

GELMI, LEANDRO DAMIÁN



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Reconquista

**MEJORAS PARA EVITAR DAÑOS EN EL VENTILADOR CENTRÍFUGO DE
SUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESMOTADORA DE ALGODÓN**

Reconquista

Año 2023

GELMI, LEANDRO DAMIÁN



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Facultad Regional Reconquista

**MEJORAS PARA EVITAR DAÑOS EN EL VENTILADOR CENTRÍFUGO DE
SUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESMOTADORA DE ALGODÓN**

Proyecto final presentado en cumplimiento a las exigencias de la Carrera
de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Reconquista.

Profesores: Mg. Ing. Antón Daniel. / Esp. Ing. Colman Gabriel.

Asesores: Ing. Debarbora, Aldo. / Ing. Longhi, Pablo.

Reconquista, Santa Fe

República Argentina

Año 2023

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo personal a mi familia, en especial a mis padres Marcelo y Norma, a mi hermana Agustina y a mis abuelos Rene y Raquel que, con un destino incierto del sueño de ser ingeniero, me apoyaron constantemente para lograr este objetivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad Regional Reconquista que me permitió ser parte de esta gran familia donde, más allá de las dificultades y retos, pasé grandes momentos y alegrías inolvidables.

A todos los docentes, por su dedicación y por brindar sus conocimientos. A los no docentes que de alguna manera me han apoyado y con los que he compartido buenos momentos.

A mis asesores, por su gran ayuda y dedicar su tiempo. A la profesora Milena Franzoi por las correcciones y ayuda en la confección del proyecto.

A la Flia. Vicentin y Cancian, que me acompañó y alentó en el proceso para alcanzar este objetivo.

A mis amigos y compañeros de estudio que me acompañaron durante la carrera. Sin ellos el camino hubiera sido más duro.

Al equipo de básquet de esta universidad del que fui parte como la generación de plata y de bronce. Equipo que complementó con otros valores y virtudes mi formación como profesional. También al Ing. Claudio Maggi, profesor de esta facultad, que nos acompañó en el proceso de unión y competitividad para poder lograr los objetivos deportivos para esta universidad.

A todo el personal de la Unión Agrícola de Avellaneda Coop. Ltda., dentro del sector de desmotado de algodón, por permitirme realizar las Prácticas Profesionales Supervisadas y brindarme toda la información para elaborar este proyecto.



ÍNDICE

RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN.....	15
OBJETIVOS GENERALES.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
CAPÍTULO 1: FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA DESMOTADORA DE ALGODÓN	17
1.1. Almacenamiento del Algodón.....	17
1.2. Efecto de Manipulación de la Máquina Desmotadora sobre la Calidad del Algodón	19
1.2.1. Grado de la Fibra	20
1.2.2. Resistencia de la Fibra	20
1.2.3. Apariencia del Hilado	20
1.3. Etapas de la Máquina Desmotadora de Algodón	23
1.3.1. Sistema de Descarga.....	24
1.3.1.1. Sistema de Succión de los Tubos Telescopio (A)	24
1.3.1.2. Trampa de Objetos Pesados (B)	26
1.3.1.3. Depósito de Compensación (C)	26
1.3.1.4. Control Automático de Succión (D)	27
1.3.2. Primera Etapa de Limpieza y Extracción de Materias Extrañas del Algodón	28
1.3.2.1. Acondicionamiento y Secado (E)	29
1.3.2.2. Limpiador Inclinado de Cilindros (F)	30
1.3.2.3. Máquinas de Hierbas y Palos - Stripper (G)	31



1.3.2.4. Máquina Separadora de Basuras Finas – Despalillador o Descascarador (H).....	31
1.3.3. Segunda Etapa de Limpieza y Extracción de Materias Extrañas del Algodón	32
1.3.3.1. Limpiador Inclinado de Aire Caliente y Gravedad (I).....	32
1.3.3.2. Limpiador Inclinado TrashMaster (J)	33
1.3.4. Sistema de Alimentación y Desmotado.....	33
1.3.4.1. Sin Fin Distribuidor y Tolva de Rebalse Automático (K).....	33
1.3.4.2. Alimentadores - Cuerpos (L).....	35
1.3.5. Sistema de Limpieza de Fibras.....	36
1.3.5.1. Limpiador de Fibras - SuperJet (M)	36
1.3.5.2. Limpiador de Fibra - Peinadores (N).....	37
1.3.6. Sistema de Condensación y Restauración de Humedad.....	37
1.3.6.1. Unidad de Humedad (O).....	37
1.3.6.2. Condensador de Algodón (P).....	38
1.3.7. Sistema de Manejo de Prensas y Fardos	38
1.3.7.1. Alimentador de Algodón - Tramper (Q).....	39
1.3.7.2. Prensa de Fardos (R).....	39
1.3.7.3. Atado de Fardos y Empacadora (S).....	40
1.4. Layout de la Máquina Desmotadora de Algodón.....	40
CAPÍTULO 2: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UN SEPARADOR DE MATERIAS EXTRAÑAS PARA EVITAR DAÑOS EN LOS COMPONENTES DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO DE SUCCIÓN.....	42
2.1. Análisis y Evaluación de Separadores de Materias Extrañas.....	44
2.1.1. Descripción de cada Método de Separación de Materias Extrañas	44
2.1.1.1.1. Impactación por Inercia	45



2.1.1.1.2. Intercepción Directa.....	45
2.1.1.1.3. Difusión	45
2.1.1.1.1. Filtros de Tela.....	46
2.1.1.2. Precipitadores Electroestáticos (Efecto Electrostático).....	47
2.1.1.3. Separador por Gravedad o Choque	48
2.1.1.4. Separador Ciclónico	49
2.1.2. Obtención de Parámetros y Desarrollo de Cálculos Teóricos	49
2.1.3. Evaluación y Selección del Separador de Materias Extrañas.....	52
CAPÍTULO 3: CÁLCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO SEPARADOR DE MATERIAS EXTRAÑAS	53
3.1. Parámetros y Diseño del Ciclón	53
3.2. Determinación de las Dimensiones del Ciclón.....	55
3.3. Verificación de los Parámetros de Diseño del Ciclón.....	57
3.3.1. Velocidad Equivalente (W).....	58
3.3.2. Velocidad de Saltación (VS)	58
3.3.3. Longitud Natural del Ciclón (L).....	60
3.3.4. Factor de Configuración (G)	61
3.4. Cálculo Eficiencia del Ciclón.....	62
3.4.1. Exponente del Vórtice	63
3.4.2. Tiempo de Relajación	64
3.5. Análisis y Estimación de Recolección de Materias Extrañas del Ciclón	66
3.6. Cálculo Caída de Presión del Ciclón	72
3.6.1. Número de Cabezas de Velocidad.....	72
3.7. Diseño y Desarrollo del Modelo del Separador Ciclónico.....	73



3.8. Selección Válvula Rotativa	74
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE CAÍDA DE PRESIÓN Y POTENCIA NECESARIA PARA EL TRANSPORTE SEGURO DEL ALGODÓN.....	76
4.1. Cálculo de la Caída de Presión Total del Sistema Neumático	77
4.1.1. Pérdida de Presión Dinámica.....	77
4.1.2. Pérdida de Presión en las Paredes.....	78
4.1.3. Pérdida de Presión en Accesorios.....	78
4.2. Cálculo de Potencia de Compensación	79
CAPÍTULO 5: CÁLCULO Y DISEÑO DEL TRANSPORTADOR TORNILLO SIN FIN Y SELECCIÓN DE SUS COMPONENTES	81
5.1. Cálculo y Dimensionamiento del Transportador Tornillo Sin Fin.....	81
5.2. Potencia del Motor	82
5.3. Selección Grupo Motriz	84
5.3.1. Selección Motorreductor.....	84
5.3.2. Selección Piñón, Corona y Cadena.....	85
5.4. Selección de Rodamientos.....	85
5.5. Selección Árbol o Eje del Tornillo Sin Fin	87
5.6. Eje Terminal y Motriz del Tornillo Sin Fin y Eje Motriz de Caja Reductora.....	89
5.7. Chaveta y Chavetero	90
5.8. Hélice del Tornillo Sin Fin.....	91
5.9. Soporte del Transportador Tornillo Sin Fin y del Motorreductor	91
CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE SALIDA PARA LOS MOTORES ELÉCTRICOS	92
6.1. Criterios de Dimensionamiento para los Componentes de un Motor Eléctrico	93
6.2. Cálculo de la Corriente de Cortocircuito.....	94



6.3. Selección de los Componentes de Salida del Motor Eléctrico	98
CAPÍTULO 7: ANÁLISIS ECONÓMICO	101
7.1. Análisis de Retorno de Inversión de un Motor Eléctrico	102
7.2. Análisis económico de la mejora propuesta	105
7.2.1. Cómputo y Presupuesto	105
7.2.2. Gastos fijos y variables.....	106
7.2.3. Cuadro de resultados.....	108
7.2.4. Flujo de Fondos	108
7.2.5. Indicadores VAN, TIR y PRI	108
CONCLUSIONES FINALES.....	113
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	118
Anexo I - Cálculos.....	121
Anexo II – Tablas.....	171
Anexo III - Catálogos	187
Anexo IV - Planos	222



LISTA DE IMÁGENES

1.1. Trampa de objetos pesados.....	26
1.2. Depósito de compensación de control de alimentación y descarga de algodón.....	27
1.3. Torre secadora de algodón.....	30
1.4. Las máquinas que conforman la segunda limpieza son el limpiador inclinado de aire caliente y gravedad y limpiador inclinado Trashmaster.	32
1.5. Tolva de rebalse automático.	34
1.6. Limpiador de fibra - Super Jet.	36
1.7. Limpiador de fibra tipo peinadores.	37
1.8. Condensador de algodón.	38
1.9. Layout de la maquina desmotadora de algodón.	41
2.1.1. Impactación por inercia.	46
2.1.2. Intercepción directa.	46
2.1.3. Difusión.	46
2.2. Filtro de tela.	46
2.3. Precipitador electroestático.....	47
2.4. Separador por gravedad.	48
2.5. Separador ciclónico	49
3.1. Dimensión del ciclón.....	57
3.2. Verificación y condiciones del ciclón.	60
3.3. Balance de masa en el separador ciclónico	70
3.4. Modelo del separador ciclónico.....	73
5.1. Eje lado terminal del tornillo sin fin y rodamiento.....	89



5.2. Eje lado motriz del tornillo sin fin y piñón.....	90
5.3. Eje motriz caja reductora y corona	90
6.1. Esquema unifilar.....	94

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

1.1. Succión directa del algodón en bruto desde los acoplados y rollos de algodón.....	25
1.2. Trampa de objetos pesados.....	26
1.3. Depósito de compensación de control de alimentación y descarga de algodón.....	27
1.4. Primera etapa de limpieza y extracción de materias extrañas. Las máquinas que las conforman serán nombradas en orden desde la parte superior hasta la inferior: Limpiador inclinado de cilindros, Máquina de hiervas y palos (Stripper) y Máquina separadora de basuras finas (Despalillador y Descascarador).....	29
1.5. Torre secadora de algodón.....	30
1.6. Segunda etapa de limpieza y extracción de materias extrañas.	32
1.7. Sin fin distribuidor.....	33
1.8. Trolva de rebalse automático.....	34
1.9. Alimentadores o Cuerpos.	35
1.10. Limpiador de fibra - Super Jet.....	36
1.11. Limpiador de fibra tipo Peinadores.	37
1.12. Condensador de algodón.	38
1.13. Prensa de fardos.....	39
1.14. Atado de fardos y Empacadora.....	40
2.1. Materias extrañas extraídas del algodón en bruto en las primeras máquinas de limpieza.	42
2.2. Plaquitas de cerámica.	43



2.3. Vista de las plaquitas de cerámica en el interior de la carcasa o voluta y vista de los álabes del ventilador centrífugo.....	43
--	----

LISTA DE TABLAS

3.1. Parámetros de diseño del ciclón.	54
3.2. Dimensiones y características del ciclón.	55
3.3. Dimensión del ciclón.	57
3.4. Velocidad equivalente.	58
3.5. Velocidad de saltación.....	59
3.6. Longitud natural del ciclón.....	60
3.7. Volumen del ciclón evaluado a la salida.	61
3.8. Factor de dimensiones lineales y volumen del ciclón evaluado sobre la longitud.	62
3.9. Factores volumétricos.....	62
3.10. Exponente del Vórtice.	63
3.11. Diámetro equivalente de la partícula, tiempo de relajación y eficiencia del ciclón.	64
3.12. Datos obtenidos en función de la distribución logarítmica normal.	68
3.13. Número de cabezas de velocidad.....	72
3.14. Caída de presión del ciclón.....	73
4.1. Pérdida de presión dinámica.....	77
4.2. Pérdida de presión en las paredes.	78
4.3. Pérdida de presión en accesorios.	78
4.4. Potencia de compensación por la caída de presión en el sistema neumático.	79
5.1. Dimensiones principales del transportador tornillo sin fin.....	82
5.2. Factor de corrección para pequeñas potencias.	83



5.3. Verificación del tubo de acero sin costura para el eje o árbol del tornillo sin fin.	88
5.4. Dimensión chaveta y chavetero del eje lado motriz del tornillo sin fin.	90
5.5. Dimensión chaveta y chavetero del eje motriz caja reductora.	90
6.1. Características de los motores eléctricos.	92
6.2. Tiempo de disparo del relé térmico.	93
6.3. Categoría de empleo.	93
6.4. Impedancia de cortocircuito.	95
6.5. Corriente de cortocircuito por punto de defecto.	95
6.6. Corriente de cortocircuito sin influencia motores eléctricos.	96
6.7. Corriente de cortocircuito de los motores eléctricos.	96
6.8. Corriente de retorno de los motores (defecto en B).	97
6.9 Componentes de salida del motor eléctrico.	99
6.10. Componentes de salida del motor eléctrico.	100
6.11. Componentes de salida del motor eléctrico.	100
7.1. Características de los motores eléctricos estándar y alta eficiencia.	103
7.2. Análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico.	104
7.3. Análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico (Guía MTD).	105
7.4. Gastos operativos sector desmotadora de algodón.	107
7.5. Ingresos varios y amortizaciones sector desmotado de algodón.	107
7.6. Coeficiente K_e (costo del capital propio).	109
7.7. CPPC (costo promedio ponderado de capital).	110
7.8. Indicadores flujo de caja diferencial.	111
7.9. Periodo de recupero de inversión.	112



LISTA DE GRÁFICOS

1.1. Efectos del secado en el desmote sobre el grado de fibra, resistencia y apariencia del hilado.	21
1.2. Efectos de los limpiadores de algodón sobre el grado de la fibra y resistencia del hilado.....	21
1.3. Efectos de los limpiadores de fibra sobre el grado de la fibra, resistencia y apariencia del hilado.	22
2.1. Régimen de acuerdo al coeficiente de arrastre y numero de Reynolds.	51
3.1. Eficiencia del ciclón y diámetro equivalente de la partícula.	65
3.2. Distribución logarítmica normal de las partículas en función del radio equivalente de la partícula.	66
3.3. Concentración de masa de las partículas en función del radio equivalente de la partícula. ...	69



RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el diseño de un equipo separador de materias extrañas para la mejora de un sector de la máquina desmotadora de algodón de la Unión Agrícola de Avellaneda, Santa Fe. Tiene como objetivo evitar que las materias extrañas extraídas del algodón en bruto dañen los componentes del ventilador centrífugo de succión; este último permite el transporte seguro de la materia prima para su óptimo desmote.

Inicialmente, se observó y estudió la máquina desmotadora de algodón para comprender mejor su funcionamiento. Esto permitió detectar las posibles mejoras a realizar para optimizar el procesamiento de la materia prima y reducir tiempos y costos de mantenimiento. También se relevaron los datos y los parámetros necesarios para evaluar y elegir, con mejores criterios, las mejores opciones para la solución al problema.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto consiste en evaluar, calcular, seleccionar y diseñar un separador de materias extrañas que corresponda a los datos y parámetros adquiridos, para impedir el daño de los componentes del ventilador centrífugo de succión. A su vez, evaluar las caídas de presión en el sistema neumático necesario para el transporte seguro del algodón. Además, se diseña un transportador tornillo sin fin que elimina las materias extrañas del sistema neumático. Por último, se realiza un cálculo técnico económico que determina si el proyecto es factible o no, realizando una comparación entre la solución propuesta y el costo de mantenimiento de los componentes del ventilador centrífugo al finalizar la campaña de desmote de algodón.

Palabras claves: máquina desmotadora de algodón, algodón, optimización, separador ciclónico.



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo proponer mejoras en un sector de una máquina desmotadora de algodón. Es decir, entre la salida de las primeras máquinas de limpieza del algodón en bruto y antes del ventilador centrífugo de succión. Esto permitiría que las materias extrañas extraídas del algodón en bruto eviten daños a los componentes del ventilador centrífugo.

La máquina desmotadora de algodón fue instalada en el año 1996. Esta se encuentra ubicada en el complejo industrial de la Unión Agrícola de Avellaneda, Santa Fe, donde a lo largo de sus años de funcionamiento a sufrido modificaciones, mejoras, reparaciones, mantenimientos y ajustes para continuar con su correcto funcionamiento. Aunque, en gran parte, cuenta en la actualidad con las mismas máquinas eléctricas y elementos de máquinas desde su puesta en marcha.

De esta manera, intervenir con mejoras en la planta continuamente, puede llegar a contribuir con la reducción de tiempos de paradas y averías, mantener un correcto funcionamiento de los equipos alargando su vida útil, aumentar en la eficiencia de producción de algodón y ahorrar en costos de mantenimiento.



OBJETIVOS GENERALES

Diseñar mejoras en una máquina desmotadora de algodón para evitar daños a los componentes de un ventilador centrífugo de succión generados por las materias extrañas extraídas del algodón en bruto en las primeras máquinas de limpieza.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar y estudiar el funcionamiento de la máquina desmotadora de algodón.
- Analizar, evaluar y seleccionar un separador de materias extrañas para evitar daños en los componentes del ventilador centrífugo de succión.
- Calcular y diseñar el separador ciclónico y sus componentes.
- Evaluar la caída de presión y potencia necesaria para el transporte seguro del algodón en la línea neumática.
- Diseñar y calcular el transportador tornillo sin fin y seleccionar sus componentes.
- Evaluar y seleccionar los componentes de salida de los motores eléctricos seleccionados en el proyecto.
- Realizar el análisis económico del proyecto.



CAPÍTULO 1: FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA DESMOTADORA DE ALGODÓN

El desmote de algodón es el proceso de separación de la fibra y la semilla del algodón. Es la etapa previa a la industrialización de esta materia prima.

Consiste en diferentes procesos donde el algodón en bruto es manipulado por sistemas neumáticos, mecánicos y térmicos. En estos procesos se produce su secado, separación de fibra y semilla, limpieza de materias extrañas y presentación de fibra, transporte y embalaje. Esto permite un rendimiento notorio de la limpieza del algodón y la calidad comercial e industrial de la fibra.

Además de cumplir con la función de separar la semilla y materias extrañas de la fibra, el proceso de desmote permite conservar las cualidades y características propias del algodón para satisfacer los requerimientos de la industria textil.

Se debe considerar que este proceso no mejora la calidad de la fibra. Tampoco puede mejorarse el color del algodón, pero si lograr conservar sus cualidades en el momento de cosecha.

Por lo tanto, el proceso debe ser tan eficaz para disminuir un gran porcentaje de humedad y extraer las materias extrañas conservando el grado de calidad de la fibra.

Todos los datos y descripciones de este capítulo fueron obtenidos de los manuales de la máquina desmotadora de algodón de Ricciardi y Schmidt, 1966 y Anthony and Williams, 1994.

1.1. Almacenamiento del Algodón

El almacenamiento de esta materia prima se considera como el mantenimiento del algodón cosechado hasta el momento de alimentar el sistema de desmote. Este punto es muy importante previo al proceso debido a que puede interferir en las características de la fibra del algodón y no cumplir con las expectativas de calidad que exige el hilandero.

El algodón llega a las cercanías del sector de succión de diversas maneras, como en camiones y acoplados, encarpado (recubrimiento de lonas) o en rollos.



Existen diversas técnicas de almacenar el algodón, pero los métodos utilizados para alimentar la máquina desmotadora son los siguientes:

1. Almacenamiento en depósitos.
2. Almacenamiento en acoplados.

El acopio en depósito es realizado en las cercanías de la desmotadora que permite prolongar la campaña de desmote, pero el almacenamiento en acoplados o en rollos es el método más común para alimentar la máquina.

Los problemas mayores en el almacenamiento del algodón son los de prevenir la pérdida de grado de la fibra debido a cambio de color y el deterioro de la semilla. Los cambios de color pueden ser de dos tipos:

1. Manchado.
2. Pérdida de brillo.

El manchado de la fibra se da cuando las hojas liberan clorofila al ser apretadas durante la cosecha o, en la mayoría de los casos, surge debido al calentamiento del algodón durante varios días y por almacenamiento con un alto porcentaje de humedad. El apagado del color es debido a la acción bacteriana en la fibra.

El algodón puede ser almacenado con seguridad con un contenido del 12% de humedad en la semilla. Cuando posee menos del 10% de humedad puede ser almacenado con seguridad, pero con más del 14% puede esperarse su manchado.

Es fundamental el contenido de humedad en el algodón proveniente de la cosecha. Según las condiciones climáticas pueden encontrarse almacenados en depósitos o acoplados en un rango de 5 a 15% de humedad, pero es necesario que en el momento de desmote del algodón se encuentre entre un 7 u 8% de humedad para contribuir con su limpieza y calidad de la fibra de algodón.



1.2. Efecto de Manipulación de la Máquina Desmotadora sobre la Calidad del Algodón

La calidad de la fibra de algodón en el momento final de obtener el fardo depende de varios factores:

1. Variedad de Algodón.
2. Tipo de suelo y condiciones climáticas.
3. Prácticas culturales y de cosechas.
4. Contenido de humedad e impurezas.
5. Procesos y tratamientos de desmote.

Por lo general, los primeros cuatros factores ejercen una mayor influencia sobre la calidad de la fibra que los tratamientos de desmote.

El algodón posee su más alta calidad de fibra y sus mejores cualidades cuando está sobre la planta. Cualquier manipulación mecánica, hasta las técnicas de hilado inclusive, puede modificar las características naturales del algodón. Por lo tanto, es necesario que el proceso de desmote se realice a través de procesos mecánicos y termo neumáticos, permitiendo que el algodón conserve las características y cualidades esenciales del mismo.

Además de su función principal de separar la fibra de la semilla, la desmotadora de algodón está equipada para extraer un gran porcentaje de materias extrañas y el exceso de humedad presente en el algodón, que reducirán notoriamente el precio de venta de la fibra.

El objetivo del desmotador debe ser:

1. Producir fibra de grados satisfactorios para la industria textil.
2. Desmotar el algodón con una mínima reducción de la calidad hilandera de la fibra de manera que responda a las demandas de sus usuarios finales, el hilandero y el consumidor.



El grado, la longitud, la finura, la madurez y la resistencia de la fibra son los factores que determinan el precio de venta del algodón. En el momento del secado del algodón en bruto genera efectos sobre el grado de la fibra, resistencia y apariencia del hilado.

1.2.1. Grado de la Fibra

El grado de la fibra está determinado principalmente por el color y cantidad de materias extrañas presentes. El desmote no afecta al color del algodón, solo puede cambiar la longitud de la fibra; tampoco afecta a la finura y madurez.

El aumento de grado de la fibra es por el secado proveniente de dos fuentes: la primera ocurre cuando la humedad es reducida de 7 u 8%, permitiendo una mayor extracción de materias extrañas por los limpiadores de algodón y de fibra. La segunda es el secado mayor, con 5% de contenido de humedad o menos, que proporciona muy poco aumento del grado de algodón y no hace diferencias significativas.

1.2.2. Resistencia de la Fibra

La resistencia de las fibras disminuye a medida que se vuelven más secas y calientes, aumentando la rotura de la fibra y reduciendo la uniformidad de la longitud.

La resistencia, apariencia y roturas de hilado son cualidades importantes de la calidad hilandera. Todos estos factores son afectados por la uniformidad de la longitud y por la proporción de fibras cortas y rotas. Estos tres elementos son generalmente superiores cuando el algodón se desmota con un mínimo de secado y un mínimo uso de limpieza por procesos mecánicos.

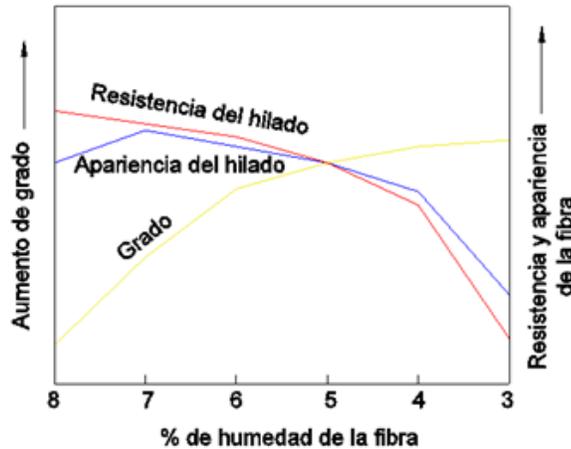
La resistencia del hilado disminuye continuamente a medida que aumenta el secado, como consecuencia del aumento del contenido de fibras cortas. Debajo del nivel de 5% de humedad la proporción de roturas de fibra aumenta rápidamente.

1.2.3. Apariencia del Hilado

La apariencia del hilado mejora hasta un determinado punto debido a la mayor extracción de impurezas. Pero el efecto del mayor contenido de fibras cortas anula las ventajas de la extracción de impurezas.



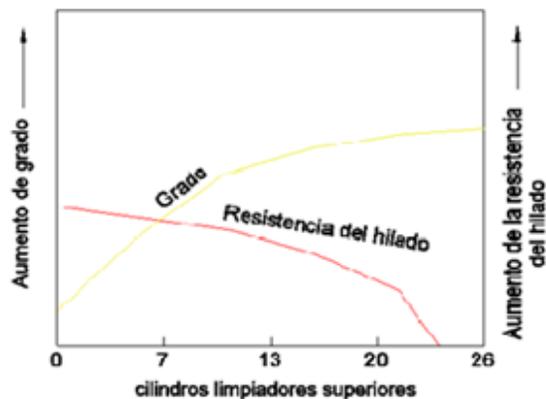
A continuación, se presentará una gráfica (Ricciardi y Schmidt, 1966, p. 11) de los efectos del secado en el desmote sobre el grado de fibra, resistencia y apariencia del hilado.



Grafica 1.1 – Efectos del secado en el desmote sobre el grado de fibra, resistencia y apariencia del hilado.

Fuente: Manual para desmotadores de algodón.

Por otra parte, las máquinas de limpieza con cilindros generan efectos sobre la calidad del algodón. A medida que aumenta el número de cilindros se incrementa el grado de la fibra. Cada cilindro sucesivo extrae menos impurezas y se obtiene mejoras decrecientes del grado. Para esto, se presentará una gráfica (Ricciardi y Schmidt, 1966, p. 12) de los efectos de los limpiadores de algodón sobre el grado de la fibra y resistencia del hilado.



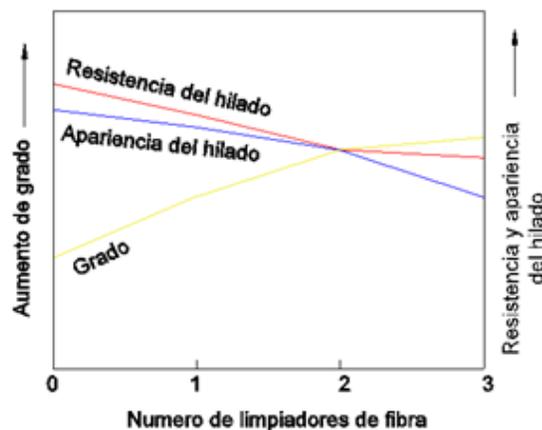
Grafica 1.2 – Efectos de los limpiadores de algodón sobre el grado de la fibra y resistencia del hilado.

Fuente: Manual para desmotadores de algodón.



Se considera adecuado de 12 a 14 cilindros cuando se emplean dos limpiadores de fibra y el algodón es secado al nivel de 5 a 7% de humedad de fibra. Los limpiadores cuentan con siete cilindros para evitar el retorcido del algodón secado inadecuadamente. La resistencia del hilado disminuye constantemente a medida que aumenta el número de cilindros de limpieza.

Las máquinas de limpieza de fibra generan también efectos sobre el grado de la fibra, la apariencia y resistencia del hilado. Por lo tanto, se presentará los efectos sobre el grado de la fibra con el siguiente gráfico (Ricciardi y Schmidt, 1966, p. 12).



Grafica 1.3 – Efectos de los limpiadores de fibra sobre el grado de la fibra, resistencia y apariencia del hilado.

Fuente: Manual para desmotadores de algodón.

La fibra muestra algún aumento de grado a medida que incrementa el número de limpiadores de fibra, pero cada sucesivo limpiador proporciona una menor mejora de grado que el precedente. Además de extraer impurezas pequeñas, los limpiadores a menudo mezclan los algodones ligeramente manchados de manera que pasan a grados blancos. También extraen cierta proporción de fibra corta y las mediciones de longitud muestran un ligero incremento de sus valores, disminuyendo el valor del fardo de algodón, pero tiene poco o ningún efecto sobre la resistencia del hilado.

La apariencia del hilado, generalmente, es afectada por el tratamiento del limpiador de fibra. El efecto es normalmente pequeño cuando se emplea solamente uno o dos limpiadores, pero la apariencia del hilado declina rápidamente a medida que se emplean limpiadores adicionales.



Se puede concluir que la calidad del algodón, una vez finalizado el proceso de desmotado, no depende de la cantidad de limpiadores de algodón en bruto y de los limpiadores de fibra. Debido a que una gran cantidad de estos pueden afectar ciertas características, como resistencia y apariencia del hilado; pero a su vez mejora el grado de la fibra cuando disminuye su efectividad al agregar mayor cantidad de limpiadores. Por lo tanto, la maquina desmotadora estará limitada en ciertos procesos de limpieza por cada línea de transporte.

Por otra parte, la calidad del algodón estará en función de la destreza, experiencia y conocimiento del desmontador en mayor parte. El mismo conoce los valores óptimos de secado del algodón en bruto y porcentaje de humedad que debe tener la partida que va a ingresar a la máquina desmotadora de algodón. Esto permite no afectar la resistencia y apariencia del hilado, y a su vez obtener una mayor extracción de materias extrañas para un mayor valor de los fardos de algodón.

1.3. Etapas de la Máquina Desmotadora de Algodón

La planta desmotadora de algodón está compuesta por varias máquinas, cada una con una función distinta y dispuestas en una secuencia para descargar el algodón en bruto, acondicionarlo, separar la fibra de la semilla, limpiar la fibra, deshacerse de las materias extrañas y semillas y finalizar con el enfardado del algodón. (Ver Anexo III – Planos).

La máquina desmotadora de algodón está compuesta (LUMMUS AG TECHNOLOGY, 2020) por la siguiente secuencia de máquinas (Ver Anexo IV – Planos – Plano N°1):

- **Sistema de descarga**
 - A. Sistema de succión de los tubos telescópico.
 - B. Trampa de objetos pesados.
 - C. Depósito de compensación.
 - D. Control automático de succión.
- **Primera etapa de limpieza y extracción de materias extrañas del algodón**
 - E. Acondicionamiento y secado.
 - F. Limpiador inclinado de cilindros.
 - G. Máquina de hierbas y palos (Stripper).
 - H. Máquina separadora de basuras finas (despalillador o descascarador).



- **Segunda etapa de limpieza y extracción de materias extrañas del algodón**
 - I. Limpiador inclinado de aire caliente y gravedad.
 - J. Limpiador inclinado Trashmaster.
- **Sistema de alimentación y desmotado**
 - K. Sin fin distribuidor y tolva de rebalse automático.
 - L. Alimentador (o cuerpo).
- **Sistema de limpieza de fibra**
 - M. Limpiador de fibra – Súper Jet.
 - N. Limpiador de fibra – Peinadores.
- **Sistema de condensación y restauración de humedad**
 - O. Unidad de humedad.
 - P. Condensador de algodón.
- **Sistema de manejo de prensas y fardos**
 - Q. Alimentador de algodón y tramper.
 - R. Prensa de fardos.
 - S. Atado de fardos y empacadora.

De esta manera, se describirán cada una de las máquinas que en conjunto permiten el proceso de desmotado algodón y se presentará un layout al final de este capítulo.

1.3.1. Sistema de Descarga.

1.3.1.1. Sistema de Succión de los Tubos Telescopio (A)

Para una buena práctica de succión del algodón en bruto, para alimentar la máquina desmotadora, se debe tener en cuenta los requisitos esenciales de los sistemas de descarga del algodón:

1. Retirar el algodón del vehículo de transporte que entrega a la playa de desmote o depósitos.
2. Alimentar de algodón la desmotadora de manera constante y uniforme.
3. Como sistema auxiliar eliminar rocas, metales, materiales peligrosos, capsulas verdes húmedas, arena y suciedad.



Los principales métodos de almacenamiento utilizados son acoplados y/o depósitos. Esto depende de la capacidad de desmote de la maquina o la llegada del algodón al lugar.

Por cualquier medio de almacenamiento, el algodón en bruto es colocado por debajo de los tubos de succión que permiten de esta manera alimentar la máquina desmotadora por medio de succión neumática. Esto lo realiza un sistema denominado telescopio oscilante que lo entrega a un punto fijo de aspiración para iniciar el proceso de desmote.



Fotografía 1.1 – Succión directa del algodón en bruto desde los acoplados y rollos de algodón.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avellaneda.

A la succión del algodón en bruto lo permite la presión negativa generada por dos ventiladores centrífugos, donde cada tubo succionador depende de estos equipos.

Las maniobras del tubo succionador se realizan por control remoto a través de palancas de mando por un operador en una cabina elevada. Los equipos cuentan con dos velocidades, además del giro alrededor de la zona de almacenamiento:

1. La velocidad baja en el momento que el telescopio se extiende más de la mitad de camino.
2. La velocidad aumenta cuando se retrae el tubo.

El tubo succionador posee la suficiente presión negativa de aire para no soltar el algodón de la carga y lo transporta por la tubería. En la punta de succión posee un diseño ensanchado que permite ser útil para dirigir el flujo de aire hacia la abertura sin atascarse con grandes tacos de



algodón o elementos que provoquen atoramientos, generando caídas de presiones en la línea neumática.

1.3.1.2. Trampa de Objetos Pesados (B)

En el momento de la cosecha del algodón se recogen accidentalmente rocas, terrones, chatarra, raíces y otros objetos pesados. Estos contaminantes deben ser retirados antes de que el algodón llegue a la desmotadora, o de otra forma generará daños en las máquinas o atoramientos en la línea neumática.

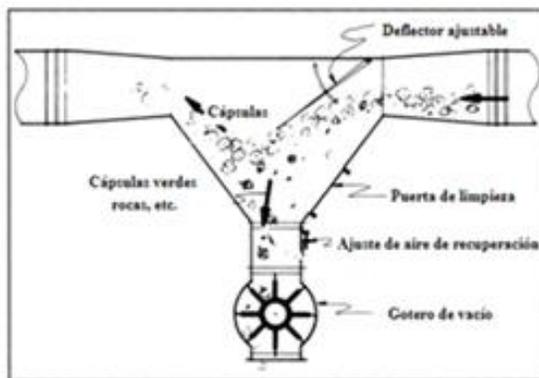


Imagen 1.1 – Trampa de objetos pesados.
Fuente: Cotton Ginners Handbook.



Fotografía 1.2 – Trampa de objetos pesados.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.

La velocidad del aire es lo suficientemente alta como para transportar los materiales pesados. La separación se puede lograr en una trampa de objetos pesados donde la velocidad del aire se reduce a tal punto que los materiales pesados quedan en el trayecto y caen por gravedad, mientras que el algodón permanece en la corriente de aire continuando por su línea neumática de transporte.

1.3.1.3. Depósito de Compensación (C)

Para lograr que el flujo de algodón sea constante y uniforme en todo el proceso de desmote, un depósito de compensación permite alojar el material. El depósito de compensación permite lograr que la velocidad de alimentación de los sistemas de succión del telescopio se controle automáticamente mediante sensores en el mismo. Esto permite que no se produzca rebalse de material en la línea neumática por exceso del mismo o escasez de algodón en el sistema.

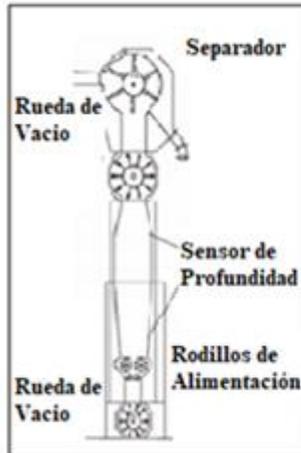


Imagen 1.2 – Depósito de compensación de control de alimentación y descarga de algodón.
Fuente: Cotton Ginners Handbook



Fotografía 1.3 – Depósito de compensación de control de alimentación y descarga de algodón.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.

1.3.1.4. Control Automático de Succión (D)

Al control automático de succión de algodón lo permiten dos sensores que se encuentran en el depósito de compensación para mantener un llenado de límite inferior y superior de algodón. Si el algodón se encuentra fuera de los límites de llenado, los sensores envían una señal apagando el sistema hidráulico que permite el control de los tubos succionadores. También, fuera de los límites de llenado, accionan una válvula mariposa por medio de un pistón neumático que corta el flujo de algodón en bruto al depósito de compensación y continuando solamente el flujo de aire por la línea neumática sin detener los ventiladores centrífugos. De esta manera se evita la parada total de todos los procesos e impide pérdidas de tiempo de puesta en marcha.

Las causas de parada en el punto succión ocurre superando el límite superior por el llenado excesivo de material en el depósito de compensación provocando rebalse; y por atoramientos del material en alguna máquina o línea neumática, evitando el ingreso de algodón que será detectado por el sensor del límite inferior.

La salida del algodón se controla regulando la velocidad de rodillos de alimentación en la parte inferior del depósito de compensación. La regulación de velocidad es permitida por un variador de velocidad que es ajustado por un operario, en función de la cantidad de cuerpos (o



limpiadores) que estén funcionando. Por lo tanto, es necesario que se controle la velocidad de los rodillos de alimentación para controlar el flujo de algodón que el sistema va a desmotar.

Los rodillos de alimentación, además, permiten descompactar el algodón en bruto para una máxima exposición y fácil extracción de basura. El material cae en una cinta transportadora determinando el contenido de humedad por medio de un sensor para evaluar si posee un bajo o alto porcentaje de humedad. Luego es succionado nuevamente para ingresar a la línea neumática y permitir su desmote.

Si el algodón se encuentra con un contenido de humedad del 12 a 14 % al salir del depósito de compensación, se recurre al sistema de secado por medio de aire caliente para lograr obtener los parámetros de humedad 7 a 8% para un desmote óptimo. Un alto contenido de humedad dificulta extraer las materias extrañas de la fibra y puede formarse prensados de algodón provocando atoramientos en el proceso de desmote.

Si los valores son de 6 a 8% no es necesario que se reduzca el porcentaje de humedad en el algodón por medio del sistema de secado, por lo tanto, el quemador no es puesto en marcha y el algodón sigue su recorrido neumático. La fibra secada con muy poca humedad se vuelve quebradiza y será dañada por el proceso mecánico, entonces el secado justo es fundamental para la limpieza y el desmotado.

1.3.2. Primera Etapa de Limpieza y Extracción de Materias Extrañas del Algodón

El sistema de limpieza de materias extrañas del algodón se refiere al uso de varios tipos de limpiadores de cilindros diseñados principalmente para eliminar la suciedad y pequeños trozos de hojas, ramas y otras impurezas.



Fotografía 1.4 – Primera etapa de limpieza y extracción de materias extrañas. Las máquinas que las conforman serán nombradas en orden desde la parte superior hasta la inferior: Limpiador inclinado de cilindros, Máquina de hiervas y palos (Stripper) y Máquina separadora de basuras finas (Despalillador y Descascarador).

Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avellaneda.

1.3.2.1. Acondicionamiento y Secado (E)

El algodón que posee un alto contenido de humedad no se limpiará o desmotará apropiadamente y un bajo contenido de humedad por el secado del algodón será deteriorada por el desmote, por lo tanto, es necesario un buen acondicionamiento y secado para el proceso.

El secado artificial es más efectivo para extraer la mayor parte de la humedad durante el corto lapso de exposición de las fibras en los secadores. El contenido de humedad de la semilla e impurezas es menos importante que el contenido de humedad de las fibras, a menos que las semillas estén tan húmedas que sean blandas o pulposas. Para un desmote satisfactorio el contenido de humedad de la semilla no debería exceder del 14 a 16%.

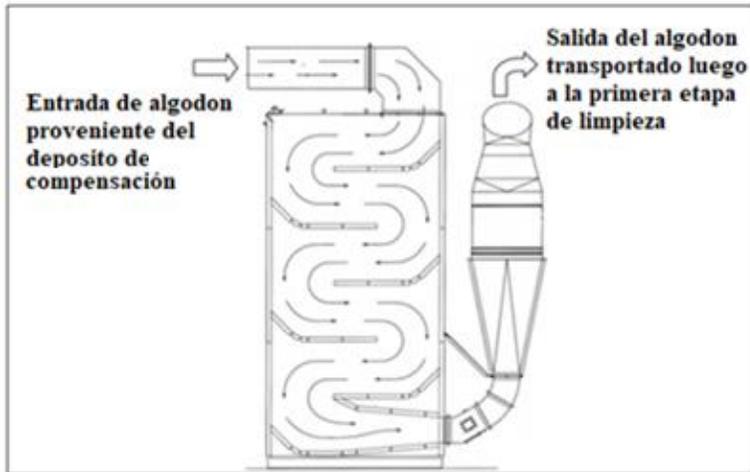


Imagen 1.3 – Torre secadora de algodón.
Fuente: *Cotton Ginners Handbook*



Fotografía 1.5 – Torre secadora de algodón.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.

Los factores que controlan la velocidad y la cantidad de secado son:

1. Temperatura y humedad relativa del aire de secado.
2. Volumen y velocidad del aire de secado.
3. Tiempo de exposición.
4. Contenido de humedad del algodón que entra al secador.

Las fibras pueden ser secadas a temperaturas mayores 232 [°C] y lograr quemarse a 259,7 [°C], por lo tanto, es importante tener cautela al acondicionar el algodón entre esos intervalos de temperatura. La inflamación puede ocurrir a 232 [°C] con exposiciones largas a esa temperatura y puede presentarse casi instantáneamente a temperaturas de 287,5 [°C] a 315,2 [°C]. Normalmente el algodón se retiene en una secadora entre 10 a 15 segundos.

1.3.2.2. Limpiador Inclinado de Cilindros (F)

Los limpiadores inclinados de cilindros se utilizan para eliminar partículas finamente divididas y para abrir y preparar la semilla del algodón para el proceso de extracción de impurezas. El limpiador inclinado de cilindros es instalado horizontalmente, esto permite que se transporte el algodón con aire caliente obtenido de los secadores. De esta manera, el limpiador a su vez se comporta como un elemento secador, optimizando la extracción de materias extrañas.



El limpiador consta de una serie de siete cilindros con púas que agitan y transportan el algodón a través de las superficies de limpieza que contienen pequeñas aberturas.

Se podría interpretar que el aumento de cilindros en el limpiador inclinado aumentaría la limpieza del algodón extrayendo una mayor cantidad de impurezas. Existe un incremento en el grado de la fibra para cada cilindro sucesivo eliminando menos impurezas cada uno y obteniendo mejoras decrecientes del grado, pero la resistencia del hilado disminuye constantemente a medida que aumenta el número de cilindros de limpieza. Por lo tanto, la mayor eficiencia de extracción de impurezas se limita en la cantidad de cilindros en el limpiador inclinado.

1.3.2.3. Máquinas de Hierbas y Palos - Stripper (G)

El algodón proveniente del limpiador inclinado de cilindros pasa luego por la máquina de hierbas y palos. El algodón se adhiere al cilindro de sierra de alta velocidad para extraer las materias extrañas por fuerza centrífuga.

Sin embargo, cierta pérdida de fibra de algodón es inevitable debido a que queda atrapada con las hierbas y palos para obtener una limpieza satisfactoria. Por eso se utilizan cilindros de sierra adicionales que operan a velocidades más lentas para recuperar la fibra del algodón extraído con las materias extrañas.

1.3.2.4. Máquina Separadora de Basuras Finas – Despalillador o

Descascarador (H)

La parte superior de esta máquina se asemeja a la máquina de hierbas y palos, con la diferencia que se encuentra equipada con un sistema de extracción de basuras más finas como ser: raíces, tallos, palos finos, cascarilla, tierra, etc.

La máquina realiza una limpieza efectiva, permitiendo que el algodón pase por el cilindro extractor separador extrayendo las materias extrañas del algodón. El algodón con mayor contenido de basura cae en la sección de recuperación para una limpieza adicional. Los cilindros de cepillo permiten separar la basura y eliminarla del sistema neumático y el algodón recuperado limpio sigue su recorrido a la siguiente máquina.



1.3.3. Segunda Etapa de Limpieza y Extracción de Materias Extrañas del Algodón

Esta etapa consiste en dos limpiadores consecutivos que toman el algodón proveniente de las máquinas limpiadoras anteriormente mencionadas, para lograr una mayor extracción de materias extrañas finas. Los limpiadores inclinados consecutivos cuentan con un limpiador inclinado de aire caliente y gravedad, y otro limpiador inclinado Trashmaster consecutivo para finalizar con una limpieza más fina y suave.

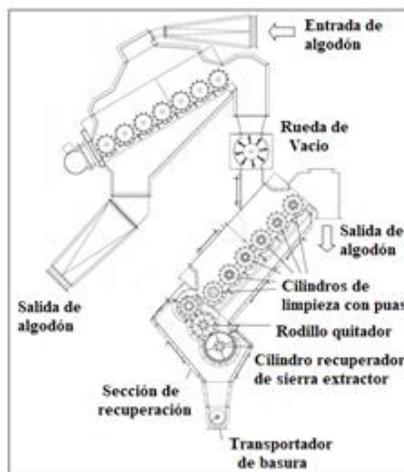


Imagen 1.4 – Las máquinas que conforman la segunda limpieza son el limpiador inclinado de aire caliente y gravedad y limpiador inclinado Trashmaster.
Fuente: Cotton Ginners Handbook



Fotografía 1.6 – Segunda etapa de limpieza y extracción de materias extrañas.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.

Los limpiadores constan de una serie de siete cilindros con púas que agitan y transportan el algodón a través de las superficies de limpieza que contienen pequeñas aberturas o ranuras para la extracción de las materias extrañas.

1.3.3.1. Limpiador Inclinado de Aire Caliente y Gravedad (I)

Un sistema neumático permite transportar y elevar el algodón hasta los limpiadores inclinados consecutivos. Los limpiadores de cilindros alimentados por aire caliente y por gravedad se suelen utilizar inmediatamente delante de la máquina separadora de basuras finas.

Las máquinas alimentadas por aire generalmente están conectadas a la secadora y sirven como una extensión del sistema de secado. Además, permiten abrir el algodón aún más, para extraer



mayores cantidades de materias extrañas, preservando la calidad de la fibra para producir mejores grados. De esta manera permite eliminar arena, polvo, palos finos y cascarilla.

1.3.3.2. Limpiador Inclinado TrashMaster (J)

La limpieza continúa por medio de otro limpiador inclinado, donde un sistema permite que el algodón ingrese controladamente y uniformemente a la limpiadora por medio de una rueda de vacío. La limpieza elimina toda la basura para evitar que se mueva y se convierta en partículas difíciles de eliminar, y que esto produzcan aglomeración de fibras enredadas y basura fina en el algodón.

El limpiador inclinado remueve palos finos, tallos, hierbas y hojas pequeñas y cortezas antes de que lleguen al acondicionamiento del algodón. Toda la basura se retira a través de un recuperador que arranca las materias extrañas del algodón. Luego, la basura se retira por rejillas especiales y espaciadas, permitiendo que las materias extrañas caigan por gravedad hacia un tornillo sin fin de residuos para su total extracción.

1.3.4. Sistema de Alimentación y Desmotado

1.3.4.1. Sin Fin Distribuidor y Tolva de Rebalse Automático (K)

El sin fin distribuidor es un transportador de tipo tornillo sin fin montado en una bandeja que recibe el algodón de la máquina de limpieza de los limpiadores inclinados consecutivos. Esto permite distribuir el algodón en tolvas montadas sobre los tres alimentadores (o cuerpos) con las que cuenta la planta para realizar una limpieza más fina.



Fotografía 1.7 – Sin fin distribuidor.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.



Cualquier exceso de algodón que pase por las tolvas de alimentación se recoge en una tolva de rebalse automático que se encuentra al final del sin fin distribuidor. Esto permite que no se exceda de alimentación de algodón a los alimentadores (o cuerpos) y la limpieza sea más eficiente.



Fotografía 1.8 – Tolva de rebalse automático.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.

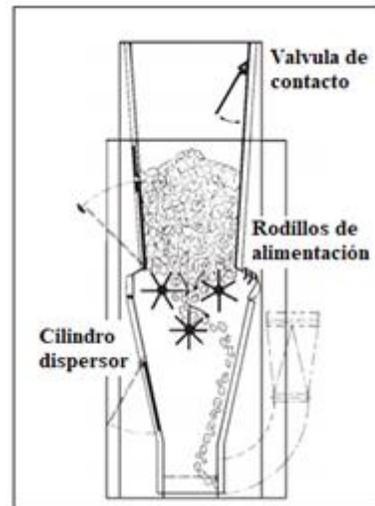


Imagen 1.5 – Tolva de rebalse automático.
Fuente: Cotton Ginners Handbook. Agrícola de Avda.

La parte superior de la tolva de rebalse posee una válvula de contacto que permite detectar cuando la tolva está llena, cortando el suministro de algodón a los alimentadores y cortando la succión del algodón por medio de los tubos succionadores. A su vez, en conjunto con el depósito de compensación, evita excesos de algodón en la máquina desmotadora. De esta manera, se evita el exceso de algodón que perjudica el desmotado, acondicionamiento y calidad del algodón.

Una vez que se encuentre el algodón en la tolva de rebalse, en su parte inferior por medio de rodillos de alimentación permite el paso del algodón de manera uniforme y descompactada. Luego, por medio de una corriente de aire, impulsa el algodón al limpiador inclinado inferior de los limpiadores inclinados consecutivos. Este último se encuentra montado en la parte superior del sin fin distribuidor para volver a reintroducir el algodón en los cuerpos completando el ciclo.



1.3.4.2. Alimentadores - Cuerpos (L)

Ahora llegamos al corazón de la máquina desmotadora de algodón. La planta está equipada por tres alimentadores (o cuerpos) para que procese la fibra del algodón.

El sin fin distribuidor, al depositar el algodón en las tolvas de los alimentadores, permite realizar un refinamiento en la limpieza preservando la calidad de la fibra. Las máquinas que permiten esto son dos limpiadores de fibra de sierra que se encuentran instaladas una sobre otra. Esto permite una limpieza más fina del algodón para mejorar la calidad del mismo.



Fotografía 1.9 – Alimentadores o Cuerpos.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avellaneda.

Esta máquina tiene una gran importancia en el desmote debido a un sistema en particular que posee denominado soporte de sierra. El soporte de sierra optimiza la limpieza del algodón gracias a un conjunto de discos tipo sierra y ranuras denominadas costillas que permiten extraer la fibra de la semilla del algodón y materias extrañas más finas. Luego la semilla limpia de fibra y las materias extrañas son extraídas inmediatamente del sistema neumático.

Por último, es necesario quitar las fibras del algodón del disco de sierra para continuar con su desmotado. Esto lo permiten cepillos que engranan en la profundidad del diente de sierra para posibilitar con la extracción segura de la fibra sin afectar con prensado del algodón, el grado, acortamiento de longitud y la calidad de la fibra.



1.3.5. Sistema de Limpieza de Fibras

1.3.5.1. Limpiador de Fibras - SuperJet (M)

Las fibras del algodón proveniente de los alimentadores son transportadas a otra máquina denominada limpiador de fibra – Super jet. Este limpiador fue desarrollado específicamente para eliminar pequeñas partículas que permanecen en el algodón de las limpiezas previas del desmotado.

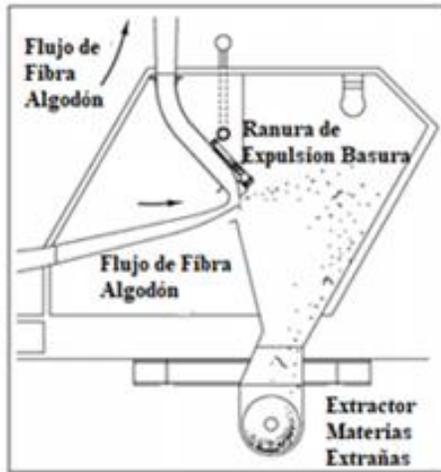


Imagen 1.6 – Limpiador de fibra - Super Jet.
Fuente: *Cotton Gimmers Handbook Agrícola de Avda.*



Fotografía 1.10 – Limpiador de fibra - Super Jet.
Fuente: *fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.*

El limpiador de fibras posee un sistema de flujo continuo, no tiene sierras, cepillos o partes móviles.

Dentro de la cámara del limpiador de fibras el movimiento de aire y algodón a través del conducto cambian de dirección abruptamente al pasar por una estrecha ranura de expulsión de basura por medio de la fuerza centrífuga del flujo de aire. Las materias extrañas que son más pesadas que las fibras de algodón, y no están enredadas, caen por gravedad hacia un tornillo sin fin de extracción para eliminarlas por completo del sistema neumático.

Los limpiadores de fibras no mejoran el grado de la fibra con respecto a los limpiadores de sierra, pero eliminan menos fibras del algodón, no afecta a la longitud, la resistencia y la aglomeración de fibras.



1.3.5.2. Limpiador de Fibra - Peinadores (N)

Los limpiadores de fibra tipo peinadores están instalados espalda con espalda con el fin de que el algodón proveniente del mismo ducto de los alimentadores y limpiador super jet se divida y cada peinador reciba la mitad del algodón. Esta instalación de corriente dividida, con limpieza de fibra de algodón independiente, permite que no pasen por más de dos sierras evitando que se genere prensado de fibra de algodón y disminución de grado de la misma.

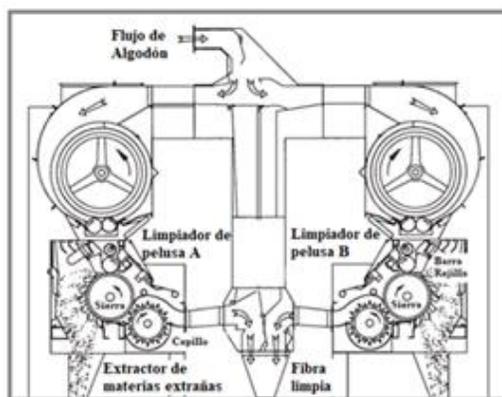


Imagen 1.7 – Limpiador de fibra tipo peinadores.
Fuente: Cotton Ginners Handbook Agrícola de Avda.



Fotografía 1.11 – Limpiador de fibra tipo Peinadores.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.

La alimentación de los peinadores consiste en un conjunto de rodillos que alimentan al cilindro de sierra para un peinado suave de la fibra. Para su limpieza cuenta con un sistema de lavado de aire con barra de rejilla para recoger y eliminar residuos. Luego, es retirada la fibra de la sierra por medio de cepillos, sin generar prensados de algodón y disminución de grado que provoquen baja calidad a la fibra del algodón.

1.3.6. Sistema de Condensación y Restauración de Humedad

1.3.6.1. Unidad de Humedad (O)

La unidad de humedad es un recipiente que permite conservar y administrar agua a la fibra de algodón para restaurar la humedad, donde previamente el algodón ha sido secado con el fin de optimizar su limpieza. Restaurar nuevamente la humedad permite manipular de una mejor manera el algodón limpio, aumentando su calidad y valor del fardo.



1.3.6.2. Condensador de Algodón (P)

El condensador tiene como finalidad eliminar el polvo y aire en el algodón limpio por medio de un ventilador centrífugo y restaurar la humedad, aumentando calidad y valor de fardo. Un tambor cubierto de metal perforado y de giro lento permite formar una manta que se descarga entre rodillos al deslizador inclinado.

El tambor del condensador debe ajustarse a una velocidad lenta entre 6 a 15 [rpm] para que se forme una manta suave y sólida. Luego, mediante el deslizador inclinado, que es un canal de chapa que está instalado en un ángulo que asegura el movimiento del algodón sin enrollar la manta, conecta el condensador al alimentador de algodón. La longitud del deslizador inclinado se basa en la capacidad del sistema de desmotado y el tiempo necesario para girar la prensa entre fardos de algodón.

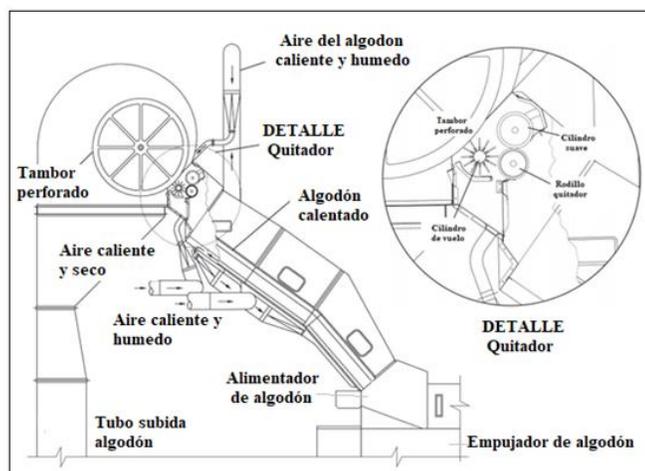


Imagen 1.8 – Condensador de algodón.

Fuente: *Cotton Ginners Handbook*



Fotografía 1.12 – Condensador de algodón.

Fuente: *fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avda.*

1.3.7. Sistema de Manejo de Prensas y Fardos

El envasado del fardo es el paso final en el procesamiento del algodón. El sistema de embalaje inicia desde el condensador que deposita la manta de algodón en el alimentador, donde luego pasa a la prensa y atado de fardos. Este proceso se complementa con un sistema de transporte de fardos, donde se toma una muestra del algodón para definir su calidad y luego envasar, pesar y etiquetar el fardo.



1.3.7.1. Alimentador de Algodón - Tramper (Q)

El alimentador de algodón o Tramper es un dispositivo para mover el algodón a la caja de la prensa mediante un sistema tipo correa con una acción rápida pero suave para evitar romper la manta a medida que se recibe del condensador. Se debe tener cuidado para prevenir contaminación del algodón debajo del tramper por fluidos hidráulicos o grasas del mecanismo de la prensa.

1.3.7.2. Prensa de Fardos (R)



Fotografía 1.13 – Prensa de fardos.

Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avellaneda.

Para obtener los fardos de algodón, la planta cuenta con dos prensas de gran capacidad. El requisito hidráulico de estas prensas depende de la humedad, el contenido, la distribución y la densidad con la que se presiona el algodón en la cabina de la prensa. Los sistemas hidráulicos deben poder funcionar bajo las condiciones anteriormente mencionadas, permitiendo obtener fardos pesados que tengan poca humedad y tamaños pequeños.



1.3.7.3. Atado de Fardos y Empacadora (S)

Una vez que las prensas comprimen el algodón a una densidad determinada, se aplican ataduras alrededor de la circunferencia del fardo para retener el algodón. Las ataduras son normalmente realizadas por un operario con alambre acerado.

Para la manipulación de fardos se utiliza una empacadora horizontal, donde son embolsadas por bolsas tejidas por material natural o sintético, conservando la calidad de la fibra al envolver totalmente el fardo. De esta manera, se conserva el algodón hasta su entrega, permitiendo a su vez colocar número de lotes, propiedades y características del propio fardo.



Fotografía 1.14 – Atado de fardos y Empacadora.
Fuente: fotografía obtenida en la Unión Agrícola de Avellaneda.

1.4. Layout de la Máquina Desmotadora de Algodón

A continuación, se expone un layout de la máquina desmotadora de algodón para visualizar de una mejor manera el procedimiento de desmote. El proceso es desde el punto de succión del algodón en bruto al sistema neumático hasta el atado de fardos y empacado de la fibra.

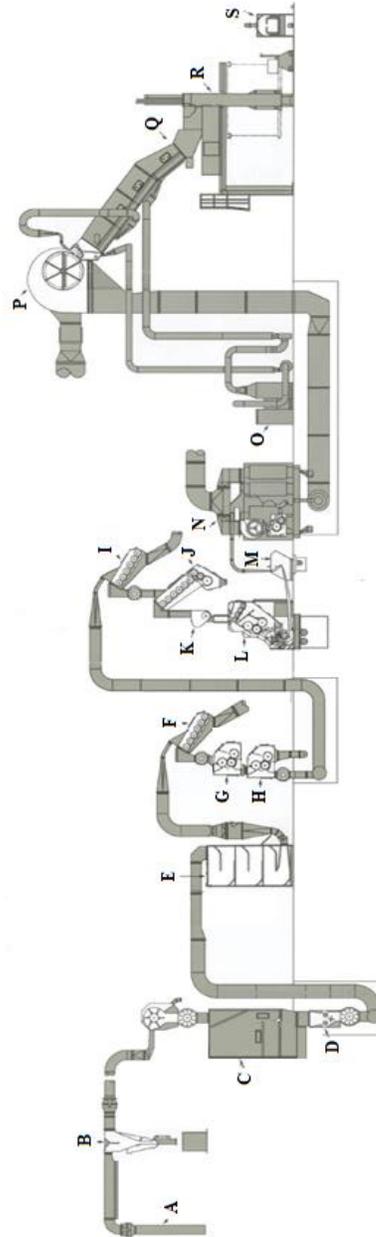


Imagen 1.9 – Layout de la máquina desmotadora de algodón.

Fuente: LUMMUS AG TECHNOLOGY, 2020

De esta manera, la máquina desmotadora de algodón permite realizar el proceso de separar la semilla y materias extrañas de la fibra, permitiendo conservar las cualidades y características del algodón para satisfacer los requerimientos de la industria textil.



CAPÍTULO 2: ANÁLISIS, EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UN SEPARADOR DE MATERIAS EXTRAÑAS PARA EVITAR DAÑOS EN LOS COMPONENTES DEL VENTILADOR CENTRÍFUGO DE SUCCIÓN

En este capítulo se busca una solución a un problema puntual en una máquina desmotadora de algodón. El inconveniente se encuentra en un ventilador centrífugo que permite el transporte seguro y eficiente del algodón en bruto por medio de presión negativa (o succión) a través de las primeras máquinas de limpieza, que a su vez permiten extraer las materias extrañas del algodón. Estas impurezas retiradas del algodón se transportan hacia los componentes del ventilador centrífugo, generando daños significativos en los álabes y las paredes internas de la carcasa o voluta y costos en mantenimiento luego de cada campaña de desmote de algodón.

Durante el proceso de desmote de algodón se extraen una gran cantidad de materias extrañas en la primera etapa de limpieza. Estas materias extrañas son: fibrilla, cascarilla, hiervas y palos que se encuentran mezclado con el algodón.



Fotografía 2.1 – Materias extrañas extraídas del algodón en bruto en las primeras máquinas de limpieza.
Fuente: fotografía obtenida de la Unión Agrícola de Avellaneda



Finalizada la campaña de desmote de algodón, el problema que debe afrontar el personal de la planta es restaurar los daños en los componentes del ventilador centrífugo que generan las materias extrañas extraídas en el algodón en su primera limpieza.

La solución más viable hallada hasta el momento para alargar la vida útil en la pared interna de la carcasa del ventilador centrífugo fue revestir el interior con plaquitas de cerámica, debido a que este material posee características que soportan el desgaste generado por las materias extrañas. Pero, de todas maneras, suele haber desprendimiento o desgaste de estas placas en una campaña de desmote de algodón por las altas velocidades y presiones de trabajo en que está sometido el sistema neumático.



