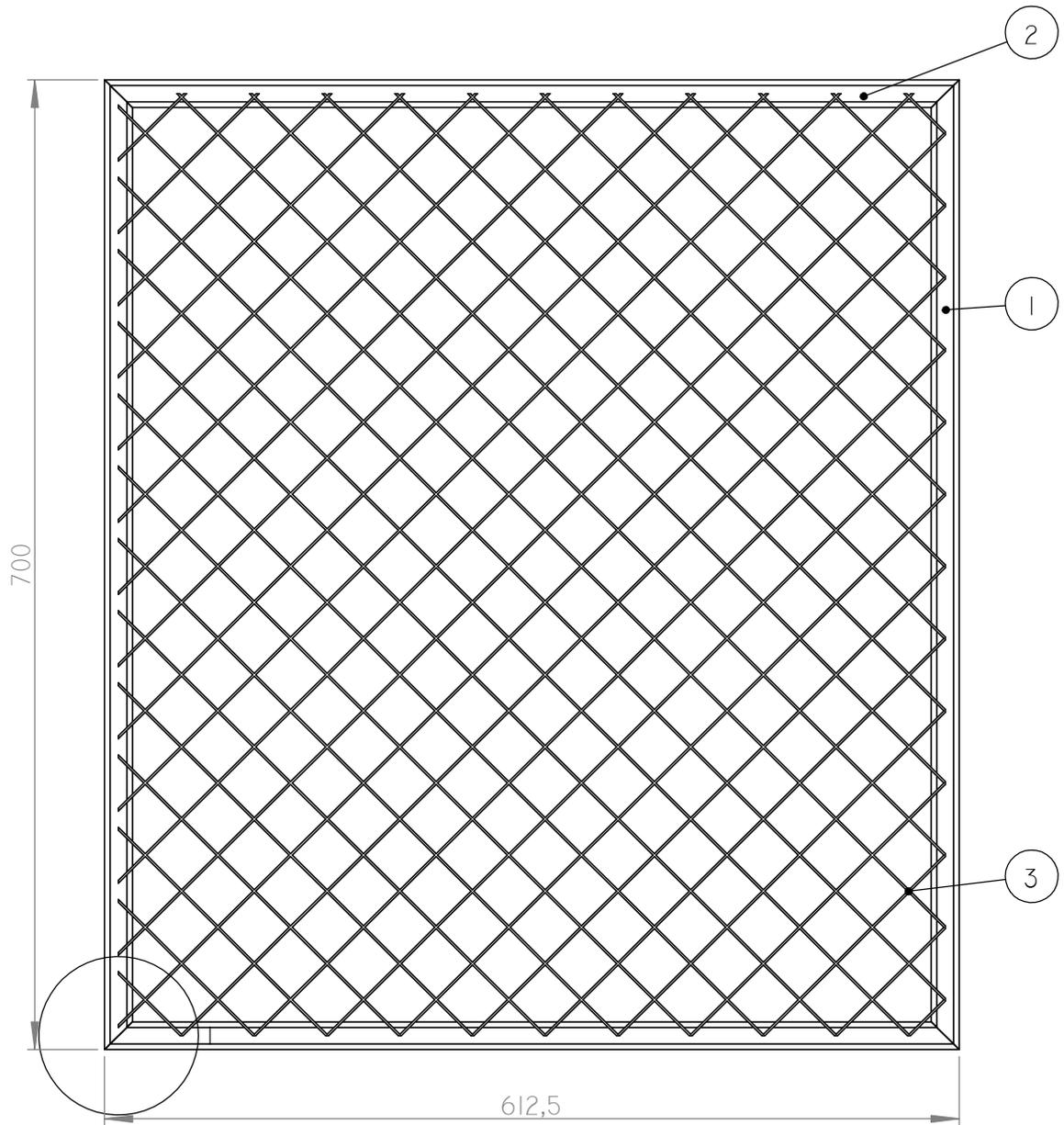
<b>MATERIAL:</b> TEJIDO METALICO 15X15 ESTRUCTURAL 20X20X2  CORTADO SOLDADO	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.		<b>REJA LATERAL</b>	PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
	APR.			ENSAMBLAJE: DESTALONADORA
ESC. 1:20			N° DE PIEZA:	2
 TOLER. RUG.				



DETALLE I  
ESCALA 1 : 2

N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD
4	1	MALLA 20X20X3	
3	2	BISAGRA	
2	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	1000
1	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	1230

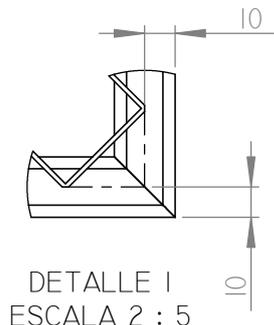
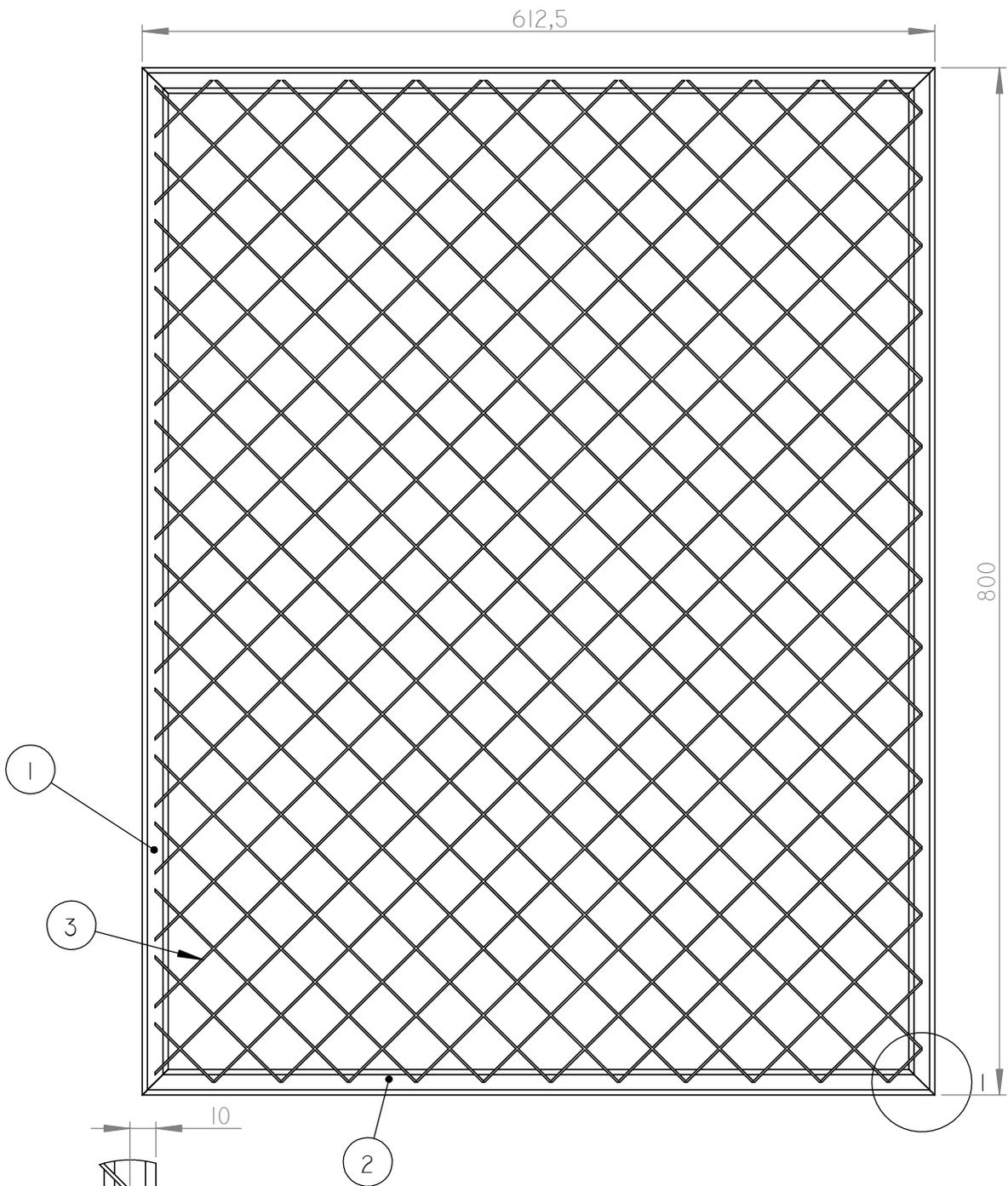
<b>MATERIAL:</b> ESTRUCTURAL 20X20X2  MALLA METALICA 20x20x3  CORTADO SOLDADO	DIB. REV. APR.	FECHA NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	ESC. 1:10 	<h1>REJA FRONTAL</h1>		
	TOLER. RUG.			ENSAMBLAJE: DESTALONADORA