Fotografía 2.2 – Plaquitas de cerámica.
Fuente: fotografía obtenida de la Unión Agrícola de Avellaneda



Fotografía 2.3 – Vista de las plaquitas de cerámica en el interior de la carcasa o voluta y vista de los álabes del ventilador centrífugo.

Fuente: fotografía obtenida de la Unión Agrícola de Avellaneda.



2.1. Análisis y Evaluación de Separadores de Materias Extrañas

Se evalúa y determina de qué manera se podrá separar el aire de las materias extrañas extraídas del algodón, para evitar que logre llegar a los ventiladores centrífugos y genere grandes desgastes de los componentes del mismo. También debe evitarse generar grandes caídas de presión en el sistema neumático, donde la presión negativa es la responsable del transporte seguro del algodón para realizar una limpieza eficiente durante el proceso de desmotado.

De esta manera, se evaluarán algunos métodos ya conocidos que tienen como finalidad la separación de partículas del aire:

- Impactación por inercia
- Intercepción directa
- Difusión
- Filtros de tela
- Precipitadores electrostáticos
- Separador por gravedad
- Separador ciclónico

Para evaluar cada uno de los métodos de separación que fueron mencionados anteriormente, para elegir el más conveniente para este proyecto para poder lograr los objetivos mencionados, se llevará adelante los siguientes pasos:

1. Descripción de cada método de separación de materias extrañas.
2. Obtención de parámetros y desarrollo de cálculos teóricos.
3. Evaluación y selección del separador de materias extrañas.

2.1.1. Descripción de cada Método de Separación de Materias Extrañas

Se pretende establecer el proceso de separación de partículas que permita conseguir los objetivos y comprobación de las suposiciones, analizando las alternativas posibles y examinando las mismas para el desarrollo del proyecto.



Anteriormente, se presentaron los posibles métodos de separación de materias extrañas del aire, por lo que se describirá a cada uno de ellos.

En los primeros tres métodos presentados (Benitez Gasca 2019, p. 25), las materias extrañas son desplazadas a la misma velocidad que el fluido. Estas impurezas con una diferencia de peso con respecto al aire que se desplazan como un flujo laminar, al encontrarse con un objeto en la línea de transporte se resisten al cambio de dirección del aire, por lo que será interceptada por el objeto. Esto permite separar las materias extrañas del aire.

Los factores a tener en cuenta para estos tipos de separadores son:

- Para tamaños de partículas menor 1 [μm].
- Flujo laminar.
- Materiales ligeros y no prensados o compactados.
- Alta eficiencia para pequeñas partículas.

Para estas características mencionadas, los métodos separadores de partículas del aire son:

2.1.1.1.1. Impactación por Inercia

La inercia de una partícula pesada que colisiona con un objeto quedara atrapada por el mismo, mientras que las partículas de menor tamaño y peso seguirán el flujo laminar y no serán atrapadas.

2.1.1.1.2. Intercepción Directa

Las líneas de flujo laminar tienden a redirigirse al pasar alrededor del objeto captador y, como el radio de la partícula es mayor que la distancia entre las líneas de flujo y el objeto, provoca que las partículas sean llevadas cerca del obstáculo para que finalmente queden atrapadas.

2.1.1.1.3. Difusión

Las partículas de menor tamaño chocaran directamente con el objeto captador quedando atrapadas, esto se origina ya que las moléculas del aire que transporta a las partículas colisionan con las mismas. Se requiere de un recubrimiento que agregue adherencia con el fin de evitar que las partículas reboten con el objeto y regresen al flujo laminar.

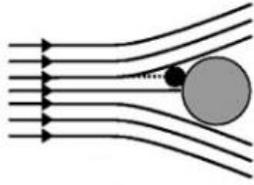


Imagen 2.1.1 – Impactación por inercia.
Fuente: Hernández Calleja, A. (2001)

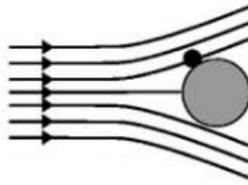


Imagen 2.1.2 – Intercepción directa.
Fuente: Hernández Calleja, A. (2001)

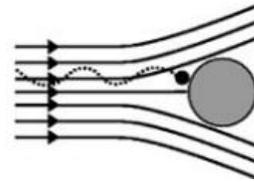


Imagen 2.1.3 – Difusión.
Fuente: Hernández Calleja, A. (2001)

2.1.1.1. Filtros de Tela

Este separador consiste en hacer pasar el fluido y las partículas a través de un filtro poroso, que permita atrapar a las partículas mientras el fluido sigue su trayectoria (Benitez Gasca, 2019, p. 28). Son utilizados para partículas muy finas y alcanzan una alta eficiencia. Sin embargo, la dificultad de este sistema consiste en la limpieza del filtro, donde existen mecanismos vibratorios que por su movimiento permite desprender las partículas atrapadas en la tela y ser recolectada en la parte inferior de una tolva. Asimismo, se puede limpiar el filtro al invertir el sentido del fluido o simplemente reemplazando los filtros, por lo que este equipo requiere de un constante mantenimiento.

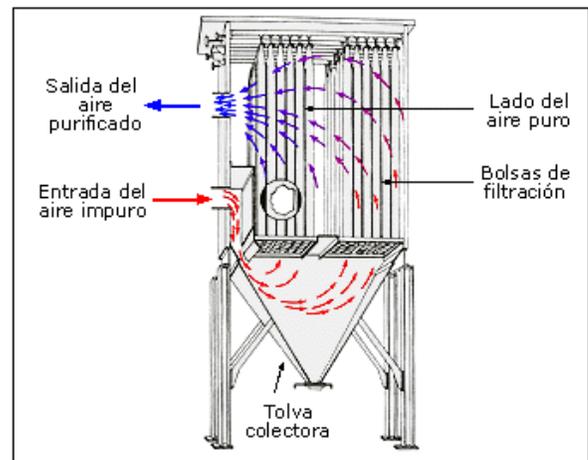


Imagen 2.2 – Filtro de tela.
Fuente: Benitez Gasca 2019, p. 29

Los factores a tener en cuenta para este tipo de separador son:

- Para tamaños de partículas desde $0,001 [\mu m]$.
- Velocidades del fluido menores $0,018 [m/seg]$.
- Flujo laminar.
- Materiales ligeros y no prensados o compactados.
- Alta eficiencia para partículas muy finas.



2.1.1.2. Precipitadores Electroestáticos (Efecto Electrostático)

Los precipitadores electrostáticos (Benítez Gasca, 2019, p. 29) son separadores con gran eficiencia que pueden alcanzar fácilmente un 99% de remoción para partículas menores a $0,1 [\mu m]$ y con un bajo costo de mantenimiento. Esto es gracias a que funcionan mediante el uso de electrodos que generan cargas electrostáticas que atraen a las partículas mientras que el fluido sigue su trayectoria. Esto se logra mediante el posicionamiento alterno de placas y alambres que generan un diferencial de potencial de corriente continua de entre $30 - 75 [Kv]$, provocando un campo iónico que permite una carga negativa a la partícula. Esto provoca que las partículas sean atraídas a las placas con carga positiva mientras el aire limpio sigue su curso.

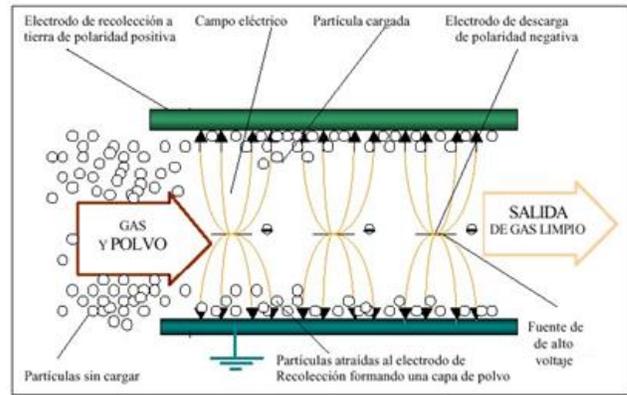


Imagen 2.3 – Precipitador electrostático.
Fuente: Diseño y prototipo de un precipitador electrostático.

Una de las desventajas de estos equipos es que pueden generar ozono (gas peligroso). Por otra parte, el costo de estos equipos es muy elevado y requiere de una gran demanda de energía eléctrica.

Los factores a tener en cuenta para este tipo de separador son:

- Para tamaños de partículas desde $0,1 [\mu m]$.
- Flujo laminar.
- Materiales ligeros y no prensados o compactados.
- Alta eficiencia para partículas muy finas.



2.1.1.3. Separador por Gravedad o Choque

Este equipo hace uso de la fuerza gravitacional para lograr la separación de las partículas (Grupo A&P. *Tipos de separadores de polvo y filtros*). Al ser controlado el caudal del fluido a través de una cámara, las partículas de mayor peso se separarán del flujo cayendo en tolvas en un efecto de sedimentación. Esto se logra ya que las partículas antes de entrar en el separador tienen una misma velocidad que el fluido, pero al entrar en el cuerpo del sedimentador la velocidad del fluido se reduce provocando que caigan las partículas de mayor peso hacia las tolvas recolectoras, mientras que el fluido sigue su curso hacia la boca de salida. Su aplicación es para partículas mayores a $50 \mu m$, mientras que para partículas más pequeñas o de menor densidad se requerirán unidades muy grandes para que se sostenga el efecto. Para que el separador sea más eficiente es necesario que el flujo del aire sea constante con una velocidad menor a 3 [m/seg] siendo la velocidad preferente de trabajo de $0,3 \text{ [m/seg]}$.

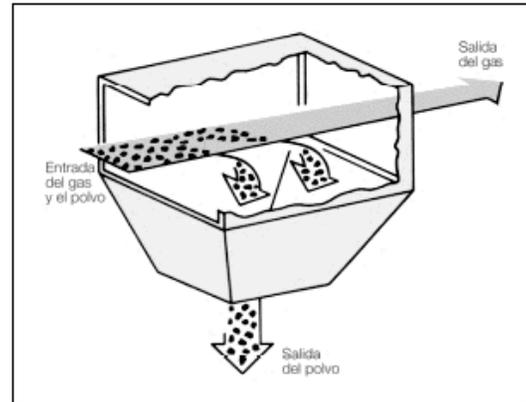


Imagen 2.4 – Separador por gravedad.
Fuente: Grupo A&P, tipos de separadores de polvo y filtros.

La ventaja de estos equipos es su baja inversión y sus bajos costos de mantenimiento. Las desventajas es que se requieren de grandes espacios para que se pueda originar la separación y que no pueden manejar materiales pegajosos.

Los factores a tener en cuenta para este tipo de separador son:

- Para tamaños de partículas mayores $50 \mu m$.
- Velocidades del fluido menores 3 [m/seg] .
- Flujo laminar.
- Materiales prensados o compactados y no pegajosos.
- Alta eficiencia para partículas mayores a $300 \mu m$.



2.1.1.4. Separador Ciclónico

El separador ciclónico (GRUBER HERMANOS, p. 2) es una estructura cilíndrica que tiene una sección cónica en la parte inferior. La entrada del aire con materias extrañas se encuentra en la parte superior y por su construcción geométrica genera un efecto centrífugo en la corriente. La entrada tangencial del fluido provoca que las partículas de mayor tamaño sean llevadas al extremo del efecto centrífugo hacia las paredes del cuerpo cilíndrico y en la parte cónica por la reducción de diámetros se generará en el fluido un espiral que permitirá la caída de las partículas de mayor tamaño. Este efecto provoca que el fluido con menor tamaño de partículas encuentre al salir en la parte inferior una obstrucción generada por las partículas grandes. Esta obstrucción genera un contra flujo a la espiral buscando la salida por la parte superior del separador. Su construcción es económica y requieren poco mantenimiento, pero su desventaja es su baja eficiencia en partículas de menor tamaño. Los factores a tener en cuenta para este tipo de separador son:

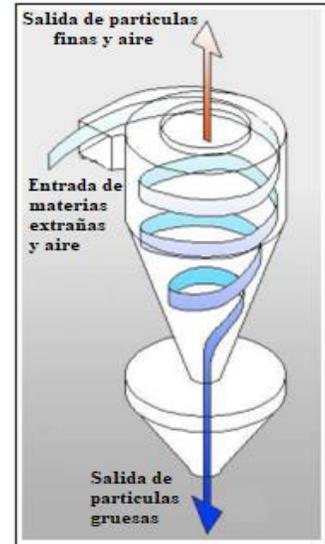


Imagen 2.5 – Separador ciclónico.
Fuente: GRUBER HERMANOS, *ciclones de alta eficiencia*.

- Para tamaños de partículas mayores 5 [μm].
- Velocidades del fluido de hasta 30 [m/seg].
- Flujo transición - turbulento.
- Materiales prensados o compactados y no pegajosos.
- Alta eficiencia materiales de tamaño medios y pesados.

2.1.2. Obtención de Parámetros y Desarrollo de Cálculos Teóricos

En este punto se definen los parámetros del fluido utilizado para el sistema neumático y las propiedades de las materias extrañas extraídas del algodón en bruto. Luego se evalúan los



resultados obtenidos de las fórmulas establecidas que permitirá definir el método separador que más se ajuste al objetivo del proyecto.

Los sistemas de separación de impurezas en la máquina desmotadora están diseñados dentro de un rango de velocidad de entrada $20,3 - 25,4 [m/seg]$, donde se considera el promedio de estos parámetros límites que se podría encontrar trabajando el sistema neumático para la primera limpieza del algodón en bruto.¹

En este punto de diseño se interpreta que hay diferentes tamaños en las impurezas extraída del algodón en la primera etapa de limpieza. El material de entrada al sistema separador al no ser homogénea, se estima que la mayor partícula posee una granulometría de $4,75 [mm]$ y una densidad de $500 [Kg/m^3]$ (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 1).

Para continuar con la evaluación del modelo separador, se analiza el régimen del fluido basado en el tamaño de las impurezas extraídas del algodón en bruto en su limpieza (ecuación proporcionada por Benítez Gasca, 2019, p. 36). Por lo que se determinó el número de Reynolds de los elementos entrantes con la siguiente expresión:

$$Re = \frac{\rho \times V_t \times D_p}{\mu_d}$$

Donde:

- Velocidad de entrada de la partícula: $V_t = 22 [m/seg]$
- Diámetro equivalente de la partícula: $D_p = 4,75 [mm]$

Según los parámetros definidos anteriormente y las propiedades del aire, en función de la temperatura del fluido de $250 [^{\circ}C]$ y $1 [atm]$ (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 2), tenemos que:

- Densidad del aire: $\rho = 0,6746 [Kg/m^3]$
- Viscosidad dinámica del fluido: $\mu_d = 2,760 \times 10^{-5} \left[\frac{Kg}{mSeg} \right]$

¹ W.S. Anthony and Williams D. Mayfields (1994, p. 146). Presentan una tabla de las velocidades relativas requeridas para un eficiente transporte de varios materiales manejado por la máquina desmotadora de algodón.



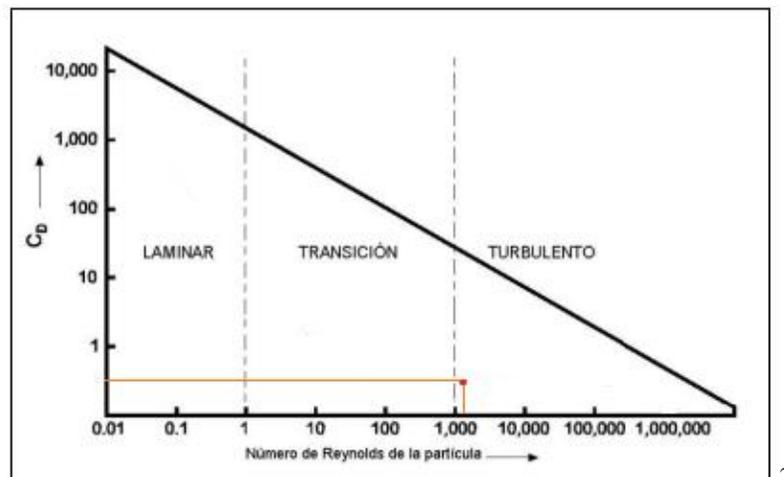
Por lo tanto, obtenemos que el número de Reynolds es:

$$R_e = \frac{0,6746 [Kg/m^3] \times 22 [m/seg] \times 4,75 \times 10^{-3} [m]}{2,760 \times 10^{-5} \left[\frac{Kg}{mSeg} \right]} = 2554,2$$

Para determinar bajo qué régimen trabaja el sistema neumático para partículas de gran granulometría y altas velocidades, también es necesario calcular el coeficiente de arrastre (ecuación proporcionada por Benítez Gasca, 2019, p. 37). Por lo tanto, el coeficiente de arrastre será:

$$C_D = 0,22 + \left[\frac{24}{R_e} \times [1 + [0,15 \times (R_e)^{0,6}]] \right]$$
$$C_D = 0,22 + \left[\frac{24}{2554,2} \times [1 + [0,15 \times (2554,2)^{0,6}]] \right] = 0,385$$

De esta manera, mediante un gráfico nos permitirá visualizar en qué régimen trabaja el fluido, contando con un coeficiente de arrastre de 0,385 y un número de Reynolds de 2554,2. Las partículas se encuentran bajo un régimen turbulento luego de la primera etapa de limpieza que permite la extracción de las materias extrañas del algodón en bruto.



Grafica 2.1 – Régimen de acuerdo al coeficiente de arrastre y número de Reynolds.
Fuente: Benítez Gasca (2019).

2 Benitez Gasca A. E. (2019, p. 37). Proporciona un gráfico régimen de acuerdo al coeficiente de arrastre y número de Reynolds.



2.1.3. Evaluación y Selección del Separador de Materias Extrañas

En este punto se evalúa y selecciona que tipo de separador de materias extrañas será el más conveniente a utilizar para evitar el desgaste en los álabes y voluta del ventilador centrífugo.

Se establece que el material extraído del algodón en bruto se transporta por el sistema neumático a una velocidad de $22 [m/seg]$ y que las partículas son de gran granulometría que poseen características de efecto aglomerado o compactado. Además, se determina en el punto anterior, que las partículas se encuentran en un régimen turbulento y los espacios son reducidos para instalar un posible separador en la planta de desmote.

De esta manera, la selección del separador de materias extrañas se reduce a optar por el *separador ciclónico*, el cual se ajusta a las características de las impurezas del algodón y parámetros del sistema neumático. Esto permite, entonces, concentrar este proyecto en el cálculo y diseño del separador ciclónico para la solución al problema que se realiza en el siguiente capítulo.



CAPÍTULO 3: CÁLCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO SEPARADOR DE MATERIAS EXTRAÑAS

Los ciclones se diseñan con parámetros definidos de caída de presión, velocidad y diseño, permitiendo la eficiencia del equipo. Por lo general, se utilizan para instalaciones neumáticas que operan a velocidades de entrada al ciclón dentro del intervalo de 15,2 – 30 [m/seg].

En la separación de partículas la eficiencia de recolección de materias extrañas puede cambiar sólo en una cantidad relativamente pequeña mediante una variación en las condiciones operacionales. El parámetro de diseño primario que se utiliza para controlar la eficiencia de recolección es el diámetro del ciclón. El diseño final implica llegar a un término medio entre la eficiencia de recolección y la complejidad del equipo permitiendo no aumentar la caída de presión.

Para este proyecto se busca que el separador ciclónico permita separar un gran porcentaje de materias extrañas del fluido, permitiendo extender la vida útil de los álabes y voluta del ventilador centrífugo de succión y, principalmente, evitar grandes caídas de presiones en el sistema neumático, esto fundamental para el transporte y desmotado seguro del algodón.

Para evitar grandes caídas de presiones en el sistema neumático se colocará una válvula rotativa que permitirá de esta manera el transporte y desmotado seguro del algodón.

Un transportador tornillo sin fin recibirá el material por medio de la válvula rotativa. Esta válvula permitirá evitar la resuspensión de materias extrañas para impedir disminuir la eficiencia del ciclón y recolectar mayor cantidad de impurezas. Por último, se transporta por medio del transportador tornillo sin fin hacia un soplador ya instalado en la planta para eliminar totalmente las materias extrañas del sistema neumático.

3.1. Parámetros y Diseño del Ciclón

Los siguientes datos son los parámetros de la corriente de entrada para el diseño del ciclón (Anthony W.S. and Williams D. M., 1994):

- Velocidad de entrada de la partícula: $V_t = 22$ [m/seg]



- Caudal de aire y materias extrañas: $Q = 5,896 [m^3/seg]$
- Temperatura del aire: $T = 250 [^{\circ}C]$
- Densidad de las materias extrañas: $\rho_p = 500 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$

El procedimiento general de diseño del ciclón (Echeverri Londoño, 2006, p. 134) es el siguiente:

- Seleccionar el tipo de ciclón dependiendo del funcionamiento o necesidades requeridas.
- Obtener un estimativo de la distribución de tamaño de las partículas en el fluido.
- Calcular el diámetro del ciclón para una velocidad de entrada y determinar las otras dimensiones del ciclón, en función del diámetro del mismo y las relaciones propuestas según el tipo de ciclón seleccionado.
- Estimar el número de ciclones necesarios para trabajar en paralelo si fuese necesario.
- Calcular la eficiencia del ciclón y si se requiere seleccionar otro tipo de ciclón.
- Calcular la caída de presión del ciclón y si se requiere seleccionar otro tipo de ciclón.

Los ciclones generalmente tienen como parámetros de diseño el diámetro del ciclón, la caída de presión, relación de saltación y la velocidad de entrada:

Parámetros	Valor	Unidad
Diámetro del Ciclón	< 1	[m]
Caída de presión	< 2488,16	[Pa]
Relación de velocidades	< 1,35	-
Velocidad de entrada	15,2 - 30	[m/seg]

Tabla 3.1 – Parámetros de diseño del ciclón.
Fuente: *Elaboración propia con datos proporcionados por Echeverri Londoño.*



3.2. Determinación de las Dimensiones del Ciclón

El ciclón que se diseñará será utilizado para remover la mayor cantidad de partículas y de mayor diámetro posible. Por lo tanto, será un ciclón de alta eficiencia del tipo Stairmand.

A continuación, se presentará una tabla que proporcionará las dimensiones y características de diseño del ciclón (Echeverri Londoño, 2006, p. 126):

Dimension	Nomenclatura	Stairmand
Diametro del ciclón	Dc/Dc	1
Altura de entrada	a/Dc	0,5
Ancho de la entrada	b/Dc	0,2
Altura de salida	S/Dc	0,5
Diámetro de salida	Ds/Dc	0,5
Altura parte cilindrica	h/Dc	1,5
Altura parte conica	z/Dc	2,5
Altura total del ciclón	H/Dc	4
Diámetro de salida de partículas	B/Dc	0,375
Factor de configuración	G	551,22
Número de cabezas de velocidad	NH	6,4
Número de vórtices	N	5,5



Tabla 3.2 – Dimensiones y características del ciclón.
 Fuente: Echeverri Londoño (2006), p. 126.

Las dimensiones del ciclón se determinarán en función del diámetro del ciclón (proporcionada por Echeverri Londoño C. A., 2006), donde primero se determinará el área del ducto de entrada utilizando los parámetros definidos anteriormente:

- Velocidad de entrada del ciclón: $V_t = 22 [m/seg]$
- Caudal de aire y materias extrañas: $Q = 5,896 [m^3/seg]$

El área del ducto de entrada se determinará con la siguiente expresión:

$$A = \frac{Q}{V_t} = \frac{5,896 [m^3/seg]}{22 [m/seg]} = 0,268 [m^2]$$



A su vez el área del ducto de entrada está dado por:

$$A = a \times b = 0,268 [m^2]$$

El ciclón tipo Stairmand proporciona las dimensiones de entrada del separador ciclónico:

- Altura de entrada del ciclón: $a = 0,5 \times D_c$
- Ancho de entrada del ciclón: $b = 0,2 \times D_c$

De esta manera, podemos deducir que:

$$A = a \times b = (0,5 \times D_c) \times (0,2 \times D_c) = 0,268 [m^2]$$

Entonces el diámetro del ciclón es:

$$D_c = \sqrt{\frac{A}{(0,5 \times 0,2)}}$$

$$D_c = \sqrt{\frac{0,268 [m^2]}{(0,5 \times 0,2)}} = 1,64 [m]$$

A continuación, se presentan las dimensiones determinadas en función del diámetro y las relaciones propuestas por el ciclón tipo Stairmand. (Ver Anexo I - Cálculos)



Parámetros	Nomenclatura	Valor	Unidad
Diámetro del Ciclón	D_c	1,64	[m]
Altura de entrada	a	0,82	[m]
Ancho de entrada	b	0,328	[m]
Altura salida	S	0,82	[m]
Diámetro de salida	D_s	0,82	[m]
Altura parte cilíndrica	h	2,46	[m]
Altura parte cónica	z	4,1	[m]
Altura total del ciclón	H	6,56	[m]
Diámetro salida de partículas	B	0,615	[m]

Tabla 3.3 – Dimensión del ciclón.
Fuente: Elaboración propia.

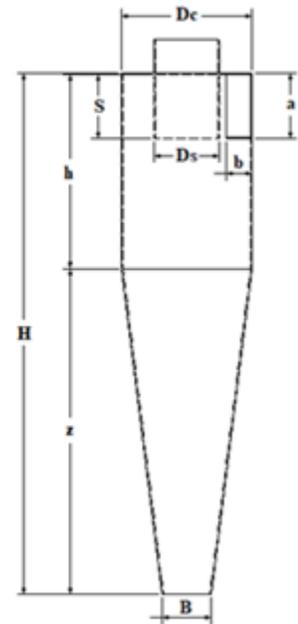


Imagen 3.1 – Dimensión del ciclón.
Fuente: Elaboración propia.

3.3. Verificación de los Parámetros de Diseño del Ciclón

Anteriormente, se habían impuesto parámetros de diseño para el ciclón (proporcionada por Echeverri Londoño C. A., 2006), que permitieron verificar los parámetros de diseño de separador ciclónico.

La primera consistía que el diámetro del ciclón debía ser $D_c < 1$ [m]. En caso contrario se debían agregar más ciclones para trabajar en paralelo. En este caso el diámetro del ciclón supera esta condición. Pero debido a que este parámetro es relativamente cercano a 1 [m], se podría llegar a evadir debido a que es una recomendación, más que una imposición en el momento de diseñar este tipo de separador.

Por otra parte, la tabla de las dimensiones y características de diseño del ciclón de alta eficiencia tipo Stairmand proporciona valores adicionales para el diseño (Ver Tabla 3.2):

- Factor de configuración: $G = 551,22$
- Número de cabezas de velocidades: $NH = 6,4$
- Numero de vórtices: $N = 35,5$



Otra verificación que se realiza es entre la velocidad de entrada del ciclón con respecto a la velocidad de saltación del material. Una condición que se estableció es que no exista resuspensión del material dentro del ciclón mediante la siguiente expresión:

$$\frac{V_t}{V_s} < 1,35$$

Para realizar este análisis se debe calcular la velocidad equivalente y luego la velocidad de saltación.

3.3.1. Velocidad Equivalente (W)

La velocidad equivalente está dada por la siguiente expresión:

$$W = \sqrt[3]{\frac{4 \times g \times \mu_d \times (\rho_p - \rho)}{3 \times \rho^2}}$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Velocidad equivalente	W	0,734	[m /seg]

Tabla 3.4 – Velocidad equivalente.
 Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Velocidad de Saltación (V_s)

La velocidad de entrada del ciclón (V_t) es un parámetro fundamental en los ciclones, donde las velocidades muy bajas conducen a la sedimentación de las partículas y neutralizan el efecto de la fuerza centrífuga generando disminución en la eficiencia de recolección. A su vez, las velocidades muy altas pueden resuspender partículas previamente recolectadas disminuyendo también la eficiencia del ciclón.

La velocidad de saltación en el ciclón es un parámetro que permite definir la eficiencia de recolección, siendo que algunas veces descendía con incrementos en la velocidad de entrada. De



lo anterior se puede observar que lo ideal es trabajar con velocidades de entrada lo suficientemente altas para aprovechar el efecto de la aceleración centrífuga, sin sobrepasar la velocidad que implica resuspensión del material ya recolectado. Por lo tanto, se procederá a determinar la velocidad de saltación con la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{4,9 \times W \times (K_b)^{0,4} \times (D_C)^{0,067} \times \sqrt[3]{(V_t)^2}}{\sqrt[3]{1 - K_b}}$$

De esta manera, primero se determinará la relación de ancho de entrada del ciclón con la siguiente expresión:

$$K_b = \frac{b}{D_C} = \frac{0,328 [m]}{1,64 [m]} = 0,2$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Velocidad de saltación	Vs	16.52	[m /seg]

Tabla 3.5 – Velocidad de saltación.
 Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la relación de velocidad se basa en una restricción de diseño del ciclón. Esta relación debe ser menor a 1,35, donde nos dice que no hay suspensión de las partículas, que está dada por la velocidad de entrada del ciclón y la velocidad de suspensión, siendo:

$$\frac{V_t}{V_s} = \frac{22 [m/seg]}{16,52 [m/seg]} = 1,33$$

Verifica para $1,33 < 1,35$, por lo tanto, no existe una resuspensión de materias extrañas dentro del ciclón permitiendo alcanzar la eficiencia del mismo.



3.3.3. Longitud Natural del Ciclón (L)

Hay otra condición a tener en cuenta con el diseño del ciclón, que debe cumplir con la siguiente verificación:

$$L < H - S$$

Es la distancia tomada desde la altura superior del ciclón hasta el inicio del vórtice, siendo:

$$L = 2,3 \times D_s \times \sqrt[3]{\frac{(D_c)^2}{a \times b}}$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Longitud natural del ciclón	L	4,06	[m]

Tabla 3.6 – Longitud natural del ciclón.
 Fuente: Elaboración propia.

Verificamos si cumple la condición, siendo:

$$L < H - S$$

$$L < 6,56 [m] - 0,82 [m] = 5,74 [m]$$

De esta manera $4,06 [m] < 5,74 [m]$, verifica la condición propuesta. Esto se puede visualizar comparando que la longitud natural del ciclón sea inferior a la relación calculada entre la altura total del ciclón. Lo citado se puede observar en la siguiente imagen.

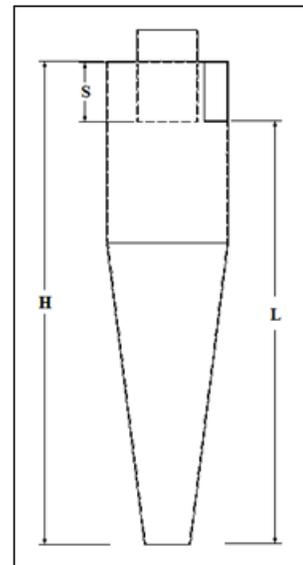


Imagen 3.2 – Verificación y condiciones del ciclón.
 Fuente: Elaboración propia.



3.3.4. Factor de Configuración (G)

El factor de configuración es un valor adicional que proporciona el ciclón tipo Stairmand que debe verificar que $G = 551,22$. Siendo la expresión para este parámetro:

$$G = \frac{8 \times K_C}{(K_a \times K_b)^2}$$

Para esto se deberá determinar los factores de K_a , K_b y K_C . Pero primero se determinará las variables necesarias para dichos factores.

3.3.4.1. Volumen del Ciclón Evaluado a la Salida (V_{SC})

En este punto se emplea el volumen de la parte cilíndrica del ciclón menos el volumen de salida con la siguiente ecuación:

$$V_{SC} = \frac{\pi}{4} \times \left(S - \frac{a}{2}\right) \times [(D_C)^2 - (D_S)^2]$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Volumen del ciclón evaluado a la salida	V_{sc}	0,65	[m ³]

Tabla 3.7 – Volumen del ciclón evaluado a la salida.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.4.2. Volumen del Ciclón Evaluado sobre la Longitud (V_R)

Se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V_R = \frac{\pi}{4} \times D_C^2 \times (h - S) - \left(\frac{\pi}{4} \times D_S^2 \times L\right) + \left[\frac{\pi}{12} \times D_C^2 \times (L + S - h) \times \left[1 + \frac{K_L}{D_C} + \left(\frac{K_L}{D_C}\right)^2\right]\right]$$

Primero se determinará el factor de dimensiones lineales:



$$K_L = D_C - (D_C - B) \times \left[\frac{(S + L - h)}{z} \right]$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Factor de dimensiones lineales	KL	1,035	-
Volumen del ciclón evaluado sobre la longitud	VR	4,78	[m ³]

Tabla 3.8 – Factor de dimensiones lineales y volumen del ciclón evaluado sobre la longitud.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.4.3. Factores Volumétricos (K_a , K_b y K_c)

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Relación entre la altura de entrada y el diámetro del ciclón	Ka	0,5	-
Relación entre la base de entrada y el diámetro del ciclón	Kb	0,2	-
Factor dimensional de las proporciones volumetricas del ciclón	Kc	0,689	-

Tabla 3.9 – Factores volumétricos.
Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño del ciclón de alta eficiencia tipo Stairmand proporciona un valor adicional denominado factor de configuración $G = 551,22$, donde el cálculo realizado coincide con lo mencionado (Ver Anexo I - Cálculos).

3.4. Cálculo Eficiencia del Ciclón

La eficiencia del ciclón define las partículas que el equipo va a remover, donde influyen las propiedades del material y las dimensiones de diseño del ciclón. La ecuación se representa de la siguiente manera (proporcionada por Echeverri Londoño, 2006, p.128):

$$\eta_i = 1 - e^{\left[-2 \times \left(\frac{G \times T_i \times Q(n+1)}{(D_C)^3} \right)^{\frac{0,5}{(n+1)}} \right]}$$



Donde:

- Tiempo de relajación (T_i)
- Factor de configuración (G)
- Caudal de aire y materias extrañas (Q)
- Exponente del vórtice (n)
- Diámetro del ciclón (D_C)

En este punto se evaluarán las partículas de menor tamaño (polvillo) que se encuentran en el orden de los micrómetros y las de mayor tamaño, estimando que la mayor partícula tiene una granulometría promedio de 4,75 [mm] y una densidad de 500 [Kg/m³]. A continuación, se determinará primero el exponente del vórtice y luego el tiempo de relajación de la partícula para calcular la eficiencia del ciclón que se encuentra en función del diámetro de las materias extrañas.

3.4.1. Exponente del Vórtice

Este parámetro se determina para verificar que no presente fricciones en las paredes internas del sistema. Se da al realizar la relación entre la velocidad tangencial y el radio de giro, el rango que debe encontrarse es entre 0,5 a 0,7 en un ciclón.

El exponente del vórtice se determina mediante la siguiente expresión:

$$n = 1 - \left[1 - (0,67 \times (D_C)^{0,14}) \right] \times \left(\frac{T}{283} \right)^{0,3}$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Exponente del vórtice	n	0,66	-

Tabla 3.10 – Exponente del Vórtice.
 Fuente: Elaboración propia.

El valor determinado se encuentra del rango definido por el tipo de ciclón.



3.4.2. Tiempo de Relajación

El tiempo de relajación hace referencia al tiempo que necesita para que la partícula alcance la velocidad de caída hacia la parte inferior del cono del ciclón. Este parámetro se determinará con la siguiente ecuación:

$$T_i = \frac{\rho_p \times (D_p)^2}{18 \times \mu}$$

Entonces, en función de los diámetros equivalentes de las partículas que se encuentran en la materia extraña extraída del algodón, se determina el tiempo de relajación y la eficiencia del ciclón mediante la siguiente tabla (Ver Anexo I - Cálculos).

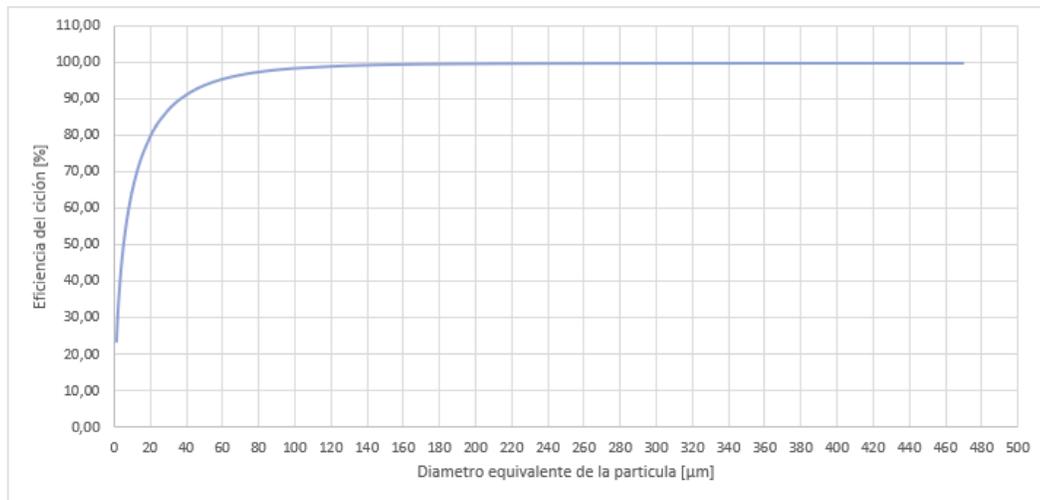
Diametro equivalente de la partícula Dp [µm]	Tiempo de relajacion Ti [Seg]	Eficiencia del ciclón ηi [%]	Diametro equivalente de la partícula Dp [µm]	Tiempo de relajacion Ti [Seg]	Eficiencia del ciclón ηi [%]
1	1,006E-06	23,34	33	1,096E-03	88,75
1,2	1,449E-06	25,67	36	1,304E-03	90,00
1,5	2,264E-06	28,78	42	1,775E-03	92,00
2	4,026E-06	33,21	46	2,130E-03	93,06
2,3	5,324E-06	35,53	48	2,319E-03	93,53
2,5	6,290E-06	36,98	50	2,516E-03	93,95
3	9,058E-06	40,27	52	2,721E-03	94,35
3,3	1,096E-05	42,06	55	3,044E-03	94,88
3,6	1,304E-05	43,73	58	3,386E-03	95,35
4,2	1,775E-05	46,80	61	3,745E-03	95,77
4,6	2,130E-05	48,65	65	4,252E-03	96,26
4,8	2,319E-05	49,53	69	4,792E-03	96,69
5	2,516E-05	50,39	73	5,363E-03	97,05
5,2	2,721E-05	51,21	75	5,661E-03	97,22
5,5	3,044E-05	52,40	78	6,123E-03	97,45
5,8	3,386E-05	53,53	80	6,441E-03	97,59
6,1	3,745E-05	54,62	83	6,933E-03	97,78
6,5	4,252E-05	56,00	86	7,444E-03	97,96
6,9	4,792E-05	57,30	89	7,972E-03	98,12
7,3	5,363E-05	58,54	92	8,519E-03	98,26
7,5	5,661E-05	59,13	95	9,083E-03	98,39
7,8	6,123E-05	60,00	100	1,006E-02	98,59
8	6,441E-05	60,56	130	1,701E-02	99,32
8,3	6,933E-05	61,37	160	2,576E-02	99,65
8,6	7,444E-05	62,16	190	3,633E-02	99,81
8,9	7,972E-05	62,92	210	4,438E-02	99,87
9,2	8,519E-05	63,65	240	5,797E-02	99,93
9,5	9,083E-05	64,36	270	7,337E-02	99,96
10	1,006E-04	65,50	300	9,058E-02	99,97
12	1,449E-04	69,51	330	1,096E-01	99,98
15	2,264E-04	74,30	370	1,378E-01	99,99
20	4,026E-04	80,12	400	1,610E-01	99,99
23	5,324E-04	82,75	420	1,775E-01	100,00
25	6,290E-04	84,25	450	2,038E-01	100,00
30	9,058E-04	87,29	470	2,223E-01	100,00

Tabla 3.11 – Diámetro equivalente de la partícula, tiempo de relajación y eficiencia del ciclón.

Fuente: Elaboración propia.



Por lo tanto, se puede apreciar en la tabla que el ciclón trabaja a su máximo rendimiento cuando mayor es el tamaño de la partícula. Para una mejor visualización de la eficiencia del equipo separador en función del tamaño de la partícula, se presentará la siguiente gráfica.



Grafica 3.1 – Eficiencia del ciclón y diámetro equivalente de la partícula.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede interpretar mediante esta gráfica que, en un cierto punto, la eficiencia del equipo separador logrará remover un 100 [%] de las materias extrañas para un diámetro equivalente de la partícula mayor 400 [µm]. Por debajo de los 400 [µm] del tamaño de la partícula tiende disminuir la eficiencia del ciclón, pero mantiene una eficiencia de 90% de extracción de materias extrañas del sistema neumático para una granulometría de la partícula 36 [µm], considerando aceptable estos parámetros para la solución al problema.

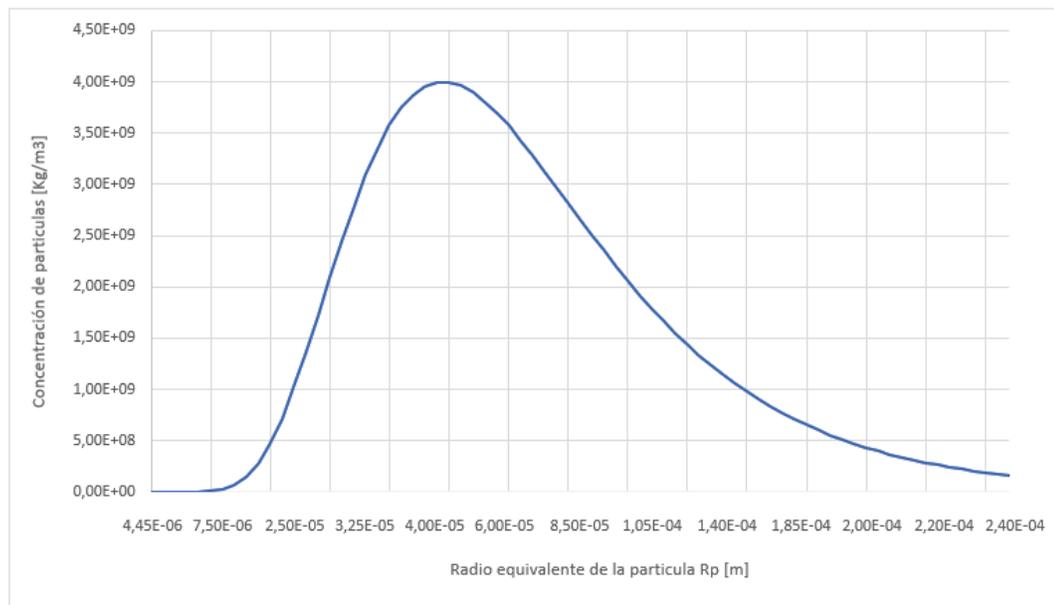
Por lo tanto, como conclusión podemos decir que los datos determinados son muy prometedores. Considerando que las partículas que generan mayor daño a los componentes del ventilador centrífugo son las partículas de mayor tamaño, cercanas o igual a 4,75 [mm] de diámetro de la partícula cómo se mencionó en el capítulo anterior.



3.5. Análisis y Estimación de Recolección de Materias Extrañas del Ciclón

En este punto, se estimará la capacidad de recolección de materias extrañas por el separador ciclónico, que permitirá determinar el flujo masico o capacidad de recolección de impurezas que se eliminarán de la línea neumática para evitar el daño de los componentes del ventilador centrifugo, priorizando las partículas de mayor granulometría.

El análisis se realizó en función del tamaño de las partículas que ingresan al separador ciclónico y considerando una concentración de partículas en el aire con $4000000000 [particulas/m^3]$, donde se determinará la cantidad de impurezas recolectadas según la granulometría de las mismas, mediante el análisis debajo de la campana de la siguiente distribución logarítmica normal.³



Gráfica 3.2 – Distribución logarítmica normal de las partículas en función del radio equivalente de la partícula.

Fuente: Elaboración propia.

³ Gastón Guerra (2017). Proporcionó un modelo matemático para estimar la capacidad de recolección de materias extrañas de un separador ciclónico.



Para estimar la capacidad de recolección del ciclón, primero se deberá determinar el número de partículas debajo de la campana, mediante la siguiente función que describe la distribución.

$$\frac{\Delta N}{\Delta R_p} = \frac{N_o}{\sqrt{2\pi} \times R_p \times \ln \sigma_g} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(R_p/R_{pn})}{\ln \sigma_g}\right)^2\right]}$$

Donde:

- Variación de concentración de partículas (ΔN)
- Concentración de partículas en el aire: $N_o = 4000000000$ [particulas/ m^3]
- Radio equivalente de la partícula (R_p)
- Radio equivalente medio de la partícula: $R_{pn} = 4 \times 10^{-5}$ [m]
- Variación del radio equivalente de la partícula: $\Delta R_p = 2 \times 10^{-6}$ [m]
- Desviación estándar: $\sigma_g = 1,52$

Luego se determinará la concentración de masa de las partículas, mediante la siguiente expresión.

$$m = m + \Delta m$$

Siendo la variación de concentración de masa de las partículas mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta m = \Delta N \times \frac{4}{3} \times R_p^2 \times \rho_p$$

Donde:

- Densidad de las materias extrañas: $\rho_p = 500$ $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$



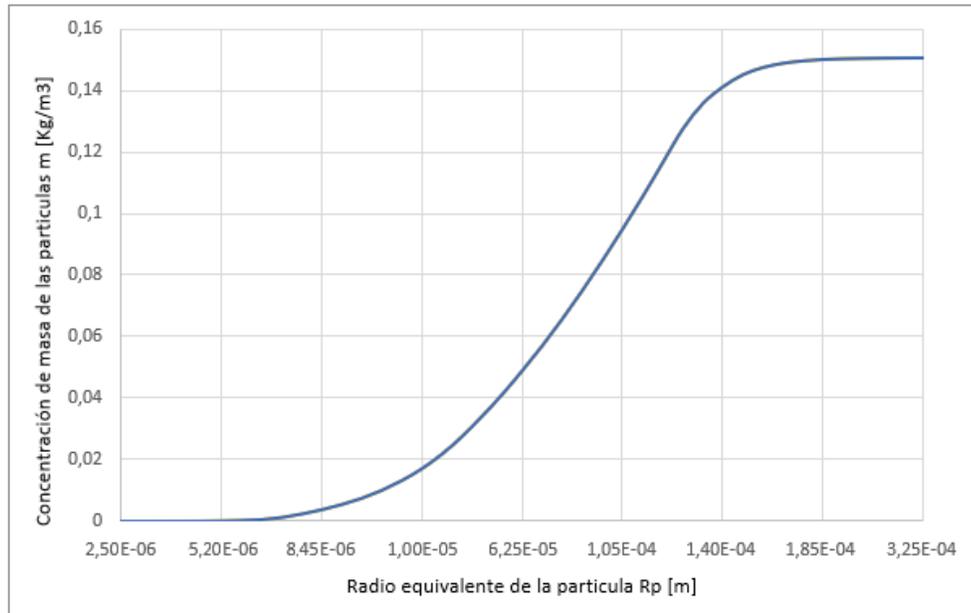
De esta manera con las ecuaciones planteadas y los parámetros definidos anteriormente se confeccionó la siguiente tabla.

Diametro equivalente de la partícula Dp [m]	Radio equivalente de la partícula Rp [m]	$\Delta N/\Delta Rp$ [Kg/m ³ *m]	ΔN [Kg/m ³]	Eficiencia del ciclón [%]	m [Kg/m ³]
1E-06	5,00E-07	1,255E-08	2,51E-14	23,34	2,09E-30
1,2E-06	6,00E-07	9,063E-07	1,81E-12	25,67	2,63E-28
1,5E-06	7,50E-07	1,319E-04	2,64E-10	28,78	7,44E-26
2,00E-06	1,00E-06	5,328E-02	1,07E-07	33,21	7,11E-23
2,30E-06	1,15E-06	8,295E-01	1,66E-06	35,53	1,75E-21
2,50E-06	1,25E-06	4,046E+00	8,09E-06	36,98	1,23E-20
3,00E-06	1,50E-06	1,127E+02	2,25E-04	40,27	5,20E-19
3,30E-06	1,65E-06	5,950E+02	1,19E-03	42,06	4,08E-18
3,60E-06	1,80E-06	2,598E+03	5,20E-03	43,73	2,43E-17
4,20E-06	2,10E-06	3,179E+04	6,36E-02	46,80	4,17E-16
4,60E-06	2,30E-06	1,308E+05	2,62E-01	48,65	2,54E-15
4,8E-06	2,40E-06	2,495E+05	4,99E-01	49,53	7,14E-15
5,0E-06	2,50E-06	4,590E+05	9,18E-01	50,39	1,67E-14
5,2E-06	2,60E-06	8,170E+05	1,63E+00	51,21	3,58E-14
5,50E-06	2,75E-06	1,835E+06	3,67E+00	52,40	8,67E-14
5,80E-06	2,90E-06	3,885E+06	7,77E+00	53,53	2,13E-13
6,10E-06	3,05E-06	7,802E+06	1,56E+01	54,62	5,08E-13
6,50E-06	3,25E-06	1,839E+07	3,68E+01	56,00	1,35E-12
6,90E-06	3,45E-06	4,032E+07	8,06E+01	57,30	3,56E-12
7,30E-06	3,65E-06	8,303E+07	1,66E+02	58,54	8,94E-12
7,50E-06	3,75E-06	1,166E+08	2,33E+02	59,13	1,71E-11
7,80E-06	3,90E-06	1,896E+08	3,79E+02	60,00	3,21E-11
8,00E-06	4,00E-06	2,583E+08	5,17E+02	60,56	5,42E-11
8,30E-06	4,15E-06	4,022E+08	8,04E+02	61,37	9,25E-11
8,60E-06	4,30E-06	6,120E+08	1,22E+03	62,16	1,57E-10
8,90E-06	4,45E-06	9,117E+08	1,82E+03	62,92	2,65E-10
9,20E-06	4,60E-06	1,332E+09	2,66E+03	63,65	4,37E-10
9,50E-06	4,75E-06	1,910E+09	3,82E+03	64,36	7,10E-10
1,00E-05	5,00E-06	3,360E+09	6,72E+03	65,50	1,27E-09
1,2E-05	6,00E-06	2,214E+10	4,43E+04	69,51	7,65E-09
1,5E-05	7,50E-06	1,719E+11	3,44E+05	74,30	1,04E-07
2,00E-05	1,00E-05	1,588E+12	3,18E+06	80,12	2,22E-06
2,30E-05	1,15E-05	3,943E+12	7,89E+06	82,75	1,02E-05
2,50E-05	1,25E-05	6,433E+12	1,29E+07	84,25	2,70E-05
3,00E-05	1,50E-05	1,635E+13	3,27E+07	87,29	1,01E-04
3,30E-05	1,65E-05	2,468E+13	4,94E+07	88,75	2,48E-04
3,60E-05	1,80E-05	3,436E+13	6,87E+07	90,00	5,16E-04
4,20E-05	2,10E-05	5,554E+13	1,11E+08	92,00	1,20E-03
4,60E-05	2,30E-05	6,919E+13	1,38E+08	93,06	2,32E-03
4,8E-05	2,40E-05	7,545E+13	1,51E+08	93,53	3,71E-03
5,0E-05	2,50E-05	8,119E+13	1,62E+08	93,95	5,41E-03
5,2E-05	2,60E-05	8,634E+13	1,73E+08	94,35	7,43E-03
5,50E-05	2,75E-05	9,286E+13	1,86E+08	94,88	1,00E-02
5,80E-05	2,90E-05	9,785E+13	1,96E+08	95,35	1,32E-02
6,10E-05	3,05E-05	1,013E+14	2,03E+08	95,77	1,70E-02
6,50E-05	3,25E-05	1,037E+14	2,07E+08	96,26	2,18E-02
6,90E-05	3,45E-05	1,038E+14	2,08E+08	96,69	2,74E-02
7,30E-05	3,65E-05	1,019E+14	2,04E+08	97,05	3,41E-02
7,50E-05	3,75E-05	1,004E+14	2,01E+08	97,22	4,11E-02
7,80E-05	3,90E-05	9,754E+13	1,95E+08	97,45	4,88E-02
8,00E-05	4,00E-05	9,528E+13	1,91E+08	97,59	5,70E-02
8,30E-05	4,15E-05	9,148E+13	1,83E+08	97,78	6,57E-02
8,60E-05	4,30E-05	8,732E+13	1,75E+08	97,96	7,49E-02
8,90E-05	4,45E-05	8,291E+13	1,66E+08	98,12	8,47E-02
9,20E-05	4,60E-05	7,836E+13	1,57E+08	98,26	9,49E-02
9,50E-05	4,75E-05	7,375E+13	1,48E+08	98,39	1,05E-01
1,00E-04	5,00E-05	6,613E+13	1,32E+08	98,59	1,16E-01
1,30E-04	6,50E-05	2,994E+13	5,99E+07	99,32	1,27E-01
1,60E-04	8,00E-05	1,210E+13	2,42E+07	99,65	1,36E-01
1,90E-04	9,50E-05	4,749E+12	9,50E+06	99,81	1,41E-01
2,10E-04	1,05E-04	2,548E+12	5,10E+06	99,87	1,45E-01
2,40E-04	1,20E-04	1,016E+12	2,03E+06	99,93	1,47E-01
2,70E-04	1,35E-04	4,150E+11	8,30E+05	99,96	1,49E-01
3,00E-04	1,50E-04	1,742E+11	3,48E+05	99,97	1,49E-01
3,30E-04	1,65E-04	7,523E+10	1,50E+05	99,98	1,50E-01
3,70E-04	1,85E-04	2,564E+10	5,13E+04	99,99	1,50E-01
4,00E-04	2,00E-04	1,180E+10	2,36E+04	99,99	1,50E-01
4,20E-04	2,10E-04	7,130E+09	1,43E+04	100,00	1,50E-01
4,50E-04	2,25E-04	3,418E+09	6,84E+03	100,00	1,50E-01
4,70E-04	2,35E-04	2,121E+09	4,24E+03	100,00	1,50E-01

Tabla 3.12 – Datos obtenidos en función de la distribución logarítmica normal.
 Fuente: Elaboración propia.



Mediante la tabla se pudo obtener una gráfica de la concentración de masa de las partículas en función del radio de la partícula.



Grafica 3.3 – Concentración de masa de las partículas en función del radio equivalente de la partícula.
Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis de los datos procesados anteriormente permitió interpretar que tamaños de partículas se alojarían en la parte inferior del ciclón y la otra fracción seguiría por el sistema neumático en función de la eficiencia esperada del equipo separador. De esta manera, la interpretación será la siguiente:

- Para una eficiencia menor o igual al 80,12 % del ciclón las partículas son pequeñas (polvillo) y continuarán por la línea neumática por la parte superior del separador. Por lo tanto, la concentración de masa de las partículas será menor o igual a $2,22 \times 10^{-6} [Kg/m^3]$.
- Para una eficiencia entre $80,12 \% < \eta_i \leq 100 \%$ del ciclón, las partículas de mayor tamaño se depositarán en la parte inferior del separador. Por lo tanto, la concentración de masa de las partículas se encontrará entre el intervalo de $2,22 \times 10^{-6} < m \leq 1,50 \times 10^{-1} [Kg/m^3]$.



De esta manera, se estimará la capacidad de recolección de las materias extrañas por el separador ciclónico. Esto se realizará primero mediante el balance de masa de las tres corrientes que se presenta en el separador ciclónico.

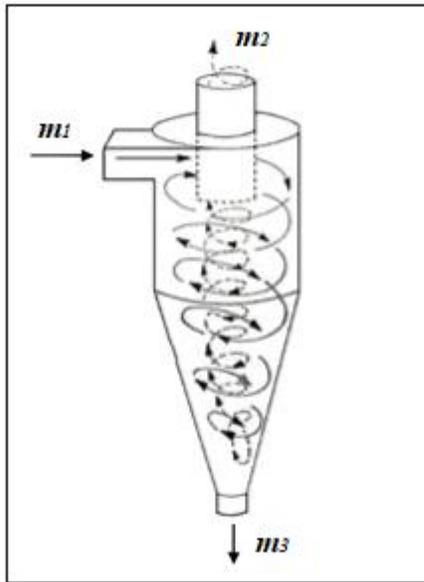


Imagen 3.3 – Balance de masa en el separador ciclónico

Fuente: Echeverri Londoño C. A. (2006).

El balance de masa del separador ciclónico esta dado por:

$$m_1 = m_2 + m_3$$

Despejando la concentración de masa de las partículas en la salida inferior del ciclón, tenemos que:

$$m_3 = m_1 - m_2$$

Siendo la concentración de masa de las partículas en función de la eficiencia del ciclón:

- $m_1 = 1,50 \times 10^{-1} [Kg/m^3] (\eta_i = 100 \%)$
- $m_2 = 2,22 \times 10^{-6} [Kg/m^3] (\eta_i = 80,12 \%)$



Entonces:

$$m_3 = 1,50 \times 10^{-1} [Kg/m^3] - 2,22 \times 10^{-6} [Kg/m^3]$$

$$m_3 = 1,499 \times 10^{-1} [Kg/m^3]$$

Por último, se determinará la capacidad de recolección del separador ciclónico de materias extrañas en su parte inferior de la siguiente manera:

$$C_{ciclon} = Q \times m_3$$

Donde:

- Caudal de aire y materias extrañas: $Q = 5,896 [m^3/seg] = 21225,5 [m^3/hs]$
- Capacidad de recolección del ciclón (C_{ciclon})

Entonces:

$$C_{ciclon} = 21225,6 [m^3/hs] \times 1,499 \times 10^{-1} [Kg/m^3]$$

$$C_{ciclon} = 3181,7 [Kg/hs] \cong 3,2 [Tn/hs]$$

De esta manera, se pudo estimar la capacidad de recolección de materias extrañas del separador ciclónico. Permitirá, mediante este parámetro, diseñar el transportador tipo tornillo sin fin para eliminar las impurezas del sistema neumático.

Por otra parte, el siguiente desafío es verificar que la caída de presión no sea muy alta al instalar un separador ciclónico, donde una disminución excesiva de la presión negativa generada por el ventilador centrifugo no permitiría un correcto transporte por el sistema neumático y limpieza del algodón. Estos puntos son muy importantes para el desmote de algodón y para priorizar la calidad del mismo. Por lo tanto, se determinará la caída de presión generada por el ciclón en el siguiente punto.



3.6. Cálculo Caída de Presión del Ciclón

La caída de presión es un parámetro importante debido a que se relaciona directamente los costos de operación. En un ciclón, esta caída puede deberse a las pérdidas en la entrada y salida, y pérdidas de energía cinética y fricción en el ciclón.

La eficiencia de remoción en un ciclón se puede aumentar al incrementar la velocidad de entrada, pero esto también incrementa las caídas de presión. A mayor pérdida de presión aumentan los requerimientos de potencia en el ventilador y, por lo tanto, mayor consumo de energía.

A continuación, se procederá determinar la caída de presión del ciclón (proporcionada por Echeverri Londoño C. A., 2006, p. 131). Primero se calculó el número de cabezas de velocidad a través de la siguiente ecuación:

3.6.1. Número de Cabezas de Velocidad

Se determinará mediante la siguiente expresión:

$$N_H = K \times \frac{a \times b}{(D_S)^2}$$

Siendo el resultado (Ver Anexo - Cálculos).

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Número de cabezas de velocidad	NH	6,4	-

Tabla 3.13 – Número de cabezas de velocidad.
 Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, la caída de presión es:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times \rho \times (V_t)^2 \times N_H$$

La caída de presión que genera el ciclón debe ser menor a 2488,1 [Pa], en caso contrario se deberá rediseñar el tipo de ciclón nuevamente.



Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos).

Parametros	Nomenclatura	Valor	unidad
Caída de presión del ciclón	ΔP	1045,00	[Pa]

Tabla 3.14 – Caída de presión del ciclón.
Fuente: *Elaboración propia.*

El valor obtenido de caída de presión cumple con los parámetros establecidos en el diseño del ciclón de alta eficiencia.

3.7. Diseño y Desarrollo del Modelo del Separador Ciclónico

El separador ciclónico y sus adaptadores de entrada y salida serán fabricados de acero inoxidable AISI 316, con un espesor de 3 [mm] y para permitir la línea neumática se utilizará tubos sin costura de diámetro 584,2 [mm] y espesor 9,52 [mm] (Ver Anexo IV – Planos – Plano N° 4.1 y Ver Anexo III – Catálogos).

A continuación, se expondrá el modelo del ciclón por medio del Software Autodesk Inventor Professional (Ver Anexo IV – Planos – Plano N° 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 y 4.1.4).

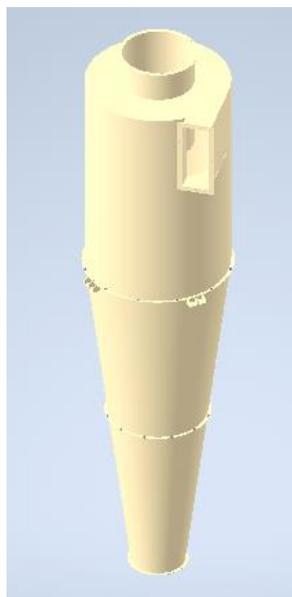


Imagen 3.4 – Modelo del separador ciclónico
Fuente: *Elaboración propia.*



3.8. Selección Válvula Rotativa

Por último, en este capítulo se selecciona la válvula rotativa que se instalará en la parte inferior del cono del separador ciclónico. Esta válvula permitirá evitar generar resuspensión de material recolectado y sellar el sistema neumático completamente para evitar mayores caídas de presión.

Se selecciona una válvula rotativa de paso vertical marca SOCOM serie P450 (Ver Anexo IV – Catálogos) considerando:

- Diámetro de salida del ciclón: $B = 0,615 [m]$
- Capacidad de recolección del ciclón: $C_{ciclón} = 3,2 [Tn/hs] = 6,4 [m^3/hs]$

La válvula rotativa operará a una velocidad de giro de 38 [rpm], por lo tanto, para el volumen de materias extrañas que deberá manejar la válvula, estará sobredimensionada. Siendo la capacidad de recolección del ciclón en función del volumen y revolución de giro de la válvula:

$$C_{ciclón} = 6,4 [m^3/hs] = 2,8 [dm^3/revoluciones]$$

Por lo tanto, la selección de una válvula rotativa de mayor capacidad se debe a las dimensiones del cono inferior del ciclón y para evitar obstrucciones de impurezas en el separador ciclónico. De esta manera, se selecciona un motorreductor marca KAIFA/STM modelo N90/90L-B14 para accionar la válvula (Ver Anexo III – Catálogos), cuya característica son:

- Motorreductor sin fin y corona – STM N°90:
 - Velocidad de salida: $n = 38 [rpm]$
 - Relación 1:40
- Motor Eléctrico Trifásico KAIFA Cuerpo 90L Normalizado B14:
 - Potencia: 2 [HP] (1,5 [Kw])
 - 4 polos - 50 [HZ]
 - 380[V] - 3,65 [A]
 - Rendimiento: 85% - FP: 0,68
 - Velocidad de entrada: $n = 1500 [rpm]$



Para cerrar este capítulo, se concluye que el diseño del separador ciclónico permite eliminar completamente las partículas que comprometen a los componentes del ventilador centrífugo de succión y que la caída de presión obtenida cumple con el parámetro establecido por el diseño. También se estima la capacidad de recolección de las materias extrañas en la parte inferior del separador ciclónico. Por último, se selecciona una válvula rotativa que impida disminuir la eficiencia del ciclón evitando la resuspensión del material recolectado y mayores caídas de presiones que están directamente relacionadas con los costos de operación.



CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE CAÍDA DE PRESIÓN Y POTENCIA NECESARIA PARA EL TRANSPORTE SEGURO DEL ALGODÓN

En el capítulo anterior se determinó la caída de presión que genera el separador ciclónico para eliminar las materias extrañas del sistema neumático, que permitirá de esta manera prolongar la vida útil de los componentes del ventilador centrífugo. Por esta razón, alterando el sistema neumático mediante un equipo separador disminuiría la presión negativa necesaria que permite el transporte seguro del algodón para su desmote. Por lo tanto, se evaluará la caída de presión total desde el punto de salida del limpiador inclinado de cilindros en la primera etapa de limpieza hasta el ventilador centrífugo de succión.

Entonces, en este capítulo, se verifica la potencia necesaria para garantizar el transporte seguro del algodón para su correcto desmote. Esto se realiza calculando la caída de presión total generada al instalar un separador ciclónico y los elementos necesarios para la línea neumática. Por lo tanto, se determina la potencia en función de la caída de presión para evaluar si el motor eléctrico que acciona el ventilador centrífugo es el correcto.

A continuación, se presentan las características del motor eléctrico del ventilador centrífugo de succión que actualmente está operando en la planta:

- Marca: BALDOR IE1
- Potencia: 100 [HP] (75 [Kw])
- 4 polos - 50 [HZ]
- 380/660[V] - 137/80 [A]
- Rendimiento: 86% - FP: 0,89
- Velocidad: 1450 [rpm]



4.1. Cálculo de la Caída de Presión Total del Sistema Neumático

Para verificar la potencia necesaria que permita el transporte seguro del algodón, se necesita conocer la pérdida de presión total del sistema neumático. Para esto debemos determinar las distintas caídas de presión con las que contamos durante el transporte de las materias extrañas extraídas del algodón en bruto hasta el ventilador centrífugo. Por lo tanto, la pérdida de presión total está dada de la siguiente manera (Pilay Guerra D. A. y Gavidia García L. F., 2020, p. 84):

$$P_T = P_d + P_{pe} + P_{pa} + P_{Ciclon}$$

Donde:

- Pérdida de presión total (P_T)
- Pérdida de presión dinámica (P_d)
- Pérdida de presión estática (P_{pe})
- Pérdida de presión de los accesorios (P_{pa})
- Pérdida de presión en el ciclón: $P_{Ciclon} = 1045 [Pa]$

A continuación, se determinará cada una de las pérdidas de presión.

4.1.1. Pérdida de Presión Dinámica

La pérdida de presión dinámica está dada por la siguiente expresión:

$$P_d = \frac{(V_t)^2 \times \rho_{aire}}{2} [Pa]$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Pérdida de presión dinámica	Pd	163,25	[Pa]

Tabla 4.1 – Pérdida de presión dinámica.
Fuente: Elaboración propia.



4.1.2. Pérdida de Presión en las Paredes

La pérdida de presión en las paredes está dada por la siguiente expresión:

$$P_{pe} = l \times \frac{\gamma}{D_t} \times P_d$$

Para un coeficiente de resistencia que está dado por:

$$\gamma = 0,0125 + \frac{0,011}{D_t}$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Pérdida de presión en las paredes	Ppe	108,6	[Pa]

Tabla 4.2 – Pérdida de presión en las paredes.

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Pérdida de Presión en Accesorios

Por último, la pérdida de presiones en accesorios, donde se cuentan con cuatro codos de 90° y uno de 45° en el recorrido de la tubería. Por lo tanto, mediante la siguiente expresión:

$$P_{pa} = c \times \delta \times P_d [P_a]$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Pérdida de presión en accesorios	Ppa	110,20	[Pa]

Tabla 4.3 – Pérdida de presión en accesorios.

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, conociendo la pérdida de presión en el ciclón y la caída de presión de los elementos necesarios para la línea neumática, la pérdida de presión total será:

$$P_T = 163,25 [P_a] + 108,6 [P_a] + 110,2 [P_a] + 1045 [P_a]$$

$$P_T = 1427,05 [P_a]$$



Considerando que podría llegar a existir un valor de sobrecarga en el sistema de un 25%, el resultado de la pérdida de presión final será:

$$P_{Tfinal} = 1,25 \times P_T [Pa]$$

Siendo:

$$P_{Tfinal} = 1,25 \times 1427,05 [Pa] = 1783,8 [Pa]$$

4.2. Cálculo de Potencia de Compensación

Se determinará la potencia de compensación necesaria para compensar las pérdidas al instalar un separador ciclónico y los elementos necesarios para la línea neumática en función de la caída de presión total en el sistema neumático, mediante la siguiente expresión:

$$P_{comp} = \frac{Q \times P_{Tfinal}}{\eta_t} [W]$$

Siendo el resultado (Ver Anexo I - Cálculos):

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Potencia de compensación	Pcomp	20,1	[HP]

Tabla 4.4 – Potencia de compensación por la caída de presión en el sistema neumático.
Fuente: Elaboración propia.

Se pudo determinar que las pérdidas de presión total son elevadas, por lo que podría perjudicar el transporte seguro del algodón para su desmote. Por lo tanto, será necesario compensar la caída de presión generada por el ciclón y los componentes necesarios para la línea neumática, reemplazando el motor del ventilador centrífugo de succión actual por otro de mayor potencia.

A continuación, se presentan las características del motor de alta eficiencia que se reemplazará para el ventilador centrífugo de succión. (Ver Anexo III - Catálogos).

- Marca: WEG - W22 Alta Eficiencia IE2
- Potencia: 125 [HP] (90 [Kw])
- 4 polos - 50 [HZ]



- 380/660[V] - 170/97,7 [A]
- Rendimiento: 94,7% - FP: 0,82
- Velocidad: 1484 [rpm]

Por lo tanto, en este capítulo se concluye que será necesario instalar un motor eléctrico de mayor potencia al ya instalado en la planta para accionar el ventilador centrífugo de succión. Permitiendo esto compensar todas las caídas de presión generadas en la línea neumática y el transporte seguro del algodón para su correcto desmote.



CAPÍTULO 5: CÁLCULO Y DISEÑO DEL TRANSPORTADOR TORNILLO SIN FIN Y SELECCIÓN DE SUS COMPONENTES

En este punto se diseña un transportador tipo tornillo sin fin que tendrá la finalidad de transportar las materias extrañas recolectadas por el separador ciclónico que fueron extraídas del algodón en bruto en la primera limpieza de la máquina desmotadora.

El transporte del material se realiza desde el punto inferior de salida del ciclón hasta una línea de soplado que se encarga de expulsar las impurezas hacia un galpón de almacenamiento.

5.1. Cálculo y Dimensionamiento del Transportador Tornillo Sin Fin

El diseño del transportador se basa en los siguientes parámetros:

- Material a transportar: Algodón, semilla, fibrilla, cascarilla, hierbas y palos ($\rho_p = 500 [Kg/m^3]$)
- Longitud del transportador: $L = 4,5 [m]$
- Inclinação del transportador: $\alpha = 20^\circ$
- Capacidad de transporte del tornillo sin fin (Q_t): este parámetro se obtendrá del capítulo 3, siendo igual a la capacidad de recolección del ciclón:

$$Q_t = 3181,7 [Kg/hs] \cong 3,2 [Tn/Hs]$$

El cálculo y diseño del transportador tornillo sin fin se basa en tablas específicas para acceder a más datos y parámetros necesarios para esta unidad. (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 4):

- Clasificación de capacidad (algodón, semilla prensada, trozos): II
- Coeficiente de llenado: $\lambda = 30\% = 0,3$
- Densidad de materias extrañas: $\rho_p = 500 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$ (Ver anexo II – Tablas – Tabla 2).



- Coeficiente de resistencia del material transportado: $B = 0,5$

Los siguientes datos, fueron tomados considerando que se emplean soportes con rodamientos, siendo (Ver anexo II – Tablas – Tabla 3).

- Coeficiente de rozamiento en los soportes con rodamiento: $A = 0,035$
- Velocidad máxima de $80 [rpm]$

A continuación, se determinan las dimensiones del transportador (Máquinas de elevación y transporte (2021)), planteando primero la ecuación de la capacidad del transportador tipo tornillo sin fin que permitirá obtener el diámetro del canalón del transportador, siendo:

$$Q_t = 3600 \times S \times v \times \rho_p \times i$$

Por lo tanto, en función del diámetro determinado se selecciona para el canalón un tubo de acero al carbono, encontrándose en el mercado con un diámetro de $27,305 [cm]$ y espesor de $6,35 [mm]$, ya que estas dimensiones se asemejan a lo calculado previamente. (Ver Anexo III – Catálogos y Anexo IV – Planos – Plano 4.3.1, 4.3.2 y 4.3.3).

A continuación, se presentan las dimensiones principales del transportador tornillo sin fin. (Ver Anexo II – Cálculos).

Parámetros	Nomenclatura	Valor	unidad
Longitud del transportador	L	4,5	[m]
Paso de la hélice	p	21,844	[cm]
Diámetro del canalón	D	27,305	[cm]

Tabla 5.1 – Dimensiones principales del transportador tornillo sin fin.
 Fuente: Elaboración propia.

5.2. Potencia del Motor

La potencia del motor que accionará el transportador tornillo sin fin se determina (Máquinas de elevación y transporte (2021)) mediante la siguiente expresión:

$$P_{motor} = \frac{P \times G}{\eta}$$



Dónde:

- El factor de corrección para pequeñas potencias (G) en función del valor de potencia (P).
- Rendimiento transmisión por cadena de corona y piñón de: $\eta = 0,90$
- Potencia de accionamiento de un transportador de tornillo sin fin, se compone de la suma de tres componentes principales, según la siguiente expresión:

$$P = P_H + P_N + P_i$$

Donde:

- Potencia para el desplazamiento horizontal del material (P_H)
- Potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío (P_N)
- Potencia necesaria para el caso de un tornillo sin fin inclinado (P_i)

De esta manera, la potencia de accionamiento será (Ver Anexo I – Cálculos):

$$P = 0,0909 [HP]$$

El valor del coeficiente G se determina de acuerdo al valor de potencia (P), según la siguiente tabla:

$P < 1$	\Rightarrow	$G = 2$
$1 < P < 2$	\Rightarrow	$G = 1,5$
$2 < P < 4$	\Rightarrow	$G = 1,25$
$4 < P < 5$	\Rightarrow	$G = 1,10$
$P > 5$	\Rightarrow	$G = 1$

Tabla 5.2 – Factor de corrección para pequeñas potencias.
Fuente: Máquinas de elevación y transporte (2021).

Por lo tanto, el factor $G = 2$, donde la potencia mínima necesaria en el motor de accionamiento será:

$$P_{motor} = \frac{0,0909 [HP] \times 2}{0,90} = 0,202 [HP]$$



5.3. Selección Grupo Motriz

Para el accionamiento del transportador se selecciona un motorreductor para reducir la velocidad. Esto se logra mediante un acoplamiento piñón y corona por una transmisión por cadena, para lograr la velocidad máxima del tornillo sin fin, permitiendo el transporte eficiente del material. Se selecciona en función de los datos obtenidos en el punto anterior.

5.3.1. Selección Motorreductor

El motorreductor se selecciona mediante los siguientes parámetros:

- Potencia mínima motor: $P_{motor} = 0,202 [HP]$
- Velocidad máxima: $n = 80 [rpm]$

De esta manera se selecciona un motorreductor marca KAIFA/STM modelo NMRV30/C63-B34 (Ver Anexo III – Catálogos), las características del mismo son:

- Motorreductor sin fin y corona – STM NMRV 30:
 - Velocidad de salida: $n = 100 [rpm]$
 - Relación 1:15
- Motor Eléctrico Trifásico KAIFA Cuerpo 63 Normalizado B34:
 - Potencia: $0,25 [HP]$ ($0,186 [Kw]$)
 - 4 polos - $50 [HZ]$
 - $380[V]$ - $0,65 [A]$
 - Rendimiento: 67% - FP: 0,63
 - Velocidad de entrada: $n = 1500 [rpm]$



5.3.2. Selección Piñón, Corona y Cadena

Para calcular y seleccionar el piñón, la corona y la cadena (Elementos de Maquinas (2018), Cadenas de transmisión), se consideran los siguientes parámetros (Ver Anexo I – Cálculos):

- Potencia: $0,25 [HP] = 0.186 [Kw]$
- Velocidad de salida: $n_1 = 100 [rpm]$
- Velocidad del tornillo sin fin: $n_2 = 80 [rpm]$

Se selecciona un juego de corona y piñón con un paso $12,7 [mm]$ con los siguientes números de dientes. (Ver Anexo IV – Planos y Anexo III – Catálogos).

- Dientes piñón: $Z_1 = 29$
- Dientes corona: $Z_2 = 23$

Para la transmisión de rotación piñón y corona se selecciona una cadena de rodillo marca SKF designación BS/ISO 085-1 con las siguientes características. (Ver Anexo III – Catálogos).

- Paso de $12,7 [mm]$
- Diámetro rodillo $7,77 [mm]$
- Longitud de cadena $1104 [mm]$

5.4. Selección de Rodamientos

Durante el movimiento del material en un transportador sin fin surge una fuerza radial y axial en su eje que influye en la selección de los rodamientos para el apoyo del eje del tornillo sin fin y su conjunto. El objetivo es determinar las fuerzas a las que está sometido el rodamiento para su posterior selección. (Ver Anexo I – Cálculos).

Por lo tanto, para la selección del rodamiento contamos con los siguientes datos:

- Diámetro del eje: $D = 16 [mm]$
- Velocidad del tornillo sin fin: $n = 80 [rpm]$
- Fuerza axial del rodamiento: $F_a = 35,6 [Kg] = 0.356 [kN]$
- Fuerza radial del rodamiento: $F_r = 16,4 [Kg] = 0.164 [kN]$



- Temperatura de funcionamiento: $T_F = 40 [^{\circ}C]$

Mediante la tabla de guía de valores requeridos de vida nominal para diferentes clases de máquinas (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 5), se determina la clase de máquina y horas de servicio, que define el tiempo de duración nominal.

Entonces, para máquinas para ocho horas de trabajo diario totalmente utilizadas entre 20000 – 30000 [hs], se define un promedio:

- Tiempo de duración nominal: $t_{nom} = 25000 [hs]$.

Los rodamientos seleccionados son de marca SKF designación 61902, que proporciona los siguientes parámetros (Ver Anexo III – Catálogos):⁴

- Diámetro interior rodamiento: $d_{rod} = 15 [mm]$
- Diámetro exterior rodamiento: $D_{rod} = 28 [mm]$
- Capacidad de carga básica dinámica: $C = 4,36 [kN]$
- Capacidad de carga básica estática: $C_0 = 2,24 [kN]$
- Factor: $f_0 = 14$

Mediante estos parámetros nos permite verificar que el tiempo de vida útil del rodamiento sea mayor al tiempo de duración nominal que requiere del mismo.

$$L_{10h} > t_{nom}$$

Por lo tanto, los cálculos realizados permitieron verificar que el rodamiento está sobredimensionado y es el correcto. (Ver Anexo I – Cálculos).

$$102660 [hs] > 25000 [hs]$$

⁴ Grupo SKF (2015, p. 324). Proporciona una tabla con parámetros en función del rodamiento seleccionado.



5.5. Selección Árbol o Eje del Tornillo Sin Fin

A continuación, se selecciona y verifica el árbol o eje del tornillo sin fin (Máquinas de elevación y transporte (2021)), mediante el cálculo del momento torsor (Mt) a transmitir que debe ser absorbido por el eje y se determina por la ecuación del momento en función de la potencia y la velocidad de giro:

$$Mt = 71620 \times \frac{P_{motor}}{n_2}$$

Donde:

- Potencia del motor: 0,25 [HP]
- Velocidad del tornillo sin fin: $n_2 = 80$ [rpm]

Entonces:

$$Mt = 71620 \times \frac{0,25 \text{ [HP]}}{80 \text{ [rpm]}} = 223,8 \text{ [kgcm]}$$

Para esta aplicación se utilizará como eje o árbol un tubo de acero sin costura, cuya tensión admisible (T_{ad}) está en el orden de los 300 a 400 [kg/cm²].

De esta manera, los valores obtenidos anteriormente permiten obtener el momento polar teórico, expresado por la siguiente ecuación:

$$T_{ad} = \frac{Mt}{W_{p_{teórico}}} \text{ [cm}^3\text{]}$$

Donde tenemos que:

- Momento Torsor: $Mt = 223,8$ [kgcm]
- Tensión Admisible: $T_{ad} = 400$ $\left[\frac{kg}{cm^2}\right]$

Despejando el momento polar teórico del tubo se obtendrá el valor al que se encontrará el eje trabajando en las condiciones expuestas de velocidad de giro y potencia, donde tenemos que:



$$W_{p\text{teórico}} = \frac{Mt}{T_{ad}}$$

$$W_{p\text{teórico}} = \frac{223,8 \text{ [kgcm]}}{400 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]} = 0,56 \text{ [cm}^3\text{]}$$

Luego se procede a realizar el cálculo del momento polar real (W_p) del eje de acero, el cual se calcula en función de los diámetros exterior e interior que fueron extraídos de la tabla “Dimensiones y pesos de tubos de acero sin soldadura y soldados”. (Ver Anexo III – Catálogos).

Por lo tanto, el momento polar real está expresado por (Ver Anexo I – Cálculos):

$$W_p = \frac{\pi}{16} \times (d_e^3 - d_i^3)$$

De esta manera, lo que se busca es que se verifique la siguiente expresión:

$$W_p \geq W_{p\text{teórico}}$$

También hay que tener en cuenta que, para evitar roturas y alargar la vida útil del eje del tornillo, debe contar un coeficiente de seguridad entre 1,5 – 2. Por lo tanto, se verifica con la siguiente ecuación:

$$C_s = \frac{W_p}{W_{p\text{teórico}}}$$

Las últimas dos expresiones se verifican mediante la siguiente tabla:

Dimensiones del tubo		Wp	Wp ≥ Wp(teórico)	Cs	Cs > 1,5 -2
Diámetro exterior	1,71 [cm]	0,74 [cm ³]	Verifica	1,32	No verifica
Diámetro interior	1,07 [cm]				
Espesor	0,32 [cm]				
Diámetro exterior	2,13 [cm]	1,128 [cm ³]	Verifica	2,014	Verifica
Diámetro interior	1,576 [cm]				
Espesor	0,277 [cm]				

Tabla 5.3 – Verificación del tubo de acero sin costura para el eje o árbol del tornillo sin fin.
Fuente: Elaboración propia.



Por lo tanto, se selecciona para el eje del tornillo sin fin un tubo de acero sin costura con las siguientes dimensiones:

- Diámetro exterior del tubo: $d_e = 21,3 \text{ [mm]} = 2,13 \text{ [cm]}$
- Diámetro interior del tubo: $d_i = 15,76 \text{ [mm]} = 1,576 \text{ [cm]}$
- Espesor: $e = 2,77 \text{ [mm]} = 0,277 \text{ [cm]}$

5.6. Eje Terminal y Motriz del Tornillo Sin Fin y Eje Motriz de Caja Reductora

El eje terminal y motriz del tornillo sin fin y eje motriz de la caja reductora serán de acero SAE 1045. Los ejes se seleccionaron con respecto al diámetro interior del tubo y la caja reductora (Ver Anexo I – Cálculos y Anexo IV – Planos – Plano N° 4.3.6, 4.3.7 y 4.3.8), que deberá ser necesario mecanizar los mismos para lograr el ajuste necesario al diámetro (Casillas, 2008, p. 536). A continuación, se presentan las dimensiones de cada uno de ellos.

- Eje lado terminal del tornillo sin fin y rodamiento:
 - Diámetro del eje al tubo del tornillo: $D_t = 15,77 \text{ [mm]}$
 - Diámetro del eje al rodamiento: $D_r = 15,01 \text{ [mm]}$
 - Longitud del eje: $L = 110 \text{ [mm]}$

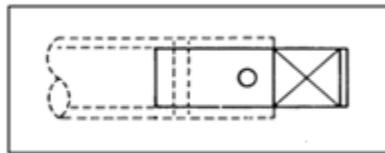


Imagen 5.1 – Eje lado terminal del tornillo sin fin y rodamiento.
Fuente: Catálogo Martin (2022). Manejo de Materiales.

- Eje lado motriz del tonillo sin fin y piñón:
 - Diámetro del eje al tubo del tornillo: $D_t = 15,77 \text{ [mm]}$
 - Diámetro del eje al piñón: $D_p = 15,01 \text{ [mm]}$
 - Longitud del eje: $L = 150 \text{ [mm]}$

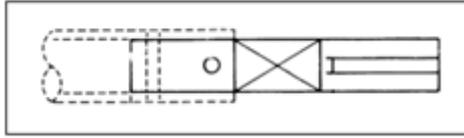


Imagen 5.2 – Eje lado motriz del tornillo sin fin y piñón.
 Fuente: Catálogo Martin (2022). Manejo de Materiales.

- Eje motriz caja reductora y corona:
 - Diámetro del eje a la caja reductora: $D_{cr} = 25,015 [mm]$
 - Diámetro del eje a la corona: $D_c = 25,015 [mm]$
 - Longitud del eje: $L = 240 [mm]$

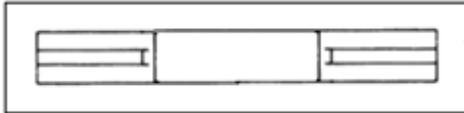


Imagen 5.3 – Eje motriz caja reductora y corona.
 Fuente: Catálogo Martin (2022). Manejo de Materiales.

5.7. Chaveta y Chavetero

La chaveta y chavetero se seleccionan en función del diámetro del eje. (Ver Anexo III – Catálogos).

Diámetro del eje lado motriz del tornillo sin fin D [mm]	Chaveta [mm]			Chavetero [mm]		
	b	h	Longitud	b	t	t1
15	5	5	25	5	3	D+2.2

Tabla 5.4 – Dimensión chaveta y chavetero del eje lado motriz del tornillo sin fin.
 Fuente: Elaboración propia.

Diámetro del eje motriz caja reductora D [mm]	Chaveta [mm]			Chavetero [mm]		
	b	h	Longitud	b	t	t1
25	8	7	80	8	4	D+3.2
			28			

Tabla 5.5 – Dimensión chaveta y chavetero del eje motriz caja reductora.
 Fuente: Elaboración propia.



5.8. Hélice del Tornillo Sin Fin

Las hélices del tornillo sin fin son de acero al carbono SAE 1010 (Ver Anexo III – Catálogos y Anexo IV – Planos – Plano N° 4.3.5), las dimensiones de los mismos son:

- Diámetro exterior de la hélice del tornillo: $d_{eh} = 273,05$ [mm]
- Diámetro interior de la hélice del tornillo: $d_{ih} = 21,3$ [mm]
- Espesor de hélice: $e = 3,2$ [mm]
- Paso de la hélice: $p = 218,44$ [mm]

5.9. Soporte del Transportador Tornillo Sin Fin y del Motorreductor

Para los soportes del transportador tonillo sin fin y el motorreductor se utilizar chapa lisa de espesor $3,2$ [mm] de acero al carbono SAE 1010 (Ver Anexo III – Catálogos y Anexo IV – Planos – Plano N° 4.3.1.3 y 4.3.3.2).

En este capítulo se concluye que los cálculos y diseños teóricos realizados en este proyecto son los apropiados, debido a que se asemejan a los transportadores tipo tornillo sin fin con los que cuenta la planta en la actualidad. Contar con estos transportadores permite comparar y verificar sus dimensiones. También tener mejores criterios a la hora de seleccionar los elementos de máquinas y máquinas eléctricas (Ver Anexo IV – Planos – Plano N° 4.3).

Por último, hasta este punto del proyecto, se proporcionan planos con las dimensiones del lugar y ubicación de todas las mejoras propuestas en la planta desmotadora de algodón. El separador ciclónico y sus componentes se instalarán en la zona de los ventiladores centrífugos de la planta, con el criterio de no obstaculizar el paso, evitar ruidos molestos y polvillos generado por el mismo que pudiera ser perjudicial para el personal. Esto, a su vez, permitiría que el transportador tornillo sin fin se encuentre lo más próximo de una línea de soplado que se encarga de eliminar las materias extrañas del sistema neumático. (Ver Anexo IV – Planos – Plano N° 2 y 3).



CAPÍTULO 6: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE SALIDA PARA LOS MOTORES ELÉCTRICOS

En este capítulo se evalúan y seleccionan los componentes de salida para los tres motores eléctricos definidos en este proyecto. Por lo tanto, se presentarán en la siguiente tabla las características de las tres máquinas eléctricas definidas en los capítulos previos (Ver Anexo IV - Catálogos).

Característica de los motores eléctricos							
N°	Marca Motor Electrico	Potencia	Tensión nominal	Corriente nominal	Velocidad	Factor de Potencia	Eficiencia
1	WEG - W22 Alta Eficiencia IE2	125 [HP] / 90 [kW]	380/660 [V]	170/97,7 [A]	1484 [rpm]	0,82	94,7
2	KAIFA C63 B14	2 [HP] / 1,5 [kW]	380 [V]	3,65 [A]	1500 [rpm]	0,68	85
3	KAIFA C63 B34	0,25 [HP] / 0,186 [kW]	380 [V]	0,65 [A]	1500 [rpm]	0,63	67

Tabla 6.1 – Características de los motores eléctricos.
Fuente: *Elaboración propia.*

La selección de los componentes y coordinación para la protección de motores eléctricos (WEG, 2022, p. 4), se basa conforme a la norma IEC 60947 que busca proporcionar:

- Seguridad del operador.
- Continuidad de servicio.
- Reducción de los mantenimientos correctivos y paradas inesperadas.
- Aumento de vida útil de los motores y demás equipos eléctricos.
- Buen desempeño de las instalaciones eléctricas, ya sea en régimen normal o bajo la presencia de sobrecarga o cortocircuito.
- Mejor relación costo beneficio en la definición de la protección y maniobra de circuitos eléctricos.



6.1. Criterios de Dimensionamiento para los Componentes de un Motor Eléctrico

Para definir los componentes de protección y maniobra para un motor, conociendo además su corriente nominal, deben ser considerados los siguientes puntos:

- Corriente y tiempo de rotor bloqueado del motor, define el dimensionamiento correcto de las protecciones de sobrecarga y de cortocircuito.
- Corriente y tiempo de arranque del motor, define la clase de disparo de protección de sobrecarga.
- Régimen de trabajo del motor, define la categoría de empleo de arranque.
- Número de arranques por hora del motor.
- Corriente de cortocircuito del sistema eléctrico

De esta manera se seleccionan los componentes de salida de los motores eléctricos.

Las siguientes tablas presentan las características necesarias para el dimensionamiento de los componentes de salida para los motores eléctricos:

	1,05 I _r	1,2 I _r	1,5 I _r	7,2 I _r
Clase	tiempo de disparo en frío			
10 A	> 2 h	< 2 h	< 2 min	2 s ≤ tp ≤ 10 s
10	> 2 h	< 2 h	> 4 min	2 s ≤ tp ≤ 10 s
20	> 2 h	< 2 h	> 8 min	2 s ≤ tp ≤ 20 s
30	> 2 h	< 2 h	> 12 min	2 s ≤ tp ≤ 30 s

Nota: Tp = tiempo de disparo del relé de sobrecarga.

Tabla 6.2 – Tiempo de disparo del relé térmico.
 Fuente: Schneider Electric (1999).

Categoría de empleo	Aplicaciones típicas
AC-1	Maniobras leves; carga óhmica o poco inductiva
AC-2	Maniobras leves; comando de motores con anillos colectores. Apagado en régimen
AC-3	Servicio normal de maniobras de motor con rotor de jaula. Apagado en régimen
AC-4	Maniobras pesadas. Accionar motores con carga plena, comando intermitente (pulsos); reversión a plena marcha y paradas por contracorriente

Tabla 6.3 – Categoría de empleo.
 Fuente: WEG (2022).



6.2. Cálculo de la Corriente de Cortocircuito

Uno de los parámetros necesarios para la selección de las protecciones de los motores eléctricos es la máxima corriente de cortocircuito.

Para poder determinar la corriente de cortocircuito, primero se deben calcular las impedancias de cortocircuito de la red, del transformador, del conductor y de los motores eléctricos asíncronos definidos en este proyecto (AEA 90909, 2004, p. 24). La corriente de cortocircuito trifásico máximo se determinará con la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{cc}|}$$

Dónde:

- Impedancia de cortocircuito: Z_{cc}
- Tensión nominal: $U_n = 400$ [V]
- Factor de tensión máximo: $c = 1,1$

Se determinan los valores de corriente cortocircuito en los diferentes puntos de defecto señalados sobre el esquema de la red que se presenta a continuación. (Ver Anexo I – Cálculos).

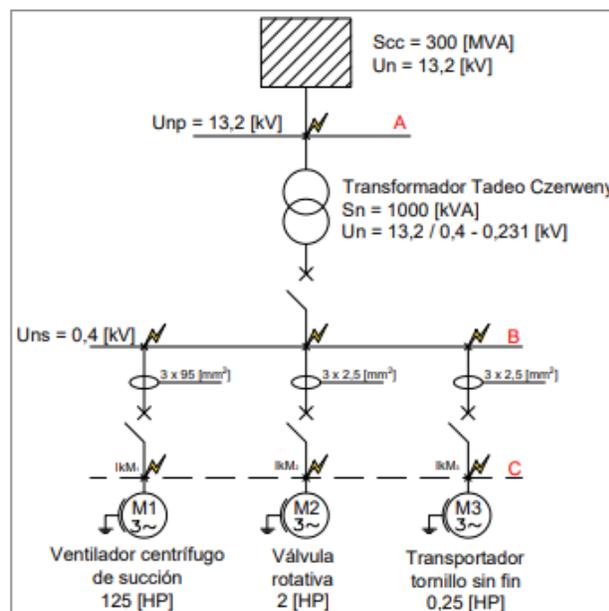


Imagen 6.1 – Esquema unifilar.

Fuente: Elaboración propia.



A continuación, se detallan los valores de impedancia y corriente de cortocircuito en los diferentes puntos de defecto (A, B y C) en las siguientes tablas. (Ver Anexo I – Cálculos).

Impedancia de cortocircuito			
Punto de defecto	Resistencia [Ω]	Reactancia [Ω]	Impedancia [Ω]
Impedancia de la Red	0,00005837	0,0005837	0,0006421
Defecto en A			
Impedancia del Transformador	0,00168	0,007822	0,00800
Defecto en B			
Impedancia del Conductor 95 [mm ²]	0,00246	0,000773	0,00323
Impedancia del Conductor 2,5 [mm ²]	0,102	0,00103	0,1030
Impedancia del Conductor 2,5 [mm ²]	0,102	0,00103	0,1030
Defecto en C			
Impedancia del Motor 125 [HP]	0,0689	0,1641	0,1780
Impedancia del Motor 2 [HP]	2,9117	6,9327	7,5192
Impedancia del Motor 0,25 [HP]	27,5862	65,6814	71,2380

Tabla 6.4 – Impedancia de cortocircuito.
Fuente: Elaboración propia.

Corriente de cortocircuito					
Punto de defecto	Tensión [V]	R [Ω]	X [Ω]	Z _k	I'' _{kmax} [A]
Defecto en A	400	0,000058	0,000584	0,00064	395626,04
Defecto en B	400	0,001738	0,008405	0,01014	25043,49
Defecto en C	400	0,004198	0,008405	0,01338	18990,77
		0,103738	0,009435	0,11317	2244,64
		0,103738	0,009435	0,11317	2244,64

Tabla 6.5 – Corriente de cortocircuito por punto de defecto.
Fuente: Elaboración propia.

Para continuar con el cálculo de la corriente de cortocircuito, se verifica si la contribución de la corriente de los motores eléctricos asíncronos durante una falla debe ser considerada en la corriente de cortocircuito, mediante la siguiente expresión (AEA 90909, 2004, p. 36):

$$\sum I_{rM} \leq 0,01 I''_{kM}$$



Donde:

- $\sum I_{rM}$: Suma de las corrientes asignadas de los motores conectados directamente (sin transformadores) a la red donde ocurre el cortocircuito.
- I''_{kM} : Corriente simétrica inicial de cortocircuito sin la influencia de los motores.

A continuación, se presentan las tablas con los valores de corrientes de cortocircuito sin la influencia de motores eléctricos y la suma de la corriente de cortocircuito de los motores. (Ver Anexo I – Cálculos).

Corriente de cortocircuito sin influencia de los motores eléctricos					
Punto de defecto	Tensión [V]	R [Ω]	X [Ω]	Z _{km}	I'' _{km} [A]
Defecto en C	400	0,004198	0,009178	0,01338	18990,77
		0,103738	0,009435	0,11317	2244,64
		0,103738	0,009435	0,11317	2244,64
Corriente cortocircuito sin influencia motores eléctricos ($\sum I''_{km}$)					23480,04

Tabla 6.6 – Corriente de cortocircuito sin influencia motores eléctricos.
Fuente: Elaboración propia.

Corriente de cortocircuito de los motores eléctricos				
Motor Eléctrico	R [Ω]	X [Ω]	Z _M	I _{rM} [A]
Motor 125 [HP]	0,0714	0,1641	0,1780	1427,3
Motor 2 [HP]	3,0137	6,9337	7,5192	33,8
Motor 0,25 [HP]	27,6882	65,6825	71,2380	3,57
Corriente cortocircuito total motores eléctricos ($\sum I_{rM}$)				1464,61

Tabla 6.7 – Corriente de cortocircuito de los motores eléctricos.
Fuente: Elaboración propia.

Se determina que es necesario tener en cuenta la contribución de los motores eléctricos para la corriente de cortocircuito (Ver Anexo I – Cálculos), debido a que la corriente asignada a los motores conectados directamente a la red ($\sum I_{rM}$) no es menor o igual a la corriente inicial de cortocircuito sin la influencia de los motores (I''_{kM}).

$$1464,61 [A] > 234,8 [A]$$



Por último, para terminar de definir la corriente de cortocircuito máxima que se utilizará para seleccionar las protecciones de los motores mencionados en este proyecto, se evaluarán las corrientes que aportarán los motores. Se considera a los motores eléctricos como generadores independientes que aportan a la corriente de cortocircuito una corriente de retorno en el momento de fallo.

Se plantea, para los defectos de B y C, la corriente de retorno de los motores que se suman con las corrientes de cortocircuito sin influencia de los motores eléctricos.

Para el defecto en B, el aporte de corriente de los motores se presenta en la siguiente tabla. (Ver Anexo I – Cálculos).

Corriente de retorno de los motores (defecto en B)					
Motor Eléctrico	Tensión [V]	R [Ω]	X [Ω]	ZM	IrM [A]
Motor 125 [HP]	400	0,0714	0,1641	0,1780	1427,26
Motor 2 [HP]	400	3,0137	6,9337	7,5192	33,78
Motor 0,25 [HP]	400	27,6882	65,6825	71,2380	3,57
Corriente de retorno de los motores total (defecto en B)					1464,61

Tabla 6.8 – Corriente de retorno de los motores (defecto en B).
 Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el aporte de corriente de los motores ($\sum I_{rM}$) en el momento del fallo más la corriente de defecto en B (I''_{kmB}), se obtiene la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc} = I''_{kmB} + \sum I_{rM}$$

$$I_{cc} = (25043,49 + 1464,61)[A] = 26508 [A]$$

Para el defecto en C, en caso que el fallo ocurra en alguno de los motores, el aporte de corriente de los motores no fallados (I_{rM}) en el momento del fallo más a la suma de las corrientes de defecto en C ($\sum I''_{kC}$), se obtiene la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc} = \sum I''_{kC} + \sum I_{rM \text{ No fallado}}$$



$$I_{cc0,25hp} = \sum I''_{kC} + I_{rM1} + I_{rM2} = (23480,04 + 1427,26 + 33,78)[A] = 24941,1[A]$$

$$I_{cc2hp} = \sum I''_{kC} + I_{rM1} + I_{rM3} = (23480,04 + 1427,26 + 3,57)[A] = 24910,8[A]$$

$$I_{cc125hp} = \sum I''_{kC} + I_{rM3} + I_{rM2} = (23480,04 + 3,57 + 33,78)[A] = 23517,4[A]$$

Por lo tanto, la máxima corriente de cortocircuito durante el fallo que se ha registrado en el sistema eléctrico es en el punto de defecto B. Por lo tanto, se considerará una máxima corriente de cortocircuito de 26,5 [kA] para seleccionar las protecciones de las maquinas eléctricas definidas en este proyecto.

6.3. Selección de los Componentes de Salida del Motor Eléctrico

La selección de los componentes de salida del motor eléctrico se considera en función de los criterios de coordinación tipo 2, que asocia los componentes que cumplen los requisitos de la IEC 60947-4-1 en las tensiones de 220 – 550 [V], frecuencia 50 [Hz], y capacidad de interrupción de hasta 80 [kA]. También se debe considerar el tipo de arrancador del motor eléctrico en función de aplicación que se va a utilizar el mismo para la selección de los componentes.

De esta manera, se seleccionarán los componentes en función de las características de cada motor eléctrico y su respectivo arrancador.⁵

Para el motor que accionará el ventilador centrífugo de succión, se utilizará un arranque estrella triangulo con las siguientes características:

- Corriente de cortocircuito: $I_{cc} = 26,5 [kA]$
- Potencia: 125 [HP] (90 [Kw])
- Tensión nominal: 380 [V]
- Corriente nominal: 170 [A]
- Categoría de empleo: AC-3

⁵ WEG (2022, p. 10). Proporciona un ejemplo para la selección de los componentes de salida del motor eléctrico



- Tiempo de arranque: $7 = [Seg]$, clase de disparo 10.
- Protección adoptada: Disyuntor termomagnético, contactores y relé térmico (Ver Anexo III – Planos – Plano N° 5).

Por lo tanto, se seleccionaron los siguientes componentes de salida del motor eléctrico (Ver Anexo IV – Catálogos):

Componentes de salida del motor eléctrico 125 [HP] / 90 [kW]	
Disyuntor Termomagnético	Modelo (Q1)
	DWB250N185-3MF
Contactores	Modelo
	CWM105 (KM1 principal)
	CWM105 (KM2 triangulo)
	CWM65 (KM3 estrella)
Relé Térmico	Modelo (FT1)
	RW117-1D3-U112
Relé temporizador	Modelo
	RTW17-G

Tabla 6.9 – Componentes de salida del motor eléctrico.
Fuente: Elaboración propia.

Para el motor que accionará la válvula rotativa, se utilizará un arranque directo con las siguientes características:

- Corriente de cortocircuito: $I_{cc} = 26,5 [kA]$
- Potencia: 2 [HP] (1,5 [Kw])
- Tensión nominal: 380 [V]
- Corriente nominal: 3,65 [A]
- Categoría de empleo: AC-3
- Tiempo de arranque: $7 = [Seg]$, clase de disparo 10
- Protección adoptada: Guardamotor y contactor (Ver Anexo III – Planos – Plano N° 6)

Por lo tanto, se seleccionaron los siguientes componentes de salida del motor eléctrico (Ver Anexo IV – Catálogos):



Componentes de salida del motor eléctrico 2 [HP] / 1,5 [kW]	
Guardamotor	Modelo (Q1)
	MPW40-3-U004
Contactor	Modelo (KM1)
	CW07-10

Tabla 6.10 – Componentes de salida del motor eléctrico.
Fuente: Elaboración propia.

Para el motor que accionará el transportador tipo tonillo sin fin, se utilizará un arranque directo con las siguientes características:

- Corriente de cortocircuito: $I_{cc} = 26,5 [kA]$
- Potencia: 0,25 [HP] (0,186 [Kw])
- Tensión nominal: 380 [V]
- Corriente nominal: 0,65 [A]
- Categoría de empleo: AC-3
- Tiempo de arranque: $7 = [Seg]$, clase de disparo 10.
- Protección adoptada: Guardamotor y contactor (Ver Anexo III – Planos – Plano N°7).

Por lo tanto, se seleccionaron los siguientes componentes de salida del motor eléctrico (Ver Anexo IV – Catálogos):

Componentes de salida del motor eléctrico 0,25 [HP] / 0,186 [kW]	
Guardamotor	Modelo (Q1)
	MPW40-3-U001
Contactor	Modelo (KM1)
	CW07-10

Tabla 6.11 – Componentes de salida del motor eléctrico.
Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se seleccionaron todos los componentes que se utilizarán para permitir mejorar el rendimiento del sistema eléctrico, lo que a su vez permitirá aumentar la vida útil de los motores eléctricos y continuidad de servicio.



CAPÍTULO 7: ANÁLISIS ECONÓMICO

Finalmente, en este capítulo se analiza si es conveniente invertir en la mejora propuesta para la máquina desmotadora de algodón de la Unión Agrícola de Avellaneda, Santa Fe, con el objetivo de poder determinar si es viable o no.

La finalidad que tiene este análisis económico es evaluar los gastos en reparaciones y mantenimientos que deben realizarse a los componentes del ventilador centrífugo de succión, donde los daños son causados por las materias extrañas extraídas en la primera limpieza del algodón en bruto. De esta manera, se busca verificar si la inversión en la mejora propuesta en este proyecto justifica los gastos mencionados al finalizar la campaña de desmote de algodón.

Para esto, primero se realiza un cómputo de materiales, de máquinas y equipos eléctricos y elementos de máquinas utilizados para la mejora propuesta y luego se estiman los costos aproximados del mismo realizando un presupuesto. Además, se detallan los gastos que se realiza al ventilador centrífugo de succión finalizada la campaña de desmote de algodón.

Se evalúa mediante dos escenarios: con la mejora propuesta y sin la mejora, analizando de qué manera impactará la inversión a la empresa con respecto a las ganancias que obtiene al comercializar la fibra de algodón. Por último, también se evalúa mediante la técnica de flujos de cajas diferenciales de los escenarios mencionados para analizar si es viable la inversión, el remanente anual que quedara al cubrir los gastos por la inversión y en qué periodo de tiempo se recupera la inversión.

Por otra parte, para el análisis económico se tiene en cuenta el ahorro energético al reemplazar un motor eléctrico de alta eficiencia por el motor eléctrico estándar que está accionando en la actualidad al ventilador centrífugo de succión. Considerando que, transcurrido un tiempo, se recupera la inversión y luego es ganancia para la empresa.



7.1. Análisis de Retorno de Inversión de un Motor Eléctrico

En este punto, se realiza el análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico de alta eficiencia que reemplaza al motor eléctrico estándar que acciona al ventilador centrífugo de succión. Para estimar el tiempo de retorno de inversión de un motor eléctrico se utiliza dos bibliografías para una mayor comprensión y conclusión:

- Guía de las mejores técnicas disponibles para el uso eficiente de la energía en plantas del sector metalmeccánico (Guía MTD).
- Software retorno de inversión para motores eléctricos marca WEG.

La razón para reemplazar la máquina eléctrica es debido a que no cumple con los requerimientos de presión necesario para el transporte seguro del algodón en bruto, como se definió en el capítulo previo. Además, el motor eléctrico estándar instalado en la actualidad a requerido de mantenimientos y reparaciones a lo largo de su vida útil, disminuyendo su rendimiento y aumentando sus costos operativos.

Una característica muy importante en los motores eléctricos (Guía de Eficiencia energética para Motores Eléctricos, 2017), es que el costo operacional suele ser muy inferior a su costo de adquisición. Esto depende del tiempo de funcionamiento, de la potencia y su rendimiento. Un motor eléctrico puede costar, en consumo energético, de 25 a 100 veces su valor de compra.

Apostar por una correcta gestión en motores eléctricos tiene sentido, minimizando los costos operativos con un uso eficiente y adecuado de la energía eléctrica. De esta manera, la promoción de motores eléctricos eficientes en la industria aumenta directamente la competitividad del sector de desmotado de algodón.

El tiempo de retorno de la inversión en motores eléctricos eficientes varia de 6 meses a 3 años, lo que justifica su elección. La diferencia de costo de un motor eficiente y uno estándar es aproximadamente un 20%, recuperando la inversión luego de un tiempo teniendo en cuenta los costos de energía y de mantenimiento.

De esta manera, tiene sentido realizar un análisis de retorno de inversión para estimar en qué tiempo se recupera la inversión de un motor eléctrico de alta eficiencia.



Primero, aplicando la Guía MTD para estimar el tiempo de retorno de inversión, se debe determinar el ahorro de demanda, consumo de energía, costo de energía eléctrica, ahorro anual y costo total de inversión del motor eléctrico.⁶ (Ver Anexo I – Cálculos).

Por último, se utiliza el software que proporciona el fabricante de motores eléctricos de marca WEG, para el estudio del retorno de inversión en motores eléctricos de alta eficiencia, para obtener de esta manera otro punto de vista y llegar a una mejor conclusión. (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 8).⁷

El motor eléctrico de alta eficiencia que se pretende instalar es de mayor potencia que el motor eléctrico estándar que está operando en la actualidad, por lo que, al contar con diferentes valores de potencia dificulta el análisis. Por lo tanto, se analiza con el rendimiento del motor eléctrico estándar y alta eficiencia, y la potencia del motor que se pretende instalar.

A continuación, se presenta una tabla de los parámetros utilizados para el análisis.

Características del motor eléctrico estándar - Categoría IE1					
Potencia [HP]	Potencia [kW]	Velocidad [rpm]	Nº polos	Frecuencia [Hz]	Rendimiento [%]
100	75	1500	4	50	85
Características del motor eléctrico alta eficiencia - Categoría IE2					
Potencia [HP]	Potencia [kW]	Velocidad [rpm]	Nº polos	Frecuencia [Hz]	Rendimiento [%]
125	90	1500	4	50	94,7

Tabla 7.1 – Características de los motores eléctricos estándar y alta eficiencia.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta una tabla con los principales parámetros obtenidos por ambos autores para visualizar de una mejor manera el análisis de retorno de inversión de motor eléctrico.

⁶ Cálculo proporcionado por Guía de las mejores técnicas disponibles para el uso eficiente de la energía en plantas del sector metalmeccánico.

⁷ Datos proporcionados por Software Retorno de Inversión, Motores Eléctricos WEG.
https://ecatalog.weg.net/tec_cat/retornoinvestmotor_web.asp



Análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico		
Características del motor eléctrico		
Parámetros	Guía MTD	Software WEG
Potencia del motor [kw]	90	
Factor de utilización	0,75	1
Rendimiento motor estandar [%]	85	85
Rendimiento motor alta eficiencia [%]	94,7	94,7
Periodo de operación del motor y costo de energía		
Parámetros	Guía MTD	Software WEG
Horas diarias de operación	20	
Días anuales de operación	180	
Costo de energía promedio [\$/kWhs]	24,33008	
Retorno de inversión		
Parámetros	Guía MTD	Software WEG
Ahorro de demanda del motor [kW]	8,13404	10,84539
Operación del motor eléctrico [hs/Año]	3600	
Consumo de energía anual [kWhs/Año]	29282,54	39043,40
Análisis de retorno de inversión		
Parámetros	Guía MTD	Software WEG
Costo total de inversión [\$]	3278473,5	
Ahorro anual [\$/Años]	712446,54	949929,50
Tiempo de retorno de inversión [Años]	4,6	3,45

Tabla 7.2 – Análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que entre el tiempo de retorno de inversión que plantea la bibliografía Guía MTD y el software de WEG hay una diferencia de más de un año para recuperar la totalidad de la inversión del motor eléctrico. Esto es debido a que el software utiliza un factor de utilización igual a uno, con respecto a la que considera la Guía MTD. Por lo tanto, es lógico que la primera bibliografía mencionada determine que el periodo de recupero de la inversión es menor con respecto a la que propone el software, debido a que considera que la máquina está consumiendo más potencia y promoviendo un mayor ahorro energético.

De todas maneras, como conclusión se estima que la inversión se amortiza entre casi cuatro o cinco años (equivalente a casi cuatro o cinco campañas de desmote), considerando que el motor estará operando por solo seis meses aproximadamente. Por lo tanto, tiene sentido invertir en una máquina de alta eficiencia, permitiendo minimizar los costos operativos con un uso eficiente y adecuado de la energía eléctrica. Además de cumplir con los requerimientos de presión que



permita el transporte seguro del algodón, se minimizan los costos de energía eléctrica y se promueve el cuidado del medio ambiente al reducir el dióxido de carbono.

Para el siguiente punto de este capítulo, se considera el análisis de retorno de inversión más desfavorable del motor eléctrico que define la Guía MTD y mediante estos parámetros incluirlos al análisis económico del proyecto. A continuación, se presenta una tabla de los parámetros necesarios para el análisis económico.

Análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico (Guía MTD)	
Parámetros	Guía MTD
Ahorro mensual [\$ /Mes]	118741,1
Ahorro anual (6 meses) [\$ /Años]	712446,54
Tiempo de retorno de inversión [Años]	4,6

Tabla 7.3 – Análisis de retorno de inversión de un motor eléctrico (Guía MTD).

Fuente: Elaboración propia

7.2. Análisis económico de la mejora propuesta

7.2.1. Cómputo y Presupuesto

En primer lugar, se ha realizado una tabla de cómputo de todos los materiales, elementos de máquinas, máquinas y equipos eléctricos y una tabla de presupuesto donde se estimará la inversión para este proyecto. (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 9 y 10).

El presupuesto se ha definido en moneda dólar (USD) por su estabilidad monetaria, luego se ha transferido a la moneda pesos argentinos. Se utiliza la cotización divisa con un valor de venta \$365,5 por cada 1 USD (10/11/2023).⁸ Por lo tanto, la inversión inicial para la mejora se estima que será de \$18.851.843,07.

La empresa ha facilitado los gastos por reparaciones y mantenimiento del ventilador centrífugo de succión durante el desmote y finalizado la campaña de algodón, estimando un costo de \$4.045.225,52. (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 11).

⁸ Dato proporcionado por el Banco Nación Argentina. <https://www.bna.com.ar/Personas>



7.2.2. Gastos fijos y variables

A continuación, se detallan los gastos fijos y variables en el sector de desmotado de algodón (UAA, 2021/22, pág. 84). Los datos se han obtenido en base al cierre de balance del mes de agosto del año 2022. Por lo tanto, los gastos se han afectado con un 35% (UAA, 2021/22, pág. 41) que corresponde a la desmotadora de algodón de la central de la ciudad de Avellaneda, siendo que la totalidad de los gastos del balance obtenido representa a la central de Avellaneda y otras sucursales en el sector de desmote de algodón en la zona que cuenta la Unión Agrícola de Avellaneda.

Luego, para estimar los gastos del mes de agosto del año 2023, nuevamente esos valores han sido afectados por el 2,2437% considerando la inflación en el país hasta la fecha.⁹ De esta manera, se estimaron los gastos de cada rubro en el sector de desmotado de algodón en la central de Avellaneda para realizar el análisis económico del proyecto.

A continuación, se presentan los gastos fijos y variables en el sector de desmotado de algodón de la central de Avellaneda con la siguiente tabla:

⁹ Dato proporcionado por FACPCE (Federación Argentina de consejos Profesionales de Ciencias Económicas).
<https://www.facpce.org.ar/indices-facpce/>



Gastos operativos sector desmotado de algodón		
Rubros	Mensual [S]	Anual [S]
GASTOS DIRECTOS	9.120.030,98	109.440.371,79
Sueldos	3.540.037,94	42.480.455,23
Jornales	3.090.558,86	37.086.706,31
Cargas Sociales	2.476.413,36	29.716.960,33
Útiles y Papelería	13.020,83	156.249,92
GASTOS INDIRECTOS	288.542.421,54	3.462.509.058,46
Seguros	1.246.944,66	14.963.335,94
Movilidad	172.548,47	2.070.581,59
Combustibles y Lubricantes	2.472.097,45	29.665.169,44
Materiales Varios	4.228.148,34	50.737.780,05
Reparación Rodados	497.459,27	5.969.511,19
Reparación Maquinarias	908.572,94	10.902.875,27
Reparaciones Varias	3.297.559,19	39.570.710,23
Mantenimiento de Planta	2.776.339,92	33.316.079,05
Comunicaciones	6.453,47	77.441,64
Agua y Energía Eléctrica	1.405.562,71	16.866.752,58
Fletes	2.108.926,13	25.307.113,58
Honorarios y Gastos Legales	41.445,61	497.347,33
Impuestos	307.098,17	3.685.177,99
Industrialización con Terceros	6.289.849,46	75.478.193,57
Materia Prima	262.783.415,75	3.153.400.989,01
GASTOS TOTALES	297.662.452,52	3.571.949.430,25

Tabla 7.4 – Gastos operativos sector desmotadora de algodón.
Fuente: Elaboración propia, con datos suministrados por UAA.

También, se presentan las amortizaciones y los ingresos varios obtenidos en la empresa por los subproductos del algodón en bruto como: semillas, fibrilla, perrilla, briquetas, etc. (UAA, 2021/22, pág. 88). Estos datos serán presentados en la siguiente tabla:

Ingresos varios y amortizaciones sector desmotado de algodón		
Rubros	Mensual [S]	Anual [S]
INGRESOS VARIOS	998.561,02	11.982.732,20
AMORTIZACIONES	5.534.131,20	66.409.574,40

Tabla 7.5 – Ingresos varios y amortizaciones sector desmotado de algodón.
Fuente: Elaboración propia.



7.2.3. Cuadro de resultados

El cuadro de resultados final refleja las ganancias antes y después de aplicar los impuestos a las ganancias en la empresa en el sector de desmotado de algodón. No se considera para ambos casos la inflación transcurrida para el tiempo proyectado a ocho años, (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 11). Por lo tanto, la ganancia estimada en el sector de desmotado de algodón en la central de Avellaneda, considerando los impuestos a la ganancia anual, es \$600.158.874,25.

7.2.4. Flujo de Fondos

El análisis económico se realiza mediante dos escenarios, donde se evalúa el flujo de fondos operativos con y sin la mejora propuesta en este proyecto. Es decir, el primer flujo contará con la inversión de la mejora propuesta y el segundo el flujo sin la mejora, considerando solamente la inversión de las reparaciones y mantenimientos que deben realizarse a los componentes del ventilador centrífugo de succión al finalizar cada campaña de desmote de algodón. Luego, se evalúa el flujo de caja diferencial, que plantea la diferencia entre los flujos de fondos operativos con y sin mejora. (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 12).

7.2.5. Indicadores VAN, TIR y PRI

Por último, en este punto se presentan tres indicadores VAN, TIR y PRI. Los mismo se utilizan para analizar si el proyecto es viable o no, para un periodo de tiempo (Bonanno y Capomassi, 2008).

- Tasa interna de retorno (TIR): es un porcentaje de beneficio o pérdida de cualquier inversión en un proyecto. Esta tasa se compara con un coeficiente CPPC, el cual, si es mayor a este se aprueba la inversión, caso contrario se rechaza.
- Valor actual neto (VAN): es la diferencia entre el valor actual de ingresos y de egresos. Representa el máximo valor para pagar la inversión sin perder dinero.
- Periodo de recupero de Inversión (PRI): mide en cuanto tiempo se puede recuperar la inversión.



Se propone utilizar el modelo CAMP (Capital Asset Pricing Model – Modelo de Valorización de Activos de Capital). Este modelo permite determinar el coeficiente K_e , el cual, representa el costo del capital propio que se utilizará para evaluar los indicadores TIR y VAN con la siguiente ecuación:

$$K_e = R_f + [\beta \times (E(R_m) - R_f)] + R_{pArg}$$

Donde:

- Tasa libre de riesgo (R_f): corresponde al rendimiento que ofrecen los bonos del tesoro de Estados Unidos. Se toma el valor de estos a un plazo de 10 años. El valor es de 4,44% al día 22/09/2023.¹⁰
- Rentabilidad esperada del mercado ($E(R_m)$): es un coeficiente de rentabilidad de ingresos y egresos de la inversión. El valor es de 18,9% entre el año 2021/22.¹¹
- El valor de β es de 1,03 para la categoría agricultura.¹²
- Riesgo país Argentina (R_{pArg}): al estar la economía del país en una inestabilidad, se considera un riesgo país promedio, tomado al día 22/09/2023. Este valor es de 2371 puntos, lo que representa un 23,71%.¹³

Por lo tanto, los resultados del coeficiente K_e (costo del capital propio) se evaluará para dos escenarios, uno considerando el riesgo país y el otro no, donde se presentará los valores en la siguiente tabla:

Ke (costo del capital propio)	
Parámetros	Valor
Rf	4,44
β	1,03
E(Rm)	17,8
R.P Arg.	0 23,71
Ke	18,2% 41,9%

Tabla 7.6 – Coeficiente K_e (costo del capital propio).

Fuente: Elaboración propia

¹⁰ Proporciona valor de la tasa libre de riesgo. <https://datosmacro.expansion.com/bono/usa?dr=2023-08>.

¹¹ Dato proporcionado por UAA (2021/22).

¹² Dato proporcionado por Aswath Damodaran. [Damodaran Online: Home Page for Aswath Damodaran \(nyu.edu\)](http://Damodaran Online: Home Page for Aswath Damodaran (nyu.edu)).

¹³ Dato proporcionado por ámbito. <https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais-historico.html>



Además, se determinará el valor CPPC (Costo Promedio Ponderado de Capital) con la siguiente ecuación:

$$CPPC = \left[\frac{D}{V} \times Kd \times (1 - t) \right] + \left[\frac{P}{V} \times Ke \right]$$

Donde:

- Deuda financiera contraída (D). Como se considera que no existe una deuda por parte de la empresa, este valor es cero.
- Valor total de la inversión: $V = \$18.851.843,07$
- Monto Capital propio: $P = \$18.851.843,07$
- Costo del capital propio, calculado anteriormente (Ke).
- Costo de la deuda (Interés bancario): $Kd = 0$
- Tasa de impuesto a las ganancias: $t = 35\%$

Como se considera que no existe una deuda por parte de la empresa, el costo promedio ponderado de capital será:

$$CPPC = \left[\frac{P}{V} \times Ke \right]$$

Los resultados para los escenarios con y sin riesgo país, donde se considera que la empresa no tiene deudas. A continuación, se presentan los valores en la siguiente tabla:

CPPC (costo promedio ponderado de capital)		
Parámetros	Valor	
D	0	
V	18.851.843,07	
P	18.851.843,07	
Kd	0%	
t	35%	
Ke	18,2%	41,91%
CPPC	18,2%	41,91%

Tabla 7.7 – CPPC (costo promedio ponderado de capital).
 Fuente: Elaboración propia.



De esta manera, se procede a analizar los indicadores mencionados anteriormente, considerando los flujos de fondos determinados y los coeficientes calculados.

Primero, evaluando los flujos de fondos operativos con y sin mejora (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 12), donde se evalúa solamente el indicador VAN de cada fondo en un periodo de ocho años y la diferencia entre ellos. De esta manera, la VAN considerando la inversión de la mejora propuesta es de \$2.636.630.785,72. Sin la mejora, el remanente que queda en la empresa es de \$2.636.202.984,46. Por lo tanto, la diferencia entre los dos escenarios mencionados es de \$427.801,26. Se puede evaluar que no es grande la diferencia con respecto a ambos escenarios planteado y no perjudicaría a la empresa al realizar la inversión de la mejora propuesta.

Luego, evaluando el flujo de caja diferencial, siendo la diferencia entre el flujo de fondo operativos con y sin mejora (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 12). Los indicadores muestran lo siguiente:

Indicadores flujo de caja diferencial	
TIR	18,93%
VAN	427.801,26
PRI	3,962

Tabla 7.8 – Indicadores flujo de caja diferencial.
Fuente: Elaboración propia.

Primero se evaluará la TIR con el CPPC para determinar si el proyecto es viable o no, donde CPPC depende del coeficiente K_e , considerando este valor con y sin el riesgo país. Por lo tanto, para los diferentes escenarios tenemos que:

La TIR indica que es mayor a CPPC, considerando que para el coeficiente K_e no se tiene en cuenta el riesgo país, por lo tanto, el proyecto es viable. Pero, advirtiendo que el indicador TIR verifica con una diferencia pequeña con respecto al coeficiente CPPC.

$$TIR > CPPC$$

$$18,93 \% > 18,2 \% \rightarrow \text{Verifica}$$



Ahora bien, considerando el riesgo país para el coeficiente K_e , la TIR indica que es menor a CPPC, por lo tanto, el proyecto no es viable.

$$TIR > CPPC$$

$$18,93 \% > 41,91 \% \rightarrow \text{No Verifica}$$

Por lo tanto, para el indicador TIR se pudo evaluar que hay un riesgo invertir en la mejora propuesta en un periodo de ocho años.

Luego, el indicador VAN determina que a la empresa le queda un remante de \$427.801,26 por año al cubrir la inversión en un periodo de ocho años y cubrir con todos los gastos de cada rubro dentro del sector de desmotado en la central de Avellaneda.

Por último, el indicador PRI definió que el periodo de recupero de la inversión es de casi cuatro años, siendo un equivalente de casi cuatro campañas de desmote de algodón.

Periodo de recupero de inversión [Años]		
Año	Flujo	Acumulado
0	-18.851.843,07	
1	4.757.672,06	4.757.672,06
2	4.757.672,06	9.515.344,12
3	4.757.672,06	14.273.016,18
4	4.757.672,06	19.030.688,24
5	4.757.672,06	23.788.360,30
6	4.757.672,06	28.546.032,36
7	4.757.672,06	33.303.704,42
8	4.757.672,06	38.061.376,48
PRI		3,962

Tabla 7.9 – Periodo de recupero de inversión.
 Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se puede concluir para este capítulo que el proyecto es rentable para la empresa, considerando que la mayoría de los indicadores determinados y evaluados son optimista para apostar por la mejora propuesta. Por otra parte, las ganancias que obtiene la empresa al finalizar cada campaña de algodón no perjudicarían a la misma realizando la inversión en la mejora, permitiendo eliminar los gastos por reparaciones y mantenimiento de los componentes del ventilador centrífugo de succión.



CONCLUSIONES FINALES

Este proyecto se enfocó en la solución a un problema puntual en una máquina desmotadora de algodón. El inconveniente consiste en evitar daños a los componentes de un ventilador centrífugo de succión, generados por las materias extrañas extraídas del algodón en bruto en las primeras máquinas de limpieza. Para poder resolverlo, primero se presentó la necesidad de conocer y aprender el funcionamiento de una máquina desmotadora de algodón. Esto fue un desafío debido a la complejidad y cantidad de máquinas necesarias para obtener la fibra del algodón mediante sistemas neumáticos, mecánicos y térmicos; además de los sistemas eléctricos necesarios para el accionamiento de los equipos y máquinas eléctricas que permiten operar a la desmotadora. También fue necesario conocer las características de la fibra del algodón y de qué manera manipularlas permitiendo conservar sus cualidades y satisfacer los requerimientos de la industria textil. Otro desafío fue estudiar y conocer las características de las materias extrañas extraídas del algodón en bruto y de qué manera se comportan en un fluido, para evaluar y seleccionar el tipo de separador adecuado, considerando a su vez los parámetros de presión y velocidad que maneja el sistema neumático. A raíz de todo esto, fue necesario calcular, diseñar y seleccionar elementos de máquinas y equipos y máquinas eléctricas necesarias para complementar la solución al problema planteado. En conclusión, determinar todos los datos necesarios para lograr obtener la mejor solución al problema permitió aplicar y afianzar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería electromecánica.

Al momento de realizar las prácticas profesionales supervisadas, el jefe de mantenimiento de la planta propuso ejecutar una mejora para evitar daños a los componentes del ventilador centrífugo de succión. El planteo del personal fue instalar un equipo separador por gravedad o por choque que impida llegar, al menos un 50%, las materias extrañas al ventilador centrífugo y de esta manera disminuir los costos por reparación y mantenimiento al finalizar cada campaña de desmote de algodón.



En la actualidad, luego de haber transcurrido un tiempo, se concretó en la planta la mejora propuesta por el personal, que asegura que el separador por gravedad o choque cumplió con las expectativas mencionadas. Para esto no hubo un análisis previo o consideración de alguna otra solución que se ajuste al problema y la mejora se fue ajustando mediante pruebas obtenidas durante y finalizada la campaña de desmote de algodón.

Por este motivo, surge la idea para realizar este proyecto final: para analizar y determinar qué tipos de separadores se ajustan a la necesidad para impedir daños de los componentes y eliminar por completo los costos por reparación y mantenimiento del ventilador centrífugo de succión.

Según los resultados obtenidos en este proyecto, se considera que el separador ciclónico es la mejor solución al problema. Es decir, instalar un separador ciclónico para evitar que las materias extrañas extraídas del algodón en bruto dañen los componentes del ventilador centrífugo de succión. Esto teniendo conocimiento previo de que este tipo de separador posee un alto rendimiento para aquellas partículas de gran granulometría. Los datos obtenidos sostienen lo mencionado, debido a que el diseño del ciclón propuesto logra remover un 100% de las materias extrañas para un diámetro equivalente de la partícula mayor $400 \mu m$. Por lo tanto, se concluye que las partículas que generan mayores daños a los componentes del ventilador centrífugo son las de aproximadamente $4,75 \text{ [mm]}$ de diámetro, como se determinó y definió en la planta. Esto garantiza que el ventilador no sufrirá daños luego de haber finalizado cada campaña de desmote de algodón.