DETALLE I  
ESCALA 2 : 5

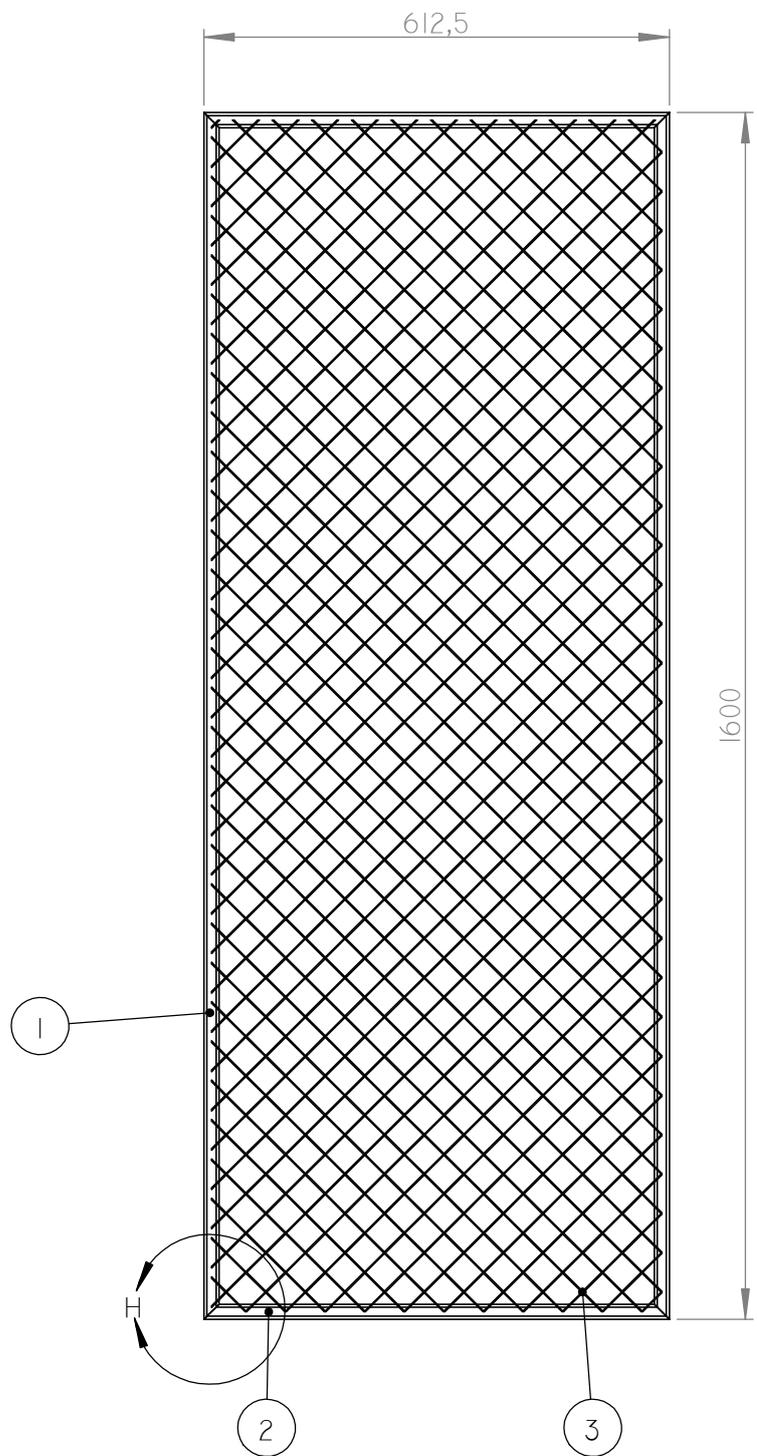
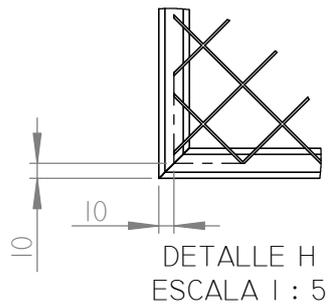
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD
3	1	MALLA 20x20x3	
2	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	612,5
1	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	700

<b>MATERIAL:</b> ESTRUCTURAL 20X20X2 MALLA METÁLICA 20x20x3  CORTADO SOLDADO	FECHA	NOMBRE	<b>REJA INTERIOR I</b>	 PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
	DIB.	GASTALDI L. ADRIEL		
	REV.	LEBAN F. AUGUSTO		
	APR.			
ESC. 1:5			ENSAMBLAJE: DESTALONADORA	
TOLER. RUG.			N° DE PIEZA: 4	