Por otra parte, un equipo separador y sus componentes en la línea neumática provocarían una caída de presión considerable. Este parámetro es esencial para el transporte y desmote seguro del algodón. Según los datos obtenidos, la pérdida de presión en el ciclón es aceptable para el diseño, pero para los requerimientos neumáticos para el desmote de algodón no, debido a que la potencia instalada no satisface con lo demandado al instalar un equipo separador en la línea neumática.

Por lo tanto, se consideró instalar un motor eléctrico de mayor potencia para que se ajuste a las presiones solicitadas por las máquinas de limpieza de algodón en bruto. Esta decisión generó



contradicciones durante la ejecución del proyecto debido a la gran inversión que se debía realizar. Pero, invertir en una nueva máquina eléctrica de alta eficiencia promueve el uso racional de la energía eléctrica, porque la inversión se recupera rápidamente en este caso. Además, se evitarían paradas inesperadas del motor eléctrico instalado en la actualidad, debido a que posee un historial de reparaciones y mantenimiento a lo largo de su vida útil causando también un bajo rendimiento y mayores gastos energéticos.

También se ha cuestionado el tipo de arranque para el motor eléctrico de alta eficiencia. Este es muy importante para su correcto funcionamiento y para prolongar su vida útil. Por el momento, el motor que se encuentra instalado es accionado por un arrancador por autotransformadores y sus respectivas protecciones, actualmente obsoletas. Los operarios afirman que ha sido eficiente para su objetivo y no han tenido la necesidad de reemplazarlo.

En el momento de arranque del motor eléctrico del ventilador centrífugo de succión, este no cuenta con carga debido a que el algodón en bruto no se encuentra en el sistema neumático para su correcto transporte y desmote en las primeras máquinas de limpieza. De esta manera, se ha propuesto utilizar un arranque estrella – triangulo y reemplazar los componentes de salida para sustituir el arrancador existente que se considera obsoleto.

Está claro que un arrancador suave es la mejor opción para accionar y proteger el motor eléctrico de alta eficiencia ante picos de corrientes en su arranque. Además, el arrancador suave tiene grandes ventajas sobre el arranque estrella- triangulo en cuestiones de fácil instalación, eficiencia energética y prolongación de la vida útil del motor eléctrico que justificaría la gran inversión del mismo.

Pero, evaluando que la inversión de un arrancador suave es once veces mayor que un arranque estrella – triangulo y el par de arranque no es elevado en el momento de su accionamiento se concluye utilizar el arranque estrella – triangulo, que fue la primera opción para el accionamiento y marcha del motor eléctrico de alta eficiencia.

Para el análisis económico realizado en este proyecto, se evaluó el flujo de caja diferencial que permitió determinar el indicador TIR. Este valor define que no es rentable la mejora propuesta para la empresa dentro de un periodo de ocho años, considerando el riesgo país que se cuenta hasta



la fecha en Argentina. Pero, hay que mencionar que los valores considerados para el análisis son los mismos para cada año que se ha evaluado en el proyecto de inversión, donde puede que estos valores y el riesgo país disminuyan en el futuro. Si bien Argentina no cuenta con un marco jurídico y económico que aliente las inversiones en los últimos años, el negocio de la fibra de algodón y textil ha tenido una gran influencia con el mercado externo, el cual permite realizar a las empresas algodoneras inversiones beneficiosas a largo plazo. También, para el mismo indicador TIR mencionado, se evaluó sin el riesgo país, resultando el proyecto beneficioso. Esto generó la necesidad de evaluar otros indicadores y definir desde otros puntos de vista si es rentable el proyecto o no.

Por lo tanto, para el mismo escenario se evaluaron los indicadores VAN y PRI. El VAN indica que la empresa, al aceptar la mejora propuesta, quedaría con un remanente anual de \$427.801,26 cubriendo la inversión y los gastos operativos dentro de la empresa en un periodo de ocho años. El PRI indica que la inversión se recupera en cuatro años, equivalente a cuatro campañas de desmote de algodón.

Por otra parte, se evaluaron para dos escenarios los flujos de fondos operativos con y sin mejora. Es decir, con la mejora propuesta se tendrá en cuenta la inversión de la misma y el ahorro energético al utilizar una máquina de alta eficiencia. Sin la mejora propuesta en la empresa, los gastos se contemplarían en reparaciones y mantenimiento de los componentes del ventilador centrífugo de succión por los daños causado por las materias extrañas al finalizar la campaña de desmote de algodón.

Entonces, para ambos escenarios se determinó el indicador VAN, siendo el remanente que queda en la empresa luego de un periodo de ocho años. La VAN con la mejora propuesta es de \$2.636.630.785,72 y sin la mejora, el remanente que queda en la empresa es de \$2.636.202.984,46. Así que, la diferencia entre los dos escenarios mencionados es de \$427.801,26.

También, se consideró que la inversión de la mejora propuesta es de \$18.851.843,07, que representa el 3,14% de la ganancia anual de la empresa y el 0,39% de las ganancias para un periodo de ocho años. Por lo tanto, este análisis económico indica que invertir en la mejora propuesta o no,



en función de las ganancias que obtienen anualmente o en un periodo de ochos años, es irrelevante para la empresa y no perjudicaría a la misma en un futuro.

Como conclusión final, se puede decir que la solución propuesta en este proyecto para la empresa es viable económicamente a largo plazo, considerando que la oferta global del algodón está teniendo un crecimiento notable cada año en Argentina. El proyecto garantiza eliminar las materias extrañas del sistema neumático y elimina costos en reparaciones y mantenimiento de los componentes del ventilador centrífugo de succión. Todo esto respetando los parámetros de presión y velocidad para el transporte y desmote seguro del algodón que permite mantener las cualidades de la fibra y las exigencias de los hilanderos. También, desde otra perspectiva fuera de lo técnico económico, este proyecto impulsa a fomentar beneficios sociales. Esto debido a que la empresa integra nuevas tecnologías, para reemplazar aquellas que ya son obsoletas, permitiendo evitar tiempos de paradas en ese sector, concentrando la mano de obra en otra parte de la planta, evitando accidentes laborales por reparaciones y mantenimientos, fomentando al ahorro energético por utilizar máquinas eléctricas de alta eficiencia y promoviendo el cuidado del medio ambiente.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Asociación Electrotécnica Argentina. AEA 90909. (2004). *Corrientes de Cortocircuito en Sistemas Trifásicos de corriente Alterna, Parte 0 – Cálculos de la Corriente*. [PDF]. Asociación Electrotécnica Argentina.
- Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). *Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364. Parte 7 – Reglas Particulares para las Instalaciones en Lugares y Locales Especiales. Sección 771: Viviendas, oficinas y locales (unitarios)*. [PDF]. Asociación Electrotécnica Argentina.
- Anthony, W.S. and Mayfield, W.D. (1994). *Cotton Ginners Handbook*. The United States Department of Agriculture.
- Benitez Gasca, A. E. (2019). *Diseño de Cámara de Separación por Gravedad para Partículas de Hule y Textil*. [PDF]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bonanno G. y Capomassi J. (2008). *Guía para la Inversión Económica Financiera de los Proyectos de Inversión*. [PDF]. Universidad de Buenos Aires, Facultad de ingeniería. Buenos Aires, Argentina.
- Casillas, A. L. (2008). *Máquinas. Cálculo de taller*. [PDF]. España.
- Elementos de Maquinas (2018). Ing. Grenón y Ing. Colman (Comp.). *Cadenas de transmisión*. [PDF].
- Echeverri Londoño, C. A. (2006). *Diseño óptimo de ciclones*. [PDF]. Revista Ingeniería Universidad de Medellín. Medellín, Colombia.
- GRUBER HERMANOS. *Ciclones de alta eficiencia*. [PDF]. Burceña, Baracaldo (Vizcaya). [PDF]. <https://www.gruberhermanos.com/>.
- Grupo A&P. *Tipos de separadores de polvo y filtros*. Hojas técnicas. Chile. <https://www.solerpalau.com/es-cl/>.



- Grupo SKF (2015). *Rodamientos SKF*. [PDF]. <https://www.skf.com/ar> .
- Guerra, G. (2017). *Modelado y Simulación del Funcionamiento de un Separador Ciclónico*. <https://simulacionblog.wordpress.com>.
- Guía MTD. *Guía de mejores técnicas disponibles para el uso eficiente de la energía en plantas del sector metalmeccánico*. [PDF]. <https://www.agenciasustentabilidad.cl>.
- Hernández Calleja, A. (2001). *NTP 609: Agentes biológicos: equipos de muestreo (I)*. [PDF]. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- LUMMUS AG TECHNOLOGY (2020). *Catálogos LUMMUS*. Savannah, Georgia USA. <https://www.lummus.com/>.
- Máquinas de Elevación y transporte (2021). Ing. Debarbora (comp.). *Manual de Transportadores Helicoidales*. [PDF]. <https://www.academia.edu/>.
- Martin (2022). *Manejo de Materiales*. [PDF]. <https://www.martinsprocket.com/>.
- Merlo, M. G. (2004). *¿Cuál es la tasa de corte en la Argentina?* [PDF]. Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina. www.ssrn.com.
- Pilay Guerra, D. A. y Gavidía García, L. F. (2020). *Estudio y Diseño de un Ciclón para el Control de Partículas para una Empresa Productora de Libros en la Ciudad de Guayaquil*. [PDF]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.
- Ricciardi, A. A. y Schmidt, J. (1966). *Manual para Desmotadores de Algodón*. INTA Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
- Rodríguez, J. F., Alarcón, U. F., García Bedoya, O. y Benavides, G. (2017). *Diseño y prototipo de un precipitador electrostático*. [PDF]. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Schneider Electric (2000). *Cuaderno Técnico N°158, Cálculo de Corriente de Cortocircuito*. [PDF]. España.



Schneider Electric (1999). *Manual electrotécnico, Tecnologías de Control Industrial*. [PDF]. España.

Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. (2017). *Guía de Eficiencia energética para Motores Eléctricos*. [PDF]. República Argentina. <https://www.argentina.gob.ar>.

Unión Agrícola de Avellaneda (UAA) (2021/22). *Memoria y Balance General*. [PDF]. Avellaneda, Santa Fe, Argentina. <https://www.aaa.com.ar/memoria-y-balances/>

WEG (2022). *Maniobra y Protección de Motores y Circuitos Eléctricos*. Jaraguá do Sul, Brasil. [PDF]. www.weg.net.



Anexo I - Cálculos



CAPÍTULO 3

3.2. Determinación de las Dimensiones del Ciclón

A continuación, se hallan las dimensiones del ciclón en función del diámetro y las relaciones propuestas por el ciclón tipo Stairmand:

- Altura de entrada del ciclón:

$$a = 0,5 \times D_c = 0,5 \times 1,64 [m] = 0,82 [m]$$

- Ancho de entrada del ciclón:

$$b = 0,2 \times D_c = 0,2 \times 1,64 [m] = 0,328 [m]$$

- Altura de salida del ciclón:

$$S = 0,5 \times D_c = 0,5 \times 1,64 [m] = 0,82 [m]$$

- Diámetro de salida del ciclón:

$$D_s = 0,5 \times D_c = 0,5 \times 1,64 [m] = 0,82 [m]$$

- Altura parte cilíndrica del ciclón (h):

$$h = 1,5 \times D_c = 1,5 \times 1,64 [m] = 2,46 [m]$$

- Altura parte cónica del ciclón (z):

$$z = 2,5 \times D_c = 2,5 \times 1,64 [m] = 4,1 [m]$$

- Altura total del ciclón (H):

$$H = 4 \times D_c = 4 \times 1,64 [m] = 6,56 [m]$$

- Diámetro de salida materias extrañas (B):

$$B = 0,375 \times D_c = 0,375 \times 1,64 [m] = 0,615 [m]$$



3.3. Verificación de los Parámetros de Diseño del Ciclón

La relación de velocidades se verifica mediante la siguiente expresión:

$$\frac{V_t}{V_s} < 1,35 \quad \text{verifica}$$

Para realizar este análisis se debe calcular la velocidad equivalente y luego la velocidad de saltación.

3.3.1. Velocidad Equivalente (W)

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$W = \sqrt[3]{\frac{4 \times g \times \mu \times (\rho_p - \rho)}{3 \times \rho^2}}$$

Donde:

- Densidad del aire: $\rho = 0,6746 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$
- Densidad de materias extrañas: $\rho_p = 500 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$
- Viscosidad dinámica del fluido: $\mu_d = 2,760 \times 10^{-5} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mseg}} \right]$
- Velocidad de entrada del ciclón: $V_t = 22 \text{ [m/seg]}$

Entonces, tenemos que:

$$W = \sqrt[3]{\frac{4 \times 9,8 \text{ [m/seg}^2\text{]} \times 2,760 \times 10^{-5} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{mseg}} \right] \times (500 \text{ [Kg/m}^3\text{]} - 0,6746 \text{ [Kg/m}^3\text{]})}{3 \times (0,6746 \text{ [Kg/m}^3\text{]})^2}}$$

$$W = 0,734 \text{ [m/seg]}$$



3.3.2. Velocidad de Saltación (V_S)

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_S = \frac{4,9 \times W \times K_b^{0,4} \times D_C^{0,067} \times \sqrt[3]{V_t^2}}{\sqrt[3]{1 - K_b}}$$

De esta manera, determinando antes la relación de ancho de entrada del ciclón con la siguiente expresión:

$$K_b = \frac{b}{D_C} = \frac{0,328 [m]}{1,64 [m]} = 0,2$$

Tenemos que:

$$V_S = \frac{4,9 \times 0,734 [m/seg] \times (0,2)^{0,4} \times (1,64 [m])^{0,067} \times \sqrt[3]{(22 \left[\frac{m}{seg} \right])^2}}{\sqrt[3]{1 - 0,2}}$$

$$V_S = 16,52 [m/seg]$$

Por lo tanto, la relación de velocidades es:

$$\frac{V_t}{V_S} = \frac{22 [m/seg]}{16,52 [m/seg]} = 1,33$$

$$1,33 < 1,35 \text{ verifica}$$

3.3.3. Longitud Natural del Ciclón (L)

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$L = 2,3 \times D_S \times \sqrt[3]{\frac{(D_C)^2}{a \times b}}$$



Donde:

- D_C : Diámetro del ciclón = 1,64 [m]
- D_S : Diámetro de salida del ciclón = 0,82 [m]
- a : Altura de entrada del ciclón = 0,82 [m]
- b : Ancho de entrada del ciclón = 0,328 [m]

Se verifica otra condición, que debe cumplir con lo siguiente expresión:

$$L < H - S$$

Donde:

- H : Altura total del ciclón = 6,56[m]
- S : Altura de salida del ciclón = 0,82 [m]

Entonces tenemos que:

$$L = 2,3 \times 0,82 [m] \times \sqrt[3]{\frac{(1,64 [m])^2}{0,82 [m] \times 0,328 [m]}} = 4,06 [m]$$

Verificamos si cumple la condición, siendo:

$$H - S = 6,56 [m] - 0,82 [m] = 5,74 [m]$$

De esta manera:

$$4,06 [m] < 5,74 [m] \quad \text{Verifica}$$

3.3.4. Factor de Configuración (G)

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$G = \frac{8 \times K_C}{(K_a \times K_b)^2}$$



3.3.4.1. Volumen del Ciclón Evaluado a la Salida (V_{SC})

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_{SC} = \frac{\pi}{4} \times \left(S - \frac{a}{2} \right) \times [(D_C)^2 - (D_S)^2]$$

Donde:

- Altura de salida del ciclón: $S = 0,82 [m]$
- Altura de entrada del ciclón: $a = 0,82 [m]$
- Diámetro del ciclón: $D_C = 1,64 [m]$
- Diámetro de salida: $D_S = 0,82 [m]$

Entonces:

$$V_{SC} = \frac{\pi}{4} \times \left(0,82 [m] - \frac{0,82 [m]}{2} \right) \times [(1,64 [m])^2 - (0,82 [m])^2] = 0,65 [m^3]$$

3.3.4.2. Volumen del Ciclón Evaluado sobre la Longitud (V_R)

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_R = \frac{\pi}{4} \times D_C^2 \times (h - S) - \left(\frac{\pi}{4} \times D_S^2 \times L \right) + \left[\frac{\pi}{12} \times D_C^2 \times (L + S - h) \times \left[1 + \frac{K_L}{D_C} + \left(\frac{K_L}{D_C} \right)^2 \right] \right]$$

Donde:

- Diámetro del ciclón: $D_C = 1,64 [m]$
- Diámetro de salida: $D_S = 0,82 [m]$
- Altura de salida del ciclón: $S = 0,82 [m]$
- Altura parte cilíndrica: $h = 2,46 [m]$
- Longitud natural del ciclón: $L = 4,06 [m]$



Antes, se determina el factor de dimensiones lineales que está dada por la siguiente ecuación:

$$K_L = D_C - (D_C - B) \times \left[\frac{(S + L - h)}{z} \right]$$

Donde:

- Altura parte cónica: $z = 4,1 [m]$
- Longitud natural del ciclón: $B = 0,615 [m]$

Entonces:

$$K_L = 1,64 [m] - \left[(1,64[m] - 0,615[m]) \times \left(\frac{0,82[m] + 4,06[m] - 2,46[m]}{4,1 [m]} \right) \right]$$

$$K_L = 1,035 [m]$$

Por lo tanto, tenemos que:

$$V_R = \frac{\pi}{4} \times (1,64 [m])^2 \times (2,46 [m] - 0,82 [m]) - \left(\frac{\pi}{4} \times (0,82 [m])^2 \times 4,06 [m] \right)$$

$$+ \left[\frac{\pi}{12} \times (1,64 [m])^2 \times (4,06 [m] + 0,82 [m] - 2,46 [m]) \right]$$

$$\times \left[1 + \frac{1,035 [m]}{1,64 [m]} + \left(\frac{1,035 [m]}{1,64 [m]} \right)^2 \right]$$

$$V_R = 4,778 [m^3]$$

3.3.4.3. Factores Volumétricos (K_a , K_b y K_c)

Por último, se determinan los factores volumétricos de K_a , K_b y K_c .



➤ **El factor dimensional de las proporciones volumétricas del ciclón (K_C)**

Se da por la siguiente ecuación:

$$K_C = \frac{V_{SC} + \frac{V_R}{2}}{D_C^3} = \frac{0,65 [m^3] + \frac{4,778 [m^3]}{2}}{(1,64 [m])^3} = 0,689$$

➤ **Relación entre la altura de entrada y el diámetro del ciclón (K_a)**

Se da por la siguiente ecuación:

$$K_a = \frac{a}{D_C} = \frac{0,82 [m]}{1,64 [m]} = 0,5$$

➤ **Relación entre la base de entrada y el diámetro del ciclón (K_b)**

Se da por la siguiente ecuación:

$$K_b = \frac{b}{D_C} = \frac{0,328 [m]}{1,64 [m]} = 0,2$$

Por lo tanto, el factor de configuración es:

$$G = \frac{8 \times K_C}{(K_a \times K_b)^2} = \frac{8 \times 0,689}{(0,5 \times 0,2)^2} = 551,22$$

3.4. Cálculo Eficiencia del Ciclón

3.4.1. Exponente del Vórtice

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$n = 1 - (1 - 0,67 \times D_C^{0,14}) \times \left(\frac{T}{283}\right)^{0,3}$$



Donde:

- Temperatura: $T = 250 [^{\circ}C] = 523 [^{\circ}K]$
- Diámetro del ciclón: $D_c = 1,64 [m]$

Entonces:

$$n = 1 - \left[\left[1 - (0,67 \times (1,64 [m])^{0,14}) \right] \times \left(\frac{523}{283} \right)^{0,3} \right]$$

$$n = 0,66$$

El valor determinado está dentro del rango de los ciclones.

3.4.2. Tiempo de Relajación (T_i)

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$T_i = \frac{\rho_p \times (D_p)^2}{18 \times \mu}$$

Donde:

- Densidad de materias extrañas: $\rho_p = 500 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$
- Viscosidad dinámica del fluido: $\mu_d = 2,760 \times 10^{-5} \left[\frac{Kg}{mseg} \right]$
- Diámetro equivalente de la partícula (D_p)

La eficiencia del ciclón se expresa de la siguiente manera:

$$\eta_i = 1 - e^{\left[-2 \times \left(\frac{G \times T_i \times Q(n+1)}{D_c^3} \right)^{\frac{0,5}{(n+1)}} \right]}$$

Donde:

- Factor de configuración: $G = 551,22$



- Caudal: $Q = 5,896 [m^3/seg]$
- Exponente del vórtice: $n = 0,66$
- Diámetro del ciclón: $D_C = 1,64 [m]$
- Tiempo de relajación (T_i)

3.6. Calculo Caída de Presión del Ciclón

3.6.1. Número de Cabezas de Velocidad

Se determina mediante la siguiente expresión:

$$N_H = K \times \frac{a \times b}{(D_S)^2}$$

Donde:

- Constante para ciclones de entrada tangencial: $K = 16$
- Alto de entrada del ciclón: $a = 0,82 [m]$
- Ancho de entrada del ciclón: $b = 0,328 [m]$
- Diámetro de salida: $D_S = 0,82 [m]$

Entonces:

$$N_H = 16 \times \frac{0,82 [m] \times 0,328 [m]}{(0,82 [m])^2}$$

$$N_H = 6,4$$

De esta manera, la caída de presión está dada por la siguiente expresión:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times \rho \times (V_t)^2 \times N_H$$

Donde:

- Caída de presión (ΔP)
- Densidad del aire: $\rho = 0,6746 [Kg/m^3]$
- Velocidad de entrada del ciclón: $V_t = 22 [m/seg]$



- Número de cabezas de velocidad: $N_H = 6,4$

Entonces:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times 0,6746 \text{ [Kg/m}^3\text{]} \times (22 \text{ [m/seg]})^2 \times 6,4$$

$$\Delta P = 1045 \text{ [Pa]}$$

CAPÍTULO 4

4.1. Cálculo de Caída de Presión Total del Sistema Neumático

A continuación, se determina cada una de las pérdidas de presión.

4.1.1. Pérdida de Presión Dinámica

La pérdida de presión está dada por la siguiente expresión:

$$P_d = \frac{(V_t)^2 \times \rho_{aire}}{2}$$

Donde:

- Pérdida de presión dinámica (P_d)
- Densidad del aire: $\rho_{aire} = 0,6746 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$
- Velocidad de entrada: $V_t = 22 \text{ [m/seg]}$

Entonces, tenemos que:

$$P_d = \frac{\left(22 \left[\frac{m}{seg}\right]\right)^2 \times 0,6746 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]}{2} = 163,25 \text{ [Pa]}$$



4.1.2. Pérdida de Presión en las Paredes

La pérdida de presión en las paredes está dada por la siguiente expresión:

$$P_{pe} = l \times \frac{\gamma}{D_t} \times P_d$$

Donde:

- Pérdida de presión dinámica: $P_d = 163,25 [Pa]$
- Longitud de la tubería: $l = 12,4 [m]$
- Diámetro del tubo: $D_t = 0,5842 [m]$
- Coeficiente de resistencia (γ)

Se determina la pérdida de presión estática conociendo las dimensiones del tubo que permite el transporte de las materias extrañas: su longitud $12,4 [m]$ y su diámetro $584,2 [mm]$. Obteniendo el coeficiente de resistencia a través de la siguiente formula:

$$\gamma = 0,0125 + \frac{0,011}{0,5842 [m]} = 0,0313$$

Entonces:

$$P_{pp} = 12,4 [m] \times \frac{0,0313}{0,5842 [m]} \times 163,25 [Pa] = 108,46 [Pa]$$

4.1.3. Pérdida de Presión en Accesorios

La pérdida de presiones en accesorios está dada por la siguiente expresión:

$$P_{pa} = c \times \delta \times P_d$$

Donde:

- Pérdida de presión dinámica: $P_d = 163,25 [Pa]$



- Factor de Resistencia: $\delta = 0,15$
- Cantidad de codos de 90° : $c = 4$
- Cantidad de codos de 45° : $c = 0,5$

Entonces:

$$P_{pa} = 4,5 \times 0,15 \times 163,25 [P_a] = 110,20 [P_a]$$

4.2. Calculo Potencia de Compensación

La potencia de compensación está dada por la siguiente expresión:

$$P_{comp} = \frac{Q \times P_{Tfinal}}{\eta_t}$$

Donde:

- Pérdida de presión final: $P_{Tfinal} = 1783,8 [P_a]$
- Caudal: $Q = 5,896 [m^3/seg]$
- Eficiencia: $\eta_t = 0,7$, considerado para las peores condiciones del sistema.

Por lo tanto, tenemos que:

$$P = \frac{5,896 [m^3/seg] \times 1783,8 [P_a]}{0,7} = 15024,7 [W] \cong 20,1 [HP]$$

CAPÍTULO 5

5.1. Cálculo y Dimensionamiento del Transportador Tornillo Sin Fin

Se inicia planteando la ecuación de capacidad de transporte para determinar las dimensiones principales del transportador tornillo sin fin.

$$Q_t = 3600 \times S \times v \times \rho_p \times i$$



Dónde:

- Área de relleno del canalón: $S = \lambda \times \frac{\pi \times D^2}{4}$
- Velocidad de desplazamiento del transportador: $v = \frac{p \times n}{60}$
- Paso de la hélice: $p = 0,8 \times D$
- Velocidad de giro del eje del tornillo. De acuerdo al tipo de material a transportar (algodón, semilla, cascarilla, fibrilla, hiervas y palos) se considera una velocidad: $n = 80 [rpm]$.
- Coeficiente de disminución del flujo de material debido a la inclinación del transportador. Como la inclinación es de 20° : $i = 0,6$

Reemplazando las expresiones anteriores a la ecuación de la capacidad del transportador tornillo sin fin tenemos que:

$$Q_t = 3600 \times \left(\lambda \times \frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \frac{0,8 \times D \times n}{60} \times \rho_p \times i$$

Donde:

- Coeficiente de llenado: $\lambda = 0,3$
- Densidad de materias extrañas: $\rho_p = 500 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$
- Coeficiente de resistencia del material transportado: $B = 0,5$
- Velocidad máxima tornillo sin fin: $n = 80 [rpm]$

Despejando el diámetro del canalón, tenemos que:

$$3,2 [Tn/Hs] = 3600 \times \left(0,3 \times \frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times \frac{0,8 \times D \times 80 [rpm]}{60} \times 0,5 \left[\frac{Tn}{m^3} \right] \times 0,6$$

$$3,2 \left[\frac{Tn}{Hs} \right] = 271,4 \left[\frac{Tn}{m^3 \times Hs} \right] \times D^3$$



$$D = \sqrt[3]{\frac{3,2 \left[\frac{Tn}{h} \right]}{339,3 \left[\frac{Tn}{m^3 \times h} \right]}} = 0,21127 [m] = 21,127 [cm]$$

Por lo tanto, para un diámetro del canalón seleccionado de 27,305[cm] se puede determinar el paso de la hélice mediante la siguiente expresión:

$$p = 0,8 \times D = 0,8 \times 27,305 [cm] = 21,844 [cm]$$

5.2. Potencia del Motor

Cada uno de los componentes de la potencia se describe y se determina a continuación:

- Potencia para el desplazamiento horizontal del material:

$$P_H = B \times \frac{Q \times L}{270}$$

Donde:

- Factor de potencia del material: $B = 0,5$
- Capacidad de transporte: $Q_t = 3,2 [Tn/Hs]$
- Longitud del transportador: $L = 4,5 [m]$

Entonces:

$$P_H = 0,5 \times \frac{3,2 \left[\frac{Tn}{Hs} \right] \times 4,5 [m]}{270} = 0,0267 [HP]$$

- Potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío:

$$P_N = \frac{A \times n \times L}{270}$$

Donde:

- Coeficiente de rozamiento en los soportes del eje: $A = 0,035$



- Velocidad de giro del tornillo: $n = 80 [rpm]$
- Longitud del transportador: $L = 4,5 [m]$

Entonces:

$$P_N = \frac{0,035 \times 80 [rpm] \times 4,5 [m]}{270} = 0,046 [HP]$$

- Potencia necesaria para el caso de un tornillo sin fin inclinado:

$$P_i = \frac{Q \times H}{270}$$

Donde:

- Altura de la instalación: $H = 1,54 [m]$
- Capacidad de transporte: $Q_t = 3,2 \left[\frac{Tn}{Hs} \right]$

$$P_i = \frac{3,2 \left[\frac{Tn}{Hs} \right] \times 1,54 [m]}{270} = 0,0182 [HP]$$

De esta manera, tenemos que la potencia del motor es:

$$P = P_H + P_N + P_i$$

$$P = 0,0267 [HP] + 0,046 [HP] + 0,0182 [HP] = 0,0909 [HP]$$

5.3. Selección Grupo Motriz

5.3.2. Selección Piñón, Corona y Cadena

Para seleccionar el piñón, corona y cadena, se consideran los siguientes datos:

- Potencia: $0,25 [HP] = 0,186 [Kw]$
- Velocidad de salida: $n_1 = 100 [rpm]$
- Velocidad del tornillo sin fin: $n_2 = 80 [rpm]$



De esta manera, con los datos planteados anteriormente se determina la relación de transmisión con la siguiente expresión:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{100 \text{ [rpm]}}{80 \text{ [rpm]}} = 1,25$$

A continuación, se determina el número de dientes de la corona con el siguiente grafico:

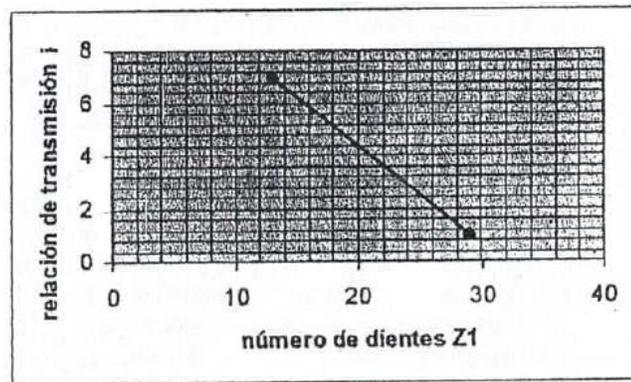


Tabla – relación de transmisión y numero de dientes

Fuente: *Elementos de Maquinas (2018), Cadenas de transmisión.*

Para una relación de transmisión $i = 1,25$, se va a interpolar utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{7 - 1}{29 - 13} = \frac{7 - i}{z_1 - 13}$$

$$z_1 = \left[\frac{7 - 1,25}{7 - 1} \times (29 - 13) \right] + 13 \rightarrow z_1 = 28,33$$

Se ha considerado utilizar para el piñón un numero de dientes impar de $z_1 = 29$, ya que las cadenas poseen generalmente número par de eslabones y esto garantiza un desgaste más uniforme de los elementos engranados. Para seleccionar, se utiliza la siguiente expresión:



$$i = \frac{Z_1}{Z_2} \rightarrow Z_2 = \frac{Z_1}{i} = \frac{29}{1,25} = 23$$

Por lo tanto, la velocidad en el eje del tornillo sin fin es:

$$n_1 \times Z_2 = n_2 \times Z_1$$

$$n_2 = \frac{100 [rpm] \times 23}{29} = 79.31 \cong 80 [rpm]$$

Para la transmisión se utiliza una cadena de rodillos. Pero antes de su correcta selección se realizarán los cálculos necesarios para un mayor criterio en su selección. Primero se determinará el número de hileras necesaria para la transmisión por cadena, con la siguiente expresión:

$$m_r = \frac{F}{A \times P} \times K_e$$

Siendo:

- Fuerza útil de la corona (F)
- Área resistiva: $A = 50 [mm^2]$
- Presión admisible en la articulación de la cadena: $P = 31,5 [Mpa]$
- Coeficiente de explotación (K_e)

En la siguiente tabla, se determina el valor del área resistiva en función del paso de la corona denominación 08B.

Denominación ISO	paso		Diámetro de rodillo mm	Ancho interior mm	Paso transversal mm	Diámetro de pasador mm	Altura de la placa interior mm	Área resistiva mm ² *	Masa lineal kg/m*
	mm	pulgada							
05B	8		5	3	5,64	2,31	7,11	11	0,18
06B	9,525	3/8	6,35	5,72	10,24	3,28	8,26	28	0,41
08A	12,7	1/2	7,92	7,85	14,38	3,98	12,07	44	0,60
08B	12,7	1/2	8,51	7,75	13,92	4,45	11,81	50	0,70
081	12,7	1/2	7,75	3,3	-	3,66	9,91	21	0,28
083	12,7	1/2	7,75	4,88	-	4,09	10,3	29 #	0,44 #
084	12,7	1/2	7,75	4,88	-	4,09	11,15	36 #	0,59 #

Tabla - Dimensiones de las cadenas de rodillos según NORMA 606.

Fuente: Elementos de Maquinas (2018). Cadenas de transmisión.



En la siguiente tabla se determina la presión admisible en las articulaciones de las cadenas en función del paso.

Paso, t, mm	[p], [MPa] para la velocidad de rotación del piñón en rpm.										
	<50	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2400	2800
12,70-15,875	35	31,5	28,5	26	24	22,5	21	18,5	16,5	1,5	1,4
19,05-25,40	35	30	26	23,5	21	19	17,5	15	-	-	-
31,75-38,10	35	29	21	18,5	16,5	15	-	-	-	-	-
40,00-50,80	35	26	21	17,5	15	-	-	-	-	-	-

Tabla – Presión admisible en las articulaciones de las cadenas

Fuente: *Elementos de Maquinas (2018). Cadenas de transmisión.*

Para determinar los parámetros faltantes del número de hileras, primero se determina la velocidad en la corona, siendo:

$$V = \frac{z_1 \times t \times n_1}{60000}$$

Donde:

- Dientes piñón: $Z_1 = 29$
- Paso: $t = 12,7 [mm]$
- Velocidad de la corona: $n_1 = 100 [rpm]$

Entonces:

$$V = \frac{29 \times 12,7 [mm] \times 100 [rpm]}{60000} = 0,613 [m/seg]$$

De esta manera, se podrá calcular la fuerza útil de la corona que está dada por la siguiente expresión:

$$F = \frac{N}{V}$$

Donde:

- Potencia: $N = 0,25 [HP] = 0.186 [Kw]$
- Velocidad: $V = 0,613 [m/seg]$



Entonces:

$$F = \frac{0,186 [Kw] \times 1000}{0,613 \left[\frac{m}{seg} \right]} = 303,42 [N]$$

Por último, se calcula el coeficiente de explotación necesario para determinar luego el número de hileras de la cadena de rodillos, siendo:

$$K_e = K_d \times K_a \times K_h \times K_r \times K_l \times K_{reg}$$

Donde:

- Coeficiente de carga dinámica: $K_d = 1$, para una carga suave.
- Coeficiente de la longitud de la cadena: $K_a = 1$, para la distancia entre centros $a = 386,703 [mm]$ que cumple con el siguiente rango.

$$(30t < a < 50t)$$

- Coeficiente de la posición de la cadena: $K_h = 1$, inclinación de la línea entre centros hasta 60° .
- Coeficiente por regulación de la transmisión por cadena: $K_{reg} = 1$, regulación del eje de una de las ruedas.
- Coeficiente del carácter de la lubricación: $K_l = 1,5$, lubricación periódica.
- Coeficiente para el régimen de trabajo: $K_r = 1$, un turno de trabajo.

Por lo tanto, el cálculo del coeficiente es:

$$K_e = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,5 \times 1 = 1,5$$

Entonces, el número de hileras es:

$$m_r = \frac{303,42 [N]}{50 [mm^2] \times 31,5 [Mpa]} \times 1,5 = 0,29$$

Por lo tanto, es necesario colocar solamente una hilera.

También, se determina la longitud de cadena de rodillo necesaria para la transmisión, por lo tanto, se utiliza la siguiente expresión:



$$L = (2 \times a) + \left(\frac{(Z_1 + Z_2) \times t}{2} \right) + \frac{\left(\frac{Z_1 - Z_2}{2\pi} \right)^2 \times t^2}{a}$$

Donde:

- Dientes piñón: $Z_1 = 29$
- Dientes corona: $Z_2 = 23$
- Paso: $t = 12,7 [mm]$
- Distancia entre centros: $a = 386,703 [mm]$

Por lo tanto, la longitud de la cadena de rodillo necesaria para la transmisión es:

$$L = (2 \times 386,703 [mm]) + \left(\frac{(29 + 23) \times 12,7 [mm]}{2} \right) + \frac{\left(\frac{29 - 23}{2\pi} \right)^2 \times (12,7 [mm])^2}{386,703 [mm]}$$

$$L = 1104 [mm]$$

Por otra parte, podemos llegar a estimar la duración de la transmisión para contar con una referencia estimada del tiempo útil del mismo. El criterio que se considera es el desgaste admisible, las condiciones de lubricación, la limpieza de la transmisión, tipo de cadena y el dinamismo de la carga. Por lo tanto, el tiempo de duración útil de la transmisión está expresado de la siguiente manera:

$$H = \left[\frac{4350 \times \Delta t \times K_C \times K_1 \times \sqrt{Z_1}}{\left(\frac{P \times K_e}{A \times m_r} \right)} \right] \times \sqrt[3]{\frac{Z_1 \times a}{Z_2 \times t \times V}}$$

Donde:

- Coeficiente por tipo de cadena: $K_C = 1,2$, cadena de rodillo.
- Coeficiente de intensidad de desgaste: $K_1 = 1$, condiciones de lubricación y limpieza.
- Norma de desgaste admisible: $\Delta t = 3\%$
- Numero de hileras: $m_r = 0,29$
- Área resistiva: $A = 50 [mm^2]$



- Presión admisible en la articulación de la cadena: $P = 31,5 [Mpa]$
- Coeficiente de explotación: $K_e = 1,5$
- Dientes piñón: $Z_1 = 29$
- Dientes corona: $Z_2 = 23$
- Paso: $t = 12,7 [mm]$
- Velocidad: $V = 0,613 [m/seg]$
- Distancia entre centros: $a = 386,703 [mm]$

$$H = \left[\frac{4350 \times 3 \times 1,2 \times 1 \times \sqrt{29}}{(31,5 [Mpa] \times 1,5) \times (50 [mm^2] \times 0,29)} \right] \times \sqrt[3]{\frac{29 \times 386,703 [mm]}{23 \times 12,7 [mm] \times 0,613 [m/seg]}} = 102794 [hs]$$

Como conclusión, podemos decir que el resultado supera el tiempo de duración de referencia de 5000 [hs], por lo que indica que el desgaste de las articulaciones no generará un alargamiento en la cadena durante su vida útil.

5.4. Selección de Rodamientos

Para la selección del rodamiento se deben determinar primero las fuerzas axiales y radiales a las que va a estar sometido el rodamiento.

La fuerza axial necesaria para desplazar el material a través del tornillo sin fin se define con la siguiente expresión:

$$F_a = 12240 \times \frac{P_{motor}}{\pi \times D \times n}$$

Donde:

- Fuerza axial: $F_a [Kg]$
- Potencia del motor: $P_{motor} = 0.25 [HP] = 0.186 [Kw]$
- Diámetro del canalón: $D = 0.273 [m]$
- Velocidad del tornillo sin fin: $n = 80 [rpm]$



Entonces:

$$F_a = 12240 \times \frac{0.186 [Kw]}{\pi \times 0.273 [m] \times 80 [rpm]} = 33,2 [Kg]$$

El siguiente parámetro a definir es la fuerza radial, para esto primero se debe determinar el peso del tornillo sin fin y su conjunto, siendo:

$$G = G_{tubo} + G_{heli} + G_{eje}$$

Donde:

- Peso total tornillo sin fin: $G [Kg]$.
- Peso del tubo: $G_{tubo} [Kg]$.
- Peso de las hélices del tornillo sin fin: $G_{heli} [Kg]$.
- Peso de los ejes: $G_{eje} [Kg]$.

El peso del tubo se determinará con la siguiente expresión:

$$G_{tubo} = \rho_{acero} \times \left[\frac{\pi \times [(d_e)^2 - (d_i)^2] \times L}{4} \right]$$

Donde:

- Densidad del acero: $\rho_{acero} = 7850 [Kg/m^3]$
- Diámetro exterior del tubo: $d_e = 21,3 [mm] = 0,0213 [m]$
- Diámetro interior del tubo: $d_i = 15,76 [mm] = 0,01576 [m]$
- Longitud del tornillo: $L = 4,5 [m]$

Entonces:

$$G_{tubo} = 7850 [Kg/m^3] \times \left[\frac{\pi \times [(0,0213 [m])^2 - (0,01576 [m])^2] \times 4,5 [m]}{4} \right]$$

$$G_{tubo} = 5,7 [Kg]$$



El peso de las hélices del tornillo sin fin se determina con la siguiente expresión:

$$G_{heli} = \rho_{acero} \times V_{heli}$$

Siendo:

- Volumen de las hélices del tornillo sin fin:

$$V_{heli} = n \times \left[\frac{\pi \times [(d_{et})^2 - (d_{it})^2] \times e}{4} \right]$$

Donde:

- Diámetro exterior de la hélice del tornillo: $d_{eh} = 273 \text{ [mm]} = 0,273 \text{ [m]}$
- Diámetro interior de la hélice del tornillo: $d_{ih} = 21,3 \text{ [mm]} = 0,0213 \text{ [m]}$
- Espesor de hélice: $e = 3 \text{ [mm]}$
- Cantidad de hélices: n

Para determinar el volumen de las hélices del tornillo sin fin se considera como una circunferencia a las hélices. La cantidad de estas hélices estará en función del paso, espesor y la longitud del tornillo sin fin. Por lo tanto, la cantidad de hélices en el tornillo sin fin se determina con la siguiente expresión:

$$L = n \times e \times [(n - 1) \times p]$$

Donde:

- Longitud del tornillo sin fin: $L = 4,4 \text{ [m]}$
- Paso de la hélice: $p = 21,844 \text{ [cm]} = 218,44 \text{ [mm]}$

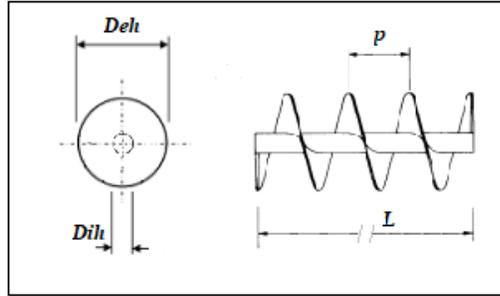


Imagen – Parámetros de hélice del tornillo sin fin

Fuente: Catálogo Martin (2022). Manejo de Materiales.

Despejando la cantidad de hélices de la ecuación, tenemos que:

$$n = \frac{L + p}{e + p} = \frac{4400[mm] + 218,44 [mm]}{3 [mm] + 218,44 [mm]} = 21,04 \cong 21$$

Entonces:

$$G_{heli} = 21 \times 7850[Kg/m^3] \times \left[\frac{\pi \times [(0,273 [m])^2 - (0,0213[m])^2] \times 0,003[m]}{4} \right]$$

$$G_{heli} = 28,77 [Kg]$$

El peso de los ejes, se determina con la siguiente expresión:

$$G_{eje} = \rho_{acero} \times \left[\frac{\pi \times (D)^2 \times L}{4} \right]$$

Teniendo en cuenta que tenemos diferentes tipos de ejes, se calcula el peso de cada uno de ellos considerando que no han sido mecanizados.

- Eje lado terminal del tornillo sin fin:
 - Diámetro del eje: $D = 0,016 [m]$
 - Longitud del eje: $L = 0,110 [m]$



$$G_{eje1} = 7850 [Kg/m^3] \times \left[\frac{\pi \times (0,016 [m])^2 \times 0,110 [m]}{4} \right] = 0,173 [Kg]$$

- Eje lado motriz del tornillo sin fin:
 - Diámetro del eje: $D = 0,016 [m]$
 - Longitud del eje: $L = 0,150 [m]$

$$G_{eje2} = 7850 [Kg/m^3] \times \left[\frac{\pi \times (0,016 [m])^2 \times 0,150 [m]}{4} \right] = 0,236 [Kg]$$

Entonces:

$$G_{eje} = G_{eje1} + G_{eje2}$$

$$G_{eje} = 0,173 [Kg] + 0,236 [Kg] = 0,409 [Kg]$$

De esta manera, el peso total del tornillo sin fin es:

$$G = 5,7 [Kg] + 28,77 [Kg] + 0,409 [Kg] = 34,88 [Kg]$$

Para determinar la fuerza radial se plantea un diagrama de fuerzas, considerando el peso del tornillo y su conjunto, y sentado los mismos por medio de dos apoyos. Se debe tener en cuenta a su vez que el transportador tiene una inclinación con respecto a plano para el transporte del material.

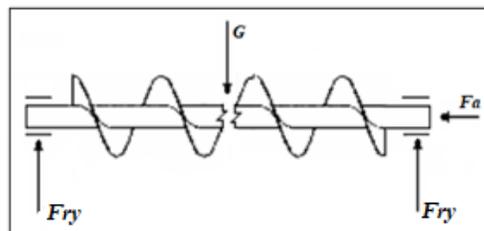


Imagen – Diagrama de fuerzas: peso del tornillo y conjunto, fuerza axial y fuerza radial.

Fuente: *Elaboración propia.*



Considerando solamente las fuerzas solicitadas en el eje y, tenemos que:

$$\sum F_y = 0$$

$$2 \times F_{ry} - G = 0 \rightarrow F_{ry} = \frac{G}{2} = \frac{34,88 \text{ [Kg]}}{2} = 17,44 \text{ [Kg]}$$

Como el transportador se encuentra con una Inclinación, el valor de la fuerza radial es:

$$F_r = F_{ry} \times \cos \alpha$$

$$F_r = 16,28 \text{ [Kg]} \times \cos 20^\circ = 16,4 \text{ [Kg]}$$

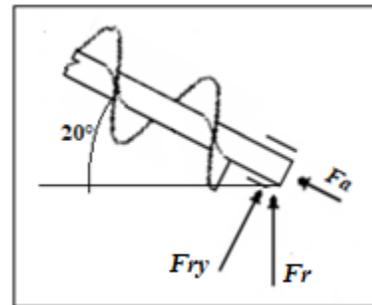


Imagen – Diagrama de fuerzas: fuerza radial

Fuente: Elaboración propia

Los rodamientos seleccionados que se utilizarán será de marca SKF designación 61902, que proporcionan los siguientes parámetros:

- Diámetro interior rodamiento: $d_{rod} = 15 \text{ [mm]}$
- Diámetro exterior rodamiento: $D_{rod} = 28 \text{ [mm]}$
- Capacidad de carga básica dinámica: $C = 4,36 \text{ [kN]}$
- Capacidad de carga básica estática: $C_0 = 2,24 \text{ [kN]}$
- Factor: $f_0 = 14$

De esta manera, debemos verificar que el tiempo de vida útil del rodamiento sea mayor al tiempo de duración nominal:

$$L_{10h} > t_{nom}$$



Donde:

- Tiempo de vida útil del rodamiento: L_{10h} [hs]
- Tiempo de duración nominal: $t_{nom} = 25000$ [hs]

Entonces, si:

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \times n} \times \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Donde:

- Exponente de la vida útil para rodamientos de bolas: $p = 3$
- Carga dinámica equivalente del rodamiento: P [kN], siendo:

$$P = X \times Fr + Y \times Fa$$

Donde:

- Factor de carga radial del rodamiento: X
- Factor de carga axial del rodamiento: Y

Estos factores se determinan mediante la siguiente tabla:

$f_0 F_a/C_0$	Juego Normal		
	e	X	Y
0,172	0,19	0,56	2,30
0,345	0,22	0,56	1,99
0,689	0,26	0,56	1,71
1,03	0,28	0,56	1,55
1,38	0,30	0,56	1,45
2,07	0,34	0,56	1,31
3,45	0,38	0,56	1,15
5,17	0,42	0,56	1,04
6,89	0,44	0,56	1,00

Tabla – Factor de carga axial y radial del rodamiento.

Fuente: Catálogo Grupo SKF (2015). Rodamientos SKF.



Para conocer los factores de carga, se plantea la siguiente expresión:

$$F_a \times \frac{f_0}{C_0} = 0.356 [kN] \times \frac{14}{2,24 [kN]} = 2,225$$

Por lo tanto, se debe interpolar para obtener los valores de factor de carga, siendo:

- Factor de carga radial del rodamiento: $X = 0,56$
- Factor de carga axial del rodamiento: $Y = 1,292$

La carga dinámica equivalente del rodamiento es:

$$P = 0,56 \times 0.164 [kN] + 1,292 \times 0.356 [kN] = 0,552 [kN]$$

Entonces, el tiempo de vida útil del rodamiento es:

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 \times 80 [rpm]} \times \left(\frac{4,36 [kN]}{0,552 [kN]} \right)^3 = 102660 [hs]$$

De esta manera, podemos decir que el rodamiento seleccionado está sobredimensionado, debido a que verifica la siguiente expresión:

$$L_{10h} > t_{nom}$$

$$102660 [hs] > 25000 [hs]$$

5.5. Selección Árbol o Eje del Tornillo Sin Fin

Conociendo los parámetros del diámetro exterior (d_e) e interior (d_i), se determina el momento polar real expresado por:

$$W_p = \frac{\pi}{16} \times (d_e^3 - d_i^3)$$

Las dimensiones mínimas del árbol son:

- Diámetro exterior del tubo: $d_e = 17,1 [mm] = 1,71 [cm]$



➤ Espesor: $e = 3,2 [mm] = 0,32 [cm]$

➤ Diámetro interior del tubo:

$$d_i = d_e - (2 \times e) = 1,71 [cm] - (2 \times 0,32 [cm]) = 1,07 [cm]$$

$$W_p = \frac{\pi}{16} \times [(1,71 [cm])^3 - (1,07 [cm])^3]$$

$$W_p = 0,74 [cm^3]$$

De esta manera, podemos concluir que el tubo seleccionado para el eje del tornillo sin fin soporta las solicitaciones expuestas por el mismo.

$$W_p \geq W_{p\text{teórico}}$$

$$0,74 [cm^3] \geq 0,56 [cm^3] \rightarrow \text{Verifica}$$

También hay que tener en cuenta que, para evitar roturas y alargar la vida útil del eje del tornillo sin fin, cuente con un coeficiente de seguridad de entre 1,5 - 2. Por lo tanto, se verifica lo siguiente:

$$C_s = \frac{W_p}{W_{p\text{teórico}}}$$

$$C_s = \frac{0,74 [cm^3]}{0,56 [cm^3]} = 1,32 \rightarrow \text{No verifica}$$

Por lo tanto, seleccionamos otro tubo con otras dimensiones, siendo:

➤ Diámetro exterior del tubo: $d_e = 21,3 [mm] = 2,13 [cm]$

➤ Espesor: $e = 2,77 [mm] = 0,277 [cm]$

➤ Diámetro interior del tubo:

$$d_i = d_e - (2 \times e) = 2,13 [cm] - (2 \times 0,277 [cm]) = 1,576 [cm]$$

$$W_p = \frac{\pi}{16} \times [(2,13 [cm])^3 - (1,576 [cm])^3]$$

$$W_p = 1,128 [cm^3]$$



De esta manera, se verifica nuevamente si el tubo seleccionando verifica a lo solicitado anteriormente.

$$W_p \geq W_{p_{teórico}}$$

$$1,128 [cm^3] \geq 0,56 [cm^3] \rightarrow \textit{Verifica}$$

Siendo el nuevo coeficiente de seguridad:

$$C_s = \frac{1,128 [cm^3]}{0,56 [cm^3]} = 2,014 \rightarrow \textit{Verifica}$$

5.6. Eje Terminal y Motriz del Tornillo Sin Fin y Eje Motriz de Caja Reductora

Para lograr el ajuste necesario al diámetro de los ejes, se realiza un ajuste por contracción (o en caliente) para un grupo 2° de presión media, donde debe corresponder el exceso de material en el diámetro de la pieza interior del acoplamiento, denominado interferencia del metal o exceso de material, siendo:

$$i = 0,0005 \times D$$

Donde:

- Interferencia del metal: i
- Diámetro exterior del eje: D

Por lo tanto, se evalúa la interferencia del metal y determina el diámetro del eje para el ajuste necesario con la siguiente ecuación:

$$D_{eje} = d_i + i$$

Donde:

- Diámetro interior: d_i

A continuación, se determina el ajuste necesario para cada eje.



- Eje lado terminal del tornillo sin fin y rodamiento:
 - Diámetro del eje a mecanizar: $D = 16 [mm]$
 - Diámetro interior del tubo: $d_{it} = 15,76 [mm]$
 - Diámetro interior del rodamiento: $d_{ir} = 15 [mm]$

Siendo:

$$i = 0,0005 \times 16 [mm] = 0,008 [mm] \cong 0,01 [mm]$$

De esta manera, para el mismo eje de 16 [mm] de diámetro se deberá mecanizar con las siguientes dimensiones:

- Diámetro del eje al tubo del tornillo:

$$D_t = d_{it} + i = 15,76 [mm] + 0,01 [mm] = 15,77 [mm]$$

- Diámetro del eje al rodamiento:

$$D_r = d_{ir} + i = 15 [mm] + 0,01 [mm] = 15,01 [mm]$$

- Eje lado terminal del tornillo sin fin y piñón:
 - Diámetro del eje a mecanizar: $D = 16 [mm]$
 - Diámetro interior del tubo: $d_{it} = 15,76 [mm]$
 - Diámetro interior del piñón: $d_{ip} = 15 [mm]$

Siendo:

$$i = 0,0005 \times 16 [mm] = 0,008 [mm] \cong 0,01 [mm]$$

De esta manera, para el mismo eje de 16 [mm] de diámetro se deberá mecanizar con las siguientes dimensiones:

- Diámetro del eje al tubo del tornillo:

$$D_t = d_{it} + i = 15,76 [mm] + 0,01 [mm] = 15,77 [mm]$$

- Diámetro del eje al piñón:



$$D_p = d_{ip} + i = 15 [mm] + 0,01 [mm] = 15,01 [mm]$$

- Eje motriz caja reductora y corona:
 - Diámetro del eje a mecanizar: $D = 30 [mm]$
 - Diámetro interior caja reductora: $d_{icr} = 25 [mm]$
 - Diámetro interior de la corona: $d_{ic} = 25 [mm]$

Siendo:

$$i = 0,0005 \times 30 [mm] = 0,015 [mm]$$

De esta manera, para el mismo eje de 30 [mm] de diámetro se deberá mecanizar con las siguientes dimensiones:

- Diámetro del eje a la caja reductora:

$$D_{cr} = d_{icr} + i = 25 [mm] + 0,015 [mm] = 25,015 [mm]$$

- Diámetro del eje a la corona:

$$D_c = d_{ic} + i = 25 [mm] + 0,015 [mm] = 25,015 [mm]$$

CAPÍTULO 6

6.2. Cálculo de la Corriente de Cortocircuito

6.2.1. Impedancia de la Red

Para el cálculo de la impedancia de la red se plantea la siguiente ecuación:

$$Z_Q = \frac{c \times U_n^2}{S_{CC}}$$



Dónde

- Es la impedancia directa e inversa de cortocircuito de la red: Z_Q
- La tensión nominal de la red del lado de baja: $U_n = 0,4$ [kV]
- La potencia de cortocircuito dada por la red: $S_{CC} = 300$ [MVA]
- Factor de tensión: $c = 1,1$

Los componentes de resistencia y reactancia están dados por:

$$X_Q = 0,995 \times Z_Q = 0,995 \times \frac{1,1 \times (400[V])^2}{300000000 [VA]}$$

$$X_Q = 0,000583 [\Omega]$$

$$R_Q = 0,1 \times X_Q = 0,1 \times 0,000583 [\Omega]$$

$$R_Q = 0,0000583 [\Omega]$$

Por lo tanto, la impedancia de la red es:

$$Z_Q = (0,0000583 + j0,000583) [\Omega] = 0,000642 [\Omega]$$

6.2.2. Impedancia del Transformador

Para operar la máquina desmotadora de algodón y el resto de la planta, la Unión Agrícola de Avellaneda cuenta con dos transformadores de 1000 [kVA] – 13,2/400 [kV] de marca Tadeo Czerweny. (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 6).

Para los cálculos de impedancia se considera solo un transformador para alimentar a las máquinas eléctricas propuestas en este proyecto. El cálculo de impedancia del transformador se plantea en la siguiente ecuación:

$$Z_T = u_{cc} \times \frac{U_n^2}{S_n}$$



Donde:

- Potencia del transformador: $S_n = 1000[kVA]$
- Potencia de cortocircuito del transformador: $P_{CC} = 10500 [W]$
- La tensión nominal de la red del lado de baja: $U_n = 400 [V]$
- $u_{cc} = 0,05$

De esta manera:

$$Z_T = \frac{u_{CC} \times U_n^2}{S_n} = 0,05 \times \frac{(400 [V])^2}{1000000[VA]} = 0,008 [\Omega]$$

Los componentes de resistencia y reactancia están dados por:

$$R_T = \frac{P_{CC} \times U_n^2}{S_n^2} = \frac{10500 [W] \times (400 [V])^2}{(1000000[VA])^2}$$

$$R_T = 0,00168 [\Omega]$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{(0,008 [\Omega])^2 - (0,00168 [\Omega])^2}$$

$$X_T = 0,007822 [\Omega]$$

Por lo tanto, la impedancia del transformador será:

$$Z_T = (0,00168 + j0,007822) [\Omega] = 0,008 [\Omega]$$

6.2.3. Impedancia del Conductor Eléctrico

El conductor eléctrico utilizado para alimentar a cada uno de los motores eléctricos será cable de cobre tetrapolar marca Afumex 1000+, con las siguientes características (Ver Anexo III – Catálogos). Antes de determinar la impedancia se seleccionan y verifican los conductores eléctricos que alimentaran a los motores eléctricos definidos en este proyecto.

Para seleccionar y verificar los conductores que serán alimentados por el centro de control de motores (CCM), se utilizará una tabla de resumen (AEA 90364-7-771, 2006, p. 223). Esta tabla



expone los pasos a seguir y la cláusula del paso y dato de origen para la selección del conductor y su posterior verificación.

6.2.3.1. Determinación de la Corriente de Proyecto

Para un circuito trifásico, la corriente de proyecto se calcula de la siguiente manera:

$$I_B = \frac{DM}{\sqrt{3} \times U_n}$$

Demanda del motor eléctrico está dada por:

$$DM = \frac{P_M}{(\eta_M \times \cos \varphi_M)}$$

Donde:

- Potencia del motor eléctrico: P_M
- Rendimiento del motor eléctrico: η_M
- Factor de potencia del motor eléctrico: $\cos \varphi_M$

A continuación, se expondrán las características de los motores eléctricos planteados en este proyecto.

El motor que accionará el ventilador centrífugo de succión cuenta con las siguientes características:

- $P_M = 125 [HP] (90 [kW])$
- $U_n = 380 [V]$
- $I_n = 170 [A]$
- $\eta_M = 0,947$
- $\cos \varphi_M = 0,82$

El motor que accionará la válvula rotativa cuenta con las siguientes características:



- $P_M = 2 [HP] (1,5 [kW])$
- $U_n = 380 [V]$
- $I_n = 3,65 [A]$
- $\eta_M = 0,85$
- $\cos \varphi_M = 0,68$

El motor que accionará el transportador tornillo sin fin cuenta con las siguientes características:

- $P_M = 0,25 [HP] (0,186 [kW])$
- $U_n = 380 [V]$
- $I_n = 0,65 [A]$
- $\eta_M = 0,67$
- $\cos \varphi_M = 0,63$

Por lo tanto, los valores de corriente de proyecto se expondrán en la siguiente tabla:

Corriente de proyecto		
Tipo motor eléctrico	DM [VA]	IB [A]
Motor Eléctrico 125 [HP] / 90 [kW]	115898,7	176,09
Motor Eléctrico 2 [HP] / 90 [kW]	2595,156	3,94
Motor Eléctrico 0,25 [HP] / 90 [kW]	440,654	0,67

Tabla – Calculo corriente de proyecto.
Fuente: *Elaboración propia.*

6.2.3.2. Verificación por Corriente Máxima Admisible

En este punto, se debe seleccionar un conductor que cumpla con la siguiente expresión:

$$I_Z \geq I_B$$

Donde:

- Intensidad de corriente admisible en régimen permanente de los conductores eléctricos seleccionados: I_Z .



Primero se determinará la corriente admisible por catálogo (Ver Anexo III – Catálogos) en función de la sección del conductor seleccionado. A continuación, se expondrá en una tabla para determinar si verifica o no la expresión mencionada anteriormente:

Verificación por corriente admisible				
Tipo motor eléctrico	Sección conductor [mm ²]	I _Z [A]	I _B [A]	I _Z ≥ I _B
Motor Eléctrico 125 [HP] / 90 [kW]	95	271	176,09	Verifica
Motor Eléctrico 2 [HP] / 1,5 [kW]	2,5	28	3,94	Verifica
Motor Eléctrico 0,25 [HP] / 0,186 [kW]	2,5	28	0,67	Verifica

Tabla – Verificación por corriente admisible.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.3. Verificación por Corriente de Sobrecarga

En este punto, se verificará si el conductor soporta contra corrientes de sobrecargas hasta que actúe la protección. Para esto, deberá responder a la siguiente expresión:

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

Donde:

- Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de las protecciones:

$$I_2 = 1,3 \times I_n, \text{ para } I_n > 63 [A].$$

A continuación, se expondrá una tabla para verificar si el conductor soporta las corrientes de sobrecarga.

Verificación por corriente de sobrecarga				
Tipo motor eléctrico	I _n motor eléctrico [A]	I ₂ [A]	I _Z [A]	I ₂ ≤ 1,45I _Z
Motor Eléctrico 125 [HP] / 90 [kW]	170	221	271	Verifica
Motor Eléctrico 2 [HP] / 1,5 [kW]	3,65	4,745	28	Verifica
Motor Eléctrico 0,25 [HP] / 0,186 [kW]	0,65	0,845	28	Verifica

Tabla – Verificación por corriente de sobrecarga.
Fuente: Elaboración propia.



6.2.3.4. Verificación por Corriente de Cortocircuito

En este punto, se verificará el conductor por la máxima exigencia térmica. Para una corriente de cortocircuito máxima, que es la que se produce a bornes del transformador. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

$$S_{min} \geq \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{k}$$

Donde:

- Sección mínima del conductor que soporta por cortocircuito: S_{min}
- Corriente de cortocircuito (tabla 6.6, p. 96): I_{cc}
- Tiempo de duración de la falla o tiempo que tarda en actuar la protección.

Considerando una situación maximalista, se toma $t = 0,1 [seg]$.

- Factor que toma en cuenta la resistividad, capacidad térmica y temperatura inicial y final del conductor. En este caso, para el cobre y aislación PVC, $k = 115$.

A continuación, se expondrá una tabla para definir si el conductor seleccionado es mayor a la sección mínima del conductor obtenido. De esta manera, se verifica si el conductor soporta las corrientes de cortocircuito.

Verificación por corriente de cortocircuito				
Tipo motor eléctrico	Corriente cortocircuito [A]	Sección conductor [mm ²]	Sección mínima [mm ²]	S ≥ Smin
Motor Eléctrico 125 [HP] / 90 [kW]	18986,7	95	52,2098	Verifica
Motor Eléctrico 2 [HP] / 1,5 [kW]	2244,64	2,5	1,9723	Verifica
Motor Eléctrico 0,25 [HP] / 0,186 [kW]	2244,64	2,5	1,9723	Verifica

Tabla – Verificación por corriente de cortocircuito.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.3.5. Verificación por Caída de Tensión

Por último, se debe verificar la caída de tensión en el conductor, donde no debe superar los siguientes valores:



- Para circuitos terminales, de uso general y específicos y para iluminación: 3%.
- Para circuitos de usos específicos que alimentan solo motores: 5% en régimen y 15% durante el arranque.

La caída de tensión se determina de la siguiente manera:

$$\Delta U = k \times I \times L \times (r \times \cos \varphi + x \times \sin \varphi)$$

Donde:

- La constante k , que para sistemas trifásicos vale $k = \sqrt{3}$.
- La corriente de línea: I (Corriente de Proyecto I_B para este caso).
- Longitud del conductor: $L = 0,01 [km]$
- Resistencia unitaria del conductor: $r [\Omega/km]$.
- Reactancia unitaria del conductor: $x [\Omega/km]$.
- El ángulo de desfasaje entre la tensión y la corriente. A falta de valores más precisos, se establecen los siguientes valores: $\cos \varphi = 0,85$ y $\sin \varphi = 0,53$ (AEA 90364-7-771, 2006, p. 141).