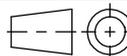


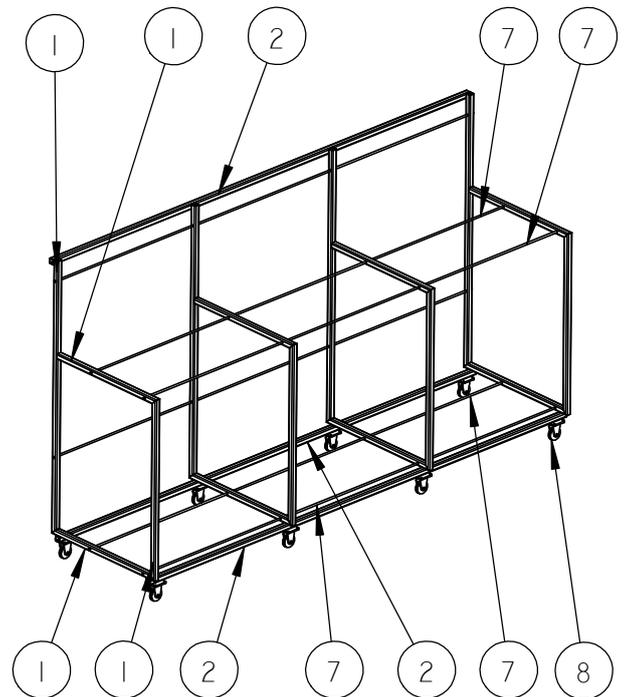
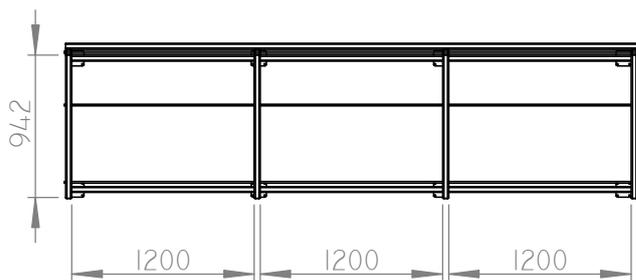
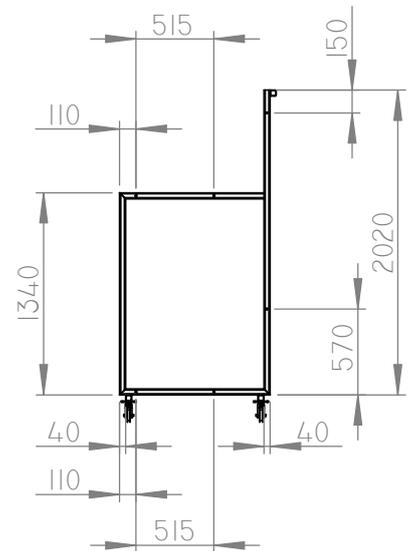
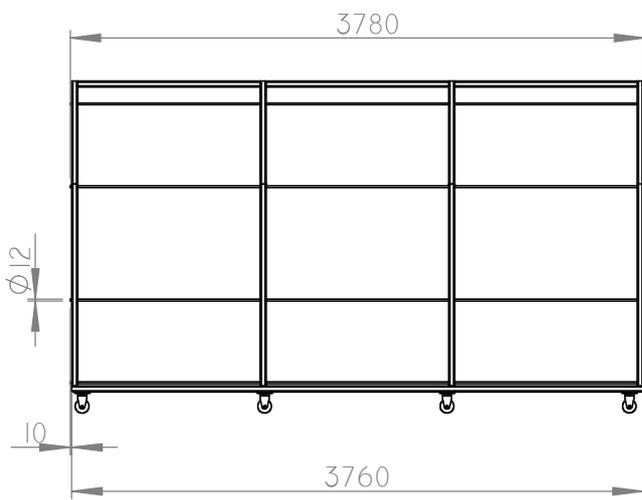
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD
3	1	MALLA 20x20x3	
2	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	612,5
1	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	800

<b>MATERIAL:</b> ESTRUCTURAL 20X20X2 MALLA METALICA 20x20x3  CORTADO SOLDADO	DIB. REV. APR. ESC. 1:10	FECHA NOMBRE GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	<b>REJA INTERIOR 2</b>		
			TOLER. RUG.

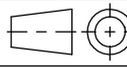


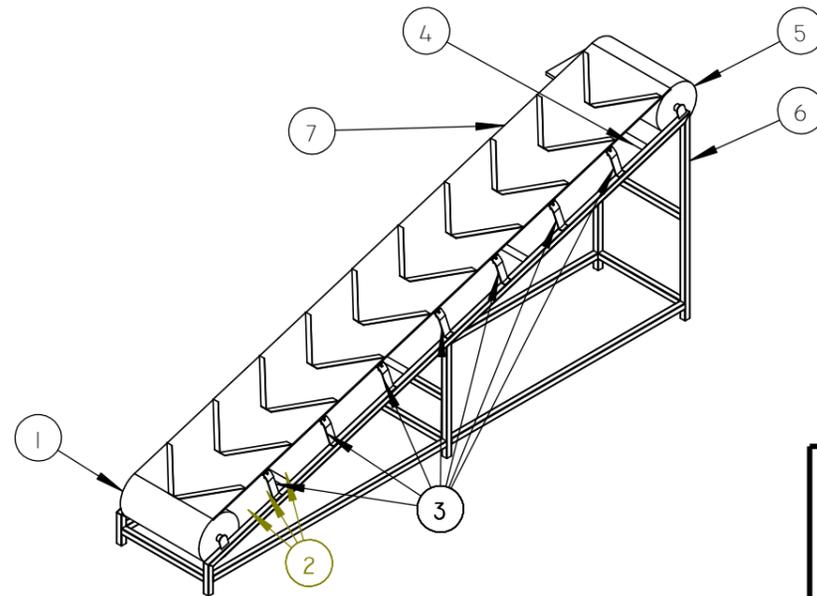
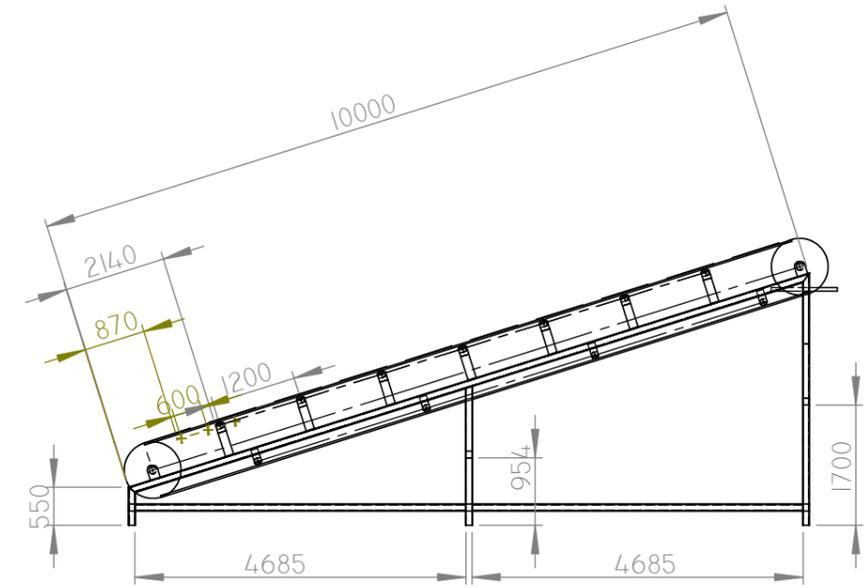
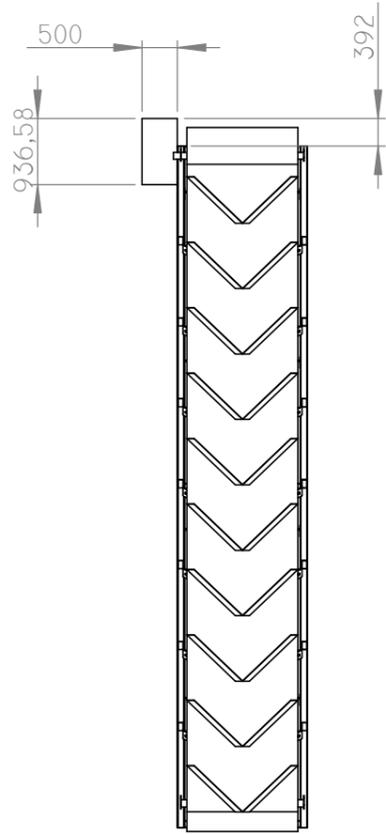
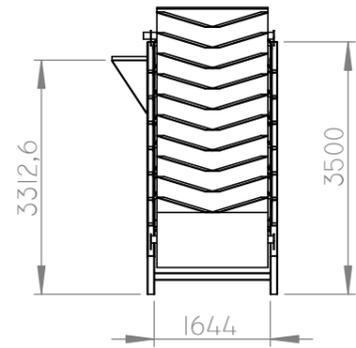
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD
3	1	MALLA 20x20x3	
2	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	612,15
1	2	ESTRUCTURAL 20X20X2	1600

MATERIAL: ESTRUCTURAL 20X20X2 MALLA METALICA 20x20x3  CORTADO SOLDADO	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:10	<b>REJA INTERIOR 3</b>			ENSAMBLAJE: DESTALONADORA
				N° DE PIEZA: 6
TOLER. RUG.				



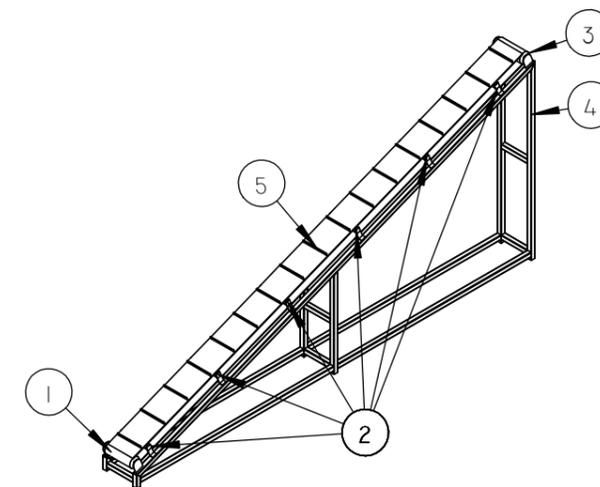
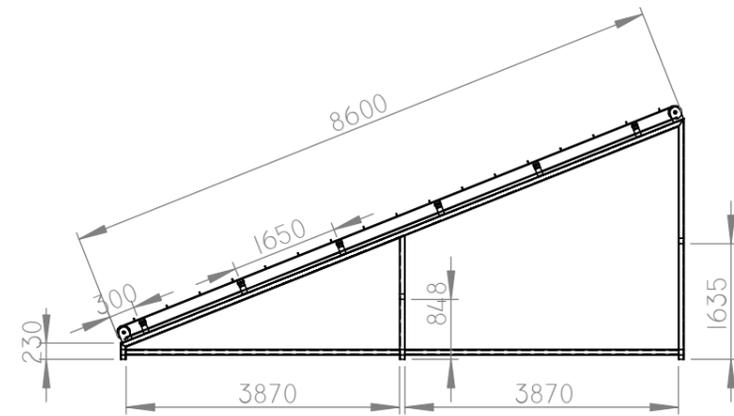
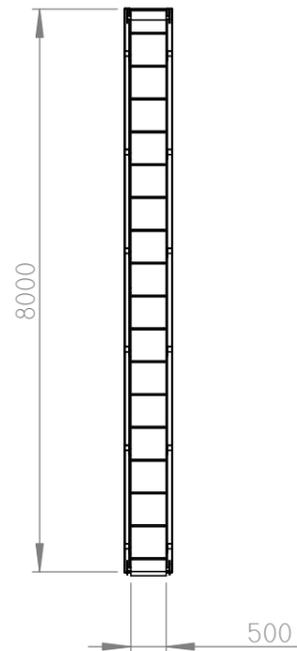
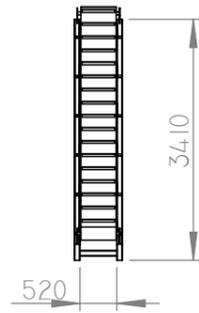
8	8	CONJUNTO RUEDA A90-R240	-
7	6	BARRA DE HIERRO LISO DI2	3780
5	3	ESTRUCTURAL 40x40x4	3760
4	4	ESTRUCTURAL 40x40x4	2020
3	4	ESTRUCTURAL 40x40x4	990
2	4	ESTRUCTURAL 40x40x4	1340
1	4	ESTRUCTURAL 40x40x4	950
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD

MATERIAL: ESTRUCTURAL 20x20x2 HIERRO DI2  CORTADO SOLDADO TALADRADO	DIB.	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	REV.				
	APR.				
	ESC. 1:50				
		<h2>CARRO PORTA NEUMATICOS</h2>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
TOLER. RUG.					ENSAMBLAJE:
					N° DE PIEZA:



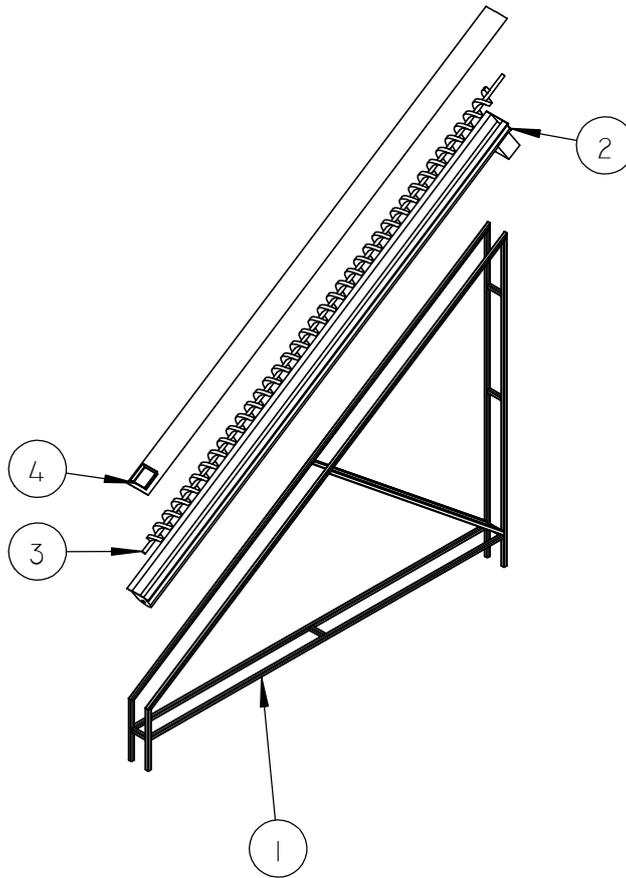
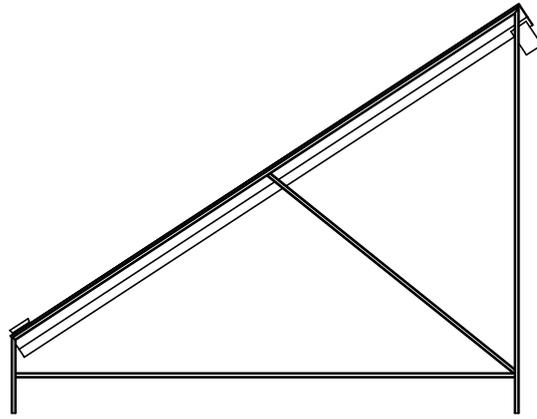
7	#103B CHEVRON 400/2 TIPO FISHBONE	CINTA CHEVRON	25 METROS
6	ESTRUCTURA DE CINTA TRANSPORTADORA	CAÑO ESTRUCTURAL 100x100x4	54 METROS
5	USC-800-1600-100-YA-RR-3	TAMBOR MOTRIZ	1
4	PSV I 20 L 20 I33 N L I600 + SPT I478 F14YA	ESTACIÓN DE RETORNO	4
3	PSV I 20 L 20 I33 N L I600 + SPT I795 F22YA	ESTACIÓN DE IDA	7
2	PSV 5 30 FL 30 I33 NA I608 + SPT I660 F22 YA	ESTACIÓN DE IMPACTO	3
1	USF-800-1600-80-YA	TAMBOR DE RETORNO	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