Para verificar, se determinará la caída de tensión porcentual de la siguiente manera:

$$\Delta U\% = 100 \times \frac{\Delta U}{U_n}$$

Por lo tanto, se presentará una tabla para verificar si la caída de tensión verifica con lo mencionado anteriormente.

Verificación por caída de tensión					
Tipo motor eléctrico	Corriente de línea [A]	Resistencia Unitaria [Ω/km]	Reactancia Unitaria [Ω/km]	$\Delta U \%$	$\Delta U \% < 5\%$
Motor Eléctrico 125 [HP] / 90 [kW]	176,09	0,246	0,0773	0,200711	Verifica
Motor Eléctrico 2 [HP] / 1,5 [kW]	3,94	10,2	0,1030	0,156798	Verifica
Motor Eléctrico 0,25 [HP] / 0,186 [kW]	0,67	10,2	0,1030	0,026624	Verifica

Tabla – Verificación por caída de tensión.
Fuente: Elaboración propia.



Como conclusión, los conductores seleccionados en este proyecto han sido verificados correctamente. Por lo tanto, se procederá a determinar la impedancia de los conductores eléctricos que se determinará con la siguiente ecuación:

$$Z_C = R_C + X_C$$

Conociendo los siguientes datos para un conductor de sección 95/50 [mm²]:

- Resistencia unitaria: $r = 0,246$ [Ω/km]
- Reactancia unitaria: $x = 0,0773$ [Ω/km]
- Longitud del conductor: $L = 0,01$ [km]

Por lo que:

$$R_C = r \times L = 0,246 \text{ [Ω/km]} \times 0,01 \text{ [km]} = 0,00246 \text{ [Ω]}$$

$$X_C = x \times L = 0,0773 \text{ [Ω/km]} \times 0,01 \text{ [km]} = 0,000773 \text{ [Ω]}$$

Entonces:

$$Z_C = |0,00246 + j0,000773| \text{ [Ω]} = 0,00323 \text{ [Ω]}$$

Por otra parte, conociendo los datos para un conductor de sección 2,5 [mm²]:

- Resistencia unitaria: $r = 10,2$ [Ω/km]
- Reactancia unitaria: $x = 0,103$ [Ω/km]
- Longitud del conductor: $L = 0,01$ [km]

Por lo que:

$$R_C = r \times L = 10,2 \text{ [Ω/km]} \times 0,01 \text{ [km]} = 0,102 \text{ [Ω]}$$

$$X_C = x \times L = 0,103 \text{ [Ω/km]} \times 0,01 \text{ [km]} = 0,00103 \text{ [Ω]}$$

Entonces:

$$Z_C = |0,102 + j0,00103| \text{ [Ω]} = 0,1030 \text{ [Ω]}$$



6.2.4. Impedancia de los Motores Eléctricos

Para el cálculo de la impedancia de los motores eléctricos se plantea la siguiente ecuación:

$$Z_M = \frac{1}{I_{LR}/I_{rM}} \times \frac{U_{rM}^2}{S_{rM}}$$

Los componentes de resistencia y reactancia son:

$$X_M = 0,922 \times Z_M; R_M = 0,42 \times X_M$$

Donde:

- Tensión asignada del motor: U_{rM} .
- Corriente asignada del motor: I_{rM} .
- Potencia aparente asignada del motor: $S_{rM} = P_{rM}/(\eta_{rM} \times \cos \varphi_{rM})$.
- Relación entre la corriente a rotor bloqueado y la corriente asignada del motor: I_{LR}/I_{rM} .

A continuación, se determinan las impedancias de cortocircuito de los motores eléctricos planteados en este proyecto.

El motor que accionará el ventilador centrífugo de succión cuenta con las siguientes características:

- $P_{rM} = 125 [HP] (90 [kW])$
- $U_{rM} = 380 [V]$
- $I_{rM} = 170 [A]$
- $I_{LR}/I_{rM} = 7$
- $\eta_{rM} = 0,947$
- $\cos \varphi_{rM} = 0,82$

Tenemos que:

$$S_{rM} = \frac{90000 [W]}{0,947 \times 0,82} = 115898,73 [VA]$$



Por lo tanto, la impedancia será:

$$Z_{M1} = \frac{1}{7} \times \frac{(380 [V])^2}{115898,73 [VA]} = 0,178 [\Omega]$$

Y sus componentes:

$$X_{M1} = 0,922 \times Z_{M1} = 0,922 \times 0,178 [\Omega] = 0,1641 [\Omega]$$

$$R_{M1} = 0,42 \times X_{M1} = 0,42 \times 0,0689 [\Omega] = 0,0689 [\Omega]$$

El motor que accionará la válvula rotativa cuenta con las siguientes características:

- $P_{rM} = 2 [HP] (1,5 [KW])$
- $U_{rM} = 380 [V]$
- $I_{rM} = 3,65 [A]$
- $I_{LR}/I_{rM} = 7,4$
- $\eta_{rM} = 0,85$
- $\cos \varphi_{rM} = 0,68$

Tenemos que:

$$S_{rM} = \frac{1500 [W]}{0,85 \times 0,68} = 2595,15 [VA]$$

Por lo tanto, la impedancia será:

$$Z_{M2} = \frac{1}{7,4} \times \frac{(380 [V])^2}{2595,15 [VA]} = 7,5192 [\Omega]$$

Y sus componentes:

$$X_{M2} = 0,922 \times Z_{M2} = 0,922 \times 7,5192 [\Omega] = 6,9327 [\Omega]$$

$$R_{M2} = 0,42 \times X_{M2} = 0,42 \times 6,9327 [\Omega] = 2,9117 [\Omega]$$



El motor que accionará el transportador tornillo sin fin cuenta con las siguientes características:

- $P_{rM} = 0,25 [HP] (0,186 [Kw])$
- $U_{rM} = 380 [V]$
- $I_{rM} = 0,65 [A]$
- $I_{LR}/I_{rM} = 4,6$
- $\eta_{rM} = 0,67$
- $\cos \varphi_{rM} = 0,63$

Tenemos que:

$$S_{rM} = \frac{186 [W]}{0,67 \times 0,63} = 440,65 [VA]$$

Por lo tanto, la impedancia será:

$$Z_{M3} = \frac{1}{4,6} \times \frac{(380 [V])^2}{440,65 [VA]} = 71,238 [\Omega]$$

Y sus componentes:

$$X_{M3} = 0,922 \times Z_{M3} = 0,922 \times 71,238 [\Omega] = 65,6814 [\Omega]$$

$$R_{M3} = 0,42 \times X_{M3} = 0,42 \times 65,6814 [\Omega] = 27,5862 [\Omega]$$

A continuación, se determinarán las corrientes de cortocircuito en los puntos de defecto A, B y C.

Defecto en A

$$Z_{kA} = Z_Q = (0,0000583 + j0,000583) [\Omega] = 0,00064 [\Omega]$$

Entonces:



$$I''_{kmA} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{kA}|} = \frac{1,1 \times 400 [V]}{\sqrt{3} \times |0,00064 [\Omega]|} = 395626,04 [A]$$

Defecto en B

$$Z_{kB} = Z_{kA} + Z_T = 0,00064[\Omega] + (0,00168 + j0,007822) [\Omega] = 0,01014 [\Omega]$$

Entonces:

$$I''_{kmB} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{kB}|} = \frac{1,1 \times 400 [V]}{\sqrt{3} \times |0,01014 [\Omega]|} = 25043,49 [A]$$

Defecto en C

$$Z_{kC1} = Z_{kA} + Z_{kB} + Z_{C_{95/50}} = 0,00064 [\Omega] + 0,01014 [\Omega] + 0,00323 [\Omega]$$

$$Z_{kC1} = 0,01338 [\Omega]$$

$$Z_{kC2} = Z_{kC3} = Z_{kA} + Z_{kB} + Z_{C_{2,5}} = 0,00064 [\Omega] + 0,01014 [\Omega] + 0,1030 [\Omega]$$

$$Z_{kC2} = Z_{kC3} = 0,11317 [\Omega]$$

Entonces:

$$I''_{kC1} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{k1}|} = \frac{1,1 \times 400 [V]}{\sqrt{3} \times |0,01338 [\Omega]|} = 18986,7 [A]$$

$$I''_{kC2} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{k2}|} = \frac{1,1 \times 400 [V]}{\sqrt{3} \times |0,11317 [\Omega]|} = 2244,64 [A]$$

$$I''_{kC3} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{k3}|} = \frac{1,1 \times 400 [V]}{\sqrt{3} \times |0,11317 [\Omega]|} = 2244,64 [A]$$

Se debe verificar si es necesario tener en cuenta la corriente de cortocircuito de los motores eléctricos, siendo:



$$\sum I_{rM} \leq 0,01 I''_{kM}$$

Para las corrientes de cortocircuito de los motores eléctricos será:

$$I_{rM} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_M|}$$

$$I_{rM1} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{M1}|} = \frac{1,1 \times 400[V]}{\sqrt{3} \times |0,178 [\Omega]|} = 1427,3 [A]$$

$$I_{rM2} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{M2}|} = \frac{1,1 \times 400[V]}{\sqrt{3} \times |7,52 [\Omega]|} = 33,8 [A]$$

$$I_{rM3} = \frac{c \times U_n}{\sqrt{3} \times |Z_{M3}|} = \frac{1,1 \times 400[V]}{\sqrt{3} \times |71,238 [\Omega]|} = 3,57 [A]$$

$$\sum I_{rM} = I_{rM1} + I_{rM2} + I_{rM3} = 1427,3 [A] + 33,8 [A] + 3,57 [A] = 1464,61 [A]$$

Luego, se deben sumar todas las impedancias determinadas sin la influencia de los motores eléctricos, considerando las corrientes de cortocircuito en el punto de defecto C.

$$\sum I''_{kC} = I''_{kC1} + I''_{kC2} + I''_{kC3}$$

$$\sum I''_{kC} = (18986,7 + 2244,64 + 2244,64)[A] = 23480,04 [A]$$

Por lo tanto, hay que tener en cuenta la contribución de los motores eléctricos para la corriente de cortocircuito en el sistema, debido a que:

$$\sum I_{rM} \leq 0,01 I''_{kM}$$

$$1464,61 [A] \leq 0,01 \times 23480,04 [A]$$

$$1464,61 [A] \leq 234,8 [A] \rightarrow \text{No verifica}$$



CAPÍTULO 7

7.1. Análisis de Retorno de Inversión de un Motor Eléctrico

Primero se aplica la Guía MTD para estimar el tiempo de retorno de inversión. Por lo tanto, los parámetros a determinar son los siguientes:

7.1.1. Ahorro de Demanda del motor eléctrico

El ahorro de demanda del motor eléctrico se determina con la siguiente ecuación:

$$\Delta kW = \left(\sum_{i=1}^{i=n} N_i \right) \times FU \times \left[\left(\frac{1}{Eff_{estandar}} \right) - \left(\frac{1}{Eff_{alta\ eff}} \right) \right]$$

Dónde:

- Variación de la demanda de potencia de los motores eléctricos: ΔkW
- Potencia del motor eléctrico: N_i
- Factor de utilización: $FU = 0,75$
- Eficiencia del motor eléctrico estándar: $Eff_{estandar}$
- Eficiencia del motor eléctricos de alta eficiencia: $Eff_{alta\ eff}$

Entonces, para estimar el ahorro de demanda del motor se considerarán las características del motor eléctrico de alta eficiencia y el rendimiento del motor eléctrico estándar que se reemplazará, así que:

$$\Delta kW = 90 [kW] \times 0,75 \times \left[\left(\frac{1}{0,85} \right) - \left(\frac{1}{0,947} \right) \right] = 8,13404 [kW]$$

7.1.2. Consumo de Energía Anual del Motor Eléctrico

La máquina desmotadora de algodón opera en función de las condiciones climáticas, la cantidad de algodón cosechado por campaña y la capacidad de acopio en la planta. Considerando los antecedentes a lo largo del funcionamiento de la máquina, la campaña de desmote de algodón en promedio tiene una duración de seis meses (180 días). Los primeros tres meses son de dos turnos



al día equivalente a dieciséis (16) horas por día y los tres meses restantes son de tres turnos al día equivalente a veinticuatro (24) horas por día. Por lo tanto, esto representa 3600 horas anuales de operación. De esta manera, conociendo el ahorro de demanda 8,13404 [kW] y las horas anuales de operación del motor eléctrico 3600 [hs/Año], tenemos el consumo de energía anual siendo:

$$\Delta kWh = 8,13404 [kW] \times 3600 [hs/Año] = 29282,54 [kWhs/Año]$$

7.1.3. Costo de Energía Eléctrica

El cuadro tarifario de la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe para un usuario industrial de media tensión 33 [kV] con una potencia instalada mayor o igual a 300 [kW], para tarifa 2 – GRANDES DEMANDAS, clase 2M32 (Ver Anexo II – Tablas – Tabla 6) establece los costos de energía en los distintos horarios:

- Horas pico 18 - 23 [hs]: $Ce\ pico = 24,46170 [$/kWhs]$
- Horas valle 23 - 5 [hs]: $Ce\ valle = 24,44712 [$/kWhs]$
- Horas resto 5 - 18 [hs]: $Ce\ resto = 24,45385 [$/kWhs]$

De esta manera, para los primeros tres meses que el motor eléctrico estará operando dieciséis (16) horas al día, el costo de energía se establecerá como:

$$Costo\ energia\ [$/kWhs] = (Ce\ valle \times 0,5) + (Ce\ resto \times 0,5)$$

$$Costo\ energia = (24,44712 \times 0,5) + (24,45385 \times 0,5) [$/kWhs]$$

$$Costo\ energia = 24,45048 [$/kWhs]$$

Para los meses restantes, el motor eléctrico estará operando las veinticuatro (24) horas al día. Entonces, el costo de energía se establecerá como:

$$Costo\ energia\ [$/kWhs] = (Ce\ pico \times 0,33) + (Ce\ valle \times 0,33) + (Ce\ resto \times 0,33)$$

$$Costo\ energia = 0,33 \times (24,46170 + 24,44712 + 24,45385) [$/kWhs]$$

$$Costo\ energia = 24,20968 [$/kWhs]$$



De esta manera, se obtendrá un promedio entre los dos costos de energía obtenidos, siendo:

$$\text{Costo energía} = \frac{(24,45048 + 24,20968) [$/kWhs]}{2} = 24,33008 [$/kWhs]$$

7.1.4. Ahorro Anual del Motor Eléctrico

Así que, el ahorro anual será:

$$\text{Ahorro } \Delta\$ = \Delta kWh [kWhs/Año] \times \text{Costo energía [$/kWhs]}$$

$$\text{Ahorro } \Delta\$ = 29282,54 [kWhs/Año] \times 24,33008 [$/kWhs] = 712446,54 [$/Año]$$

7.1.5. Costo Total de Inversión del Motor Eléctrico

Por otra parte, para adquirir un motor eléctrico marca WEG – W22 alta eficiencia IE2 la inversión será de \$ 4728473,5. También, considerando que se puede vender el motor eléctrico estándar reemplazado como usado, estimando un valor de \$ 1450000. De esta manera, el costo de inversión será:

$$\text{Costo Total de Inversión} = \text{Costo Inversión} - \text{Retorno Motor Reemplazado}$$

$$\text{Costo Total de Inversión} = \$ 4728473,5 - \$ 1450000$$

$$\text{Costo Total de Inversión} = \$ 3278473,5$$

Los costos de los componentes de salida del motor están contemplados en el presupuesto y no se consideran costos en la mano de obra e instalación debido a que se realizan por el mismo personal de la planta.



7.1.6. Tiempo de Retorno de Inversión del Motor Eléctrico

Entonces, se deduce que el tiempo de recupero de la inversión de reemplazar el motor eléctrico estándar por un motor eléctrico de alta eficiencia será:

$$PPS = \frac{\text{Costo Total de Inversión}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{\$ 3278473,5}{712446,54 \text{ [$/Año]}} = 4,6 \text{ [Años]}$$



Anexo II – Tablas



Tabla 1



Características de los Materiales

Material	Peso lb por pie cúbico	Código de material	Selección de Rodamiento Intermedio	Series de Componentes	Factor de Material Fm	Carga de Artesa
Ácido Adíptico	45	A 100-35	S	2	0,5	30A
Ácido Bórico, Fino	55	B6-25T	H	3	0,8	30A
Ácido Hexanodioico (ver Ácido Adíptico)	-	-	-	-	-	-
Ácido Oxálico (Etano Diácido) cristales	60	B6-35QS	L-S	1	1	30A
Ácido Salicílico	29	B6-37U	H	3	0,6	15
Ajonjolí, semilla	27-41	B6-26	H	2	0,6	30B
Alfalfa	14-22	B6-45WY	H	2	0,6	30A
Alfalfa (pellet)	41-43	C1/2-25	H	2	0,5	45
Alfalfa, semilla	10-15	B6-15N	L-S-B	1	0,4	45
Algarroba	48	B6-16N	L-S-B	1	0,4	30B
Algodón, semilla pasta rolada	35-40	C1/2-45HW	L-S	1	0,6	30A
Algodón, semilla pasta, seco	40	B6-35HW	L-S	1	0,6	30A
Algodón, semilla prensada, pasta	40-45	C1/2-45HW	L-S	1	1	30A
Algodón, semilla prensada, trozos	40-45	D7-45HW	L-S	2	1	30A
Algodón, semilla seca, desfibrada	22-40	C1/2-25X	L-S	1	0,6	45
Algodón, semilla seca, no desfibrada	18-25	C1/2-45XY	L-S	1	0,9	30A
Algodón, semilla, cascarillas	12	B6-35Y	L-S	1	0,9	30A
Algodón, semilla, en harina, extraída	35-40	B6-45HW	L-S	1	0,5	30A
Algodón, semilla, en harina, torta	25-30	B6-45HW	L-S	3	0,5	30A
Algodón, semilla, hojuelas	20-25	C1/2-35HWY	L-S	1	0,8	30A
Almendra, quebrada	27-30	C1/2-35Q	H	2	0,9	30A
Almendra, entera con cascara	28-30	C1/2-35Q	H	2	0,9	30A
Almidón	25-50	A40-15M	L-S-B	1	1	45
Alumbre, (Sulfato de Aluminio) Fino	45-50	B6-35U	L-S-B	1	0,6	30A
Alumbre, (Sulfato de Aluminio) terrón	50-60	B6-25	L-S	2	1,4	45
Alúmina	55-65	B6-27MY	H	3	1,8	15
Alúmina briquetada	65	D3-37	H	3	2	15
Alúmina, molidi fina	35	A100-27MY	H	3	1,6	15
Aluminato (Hidróxido de Aluminio)	45	B6-35	H	2	1,7	30A



Tabla 2

Propiedades del aire a 1 atm de presión

Temp. $T, ^\circ\text{C}$	Densidad $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico c_p $\text{J/kg} \cdot \text{K}$	Conductividad térmica $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica $\alpha, \text{m}^2/\text{s}$	Viscosidad dinámica $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-6}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1000	0.2772	1184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1500	0.1990	1234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2000	0.1553	1264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Nota: Para gases ideales, c_p , k , μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P distinta a 1 atm se determinan cuando se multiplican los valores de ρ a la temperatura dada por P (en atm) y cuando se dividen ν y α entre P (en atm).

Fuente: Datos generados a partir del Software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 198; and Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena, y P. Hestermans, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-306067020-8.



Tabla 3

Diámetro Exterio Hélice [mm]	Diámetro Máximo del Terron [mm]	I (Llenado 45 %)		II (Llenado 30 %)		II - X (Llenado 30 %)		III (Llenado 15 %)		Rozamiento de Soportes - Coeficiente A			
		Max. [rpm]	Capacidad [m ³ /h] a Máx [rpm] Por [rpm]	Max. [rpm]	Capacidad [m ³ /h] a Máx [rpm] Por [rpm]	Max. [rpm]	Capacidad [m ³ /h] a Máx [rpm] Por [rpm]	Max. [rpm]	Capacidad [m ³ /h] a Máx [rpm] Por [rpm]	Soporte con Rodamiento	Cojinete Bronce Lubricado	Cojinete Bronce Poroso	Cojinete de Fundición
100	12	180	3,82 0,021	120	1,70 0,014	65	0,92 0,014	65	0,92 0,014	0,012	0,021	0,033	0,051
150	19	170	12,17 0,072	115	5,49 0,046	60	2,86 0,046	60	2,86 0,046	0,018	0,033	0,054	0,078
200	25	160	27,14 0,170	105	11,88 0,113	55	6,22 0,113	55	6,22 0,113	0,032	0,054	0,096	0,132
250	35	150	49,70 0,331	95	20,98 0,221	50	11,04 0,221	50	11,04 0,221	0,038	0,066	0,114	0,162
300	50	140	80,16 0,573	90	34,55 0,382	50	19,09 0,382	50	19,09 0,382	0,055	0,096	0,171	0,246
350	65	130	118,20 0,909	85	51,52 0,606	45	27,28 0,606	45	27,28 0,606	0,078	0,135	0,255	0,345
400	75	120	162,26 1,357	80	72,38 0,905	45	40,72 0,905	45	40,72 0,905	0,106	0,186	0,336	0,480
450	75	112	216,46 1,932	75	96,62 1,288	40	51,53 1,288	40	51,53 1,288	0,140	0,24	0,414	0,585
500	85	105	278,33 2,651	70	123,70 1,767	40	70,69 1,767	40	70,69 1,767	0,165	0,285	0,510	0,705
600	90	90	412,24 4,580	60	183,22 3,054	35	106,88 3,054	35	106,88 3,054	0,230	0,39	0,690	0,945

Diámetro Exterio Hélice	Largo de la sección	Peso de la sección	Diámetro del Arbol	Diámetro de la Espiga	Largo de la Espiga	Diámetro Bulones Espiga	Espesor de la hélice		Largo del Perno	Momento Admisible	Potencia admisible a 100 [rpm]
							F [mm]	G [mm]			
100	2400	12	42/32	25	300	1/2"	3	2	40	920	1,5
		4,5					2,5	40	920	1,5	
150	2500	24	60/50	38	350	5/8"	3	1,5	50	3500	5
		6					3				
225	2500	33	60/50	38	350	5/8"	9	5	50	3500	5
		45					60/50	38			
250	2500	55	75/65	50	400	5/8"	9	5	50	7000	10
		65					75/65	50			
300	3500	38	60/50	38	350	5/8"	5	2,5	50	3500	5
		60					75/65	50			
350	3500	82	75/65	50	400	5/8"	9	5	50	7000	10
		90					90/78	60			
400	3500	105	100/88	75	500	7/8"	12	6	75	18.000	25
		80					90/78	69			
500	3500	115	100/88	75	500	1"	11	5	75	18.000	25
		145					115/110	88			
600	3500	160	100/88	75	500	7/8"	6	6	75	18.000	25
		220					115/110	88			
600	3500	230	115/110	88	500	7/8"	6	6	100	30.000	41
		270					115/110	88			

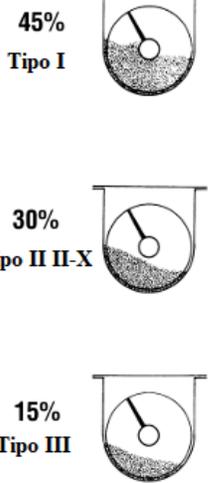




Tabla 4

Material	Peso Especifico		Talud α [°]	Clasificación de Capacidad	"B" Factor de Potencia
	[Lb/m ³]	[Kg/dm ³] [TN/m ³]			
Ácido bórico en polvo	30 a 40	0,48 a 0,64		II	0,8
Afrecho	16	0,26	36	II	0,4
Alfalfa, harina	17	0,27	31	II	0,4
Algodón, semillas, en copos	20 a 25	0,32 a 0,40		II	0,6
Algodón, semillas, harina	35 a 40	0,56 a 0,64		II	0,4
Algodón, semillas, pulpa	35 a 40	0,56 a 0,64		II	0,4
Algodón, semillas, rotas, aglutinadas	40 a 45	0,56 a 0,72		II	1
Algodón, semillas secas, con linter	35	0,56	29	II	0,5
Algodón, semillas secas, sin linter	18 a 25	0,29 a 0,40	29	II	1
Algodón, semillas, sin cáscaras	12	0,19		II	0,9
Almidón, en polvo	45	0,72	45	II	1
Alumbre, en terrones	50 a 60	0,80 a 0,96	35	II	1,5
Alumbre, en pulverizado	45 a 50	0,72 a 0,80	35	II	0,8
Aluminio, hidratado	15 a 20	0,24 a 0,32	34	II	0,8
Alúmina	60	0,96	35	III	2
Arcilla, triturada	85 a 90	1,36 a 1,44		II-X	2
Arena, seca	90 a 110	1,44 a 1,76			
Arena, y grava mojadas	110 a 130	1,76 a 2,08			
Arena, y grava secas	90 a 105	1,44 a 1,68		III	2
Arroz, cáscaras	42 a 45	0,67 a 0,72	20	II	0,4
Arroz, granos, con cáscara, burdo	36	0,58		II	0,5
Arroz, granos, sin cáscara, limpio	45 a 48	0,72 a 0,77		I	0,4
Arbesto, desmenuzado	20 a 25	0,32 a 0,40		II	1
Aserrín de madera	10 a 13	0,16 a 0,21	36	I	0,7
Asfalto, triturado	45	0,72		II	0,5
Avena, arrollada	19	0,30	28	II	0,4
Avena, granos	26	0,42	21	I	0,4
Azufre, en polvo	50 a 60	0,80 a 0,96	45	II	0,7



Tabla 5

Guía de valores requeridos de vida nominal L10h para diferentes clases de máquinas	
Clases de máquinas	L10h horas de servicio
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos para uso médico.	300 a 3000
Máquinas usadas intermitentes o por cortos períodos: Máquinas-herramientas portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción	3000 a 8000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitente: Ascensores, grúas para mercancías embaladas.	8000 a 12000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no totalmente utilizadas: Transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10000 a 25000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: Máquinas-herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipo de imprenta, separadores y centrifugas.	20000 a 30000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: Cajas de engranajes para laminadores, máquina eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil.	40000 a 50000
Maquinaria para abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para trasatlánticos.	60000 a 100000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, ventiladores y bombas para minas, rodamientos para la línea de eje de trasatlánticos	100000



Tabla 6



Potencia (KVA)	Pérdidas (W)		Ucc (%)	Largo	Dimensiones (mm)			Trocha	Peso (Kg)
	Po	Pcc			Ancho	Alto			
25	160	600	4	1250	750	1250	600	410	
40	200	900	4	1300	750	1300	600	490	
63	270	1350	4	1300	750	1300	600	540	
80	315	1500	4	1450	750	1300	600	620	
100	350	1750	4	1450	750	1350	600	660	
125	420	2100	4	1500	750	1350	600	700	
160	500	2500	4	1600	750	1450	600	840	
200	600	3000	4	1650	850	1450	600	890	
250	700	3500	4	1650	900	1450	700	1040	
315	850	4250	4	1650	900	1500	700	1220	
400	1000	5000	4	1700	950	1700	700	1490	
500	1200	6000	4	1700	1050	1700	700	1760	
630	1450	7250	4	1700	1050	1900	800	1960	
800	1750	8750	5	1950	1050	2025	800	2390	
1000	2000	10500	5	2100	1100	2050	800	3080	
1250	2300	13800	5	2200	1250	2150	1000	3540	
1600	2700	17000	6	2400	2200	2100	1000	4130	
2000	3000	21500	6	2500	2550	2200	1000	5060	
2500	3300	24800	6	2700	2500	2300	1200	6110	
3000	3750	27000	6	2800	2600	2700	1200	6900	



Tabla 7

EMPRESA PROVINCIAL DE LA ENERGIA DE SANTA FE										
Área de aplicación: Todo el territorio de la Provincia de Santa Fe Consumos registrados desde el 01 de JUNIO de 2023										
CUADRO TARIFARIO COMPLETO MENSUAL - FACTURACION MENSUAL										
Demanda Máxima: Mayor de 20 KW										
TARIFA 2 - GRANDES DEMANDAS										
	Cargo comercial (\$-mes)	Cargo cap. Pico (\$/KW-mes)	Cargo cap. F. de Pico (\$/KW-mes)	Cargo por pot. adq. (\$/KW-mes)	Cargo energía hs. Pico (\$/KWh)	Cargo energía hs. Resto (\$/KWh)	Cargo energía hs. Valle (\$/KWh)			
Tarifa 2 - GRANDES DEMANDAS										
2 B1	10.471,71	3.451,400	1.538,978	97,254	16,42174	16,36154	16,30134			
2 B2	10.471,71	3.451,400	1.538,978	993,908	25,73955	25,73129	25,72420			
2M11	46.878,96	2.414,533	981,176	91,809	15,60648	15,54927	15,49206			
2M12	46.878,96	2.414,533	981,176	938,257	24,46170	24,45385	24,44712			
2M31	46.878,96	2.366,307	907,052	91,809	15,60648	15,54927	15,49206			
2M32	46.878,96	2.366,307	907,052	938,257	24,46170	24,45385	24,44712			
2AM1	46.878,96	1.413,842	775,057	90,303	15,37937	15,32299	15,26661			
2AM2	46.878,96	1.413,842	775,057	922,865	24,10573	24,09799	24,09136			
2 A1	51.654,95	346,139	230,520	87,640	14,96591	14,91105	14,85619			
2 A2	51.654,95	346,139	230,520	895,648	23,45767	23,45014	23,44369			
P - GRANDES DEMANDAS Parques Industriales										
P B1	9.215,05	3.037,325	1.354,308	97,254	16,42174	16,36154	16,30134			
P B2	9.215,05	3.037,325	1.354,308	993,908	25,73955	25,73129	25,72420			
PM11	41.255,03	2.124,942	863,308	91,809	15,60648	15,54927	15,49206			
PM12	41.255,03	2.124,942	863,308	938,257	24,46170	24,45385	24,44712			
PM31	41.255,03	2.082,274	798,293	91,809	15,60648	15,54927	15,49206			
PM32	41.255,03	2.082,274	798,293	938,257	24,46170	24,45385	24,44712			
PAM1	41.255,03	1.244,129	682,109	90,303	15,37937	15,32299	15,26661			
PAM2	41.255,03	1.244,129	682,109	922,865	24,10573	24,09799	24,09136			
PA1	45.456,38	304,622	202,863	87,640	14,96591	14,91105	14,85619			
PA2	45.456,38	304,622	202,863	895,648	23,45767	23,45014	23,44369			



Tabla 8



Selección de Motores Eléctricos



Cálculo del Consumo de Energía

Línea de Producto Polos Potencia - Carcasa - Frecuencia



W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2

- Potencia: 90.00 kW
- Polos: 4
- Frecuencia: 50 Hz
- Carcasa: 280S/M
- Eficiencia (100%): 94.7

Horas diarias de operación: Costo del kWh (\$):

Días anuales de operación:

	Eficiencia (%)	Economía kWh	Economía en el costo de operación (\$)
W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2	94.7	-	-
W22 Carcasa de Hierro Gris - Premium Efficiency - IE3	95,4	- 6.108,66	- \$ 916,30

Retorno de Inversión

En esta herramienta es posible simular el retorno de la inversión en un motor en tres condiciones:

- Nueva instalación** - el sistema mostrará el tiempo para el retorno de la inversión considerando la diferencia entre los precios de adquisición.
- Reposición de un motor en operación** - el sistema mostrará el tiempo para el retorno de la inversión de 100% del precio de adquisición del motor nuevo.
- Reposición de un motor quemado** - el sistema mostrará el tiempo para el retorno de la inversión entre el motor nuevo y el costo de rebobinado. Motores rebobinados pueden presentar una queda en la eficiencia de hasta 2 puntos porcentuales.

Observación: Si Ud. tiene acceso a programas del gobierno local de incentivo a la compra de motores de mayor eficiencia, favor considéralos al insertar los costos de adquisición.

Estado del motor

	Motor existente / de menor eficiencia	W22 Carcasa de Hierro Gris - High Efficiency - IE2
Eficiencia (%)	<input type="text" value="85"/>	94.7
Costo adquisición (\$)	-	<input type="text" value="3278473,5"/>



Retorno de Inversión

Economía (kWh/año)	39.043,42	Economía (\$/año)	\$ 949.929,50
Inversión Total (\$)	\$ 3.278.473,50	Tiempo del Retorno de la Inversión (años)	3,45 año(s)

Aumentando la Consciencia para Eficiencia Energética

¿Todavía no convencido a usar soluciones más eficientes?

El costo de adquisición comparado al costo de energía en 1 año es de	39,39 %
El costo de adquisición comparado al costo de energía durante la vida útil (*) del motor es de	1,97 %
¿En cuánto tiempo el motor consumirá en energía el costo de su adquisición?	70,89 días

(*) Vida útil estimada en 20 años.

Utilizando soluciones más eficientes Ud. también ayuda en la conservación ambiental a través de la reducción de las emisiones de CO₂, según mostrado abajo:

Reducción de **19.677,88 CO₂ (kg/año)**

* El sistema automáticamente calcula la reducción en las emisiones de CO₂ usando como referencia el valor de 504kg de CO₂ para cada 1.000 kWh consumido, según definido por la IEA - International Energy Agency.



Tabla 9

Computo separador ciclónico y componentes				
N°	Denominación	Especificación	Cantidad	Cantidad de material
1	Separador Ciclónico	Chapa de acero inoxidable AISI 316 - 1500x3000x3 [mm]	1	302885,3 [cm ²]
2	Soporte ciclón	Chapa lisa LAC - 1500x3000x9,5 [mm]	4	354,55 [cm ²]
3	Adaptador entrada ciclón	Chapa de acero inoxidable AISI 316 - 1500x3000x3 [mm]	1	17064,96 [cm ²]
4	Adaptador salida ciclón	Chapa de acero inoxidable AISI 316 - 1500x3000x3 [mm]	1	11474,8 [cm ²]
5	Codo ciclón 90°	Codo 90° D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	4	600 [mm]
6	Codo ciclón 45°	Codo 45° D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	1	566 [mm]
7	Tubo entrada ciclón	Tubo de acero sin costura D 584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	1	2260 [mm]
8	Tubo conector (ventilador centrífugo)	Tubo de acero sin costura D 584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	1	350 [mm]
9	Tubo conector (ciclón)	Tubo de acero sin costura D 584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	1	478 [mm]
10	Tubo vertical	Tubo de acero sin costura D 584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	1	7752,8 [mm]
11	Esmalte industrial	Esmalte sintético color Beis - 1 Litro	7	6,22 [m ²]
12	Adaptador válvula rotativa	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	1	1097,7 [cm ²]
13	Arandela plana (métrico)	16	136	-
14	Perno hexagonal - métrico	M16 x 2 x 35	136	-
15	Tuerca hexagonal métrico	M16 x 2	136	-
16	Arandela plana (métrico)	20	8	-
17	Perno hexagonal - métrico	M20 x 2,5 x 40	8	-
18	Tuerca hexagonal métrico	M20 x 2,5	8	-
Computo estructura separadora ciclónico				
N°	Denominación	Especificación	Cantidad	Cantidad de material
19	Estructura cuadrada superior	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm] - Largo 12 [m]	1	6,970 [m]
20	Estructura cuadrada inferior	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm] - Largo 12 [m]	1	6,370 [m]
21	Reticulado corto	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm] - Largo 12 [m]	4	2,182 [m]
22	Reticulado largo	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm] - Largo 12 [m]	4	2,670 [m]
23	Pata estructura	Tubo cuadrado 100x100x3,2 [mm] - Largo 6 [m]	4	5,750 [m]
24	Planchuela patas	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	4	62,5 [cm ²]
25	Esmalte industrial	Esmalte sintético color Beis - 1 Litro	5	46,4 [m ²]
Computo transportador tornillo sin fin				
N°	Denominación	Especificación	Cantidad	Cantidad de material
26	Motorreductor	KAIFA/STM NMRV30/C63-B34	1	-
27	Canalón	Tubo de acero sin costura D 273,05 [mm] - 6,35 [mm] espesor	1	4,5 [m]
28	Brida del canalón	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	4	322,35 [cm ²]
29	Soporte motorreductor	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	1	2560 [cm ²]
30	Salida transportador tornillo sin fin	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	1	2193,3 [cm ²]
31	Adaptador soplador	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	1	11336 [cm ²]



32	Soporte canalón	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	1	22873,46 [cm ²]
33	Entrada transportador tornillo sin fin	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	1	8086,04 [cm ²]
34	Esmalte industrial	Esmalte sintético color Beis - 1 Litro	2	1,42 [m ²]
35	Hélice tornillo sin fin	Hélice acero al carbono SAE 1010 - 3,2 [mm] espesor	21	-
36	Eje tornillo sin fin	Tubo de acero sin costura D 21,3 [mm] - 2,77 [mm] espesor	1	4,5 [m]
37	Eje terminal tornillo sin fin	Eje acero al carbono SAE 1045 - D 16 [mm]	1	160 [mm]
38	Eje motriz tornillo sin fin	Eje acero al carbono SAE 1045 - D 16 [mm]	1	150 [mm]
39	Eje motriz caja reductora	Eje acero al carbono SAE 1045 - D 25 [mm]	1	240 [mm]
40	Corona	23 dientes - paso 12,7	1	-
41	Piñón	29 dientes - paso 12,7	1	-
42	Cadena de rodillos	Desig. BS/ISO 085-1 SKF	1	1104 [mm]
43	Rodamiento a bolas	Desig. 61902 SKF	1	-
44	Porta rodamiento	D28 [mm]	1	-
45	Chaveta	Diámetro 15 - 5 x 5	1	25 [mm]
46	Chaveta	Diámetro 25 - 8 x 7	1	80 [mm]
47	Chaveta	Diámetro 25 - 8 x 7	1	28 [mm]
48	Perno hexagonal - métrico	M10 x 1,5 x 20	24	-
49	Arandela plana (métrico)	10	16	-
50	Tuerca hexagonal métrico	M10 x 1,5	16	-
51	Perno hexagonal - métrico	M8 x 1,25 x 20	4	-
52	Perno hexagonal - métrico	M8 x 1,25 x 30	4	-
52	Tuerca hexagonal métrico	M8 x 1,25	8	-
53	Arandela plana (métrico)	12	16	-
54	Tuerca hexagonal métrico	M12 x 1,75	16	-
55	Perno hexagonal - métrico	M12 x 1,75 x 20	16	-
Computo válvula rotativa y motorreductor				
N°	Denominación	Especificación	Cantidad	Cantidad de material
56	Válvula rotativa	SOCOM P450	1	-
57	Motorreductor	KAIFA/STM N90/90L-B14	1	-
58	Perno hexagonal - métrico	M14 x 2 x 20	16	-
59	Arandela plana (métrico)	16	28	-
60	Perno hexagonal - métrico	M16 x 2 x 50	28	-
61	Tuerca hexagonal métrico	M16 x 2	28	-
Computo motor eléctrico y componentes de salida				
N°	Denominación	Especificación	Cantidad	Cantidad de material
62	Motor Eléctrico	WEG - W22 Alta Eficiencia IE2 125 [HP] / 90 [kW]	1	-
63	Disyuntor termomagnético	DWB250N185-3MF	1	-
64	Contactador	CWM105	2	-
65	Contactador	CWM65	1	-



66	Relé Térmico	RW117-1D3-U112	1	-
67	Relé temporizador	RTW17-G	1	-
68	Guardamotor	MPW40-3-U004	1	-
69	Contactador	CW07-10	2	-
70	Guardamotor	MPW40-3-U001	1	-
71	Cable de cobre tetrapolar	Afumex 1000+ 95/50 [mm ²]	1	10 [m]
72	Cable de cobre tetrapolar	Afumex 1000+ 2,5 [mm ²]	1	20 [m]

Tabla 10

Presupuesto Separador ciclónico (Tercerizado)				
N°	Especificación	Cantidad	Costo (USD)	Costo (pesos)
1	Chapa de acero inoxidable AISI 316 - 1500x3000x3 [mm]	7 chapas	8674,00	3170347
2	Chapa lisa LAC - 1500x3000x9,5 [mm]	1 chapa	245,74	89817,97
Material + Mano de obra (mas 100%)			17839,48	6520329,94

Presupuesto				
N°	Especificación	Cantidad	Costo (USD)	Costo (pesos)
1	Separador ciclónico	1	17839,48	6520329,94
2	Chapa lisa LAC - 1500x3000x3,2 [mm]	2 chapas	507,95	185655,725
3	Codo 90° D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	4 codos 90°	1694,52	619347,06
4	Codo 45° D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]	1 codo 45°	400,00	146200
5	Tubo de acero sin costura D 584,2 [mm] x Largo 13 [m] - 9,52 [mm] espesor	1 tubo	9178,65	3354796,575
6	Tubo de acero sin costura D 273,05 [mm] x Largo 6 [m] - 6,35 [mm] espesor	1 tubo	1210,00	442255
7	Tubo de acero sin costura D 21,3 [mm] x Largo 6 [m]- 2,77 [mm] espesor	1 tubo	138,00	50439
8	Tubo cuadrado 100x100x3,2 [mm] - Largo 6 [m]	4 tubos	710,00	259505
9	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm] - Largo 12 [m]	2 perfil C	210,00	76755
10	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm] - Largo 12 [m]	2 perfil C	154,00	56287
11	Esmalte sintético color Beis - 1 Litro	14 litros	213,00	77851,5
12	Hélice acero al carbono SAE 1010 - 3,2 [mm] espesor	21 hélices	234,70	85782,85
13	Eje acero al carbono SAE 1045 - D 16 [mm] x Largo 1000 [mm]	1 eje	51,80	18932,9
14	Eje acero al carbono SAE 1045 - D 25 [mm] x Largo 1000 [mm]	1 eje	108,00	39474
15	Corona 23 dientes - paso 12,7	1 corona	18,00	6579
16	Piñón 29 dientes - paso 12,7	1 piñón	24,50	8954,75
17	Cadena de rodillos Desig. BS/ISO 085-1 SKF	1 cadena	51,00	18640,5
18	Rodamiento a bolas Desig. 61902 SKF	2 rodamientos	47,75	17452,625



19	Porta rodamiento Diámetro 28 [mm] SKF	2 porta rodamientos	30,00	10965
20	Chaveta D15 - 5 x 5 x 300	1 chaveta	1,50	548,25
21	Chaveta D25 - 8 x 7 x 300	2 chavetas	3,20	1169,6
22	Motorreductor KAIFA/STM NMRV30/C63-B34	1 motorreductor	254,40	92983,2
23	Motorreductor KAIFA/STM N90/90L-B14	1 motorreductor	810,50	296237,75
24	Válvula rotativa SOCOM P450	1 válvula rotativa	1200	438600
25	Motor eléctrico WEG - W22 Alta Eficiencia IE2 125 [HP] / 90 [kW]	1 motor	12937	4728473,5
26	Disyuntor termomagnético DWB250N185-3MF	1 disyuntor	282,60	103290,3
27	Contactador CWM105	2 contactores	480,00	175440
28	Contactador CWM65	1 contactor	222,00	81141
29	Relé Térmico RW117-1D3-U112	1 relé	132,00	48246
30	Relé temporizador RTW17-G	1 relé	90,00	32895
31	Guardamotor MPW40-3-U004	1 guardamotor	122,50	44773,75
32	Contactador CW07-10	2 contactor	55,00	20102,5
33	Guardamotor MPW40-3-U001	1 guardamotor	66,00	24123
34	Cable de cobre tetrapolar Afumex 1000+ 95/50 [mm ²] x Largo 10 [m]	1 cable	1075,00	392912,5
35	Cable de cobre tetrapolar Afumex 1000+ 2,5 [mm ²] x Largo 10 [m]	2 cable	75,00	27412,5
35	Arandela plana (métrico) 20 - 10 unidades	8 arandelas	0,61	222,955
37	Arandela plana (métrico) 16 - 10 unidades	164 arandelas	7,65	2796,075
38	Arandela plana (métrico) 10 - 10 unidades	16 arandelas	0,56	204,68
39	Perno hexagonal - métrico M20 x 2,5 x 40 - 10 unidades	8 pernos	70,4	25731,2
40	Perno hexagonal - métrico M16 x 2 x 35 - 10 unidades	136 pernos	551,97	201745,035
41	Perno hexagonal - métrico M16 x 2 x 50 - 10 unidades	28 pernos	168,96	61754,88
42	Perno hexagonal - métrico M10 x 1,5 x 20 - 10 unidades	24 pernos	29,94	10943,07
43	Perno hexagonal - métrico M8 x 1,25 x 30 - 10 unidades	4 pernos	6,73	2459,815
44	Perno hexagonal - métrico M8 x 1,25 x 20 - 10 unidades	4 pernos	5,47	1999,285
45	Tuerca hexagonal métrico M20 x 2,5 - 10 unidades	8 tuercas	10,21	3731,755
46	Tuerca hexagonal métrico M16 x 2 - 10 unidades	164 tuercas	88,57	32372,335
47	Tuerca hexagonal métrico M10 x 1,5 - 10 unidades	16 tuercas	6,51	2379,405
48	Tuerca hexagonal métrico M8 x 1,25 - 10 unidades	8 tuercas	2,6	950,3
Precio total			51578,23	18851843,07



Tabla 11

Gastos reparación y mantenimiento ventilador centrífugo de succión			
N°	Especificación	Costo (U\$D)	Costo (Pesos)
1	Reparación rotor	3.485,11	1.273.807,60
2	Reparación carcasa y álabes	4.535,02	1.657.549,00
3	Plaquitas cerámicas 3 [m ²]	691,04	252.573,82
4	Control de vibraciones	142,95	52.250,00
Costo total		8.854,12	3.236.180,42
Costo total por imprevistos (mas 25%)		11.067,65	4.045.225,52

Tabla 12

Registros	Datos	Años de Proyección			
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ventas (+)		4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45
Gastos operativos (-)		3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25
Amortizaciones (-)		66.409.574,40	66.409.574,40	66.409.574,40	66.409.574,40
Ingresos varios (+)		11.982.732,20	11.982.732,20	11.982.732,20	11.982.732,20
Utilidad neta antes de los imp. a las ganancias		923.321.345,00	923.321.345,00	923.321.345,00	923.321.345,00
Imp. a las ganancias	35%	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75
Utilidad neta final		600.158.874,25	600.158.874,25	600.158.874,25	600.158.874,25
Registros	Datos	Años de Proyección			
		Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ventas (+)		4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45
Gastos operativos (-)		3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25
Amortizaciones (-)		66.409.574,40	66.409.574,40	66.409.574,40	66.409.574,40
Ingresos varios (+)		11.982.732,20	11.982.732,20	11.982.732,20	11.982.732,20
Utilidad neta antes de los imp. a las ganancias		923.321.345,00	923.321.345,00	923.321.345,00	923.321.345,00
Imp. a las ganancias	35%	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75
Utilidad neta final		600.158.874,25	600.158.874,25	600.158.874,25	600.158.874,25



Tabla 13

Flujo de fondos operativos (con mejora)	Años de proyección								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ventas (+)	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45
Gastos operativos (-)	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25
Imp. a las ganancias (-)	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75
Inversión mejora (-)	18.851.843,07								
Ahorro motor eléctrico alta eficiencia (+)	-18.851.843,07	712.446,54	712.446,54	712.446,54	712.446,54	712.446,54	712.446,54	712.446,54	712.446,54
Utilidad neta final		655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99

Flujo de fondos operativos (sin mejora)	Años de proyección								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ventas (+)	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45	4.549.697.617,45
Gastos operativos (-)	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25	3.571.949.430,25
Imp. a las ganancias (-)	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75	323.162.470,75
Costo mantenimiento ventilador centrífugo (-)	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52	4.045.225,52
Utilidad neta final	0,00	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93

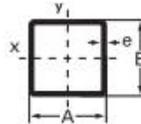
Flujo de caja diferencial	Años de proyección								
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Flujo de fondo operativo (con mejora)	-18.851.843,07	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99	655.298.162,99
Flujo de fondo operativo (sin mejora)	0,00	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93	650.540.490,93
Flujo de caja diferencial	-18.851.843,07	4.757.672,06	4.757.672,06	4.757.672,06	4.757.672,06	4.757.672,06	4.757.672,06	4.757.672,06	4.757.672,06



Anexo III - Catálogos



CAPITULO 3

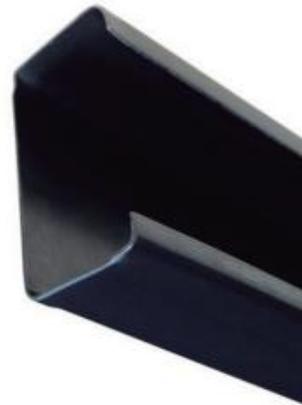
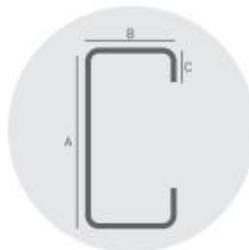


DIMENSIÓN Size	ESPESOR Thickness e	RADIO Radius	PESO Weight	AREA DE LA SECCIÓN Sectional Area	MOMENTO DE INERCIA Moment of Inertia	MÓDULO DE INERCIA Elastic Modulus	RADIO DE GIRO Gyration Radius
A x B	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
50 x 50	2,00	3,00	2,960	3,840	14,771	5,908	1,961
	2,50	3,75	3,645	4,750	17,911	7,165	1,942
	3,20	4,80	4,564	5,990	21,970	8,788	1,915
	4,00	6,00	5,562	7,360	26,153	10,461	1,885
	4,75	7,13	6,445	8,598	29,663	11,865	1,857
60 x 60	1,60	2,40	2,900	3,738	21,261	7,087	2,385
	2,00	3,00	3,588	4,640	26,064	8,682	2,369
	2,50	3,75	4,430	5,750	31,745	10,582	2,350
	3,20	4,80	5,569	7,270	39,218	13,073	2,323
	4,00	6,00	6,818	8,960	47,070	15,690	2,292
	4,75	7,13	7,936	10,498	53,802	17,934	2,264
70 x 70	5,15	7,73	8,512	11,299	57,155	19,052	2,249
	1,60	2,40	3,402	4,378	34,153	9,758	2,793
	2,00	3,00	4,216	5,440	41,961	11,989	2,777
	2,50	3,75	5,215	6,750	51,328	14,665	2,758
	3,20	4,80	6,574	8,550	63,736	18,210	2,730
	4,00	6,00	8,074	10,560	76,947	21,985	2,699
	4,75	7,13	9,428	12,398	88,438	25,268	2,671
80 x 80	5,15	7,73	10,129	13,359	94,227	26,922	2,656
	6,35	9,53	12,148	16,167	110,250	31,500	2,611
	1,60	2,40	3,904	5,018	51,423	12,856	3,201
	2,00	3,00	4,844	6,240	63,315	15,829	3,185
	2,50	3,75	6,000	7,750	77,661	19,415	3,166
	3,20	4,80	7,579	9,830	96,805	24,201	3,138
	4,00	6,00	9,330	12,160	117,385	29,346	3,107
90 x 90	4,75	7,13	10,919	14,298	135,472	33,868	3,078
	5,15	7,73	11,747	15,419	144,658	36,165	3,063
	6,35	9,53	14,142	18,707	170,379	42,595	3,018
	1,60	2,40	4,407	5,568	73,710	16,380	3,610
	2,00	3,00	5,472	7,040	90,910	20,202	3,594
	2,50	3,75	6,785	8,750	111,745	24,832	3,574
	3,20	4,80	8,584	11,110	139,704	31,045	3,546
100 x 100	4,00	6,00	10,586	13,760	169,982	37,774	3,515
	4,75	7,13	12,411	16,198	196,803	43,734	3,486
	5,15	7,73	13,364	17,479	210,508	46,780	3,470
	6,35	9,53	16,135	21,247	249,216	55,381	3,425
	1,60	2,40	4,909	6,298	101,655	20,331	4,018
	2,00	3,00	6,100	7,840	125,545	25,109	4,002
	2,50	3,75	7,570	9,750	154,578	30,916	3,982
100 x 100	3,20	4,80	9,588	12,390	193,713	38,743	3,954
	4,00	6,00	11,842	15,360	236,339	47,268	3,923
	4,75	7,13	13,902	18,098	274,332	54,866	3,893
	5,15	7,73	14,981	19,539	293,837	58,767	3,878
	6,35	9,53	18,129	23,787	349,299	69,860	3,832



C Galvanizado
 Barra de 12m de largo

MEDIDA (mm) A x D x C	ESPESOR (mm)	Kg/Barra
80x40x15	1,6	27,00
	2,0	31,36
80x50x15	1,6	30,00
	2,0	37,08
100x45x10	1,6	30,00
	2,0	37,08
100x50x15	1,6	33,12
	2,0	40,80
120x50x15	1,6	36,12
	2,0	44,44
	2,5	56,28
140x60x20	1,6	45,00
	2,0	54,00
	2,5	66,72
	3,2	84,12
160x60x20	2,0	57,84
	2,5	71,52
	3,2	90,12
180x70x20	2,0	67,32
	2,5	81,28
	3,2	101,92
200x80x20	2,0	75,24
	2,5	93,00
220x80x20	3,2	116,40
	2,0	78,48
	2,5	97,20
240x80x25	3,2	122,52
	2,0	84,36
	2,5	104,40
	3,2	131,88



C Negro
 Barra de 12m de largo

MEDIDA (mm) A x D x C	ESPESOR (mm)	Kg/Barra
80x40x15	1,6	27,00
	2,0	33,36
80x50x15	1,6	30,00
	2,0	37,08
100x45x10	1,6	30,00
	2,0	37,08
100x50x15	1,6	33,12
	2,0	40,80
120x50x15	1,6	36,12
	2,0	44,44
	2,5	56,28
140x60x20	2,0	54,00
	2,5	66,72
	3,2	84,12
	2,0	57,84
160x60x20	2,5	71,52
	3,2	90,12
	2,0	66,00
180x70x20	2,5	81,60
	3,2	102,40
	2,0	73,48
200x80x20	2,5	91,20
	3,2	116,84
	2,0	76,20
220x80x20	2,5	94,20
	3,2	118,80
	2,0	81,72
240x80x25	2,5	101,28
	3,2	127,80



Espesor mm	Ancho m	Largo m	Total kg	Espesor mm	Ancho m	Largo m	Total kg
0,3	1	2	4,8	1	1,25	2,5	25
0,4	1,25	2,5	10	1	1,25	3	30
0,4	1,25	3	12	1	1,5	3	36
0,5	1	2	8	1,2	1	2	19,2
0,5	1,25	2,5	12,5	1,2	1,25	2,5	30
0,5	1,25	3	15	1,2	1,25	3	36
0,6	1	2	9,6	1,2	1,5	3	43,2
0,6	1,25	2,5	15	1,5	1	2	24
0,6	1,25	3	18	1,5	1,25	2,5	37,5
0,6	1,5	3	21,6	1,5	1,25	3	45
0,7	1	2	11,2	1,5	1,5	3	54
0,7	1,25	2,5	17,5	2	1	2	32
0,7	1,25	3	21	2	1,25	2,5	50
0,7	1,5	3	25,2	2	1,25	3	60
0,8	1	2	12,8	2	1,5	3	72
0,8	1,25	2,5	20	2,5	1	2	40
0,8	1,25	3	24	2,5	1,25	2,5	62,5
0,8	1,5	3	28,8	2,5	1,25	3	75
0,9	1	2	14,4	2,5	1,5	3	90
0,9	1,25	2,5	22,5	3	1	2	48
0,9	1,25	3	27	3	1,25	2,5	75
0,9	1,5	3	32,4	3	1,25	3	90
1	1	2	16	3	1,5	3	108

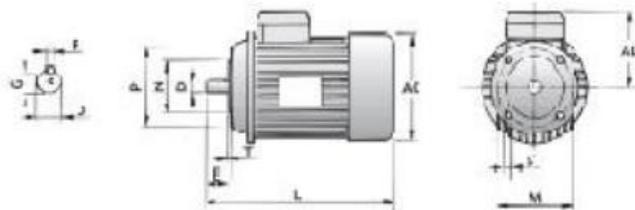


Motor Eléctrico Trifásico Kaifa 2 hp 1500 rpm

Descripción:

- Marca: KAIFA
- Potencia: 2 HP (1,5 kW)
- 1500 R.P.M. / 4 polos – 50 Hz
- Cuerpo Normalizado: 90L
- Tensión nominal: 380 V
- Corriente nominal: 3,65 A
- Ip/In: 7,4
- Estator: Aislación Clase F
- Protección IP55
- Servicio Continuo S1
- Rendimiento: 85%
- Factor de Potencia: 0,68
- Factor de Servicio

B14



ALTIJACION LIGERA													
TIPO	PO. (CV)	AC	AD	D	E	F	G	M	N	P	S	T	L
90	1,4,6,8	132	110	6	90	3	12	65	58	40	40L	2,5	165
90L	2,4,6,8	132	115	11	33	4	15	75	68	70	40L	2,5	228
90L	2,4,6,8	142	125	18	31	5	11	85	78	105	40L	2,5	295
90L	3,4,6,8	148	136	22	30	5	18,5	100	88	120	40L	3	308
90L	2,4,6,8	162	140	28	30	5	20	115	95	140	40L	3	325
90L	2,4,6,8	162	146	28	30	5	20	115	95	140	40L	3	368
90L	2,4,6,8	212	170	23	40	5	24	130	110	160	40L	3,2	388
110	3,4,6,8	252	188	35	35	5	31	155	118	125	40L	3,8	408



DN	D.EXT(mm)		STD	XS	10	20	30	40	60	80
1/8"	10,3	Esp.	1,73	2,41	-	-	-	1,73	-	2,41
		kg/m	0,37	0,47	-	-	-	0,37	-	0,47
1/4"	13,7	Esp.	2,24	3,03	-	-	-	2,24	-	3,03
		kg/m	0,63	0,8	-	-	-	0,63	-	0,8
3/8"	17,1	Esp.	2,31	3,2	-	-	-	2,31	-	3,2
		kg/m	0,84	1,1	-	-	-	0,84	-	1,1
1/2"	21,3	Esp.	2,77	3,73	7,47	-	-	2,77	-	3,73
		kg/m	1,27	1,62	2,55	-	-	1,27	-	1,62
3/4"	26,7	Esp.	2,87	3,91	7,82	-	-	2,87	-	3,91
		kg/m	1,69	2,2	3,64	-	-	1,69	-	2,2
1"	33,4	Esp.	3,38	4,55	2,77	-	-	3,38	-	4,55
		kg/m	2,5	3,24	2,09	-	-	2,5	-	3,24
1 1/4"	42,2	Esp.	3,56	4,85	2,77	-	-	3,56	-	4,85
		kg/m	3,39	4,47	2,69	-	-	3,39	-	4,47
1 1/2"	48,3	Esp.	3,68	5,08	2,77	-	-	3,68	-	5,08
		kg/m	4,05	5,41	3,11	-	-	4,05	-	5,41
2"	60,3	Esp.	3,91	5,54	2,77	-	-	3,91	-	5,54
		kg/m	5,44	7,48	3,93	-	-	5,44	-	7,48
2 1/2"	73	Esp.	5,16	7,01	3,05	-	-	5,16	-	7,01
		kg/m	8,63	11,41	5,26	-	-	8,63	-	11,41
3"	88,9	Esp.	5,49	7,62	3,05	-	-	5,49	-	7,62
		kg/m	11,29	15,27	6,46	-	-	11,29	-	15,27
3 1/2"	101,6	Esp.	5,74	8,08	3,05	-	-	5,74	-	8,08
		kg/m	13,57	18,64	7,41	-	-	13,57	-	18,64
4"	114,3	Esp.	6,02	8,56	3,05	-	-	6,02	-	8,56
		kg/m	16,08	22,32	8,37	-	-	16,08	-	22,32
5"	141,3	Esp.	6,55	9,53	3,4	-	-	6,55	-	9,53
		kg/m	21,77	30,97	11,56	-	-	21,77	-	30,97
6"	168,3	Esp.	7,11	10,97	3,4	-	-	7,11	-	10,97
		kg/m	28,26	42,56	13,83	-	-	28,26	-	42,56
8"	219,1	Esp.	8,18	12,7	4,78	6,35	7,04	8,18	10,31	12,7
		kg/m	42,55	64,64	25,26	33,32	36,82	42,55	53,09	64,64
10"	273	Esp.	9,27	12,7	4,19	6,35	7,8	9,27	12,7	15,9
		kg/m	60,29	81,53	27,78	41,76	51,01	60,29	81,53	95,98
12"	323,8	Esp.	9,52	12,7	4,57	6,35	8,38	10,31	14,27	17,48
		kg/m	73,79	97,44	35,98	49,71	65,19	79,71	108,93	132,05
14"	355,6	Esp.	9,52	12,7	6,35	7,92	9,52	11,13	15,09	19,05
		kg/m	81,25	107,4	54,69	67,91	81,25	94,67	126,72	158,11
16"	406,4	Esp.	9,52	12,7	6,35	7,92	9,52	12,7	16,66	21,44
		kg/m	93,18	123,31	62,65	77,83	93,18	123,31	160,13	203,55
18"	457,2	Esp.	9,52	12,7	6,35	7,92	11,13	14,27	19,05	23,83
		kg/m	105,11	139,22	70,6	87,75	122,44	155,88	205,84	254,69
20"	508	Esp.	9,52	12,7	6,35	9,52	12,7	15,09	20,62	26,19
		kg/m	117,03	155,13	78,56	117,03	155,13	183,43	247,84	311,19
23"	584,2	Esp.	9,52	12,7	6,35	9,52	14,27	17,48	24,61	30,96
		kg/m	140,89	186,95	94,47	140,89	209,51	255,25	355,04	441,8
30"	762	Esp.	9,52	12,7	7,92	12,7	15,88	-	-	-
		kg/m	176,67	234,68	147,29	234,68	292,2	-	-	-
36"	914	Esp.	9,52	12,7	7,92	12,7	15,88	19,05	-	-
		kg/m	212,45	282,41	177,05	282,41	351,88	420,64	-	-
42"	1066,8	Esp.	9,52	12,7	-	-	15,88	-	-	-
		kg/m	248,23	330,15	-	-	411,57	-	-	-
48"	1219,2	Esp.	9,52	12,7	-	-	15,88	-	-	-
		kg/m	284,01	377,8	-	-	471,25	-	-	-



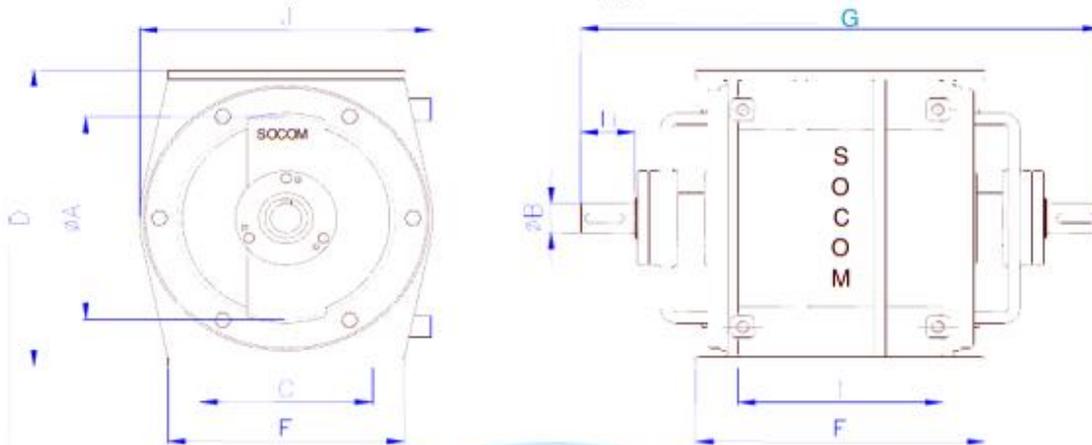
SOCOM s.r.l.
 J.B. Alberdi 3017
 S2200FSK - San Lorenzo - Sta. Fe
 Tel.: 00 (54) 3478 - 423388
 www.socom.com.ar
 e-mail: info@so.com.com.ar



TABLA DIMENSIONAL

PASO VERTICAL

➤ **SERIE P (Rodamientos fuera del cuerpo)**



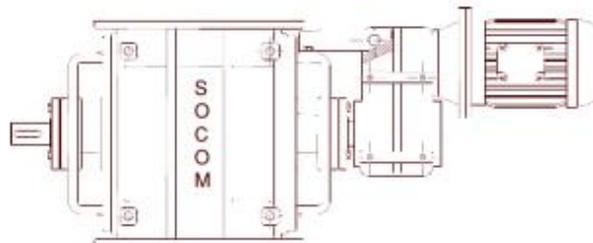
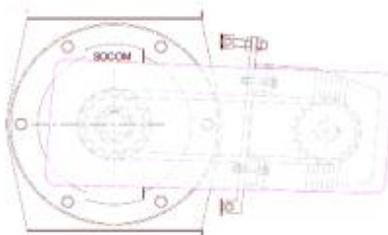
Serie	ØA	ØB	C	D	E	F	G	H	I	J	Vol./Transp. dm ³ /rev.
150	150	28	110	240	220	180	380	40	150	200	2.08
220	220	40	155	325	290	255	586	60	200	290	6.24
280	280	40	220	410	370	320	665	70	270	365	14.04
360	360	50	250	480	460	370	800	80	350	460	30.25
450	450	50	305	580	520	415	870	85	410	540	57.81
500	500	50	325	650	600	450	1000	110	490	600	81.61
600	600	55	400	800	690	530	1238	120	560	730	140.45
700*	700	55	470	900	852	622	1358	120	700	820	234.92
800*	800	65	600	980	900	760	1440	120	740	930	331.07

* Serie de fabricación especial
 (Dimensiones sujetas a modificaciones sin previo aviso)

OPCIONALES:

Base tipo libro y mando con corta fusible

Mando directo mediante motoreductor de eje hueco



Para obtener la serie reducida a total o por 1/2 de la serie estándar, ver tabla reducida general.
SOCOM es un nombre registrado de S. SOCOM s.r.l. - Todavía todo de vuelta lo mejor posible.