MATERIAL:  SOLDADO CORTADO TALADRADO	FECHA	NOMBRE	
	DIB.	GASTALDI L. ADRIEL	
	REV.	LEBAN F. AUGUSTO	
	APR.		
ESC. 1:100	<b>CINTA TRANSPORTADORA N.º 1</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
			ENSAMBLAJE: CINTA TRANSPORTADORA N.º 1
TOLER. RUG.			Nº DE PIEZA:

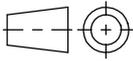


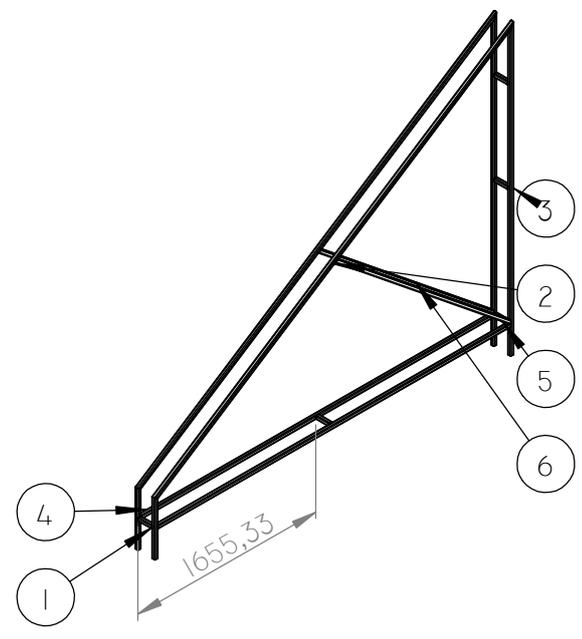
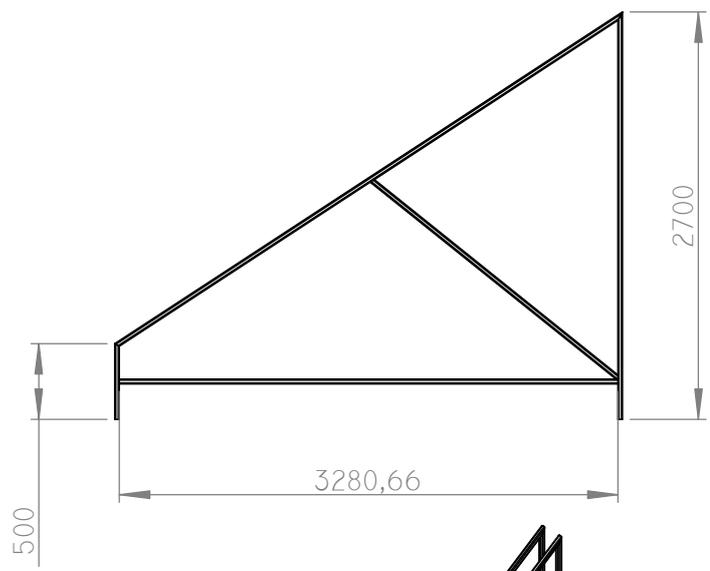
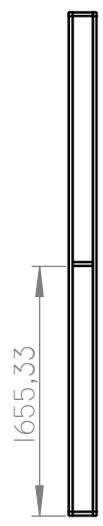
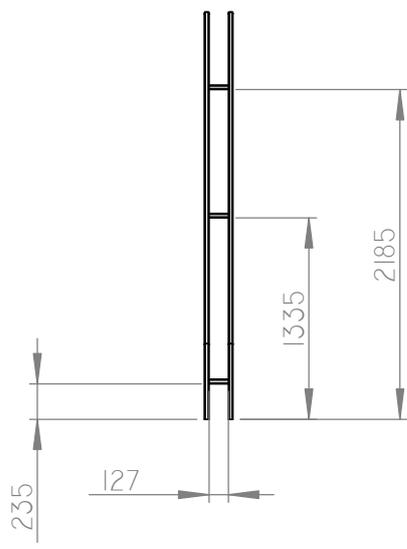
5	#1 268/2 2PLY 0,8MM X BBGR2268/2 + EMPUJADORES T ESTANDAR 38,1 MM	CINTA TRANSPORTADORA CON EMPUJADORES VULCANIZADOS	18 METROS
4	ESTRUCTURA DESTALONADORA	CAÑO ESTRUCTURAL 80X80X4	48 METROS
3	USC 190 500 40 YA RR 3	TAMBOR MOTRIZ	1
2	RTL I 15 F89N 508 + SPT 1657 F17 YA	ESTACIÓN DE RODILLOS IDA	6
1	USF 190 500 40 YA	TAMBOR DE RETORNO	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

MATERIAL:	FECHA	NOMBRE	
	DIB.	GASTALDI L. ADRIEL	
	REV.	LEBAN F. AUGUSTO	
	APR.		
SOLDADO CORTADO TALADRADO	ESC. 1:100	<p align="center"><b>CINTA TRANSPORTADORA N.º 2</b></p>	
	TOLER. RUG.		
			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
			ENSAMBLAJE: CINTA TRANSPORTADORA N.º 2
			Nº DE PIEZA:



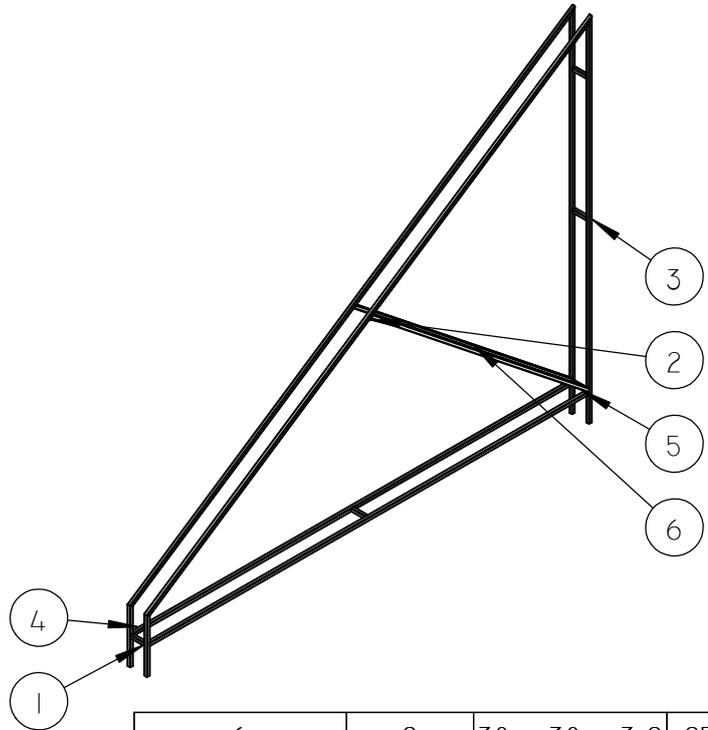
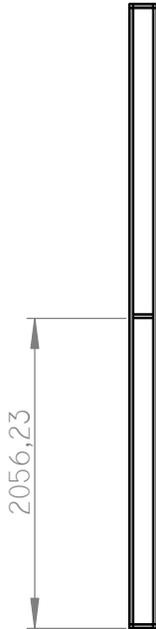
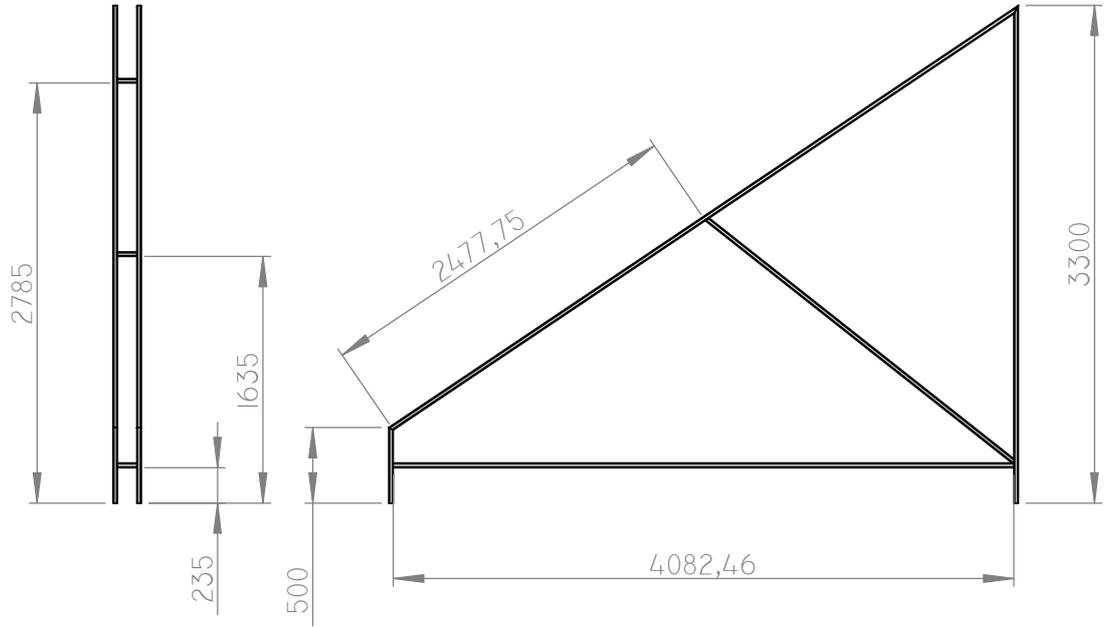
4	TAPA	-	1
3	HELICOIDE	-	1
2	CUNA	-	1
1	BASTIDOR	CH-TRCL-01	1
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE PLANO	CANTIDAD

MATERIAL:	DIB.	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	REV.				
	APR.				
	ESC. 1:50			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
	TOLER. RUG.				
					N° DE PIEZA:



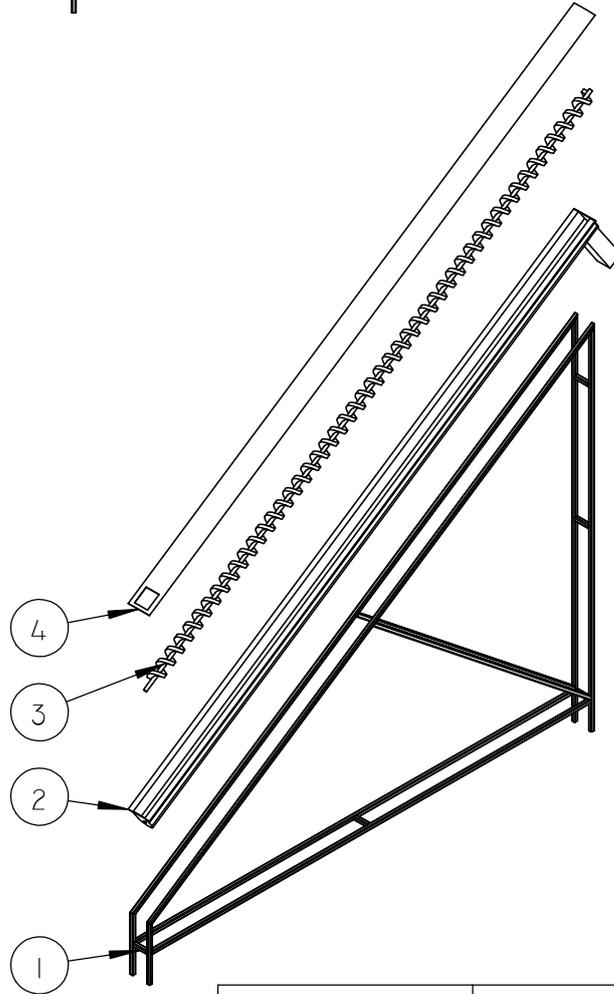
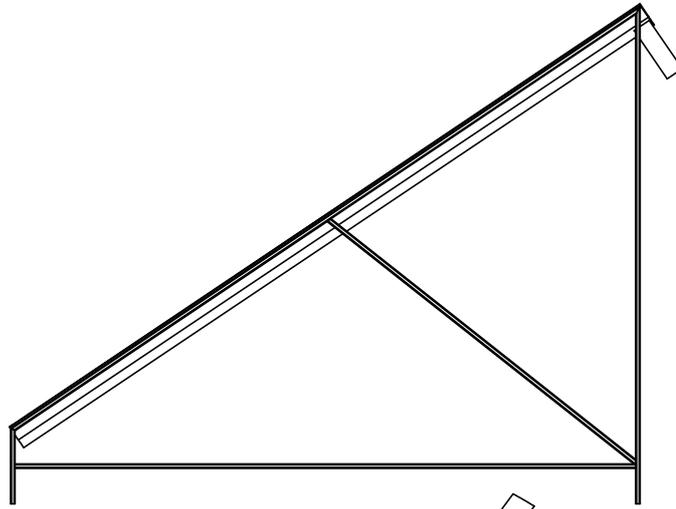
6	2	30 x 30 x 3.2	2088.21
5	5	30 x 30 x 3.2	127
4	2	30 x 30 x 3.2	3280.66
3	2	30 x 30 x 3.2	2700
2	2	30 x 30 x 3.2	4000
1	2	30 x 30 x 3.2	500
Nº DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

MATERIAL: TUBO ESTRUCTURAL 30x30x3.2	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
SOLDADO CORTADO	ESC. 1:50	<b>BASTIDOR</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
TOLER. RUG.				ENSAMBLAJE: TRANSPORTE HELICOIDAL - TRITURADORA CLASIFICADORA
				Nº DE PIEZA: 1

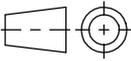


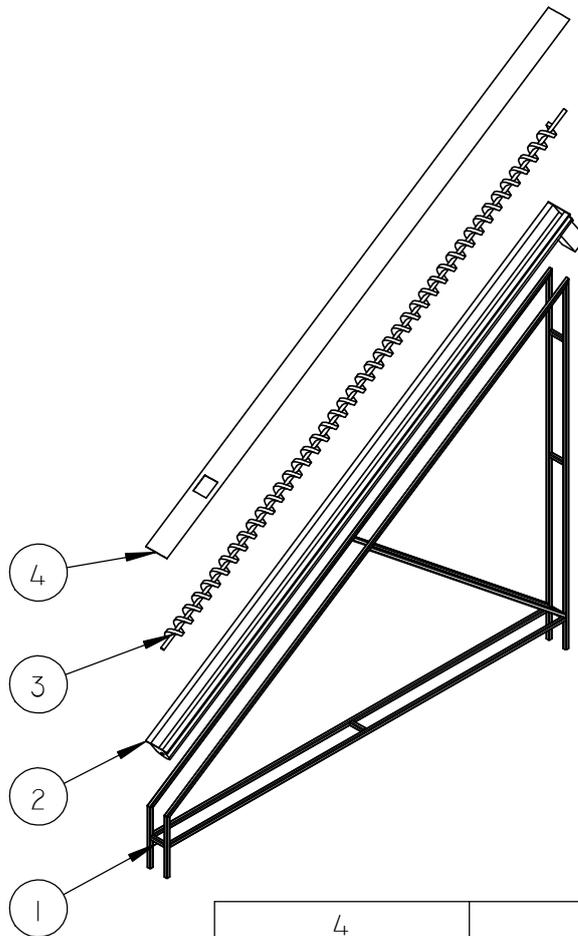
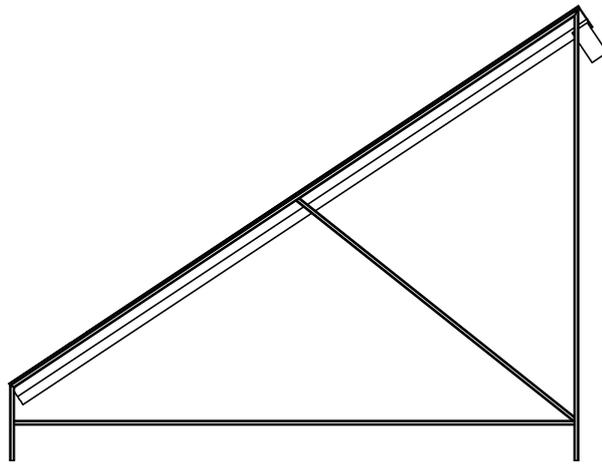
6	2	30 x 30 x 3.2	2588.56
5	5	30 x 30 x 3.2	127
4	2	30 x 30 x 3.2	4082.46
3	2	30 x 30 x 3.2	3300
2	2	30 x 30 x 3.2	5000
1	2	30 x 30 x 3.2	500
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

MATERIAL: TUBO ESTRUCTURAL 30x30x3.2MM	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
ESC. 1:50			<h2 style="text-align: center;">BASTIDOR</h2>	PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
TOLER. RUG.				ENSAMBLAJE: TRANSPORTADOR HELICOIDAL - CLASIFICADORA EMBOLSADORA
CORTADO SOLDADO				N° DE PIEZA: 1

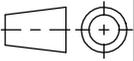


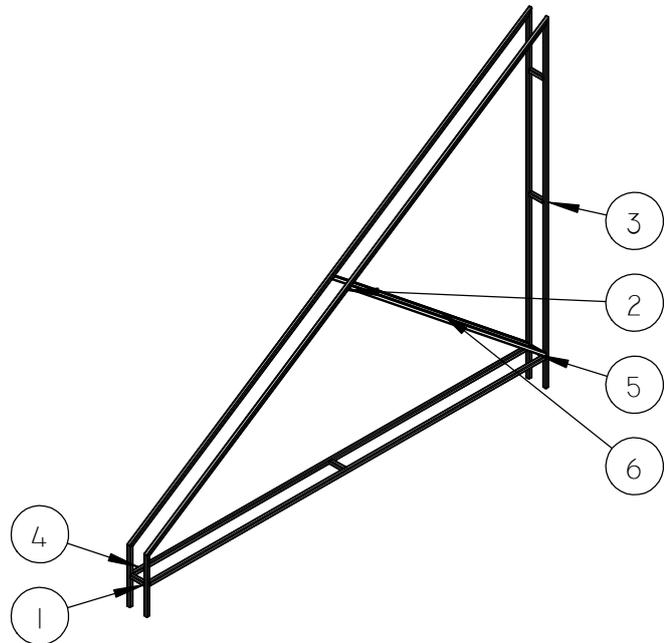
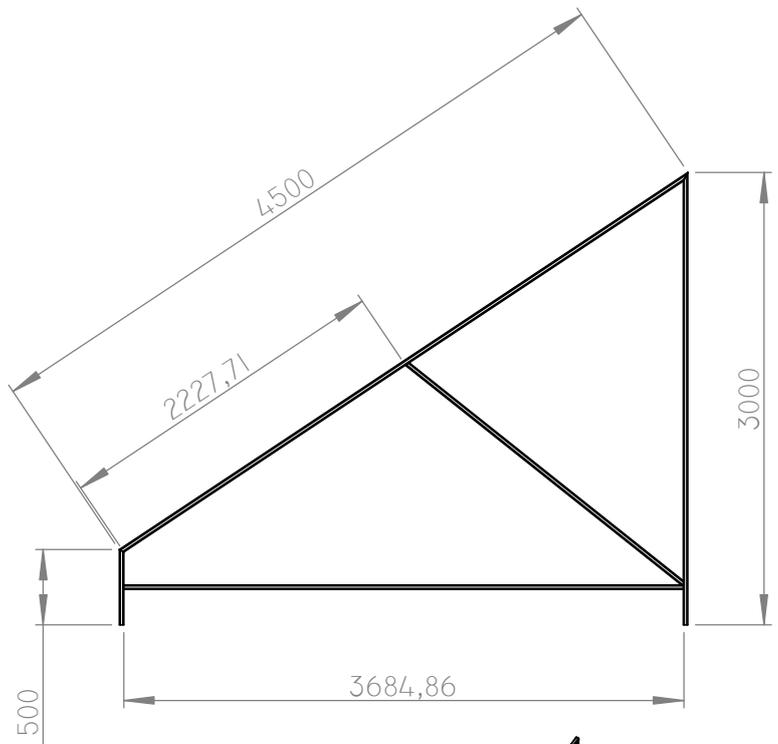
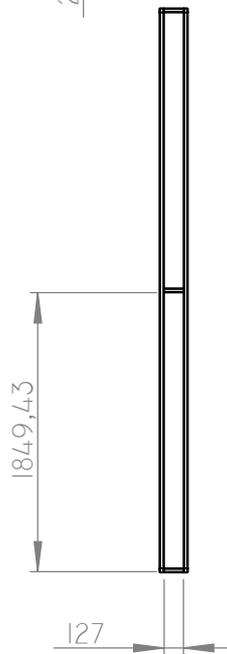
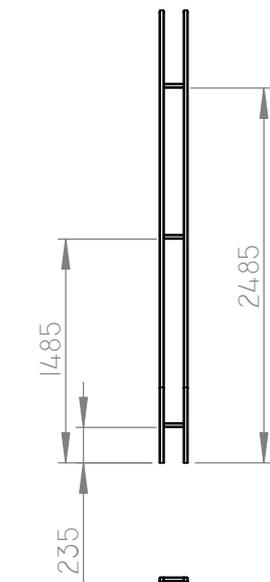
4	-	TAPA	1
3	-	HELICOIDE	1
2	-	CUNA	1
1	CH-CLEM-01	BASTIDOR	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PLANO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