CAPITULO 4

HOJA DE DATOS						
Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula						
Cliente :						
Linea del producto : W22 IE2 Trifásico			Código del producto :		14421232	
			Catalog # :		E09018EP3Y280SMF3-W2	
Carcasa : 280S/M Potencia : 90 kW (125 HP) Polos : 4 Frecuencia : 50 Hz Tensión nominal : 380/660 V Corriente nominal : 170/97.9 A Corriente de arranque : 1190/685 A Ip/In : 7.0 Corriente en vacío : 52.5/30.2 A Rotación nominal : 1484 rpm Resbajamiento : 1.07 % Torque nominal : 579 Nm Torque de arranque : 190 % Torque máximo : 229 % Clase de aislamiento : F Factor de servicio : 1.00 Momento de inercia (J) : 1.88 kgm ² Categoría : N			Tiempo de rotor bloqueado : 41s (frio) 23s (caliente) Elevación de temperatura : 80 K Régimen de servicio : S1 Temperatura ambiente : -20°C hasta +40°C Altitud : 1000 m Grado de protección : IP55 Método de refrigeración : IC411 - TEFC Forma constructiva : B3T Sentido de giro ¹ : Ambos Nivel de ruido ² : 71.0 dB(A) Método de Arranque : Partida directa Masa aproximada ³ : 669 kg			
Potencia	25%	50%	75%	100%	Fuerzas en la fundación	
Rendimiento (%)	94.5	94.4	94.7	94.5	Tracción máxima : 9347 N	
Cos Φ	0.51	0.76	0.82	0.85	Compresión máxima : 15910 N	
Pérdidas en puntos de funcionamiento estándar (velocidad; par), en porcentaje de la potencia nominal						
P1 (0,9;1,0)	P2 (0,5;1,0)	P3 (0,25;1,0)	P4 (0,9;0,5)	P5 (0,5;0,5)	P6 (0,5;0,25)	P7 (0,25;0,25)
5.4	4.2	3.8	2.7	1.6	1.0	0.6
Tipo de cojinete :			<u>Delantero</u>		<u>Trasero</u>	
Sello :			6316 C3		6316 C3	
Intervalo de lubricación :			WSeal		WSeal	
Cantidad de lubricante :			13000 h		13000 h	
Tipo de lubricante :			34 g		34 g	
			Mobil Polyrex EM			
Notas						
Esta revisión reemplaza y cancela la anterior, la cual deberá ser eliminada. (1) Mirando la punta delantera del eje del motor. (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A). (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación. (4) Al 100% de la carga completa.				Los valores indicados son valores promedio con base en ensayos y para alimentación en red senoidal, sujetos a las tolerancias de la norma IEC 60034-1.		
Rev.	Resumen de los cambios			Ejecutado	Verificado	Fecha
Ejecutor						



CAPITULO 5



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
ASTM A53 / A106
Area de La Superficie del Tubo

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		Área de La Superficie Exterior en mt2 por metro lineal de tubería
NPS	DN	Real		Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	(mm.)					
8	200	8.625	219.08	0.188	4.78	-	-	16.94	25.26	0.688
				0.203	5.16	-	-	18.26	27.22	
				0.219	5.56	-	-	19.66	29.28	
				0.250	6.35	-	20	22.36	33.31	
				0.277	7.04	-	30	24.70	36.81	
				0.312	7.92	-	-	27.70	41.24	
				0.322	8.18	STD	40	28.55	42.55	
				0.344	8.74	-	-	30.42	45.34	
				0.375	9.52	-	-	33.04	49.20	
				0.406	10.31	-	60	35.64	53.08	
				0.438	11.13	-	-	38.30	57.08	
				0.500	12.70	XS	80	43.39	64.64	
				0.594	15.09	-	100	50.95	75.92	
				0.719	18.26	-	120	60.71	90.44	
0.812	20.62	-	140	67.76	100.92					
0.875	22.22	XXS	-	72.42	107.88					
0.906	23.01	-	160	74.69	111.27					
10	250	10.750	273.05	0.188	4.78	-	-	21.21	31.62	0.858
				0.203	5.16	-	-	22.87	34.08	
				0.219	5.56	-	-	24.63	36.67	
				0.250	6.35	-	20	28.04	41.75	
				0.279	7.09	-	-	31.20	46.49	
				0.307	7.80	-	30	34.24	51.01	
				0.344	8.74	-	-	38.23	56.96	
				0.365	9.27	STD	40	40.48	60.29	
				0.438	11.13	-	-	48.19	71.87	
				0.500	12.70	XS	60	54.71	81.52	
				0.594	15.09	-	80	64.43	95.97	
				0.719	18.26	-	100	77.03	114.70	
				0.844	21.44	-	120	89.29	133.00	
				1.000	25.40	XXS	140	104.13	155.09	
1.125	28.57	-	160	115.65	172.21					
12	300	12.750	323.85	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55	1.017
				0.219	5.56	-	-	29.31	43.63	
				0.250	6.35	-	20	33.38	49.71	
				0.281	7.14	-	-	37.42	55.75	
				0.312	7.92	-	-	41.45	61.69	
				0.330	8.38	-	30	43.77	65.18	
				0.344	8.74	-	-	45.58	67.90	
				0.375	9.52	STD	-	49.52	73.78	
				0.406	10.31	-	40	53.52	79.70	
				0.438	11.13	-	-	57.59	85.82	
				0.500	12.70	XS	-	65.42	97.43	
				0.562	14.27	-	60	73.15	108.92	
				0.688	17.28	-	80	88.63	132.04	
				0.844	21.44	-	100	107.32	159.86	
1.000	25.40	XXS	120	125.49	186.91					
1.125	28.57	-	140	139.68	208.00					
1.312	33.32	-	160	160.27	238.68					



	Especificación Técnica
---	-------------------------------

Especificaciones

Para el transporte de materiales en general.

Diámetro exterior en función del ancho del fleje y del diámetro del eje.

Rosca derecha o izquierda.

Opción de entrega montado sobre el eje.

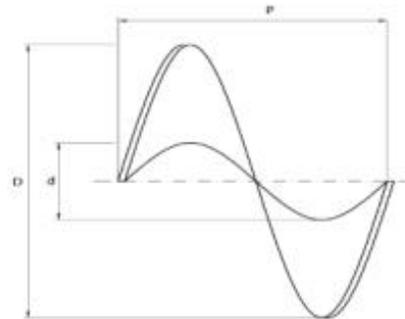
Amplio stock disponible.

Fabricados con acero al carbono (SAE 1010).

Espesor (mm) 3,2; 4 y 4,76.

Paso en función del diámetro externo.

Largo dependiendo de la medida este puede ser 3 o 4 metros.



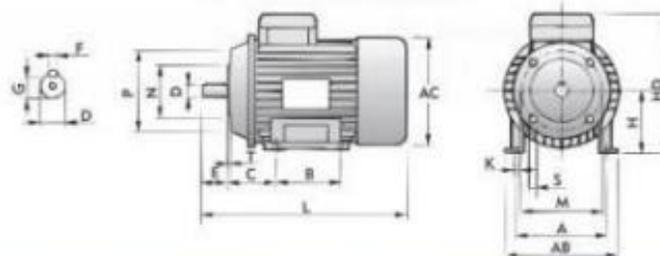


Motor Eléctrico Trifásico Kaifa 1/4 hp 1500 rpm

Descripción:

- Marca: KAIFA
- Potencia: 1/4 HP (0,18 Kw)
- 1500 R.P.M / 4 polos – 50 Hz
- Cuerpo Normalizado: 63
- Tensión nominal: 380 V
- Corriente nominal: 0,65 A
- Ip/In: 4,6
- Estator: Aislación Clase F
- Protección IP55
- Servicio Continuo S1
- Rendimiento: 67%
- Factor de Potencia: 0,63
- Factor de Servicio 1.1

B34



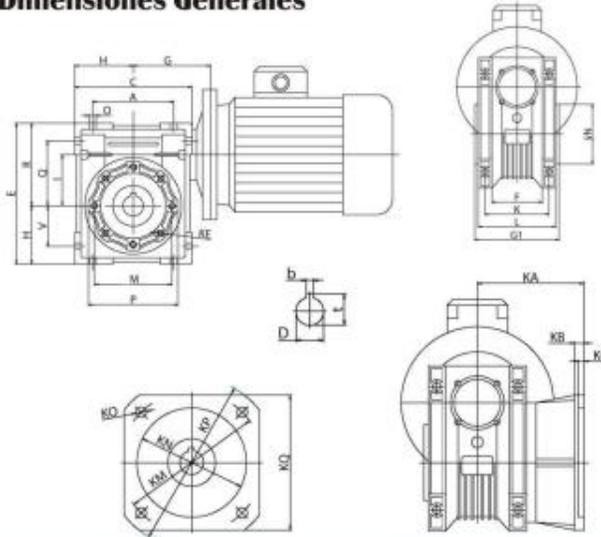
ALEACIÓN LIGERA																				
TIPO	POLOS	A	AB	AC	AD	B	C	D	E	F	G	H	HD	K	L	M	N	P	S	T
56	2, 4, 6, 8	90	110	120	110	71	36	9	20	3	7,2	56	155	5,8	195	65	50	80	M5	2,5
63	2, 4, 6, 8	100	130	130	115	80	40	11	23	4	8,5	63	165	7	230	75	60	90	M5	2,5
71	2, 4, 6, 8	112	145	145	125	90	45	14	30	5	11	71	185	7	255	85	70	105	M6	2,5
80	2, 4, 6, 8	125	160	165	135	100	50	19	40	6	15,5	80	215	10	295	100	80	120	M6	3
90S	2, 4, 6, 8	140	180	185	145	100	56	24	50	8	20	90	235	10	335	115	95	140	M8	3
90L	2, 4, 6, 8	140	180	185	145	125	56	24	50	8	20	90	235	10	360	115	95	140	M8	3
100	2, 4, 6, 8	160	205	215	170	140	63	28	60	8	24	100	255	12	380	130	110	160	M8	3,5
112	2, 4, 6, 8	180	245	240	180	140	70	28	60	8	24	112	285	12	400	130	110	180	M8	3,5



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Caja de aluminio inyectado con amplia capacidad de disipación de calor
- Corona de bronce fosforoso al níquel
- Sin fin cementado con flanco de hélices rectificadas
- 4 rodamientos ampliamente dimensionados
- Sellado: con retenes de doble labio y anillos o ring en todas las tapas y bridas
- Lubricación de por vida provisto con aceite Sintético
- Múltiples posibilidades de fijación
- Montaje directo sobre motores Normalizados con bridas B14 y B5
- Relaciones desde 1:7.5 a 1:10.000
- Entrega inmediata
- Stock permanente

Dimensiones Generales



Tamaño	A	C	D(h7)	E	F	G	G1	H	I	L	M	N(h8)	O	P	Q
25	45	70	11	83	22	45	42	35	35.5	37	45	45	6.5	45	35
30	54	80	14	97	32	55	63	40	30	56	65	55	6.5	75	44
40	70	100	18	121.5	43	70	78	50	40	71	75	60	6.5	87	55
50	80	120	25	144	49	80	92	60	50	85	85	70	8.5	100	64
63	100	144	25	174	67	95	112	72	63	103	95	80	8.5	110	80
75	120	172	28	205	72	112.5	120	86	75	112	115	95	11	140	93
90	140	208	35	238	74	129.5	140	103	90	130	130	110	13	160	102
110	170	252.5	42	295	-	160	155	127.5	110	144	165	130	14	200	125
130	200	292.5	45	335	-	180	170	147.5	130	155	215	180	16	250	140

Tamaño	R	V	K	KA	KB	KC	KE	KM	KN	KO	KP	KQ	b	t	Peso Kg
25	48	22.5	35	45	6	3	M6x11(4)	65	40	5	75	70	4	13	0.9
30	57	27	44	54.5	6	4	M6x11(4)	68	50	6.5(4)	80	70	5	16.3	1.2
40	71.5	35	60	67	7	4	M8x8(4)	87	60	9(4)	110	95	6	20.8	2.3
50	84	40	70	90	9	5	M8x10(4)	90	70	11(4)	125	110	8	28.3	3.5
63	102	50	85	82	10	6	M8x14(8)	150	115	11(4)	180	142	8	28.3	6.2
75	119	60	90	111	13	6	M8x14(8)	165	130	14(4)	200	170	8	31.3	9
90	135	70	100	111	13	6	M10x18(8)	175	152	14(4)	210	200	10	38.3	13
110	167.5	85	115	131	15	6	M10x18(8)	230	170	14(8)	280	260	12	45.3	35
130	187.5	100	120	140	15	6	M12x21(8)	255	180	16(8)	320	290	14	48.8	48

Ejes de Salida ES - simple /ED - doble

Tamaño	D(h6)	B	B1	L	L1	G1	f
25	11	23	25.5	81	101	50	-
30	14	30	32.5	102	128	63	M6
40	18	40	43	128	164	78	M6
50	25	50	53.5	153	199	92	M10
63	25	50	53.5	173	219	112	M10
75	28	60	63.5	192	247	120	M10
90	35	80	84.5	234	309	140	M12
110	42	80	84.5	249	324	155	M16
130	45	80	85	265	340	170	M16

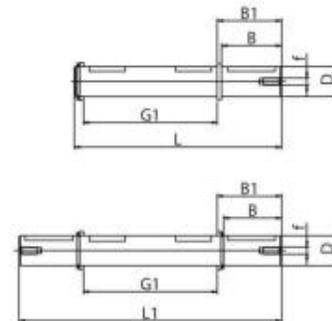




Tabla de Potencia

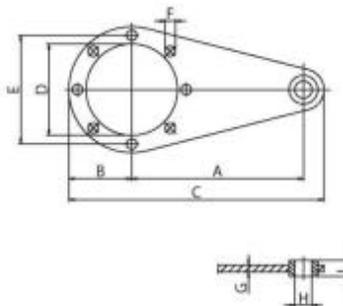
Relación Nominal	RPM de salida		Velocidad de entrada n1=1500 rpm								
	I	n2(rpm)	NMRV-25	NMRV-30	NMRV-40	NMRV-50	NMRV-63	NMRV-75	NMRV-90	NMRV-110	NMRV-130
7.5	200	Hp	0.12	0.25	0.5	1	2	4	5.5	10	12.5
		M2	0.14	0.90	2	3.17	6.80	12.51	17.67	32.20	40.28
		η	0.85	0.85	0.89	0.89	0.87	0.87	0.90	0.90	0.90
10	150	Hp	0.12	0.3	0.75	1	2	4	5.5	10	12.5
		M2	0.5	1.17	3.05	4.11	9.02	16.80	23.27	42.47	53.11
		η	0.85	0.82	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.89
15	100	Hp	0.12	0.25	0.5	1	2	3	4	7.5	10
		M2	0.73	1.37	2.84	5.88	11.84	17.78	24.56	46.19	62.3
		η	0.85	0.77	0.79	0.82	0.83	0.83	0.86	0.86	0.87
20	75	Hp	0.12	0.25	0.5	1	2	3	4	7.5	10
		M2	0.85	1.74	3.69	7.51	15.40	23.38	31.94	60.90	81.16
		η	0.82	0.73	0.77	0.79	0.81	0.82	0.84	0.85	0.85
25	60	Hp	0.12	0.25	0.34	0.75	1	1.75	3	5.5	10
		M2	1.15	2.02	2.95	6.67	9.24	16.33	29.30	55.15	100.26
		η	0.80	0.68	0.73	0.74	0.77	0.78	0.82	0.84	0.84
30	50	Hp	0.12	0.16	0.34	0.75	1	1.5	3	5.5	7.5
		M2	1.26	1.46	3.43	7.66	10.17	16.23	33.02	62.17	85.94
		η	0.80	0.64	0.70	0.71	0.71	0.76	0.77	0.79	0.8
40	37.5	Hp		0.16	0.34	0.5	1	1.5	2	4	5.5
		M2		1.80	4.19	6.24	13.35	20.62	28.56	58.89	81.93
		η		0.59	0.65	0.65	0.70	0.72	0.75	0.77	0.78
50	30	Hp		0.12	0.25	0.5	0.75	1	2	3	5.5
		M2		1.54	3.70	6.91	11.74	16.42	34.44	52.50	97.16
		η		0.54	0.62	0.58	0.66	0.69	0.72	0.73	0.74
60	25	Hp		0.12	0.16	0.34	0.75	1	1.5	3	4
		M2		1.16	2.66	5.71	13.48	18.66	29.69	61.88	82.50
		η		0.51	0.58	0.59	0.63	0.65	0.69	0.72	0.72
80	18.7	Hp		0.08	0.16	0.25	0.5	0.75	1	2	3
		M2		1.37	3.19	5.11	10.81	17.23	24.05	49.60	76.98
		η		0.45	0.52	0.53	0.56	0.60	0.63	0.65	0.67
100	15	Hp			0.12	0.16	0.5	0.75	1	1.5	2
		M2			2.70	3.63	11.38	17.18	25.20	44.14	60.16
		η			0.47	0.48	0.48	0.48	0.53	0.62	0.63

n2: rpm en eje de salida
 Hp: Potencia del motor
 M2(kgm): Momento de torsión máxima en el eje de salida
 η : Rendimiento mecánico

Nota: Los valores de rpm (n2) indicados corresponden a la velocidad nominal del motor.

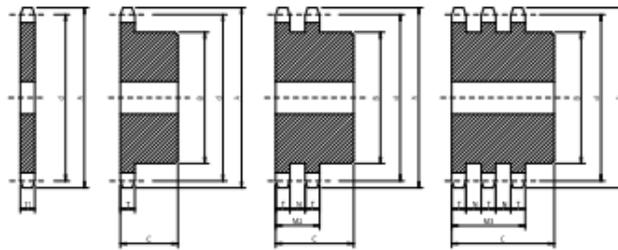
Brazo de reacción BR

Tamaño	A	B	C	D	E	F	G	H	I
25	70	35	119	45	55	7	4	8	14
30	85	38	138	55	65	7	4	8	14
40	100	44	162	60	75	7	4	10	14
50	100	50	168	70	85	9	4	10	14
63	150	55	223	80	95	9	6	10	14
75	200	70	300	95	115	9	6	20	25
90	200	80	310	110	130	11	6	20	25
110	250	100	385	130	165	11	6	25	30
130	250	125	410	180	215	14	6	25	30





**Discos, Piñones y Ruedas de Acero
 para Transmisiones de Cadenas**
**Sprockets and Plate Wheels
 for Roller Chain**



- Macizo
Solid
- Cubo soldado
Welded Hub
- Pieza soldada
Welded Piece

Paso - Pitch 1/2" ASA 40 012,7 mm BS 08 Rodillo - Roller 7,925 mm Rodillo - Roller 8,51 mm

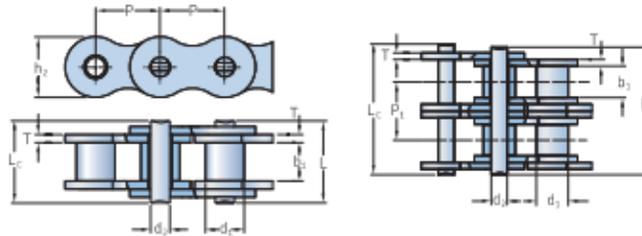
Z	Dimetro Primitivo(d) Pitch Circle Diameter(d)	Dimetro Exterior(A) Top Diameter(A)	Dimetro Cubo(B) Hub Diameter(B)			Largo Total(C) Total Length(C)		
			S	D	T	S	D	T
9	37.13	42.51	24	24	24	28	35	50
10	41.10	46.71	26	28	28	28	35	50
11	45.08	50.87	29	32	32	28	35	50
12	49.07	55.02	33	35	35	28	35	50
13	53.07	59.15	37	38	38	28	35	50
14	57.07	63.26	41	42	42	28	35	50
15	61.08	67.37	45	46	46	28	35	50
16	65.10	71.47	50	50	50	28	38	50
17	69.12	75.56	52	54	54	28	38	50
18	73.14	79.65	56	58	58	28	38	50
19	77.16	83.73	60	62	62	28	38	50
20	81.18	87.80	64	66	66	28	38	50
21	85.21	91.88	68	70	70	28	40	55
22	89.24	95.95	70	70	70	28	40	55
23	93.27	100.02	70	70	70	28	40	55
24	97.30	104.09	70	75	75	28	40	55
25	101.33	108.15	70	80	80	28	40	55
26	105.36	112.21	70	85	85	30	40	55
27	109.40	116.28	70	85	85	30	40	55
28	113.43	120.34	70	90	90	30	40	55
29	117.46	124.39	80	95	95	30	40	55
30	121.50	128.45	80	100	100	30	40	55
35	141.68	148.73	70	100	100	40	50	60
38	153.79	160.89	70	90	100	40	50	60
40	161.87	168.99	70	90	100	40	50	60
45	182.06	189.24	70	90	100	40	50	60
50	202.26	209.48	70	90	100	40	50	60
57	230.54	237.81	70	90	100	40	50	60
60	242.66	249.95	80	100	100	40	50	60
76	307.32	314.68	80	100	100	40	56	60
95	384.11	391.52	80	100	120	45	56	67
114	460.91	468.35	80	100	120	45	63	67

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI) Measurement for American type (ASA - ANSI)					
PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
ASA40 (1/2)	7	7.4	21.4	35.8	7.2

Dimensiones para tipo Europeo - (BS - ISO) Measurement for European type (BS - ISO)					
PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
08 - 1/2	7.1	6.8	21	34.9	7.1



Roller chains
 ANSI



ANSI Chain number	BS/ISO Chain number	Dimensions Pitch	Roller diameter d ₂	Width between inner plates b ₁	Pin diameter d ₂	Pin length L	Pin length L _c	Pin length L _c cotted	Inner plate height h ₂	Plate thickness T	Transverse pitch P ₁	Ultimate tensile strength D	Average tensile strength D ₀	Mass per meter	Designation
mm												kN	kg/m	-	
15-1 ⁰	03C ⁰¹	4,76	2,48	2,38	1,62	6,30	6,90	-	4,30	0,60	-	1,8	2,0	0,08	PHC 15-1...
25-1 ⁰	04C-1 ⁰	6,35	3,30	3,18	2,31	7,90	8,40	-	6,00	0,80	-	3,5	4,6	0,15	PHC 25-1...
35-1 ⁰	04C-1 ⁰	9,53	5,08	4,77	3,58	12,40	13,17	-	9,00	1,30	-	7,9	10,8	0,33	PHC 35-1...
43-1	085-1	12,70	7,77	6,25	3,58	13,75	15,00	-	9,91	1,30	-	6,7	12,6	0,41	PHC 43-1...
40-1	08A-1	12,70	7,95	7,85	3,96	14,60	17,80	-	12,00	1,50	-	14,1	17,5	0,62	PHC 40-1...
50-1	10A-1	15,88	10,16	9,40	5,08	20,70	22,20	23,3	15,09	2,03	-	22,2	29,4	1,02	PHC 50-1...
60-1	12A-1	19,05	11,91	12,57	5,94	25,90	27,70	28,3	18,00	2,42	-	31,8	41,5	1,50	PHC 60-1...
80-1	16A-1	25,40	15,88	15,75	7,92	32,70	35,00	36,5	24,00	3,25	-	56,7	69,4	2,60	PHC 80-1...
100-1	20A-1	31,75	19,05	18,90	9,53	40,40	44,70	44,7	30,00	4,00	-	88,5	109,2	3,91	PHC 100-1...
120-1	24A-1	38,10	22,23	22,22	11,10	50,30	54,30	54,3	35,70	4,80	-	127,0	156,3	5,62	PHC 120-1...
140-1	28A-1	44,45	25,40	25,22	12,70	54,40	59,00	59,0	41,00	5,60	-	172,4	212,0	7,50	PHC 140-1...
160-1	32A-1	50,80	28,58	31,55	14,27	64,80	69,60	69,6	47,80	6,40	-	226,8	278,9	10,10	PHC 160-1...
180-1	36A-1	57,15	35,71	35,48	17,46	72,80	78,60	78,6	53,60	7,20	-	280,2	343,8	13,45	PHC 180-1...
200-1	40A-1	63,50	39,68	37,85	19,85	80,30	87,20	87,2	60,00	8,00	-	353,8	432,6	16,15	PHC 200-1...
240-1	48A-1	76,20	47,63	47,35	23,81	95,50	103,00	103,0	72,39	9,50	-	510,3	622,5	23,20	PHC 240-1...
25-2 ⁰	04C-2 ⁰	6,35	3,30	3,18	2,31	14,50	15,00	-	6,00	0,80	6,40	7,0	8,6	0,28	PHC 25-2...
35-2 ⁰	04C-2 ⁰	9,53	5,08	4,77	3,58	22,50	23,30	-	9,00	1,30	10,13	15,8	19,7	0,63	PHC 35-2...
43-2	085-2	12,70	7,77	6,25	3,58	25,70	26,90	-	9,91	1,30	11,95	13,3	16,9	0,81	PHC 43-2...
40-2	08A-2	12,70	7,95	7,85	3,96	31,00	32,20	-	12,00	1,50	14,38	28,2	35,9	1,12	PHC 40-2...
50-2	10A-2	15,88	10,16	9,40	5,08	38,90	40,40	41,2	15,09	2,03	18,31	44,4	58,1	2,00	PHC 50-2...
60-2	12A-2	19,05	11,91	12,57	5,94	48,80	50,50	51,1	18,00	2,42	22,78	63,6	82,1	2,92	PHC 60-2...
80-2	16A-2	25,40	15,88	15,75	7,92	62,70	64,30	65,8	24,00	3,25	29,29	113,4	143,8	5,15	PHC 80-2...
100-2	20A-2	31,75	19,05	18,90	9,53	76,40	80,50	80,5	30,00	4,00	35,76	177,0	219,4	7,80	PHC 100-2...
120-2	24A-2	38,10	22,23	22,22	11,10	95,80	99,70	99,7	35,70	4,80	45,44	254,0	314,9	11,70	PHC 120-2...
140-2	28A-2	44,45	25,40	25,22	12,70	103,30	107,90	107,9	41,00	5,60	48,87	344,8	427,5	15,14	PHC 140-2...
160-2	32A-2	50,80	28,58	31,55	14,27	123,30	128,10	128,1	47,80	6,40	58,55	453,6	562,4	20,14	PHC 160-2...
180-2	36A-2	57,15	35,71	35,48	17,46	138,60	144,40	144,4	53,60	7,20	65,84	560,5	695,0	29,22	PHC 180-2...
200-2	40A-2	63,50	39,68	37,85	19,85	151,90	158,80	158,8	60,00	8,00	71,55	707,6	877,4	32,24	PHC 200-2...
240-2	48A-2	76,20	47,63	47,35	23,81	181,40	190,80	190,8	72,39	9,50	87,83	1 020,6	1 255,3	45,23	PHC 240-2...
25-3 ⁰	04C-3 ⁰	6,35	3,30	3,18	2,31	21,00	21,50	-	6,00	0,80	6,40	10,5	12,6	0,44	PHC 25-3...
35-3 ⁰	04C-3 ⁰	9,53	5,08	4,77	3,58	32,70	33,50	-	9,00	1,30	10,13	23,7	28,6	1,05	PHC 35-3...
40-3	08A-3	12,70	7,95	7,85	3,96	45,40	46,60	-	12,00	1,50	14,38	42,3	50,0	1,90	PHC 40-3...
50-3	10A-3	15,88	10,16	9,40	5,08	57,00	58,50	59,3	15,09	2,03	18,31	66,6	77,8	3,09	PHC 50-3...
60-3	12A-3	19,05	11,91	12,57	5,94	71,50	73,30	73,9	18,00	2,42	22,78	95,4	111,3	4,54	PHC 60-3...
80-3	16A-3	25,40	15,88	15,75	7,92	91,70	93,60	95,1	24,00	3,25	29,29	170,3	198,4	7,89	PHC 80-3...
100-3	20A-3	31,75	19,05	18,90	9,53	112,20	116,30	116,3	30,00	4,00	35,76	265,5	309,6	11,77	PHC 100-3...
120-3	24A-3	38,10	22,23	22,22	11,10	141,40	145,20	145,2	35,70	4,80	45,44	381,0	437,2	17,53	PHC 120-3...
140-3	28A-3	44,45	25,40	25,22	12,70	152,20	156,80	156,8	41,00	5,60	48,87	517,2	593,3	22,20	PHC 140-3...
160-3	32A-3	50,80	28,58	31,55	14,27	181,80	186,60	186,6	47,80	6,40	58,55	680,4	780,6	30,02	PHC 160-3...
180-3	36A-3	57,15	35,71	35,48	17,46	204,40	210,20	210,2	53,60	7,20	65,84	840,7	983,6	38,22	PHC 180-3...
200-3	40A-3	63,50	39,68	37,85	19,85	223,50	230,40	230,4	60,00	8,00	71,55	1 061,4	1 217,8	49,03	PHC 200-3...
240-3	48A-3	76,20	47,63	47,35	23,81	271,30	278,60	278,6	72,39	9,50	87,83	1 530,9	1 756,5	71,60	PHC 240-3...

⁰ Bushing chain; d₂ indicates external diameter of bushing.
 Standard lengths are 10 ft. and 5 m. To complete designation, add chain length. For example, a 10 ft. box of 140-1 is PHC 140-1X10FT.
 One connecting link is contained per chain. For additional links, add "CL" for connecting and "DL" for "offset" to the designation.
 For cotted, add a "C" after the number of strands. For example, 140-1 with a cotted pin is designated PHC 140-1C...



61902



Rodamiento rígido de bolas

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

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

Overview

Dimensiones

Diámetro interno	15 mm
Diámetro exterior	28 mm
Ancho	7 mm

Rendimiento

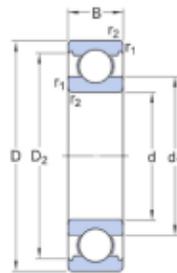
Capacidad de carga dinámica básica	4.36 kN
Capacidad de carga estática básica	2.24 kN
Velocidad de referencia	56 000 r/min
Velocidad límite	34 000 r/min

Propiedades

Ranuras de llenado	Sin
Cantidad de hileras	1
Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento	Ninguna
Tipo de agujero	Cilíndrico
Jaula	Chapa metálica
Disposición ajustada	No
Juego radial interno	CN
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Sin
Lubricante	Ninguna
Característica de relubricación	Sin

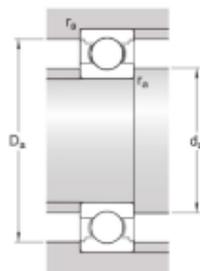


Especificación técnica



Dimensiones

d	15 mm	Diámetro interno
D	28 mm	Diámetro exterior
B	7 mm	Ancho
d_1	≈ 18.8 mm	Diámetro del resalte
D_2	≈ 25.3 mm	Diámetro del rebaje
$r_{1,2}$	min. 0.3 mm	Dimensión del chaflán



Dimensiones de los resaltes

d_a	min. 17 mm	Diámetro del resalte del eje
D_e	max. 26 mm	Diámetro del resalte del soporte
r_a	max. 0.3 mm	Radio del eje o acuerdo del soporte

Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	4.36 kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	2.24 kN
Carga límite de fatiga	P_u	0.095 kN
Velocidad de referencia		56 000 r/min
Velocidad límite		34 000 r/min
Factor de carga mínima	k_f	0.02
Factor de cálculo	f_0	14.3



Dimensiones y pesos de tubos de acero sin soldadura y soldados Según ASME B-36.10

Ø nominal pulgadas	Ø nominal mm	sch. 10	sch. 20	sch. 30	sch. 40	sch. 60	sch. 80	sch. 100	sch. 120	sch. 140	sch. 160	STD standard	XS extrafuerte	XXS doble extrafuerte
1/8	10,3				0,36 1,73		0,46 2,41					0,36 1,73	0,46 2,41	
1/4	13,7				0,63 2,23		0,80 3,02					0,63 2,23	0,80 3,02	
3/8	17,1				0,85 2,31		1,10 3,20					0,85 2,31	1,10 3,20	
1/2	21,3				1,26 2,77		1,62 3,73				1,95	1,26 2,77	1,62 3,73	2,54 7,47
3/4	26,7				1,68 2,87		2,19 3,91				2,89	1,68 2,87	2,19 3,91	3,63 7,82
1	33,4				2,50 3,38		3,23 4,56				4,23	2,50 3,38	3,23 4,56	5,45 9,10
1¼	42,2				3,38 3,56		4,46 4,85				5,60	3,38 3,56	4,46 4,85	7,75 9,70
1½	48,3				4,05 3,66		5,40 5,08				7,23	4,05 3,66	5,40 5,08	9,54 10,16
2	60,3				5,43 3,91		7,47 5,54				11,10	5,43 3,91	7,47 5,54	13,44 11,07
2½	73,02				8,62 5,16		11,40 7,01				14,90	8,62 5,16	11,40 7,01	20,38 14,02
3	88,9				11,28 5,49		15,24 7,62				21,30	11,28 5,49	15,24 7,62	27,65 15,24
3½	101,6				13,60 5,74		18,62 8,08					13,56 5,74	18,62 8,08	
4	114,3				16,06 6,02		22,29 8,56		28,24 11,13		33,50 13,49	16,06 6,02	22,29 8,56	40,98 17,12

□ Peso Kg/m. ■ Espesor mm.



Ejes mecanizados

Ejes macizos
 Tabla de medidas

W ① ②

Referencias	Peso m -kg/m	Dimensiones		Tolerancia h6 μm	Redondez t ₁ μm	Paralelismo t ₂ ^① μm	Profundidad de capa SHD ^① μm
		d _{LW}	L				
W04	0,1	4	2500	⁰ ₋₈	4	5	0,4
W05	0,15	5	4000	⁰ ₋₈	4	5	0,4
W06	0,22	6	4000	⁰ ₋₈	4	5	0,4
W08	0,39	8	4000	⁰ ₋₉	4	6	0,4
W10	0,62	10	6000	⁰ ₋₉	4	6	0,4
W12	0,89	12	6000	⁰ ₋₁₁	5	8	0,6
W14	1,21	14	6000	⁰ ₋₁₁	5	8	0,6
W15	1,39	15	6000	⁰ ₋₁₁	5	8	0,6
W16	1,58	16	6000	⁰ ₋₁₁	5	8	0,6
W20	2,47	20	6000	⁰ ₋₁₃	6	9	0,9
W25	3,85	25	6000	⁰ ₋₁₃	6	9	0,9
W30	5,55	30	6000	⁰ ₋₁₃	6	9	0,9
W40	9,87	40	6000	⁰ ₋₁₆	7	11	1,5
W50	15,41	50	6000	⁰ ₋₁₆	7	11	1,5
W60	22,2	60	6000	⁰ ₋₁₉	8	13	2,2
W80	39,45	80	6000	⁰ ₋₁₉	8	13	2,2

^① Medición de diferencias de diámetro.
^② Según DIN ISO 13012.
 * ① Para longitudes de eje < 400 mm, la tolerancia máxima de rectitud es 0,04 mm.



CHAVETA

CHAVETEROS

b	h	l Desde - hasta
4	3	8 - 25
4	4	10 - 30
5	3	10 - 40
5	5	10 - 40
6	4	12 - 50
6	6	12 - 50
7	7	15 - 60
8	5	20 - 70
8	7	20 - 70
10	6	25 - 90
10	8	25 - 90
12	8	30 - 120
14	9	35 - 140
16	10	45 - 180
18	11	50 - 200
20	12	60 - 220
24	14	70 - 280
28	16	80 - 300
28	17	80 - 300
32	18	90 - 350
32	20	90 - 350
36	20	100 - 400
36	23	100 - 400
40	22	120 - 400
40	26	120 - 400
45	25	160 - 400

Diámetro del árbol Desde - hasta	Chaveta b x h	Chaveteros		
		b	t	t ₁
10 - 12	4 * 4	4	2.5	D + 1.7
12 - 17	5 * 5	5	3	D + 2.2
17 - 22	6 * 6	6	3.5	D + 2.7
22 - 30	8 * 7	8	4	D + 3.2
30 - 38	10 * 8	10	4.5	D + 3.7
38 - 44	12 * 8	12	4.5	D + 3.7
44 - 50	14 * 9	14	5	D + 4.2
50 - 58	16 * 10	16	5	D + 5.2
58 - 68	18 * 11	18	6	D + 5.3
68 - 78	20 * 12	20	6	D + 6.3
78 - 92	24 * 14	24	7	D + 7.3
92 - 110	28 * 16	28	8	D + 8.3
110 - 130	32 * 18	32	9	D + 9.3
130 - 150	36 * 20	36	10	D + 10.3
150 - 170	40 * 22	40	11	D + 11.3
170 - 200	45 * 25	45	13	D + 12.3

Todas las dimensiones están dadas en mm

b → Ancho de la chaveta y de los chaveteros en mm

h → Altura de la chaveta

l → Longitud de la chaveta

d → Diámetro del eje

t → Profundidad del chavetero del eje

t₁ → Medida de la verificación de la profundidad del chavetero en el cubo



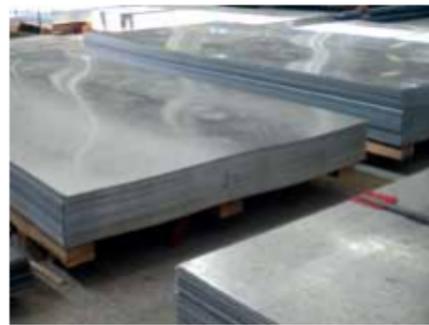
Chapas Galvanizadas Lisas

Descripción	Dimensiones		Calibre									
			2,5 mm	2,0 mm	1,6 mm	1,25 mm	0,90 mm	0,70 mm	0,50 mm	0,40 mm	0,36 mm	0,30 mm
	m	m	12	14	16	18	20	22	25	27	28	30
Galv Lisa	1	2	19,63	15,7	12,56	10,00	6,9	5,6			2,8	2,4
Galv Lisa	1,2	2,4	19,63	15,7	12,56	10,00	6,9	5,6	4,4	3,6		

*Los valores de la tabla indican Kg/m².

Chapas Laminadas en Caliente Lisas

Descripción	Dimensiones			Peso
	e			
	mm	m	m	Kg/m ²
LAC 1"	25,4	1,5	3	196,3
	25,4	1,5	6	196,3
LAC 3/4"	19,5	1,5	3	157
	19,5	1,5	6	157
LAC 5/8"	15,5	1,5	3	121,68
	15,5	1,5	6	121,68
LAC 1/2"	12,5	1,5	3	98,15
	12,5	1,5	6	98,15
LAC 3/8"	9,5	1,5	3	74,6
	9,5	1,5	6	74,6
LAC 5/16"	8	1,5	3	62,8
	8	1,5	6	62,8
LAC 1/4"	6,40	1,5	3	50,24
	6,40	1,5	6	50,24
LAC 3/16"	4,70	1,5	3	37,68
	4,70	1,5	6	37,68
LAC 1/8"	3,20	1,5	3	25,12
	3,20	1,5	6	25,12
LAC 12	2,50	1	2	19,63
	2,50	1,22	2,44	19,63
LAC 14	2,00	1	2	15,70
	2,00	1,22	2,44	15,70
Antideslizantes	3,2	1,5	3,00	22,18



Chapas Laminadas en Frío Lisas

Descripción	Dimensiones			Peso
	e			
	mm	m	m	Kg/m ²
LAF 16	1,60	1	2	12,56
	1,60	1,22	2,44	12,56
LAF 18	1,25	1	2	10,00
	1,25	1,22	2,44	10,00
LAF 20	0,90	1	2	6,90
	0,90	1,22	2,44	6,90
LAF 22	0,70	1	2	5,60
	0,70	1,22	2,44	5,60
LAF 25	0,50	1	2	4,40
	0,50	1,22	2,44	4,40



CAPITULO 6

MPW – GUARDAMOTORES

La solución completa para maniobra
y protección de motores eléctricos



Motores | Automatización | Energía | Transmisión & Distribución | Pinturas



Desarrollados de acuerdo con las normas internacionales IEC 60947 y UL 508, la línea de guardamotores MPW tiene alta performance y elevada capacidad de interrupción de cortocircuito para sus aplicaciones.

Alta Capacidad de Cortocircuito (@380 V)





HOJA DE DATOS

Guardamotor



Características principales

Referencia	: MPW40
Código del producto	: 12429239
Rango de corriente	: 0,63-1 A
Corriente Nominal Máxima Inmax (Ie)	: 40 A
Tipo de terminal	: Tornillo

Datos básicos

Tensión de operación Ue	
- IEC	: 690 V
- UL	: No disponible
Tensión de aislamiento Ui	
- IEC	: 690 V
- UL	: No disponible
Numero de polos	: 3
Cortocircuito Instantáneo	: 13 x Iemax
Frecuencia de operación	: 50/60 Hz
Categoría de utilización	
- IEC 60 947-2 (Guardamotor)	: A
- IEC 60 947-4-1 (Arranque de motores)	: AC-3
Prueba de Trip	: Si
Protección de sobrecarga	: Si
Sensibilidad a falla de fase	: Si
Indicación de Trip	: Si
Clase de disparo	: 10
Máxima frecuencia de maniobras (man./h)	: 15
Vida Mecánica	: 100000 maniobras
Vida Eléctrica	: 100000 maniobras
Potencia total disipada por guardamotor	: 7 W
Resistencia al Impacto	: 15 g
Grado de protección	: IP20

Capacidad de interrupción de cortocircuito (IEC 60947-2)

Tensión	Icu	Ics
220 - 240 V	100	100
380 - 415 V	100	100
440 V	100	100
460 - 500 V	100	100
630 - 690 V	100	100

Conexión

Tipo de terminal	: Tornillo
Tipo del tornillo	: Tornillo Fresada-Phillips (N°2)
Par de apriete	: 2,0...2,5 N.m / 18...22 lb.in

Condiciones ambientales

Temperatura	
- operación	: -20 °C ... +70 °C
- almacenado	: -50 °C ... +80 °C
Compensación de temperatura (IEC 60947-4-1)	: -20 °C ... +60 °C
Altitud máxima de operación sin cambiar los valores nominales	: 2000 m

Factores de corrección de altitud:

Altitud (h)	Tensión nominal	Factor de reducción de corriente
h ≤ 2000 m	690 V	690 V
2000 m < h ? 3000 m	550 V	550 V
3000 m < h ? 4000 m	480 V	480 V
4000 m < h ? 5000 m	420 V	420 V

Dimensiones

Altura	: 97 mm
Ancho	: 45 mm
Profundidad	: 98 mm
Peso bruto	: 0,36 kg

Conformidades/Normas

IEC/EN 60947-1, DIN VDE 0660 (part 100)
IEC/EN 60947-2, DIN VDE 0660 (part 101)
IEC/EN 60947-4-1, DIN VDE 0660 (part 102)
UL 508



HOJA DE DATOS

Guardamotor



Características principales

Referencia	: MPW40
Código del producto	: 12428112
Rango de corriente	: 2,5-4 A
Corriente Nominal Máxima Inmax (Ie)	: 40 A
Tipo de terminal	: Tornillo

Datos básicos

Tensión de operación Ue	
- IEC	: 690 V
- UL	: No disponible
Tensión de aislamiento Ui	
- IEC	: 690 V
- UL	: No disponible
Numero de polos	: 3
Cortocircuito Instantáneo	: 13 x Iemax
Frecuencia de operación	: 50/60 Hz
Categoría de utilización	
- IEC 60 947-2 (Guardamotor)	: A
- IEC 60 947-4-1 (Arranque de motores)	: AC-3
Prueba de Trip	: Si
Protección de sobrecarga	: Si
Sensibilidad a falla de fase	: Si
Indicación de Trip	: Si
Clase de disparo	: 10
Máxima frecuencia de maniobras (man./h)	: 15
Vida Mecánica	: 100000 maniobras
Vida Eléctrica	: 100000 maniobras
Potencia total disipada por guardamotor	: 7 W
Resistencia al Impacto	: 15 g
Grado de protección	: IP20

Capacidad de interrupción de cortocircuito (IEC 60947-2)

Tensión	Icu	Ics
220 - 240 V	100	100
380 - 415 V	100	100
440 V	100	100
460 - 500 V	100	100
630 - 690 V	8	8

Conexión

Tipo de terminal	: Tornillo
Tipo del tornillo	: Tornillo Fresada-Phillips (N°2)
Par de apriete	: 2,0...2,5 N.m / 18...22 lb.in

Condiciones ambientales

Temperatura	
- operación	: -20 °C ... +70 °C
- almacenado	: -50 °C ... +80 °C
Compensación de temperatura (IEC 60947-4-1)	: -20 °C ... +60 °C
Altitud máxima de operación sin cambiar los valores nominales	: 2000 m

Factores de corrección de altitud:

Altitud (h)	Tensión nominal	Factor de reducción de corriente
h ≤ 2000 m	690 V	690 V
2000 m < h ? 3000 m	550 V	550 V
3000 m < h ? 4000 m	480 V	480 V
4000 m < h ? 5000 m	420 V	420 V

Dimensiones

Altura	: 97 mm
Ancho	: 45 mm
Profundidad	: 98 mm
Peso bruto	: 0,36 kg

Conformidades/Normas

IEC/EN 60947-1, DIN VDE 0660 (part 100)
 IEC/EN 60947-2, DIN VDE 0660 (part 101)
 IEC/EN 60947-4-1, DIN VDE 0660 (part 102)
 UL 508



HOJA DE DATOS

Contactores



Características principales



Referencia	: CW0
Código del producto	: 12896406
Corriente nominal Ie AC-3 (Ue ≤ 440 V)	: 7 A
Contactos principales (potencia)	: 3 NA
Contactos auxiliares	: 1 NA
Tensión de control	: 230V 50/60Hz
Tipo de terminal	: Tornillo

Datos básicos

Tensión nominal de utilización Ue	
- IEC / UL	: 400 V / 600 V
Tensión de aislamiento Ui (grado de contaminación 3)	
- IEC / UL	: 400 V / 600 V
Tensión nominal de impulso Uimp (IEC 60947-1)	: 4 kV
- Límites de frecuencia [1]	: 25 Hz ... 400 Hz
- Vida mecánica	
Bobina CA	: 4 millones
Bobina CC	: No contiene
Vida eléctrica - Ie AC3	: 0,7 millones
Puntos de conexión a la bobina	
Contactores con bobina CA	: 2
- Contactores con bobina CC	: No contiene
Resistencia a la vibración (IEC 60068-2-6)	
contactor abierto	: 2 g
contactor cerrado	: 3 g
Resistencia al choque mecánico (sinusoidal de 1/2 = 11ms)	
contactor abierto	: 4 g
contactor cerrado	: 6 g
Instalación	: DIN 35 mm (EN 50022)
Grado de protección (IEC 60529)	
Terminales principales	: IP20
Bobina y contactos auxiliares	: IP20

Circuito de comando - corriente alternada

Tensión de aislamiento Ui (grado de contaminación 3)	: 400 V / 600 V
- IEC / UL	
Tensiones estándar en 50/60 Hz	: No contiene
Límites de operación de la bobina	
- bobina 60 Hz	
- cerrando	: 0,5...0,8xUs
- apertura	: 0,2...0,6xUs
- bobina 50 Hz	
- cerrando	: 0,5...0,8xUs
- apertura	: 0,2...0,6xUs
- Promedio de consumo de la bobina	
- operando a 60 Hz	
- circuito magnético cerrado	: No contiene
- factor de potencia (cos φ)	: 0,42
- Potencia térmica disipada	: 2,3 W
- cerrar el circuito magnético	: No contiene
- operando a 50 Hz	
- circuito magnético cerrado	: No contiene
- factor de potencia (cos φ)	: 0,15
- Potencia térmica disipada	: 2,3 W
- cerrar el circuito magnético	: No contiene
Promedio de tiempo de funcionamiento	
- cerrar los contactos NA	: 9...30 ms
- apertura de los contactos NA	: 5...25 ms

Circuito de comando - corriente continua

- IEC / UL	
Tensiones estándar	:
Límites de operación de la bobina	
- cerrando	:
- apertura	:
Promedio de consumo	
- circuito magnético cerrado	:
- cerrar el circuito magnético	:
Potencia térmica disipada	:
Promedio de tiempo de funcionamiento	
- cerrar los contactos NA	:
- apertura de los contactos NA	:

Contactos principales (potencia)

Corriente nominal de utilización Ie	
- AC-3 (Ue ? 440 V)	: 7 A



HOJA DE DATOS

Contactores



Características principales



Referencia	: CWM
Código del producto	: 10045525
Corriente nominal Ie AC-3 (Ue ≤ 440 V)	: 65 A
Contactos principales (potencia)	: 3 NA
Contactos auxiliares	: Sin contacto auxiliar
Tensión de control	: 220V 50/60Hz
Tipo de terminal	: Tornillo

Datos básicos

Tensión nominal de utilización Ue	
- IEC / UL	: 1000 V / 600 V
Tensión de aislamiento Ui (grado de contaminación 3)	
- IEC / UL	: 1000 V / 600 V
Tensión nominal de impulso Uimp (IEC 60947-1)	: 8 kV
- Límites de frecuencia [1]	: 25 Hz ... 400 Hz
- Vida mecánica	
Bobina CA	: 10 millones
Bobina CC	: 10 millones
Vida eléctrica - Ie AC3	: 1,3 millones
Puntos de conexión a la bobina	
Contactores con bobina CA	: 3
- Contactores con bobina CC	: 3
Resistencia a la vibración (IEC 60068-2-6)	
contactor abierto	: 3 g
contactor cerrado	: 3 g
Resistencia al choque mecánico (sinusoidal de ½ = 11ms)	
contactor abierto	: 6 g
contactor cerrado	: 10 g
Instalación	: No contiene
Grado de protección (IEC 60529)	
Terminales principales	: IP10
Bobina y contactos auxiliares	: IP20

Circuito de comando - corriente alternada

Tensión de aislamiento Ui (grado de contaminación 3)	: 1000 V / 600 V
- IEC / UL	
Tensiones estándar en 50/60 Hz	: 12...660 V
Límites de operación de la bobina	
- bobina 60 Hz	
- cerrando	: 0,5...0,8xUs
- apertura	: 0,25...0,6xUs
- bobina 50 Hz	
- cerrando	: 0,5...0,8xUs
- apertura	: 0,25...0,6xUs
- Promedio de consumo de la bobina	
- operando a 60 Hz	
- circuito magnético cerrado	: 13,1...19,1 VA
- factor de potencia (cos φ)	: 0,32
- Potencia térmica disipada	: 8 W
- cerrar el circuito magnético	: 255 VA
- operando a 50 Hz	
- circuito magnético cerrado	: 15...22 VA
- factor de potencia (cos φ)	: 0,32
- Potencia térmica disipada	: 8 W
- cerrar el circuito magnético	: 296 VA
Promedio de tiempo de funcionamiento	
- cerrar los contactos NA	: 15...30 ms
- apertura de los contactos NA	: 9...15 ms

Circuito de comando - corriente continua

- IEC / UL	
Tensiones estándar	:
Límites de operación de la bobina	
- cerrando	:
- apertura	:
Promedio de consumo	
- circuito magnético cerrado	:
- cerrar el circuito magnético	:
Potencia térmica disipada	:
Promedio de tiempo de funcionamiento	
- cerrar los contactos NA	:
- apertura de los contactos NA	:

Contactos principales (potencia)

Corriente nominal de utilización Ie	
- AC-3 (Ue ? 440 V)	: 65 A



HOJA DE DATOS

Contactores



Características principales

Referencia	: CWM
Código del producto	: 10894492
Corriente nominal le AC-3 (Ue ≤ 440 V)	: 105 A
Contactos principales (potencia)	: 2 NA
Contactos auxiliares	: Sin contacto auxiliar
Tensión de control	: 415V 50/60Hz
Tipo de terminal	: Tornillo

Datos básicos

Tensión nominal de utilización Ue	
- IEC / UL	: 1000 V / 600 V
Tensión de aislamiento Ui (grado de contaminación 3)	
- IEC / UL	: 1000 V / 600 V
Tensión nominal de impulso Uimp (IEC 60947-1)	: 8 kV
- Límites de frecuencia [1]	: 25 Hz ... 400 Hz
- Vida mecánica	
Bobina CA	: 10 millones
Bobina CC	: 10 millones
Vida eléctrica - le AC3	: 1 millón
Puntos de conexión a la bobina	
Contactores con bobina CA	: 3
- Contactores con bobina CC	: 3
Resistencia a la vibración (IEC 60068-2-6)	
contactor abierto	: 3 g
contactor cerrado	: 3 g
Resistencia al choque mecánico (sinusoidal de ½ = 11ms)	
contactor abierto	: 6 g
contactor cerrado	: 10 g
Instalación	: No contiene
Grado de protección (IEC 60529)	
Terminales principales	: IP10
Bobina y contactos auxiliares	: IP20

Circuito de comando - corriente alternada

Tensión de aislamiento Ui (grado de contaminación 3)	: 1000 V / 600 V
- IEC / UL	
Tensiones estándar en 50/60 Hz	: 12...660 V
Límites de operación de la bobina	
- bobina 60 Hz	
- cerrando	: 0,5...0,8xUs
- apertura	: 0,25...0,6xUs
- bobina 50 Hz	
- cerrando	: 0,5...0,8xUs
- apertura	: 0,25...0,6xUs
- Promedio de consumo de la bobina	
- operando a 60 Hz	
- circuito magnético cerrado	: 13,1...19,1 VA
- factor de potencia (cos φ)	: 0,32
- Potencia térmica disipada	: 8 W
- cerrar el circuito magnético	: 255 VA
- operando a 50 Hz	
- circuito magnético cerrado	: 15...22 VA
- factor de potencia (cos φ)	: 0,32
- Potencia térmica disipada	: 8 W
- cerrar el circuito magnético	: 296 VA
Promedio de tiempo de funcionamiento	
- cerrar los contactos NA	: 15...30 ms
- apertura de los contactos NA	: 9...15 ms

Circuito de comando - corriente continua

- IEC / UL	:
Tensiones estándar	:
Límites de operación de la bobina	
- cerrando	:
- apertura	:
Promedio de consumo	
- circuito magnético cerrado	:
- cerrar el circuito magnético	:
Potencia térmica disipada	:
Promedio de tiempo de funcionamiento	
- cerrar los contactos NA	:
- apertura de los contactos NA	:

Contactos principales (potencia)

Corriente nominal de utilización Ie	
- AC-3 (Ue ? 440 V)	: 105 A



Interruptores en Caja Moldeada

Los interruptores DWA y DWB son desarrollados de acuerdo con la norma IEC 60947-2 para protección de circuitos eléctricos, generadores y motores en un amplio rango de corrientes nominales de 16 a 1600 A.

El Correcto Interruptor para su Aplicación

Para circuitos eléctricos y de distribución de potencia los interruptores DWB_D hasta 400 A y DWA hasta 800 A garantizan la protección de sobrecarga y cortocircuito a través del disparo térmico y magnético, respectivamente. El DWA1600 cuenta con una unidad de disparo electrónico que proporciona protección LSI.

Los interruptores DWB_M y DWM son desarrollados para proteger el circuito del motor contra cortocircuitos, por consecuencia, estas unidades de protección de los interruptores tienen solamente disparadores magnéticos. Además, ellos son seleccionados para evitar el disparo del motor durante el tiempo de arranque del motor, cuando la corriente del motor excede 8 veces la corriente nominal del motor. Estos interruptores son utilizados en arrancadores con tres componentes, junto con el contactor como dispositivo de conmutación y el relé de sobrecarga para protección de sobre corriente.

Los interruptores DWB_G y DWG son aplicados para protección de generadores, evitando cualquier riesgo debido a situaciones de cortocircuito y sobrecarga. Estas unidades de disparo comprenden disparadores térmicos y magnéticos especialmente desarrollados para satisfacer los requisitos específicos de bajo niveles de falla cuando está protegiendo un generador.

Finalmente, los interruptores-seccionadores IWB e IWA son aplicados para conexión y desconexión de circuitos eléctricos en condiciones normales, así, estos dispositivos no están destinados para protección, ya que no tienen unidades de disparo.



Protección y Desconexión en Cinco Tamaños

Los nuevos interruptores DWB son muy compactos ahorrando espacios en tableros eléctricos. Las corrientes nominales van desde 16 hasta 400 A en tres tamaños:

- DWB160 - corrientes desde 16 hasta 160 A
- DWB250 - corrientes desde 80 hasta 250 A
- DWB400 - corrientes desde 160 hasta 400 A

En aplicaciones con corrientes superiores a 400 A, los interruptores DWA complementan la solución proporcionando protección hasta 1600 A.

- DWA800 - corrientes desde 350 hasta 800 A
- DWA1600_E - corrientes desde 500 hasta 1600 A



Visión General y Datos Técnicos

Características comunes		
Desarrollados de acuerdo con la norma		IEC 60947-2
Tensión nominal		
Tensión nominal de operación - U _e	V ca (50 / 60 Hz)	690
	V cc	250 ¹⁾
Tensión nominal de impulso - U _{imp}	kV	8
Otras características		
Categoría de utilización		A
Grado de protección		3
Humedad relativa máxima		95 %



DWB160



DWB250

Características eléctricas de acuerdo con IEC 60947-2								
Corriente nominal - I _n (45 °C) ²⁾	A	160			250			
Número de polos		2, 3, 4			2, 3, 4			
Tensión nominal de aislamiento - U _i	V	800			800			
Niveles de capacidad de interrupción de cortocircuito		B	N	L	B	N	L	
Capacidad de interrupción de cortocircuito máxima - I _{cu}	kA rms							
	220-240V	25	50	120	42	85	120	
	380-415V	16	30 ³⁾	80	16	35	80	
	440 V	10	20 ⁴⁾	80	15	30	80	
	480-500V	5	8	65	5	8	65	
	525-550V	4	6	25	4	7	25	
Capacidad de interrupción de cortocircuito en servicio - I _{cs}	% I _{cu}							
	220-240V	100%	50%	75%	100%	50%	75%	
	380-415V	100%	50%	75%	100%	50%	75%	
	440 V	100%	50%	75%	100%	50%	75%	
	480-500V	100%	50%	75%	100%	50%	90%	
	525-550V	100%	50%	75%	100%	50%	100%	
Vida mecánica (C-O)	Número de operaciones	8000			8000			
	Operaciones por hora	120			120			
Vida eléctrica (C-O)	Número de operaciones	1000			1000			
	Operaciones por hora	120			120			
Protección								
Contra cortocircuito y sobrecarga (termomagnético fijo)		Sí			No			
Contra cortocircuito y sobrecarga (térmico ajustable y magnético fijo)		Sí			Sí			
Contra cortocircuito y sobrecarga (termomagnético ajustable)		No			No			
LSI electrónico		No			No			
Contra cortocircuitos (magnético solamente)		Sí			Sí			
Interrupción seccionador bajo carga (sin unidad de disparo)		Sí			Sí			
Instalación y conexión								
Cables	Sección máxima	mm ²	70			120		
	Sección mínima	mm ²	4			25		
	Par de apriete	Nm	6			25		
Barras	Ancho máximo	mm ²	11			24		
	Par de apriete	Nm	6			8		
Dimensiones W(W-4P) x D x H	mm	78 (102,5) x 71 x 122 ⁵⁾		78 x 136 x 143 ⁶⁾	105 (141) x 78 x 162 ⁶⁾		105 x 137 x 191 ⁶⁾	
Peso (2/3 polos si 4 polos)	kg	0,95 (1,2)		1,84	1,85 (0,92)		3,8	

(Nota 1) No aplicable para DWB1600

2) Para otras temperaturas verifique el capítulo de Instalación y Conexión

3) Los interruptores con corrientes nominales de 16, 20, 25 y 32 A, capacidad de interrupción de cortocircuito I_{cu} es 20 kA.

4) Los interruptores con corrientes nominales de 16, 20, 25 y 32 A, capacidad de interrupción de cortocircuito I_{cu} es 15 kA.

5) Válido para DWB800 hasta 630 A.

6) No considerando separador de fases o cubre bornes.





Guía de Selección

Interruptores en Caja Moldeada para Protección de Motores

DWB160

Corriente nominal (A)		Capacidad de interrupción de cortocircuito máxima (kA)						Referencia
In	Protección magnética ajuste de corriente	220-240 V ca	300-415 V ca	440 V ca	490-500 V ca	525-550 V ca	690-690 V ca	
DWB160N - Magnético fijo								
25	300	50	25	15	8	6	4	DWB160N25-3MF
32	385	50	25	15	8	6	4	DWB160N32-3MF
40	480	50	30	20	8	6	4	DWB160N40-3MF
50	600	50	30	20	8	6	4	DWB160N50-3MF
65	780	50	30	20	8	6	4	DWB160N65-3MF
80	960	50	30	20	8	6	4	DWB160N80-3MF
95	1140	50	30	20	8	6	4	DWB160N95-3MF
DWB160L - Magnético fijo								
25	300	120	80	80	65	25	10	DWB160L25-3MF
32	385	120	80	80	65	25	10	DWB160L32-3MF
40	480	120	80	80	65	25	10	DWB160L40-3MF
50	600	120	80	80	65	25	10	DWB160L50-3MF
65	780	120	80	80	65	25	10	DWB160L65-3MF
80	960	120	80	80	65	25	10	DWB160L80-3MF
95	1140	120	80	80	65	25	10	DWB160L95-3MF

DWB250

Corriente nominal (A)		Capacidad de interrupción de cortocircuito máxima (kA)						Referencia
In	Protección magnética ajuste de corriente	220-240 V ca	300-415 V ca	440 V ca	490-500 V ca	525-550 V ca	690-690 V ca	
DWB250N - Magnético fijo								
80	960	85	35	30	8	7	6	DWB250N80-3MF
105	1260	85	35	30	8	7	6	DWB250N105-3MF
150	1800	85	35	30	8	7	6	DWB250N150-3MF
185	2220	85	35	30	8	7	6	DWB250N185-3MF
200	2400	85	35	30	8	7	6	DWB250N200-3MF
DWB250L - Magnético fijo								
80	960	120	80	80	65	25	15	DWB250L80-3MF
105	1260	120	80	80	65	25	15	DWB250L105-3MF
150	1800	120	80	80	65	25	15	DWB250L150-3MF
185	2220	120	80	80	65	25	15	DWB250L185-3MF
200	2400	120	80	80	65	25	15	DWB250L200-3MF

DWB400

Corriente nominal (A)			Capacidad de interrupción de cortocircuito máxima (kA)					Referencia
In	Protección magnética ajuste de corriente		220-240 V ca	300-415 V ca	440 V ca	490-500 V ca	690-690 V ca	
	Mínimo	Máximo						
DWB400H - Magnético ajustable								
150	1125	2250	8.0	65	65	5.0	25	DWB400H150-3MA
185	1400	2775	8.0	65	65	5.0	25	DWB400H185-3MA
250	1900	3750	8.0	65	65	5.0	27	DWB400H250-3MA
320	2400	4800	8.0	65	65	5.0	28	DWB400H320-3MA

DWM800

Corriente nominal (A)			Capacidad de interrupción de cortocircuito máxima (kA)					Referencia
In	Protección magnética ajuste de corriente		220-240 V ca	300-415 V ca	440 V ca	490-500 V ca	690-690 V ca	
	Mínimo	Máximo						
DWM800H - Magnético ajustable								
420	3150	6300	6.5	35	35	25	20	DWM800H-420-3
600	3750	7500	6.5	35	35	25	20	DWM800H-600-3

DWM1600

Corriente nominal (A)			Capacidad de interrupción de cortocircuito máxima (kA)					Referencia
In	Protección magnética ajuste de corriente		220-240 V ca	300-415 V ca	440 V ca	490-500 V ca	690-690 W	
	Mínimo	Máximo						
DWM1600H - Magnético ajustable								
700	5000	10500	100	65	65	5.0	35	DWM1600H-700-3
800	6000	12000	100	65	65	5.0	35	DWM1600H-800-3
1000	7500	15000	100	65	65	5.0	35	DWM1600H-1000-3



HOJA DE DATOS

Relé de sobrecarga térmica



Características principales

Referencia	: RW117
Código de producto	: 10410003
Compatibilidad	: Ver nota 1
Rango de corriente	: 90-112 A

Datos básicos

Tensión nominal de utilización Ue	
- IEC	: 690 V
- UL	: 600 V
- IEC	: 690 V
- UL	: 600 V
Tensión soportada a los impulsos Uimp (IEC/EN 60947-1)	: 6 kV
Número de polos	: 3 polos
Clase de disparo	: 10
Frecuencia de operación	: 25...400Hz
Uso en corriente continua	: Sí
Máximo número de arranques por hora	: 15 ops./h
Resistencia al impacto (1/2 onda sinusoidal = 11ms)	: 10/11 g/ms

Instalación

Grado de protección (IEC 60529)	
- Terminales principales	: IP10
- Contactos auxiliares	: IP20

Contactos principales

Tensión nominal de utilización Ue	
- IEC	: 690 V
- UL	: 600 V
Fusible máximo (Coordinación do Tipo 2)	:
Potencia promedio disipada por polo	: 00006

Contactos auxiliares

Tensión nominal de aislamiento Ui	
- IEC	: 690 V
- UL	: 600 V
Tensión nominal de operación Ue - UL, CSA	: 600 V
Corriente termica convencional Ith (θ = 55°C)	: 6 A
Corriente nominal de utilización Ie AC-14/AC-15 (IEC 60947-5-1)	
- 24V	: 4 A
- 60V	: 3,5 A
- 125V	: 3 A
- 230V	: 2 A
- 400V	: 1,5 A
- 500V	: 0,5 A
- 690V	: 0,3 A
Corriente nominal de utilización Ie - DC-13/DC-14 (IEC 60947-5-1)	
- 24V	: 1 A
- 60V	: 0,5 A
- 110V	: 0,25 A
- 220V	: 0,1 A
Protección contra cortocircuito con fusible (gL/gG)	: 6gL/gG
Corriente nominal de utilización Ie - UL, CSA	
- Corriente alternada	: C600
- Corriente continua	: R300

Conexión

Circuito de potencia

Tipo del tornillo del sistema de fijación	: M10 Allen
Calibre de los conductores:	
Cable flexible (IEC)	: 00005 ...
Cable con terminales / hilo (IEC)	: 00005 ...
Hilo/cable AWG (UL)	: ...
Par de apriete	
- IEC	:
- UL	:

Contactos auxiliares

Tipo del tornillo del sistema de fijación	: M3,5x10 Phillips
Calibre de los conductores:	



RELE TEMPORIZADOR RTW17-G02U030SD90



Los relés temporizadores RTW17 son dispositivos electrónicos que permiten, de acuerdo con la función de temporización y del tiempo seleccionado, conmutar una señal de salida.



Especificaciones

Funciones

- RTW17-A - Retardo en la energización;
- RTW17-E - Pulso en la energización;
- RTW17-G - Estrella-triángulo;
- RTW17-Ba - Retardo en la desenergización con comando externo;
- RTW17-Da - Cíclico simétrico, inicio encendido;
- RTW17-Db - Cíclico simétrico, inicio apagado;
- RTW17-Dc - Cíclico asimétrico, inicio encendido;
- RTW17-Dd - Cíclico asimétrico, inicio apagado.

Características Técnicas

CARACTERÍSTICAS DE RELES RTW

- Configuración y operación simples.
- Ajustes a través de selectores externos.
- Contactos de alta confiabilidad.
- Excelente precisión, repetibilidad e inmunidad a ruidos Montaje en riel tipo DIN o fijación por tornillos.
- Caja compacta de 17,5 mm y 22,5 mm de ancho.
- Modelos disponibles:
 - Temporizadores: función y temporización simples (RTW17), multitemporizados (RTW-MAT/MBT) o multifunción (ERWT)
 - Relé de impulso electrónico RIEW: control de sistemas de automatización en residencias, hoteles y edificios comerciales o residenciales.



AFUMEX 1000® +

Baja emisión de humos y gases tóxicos - corrosivos

Baja Tensión

0,6 / 1 (1,2) kV

RZ1-R

Características técnicas (IRAM) de los cables de cobre

Sección nominal	Diámetro del conductor aproximado	Espesor de aislación nominal	Espesor de la cubierta nominal	Diámetro exterior aproximado	Masa aproximada	Resistencia eléctrica máxima a 90°C y 50Hz	Reactancia inductiva a 50Hz (2)
mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
TRIPOLARES (almas de color marrón, negro y rojo)							
1,5	1,5	0,7	1,8	11	150	17,0	0,103
2,5	1,9	0,7	1,8	12	190	10,2	0,0957
4	2,4	0,7	1,8	13	250	6,3	0,0896
6	3,0	0,7	1,8	14	320	4,2	0,0850
10	3,9	0,7	1,8	19	630	2,44	0,0798
16	4,9	0,7	1,8	21	865	1,54	0,0761
25	7,0	0,9	1,8	27	1325	0,995	0,0746
35	8,2	0,9	1,8	31	1805	0,707	0,0726
50	9,9	1,0	1,8	35	2430	0,493	0,0718
70	--	1,1	1,9	32	2470	0,341	0,0716
95	--	1,1	2,0	35	3270	0,246	0,0700
120	--	1,2	2,1	38	4000	0,195	0,0697
150	--	1,4	2,3	45	5025	0,158	0,0704
185	--	1,6	2,4	49	6160	0,126	0,0704
240	--	1,7	2,6	52	7900	0,0961	0,0697
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo y celeste)							
1,5	1,5	0,7	1,8	12	175	17,0	0,114
2,5	1,9	0,7	1,8	13	225	10,2	0,103
4	2,4	0,7	1,8	14	295	6,3	0,0969
6	3,0	0,7	1,8	15	385	4,2	0,0924
10	3,9	0,7	1,8	20	750	2,44	0,0871
16	4,9	0,7	1,8	23	1040	1,54	0,0834
25/16	7/4,9	0,9/0,7	1,8	28	1475	0,995	0,0819
35/16	8,2/4,9	0,9/0,7	1,8	31	1940	0,707	0,0799
50/25	9,9/7,0	1,0/0,9	1,9	36	2670	0,493	0,0789
70/35	--	1,1/0,9	1,9	33	2815	0,341	0,0790
95/50	--	1,1/1,0	2,1	36	3755	0,246	0,0773
120/70	--	1,2/1,1	2,2	40	4695	0,195	0,0770
150/70	--	1,4/1,1	2,3	45	5665	0,158	0,0774
185/95	--	1,6/1,1	2,5	49	7070	0,126	0,0777
240/120	--	1,7/1,2	2,7	55	9105	0,0961	0,0771
TETRAPOLARES (almas de color marrón, negro, rojo, celeste y verde/amarillo)							
1,5	1,5	0,7	1,8	15	280	17,0	0,114
2,5	1,9	0,7	1,8	16	350	10,2	0,108
4	2,4	0,7	1,8	18	500	6,3	0,102
6	3,0	0,7	1,8	20	620	4,2	0,096
10	3,9	0,7	1,8	22	900	2,44	0,091

Nota:

(2) Un solo cable bipolar, tripolar o tetrapolar, según corresponda.

-- No se indica su diámetro dado que se trata de conductores sectoriales.

Prysmian



AFUMEX 1000® +

Baja emisión de humos y gases tóxicos - corrosivos

Baja Tensión
0,6 / 1 (1,2) kV
RZ1-R

Características eléctricas (IRAM)

Intensidad admisible para cables con conductores de cobre						
Sección nominal	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
mm ²	A	A	A	A	A	A
1,5	19	17	21	19	23	20
2,5	26	23	29	26	31	28
4	34	30	39	34	43	36
6	44	38	50	45	54	47
10	60	52	69	62	74	65
16	79	69	92	83	100	86
25	103	91	120	103	129	110
35	126	110	148	127	160	137
50	151	133	181	155	195	166
70	201	177	245	208	263	224
95	241	212	298	253	320	271
120	278	244	348	293	373	315
150	304	273	401	338	430	363
185	349	309	460	386	493	415
240	418	362	545	455	583	490
300	484	414	631	524	674	565

Notas:

- (1) Un cable multipolar con dos conductores cargados.
- (2) Un cable multipolar con tres conductores cargados.
- (3) Un cable multipolar con dos conductores cargados o dos cables unipolares cargados.
- (4) Un cable multipolar con tres conductores cargados o tres cables unipolares cargados.
- (5) Un cable multipolar con dos conductores cargados.
- (6) Un cable multipolar con tres conductores cargados.

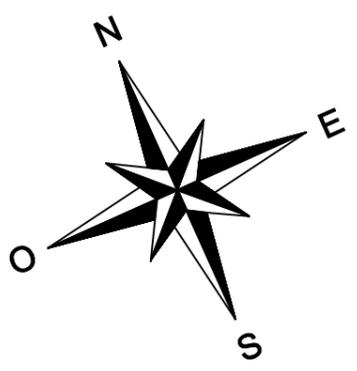
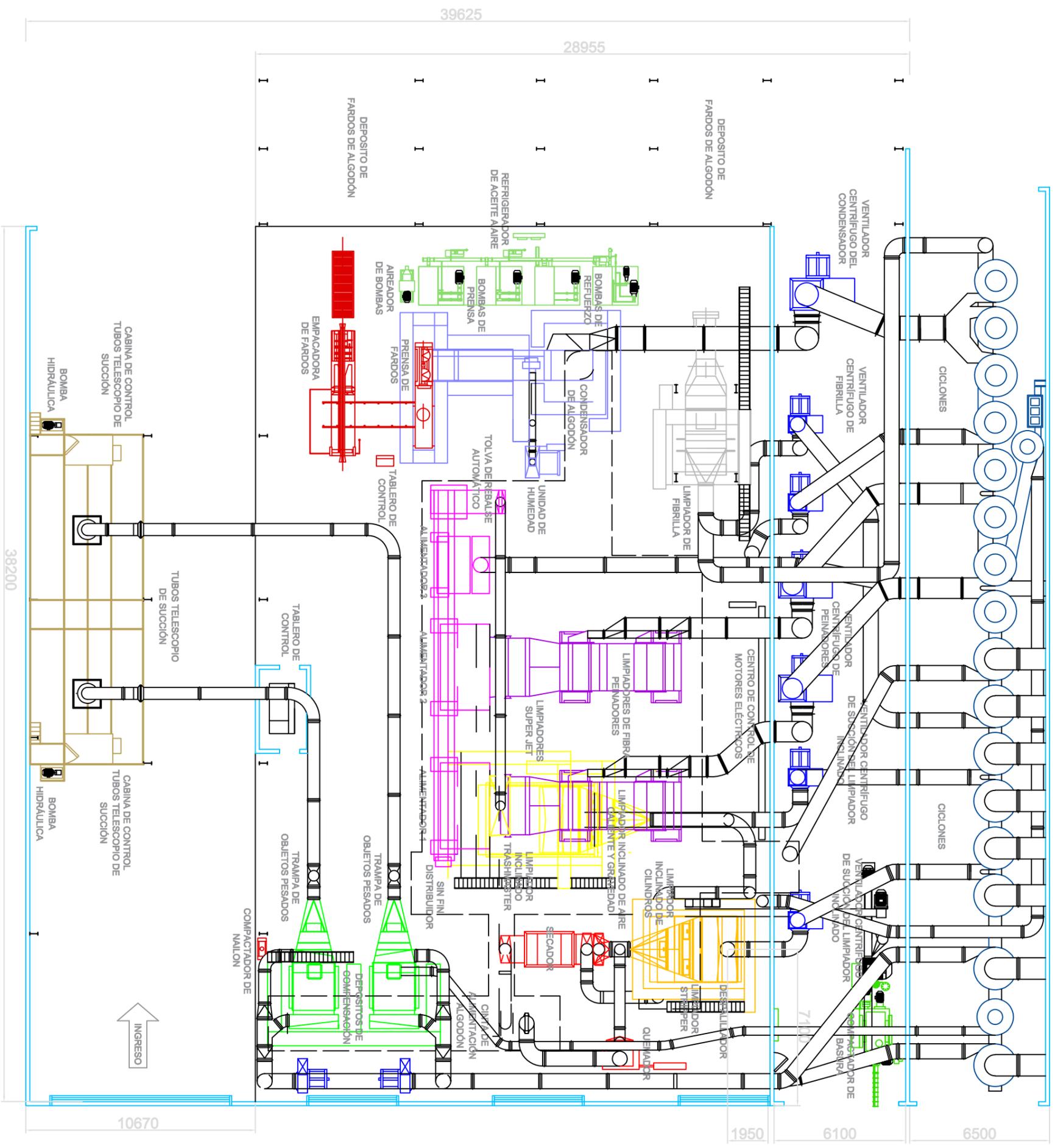
Las intensidades de corriente corresponden a nuestras clases de conductores vigentes y según las siguientes condiciones de instalación, establecidas en el REIEI de la AEA 90364-7-771 (Marzo 2006):

- Cables en aire: se considera una temperatura ambiente de 40 °C.
- Cables enterrados: dispuestos a 0,70 m de profundidad en un terreno a 25 °C de temperatura y 100 °C·cm/W de resistividad térmica.
- Para otras condiciones de instalación emplear los coeficientes de corrección de la corriente admisible que correspondan.

Prysmian



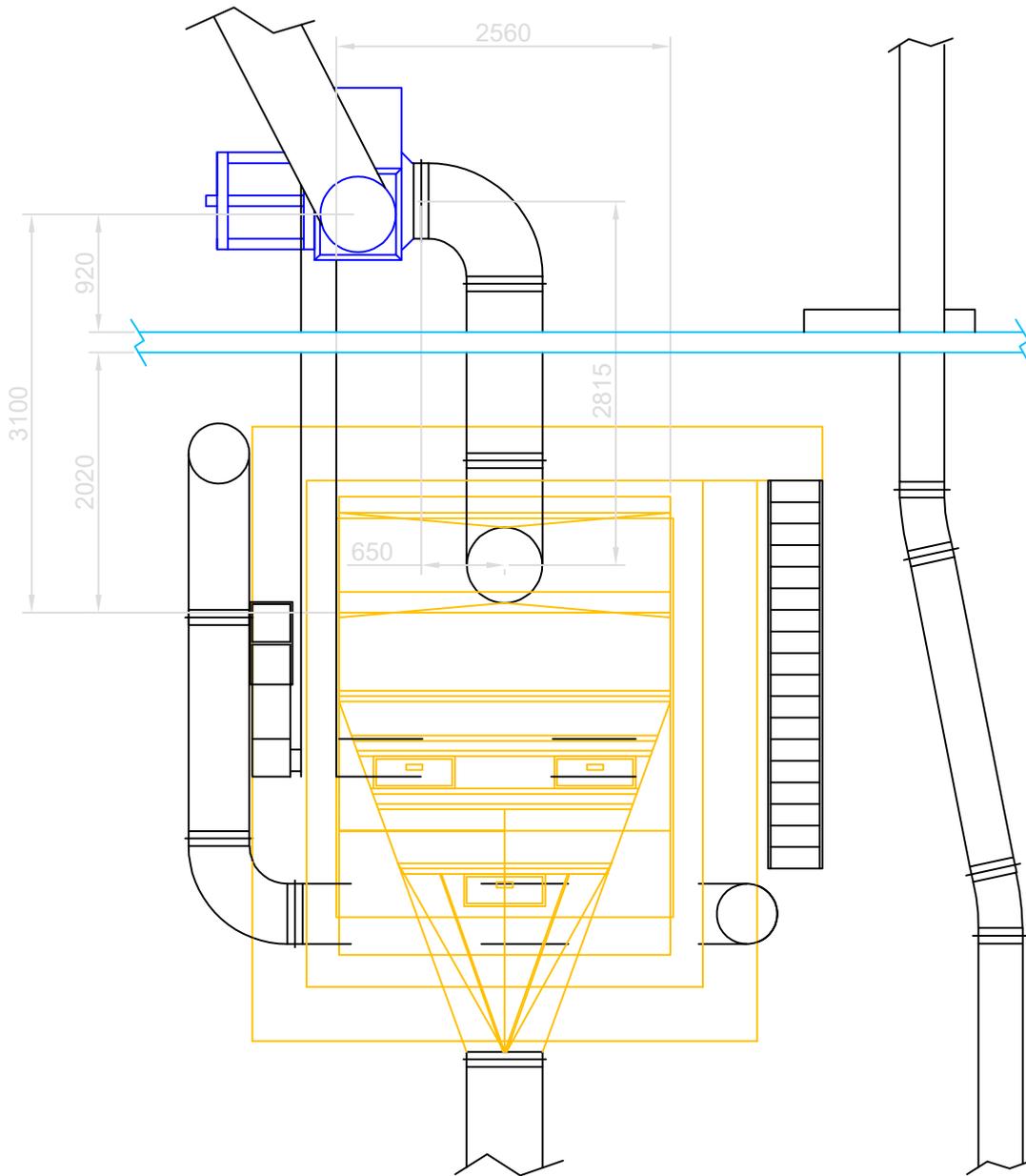
Anexo IV - Planos



REFERENCIAS:

- Depósito de compensación
- Ventiladores centrífugos de succión
- Secador y quemador
- Máquinas primera etapa de limpieza
- Máquinas segunda etapa de limpieza
- Peinadores
- Alimentadores
- Tubos telescopios succionadores
- Limpiador de fibrilla
- Condensador de algodón
- Prensa y empacadora de fardos
- Sistema Hidráulico
- Ciclones
- Compactador de Basura

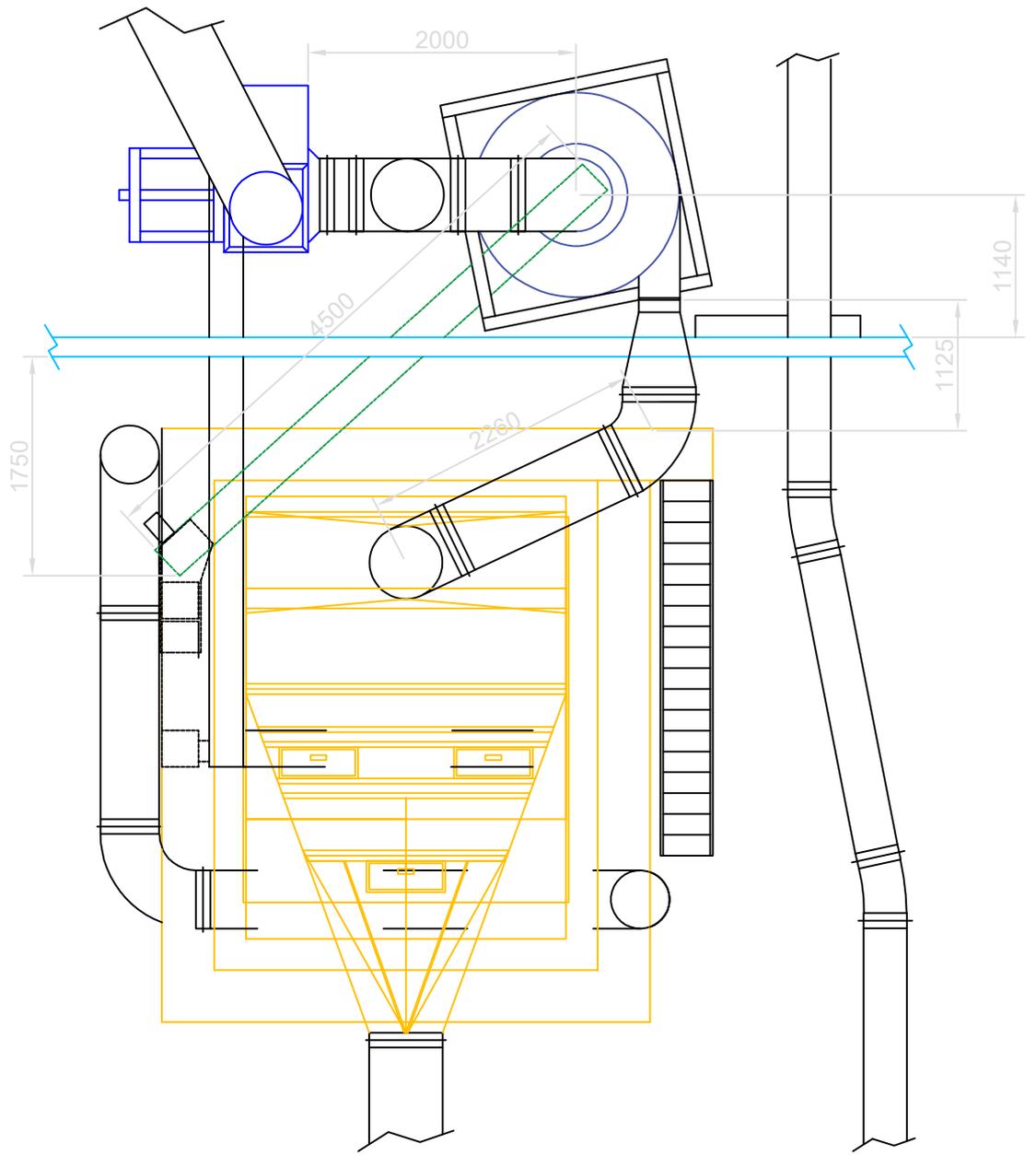
	Fecha	Nombre	Proyecto Final	UTN
	Dirección	Apellido	Ingeniería Electrónica	Reconquista
Escala:		Nº de Planos: 1		
Medida en mm		Máquina desmotadora de algodón		
		Mojera de una máquina desmotadora de algodón		



REFERENCIAS:

- Máquinas primera etapa de limpieza
- Ventiladores centrífugos de succión del limpiador inclinado

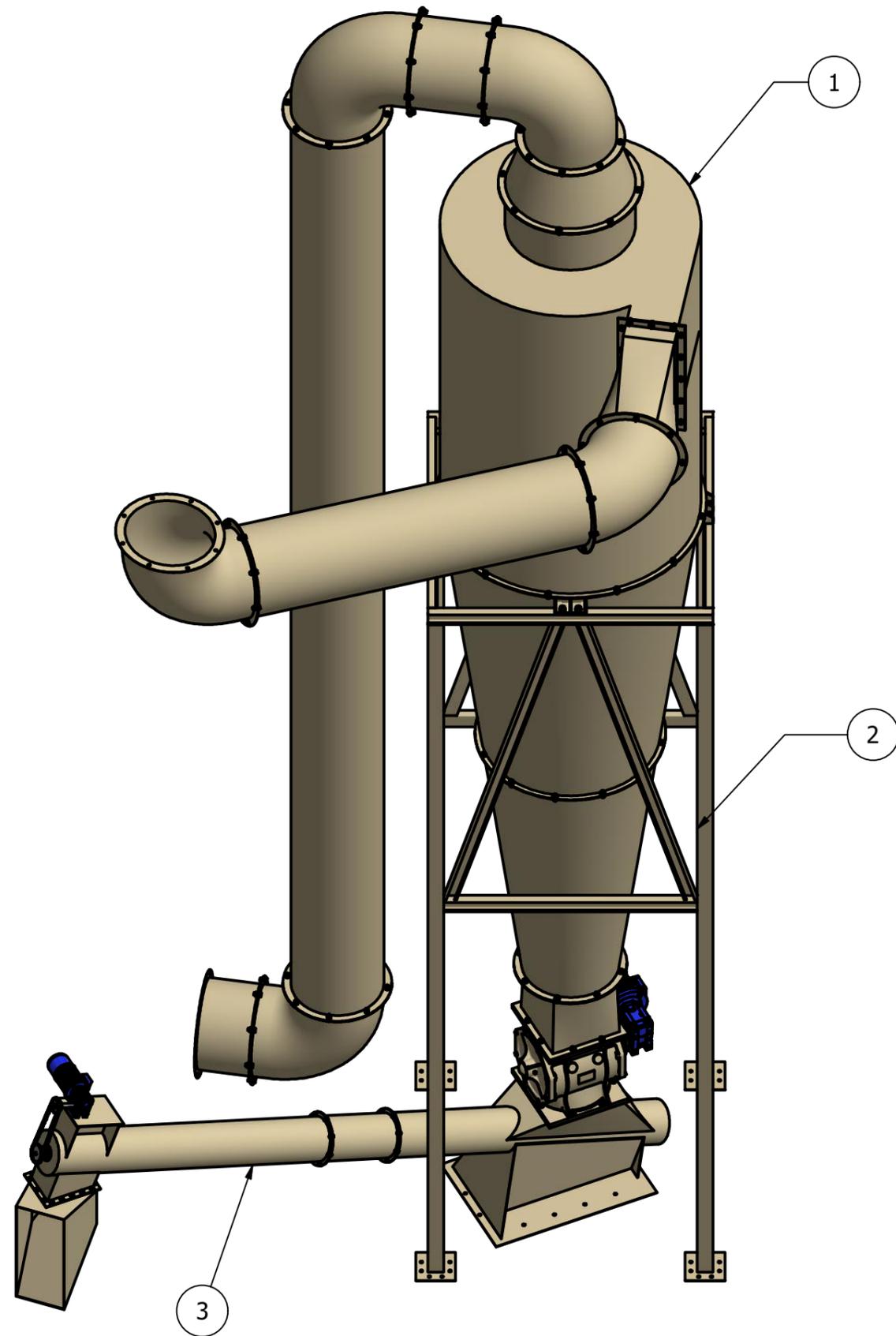
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	31/10/23	Ing. G. Colman		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc: 1:75	Dimensiones en el sector de la primera etapa de limpieza y extracción de materias extrañas del algodón en bruto			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
	Medida en mm				
					N° de Plano: 2



REFERENCIAS:

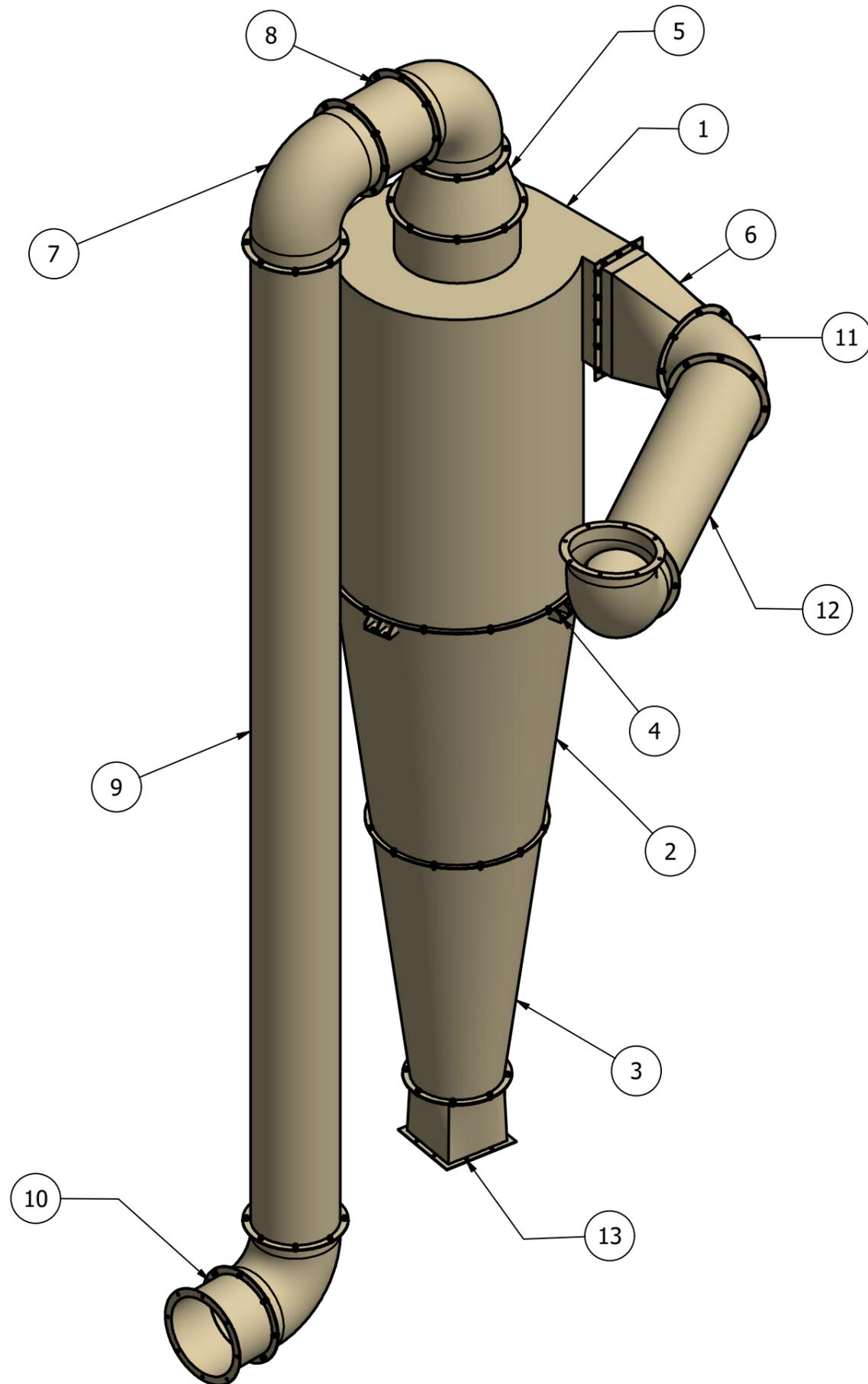
- Máquinas primera etapa de limpieza
- Ventiladores centrífugos de succión del limpiador inclinado
- Separador ciclónico
- Transportador tornillo sin fin

		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	31/10/23	Ing. G. Colman		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc: 1:75	Instalación y dimensiones del separador ciclónico y transportador tornillo sin fin en el sector de la primera etapa de limpieza y extracción de materias extrañas del algodón en bruto			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
	Medida en mm				N° de Plano: 3



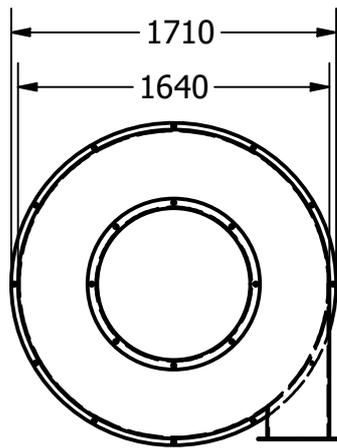
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS		
1	1	Separador ciclónico y componentes		
2	1	Estructura separador ciclónico		
3	1	Transportador tornillo sin fin		

	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23			Mg. Ing. E. Antón
Mejora propuesta			Mejoras de una máquina desmotadora de Algodón		
Nº de plano: 4					

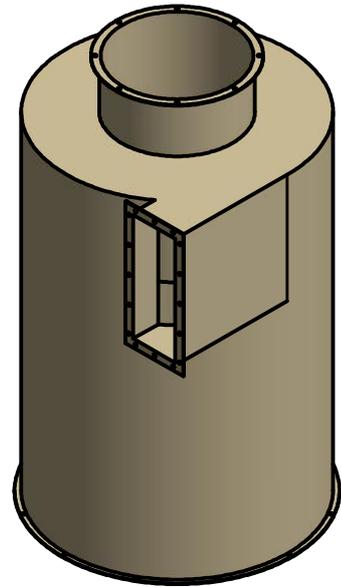


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Cuerpo cilíndrico ciclón	Chapa acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
2	1	Cono superior ciclón	Chapa acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
3	1	Cono inferior ciclón	Chapa acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
4	4	soporte ciclón	Chapa lisa LAC - 9,5 [mm]
5	1	Adaptador salida ciclón	Chapa acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
6	1	Adaptador entrada ciclón	Chapa acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
7	4	Codo 90°	Codo 90° D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
8	1	Tubo conector (ciclón)	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
9	1	Tubo vertical	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
10	1	Tubo conector (ventilador centrífugo)	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
11	1	Codo 45°	Codo 45° D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
12	1	Tubo entrada ciclón	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
13	1	Adaptador valvula rotativa	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
14	136	Arandelas métricas planas	16
15	136	Tuerca hexagonal	M16 x 2
16	136	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35
17	8	Arandelas métricas planas	20
18	8	Tuerca hexagonal	M20 x 2,5
19	8	Perno hexagonal	M20 x 2,5 x 40

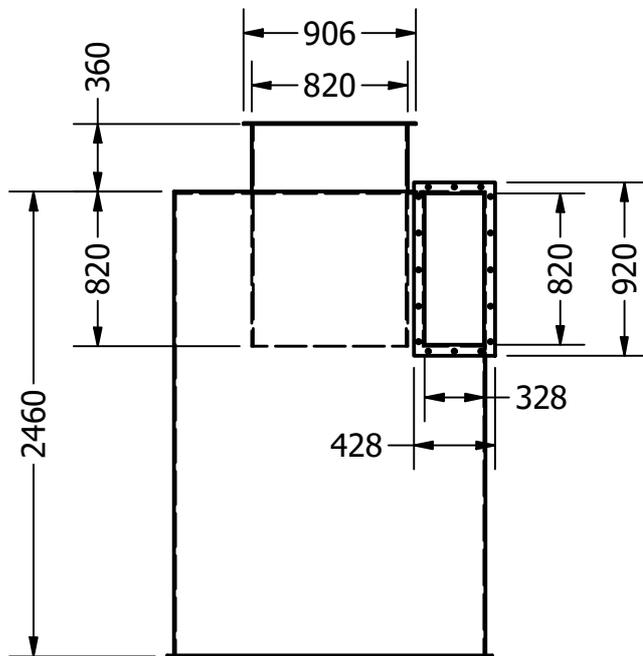
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23			Mg. Ing. E. Antón
Separador ciclónico y componentes neumáticos			Mejoras de una máquina desmotadora de Algodón		
			N° de plano: 4.1		



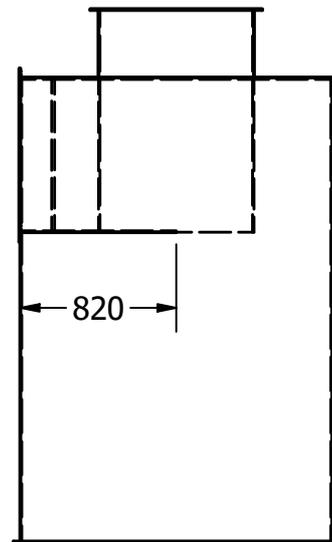
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 / 40



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 40



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 40

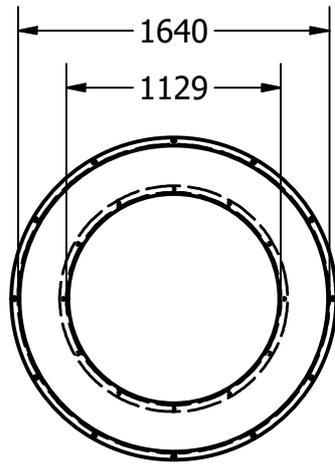


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 40

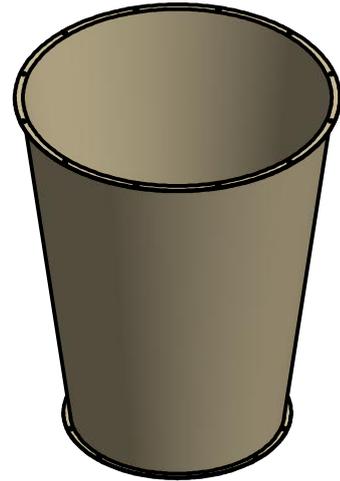
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Cuerpo cilíndrico ciclón	Chapa acero inoxidable AISI - 3 [mm]
2	36	Arandelas métricas planas	16
3	36	Tuerca hexagonal	M16 x 2
4	36	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

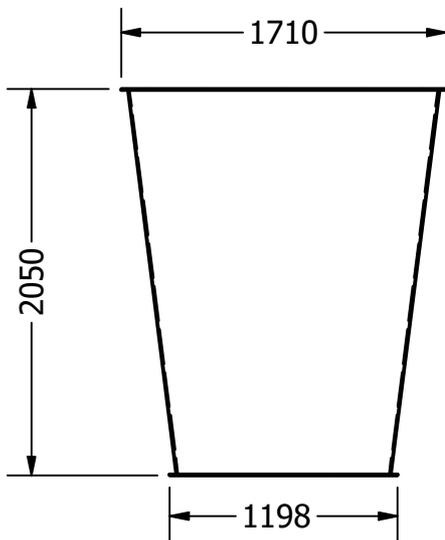
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:40	Cuerpo cilíndrico ciclón		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			Nº de plano: 4.1.1		



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:40



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1:40

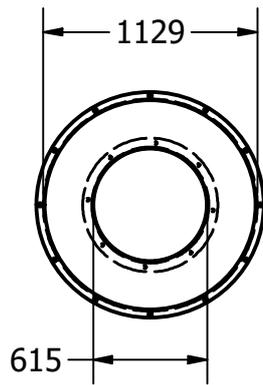


VISTA FRONTAL
ESCALA 1:40

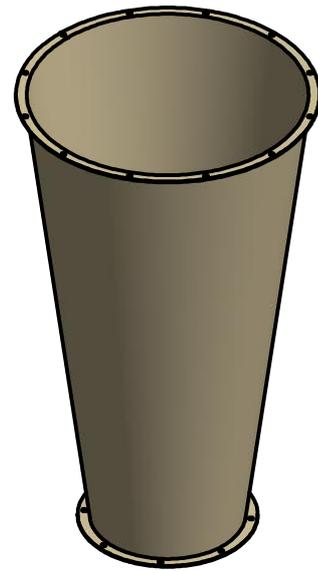
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Cono superior ciclón	chapa acero inoxidable ANSI 316 - 3 [mm]
2	24	Arandelas métricas planas	16
3	24	Tuerca hexagonal	M16 x 2
4	24	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

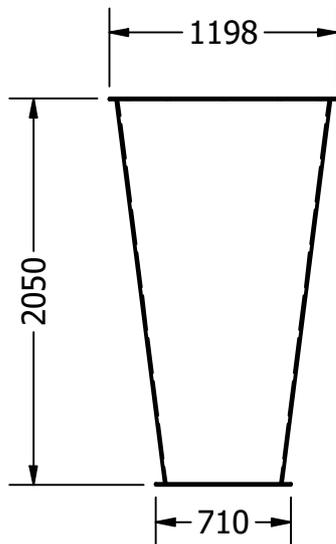
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:40	Cono superior ciclón			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				Nº de plano: 4.1.2	



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:40



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1:30

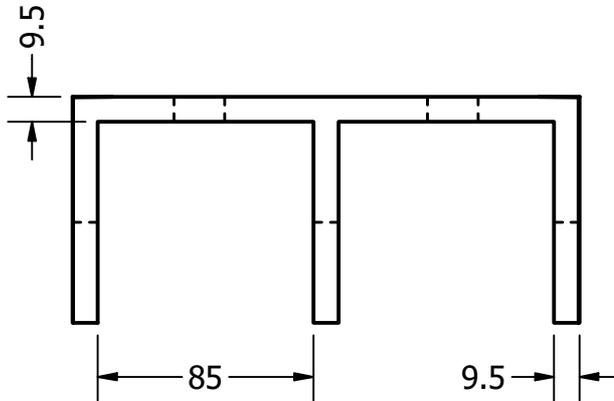


VISTA FRONTAL
ESCALA 1:40

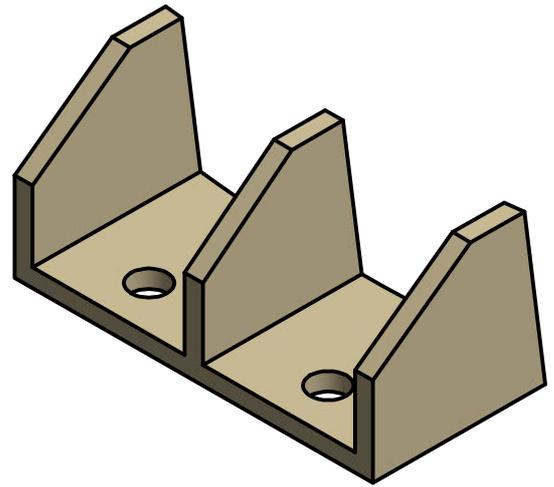
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Cono inferior ciclón	Chapa acero inoxidable ANSI 316 - 3 [mm]
2	20	Arandelas métricas planas	16
3	20	Tuerca hexagonal	M16 x 2
4	20	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

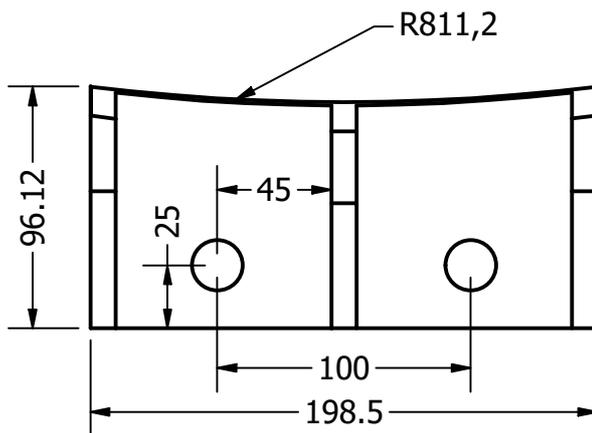
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:40	Cono inferior ciclón			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
	Nº de plano: 4.1.3				
Medida en mm					



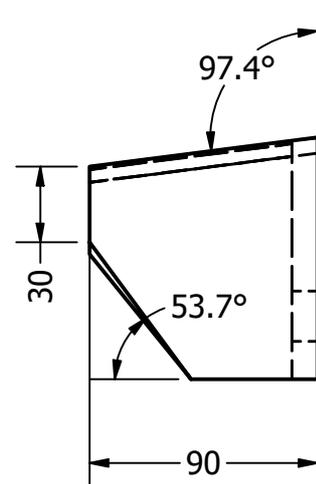
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 / 3



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 3



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 3

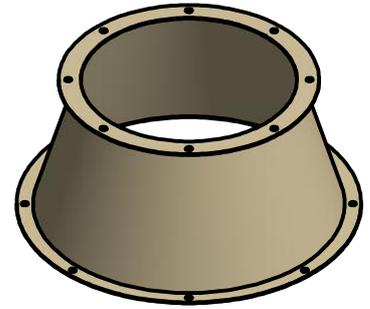


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 3

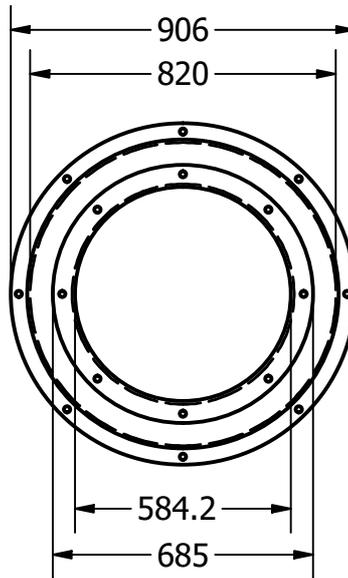
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	4	Soporte ciclón	Chapa lisa LAC - 9,5 [mm]
2	8	Arandela métrica plana	20
3	8	Tuerca hexagonal	M20 x 2,5
4	8	Perno hexagonal	M20 x 2,5 x 40

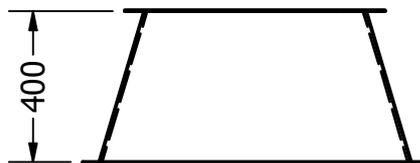
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécnica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	<p>Mejoras de una máquina desmotadora de algodón</p> <hr/> <p>Nº de plano: 4.1.4</p>	
	Esc. 1:3	<p>Soporte ciclón</p>			
Medida en mm					



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/20



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/20

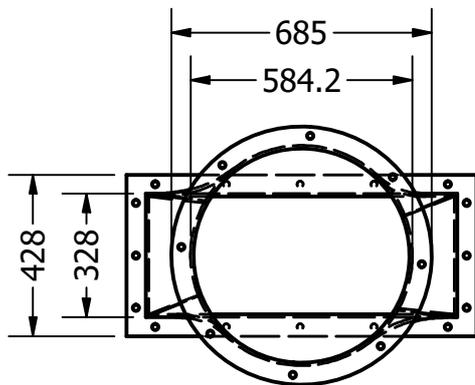


VISTA FRONTAL
ESCALA 1/20

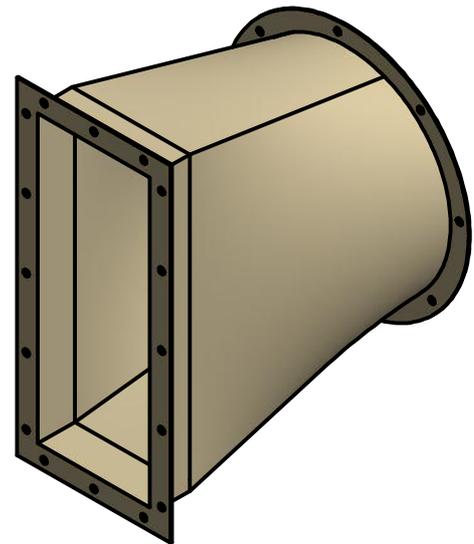
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Adaptador salida ciclón	Chapa de acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	8	Arandelas métricas planas	16
4	8	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	8	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

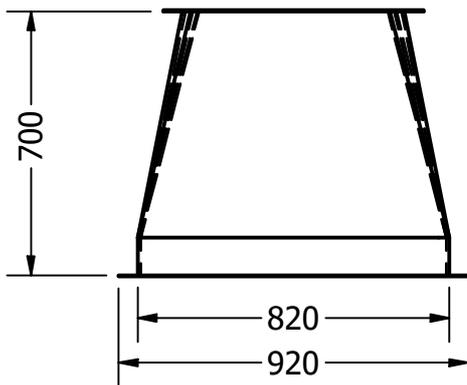
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	Adaptador salida ciclón		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			N° de plano: 4.1.5		



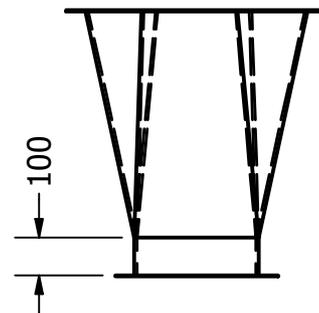
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/20



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/15



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/20

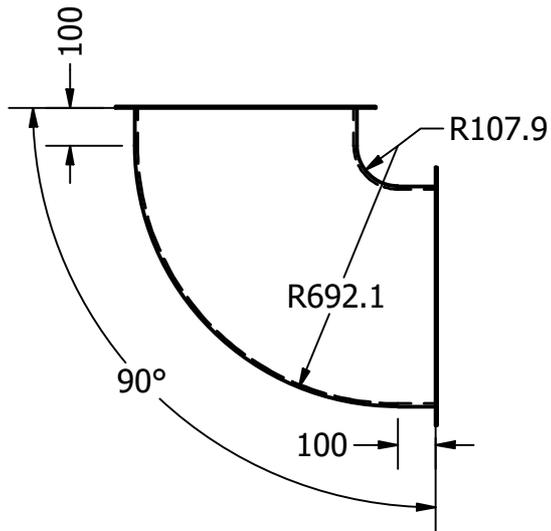


VISTA LATERAL
ESCALA 1/20

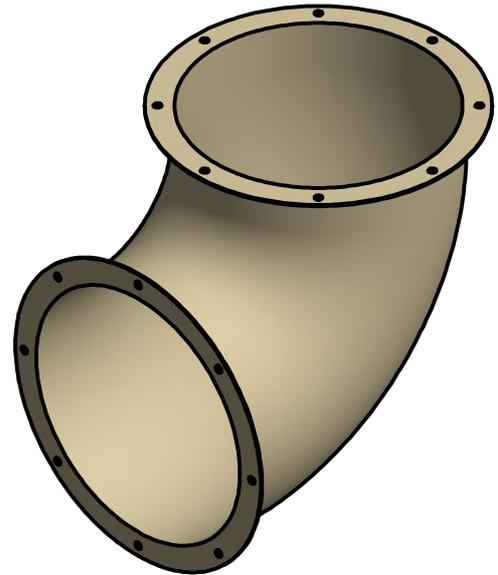
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Adaptador entrada ciclón	Chapa de acero inoxidable AISI 316 - 3 [mm]
2	1	Brida	Chapa lisa Lac - 3,2 [mm]
3	24	Arandela métrica plana	16
4	24	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	24	Perno hexagonal	M16 x 2 x35

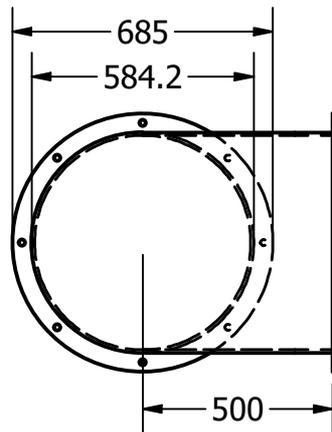
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
	Esc. 1:20	Adaptador entrada ciclón			
Medida en mm			N° de plano: 4.1.6		



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/20



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/15

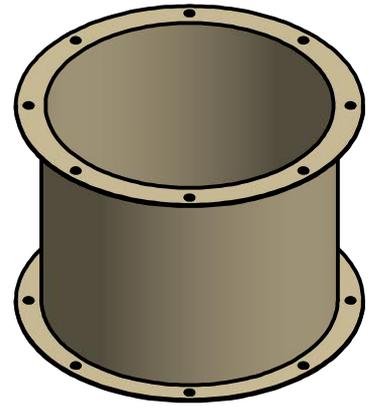


VISTA FRONTAL
ESCALA 1/20

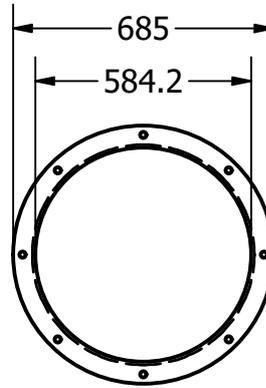
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	4	Codo 90°	D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	48	Arandela métrica plana	16
4	48	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	48	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

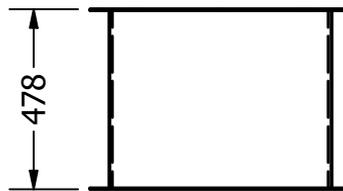
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
	Esc. 1:20	Codo 90°			
Medida en mm			N° de plano: 4.1.7		



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 15



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 / 20

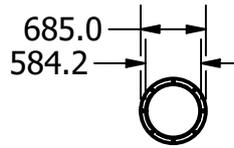


VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 20

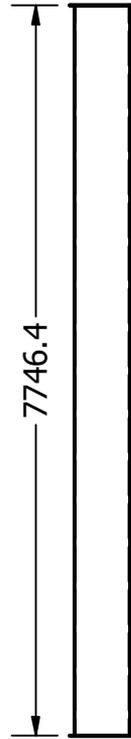
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Tubo conector (ciclón)	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	16
4	16	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	16	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

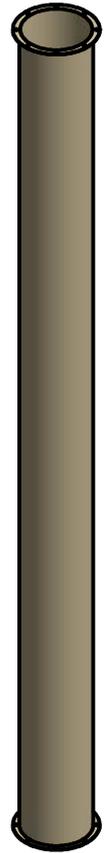
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	Tubo conector (ciclón)			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				N° de plano: 4.1.8	



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 / 80



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 80

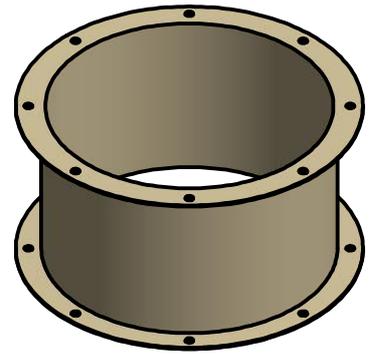


VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 60

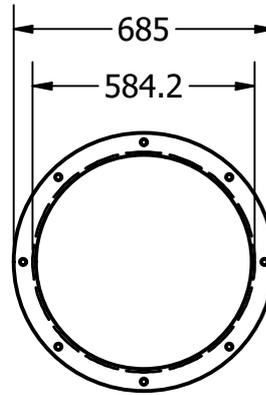
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	tubo vertical	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	16
4	16	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	16	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

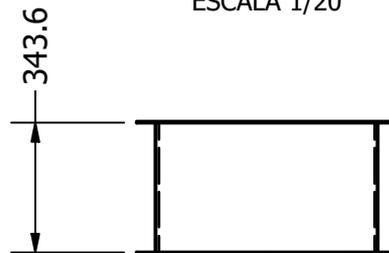
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:80				Tubo vertical
Medida en mm					
	Nº de plano: 4.1.9				



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/15



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/20

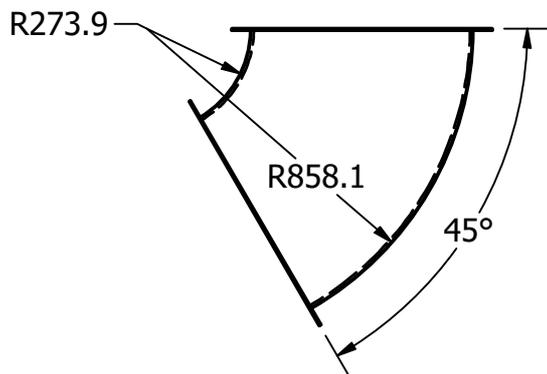


VISTA FRONTAL
ESCALA 1/20

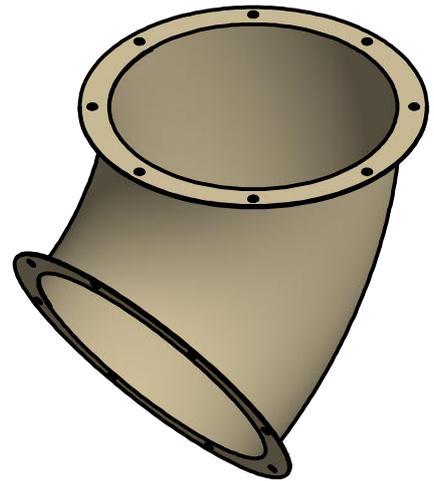
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Tubo conector (ventilador centrífugo)	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	16
4	16	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	16	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

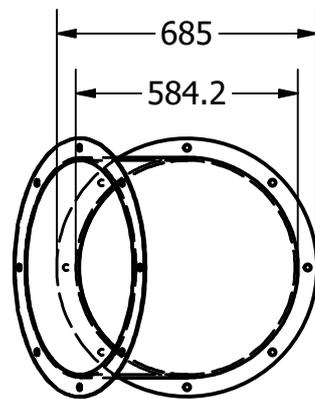
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	Tubo conector (ventilador centrífugo)			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				N° de plano: 4.1.10	



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/20



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/15

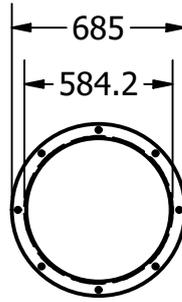


VISTA FRONTAL
ESCALA 1/20

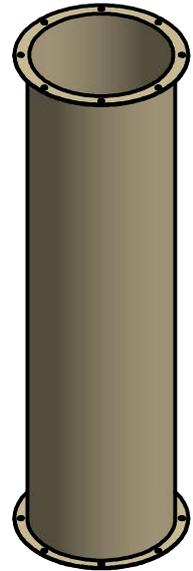
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Codo 45°	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	16
4	16	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	16	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

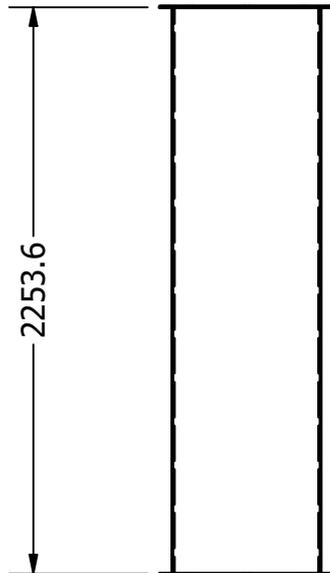
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
	Esc. 1:20	Tubo 45°			
Medida en mm			N° de plano: 4.1.11		



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/30



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/30

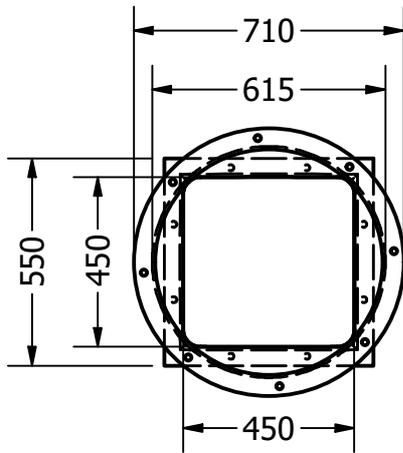


VISTA FRONTAL
ESCALA 1/30

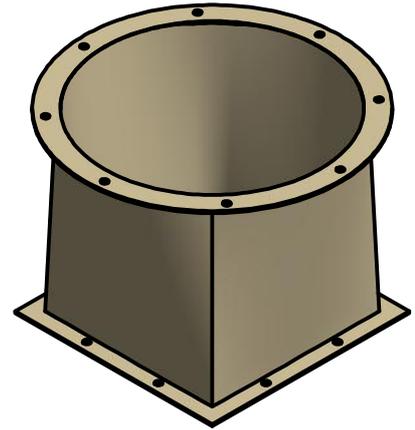
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Tubo entrada ciclón	Tubo de acero sin costura D584,2 [mm] - espesor 9,52 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	16
4	16	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	16	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

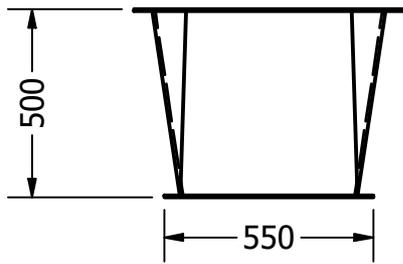
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:30	Tubo entrada ciclón			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				N° de plano: 4.1.12	



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 / 20



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 15

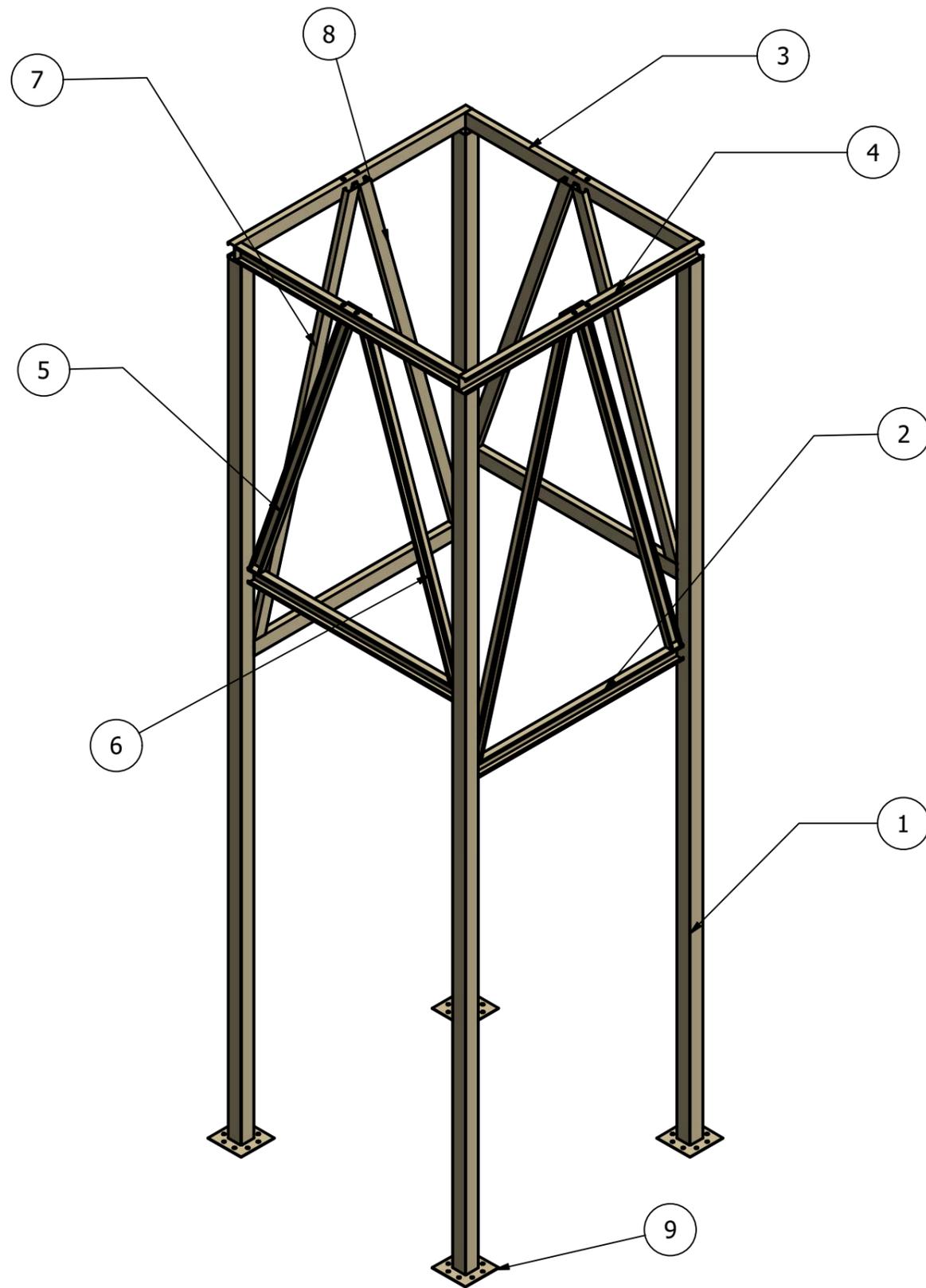


VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 20

LISTA DE PIEZAS

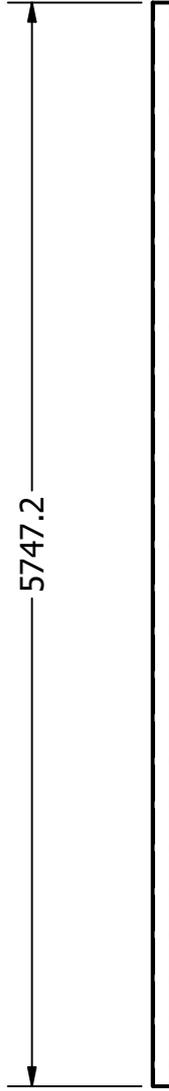
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Adaptador valvula rotativa	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	16
4	16	Tuerca hexagonal	M16 x 2
5	16	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	<p style="font-size: 24px; margin: 0;">Adaptador válvula rotativa</p>		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			Nº de plano: 4.1.13		



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	4	Pata estructura	Tubo cuadrado 100x100x3 [mm]
2	4	Perfil C (marco inferior)	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm]
3	2	Perfil C corto (marco superior)	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm]
4	2	Perfil C largo (marco superior)	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm]
5	2	Perfil C reticulado corto A	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]
6	2	Perfil C reticulado corto B	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]
7	2	Perfil C reticulado largo A	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]
8	2	Perfil C reticulado largo B	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]
9	4	Base pata estructura	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]

	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécnica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora	Estructura separador ciclónico	Mejoras de una máquina desmotadora de Algodón
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antór		Nº de plano: 4.2



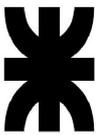
5747.2



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 60

VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 40

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS		DESCRIPCIÓN	
1	4	Pata estructura		Tubo cuadrado 100x100x3,2 [mm]	
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:40	Pata estructura			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					
Medida en mm					Nº de plano: 4.2.1

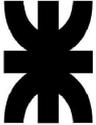


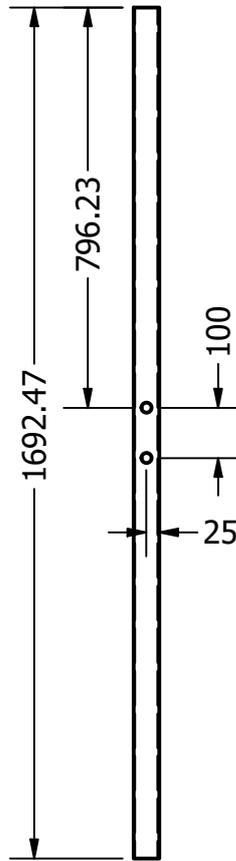
VISTA FRONTAL
ESCALA 1/15



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN	
1	4	Perfil C (marco inferior)	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm]	
		Fecha	Nombre	
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.	
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora	
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	
	Esc. 1:15	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica		UTN Facultad Regional Reconquista
	Perfil C (marco inferior)			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				Nº de plano: 4.2.2



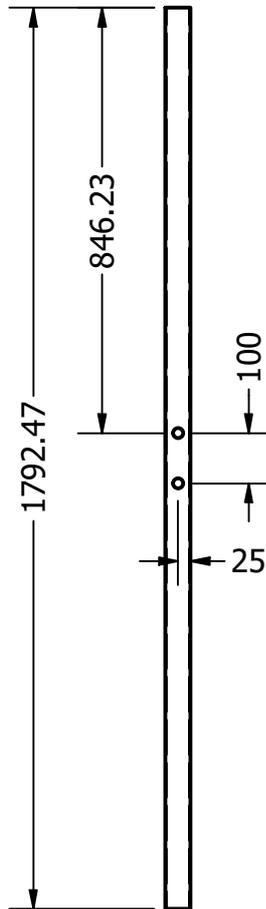
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20

VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 15

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	2	Perfil C corto (marco superior)	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm]
2	4	Arandela métrica plana	20
3	4	Tuerca hexagonal	M20 x 2,5
4	4	Perno hexagonal	M20 x 2,5 x 40

		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Anton		
	Esc. 1:15	Perfil C corto (marco superior)			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				N° de plano: 4.2.3	



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20

VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 15

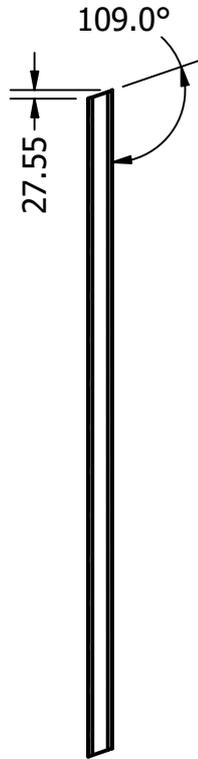
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	2	Perfil C largo (marco superior)	Perfil C negro 100x50x15x2 [mm]
2	4	Arandela métrica plana	20
3	4	Tuerca hexagonal	M20 x 2,5
4	4	Perno hexagonal	M20 x 2,5 x 40

	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:15	Perfil C largo (marco superior)		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			Nº de plano: 4.2.4		



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 25



VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 25



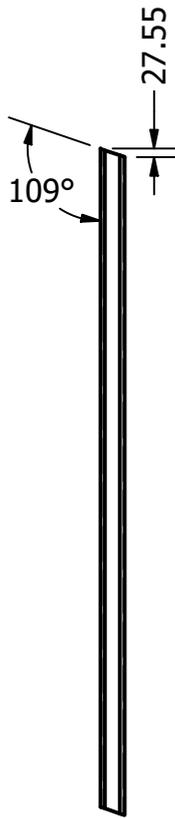
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS		DESCRIPCIÓN	
1	2	Perfil C reticulado corto A	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]		
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:25	Perfil C reticulado corto A		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
					
Medida en mm				N° de plano: 4.2.5	



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 25

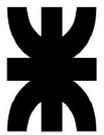


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 25



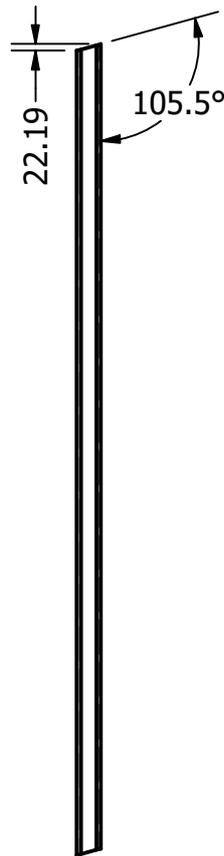
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS		DESCRIPCIÓN	
1	2	Perfil C reticulado corto B	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]		
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:25	Perfil C reticulado corto B			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					
Medida en mm	Nº de plano: 4.2.6				



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/25

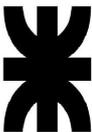


VISTA LATERAL
ESCALA 1/25



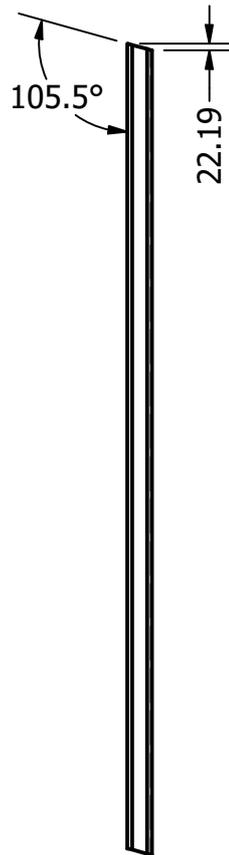
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/20

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS		DESCRIPCIÓN	
1	2	Perfil C reticulado largo A	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]		
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:25	Perfil C reticulado largo A			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					
Medida en mm				N° de plano: 4.2.7	



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/25

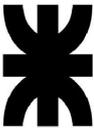


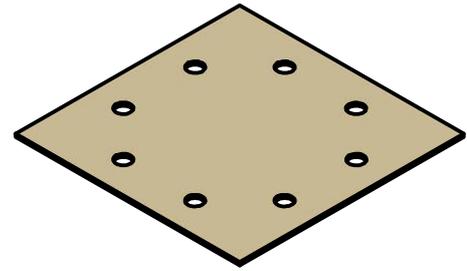
VISTA LATERAL
ESCALA 1/25



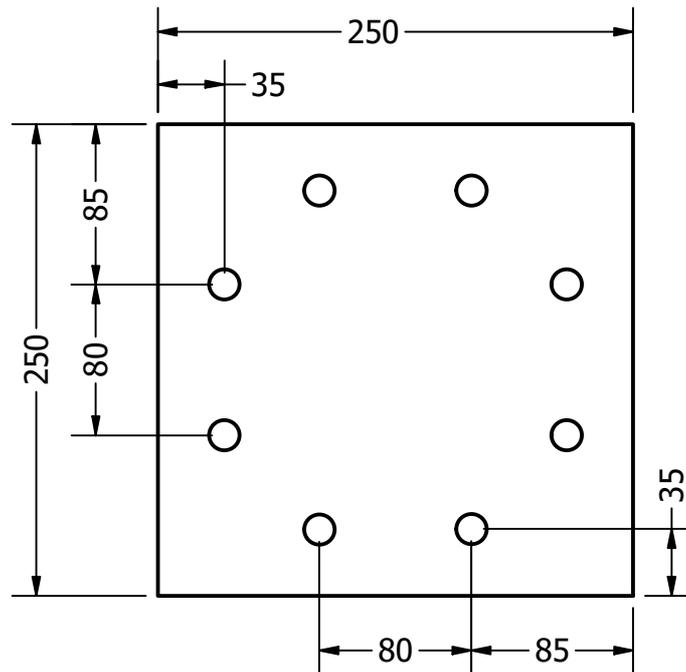
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/20

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS		DESCRIPCIÓN	
1	2	Perfil C reticulado largo B	Perfil C negro 80x40x15x1,6 [mm]		
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:25	Perfil C reticulado largo B		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
					
Medida en mm	Nº de plano: 4.2.8				



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 6

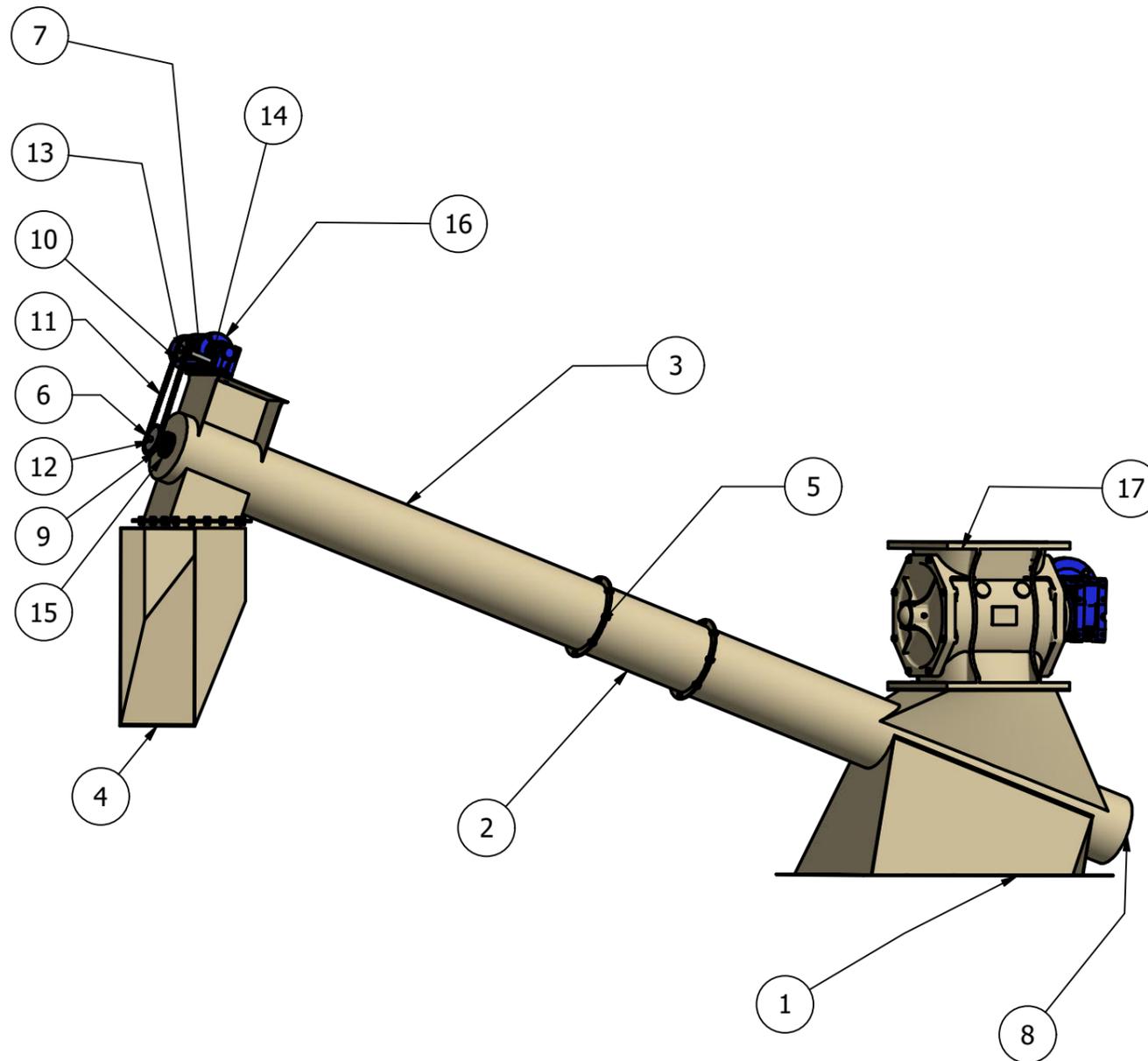


VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 4

LISTA DE PIEZAS

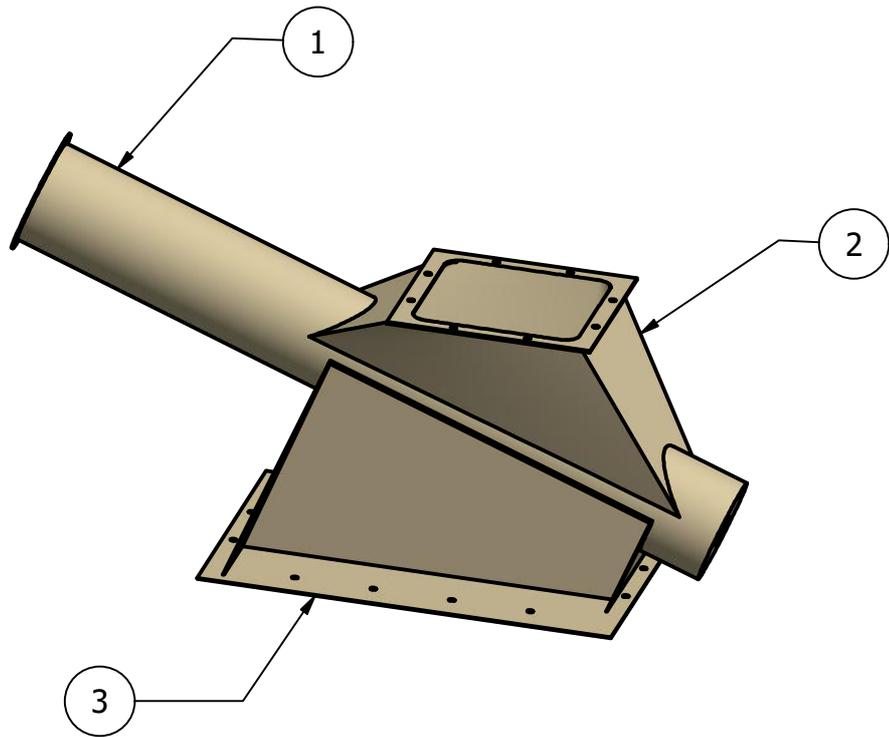
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Apoyo pata estructura	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	8	Arandela métrica plana	16
3	8	Tuerca hexagonal	M16 x 2
4	8	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:4	Base pata estructura		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			N° de plano: 4.2.9		



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Canalón lado ciclon	
2	1	Canalón medio	
3	1	Canalón lado motor	
4	1	Adaptador soplador	
5	1	Eje y hélices tornillo sin fin	
6	1	Eje motriz tornillos sin fin	
7	1	Eje motriz caja reductora	
8	1	Eje lado terminal tornillo sin fin	
9	1	Piñón	Z29 - paso 12,7 [mm]
10	2	Corona	Z23 - paso 12,7 [mm]
11	1	Transmision por cadena rodillo	Design. BS/ISO 085-1 SKF
12	1	DIN 6885 - B 5 x 5 x 32	Chaveta paralela
13	1	DIN 6885 - B 8 x 7 x 28	Chaveta paralela
14	1	DIN 6885 - B 8 x 7 x 28	Chaveta paralela
15	2	Rodamiento y porta rodamiento	Rod. Design. 61902 SKF - Porta Rod. D28 [mm]
16	1	Motoreductor	KAIFA/STM NMRV30/C63-B34
17	1	Valvula rotativa	SOCOM P450
18	16	Arandelas métricas planas	10
19	18	Tuerca hexagonal	M10 x 1,5
20	24	Perno hexagonal	M10 x 1,5 x 20
21	16	Arandelas métricas planas	12
22	16	Perno hexagonal	M12 x 1,75 x 20
23	16	Tuerca hexagonal	M12 x 1,75
24	4	Perno hexagonal	M8 x 1,25 x 20
25	4	Perno hexagonal	M8 x 1,25 x 30
26	8	Tuerca hexagonal	M8 x 1,25

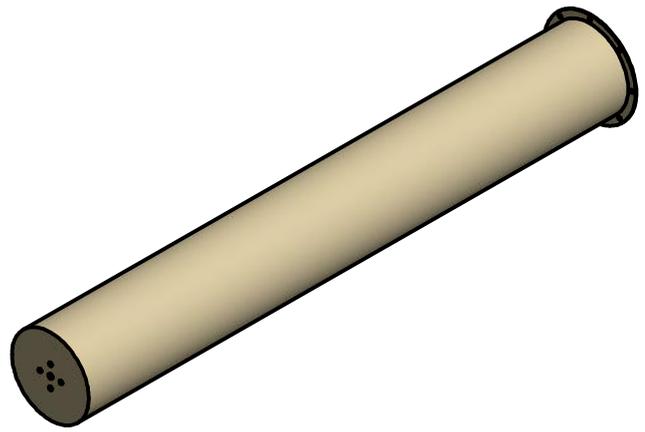
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23			Mg. Ing. E. Antón
Transportador tornillo sin fin			Mejoras de una máquina desmotadora de Algodón		
Nº de plano: 4.3					



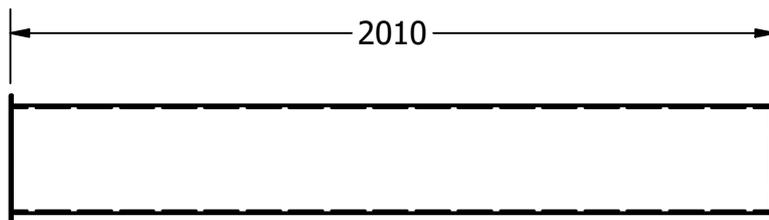
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Canalón lado ciclón	Tubo de acero sin costura D273,05 [mm] - espesor 6,35 [mm]
2	1	Brida del canalón	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	1	Soporte canalón	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]

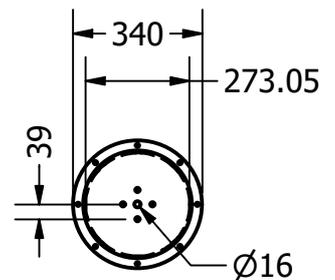
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Canalón lado ciclón			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
					N° de plano: 4.3.1



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 20

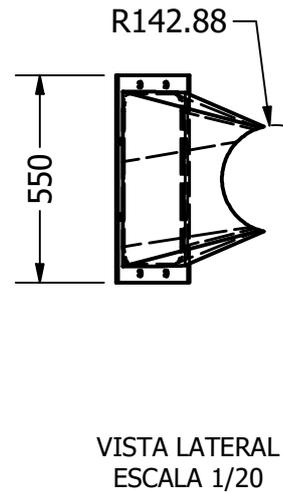
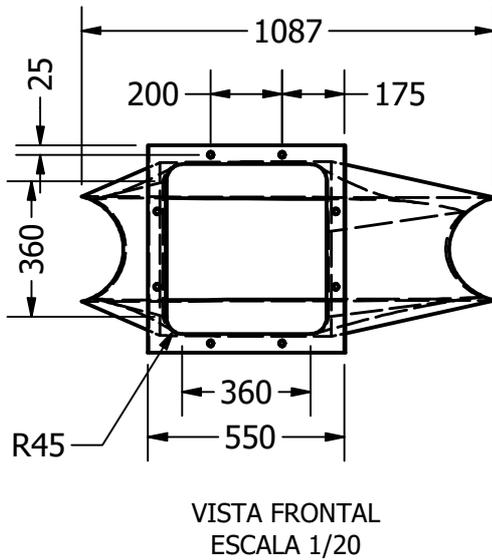
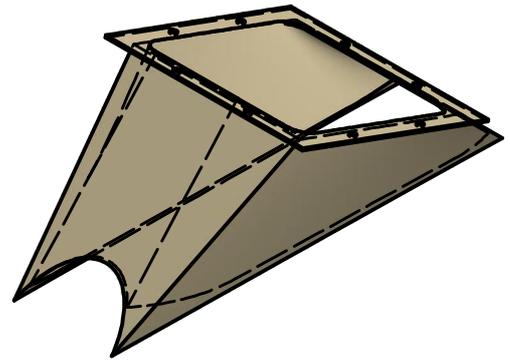
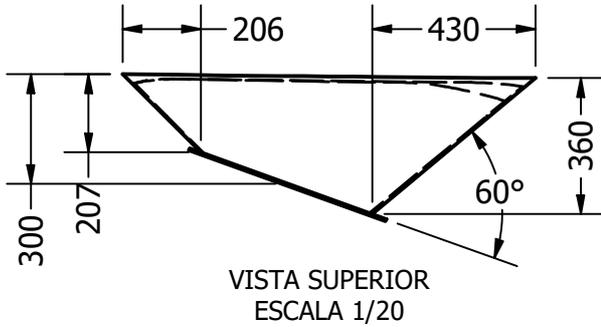


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 20

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Canalón lado ciclón	Tubo de acero sin costura D273,05 [mm]- espesor 6,35 [mm]
2	1	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	8	Arandela métrica plana	10
4	8	Tuerca hexagonal	M10 x 1,5
5	16	Perno hexagonal	M10 x 1,5 x 20

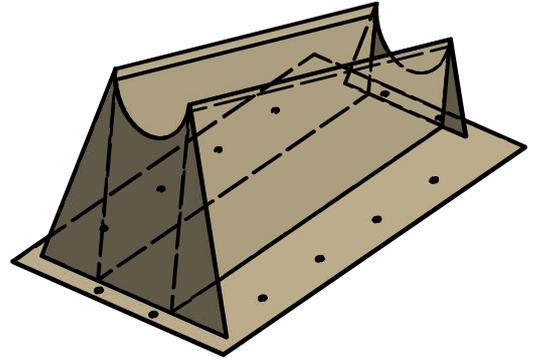
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	Canalón lado ciclón			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm					Nº de plano: 4.3.1.1



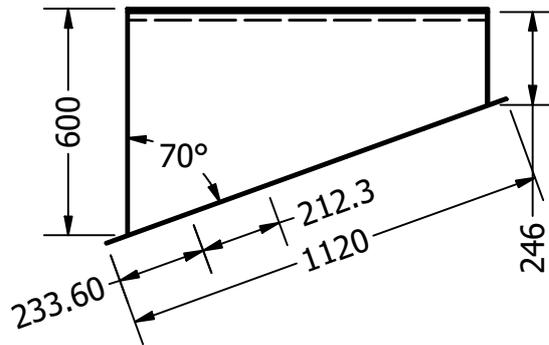
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Brida del canalón	Chpa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	8	Arandela métrica plana	16
3	8	Tuerca hexagonal	M16 x 2
4	8	Perno hexagonal	M16 x 2 x 50

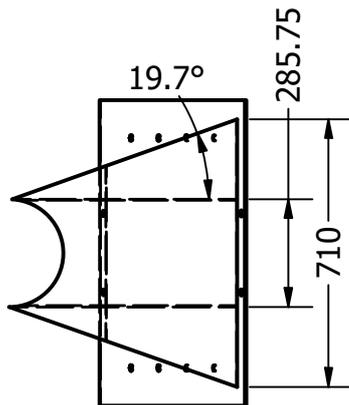
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23 Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23 Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23 Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	<p>Entrada transportador tornillo sin fin</p>		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm			Nº de plano: 4.3.1.2	



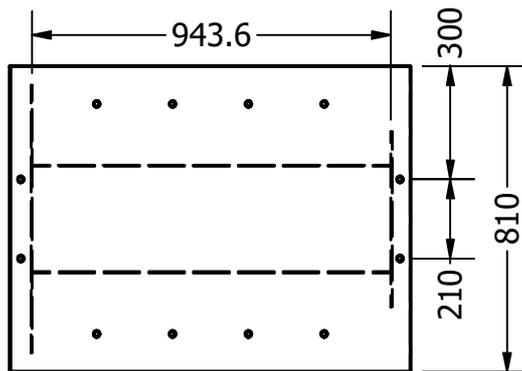
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/20



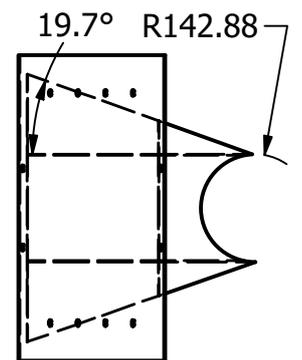
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/20



VISTA LATERAL DER.
ESCALA 1/20



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/20

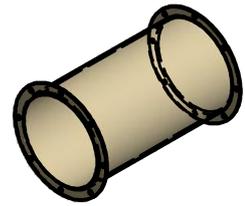


VISTA LATERAL IZQ.
ESCALA 1/20

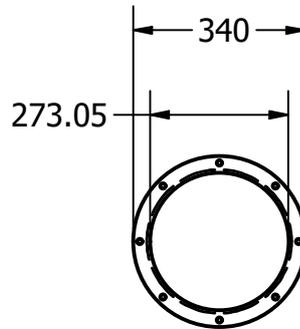
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Soporte canalón	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	12	Arandela métrica plana	16
3	12	Tuerca hexagonal	M16 x 2
4	12	Perno hexagonal	M16 x 2 x 35

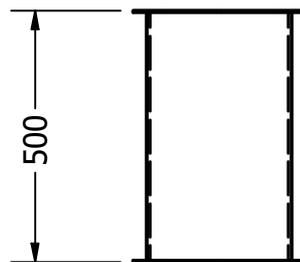
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
	Esc. 1:20	Soporte canalón			
Medida en mm	Nº de plano: 4.3.1.3				



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/20



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/15

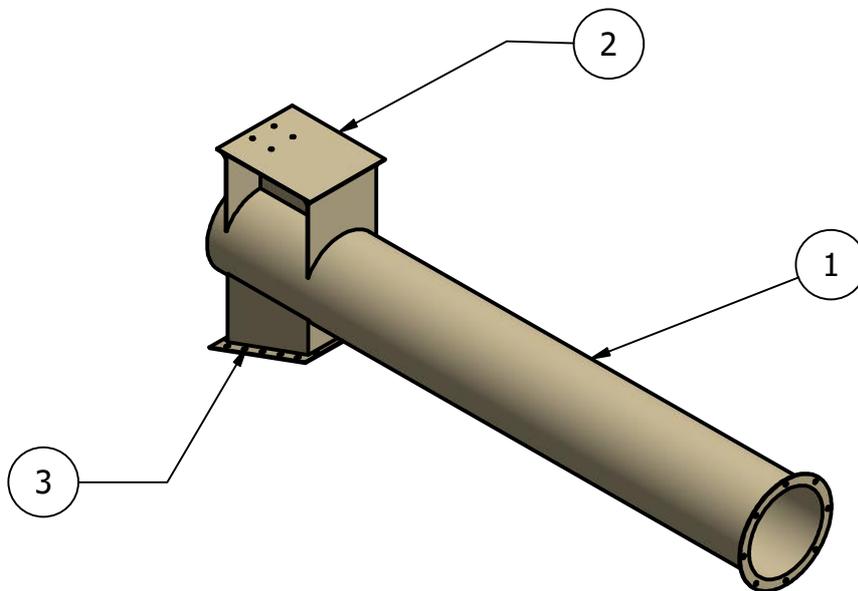


VISTA FRONTAL
ESCALA 1/15

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Canalón medio	Tubo de acero sin costura D273,05 [mm] - espesor 6,35[mm]
2	2	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	16	Arandela métrica plana	10
4	16	Tuerca hexagonal	M10 x 1,5
5	16	Perno hexagonal	M10 x 1,5 x 20

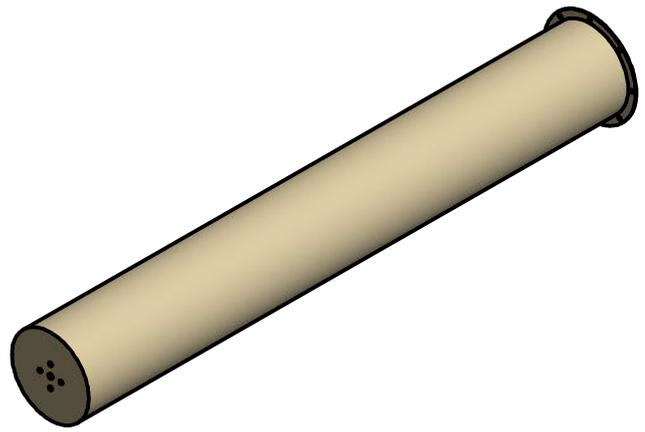
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:15	Canalón medio			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm	Nº de plano: 4.3.2				



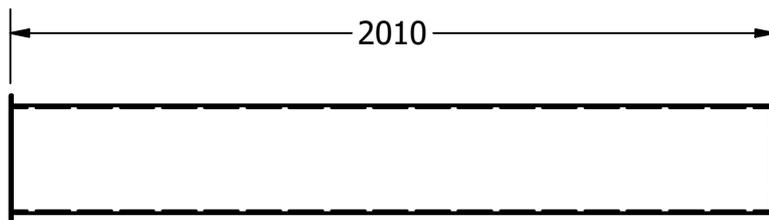
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Canalón lado motoreductor	Tubo de acero sin costura D273,05 [mm] - espesor 6,35 [mm]
2	1	Soporte motoreductor	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	1	Salida transportador tornillo sin fin	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]

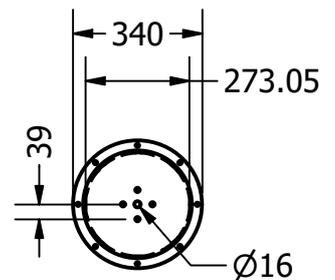
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
		Canalón lado motorreductor			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					N° de plano: 4.3.3



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 20



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 20

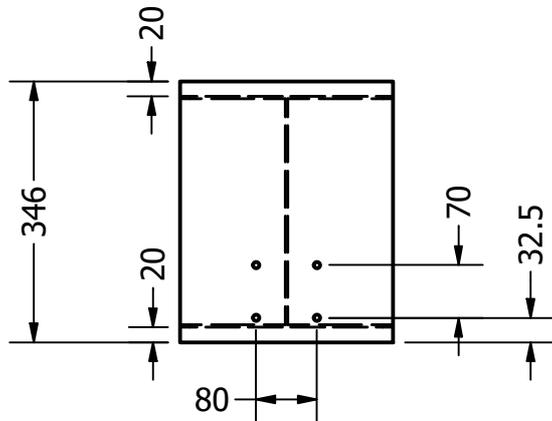


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 20

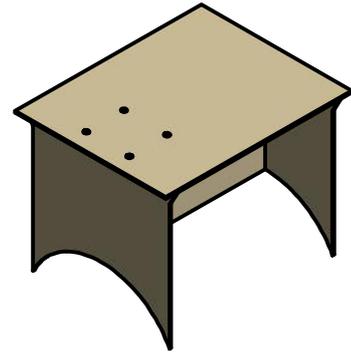
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Canalón lado ciclón	Tubo de acero sin costura D273,05 [mm]- espesor 6,35 [mm]
2	1	Brida	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
3	8	Arandela métrica plana	10
4	8	Tuerca hexagonal	M10 x 1,5
5	16	Perno hexagonal	M10 x 1,5 x 20

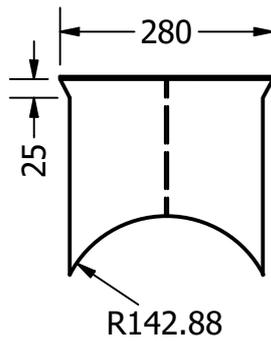
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:20	Canalón lado motorreductor		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			N° de plano: 4.3.3.1		



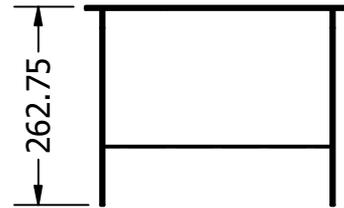
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/10



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/10



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/10

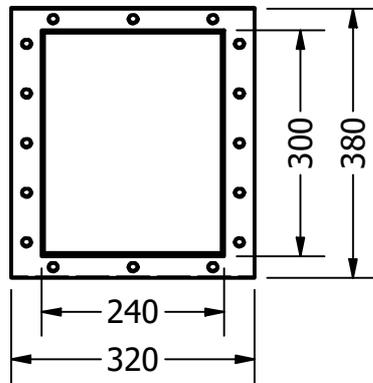


VISTA LATERAL
ESCALA 1/10

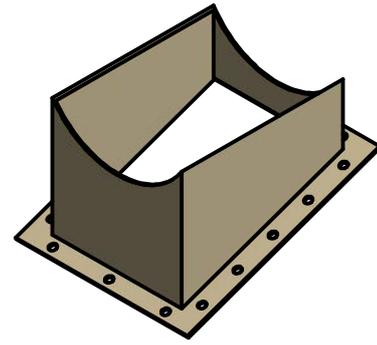
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Soporte motoreductor	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	4	Arandela métrica plana	8
3	4	Tuerca hexagonal	M8 x 1,25
4	4	Perno hexagonal	M10 x 1,25 x 20

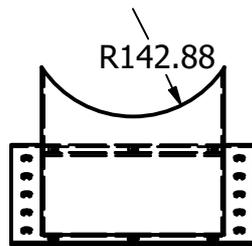
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	<p>Soporte motorreductor</p> <p>Mejoras de una máquina desmotadora de algodón</p> <p>Nº de plano: 4.3.3.2</p>	
	Esc. 1:10				
Medida en mm					



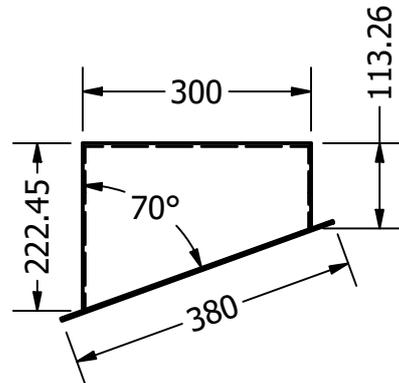
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/10



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/10



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/10

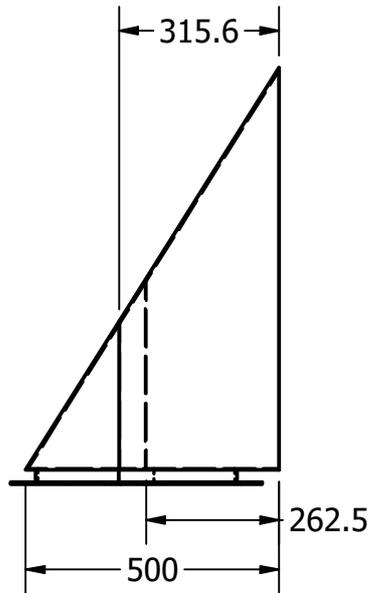


VISTA LATERAL
ESCALA 1/10

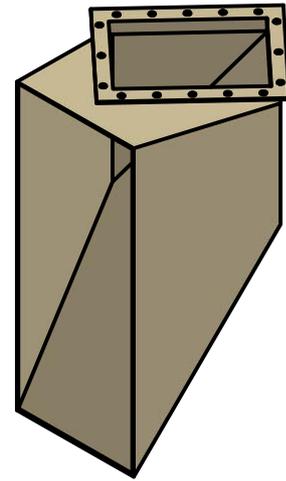
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Salida transportador tornillo sin fin	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	16	Arandela métrica plana	12
3	16	Tuerca hexagonal	M12 x 1,75
4	16	Perno hexagonal	M12 x 1,75 x 20

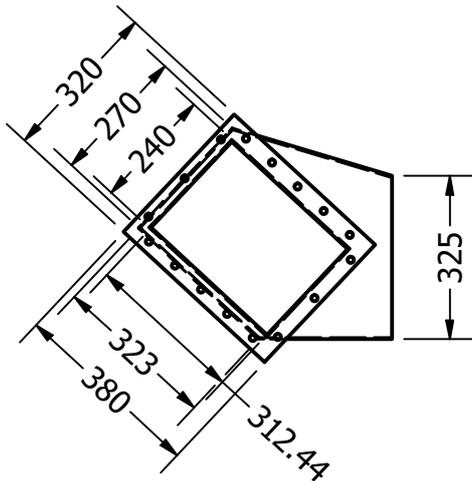
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23 Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23 Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23 Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:10	Salida transportador Tornillo sin fin		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm			N° de plano: 4.3.3.3	



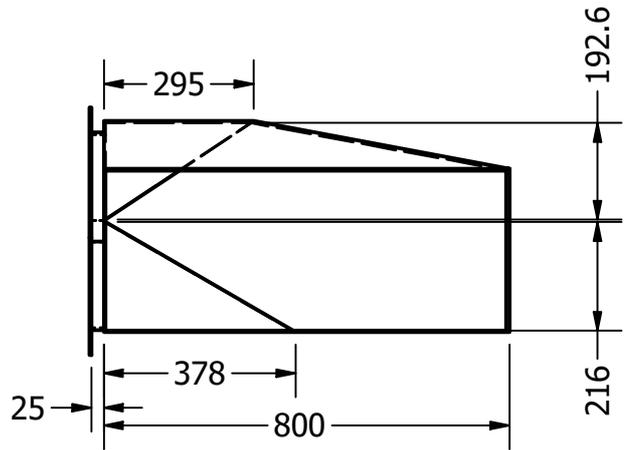
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1/15



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1/15



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/15

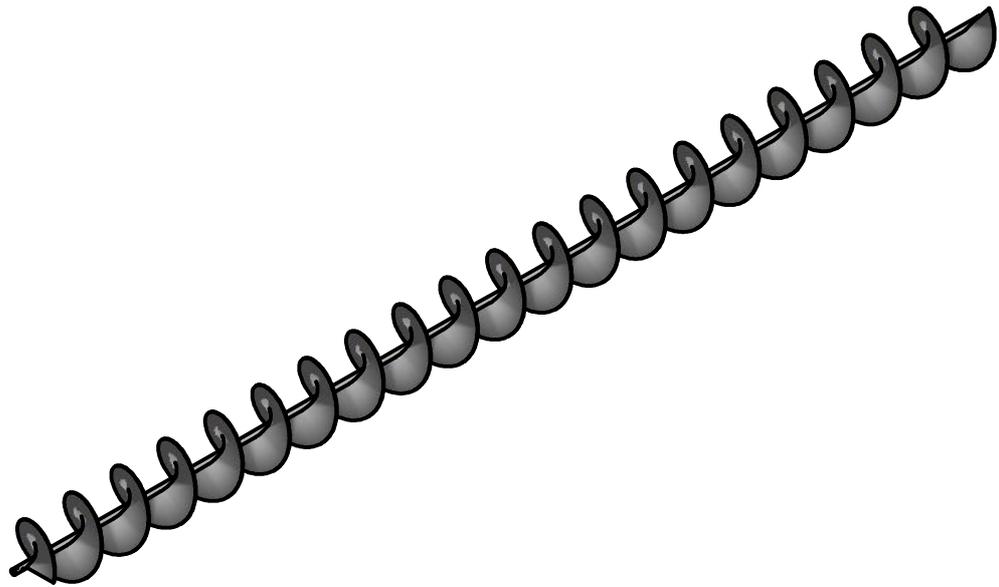


VISTA LATERAL
ESCALA 1/15

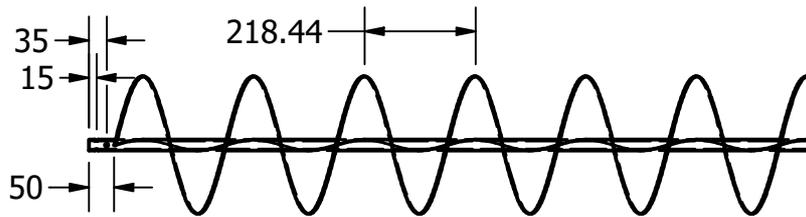
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Adaptador soplador	Chapa lisa LAC - 3,2 [mm]
2	16	Arandela métrica plana	12
3	16	Tuerca hexagonal	M12 x 1,75
4	16	Perno hexagonal	M12 x 1,75 x 20

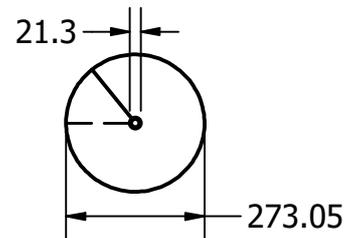
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:15	<p style="font-size: 2em; margin: 0;">Adaptador soplador</p>			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm				Nº de plano: 4.3.4	



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 25



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 15

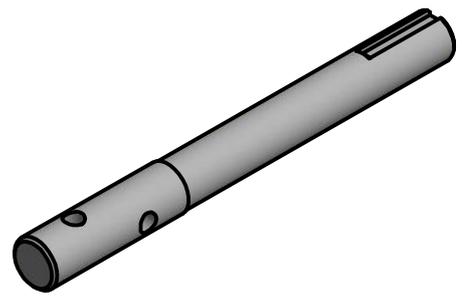


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 15

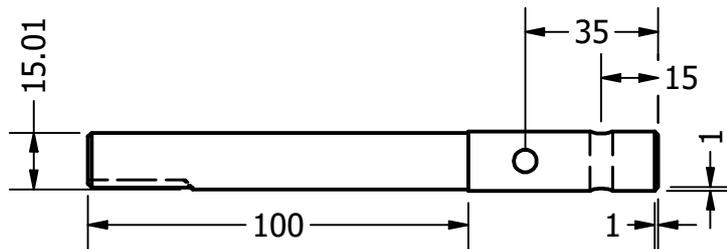
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	21	Hélices tornillo sin fin	Hélice acero al carbono SAE 1010 - 3,2 [mm] espesor
2	1	Eje tornillo sin fin	Tubo de acero sin costura 4500 [mm] - 2,77 [mm] espesor
3	4	Pasador cilindrico	Pasador (métrico) 6 x 26 [mm]

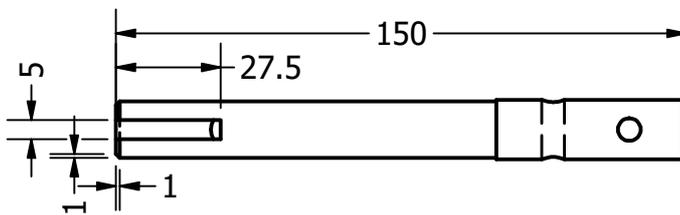
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:30	<p>Eje y hélices tornillos sin fin</p>		<p>Mejoras de una máquina desmotadora de algodón</p>	
Medida en mm			<p>Nº de plano: 4.3.5</p>		



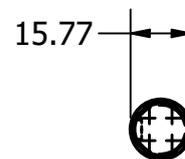
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 2



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 / 2



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 2

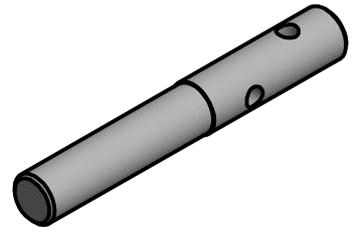


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 2

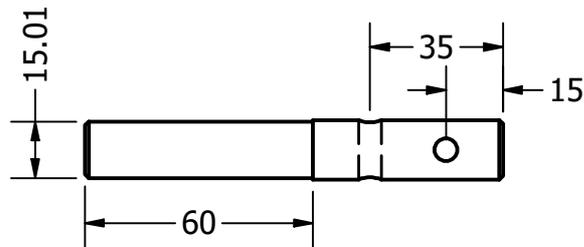
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Eje motriz tornillo sin fin	Eje de acero al carbono SAE 1045 - D16 [mm]
2	2	Pasador cilindrico	Pasador (Métrico) 6 x 26 [mm]
3	1	Chavetero	5 x 3 [mm]

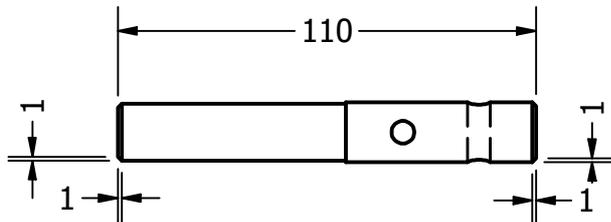
	Fecha		Nombre		Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.			
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora			
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón			
	Esc. 1:2	Eje lado motriz tornillo sin fin y piñón				Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm	N° de plano: 4.3.6					



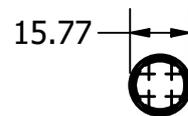
VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 : 2



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1 : 2



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 : 2

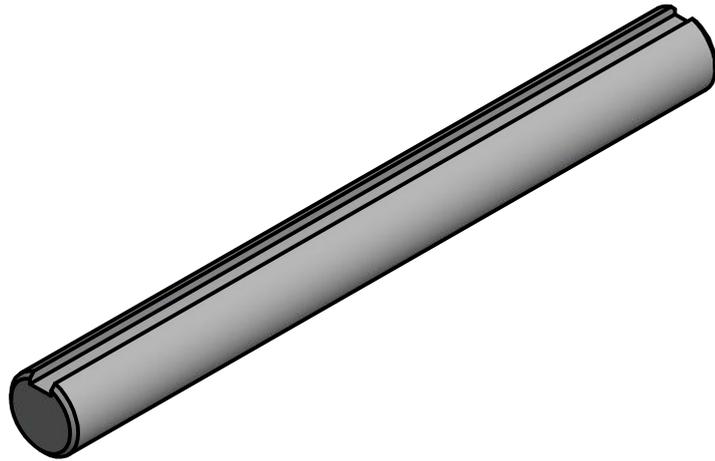


VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 2

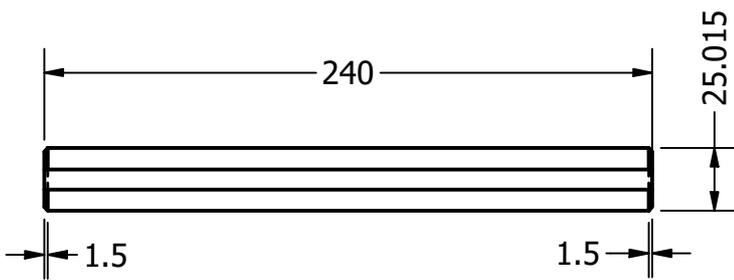
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Eje terminal tornillo sin fin	Eje de acero al carbono SAE 1045 - D16 [mm]
2	2	Pasador cilindrico	Pasador (Métrico) 6 x 26 [mm]

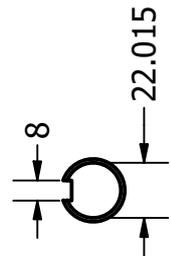
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:2	Eje lado terminal tornillo sin fin y rodamiento		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm				N° de plano: 4.3.7	



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 2



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 3

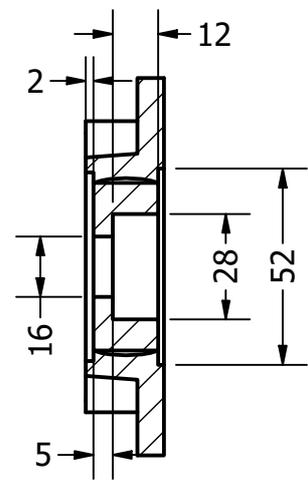
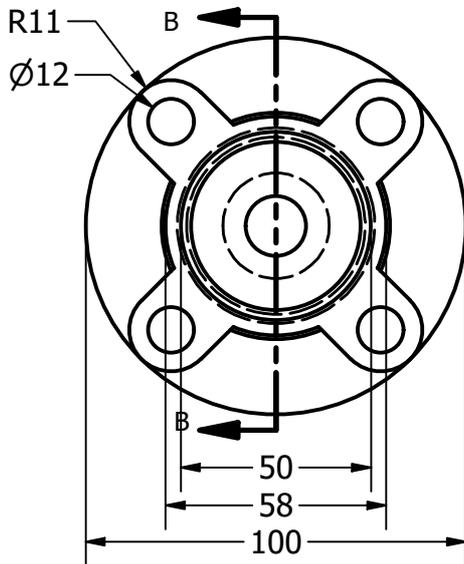
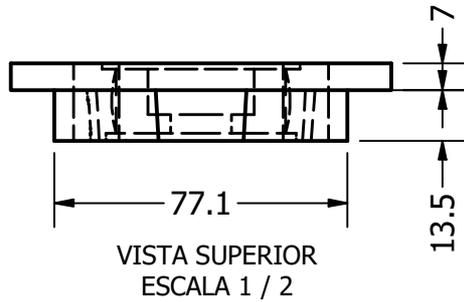


VISTA LATERAL
ESCALA 1 / 3

LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Eje motriz caja reductora	Eje de acero al carbono SAE 1045 - D30 [mm]
2	2	Chavetero	8 x 4 [mm]

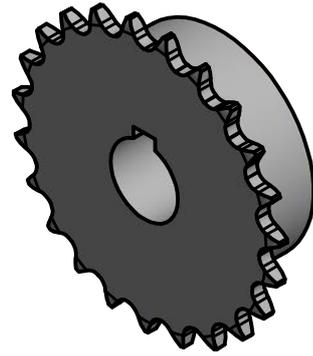
		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	01/09/23	Ing. A. Debarbora		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:3	Eje motriz caja reductora y corona			Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
Medida en mm	Nº de plano: 4.3.8				



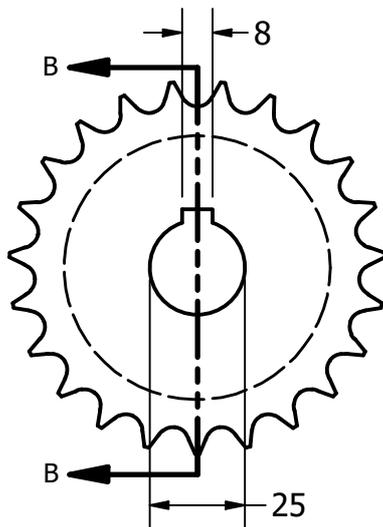
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	2	Porta rodamiento	D28 [mm]
2	8	Perno hexagonal	M12 x 1,75 x 20

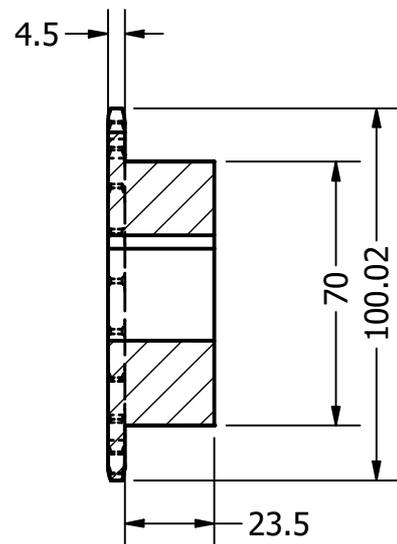
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
	Esc. 1:2	Porta rodamiento			
Medida en mm			Nº de plano: 4.3.9		



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 : 2



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 : 2

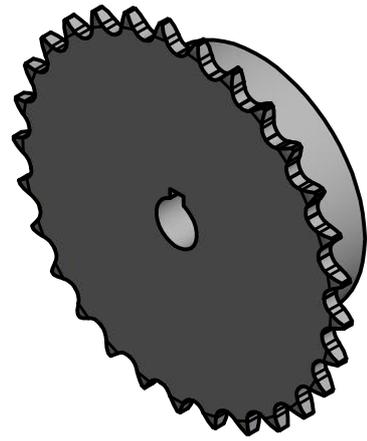


SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 2

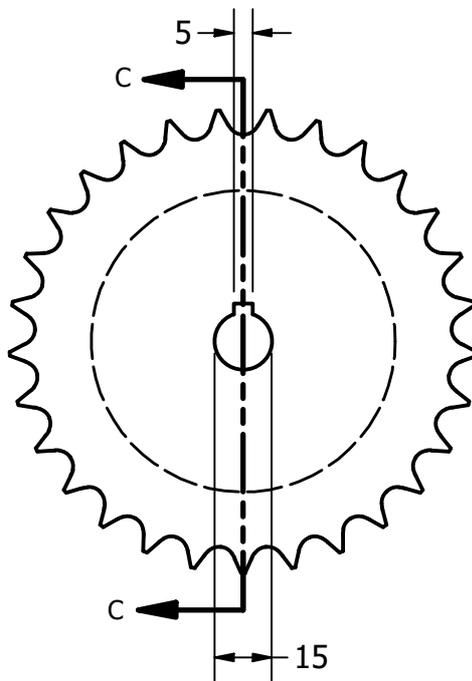
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Corona	Z23 - Paso 12,7 [mm]
2	1	Chavetero	D25 [mm] - 8 x (D+1,7) [mm]

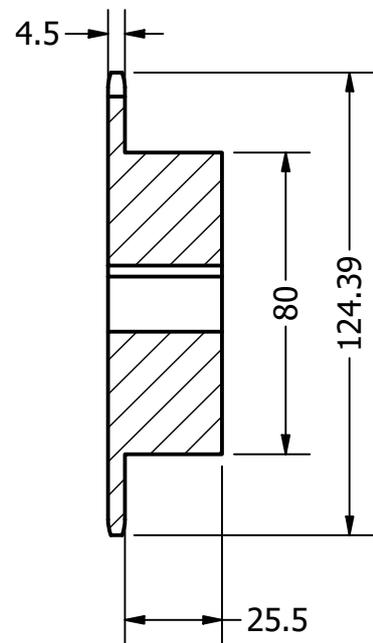
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esc. 1:2	Corona		Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
Medida en mm			Nº de plano: 4.3.10		



VISTA PRINCIPAL
ESCALA 1 / 2



VISTA FRONTAL
ESCALA 1 / 2

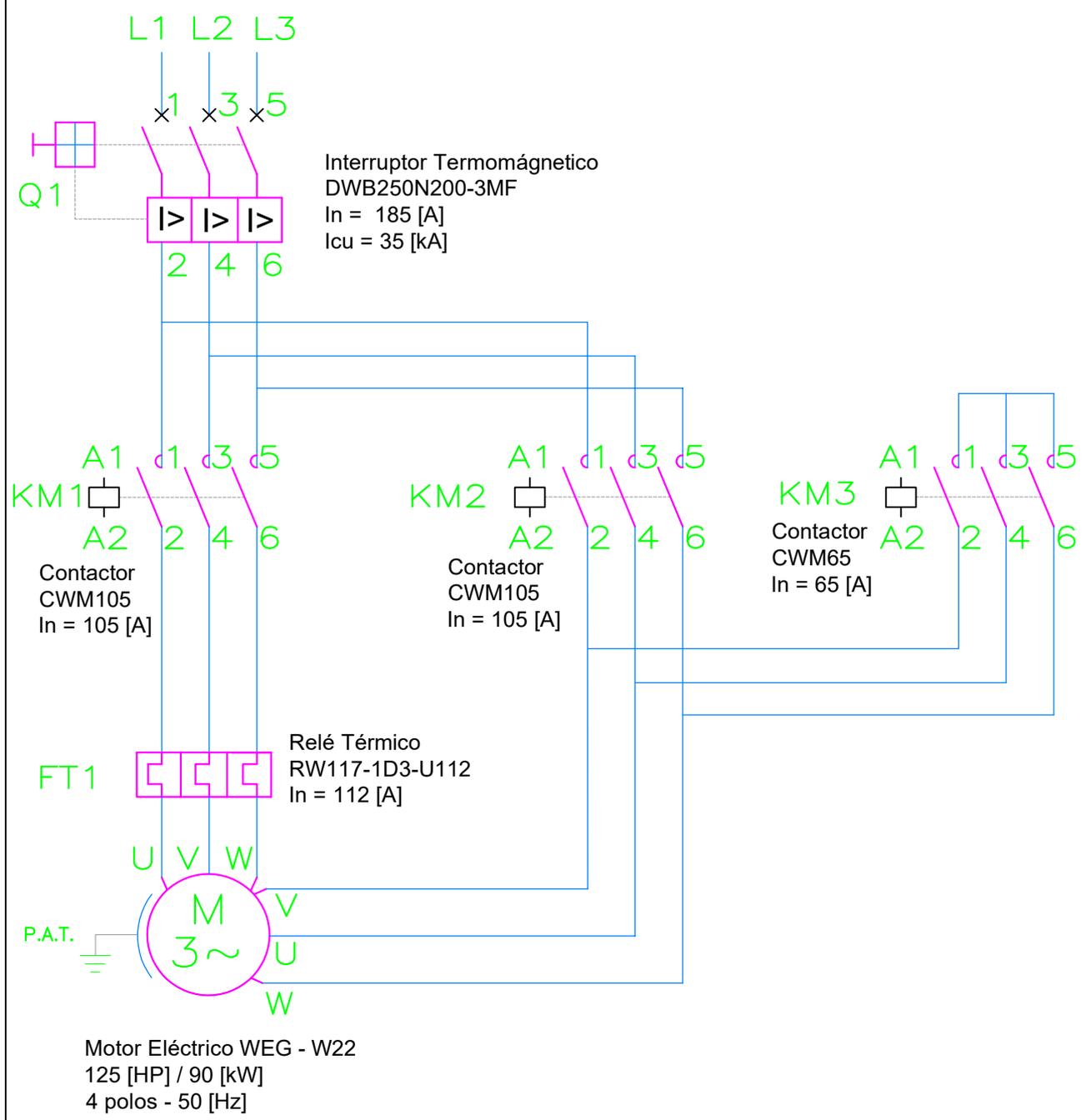


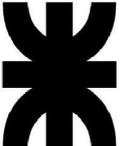
SECCIÓN C-C
ESCALA 1 / 2

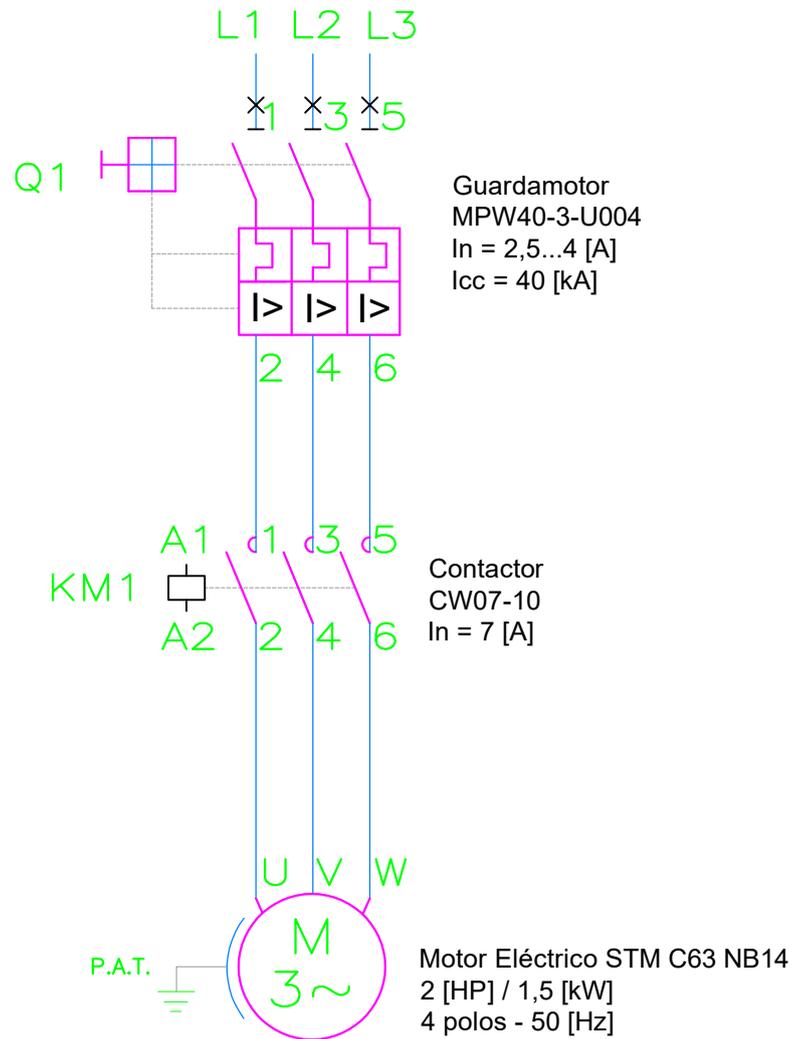
LISTA DE PIEZAS

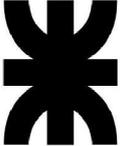
ELEMENTO	CANTIDAD	PIEZAS	DESCRIPCIÓN
1	1	Piñón	Z29 - Paso 12,7 [mm]
2	1	Chavetero	D15 [mm] - 5 x (D+2,2) [mm]

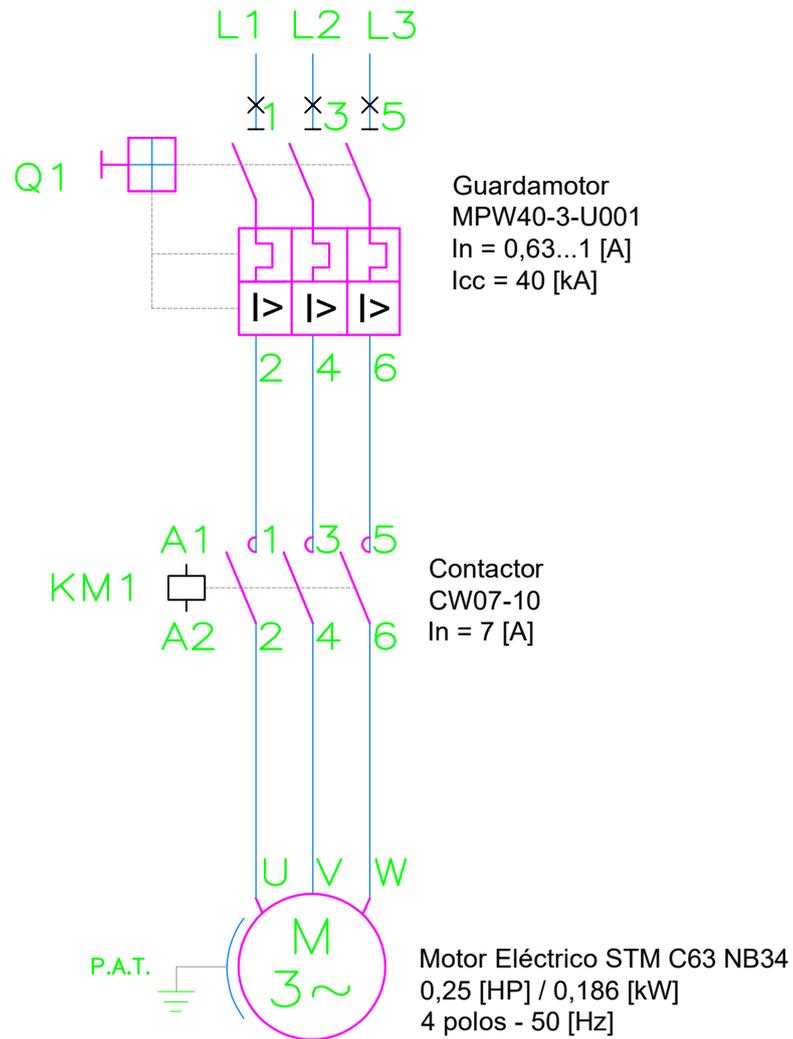
	Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromécanica	UTN Facultad Regional Reconquista	
	Dibujó	30/08/23			Gelmi Leandro D.
	Revisó	01/09/23			Ing. A. Debarbora
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón	Mejoras de una máquina desmotadora de algodón	
	Esc. 1:2	Piñón			
Medida en mm			Nº de plano: 4.3.11		

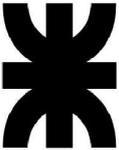


		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	05/09/23	Ing. D. Salinas		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esquema conexión motor eléctrico trifásico arranque estrella triángulo				Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					N° de Plano: 5



		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	05/09/23	Ing. D. Salinas		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esquema conexión motor eléctrico trifásico arranque directo				Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					N° de Plano: 6



		Fecha	Nombre	Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	UTN Facultad Regional Reconquista
	Dibujó	30/08/23	Gelmi Leandro D.		
	Revisó	05/09/23	Ing. D. Salinas		
	Aprovó	08/11/23	Mg. Ing. E. Antón		
	Esquema conexión motor eléctrico trifásico arranque directo				Mejoras de una máquina desmotadora de algodón
					N° de Plano: 7