MATERIAL:	DIB.	FECHA	NOMBRE		
	REV.		GASTALDI L. ADRIEL		
	APR.		LEBAN F. AUGUSTO		
	ESC. 1:50	<p align="center"><b>TRANSPORTE HELICOIDAL CLASIFICADORA EMBOLSADORA</b></p>			PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
					ENSAMBLAJE: TRANSPORTE HELICOIDAL - CLASIFICADORA EMBOLSADORA
TOLER. RUG.	Nº DE PIEZA: 1				



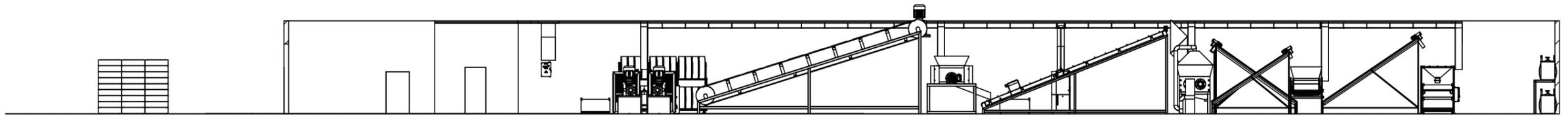
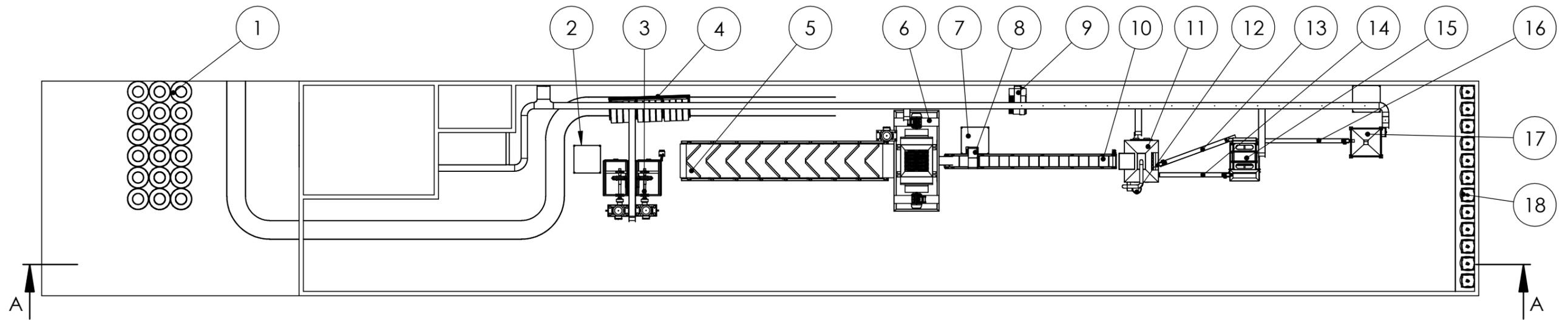
4	-	TAPA	1
3	-	HELICOIDE	1
2	-	CUNA	1
1	CH-R-01	BASTIDOR	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PLANO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

MATERIAL:	DIB.	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	REV.				
	APR.				
	ESC. 1:50				
		<b>TRANSPORTE HELICOIDAL RECIRCULADOR</b>			ENSAMBLAJE: TRANSPORTE HELICOIDAL RECIRCULADOR
TOLER. RUG.					Nº DE PIEZA:



6	2	30 x 30 x 3.2	2338.4
5	5	30 x 30 x 3.2	127
4	2	30 x 30 x 3.2	3681.66
3	2	30 x 30 x 3.2	3000
2	2	30 x 30 x 3.2	4500
1	2	30 x 30 x 3.2	500
N° DE ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	LONGITUD

MATERIAL: TUBO ESTRUCTURAL 30x30x3.2MM	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	DIB.			
	REV.			
	APR.			
CORTADO SOLDADO	ESC. 1:50	<h2>BASTIDOR</h2>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ
				ENSAMBLAJE: TRANSPORTE HELICOIDAL RECIRCULADOR
	TOLER. RUG.			N° DE PIEZA: 1



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 200

18	ACOPIO DE PRODUCTO FINAL	-
17	EMBOLSADORA	-
16	TRANSPORTE HELICOIDAL CLASIFICADORA-EMBOLSADORA	CH-CLEM
15	CLASIFICADORA	-
14	TRANSPORTE HELICOIDAL TRITURADORA-CLASIFICADORA	CH-TRCL
13	TRANSPORTE HELICOIDAL RECIRCULADOR	CH-R
12	ASPIRADOR NEUMÁTICO	-
11	TRITURADORA 2	-
10	CINTA 2	CT-02
9	COMPRESOR	-
8	CINTA MAGNÉTICA	-
7	CAPACHO (CNTA MAGNETICA)	-
6	TRITURADORA 1	-
5	CINTA 1	CT-01
4	CARRO PORTA NEUMÁTICOS	CPN
3	DESTALONADORA	DE-01
2	CAPACHO (DESTALONADORA)	-
1	ACOPIO DE NFU	-
N°	DESCRIPCIÓN	NOMBRE DE PLANO

MATERIAL:	DIB.	FECHA	NOMBRE	GASTALDI L. ADRIEL LEBAN F. AUGUSTO	
	REV.				
	APR.				
	ESC. 1:200				
		<b>LAYOUT</b>		PLANTA DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS PARA LA CIUDAD DE PARANÁ	
TOLER. RUG.					
					N° DE PIEZA: