



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

“Estudio de factibilidad técnico, económico y financiero para la instalación y servicio de una empresa de valorización de neumáticos fuera de uso”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico

AUTOR:

Quipán Altuna, Miguel Augusto (ORCID: 0000-0003-1639-0309)

ASESOR:

Ing. Julca Verástegui, Luis Alberto (ORCID: 0000-0001-5158-2686)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mi madre pues sin ella no
sería posible ser mejor.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Mg. Luis Julca Verástegui, por facilitar el conocimiento preciso para fortalecer el proyecto.

Mi entero reconocimiento al Dr. Jorge Olórtegui Yume, por el soporte metodológico prestado durante el desarrollo del proyecto y la organización final del mismo.

Enuncio mi gratitud al Mg. Raúl Paredes Rosario, por la colaboración y aportes brindados a los proyectistas.

Asimismo a mi familia otorgo la máxima gratitud por el apoyo en los momentos más difíciles de mi carrera profesional.

Por último, agradezco a la Escuela de Ingeniería Mecánica, amigos y compañeros que hicieron más fácil este difícil trayecto.

RESUMEN

Esta tesis evaluó la viabilidad para la instalación y servicio de una empresa de valorización de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) en la región La Libertad.

Para tal efecto, en primer lugar se determinó los flujos anuales, diarios y horarios de NFU generados en la región. Además se probó que existen empresas que implican una demanda que justifica el proyecto. En segundo lugar se diseñó el proceso de valorización de NFU, determinando características y lugar de instalación. En tercer lugar se hizo el estudio económico y financiero que permitió conocer la factibilidad del proyecto asimismo el análisis de sensibilidad de las variables críticas.

Se encontró que los flujos anuales, diarios y horarios de NFU a procesar son 3955.92 ton., 13.74 ton. y 1.72 ton. respectivamente; los procesos básicos son recepción, clasificación, trituración, granulación, separación de acero y fibra textil por ende la empresa fue ubicada en el Distrito El Milagro de Trujillo por razones de seguridad; existe gran demanda en fundidoras, productoras de artículos de caucho, productoras de asfalto, hornos de cementeras, hornos de ladrilleras e hilanderías.

Se concluyó que la gestión de subproductos obtenidos de procesos de valorización de NFU se colocará por encima de la gestión de residuos actual en esta región y otras del país.

ABSTRACT

This thesis The Libertad evaluated the viability for the installation and service of a company of valuation of Tires Out of Use (NFU) in the region.

For such an effect, first one determined NFU's annual, daily and hourly flows generated in the region. In addition there was proved that there exist companies that imply a demand that justifies the project. Secondly there was designed the process of NFU's valuation, determining characteristics and place of installation. Thirdly there was done the economic and financial study that allowed knowing the feasibility of the project likewise the analysis of sensibility of the critical variables.

One thought that NFU's annual, daily and hourly flows to processing are 3955.92 ton., 13.74 ton. and 1.72 ton. respectively; the basic processes are receipt, classification, crushing, granulation, separation of steel and textile fiber for ended the company was located in the Industrial Park of Trujillo for safety reasons; great demand exists in fundidcions, producers of articles of rubber, producers of asphalt, ovens of cementers, ovens of brickyards and spinnings.

One concluded that the management of by-products obtained of processes of NFU's valuation will be placed over the current waste management in this region and others of the country.

INTRODUCCIÓN

Esta tesis intentará dar solución al problema referente a la mala disposición final de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) en región La Libertad.

La gran demanda de neumáticos derivada del aumento de vehículos en el parque automotor está llevándonos a un gran problema de difícil solución trayendo consigo desequilibrios medioambientales, contaminación y enfermedades.

Lo más resaltante es que los NFU son un residuo muy valioso. El hecho que este neumático sea inservible no significa que sus componentes también los sean.

A través de los procesos de valorización, el caucho que es el componente principal del neumático puede transformarse en otros productos o generar materias primas de segunda generación para ser utilizadas en otros procesos productivos.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
Capítulo I: MARCO METODOLÓGICO	13
1.1. El problema	13
1.1.1. Realidad problemática	13
1.1.2. Formulación del problema	14
1.1.3. Justificación del estudio	14
a. Relevancia Tecnológica	14
b. Relevancia Institucional	14
c. Relevancia Social	14
d. Relevancia Económica	15
e. Relevancia Ambiental	15
1.1.4. Limitaciones del problema	15
1.2. Hipótesis	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
1.4. Variables	17
1.4.1. Variables dependientes	17
1.4.2. Variable independiente	17
1.4.3. Variables intervinientes	17
1.5. Diseño de ejecución	19
1.5.1. Objeto de estudio	19
1.5.2. Métodos	19
1.5.3. Población y muestra	20
a. Población	20
b. Muestra	21
1.5.4. Técnicas e Instrumentos, fuentes e informantes	22
1.5.5. Forma de análisis e Interpretación de resultados	22
a. Análisis de contrastación	22
Capítulo II: MARCO REFERENCIAL	23
2.1. Investigaciones Previas	23
2.2. Marco conceptual	24
2.2.1. Neumáticos Fuera de Uso	24
2.2.2. Valorización Energética	24
2.2.3. Valorización Material	24
2.3. Marco teórico	25
2.3.1. Muestreo Aleatorio Simple	25
2.3.2. Índice de reencauche	25
2.3.3. Ratio de Neumático Fuera de Uso generado anualmente	26
2.3.4. Neumáticos	26
2.3.5. Proceso de valorización de Neumáticos Fuera de Uso	32
2.3.6. Banda transportadora	33
2.3.7. Transportador helicoidal	43
2.3.8. Ventilador centrífugo	47

2.3.9. Reducción de materiales sólidos	49
2.3.10. Triturador de Neumáticos Fuera de Uso	53
2.3.11. Destalonador de Neumáticos Fuera de Uso	58
2.3.12. Conjunto ciclónico	59
2.3.13. Normas Técnicas Peruanas	66
Capítulo III: INGENIERÍA DE PROYECTO	67
3.1. Diseño del proceso de valorización de NFU	67
3.2. Dimensionamiento y selección de equipos	69
3.2.1. Estudio de generación de NFU en región La Libertad	69
a. Determinación del tamaño de muestra	69
b. Ratio de NFU generado según vehículo anualmente	70
c. Cantidad de NFU a procesar	70
d. Producción	72
3.2.2. Dimensionamiento y selección de equipos para la reducción de material	73
a. Destalonador de NFU	73
b. Triturador de NFU	74
c. Molino primario	78
d. Molino secundario	79
3.2.3. Dimensionamiento y selección de equipos para el transporte de material	80
a. Banda transportadora N°01 (Carga y elevación)	80
b. Banda transportadora N°02	85
c. Cinta transportadora 3 (Cinta de extracción)	90
d. Cinta transportadora 4 (separador magnético)	95
e. Tornillo sin fin	101
f. Ventilador centrífugo (Soplador) 1 y 2	103
3.2.4. Dimensionamiento y selección de equipos para la separación de material	105
a. Conjunto ciclónico 1, 2 y 3	105
3.3. Inversión y financiamiento	112
3.3.1. Estructura de la inversión	112
3.4. Presupuesto de ingresos y costos	121
3.4.1. Presupuesto de ingresos	121
3.4.2. Presupuesto de costos	122
3.5. Evaluación económica y financiera	126
Capítulo IV: RESULTADOS	131
Capítulo V: CONCLUSIONES	133
Capítulo IV: RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXOS	139

ANEXOS

	Pág.
Anexo N°01: Anchos normalizados para bandas de caucho	139
Anexo N°02: Tipo de banda de caucho por inclinación de transporte	139
Anexo N°03: Cálculo de la potencia suplementaria, Ns (HP), en función del ancho y de la velocidad de banda (V)	139
Anexo N°04: Paso máximo aconsejable de las estaciones	140
Anexo N°05: Coeficiente de rozamiento inferior f del material y los elementos Giratorios	140
Anexo N°06: Peso del núcleo de la banda q_b	141
Anexo N°07: Peso de las partes giratorias de los rodillos de las estaciones (sup/inf)	142
Anexo N°08: Factor de resistencias pasivas correspondidas a la temperatura	142
Anexo N°09: Coeficiente de resistencias fijas	143
Anexo N°10: Factor de abrazamiento C_w	144
Anexo N°11: Coeficiente de relleno de la sección. (Menor que la unidad para evitar el aplastamiento)	144
Anexo N°12: Coeficiente de disminución del flujo de material	145
Anexo N°13: Coeficiente de resistencia del material	145
Anexo N°14: Diámetros mínimos recomendados para los tambores	145
Anexo N°15: Diámetro de los rodillos aconsejado	146
Anexo N°16: Producción de rodillos PSV	147
Anexo N°17: Factor de seguridad en banda transportadora	147
Anexo N 18: Constante que depende del material (K) y densidad relativa de algunos materiales	148
Anexo N 19: Presión atmosférica en función a la altura	149
Anexo N 20: Factor de corrección temperatura – altitud	149
Anexo N°21: Ficha técnica de sopladores	150
CHICAGO BLOWER COPORATION	150
Anexo N 22: Ficha técnica de destalonador TITAN MACHINERY	153
Anexo N°23: Ficha técnica de trituradora de 2 ejes TITAN MACHINERY	154
Anexo N 24: Ficha técnica de molino primario TITAN MACHINERY	155
Anexo N°25: Ficha técnica de separador magnético TITAN MACHINERY	156
Anexo N°26: Ficha técnica de molino secundario TITAN MACHINERY	157
Anexo N°27: Ficha técnica de motoreductores sin fin GYROS	158
Anexo N°28: Tabla de Tamices Estándar Tyler	161
Anexo N°29: Selección de molino en función a división de sólidos	162
Anexo N°30: Cotas de eje de triturador	163
Anexo N°31: Vistas de sistema de corte y cuchilla	164
Anexo N°32: Intervalo de eficiencia de remoción para las diferentes familias de ciclones	165
Anexo N°33: Características de los ciclones de alta eficiencia	165
Anexo N°34: Características de los ciclones convencionales	166
Anexo N°35: Características de los ciclones de alta capacidad	166
Anexo N°36: Parámetros de diseño para los ciclones de entrada tangencial	167
Anexo N°37: Presentaciones de los NFU	167

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. N°01: Esquema de interacción de variables.	18
Fig. N°02: Parque automotor estimado por clase de vehículo en Región La Libertad - año 2009.	20
Fig. N°03: Muestra de parque automotor estimado por clase de vehículo en el Dpto. La Libertad - año 2009.	21
Fig. N°04: Esquema de contacto.	26
Fig. N°05: Estructura interna de un neumático convencional.	27
Fig. N°06: Estructura interna de un neumático radial.	27
Fig. N°07: Señalización de partes de un neumático.	29
Fig. N°08: Proceso estándar europeo de valorización de NFU	32
Fig. N°09: Elementos básicos de una banda transportadora	33
Figura N°10: Cobertura lisa	35
Figura N°11: Perfil de nervio	36
Figura N°12: Cobertura nervada	36
Figura N°13: Cobertura rugosa	36
Fig. N°14: Paso de estaciones	38
Fig. N°15: Diagrama de tensiones en tensor de tornillo tambor	41
Fig. N°16: Elementos de tornillo sin fin	44
Fig. N°17: Métodos de reducción de materiales	49
Fig. N°18: Selección de dimensión promedio	50
Fig. N°19: Mecanismos de colección de partículas en un ciclón	59
Fig. N°20: Vórtices en el ciclón	60
Fig. N°21: Dimensiones del ciclón	63
Fig. N°22: Distribución de planta	67
Fig. N°23: Sección de penetración	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N°01: Cuadro de técnicas, instrumentos y productos.	22
Tabla N°02: Composición y características de los diferentes tipos de neumáticos.	30
Tabla N°03: Sub-clasificación de ventiladores centrífugos	47
Tabla N°04: Diámetro de cilindro de prueba.	54
Tabla N°05: Valores mínimos de energía de rotura, en Joule (lbf-pulg). Para neumáticos de buses y camión.	56
Tabla N°06: Dimensiones y nomenclatura de ciclones	64
Tabla N°06: Distribución de planta	68
Tabla N°08: Tamaño de muestra de parque automotor por clase de vehículo en Región La Libertad – año 2009	69
Tabla N°09: Ratio de NFU generados según clase de vehículo en Región La Libertad – año 2009	70
Tabla N°10: Flujo anual de neumáticos fuera de uso generados, por clase de vehículo en Región La Libertad – año 2009.	71
Tabla N°11: Producción de subproductos en Región La Libertad – año 2009.	72
Tabla N°12: Ingreso por venta de materias primas obtenidas del proceso	72
Tabla N°13: Cotas dimensionales de neumático radial seleccionado	74
Tabla N°14: Potencia instalada en planta	107
Tabla N°15: Análisis de Pliego Tarifario en EE - MEDIA TENSIÓN	108
Tabla N°16: Tarifa con compensación de energía con banco de condensadores - MEDIA TENSIÓN	109
Tabla N°17-35: Estructura de la inversión	112-120
Tabla N°36-43: Presupuesto de ingresos y costos	121-125
Tabla N°44-51: Evaluación económica y financiera	126-130

Capítulo I: MARCO METODOLÓGICO

1.6. El problema

1.6.1. Realidad problemática

Los neumáticos de desecho forman un problema ambiental por varias razones:

- ❑ Son residuos voluminosos que ocupan demasiado espacio en rellenos sanitarios y basureros a cielo abierto
- ❑ Durante las precipitaciones se convierten en hogar de insectos peligrosos. El paludismo, la malaria y dengue son ejemplos de las enfermedades que se transmiten a través de mosquitos que se reproducen dentro de las cavidades de los neumáticos rellenos con agua.
- ❑ Los amontonamientos de estos neumáticos pueden incendiarse accidentalmente emitiendo gran cantidad de humos tóxicos que pueden durar mucho tiempo por la dificultad de apagar esta clase de siniestros.
- ❑ Son contaminantes visuales que dañan la imagen de las comunidades.

1.6.2. Formulación del problema

¿Cuáles serán los indicadores técnicos, económicos y financieros que permitan la instalación y puesta en servicio de una empresa de valorización de neumáticos fuera de uso?

1.6.3. Justificación del estudio

a. Relevancia Tecnológica

- Es inocuo, eficiente, fuente de energía inagotable y disminuye el consumo de combustibles fósiles.
- Su poder calorífico es mayor que el carbón bismuto en un 33.3%.

b. Relevancia Institucional

- La U.C.V. será una de las instituciones pioneras en la aplicación gestión de residuos sólidos (NFU).

c. Relevancia Social

- Se lograrán mejores condiciones de vida debido a la disminución de NFU en vertederos.

d. Relevancia Económica

- Se originarán nuevas fuentes de trabajo.
- Se genera una rentabilidad económica favorable.

e. Relevancia Ambiental

- Es la solución más segura y que no afecta a la salud así mismo se evita las emisiones de CO₂ que los rellenos sanitarios producen. Los residuos o cenizas se incorporan nuevamente al producto.

1.6.4. Limitaciones del problema

- Sólo se realizará un estudio de factibilidad, no se diseñan los equipos y máquinas que componen el sistema, solo seleccionamos lo necesario.
- No hay posibilidad de diseño pues los equipos y máquinas que componen el sistema son de industria extranjera por lo cual no hay información accesible sólo referencial.
- La productividad de la planta queda supeditada a la eficiencia y máquinas seleccionadas.

1.7. Hipótesis

- Los indicadores técnicos, económicos y financieros serán determinados mediante el estudio de factibilidad, que permitirá evaluar la viabilidad de la instalación y servicio de una empresa de valorización de neumáticos fuera de uso.

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo General

- Realizar un estudio de factibilidad técnico, económico y financiero para la instalación y servicio de una empresa de valorización de neumáticos fuera de uso.

1.8.2. Objetivos Específicos

- Seleccionar equipos y máquinas involucradas.
- Determinar en función de los NFU existentes la capacidad de funcionamiento e instalación de planta.
- Determinar el rendimiento de planta.
- Determinar la productividad de planta.
- Determinar los indicadores económicos y financieros para la viabilidad del proyecto.

1.9. Variables

1.9.1. Variables dependientes

- Flujo másico de gránulos con un espesor requerido, en [*Kg. /hora*].
- Flujo másico de partículas acero puro, en [*Kg. /hora*].
- Flujo másico de fibra textil, en [*Kg. /hora*].

1.9.2. Variable independiente

- Flujo de neumáticos fuera de uso (NFU), en [*#Neumáticos/hora*].

1.9.3. Variables intervinientes

- Medida del neumático según nomenclatura.
- Tipo de neumático según estructura.
- Demanda de materia prima y/o producto.

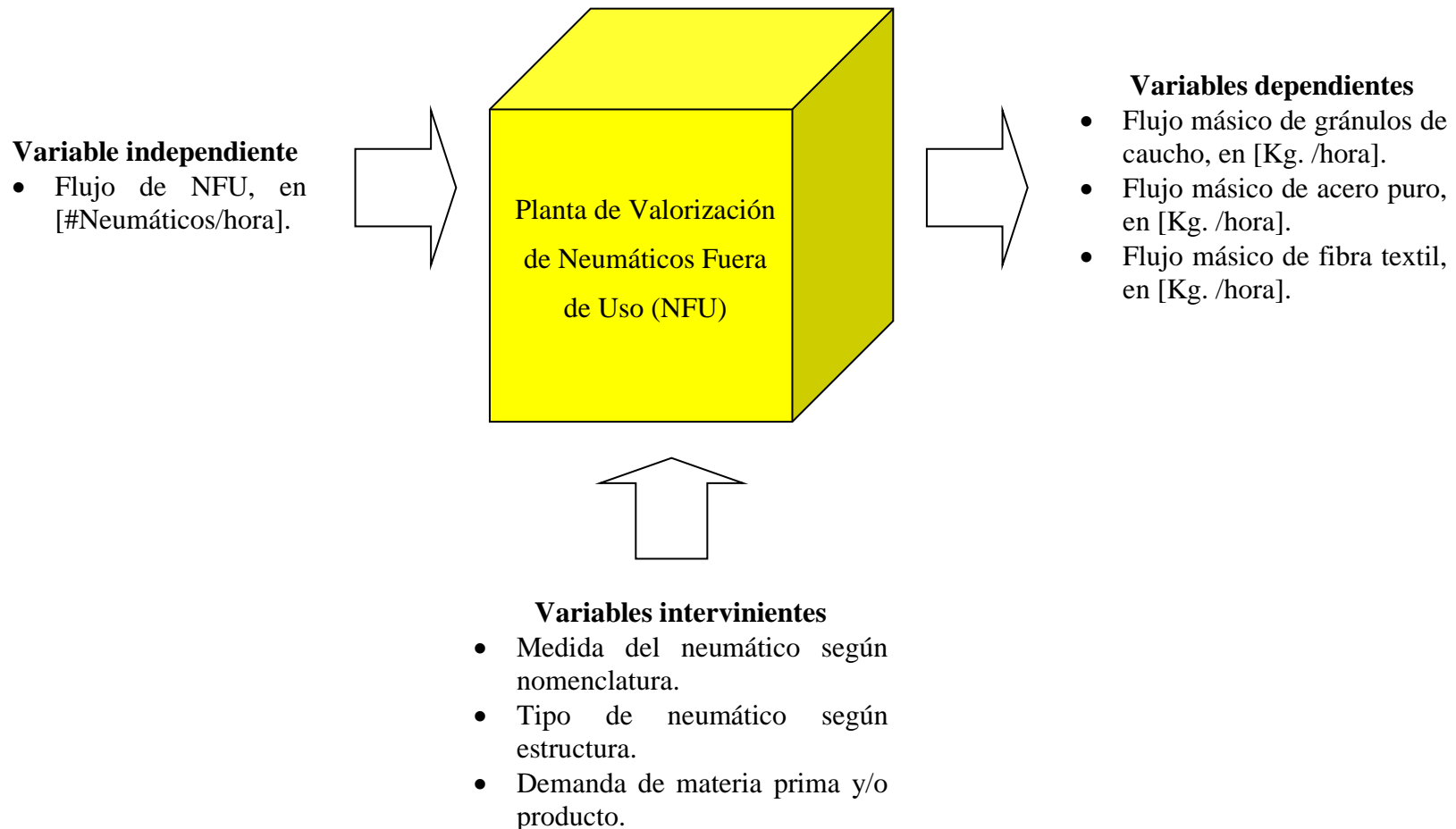


Fig. N°01: Esquema de interacción de variables.

1.10. Diseño de ejecución

1.10.1. Objeto de estudio

- Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

1.10.2. Métodos

- Aplicativo - descriptivo.

1.10.3. Población y muestra

a. **Población:** Neumáticos radiales (transporte de carga y pasajeros), no incluye transporte industrial.

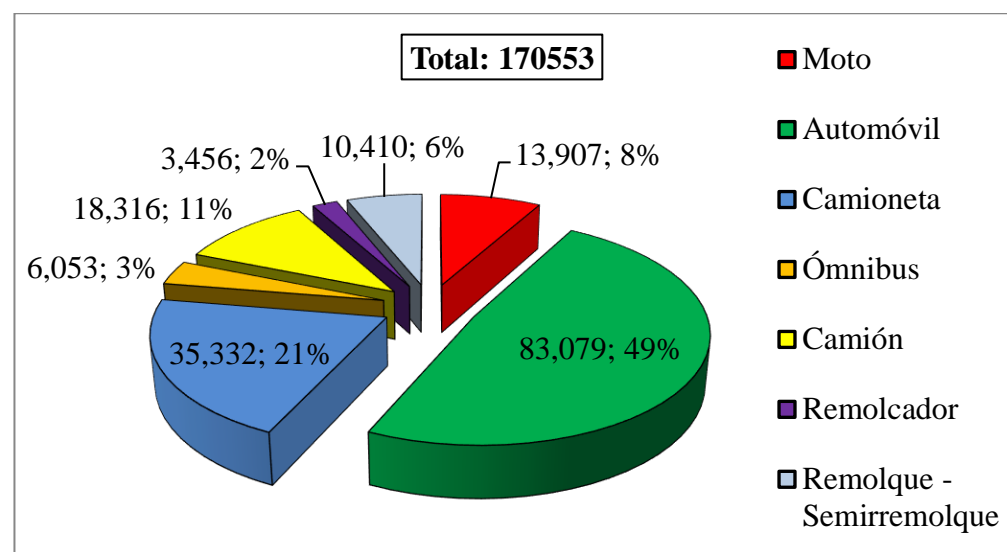


Fig. N° 02: Parque automotor estimado por clase de vehículo en Región La Libertad - año 2009

Fuente: SUNARP, MTC - OGPP – Oficina de estadística

Elaboración: Propia

b. Muestra

- ❑ La muestra se determinó mediante un Muestreo Aleatorio Simple (MAS) desarrollado en el capítulo III (Determinación de muestra).

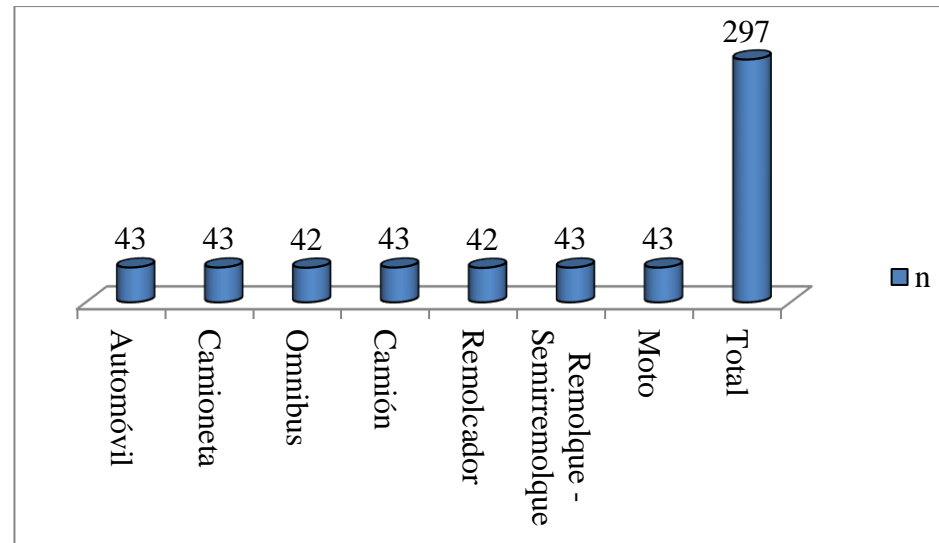


Fig. N° 03: Muestra de parque automotor estimado por clase de vehículo en el Dpto. La Libertad - año 2009.

Fuente: SUNARP, MTC - OGPP – Oficina de estadística

Elaboración: Propia

1.10.4. Técnicas e Instrumentos, fuentes e informantes

Tabla N°01: Cuadro de técnicas, instrumentos y productos.

TÉCNICA Y/O MÉTODO	INSTRUMENTO	PRODUCTO
Observación	<input type="checkbox"/> Recolección de datos	<input type="checkbox"/> Distribución de planta. <input type="checkbox"/> Diagrama de operaciones de proceso. <input type="checkbox"/> Diagrama de flujo de proceso.
Medición	<input type="checkbox"/> Balanza electrónica. <input type="checkbox"/> Wincha.	<input type="checkbox"/> Masa de neumático. <input type="checkbox"/> Diámetro exterior. <input type="checkbox"/> Diagrama de flujo de proceso.
Analítico	<input type="checkbox"/> Ecuaciones económicas y financieras. <input type="checkbox"/> Microsoft Excel	<input type="checkbox"/> Inversión <input type="checkbox"/> VAN, TIR, B/C <input type="checkbox"/> R.O.I. <input type="checkbox"/> Financiamiento

1.10.5. Forma de análisis e Interpretación de resultados

a. Análisis de contrastación

- No existen empresas de este tipo a nivel nacional.

Capítulo II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Investigaciones Previas

a. A nivel nacional

Shimabukuro Madeira (Shimabukuro Maehira, 2007) realizó una investigación sobre el reciclaje de neumáticos como oportunidad de negocio en la región Piura (Perú), donde hizo una evaluación del sector para definir la oferta y demanda de subproductos. No se dimensionaron equipos, sólo se cotizaron.

El estudio concluyó que la planta procesará 38,400 neumáticos por mes y requerirá \$ 2'136,901 para su funcionamiento y servicio.

b. A nivel internacional

Pomar Gascón (Pomar Gascón, 2008) realizó un trabajo final de carrera sobre una Planta de Reciclado y Valorización de Neumáticos Fuera de Uso en la región de Aragón (España), donde evaluó el sector comercial y comparó la futura puesta en marcha de la Planta con otras existentes en España. No se dimensionaron equipos, sólo se cotizaron.

Este trabajo requerirá \$6'875,547 para su funcionamiento y servicio además se procesarán 10,790. 67 ton/ año de NFU equivalente a 781,874 NFU.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Neumáticos Fuera de Uso (NFU)

- Es aquel neumático que por su estado, no es apto para el uso según normas de seguridad vigentes. Asimismo, se considerarán como tales las cámaras, protectores y neumáticos rechazados por fábrica.

2.2.2. Valorización Energética

- Usado como combustible, tratando de aprovechar la energía calorífica que produce la incineración del caucho que contiene.

2.2.3. Valorización Material

- Utilización como materia prima secundaria que trata de aprovechar las características de los materiales (caucho, fibra textil y acero) y desarrollar subproductos.

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.)

Procedimiento de seleccionar muestras en forma aleatoria y sin reemplazo a “n” unidades de muestreo de una población que contiene un total de “N” unidades, se garantiza que cada una de las muestras posibles tiene la misma posibilidad de ser escogida.

La fórmula es:
$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (\text{Ec. 2-1})$$

Donde:

- n: Tamaño de muestra que se utilizará en la investigación.
- N: Población total, la cual se conoce.
- Z: Nivel de confiabilidad, se encuentra en tabla de datos estadísticos.
- e: Error de muestra.
- p: Probabilidad de éxito
- q: Probabilidad de no éxito

2.3.2. Índice de reencauche (IDR)

Es el número de veces que se reencaucha un neumático nuevo.

$$\text{IDR} = \frac{N_{RA}}{N_{CA}} \quad (\text{Ec.2-2})$$

Donde:

- N_{CA} : Neumáticos comprados por año.

- N_{RA} : Neumáticos reencauchados al año.

2.3.3. Ratio de NFU generado anualmente (R_{NFUA})

$$R_{NFUA} = \frac{(1-IDR) \times NCA}{n} \quad (\text{Ec.2-3})$$

2.3.4. Neumáticos

□ Definición

Componente de seguridad y el único punto de contacto entre el suelo y el vehículo.

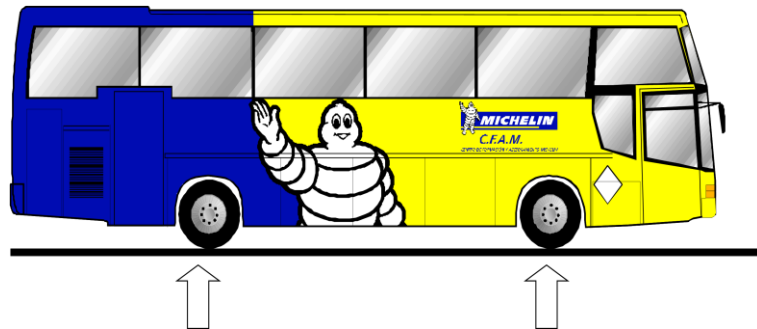


Fig. N° 04: Esquema de contacto.

❑ Tipos de construcción

○ Convencional

La carcasa está constituida por múltiples lonas textiles cruzadas diagonalmente, siendo los costados y la banda de rodamiento solidarios.

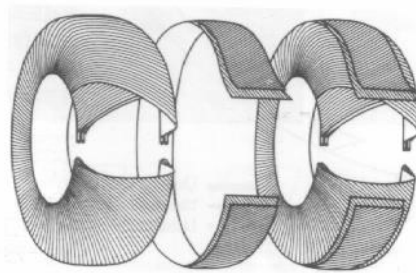


Fig. N° 05: Estructura interna de un neumático convencional.

○ Radial

La carcasa está constituida por lonas con cables de acero dispuestos en forma de radios, siendo los costados y la banda de rodamiento independientes.

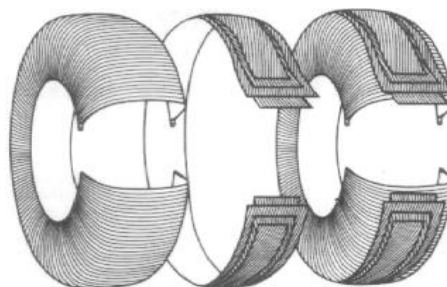


Fig. N° 06: Estructura interna de un neumático radial.

❑ **Funciones del neumático**

- Dirigir el vehículo.
- Soportar la carga.
- Amortiguar.
- Transmitir las fuerzas de aceleración y frenado.
- Participar en la suspensión y comodidad.
- Participar en el control de estabilidad.

❑ Terminología del neumático

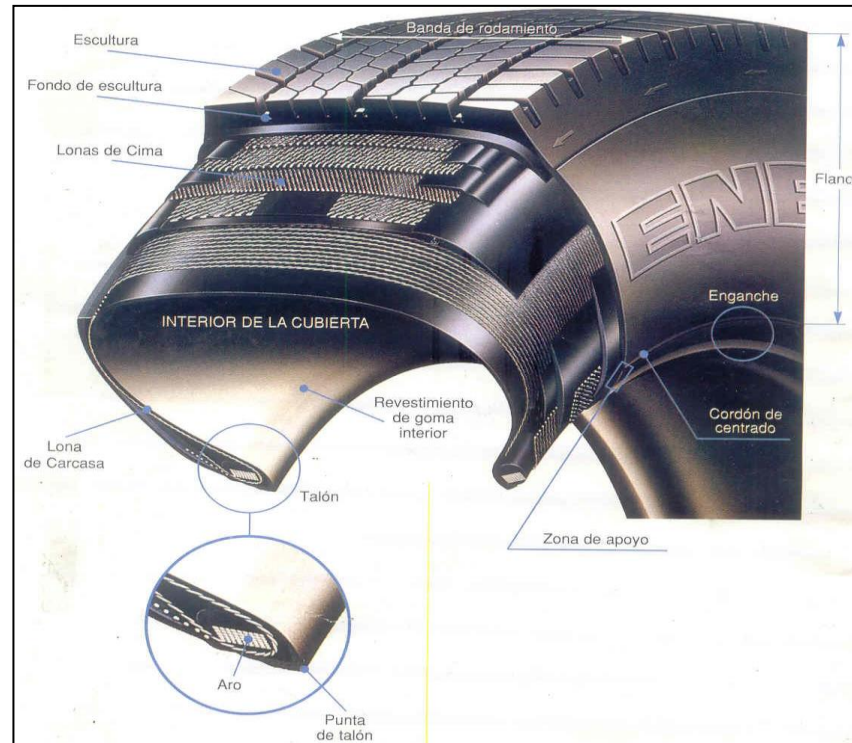


Fig. N° 07: Señalización de partes de un neumático radial.

❑ Composición

Se constituyen fundamentalmente de caucho sintético o natural, negro de carbono, óxido de Zinc, acero, material textil y otros agregados.

Tabla N°02: Composición y características de los diferentes tipos de neumáticos.

Neumáticos de pasajeros (autos y camionetas)

Caucho natural	14%
Caucho sintético	27%
Negro de humo	28%
Acero	14-15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16-17%
Peso promedio	8.6 Kg
Volumen	0.06 m ³

Neumáticos de camión y ómnibus

Caucho natural	27%
Caucho sintético	14%
Negro de humo	28%
Acero	14-15%
Fibra textil, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	16-17%
Peso promedio	45.4 Kg
Volumen	0.36 m ³

Fuente: Rubber Manufacturers Association

❑ Materiales (Productos)

- **Polvo de caucho:** Contenido total de caucho y particularmente caucho natural. Partículas de tamaño $\varnothing < 1$ mm.



- **Fibra textil:** La fibra es conseguida en pequeña escala y está presente principalmente en los neumáticos de pasajeros. Se separa a través del tamizado.



- **Acero galvanizado:** El acero se retira mediante separadores magnéticos.



2.3.5. Proceso de valorización de NFU

Este diagrama define el flujo de la empresa, donde se apreciará fácilmente los procesos de tratamiento de este residuo desde su entrada hasta la salida como subproducto.

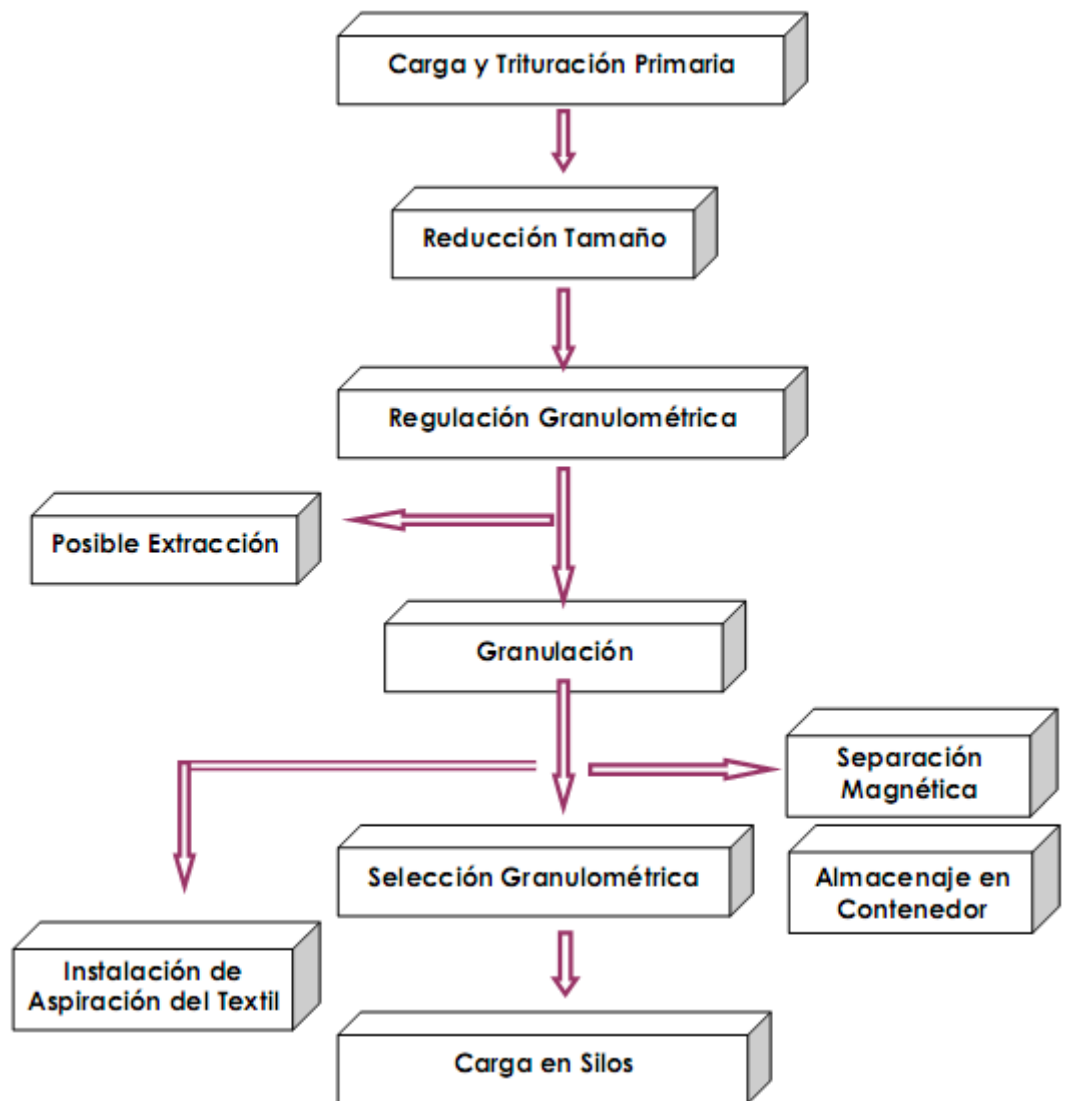


Fig. N°08: Proceso estándar europeo de valorización de NFU.

2.3.6. Banda transportadora

La función es transportar de continuamente materiales enteros, troceados, a granel homogéneos o mezclados, a distancias que pueden fluctuar entre metros y decenas de kilómetros.

La banda de goma es una de sus partes principales, ejerce 02 funciones:

- Soportar el material a transportar.
- Transferir la fuerza necesaria para trasladar carga.

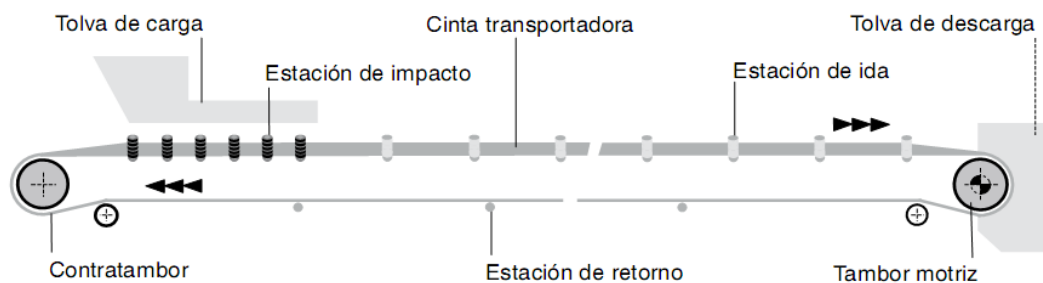


Fig. N°09: Elementos básicos de una banda transportadora.

□ Beneficios

- Alta capacidad de transporte.
- Poco consumo de energía y mantenimiento.
- Poca generación de ruido.
- Manejo de carga económico.

❑ Desventajas

- Problemas para trasladar materiales de alta temperatura.
- Problemas para transporte en cámara cerrada.
- Restricción para transporte de materiales según caracteres.
- Problemas para transportar productos polvorientos y fluidos.
- Problemas al descargar en sentido recto al eje del transportador.
- Redireccionamiento horizontal.

❑ Tipo de banda transportadora⁽⁹⁾

- Banda de caucho
- Banda termoplástica
- Banda modular
- Banda de malla metálica
- Banda de teflón

❑ Denominación⁽⁹⁾

Se muestra un breve ejemplo para una mayor comprensión:

(a) 27.55 m. (b) LISA (c) EP400/3 (d) 3+1,5 (e) Y (f) 1.400 mm

(a) Longitud, total en m.

(b) Tipo de cobertura

(c) Tipo de carcasa

(d) Espesores recubrimientos

(e) Calidad de la cobertura

(f) Ancho de cinta en mm

□ Tipo de cobertura⁽¹⁸⁾

(a) Cobertura lisa

- Para transporte plano o de poca pendiente.
- Cuando se trabaja sobre una superficie dura, es aconsejable el uso de esta cinta para que reduzca el factor de fricción.
- Caracterizado por no poseer cubierta inferior beneficiando la traslación.



Figura N°10: Cobertura lisa.

(b) Cobertura nervada

- Usado para transportar carga en pendientes de hasta 45°.
- Los perfiles están vulcanizados sobre la cobertura superior de la cinta.
- La cinta provee diferentes de recubrimientos de goma.

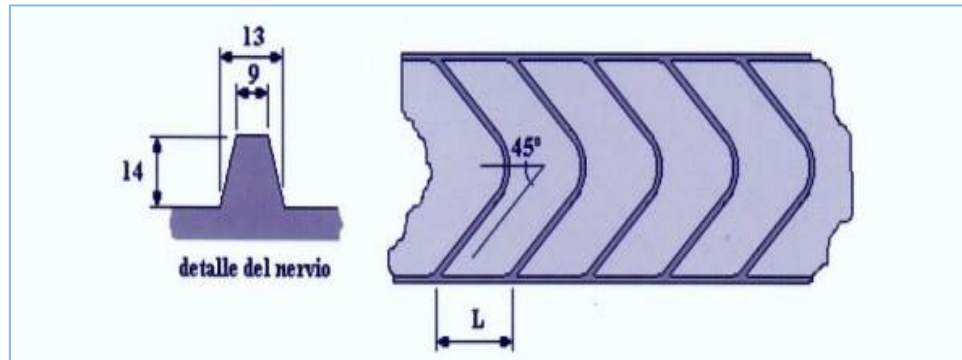


Figura N°11: Perfil de nervio.



Figura N°12: Cobertura nervada.

(c) Cobertura rugosa

- Alto factor de fricción para transporte plano y/o en pendiente.
- Ideal para instalaciones de elevado ángulo de transporte.
- Textura rugosa que evita que el material se resbale.



Figura N°13: Cobertura rugosa.

□ **Masa total de material entero depositado a lo largo de banda transportadora (M_t)⁽²²⁾**

$$n_e^\circ = \frac{L}{\phi_e} \quad (\text{Ec.2-4})$$

$$M_t = M_e \times n_e^\circ \quad [\text{Kg}] \quad (\text{Ec.2-5})$$

Donde:

- L: Longitud de banda transportadora [m].
- ϕ_e : Diámetro del material entero [m].
- n_e° : Número de materiales enteros depositado a lo largo de banda transportadora.

□ **Carga de material por metro lineal de banda transportadora (q_G)**

Para material granulado:

$$q_G = \frac{l_V}{0.36 \times V} \quad \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right] \quad (\text{Ec.2-6})$$

Donde:

- l_V : Capacidad de transporte $\left[\frac{\text{Ton}}{\text{h}} \right]$.
- V: Velocidad de cinta $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$.

Para material entero:

$$q_G = \frac{M_t}{L} \quad \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}} \right] \quad (\text{Ec.2-7})$$

□ **Capacidad de transporte volumétrica**

$$l_M = \frac{l_V}{\rho} \quad \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] \quad (\text{Ec.2-8})$$

Donde:

- ρ : Densidad del material $\left[\frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}\right]$.

❑ Paso de estaciones

En las bandas transportadoras se tienen normalmente los siguientes pasos (Ver los modos de paso máximo en anexo N°04):

a_o : Paso de ida.

a_u : Paso de retorno

a_i : Paso de carga o impacto (sólo si el diseño lo requiere).

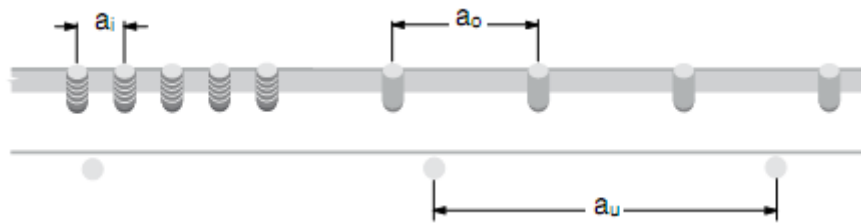


Fig. N°14: Pasos en banda transportadora

❑ Carga de las partes giratorias superiores (q_o) e inferiores (q_u) por metro lineal de banda transportadora

Los pesos aproximados de las partes giratorias de una estación superior e inferior se indican en el anexo N°07.

$$q_{RO} = \frac{P_{prs}}{a_o} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}}\right] \quad (\text{Ec.2-9})$$

Donde:

- P_{prs} : Peso de partes giratorias superiores [Kg].

$$q_{RU} = \frac{P_{pri}}{a_u} \left[\frac{Kg}{m} \right] \quad (\text{Ec.2-10})$$

Donde:

- P_{pri} : Peso de partes giratorias inferiores [Kg].

❑ **Velocidad de la banda necesaria (V_b)⁽⁸⁾**

Las velocidades mínimas de desplazamiento son 0.25 m/s para materiales abrasivos y 0.5 m/s para no abrasivos.

❑ **Resistencias pasivas (C_q, C_t, f)**

Se enuncian mediante factores proporcionales a la longitud de la banda transportadora, temperatura ambiente, velocidad, tipo de mantenimiento, limpieza y fluidez, rozamiento interior del material y e inclinación. (Ver anexos N°05, N°08 y N°09).

❑ **Carga de banda por metro lineal (q_b)**

Se determina sumándole al peso del núcleo de la cinta, el del revestimiento superior e inferior, aprox. 1.15 Kg/m² por cada mm de espesor del revestimiento (Ver anexo N°06).

❑ **Esfuerzo tangencial (F_U)**

El esfuerzo tangencial total F_U en el tambor impulsor tiene que superar todas las resistencias opuestas al traslado de material, constituido por la suma de esfuerzos en tramos de ida y retorno.

$$F_U = [L \times C_q \times C_t \times f \times (2 \times q_b + q_G + q_{RU} + q_{RO}) \pm (q_G \times H)] \times 9.81 \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-11})$$

$$F_U = F_a + F_r \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-12})$$

$$F_a = [L \times C_q \times C_t \times f \times (q_b + q_G + q_{RO}) \pm (q_G \times q_b) \times H] \times 9.81 \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-13})$$

$$F_r = [L \times C_q \times C_t \times f \times (q_b + q_{RU}) \pm (q_b \times H)] \times 9.81 \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-14})$$

□ **Potencia para guiado de banda transportadora (N_g)⁽⁷⁾**

$$N_g = 7.46 \times L \text{ [KW]} \quad (\text{Ec.2-15})$$

□ **Potencia suplementaria en función del ancho y velocidad de banda**

(N_s) ⁽⁷⁾

Ver anexo N°03 y transformar potencia suplementaria en KW.

□ **Potencia Motriz (P)**

La potencia del motor está dada por:

$$P = \frac{[(F_U \times V) + N_s + N_g]}{\eta \times 1000} \times f_s \text{ [KW]} \quad (\text{EC.2-16})$$

Donde:

- f_s : Factor de seguridad (Ver anexo N°17).
- η : Rendimiento de reductor

□ Tensión de la cinta

Existen varias tensiones en una cinta transportadora con movimiento que se comprueban a continuación.



Fig. N° 15: Diagrama de tensiones en tensor de tornillo tambor.

$$T_1 = F_U + T_2 \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-17})$$

$$T_2 = F_U \times C_w \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-18})$$

$$T_3 = T_2 + F_r \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-19})$$

$$T_0 = 6.25 \times (q_b + q_G) \times a_0 \times 9.81 \text{ [N]} \quad (\text{Ec.2-20})$$

Donde:

- T_1 : Tensión parte tensa [N].
- T_2 : Tensión parte lenta [N].
- T_3 : Tensión en segmento lento del contratambor [N].
- T_0 : Tensión mínima requerida en cola [N].
- $T_{\text{máx}}$: Tensión máxima de cinta [N].

❑ Cargas de trabajo y rotura de banda

La $T_{\text{máx}}$ se utiliza para calcular la tensión unitaria máx. $Tu_{\text{máx}}$ dada por:

$$Tu_{\text{máx}} = \frac{T_{\text{máx}}}{B} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}} \right] \quad (\text{Ec.2-21})$$

Donde:

- B: Ancho de cinta [mm].

❑ Diámetro de tambores (D_t)

En el anexo N°14 se indican los diámetros mínimos recomendados en función del tipo de pieza intercalada utilizada, a fin de evitar daños en la banda por separación de las telas o desgarradura de los tejidos.

❑ Número de revoluciones (n)

$$n = \frac{V \times 1000 \times 60}{D \times \pi} \text{ [r.p.m.]} \quad (\text{Ec.2-22})$$

Donde:

- D: Diámetro de rodillo [mm] (Ver anexo N°15).

❑ Momento torsor (M_{to})

$$M_{to} = \frac{P}{n} \times 95409 \text{ [N.m]} \quad (\text{Ec.2-23})$$

❑ Diámetro del eje (d_e)

Ver anexo N°16.

❑ **Relación de reducción (*i*)**

$$i = \frac{\text{r.p.m. (entrada)}}{\text{r.p.m. (salida)}} \quad (\text{Ec.2-24})$$

2.3.7. Transportador helicoidal⁽¹³⁾

Traslado de materiales a lo largo de un canalón a través de un tornillo sin fin.

❑ **Beneficios:**

- Compactos.
- Fácil instalación.
- Soportes y apoyos simples.
- Soporta alta temperatura.
- Muy hermético.
- Altamente versátil.
- Diversas zonas de carga y descarga.

❑ **Desventajas:**

- Materiales finos.
- Materiales no rugosos.
- Altas exigencias de potencia.
- Contaminación del producto.
- Volumen bajo de material.

❑ Elementos:

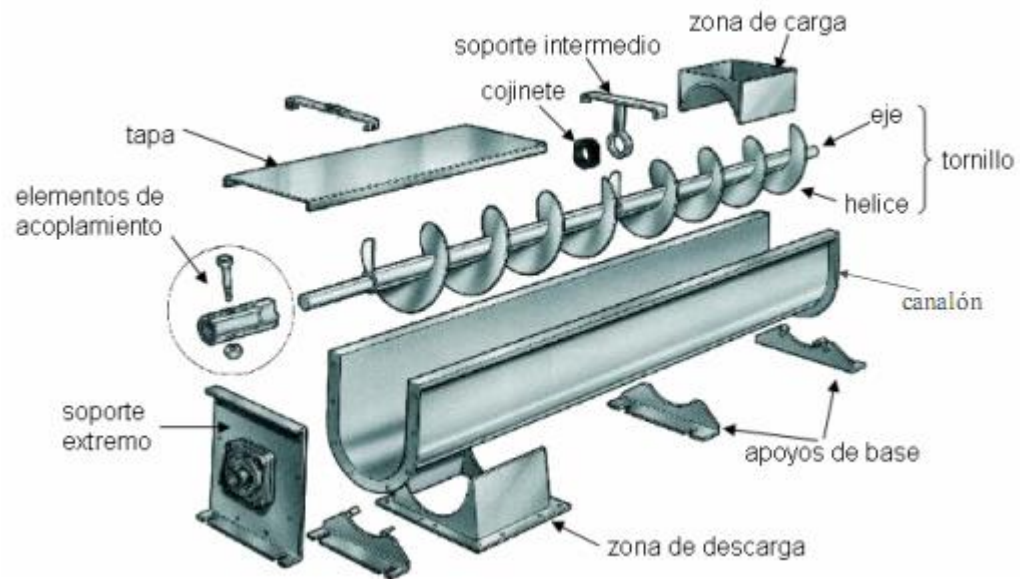


Fig. N° 16: Elementos de tornillo helicoidal.

❑ Área de relleno del canalón

$$S = \lambda \frac{\pi \times D^2}{4} \text{ [m}^2\text{]} \text{ (Ec. 2-25)}$$

Donde:

- λ : Coeficiente de relleno de la sección. (Ver anexo N° 06)
- D: Diámetro del tornillo [m]. (Considerar 12 veces mayor que el diámetro de los materiales a transportar en caso sea homogéneo).

❑ Velocidad de desplazamiento del transportador helicoidal

$$V = \frac{t \times n}{60} \text{ [m/s]} \text{ (Ec. 2-26)}$$

Donde:

- t: Paso del tornillo [m]. Entre 0.5 y 1 veces el diámetro del mismo.
- n: Velocidad de giro el tornillo [rpm]. En materiales ligeros es menor a 150 rpm.

❑ Flujo de material transportado

$$Q = 3600 \times S \times V \times \gamma \times k \text{ [ton/hora]} \text{ (Ec. 2-27)}$$

Donde:

- γ : Densidad del material [ton/m³].
- k: Coeficiente de disminución de flujo de material. (Ver anexo N° 07)

❑ Potencia de accionamiento

$$P = P_H + P_N + P_{ST} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-28)}$$

Donde:

- P_H : Potencia necesaria para el desplazamiento horizontal del material [KW].
- P_N : Potencia para el accionamiento del tornillo en vacío [KW].
- P_{ST} : Potencia requerida para el tornillo inclinado [HP].

❑ Potencia necesaria para el desplazamiento horizontal

$$P_H = C_0 \frac{Q \times L}{367} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-29)}$$

Donde:

- C_0 : Coeficiente de resistencia del material. (Ver anexo N° 08)
- L : Longitud de la instalación [m].

❑ Potencia para el accionamiento del tornillo en vacío

$$P_N = \frac{D \times L}{20} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-30)}$$

❑ Potencia requerida para el tornillo sin fin inclinado

$$P_{ST} = \frac{Q \times H}{367} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-31)}$$

Donde:

- H : Altura de instalación [m].

❑ Potencia total necesaria

Síntesis de la ec. 2-28, sustituyendo las ecuaciones 2-29, 2-30 y 2-31.

$$P = \frac{Q \times (C_0 \times L + H)}{367} + \frac{D \times L}{20} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-32)}$$

❑ Potencia del motor

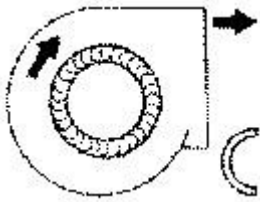
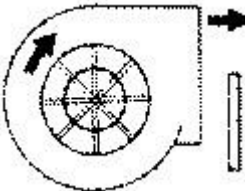
$$P_m = \frac{P \times 100}{\eta} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-33)}$$

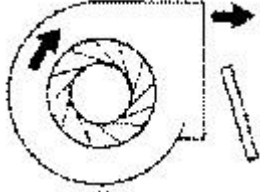
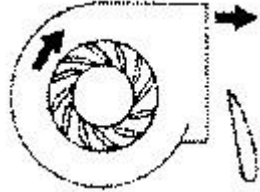
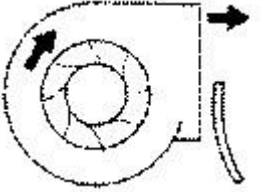
2.3.8. Ventilador Centrífugo

Un ventilador es una máquina rotativa que pone el aire, o un gas, en movimiento. Se puede definir también como una turbomáquina que transmite energía para generar la presión necesaria para mantener un flujo continuo de aire.

El ventilador centrífugo es aquel en el cual el flujo de aire cambia su dirección, en un ángulo de 90°, entre la entrada y salida. Se suelen subclasificar, según la forma de las palas o álabes del rotor, de la siguiente manera:

Tabla N°03: Sub-clasificación de ventiladores centrífugos.

VENTILADOR	DESCRIPCION	APLICACION
 <p data-bbox="352 1554 635 1621">CURVADAS HACIA ADELANTE</p>	<p data-bbox="671 1323 1054 1644">Rotor con palas curvadas hacia adelante, apto para caudales altos y bajas presiones. No es autolimitante de potencia. Para un mismo caudal y un mismo diámetro de rotor gira a menos vueltas con menor nivel sonoro.</p>	<p data-bbox="1086 1397 1406 1576">Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado de baja presión.</p>
 <p data-bbox="357 1939 630 1973">PALAS RADIALES</p>	<p data-bbox="671 1693 1054 2018">Rotor de palas radiales. Es el diseño más sencillo y de menor rendimiento. Es muy resistente mecánicamente, y el rodete puede ser reparado con facilidad. El diseño le permite ser autolimpiante. La potencia aumenta de forma continua al aumentar</p>	<p data-bbox="1086 1693 1406 2018">Empleado básicamente para instalaciones industriales de manipulación de materiales. Se le puede aplicar recubrimientos especiales anti-desgaste. También se emplea en aplicaciones</p>

	el caudal.	industriales de alta presión.
 <p>INCLINADAS HACIA ATRAS</p>	<p>Rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás. Es de alto rendimiento y autolimitador de potencia. Puede girar a velocidades altas.</p>	<p>Se emplea para ventilación, calefacción y aire acondicionado. También puede ser usado en aplicaciones industriales, con ambientes corrosivos y/o bajos contenidos de polvo.</p>
 <p>AIRFOIL</p>	<p>Similar al anterior pero con palas de perfil aerodinámico. Es el de mayor rendimiento dentro de los ventiladores centrífugos. Es autolimitante de potencia.</p>	<p>Es utilizado generalmente para aplicaciones en sistemas de HVAC y aplicaciones industriales con aire limpio. Con construcciones especiales puede ser utilizado en aplicaciones con aire sucio.</p>
 <p>RADIAL TIP</p>	<p>Rotores de palas curvadas hacia delante con salida radial. Son una variación de los ventiladores radiales pero con mayor rendimiento. Aptos para trabajar con palas antidesgaste. Son autolimpiantes. La potencia aumenta de forma continua al aumento del caudal.</p>	<p>Como los radiales estos ventiladores son aptos para trabajar en aplicaciones industriales con movimiento de materiales abrasivos, pero con un mayor rendimiento.</p>

❑ Potencia del motor

$$P_{mv} = \frac{\dot{V} \times \Delta P \times F_C}{\eta_v \times 1000} \text{ [KW]} \text{ (Ec. 2-34)}$$

Donde:

- F_C : Factor de corrección (Ver anexo N°20).
- \dot{V} : Flujo volumétrico de material [m^3/s].
- η_v : Eficiencia del ventilador.
- ΔP : Diferencia de presiones en función a la altura [N/m^2]. (Ver anexo N° 19)

2.3.9. Reducción de materiales sólidos

La reducción de tamaño es la operación unitaria en la que el tamaño medio de los alimentos sólidos es reducido por la aplicación de fuerzas de impacto, compresión, cizalla (abrasión) y/o cortado. La compresión se usa para reducir sólidos duros a tamaños más o menos grandes. El impacto produce tamaños gruesos, medianos y finos, la frotación o cizalla, produce partículas finas y el cortado se usa para obtener tamaños prefijados.

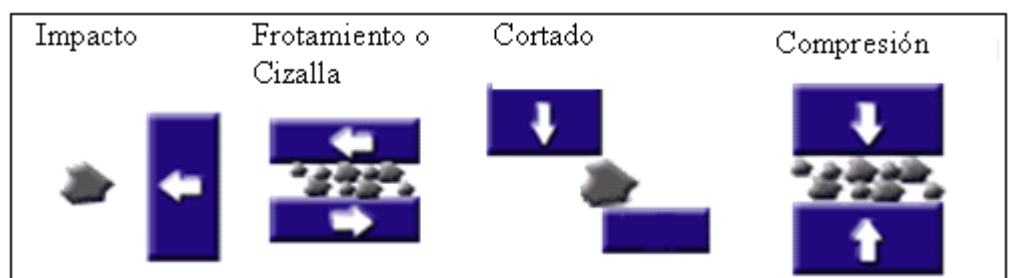


Fig. N° 17: Métodos de reducción de materiales.

Si las partículas tienen la misma dimensión el tamaño lo especifica cualquier lado de la misma. En el caso de que sean partículas irregulares, es decir, tengan una dimensión más grande que otra, su tamaño se determina tomando en cuenta la “segunda dimensión” principal más grande.



Fig. N° 18: Selección de dimensión promedio.

Para el cálculo de potencia en equipos de trituración y molienda consideramos las ecuaciones de 3 autores:

❑ Ley de Rittinger

En 1867 Von Rittinger postuló su teoría conocida como teoría superficial de desmenuzamiento que establece que la energía suministrada de forma eficaz durante la molturación o desmenuzamiento sería proporcional a la nueva superficie producida durante dicha operación.

$$P=T \times K \times \left(\frac{1}{D_2} - \frac{1}{D_1} \right) \text{ [C.V.] (Ec.2-35)}$$

Donde:

- T: Alimentación [ton/hora].

- K: constante que depende del material. (Ver anexo N° 18)
- D₁: Diámetro promedio inicial [cm].
- D₂: Diámetro promedio final [cm].

❑ Ley de Bond

F.C. Bond supone que la energía requerida para el desmenuzamiento es intermedia entre las dadas por las fórmulas de Rittinger y de Kick. Propuso su ley en 1951 y supone que la energía abastecida es proporcional a la longitud de las nuevas grietas producidas. Para partículas de la misma forma, la energía abastecida es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del tamaño promedio de las partículas. La ley, deducida de forma empírica, es:

$$P=T \times 0.815 \times K \times \left(\frac{1}{\sqrt{D_2}} - \frac{1}{\sqrt{D_1}} \right) \text{ [C.V.] (Ec.2-36)}$$

Donde:

- T: Alimentación [ton/hora].
- K: constante que depende del material. (Ver anexo N° 10)
- D₁: Diámetro promedio inicial [cm].
- D₂: Diámetro promedio final [cm].

❑ Ley de Kick

La teoría de Kick (1885) o teoría del desmenuzamiento en volumen o peso se puede enunciar diciendo que el trabajo absorbido para producir cambios análogos en la configuración de dos partículas geoméricamente semejantes y del mismo material sería proporcional a la reducción en volumen (o en masa) de dichas partículas.

$$P=T \times K \times \ln\left(\frac{D_1}{D_2}\right) \text{ [C.V.] (Ec.2-37)}$$

Donde:

- T: Alimentación [ton/hora].
- K: constante que depende del material. (Ver anexo N° 10)
- D_1 : Diámetro promedio inicial [cm].
- D_2 : Diámetro promedio final [cm].

Considerar lo siguiente, según Huki⁽¹⁷⁾:

- Para trituración: Usar la ley de Kick.
- Para molturación/ molienda: Usar la ley de Bond.
- Para molienda fina: Usar la ley de Rittinger.

2.3.10. Triturador de Neumáticos Fuera de Uso (NFU)

❑ Fuerza de rotura del neumático (F_R)⁽¹⁵⁾

○ Principio del método

El cálculo de esta fuerza se basa en el reglamento técnico de neumáticos, apoyado por el ensayo de resistencia a la penetración.

Consiste en determinar la energía de rotura del neumático a una fuerza de penetración aplicada en la banda de rodamiento mediante un cilindro macizo con extremo hemisférico.

○ Preparación de las muestras

Se procede de acuerdo a lo indicado en el principio del método. Es conveniente para esta prueba el uso de una cámara, aún para los neumáticos sin cámara.

○ Aparatos

Cilindro macizo de acero de con extremo esférico de los diámetros siguientes:

Tabla N° 04: Diámetro de cilindro de prueba.

Tipo de neumático	Diámetro del cilindro- milímetros (pulgadas)
Pasajeros	19 (¾")
Camioneta	19 (¾")
Camión, hasta carga F, (12 PR)	32 (1 ¼")
Camión, desde G (14PR) y adelante.	38 (1 ½")

Máquina capaz de forzar el cilindro metálico contra la banda de rodamiento del neumático, a un avance de 50.0 mm/min. \pm 2,5 mm/min.

o **Procedimientos**

- a) Se coloca el conjunto neumático-aro en el soporte de manera que quede suspendido verticalmente.
- b) Se coloca el cilindro metálico tan cerca como sea posible de la línea central de la banda de rodamiento, evitando que penetre en cualquier ranura.
- c) Se acciona la máquina para forzar el cilindro perpendicularmente contra el neumático a una velocidad de 50 mm/min., Hasta que se rompa la carcasa o se llegue a tocar el aro.

- d) Se registra la fuerza y la distancia de penetración justo antes de que el neumático se rompa o, si no se rompe, justo antes de que el cilindro sea detenido por el aro.
- e) Se repite el procedimiento “d” en cinco puntos igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del neumático, hasta obtener cinco mediciones.

○ **Expresión de resultados**

La energía de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{F_R \times P}{2} \text{ [Joule]} \text{ (Ec.2-38)}$$

Donde:

- W: Energía de rotura [Joule]
- F_R : Fuerza aplicada [N].
- P: Penetración [m].

El valor de la energía de rotura es el promedio aritmético de los 5 valores obtenidos.

Los neumáticos deberán tener una energía de rotura igual o mayor a la indicada en la Tabla N°03.

○ **Resultados del ensayo de resistencia a la penetración**

Tabla N° 05: Valores mínimos de energía de rotura, en Joule (lbf-pulg).

Para neumáticos de buses y camión.

Capacidad de Carga	Con cámara	Sin Cámara
F	1783 (15 800)	1412 (12 500)
G	2280 (20 200)	1693 (15 000)
H	2596 (23 000)	2088 (18 500)
J	2822 (25 000)	2201 (19 500)
L	3047 (28 000)	
M	3217 (28 500)	
N	3386 (30 000)	

□ **Volumen de partícula de NFU (V_p)**

$$V_p = D_p^3 [m^3] \quad (\text{Ec.2-39})$$

Donde:

- D_p : Diámetro promedio [m].

□ **Área de corte (A_c)**

$$A_c = D_p^2 [m^2] \quad (\text{Ec.2-40})$$

□ **Número de NFU procesados por hora (N_h)**

$$N_h = \frac{\dot{m}_p}{W_n} \left[\frac{N}{h} \right] \quad (\text{Ec.2-41})$$

Donde:

- \dot{m}_p : Flujo másico NFU procesados $\left[\frac{Kg}{h} \right]$.

- W_n : Masa de NFU $\left[\frac{Kg}{N}\right]$.

□ **Número de gránulos en NFU ($\#g_n$)**

$$\#g_n = \frac{V_n}{V_p} [\text{gránulos NFU}] \quad (\text{Ec.2-42})$$

Donde:

- V_n : Volumen de NFU $[m^3]$.

□ **Número de gránulos de NFU cortados por vuelta**

$$\#g_v = n_{cic} \times n_{ic} [\text{gránulos NFU cortados por vuelta}] \quad (\text{Ec.2-43})$$

Donde:

- n_{cic} =Número de cuchillas por instante de corte.
- n_{ic} =Número de instantes de corte.

□ **Torque unitario (T_u)**

$$T_u = F_R \times R [\text{N.m}] \quad (\text{Ec.2-44})$$

Donde:

- R : Radio de corte $[m]$.

□ **Velocidad angular (ω_{eje})**

$$n_{eje} = \frac{N_h \times \#g_n}{\#g_v \times 60} [\text{RPM}] \quad (\text{Ec.2-45})$$

$$\omega_{\text{eje}} = \frac{n_{\text{eje}} \times 2 \times \pi}{60} \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right] \quad (\text{Ec.2-46})$$

□ **Velocidad de trituración (V_t)**

$$V_t = \omega_{\text{eje}} \times R \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad (\text{Ec.2-48})$$

□ **Potencia del motor (P_m)**

$$P_m = \frac{F_R \times V_t}{1000} \quad [\text{KW}] \quad (\text{Ec.2-47})$$

2.3.11. Destalonador de Neumáticos Fuera de Uso (NFU)

□ **Potencia de destalonador (P_{tiro})**

$$P_{\text{tiro}} = F_{\text{tiro}} \times V_{\text{tiro}} \times f_s \quad [\text{W}] \quad (\text{Ec.2-49})$$

$$P_{\text{tiro}} \cong F_R$$

Donde:

- F_{tiro} : Fuerza de tiro para arrancamiento de talón [N] (Se asume la misma fuerza de rotura de NFU).
- V_{tiro} : Velocidad de tiro para arrancamiento de talón $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$.
- f_s : Factor de seguridad para garantizar arrancamiento.

2.3.12. Conjunto ciclónico

Los ciclones son los equipos de recolección de polvo más usados. Remueven partículas de una corriente gaseosa, basándose en el principio de impactación inercial, creado por la fuerza centrífuga. La figura N°19 muestra el movimiento de las partículas mayores hacia las paredes del ciclón debido a la fuerza centrífuga.

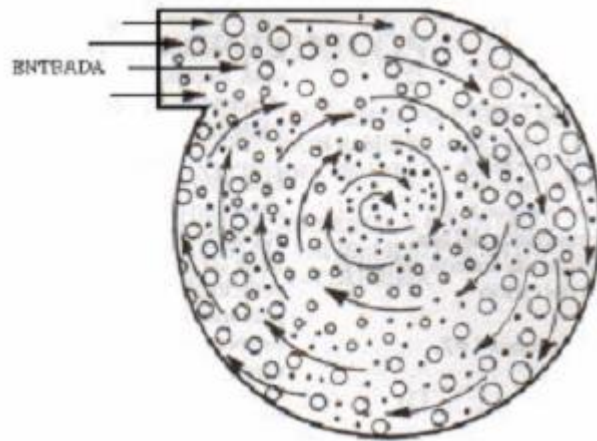


Fig. N° 19: Mecanismos de recolección de partículas

Separan partículas con diámetros mayores de $5 \mu\text{m}$; no obstante partículas muchos más pequeñas en algunos casos.

❑ Principio de funcionamiento

En un ciclón, la trayectoria del gas comprende un doble vórtice, en donde el gas dibuja una espiral descendente en el lado externo y ascendente en el lado interno. La figura N°20 ilustra dicho vórtice.

Las partículas se mueven radialmente hacia las paredes, se deslizan por las mismas y son acopiados en la parte inferior.

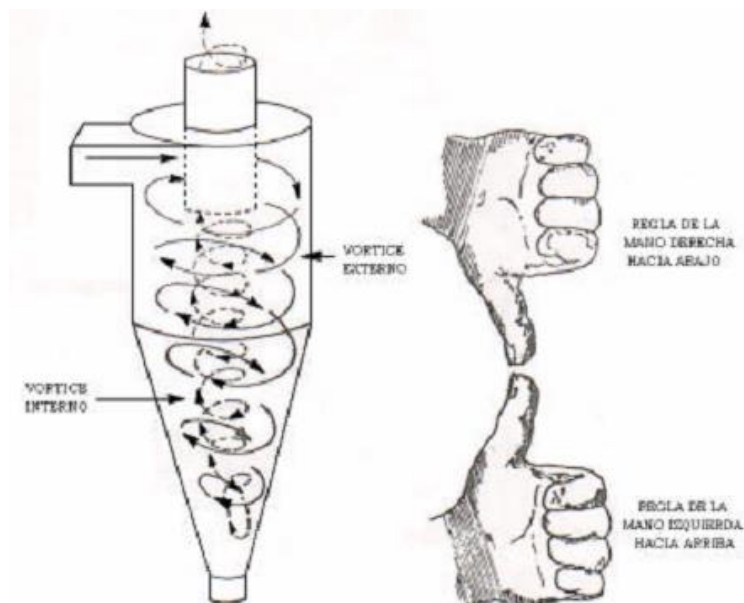


Fig. N° 20: Vórtices en el ciclón.

El diseño apropiado de la sección cónica del ciclón obliga al cambio de dirección del vórtice descendente, el vórtice ascendente tiene un radio menor, lo que aumenta las velocidades tangenciales; en el cono se presenta la mayor colección de partículas, especialmente de las partículas pequeñas al reducirse el radio de giro.

❑ Familias de ciclones

Los ciclones son un dispositivo de control de material particulado bastante estudiado, el diseño de un ciclón se basa normalmente en familias de ciclones que tienen proporciones definidas.

Las principales familias de ciclones de entrada tangencial son:

- Ciclones de alta eficiencia.
- Ciclones convencionales.
- Ciclones de alta capacidad.

El anexo N°24 presenta el intervalo de eficiencia de remoción para las diferentes familias de ciclones.

Los ciclones de alta eficiencia están diseñados para alcanzar mayor remoción de las partículas pequeñas que los ciclones convencionales. Los ciclones de alta eficiencia pueden remover partículas de 5 μm con eficiencias hasta del 90%, pudiendo alcanzar mayores eficiencias con partículas más grandes. Los ciclones de alta eficiencia tienen mayores caídas de presión, lo cual requiere de mayores costos de energía para mover el gas sucio a través del ciclón. Por lo general, el diseño del ciclón está determinado por una limitación especificada de caída de presión, en lugar de cumplir con alguna eficiencia de control especificada.

Los ciclones de alta capacidad están garantizados solamente para remover partículas mayores de 20 μm , aunque en cierto grado ocurra la colección de partículas más pequeñas. Se ha reportado que los multiciclones han alcanzado eficiencias de recolección de 80 a 95 % para partículas de 5 μm .

Ver resumen de las características de las principales familias de ciclones de entrada tangencial en los anexos N°25, 26 y 27 asimismo las principales dimensiones del ciclón de entrada tangencial. El diámetro del ciclón identifica la dimensión básica de diseño, todas las demás dimensiones simplemente son una proporción del diámetro del ciclón.

❑ Diseño de ciclones

Los ciclones se diseñan habitualmente de tal modo que se satisfagan ciertas limitaciones bien definidas de caída de presión. Para instalaciones ordinarias que operan más o menos a la presión atmosférica, las limitaciones del ventilador dictaminan, casi siempre, una caída de presión máxima permisible correspondiente a una velocidad de entrada al ciclón dentro del intervalo de 15.2 a 27.4 m/s. Por consiguiente, los ciclones se suelen diseñar para una velocidad de entrada de 22 m/s, aunque no es necesario apegarse estrictamente a este valor.

❑ Dimensiones de un ciclón

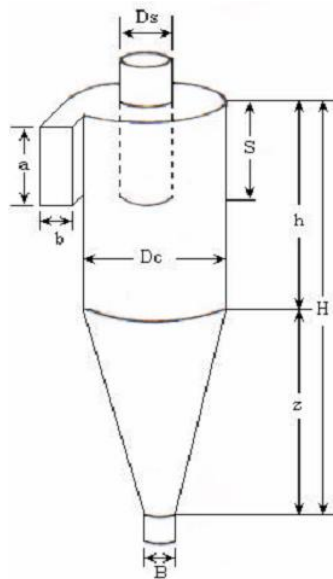


Fig. N° 21: Dimensiones del ciclón.

Tabla N°06: Dimensiones y nomenclatura de ciclones

Dimensiones	Nomenclatura
Diámetro del ciclón	Dc
Altura de entrada	a
Ancho de entrada	b
Altura de salida	S
Diámetro de salida	Ds
Altura parte cilíndrica	h
Altura parte cónica	z
Altura total ciclón	H
Diámetro salida partículas	B
Factor de configuración	G
Número cabeza de velocidad	NH
Número de vórtices	N

Las siguientes son algunas de las características que debe cumplir la corriente de emisión para utilizar ciclones:

- a) Caudal de aire: Los caudales típicos de gas para unidades de un solo ciclón son de 0.5 a 12 m³/s a condiciones de referencia. Los caudales en la parte alta de este intervalo y mayores (hasta aproximadamente 50 m³/s), utilizan multiciclones. Hay ciclones que se emplean en aplicaciones especializadas, las cuales tienen flujos desde 0.0005 hasta 30 m³/s.
- b) Temperatura: Las temperaturas del gas de entrada, están limitadas únicamente por los materiales de construcción de los ciclones y han sido operados a temperaturas tan altas como 540°C.

c) Concentración de partículas: Las concentraciones típicas de partículas en el gas van de 2.0 a 230 g/m³ a condiciones de referencia. En aplicaciones especializadas, estas cargas pueden ser tan altas como 16,000 g/m³ y tan bajas como 1.0 g/m³.

□ **Área del ducto de entrada (A_d)**

$$A_d = \frac{Q_d}{V_i} = a \times b \text{ [m}^2\text{]} \quad (\text{Ec.2-50})$$

Donde:

- Q_d : Caudal de corriente $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$.
- V_i : Velocidad de entrada $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$.

□ **Análisis de costos para ciclones**

La relación para evaluar costos de un ciclón según Vataavuk es la siguiente:

$$CE = 57800 \times (a \times b)^{0.903} \text{ [\$]} \quad (\text{Ec.2-51})$$

Donde:

- CE: Costo de ciclón completo [\\$].
- a, b: Alto y ancho de la entrada del ciclón, siempre y cuando $0.02 \leq a \times b \leq 0.4 \text{ m}^2$.

Asimismo, se proveerán rotoválvulas o válvulas rotativas de alimentación y descarga en cada conjunto ciclónico.

2.3.13. Normas Técnicas Peruanas (N.T.P.)

□ NTP 900.059.2005 GESTIÓN AMBIENTAL

Gestión de Residuos. Manejo de neumáticos desechados.
Generalidades. Generación recolección, almacenamiento y transporte.

□ NTP 900.060.2006 GESTIÓN AMBIENTAL

Gestión de Residuos. Manejo de neumáticos desechados.
Aprovechamiento energético.

Capítulo III: INGENIERÍA DE PROYECTO

3.1. Diseño del proceso de valorización de NFU para planta

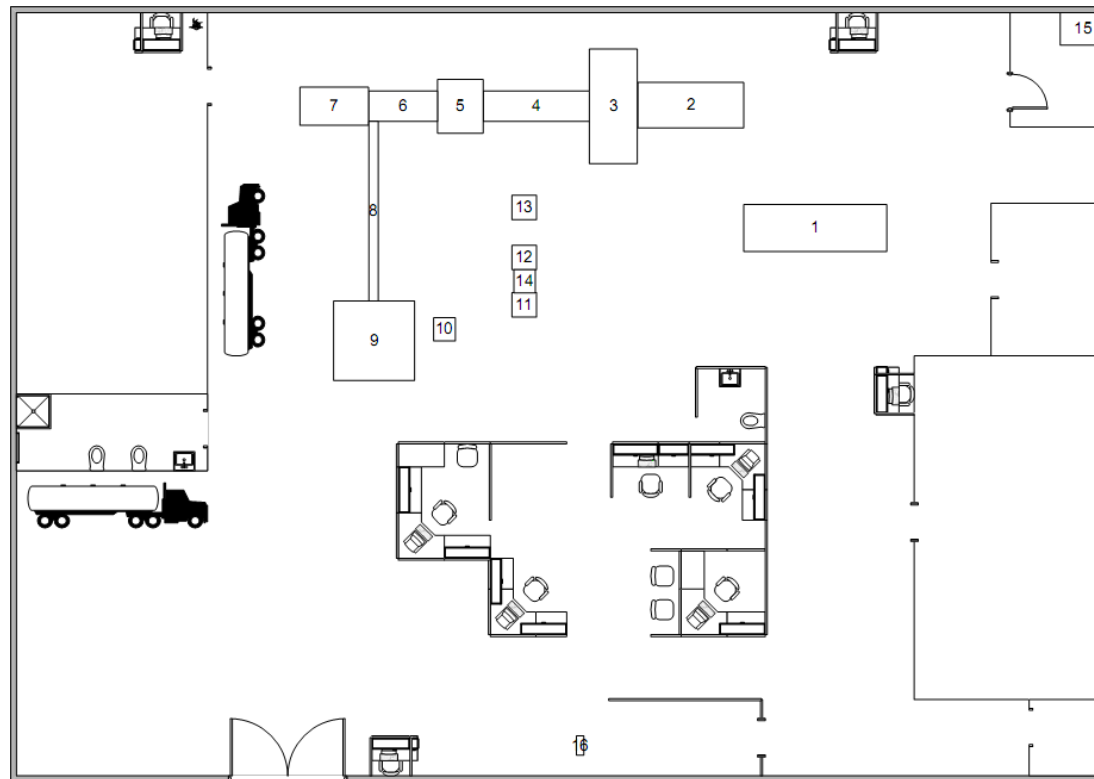


Tabla N° 07

Leyenda de distribución de planta	
Código	Descripción de equipos
1	Destalonador 18,1 KW
2	Banda transportadora 3KW/ 1200X3600 mm
3	Trituradora 7,5 KW
4	Banda transportadora 1,5KW/ 800X3600 mm
5	Molino primario 30 KW
6	Banda transportadora 1,5 KW/ 800X1800 mm
7	Separador magnético 1,5 KW/ 800x1800 mm
8	Tornillo helicoidal 1,5 KW/ Ø 240 mm X 5000 mm
9	Molino secundario 75 KW
10	Soplador centrífugo 4,4 KW
11	Ciclón de acero al carbono
11	Rotoválvula de alimentación 0,373 KW
11	Rotoválvula de descarga 0,373 KW
11	Tamiz vibratorio 0,75 KW
12	Ciclón de acero al carbono
12	Rotoválvula de alimentación 0,373 KW
12	Rotoválvula de descarga 0,373 KW
13	Ciclón de acero al carbono
13	Rotoválvula de alimentación 0,373 KW
13	Rotoválvula de descarga 0,373 KW
14	Soplador centrífugo 4,4 KW
15	Transformador 250 KVA
16	Balanza , 500 Kg de capacidad

3.2. Dimensionamiento y selección de equipos

3.2.1. Estudio de generación de NFU en región La Libertad

a. Tamaño de muestra (n)

Para determinar el tamaño de muestra usamos la ec. 2-1 obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla N° 08: Tamaño de muestra del parque automotor según clase de vehículo en Región La Libertad – año 2009.

Clase de Vehículo	N	Z	e	p	q	n
Automóvil	83.079	1,96	0,15	0,5	0,5	43
Camioneta	35.332	1,96	0,15	0,5	0,5	43
Ómnibus	6.053	1,96	0,15	0,5	0,5	42
Camión	18.316	1,96	0,15	0,5	0,5	43
Remolcador	3.456	1,96	0,15	0,5	0,5	42
Remolque - Semirremolque	10.410	1,96	0,15	0,5	0,5	43
Moto	13.907	1,96	0,15	0,5	0,5	43
Total	170.553					297

Fuente: SUNARP, MTC - OGPP – Oficina de estadística.

Elaboración: Propia.

b. Ratio de NFU generado según vehículo anualmente

Para determinar el ratio necesario, usamos la Ec. 2-1 obteniendo así los siguientes resultados:

Tabla N° 09: Ratio de NFU generados según clase de vehículo en Región La Libertad – año 2009.

Empresa	Clase de vehículo	N	N _{CA}	N _{RA}	IDR	NFU	R _{NFUA} (NFU/vehículo/año)
Varias (encuestas)	Automóvil	43	36	0	0	36	0,8
Varias (encuestas)	Camioneta	43	36	0	0	36	0,8
EMTRAFESA	Ómnibus	42	370	296	0,8	74	1,8
DINO S.R.L.	Camión	43	350	272	0,8	78	1,8
TRANSPESA	Remolcador	42	380	304	0,8	76	1,8
TRANSPESA	Remolque - Semirremolque	43	258	182	0,7	76	1,8
Varias (encuestas)	Moto	43	18	0	0	18	0,4

Fuente: Neuma Perú Contratistas Generales S.A.C.

Elaboración: Propia.

c. Cantidad de NFU a procesar

Los ratios fueron obtenidos mediante un proceso de análisis de neumáticos desechados por vehículo durante un año. Estos datos fueron proporcionados por Neuma Perú Contratistas Generales S.A.C.

Tabla N°10: Flujo anual de neumáticos fuera de uso generados, por clase de vehículo en Región La Libertad – año 2009.

Clase de Vehículo	Parque vehicular	Peso neumático (Kg)	R_{NFUA} NFU/vehículo/año)	Ton/año	NFU/año
Automóvil	83079	8,6	0,8	571,58	66463
Camionetas	35332	8,6	0,8	243,08	28266
Ómnibus	6053	45,4	1,8	494,65	10895
Camión	18316	45,4	1,8	1496,78	32969
Remolcador	3456	45,4	1,8	282,42	6221
Remolque - Semirremolque	10410	45,4	1,8	850,71	18738
Moto	13907	3	0,4	16,69	5563
Total	170553			3955,92	169115

Fuente: SUNARP, MTC - OGPP – Oficina de estadística, Neuma Perú

Contratistas Generales S.A.C.

Elaboración: Propia.

d. Producción

Tabla N° 11: Producción de materias primas en Región La Libertad –
año 2009.

Tipo de producto	% en NFU	Ton/ año	Ton/ día	Ton/ hora
Acero	15	593,39	2,06	0,26
Fibra textil	16	632,95	2,20	0,27
Caucho	69	2729,58	9,48	1,18
Total	100	3955,92	13,74	1,72

Elaboración: Propia.

Tabla N° 12: Ingreso por venta de materias primas obtenidas del
proceso.

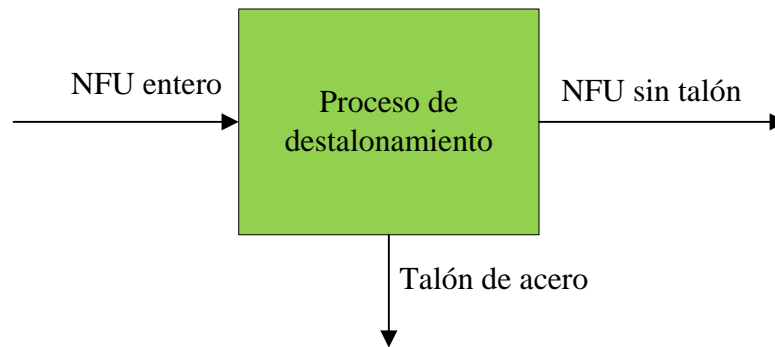
Producto	ton/año	\$/ton	\$/año
Acero galvanizado	593,39	250	148348
Polvo de caucho	2729,58	200	545916
Fibra textil	632,95	329,43	208512,7
Total (\$)			902776

Fuente: Precio de venta de acero galvanizado y plástico (Metales Wally S.A.), precio de venta de polvo de caucho (Jebeemsa S.A.C.).

3.2.2. Dimensionamiento y selección de equipos para reducción de material

a. Destalonador de NFU

□ Análisis del problema



Datos del problema:

- $F_{\text{tiro}}: 5876 \text{ N.}$
- $V_{\text{tiro}}: 0.5 \text{ m/s (valor estimado)}$
- $f_s: 3$
- $\eta: 90\%$

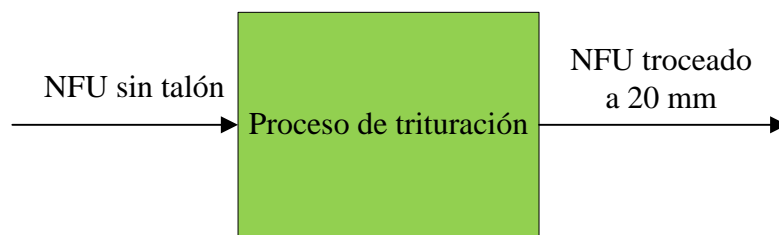
□ Determinamos P_{tiro} , mediante ec. 2-49.

$$P_{\text{tiro}} = \frac{5876 \times 0.5 \times 3 \times 100}{90} = 9793 \text{ W} = 9.79 \text{ KW}$$

- ❑ Se selecciona un destalonador con una potencia superior a la calculada, lo cual proporciona mayor seguridad (Ver anexo N°22)

b. Triturador de NFU

- ❑ Análisis del problema



- ❑ Para calcular la fuerza de rotura (F_R) de un neumático seleccionamos la medida de mayor dimensión en el tipo camión aunque la finalidad es triturar neumáticos de motor, auto, camioneta, ómnibus y camión. Por tanto hacemos referencia a un neumático de camión Michelin del tipo TL (sin cámara), con las siguientes características:

Tabla N° 13: Cotas dimensionales de neumático radial seleccionado.

Medida	LR	PR	Cotas dimensionales (mm)		
			S	R/R'	CdR
315/80R22.5	J	18	318	550/509	3350

Fuente: Informaciones técnicas – Neumáticos de carga – América del Sur (Michelin).

Elaboración: Propia.

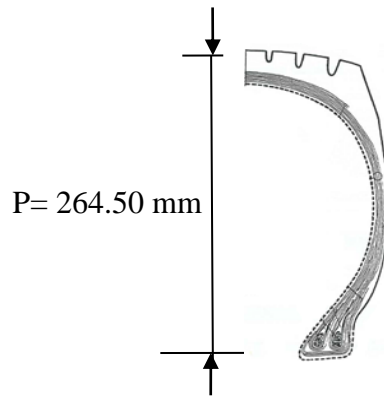


Fig. N° 23: Sección de penetración.

Si la distancia de penetración (P) aproximada del neumático es 264.25 mm. Usamos la tabla N°05 y la (Ec. 2-38) para determinar W y F_R respectivamente.

$$W = \frac{F_R \times (0.2645)}{2} = 2201 \text{ Joule}$$

$$F_R = 16658.47 \text{ N}$$

La F_R de 16658.47 N es aplicada por el cilindro de ensayo con área de contacto $1.134 \times 10^{-3} \text{ m}^2$.

Por tanto la fuerza de rotura para el área de corte de las cuchillas, si D_p (\varnothing principal) es 20 mm. Se determina mediante la proporcionalidad de F_R y A_c de cilindro de ensayo y cuchilla de trituradora.

$$A_c = 0.02^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$F_R = \frac{16658.47 \times 4 \times 10^{-4}}{1.134 \times 10^{-3}} = 5876 \text{ N (} F_R \text{ en cuchilla)}$$

□ Determinamos V_p , mediante (Ec. 2-39).

Datos:

- $D_p: =20 \text{ mm}$

$$V_p = 0.02^3 = 8 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

□ Determinamos A_c , mediante (Ec. 2-40).

Datos:

- $D_p: =20 \text{ mm}$

$$A_c = 0.02^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

□ Determinamos N_h , mediante (Ec. 2-41).

Datos:

- $\dot{m}_p: 2000 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$
- $W_n: 77 \text{ Kg}$

$$N_h = \frac{2000}{77} = 25.97 \frac{\text{N}}{\text{h}}$$

□ Determinamos $\#g_n$, mediante (Ec. 2-42).

Datos:

- $V_n: 0.1 \text{ m}^3$ (Obtenido referencialmente mediante de tabla N°02).

$$\#g_n = \frac{0.1}{8 \times 10^{-6}} = 12500$$

□ Determinamos $\#g_v$, mediante (Ec. 2-43).

Datos:

- n_{cic} : 3 (Ver Anexo N°30)
- n_{ic} : 12 (Ver anexo N°30)

$$\#g_n = 3 \times 12 = 36$$

□ Determinamos T_u , mediante (Ec. 2-44).

Si el radio del eje es 2.34 in (59.48 mm) y la altura de la cuchilla 20 mm, entonces el radio de giro R es 0.07948 m.

$$T_u = 5876 \text{N} \times 0.07948 \text{m} = 467.024 \text{ N.m}$$

□ Determinamos ω_{eje} , mediante (Ec. 2-45) y (Ec. 2-46).

$$n_{eje} = \frac{25.97 \times 12500}{36 \times 60} = 150.29 \text{ RPM}$$

$$\omega_{eje} = \frac{150.29 \times 2 \times \pi}{60} = 15.74 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

□ Determinamos V_t , mediante (Ec. 2-48).

$$V_t = 15.74 \times 0.07948 = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

□ Determinamos P_m , mediante (Ec. 2-47).

Datos:

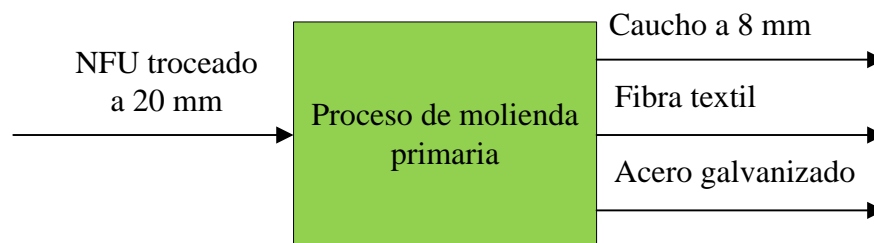
- $n_{cic} = 3$ cuchillas en el 1er instante de corte.

$$P_m = \frac{5876 \times 1.25}{1000} = 7.35 \text{ KW}$$

- Seleccionamos un triturador de 02 ejes (7.5kW + 7.5kW) (Ver anexo N°23).

c. Molino Primario

- Análisis del problema



Datos del problema:

- Capacidad de carga: 2Ton/h
 - Diámetro inicial D_1 : 2 cm.
 - Diámetro final D_2 : 0.8 cm.
 - Densidad relativa del material: 1.15
 - η : 90%.
 - f_s : 2.
- Determinamos P, mediante ec. 2-36. Asimismo tomar en cuenta la eficiencia η del motoreductor y un factor de seguridad aceptable.

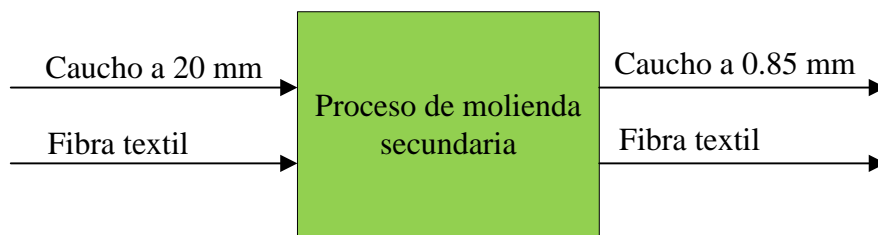
$$P=2 \times 15.13 \times 0.815 \times \left(\frac{1}{\sqrt{0.8}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 10.13 \text{ C.V.}$$

$$P = \frac{10.13 \times 2}{0.9} = 22.51 \text{ C.V.} = 16.57 \text{ KW}$$

- Seleccionamos un molino con potencia motriz de 30KW (Ver anexo N°22).

d. Molino Secundario

- Análisis del problema



Datos:

- Capacidad de carga: 2Ton/h
- Diámetro inicial D_1 : 2 cm.
- Diámetro final D_2 : 0.8 cm.
- Densidad relativa del material: 1.15
- η : 90%.
- f_s : 1.2.

- ❑ Determinamos P, mediante ec. 2-36. Asimismo tomar en cuenta la eficiencia η del motoreductor y un factor de seguridad aceptable.

$$P=2 \times 15.13 \times \left(\frac{1}{\sqrt{0.085}} - \frac{1}{\sqrt{0.8}} \right) = 69.96 \text{ C.V.}$$

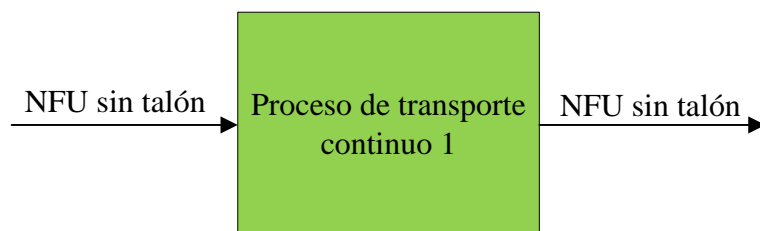
$$P = \frac{69.96 \times 1.2}{0.9} = 93.28 \text{ C.V.} = 68.65 \text{ KW}$$

- ❑ Seleccionamos un molino con potencia motriz de 75 KW (Ver anexo N°24).

3.2.3. Dimensionamiento y selección de equipos para el transporte del material

a. Banda transportadora N°1 (Carga y elevación)

- ❑ Análisis del problema:



Datos del problema:

- Medida de NFU: 315/80R22.5.
- Peso NFU: 77 Kg.
- Diámetro del neumático: 1.1m.

- Capacidad de transporte en banda: 2 Ton/h.
- Densidad NFU: $0.15 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$ (Ver anexo N°37).
- Ancho de banda: 1200 mm (Seleccionado de anexo N°01, en función al diámetro del neumático).
- Longitud de banda: 3.6 m. (Tomando la altura de la trituradora, anexo N°23).
- Ángulo de inclinación de banda: 40° (Para bandas rugosas, ver anexo N°02).
- Altura de transporte: 2.31 m.
- Velocidad de banda: 0.5 m/s (mínima para diseño⁽⁸⁾).

□ Determinamos n_e , mediante ec. 2-4.

$$n_e = \frac{3.6}{1.1} = 3 \text{ neumáticos}$$

□ Determinamos M_t , mediante ec. 2-5.

$$M_t = 77 \times 3 = 231 \text{ Kg}$$

□ Determinamos q_G , mediante ec. 2-7.

$$q_G = \frac{231}{3.6} = 64.17 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos l_M , mediante ec. 2-8.

$$l_M = \frac{2}{0.15} = 13.33 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- ❑ Determinamos q_{RO} y q_{RU} , mediante las ecuaciones 2-9 y 2-10 respectivamente.

$$q_{RO} = \frac{20.3}{1.2} = 16.92 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \quad q_{RU} = \frac{15.7}{3} = 5.23 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

- ❑ Determinamos C_q , C_t y f , mediante los anexos N°5, N°8 y N°9 respectivamente.

$$C_q = 5.3 \text{ (Por interpolación).}$$

$$C_t = 1.$$

$$f = 0.016.$$

- ❑ Determinamos q_b , mediante el anexo N°06.

Para este caso se selecciona una banda reforzada con productos textiles (EP) con 200 N/mm y revestimiento de grosor 2 + 1.5 que da un resultado de 5.45 Kg/m.

- ❑ Determinamos F_U , mediante la ec. 2-11.

$$F_U = [3.6 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 \times (2 \times 5.45 + 64.17 + 5.23 + 16.92) + (64.17 \times 2.31)] \times 9.81 = 1745.32 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos F_r , mediante la ec. 2-14.

$$F_r = [3.6 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 (5.45 + 5.23) + (5.45 \times 2.31)] \times 9.81 = 155.49 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos N_g , mediante ec. 2-15.

$$N_g = 7.46 \times 3.6 = 26.86 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos N_s , mediante el anexo N°03.

$$N_s = 2 \times 0.5 \times 746 = 746 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos P, mediante ec. 2-16 y anexo N°17

$$P = \frac{(1745.32 \times 0.5) + 746 + 26.86}{0.89 \times 1000} \times 1.5 = 2.8 \text{ KW}$$

- ❑ Determinamos C_W , mediante el anexo N°11 cuyo ángulo de abrazamiento se asume 200° .

$$C_W = 0.75$$

- ❑ Determinamos T_1 , T_2 , T_3 y T_0 , mediante las ecuaciones 2-17, 2-18, 2-19 y 2-20 respectivamente.

$$T_2 = 1745.32 \times 0.75 = 1309 \text{ N}$$

$$T_1 = 1745.32 + 1309 = 3054.32 \text{ N}$$

$$T_3 = 1309 - 155.49 = 1153.51 \text{ N}$$

$$T_0 = 6.25 \times (5.45 + 64.17) \times 1.2 \times 9.81 = 5122.3 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos $Tu_{\text{máx}}$, mediante la ec. 2-21.

$$Tu_{\text{máx}} = \frac{5122.3}{1200} = 4.26 \text{ N/mm}$$

$$Tu_{\text{máx}} = 4.26 \times 8 = 34.08 \text{ N/mm}$$

La carga de rotura de la cinta corresponde a la carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad $8^{(23)}$.

Debido a que esta resistencia a la carga es menor que la elegida, se descarta su cambio.

- ❑ Determinamos D_t , mediante el anexo N°14.

$D_t = 200$ mm (En función a la carga de rotura de la banda).

- ❑ Determinamos n y D , mediante la ec. 2-22 y el anexo N°07 (En función al ancho de banda).

$$n = \frac{0.5 \times 1000 \times 60}{108 \times \pi} = 88.42 \text{ r.p.m.}$$

- ❑ Determinamos M_{to} , mediante la ec. 2-23.

$$M_{to} = \frac{2.8}{88.42} \times 9549 = 302.39 \text{ N.m}$$

- ❑ Determinamos d_e , mediante el anexo N°16.

$$d_e = 25 \text{ mm (Rodillo tipo PSV2)}$$

- ❑ Determinamos i , mediante la ec. 2-24.

Del catálogo de motoreductores sin fin GYROS, se selecciona una potencia de 3KW a 1400 r.p.m.

$$i = \frac{1400 \text{ r.p.m.}}{88.42 \text{ r.p.m.}} = 15.83$$

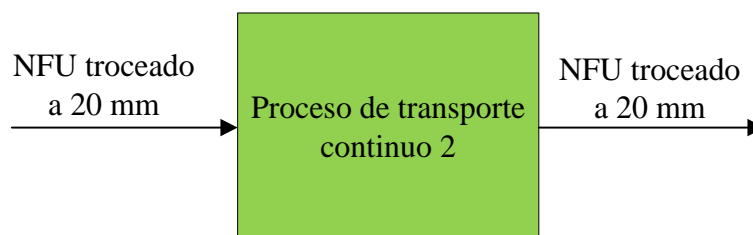
Por lo tanto se concluye que es del tipo MSF 110 (Ver ficha técnica completa en anexo N°27).

Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	Tipo Type
3.0 4P n1= 1400	133~27	7.5	160~302	MVB 2.2 + MSF 110
	100~20	10	210~392	
	67~13	15	304~558	
	50~10	20	398~732	
	40~8	25	485~885	
	33~6.7	30	547~956	
	25~5	40	711~1030	
	133~27	7.5	160~301	
	100~20	10	211~395	
	67~13	15	307~563	
	50~10	20	402~733	
	40~8	25	490~885	
	33~6.7	30	562~973	
	25~5	40	720~1242	
20~4	50	864~1463		

Fuente: Motoreductores GYROS.

b. Banda transportadora N°02

□ Análisis del problema



Datos del problema:

- Capacidad de transporte: 2 Ton/h.
- Densidad: $0.535 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$ (Ver Anexo N°37).

- Ancho: 800 mm (Seleccionado de anexo N°01, en función al ancho de zona descarga del triturador, según catálogo).
- Longitud: 3.6 m. (Tomando la altura del molino, anexo N°24).
- Ángulo de inclinación: 40°.
- Altura de transporte: 2.31 m.
- Velocidad de transporte: 0.5 m/s (mínima para diseño⁽⁸⁾).

□ Determinamos q_G , mediante ec. 2-6.

$$q_G = \frac{2}{0.36 \times 0.5} = 11.11 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos l_M , mediante ec. 2-8.

$$l_M = \frac{2}{0.535} = 3.74 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

□ Determinamos q_{RO} y q_{RU} , mediante las ecuaciones 2-9 y 2-10 respectivamente.

$$q_{RO} = \frac{16}{1.5} = 10.67 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \quad q_{RU} = \frac{11.4}{3} = 3.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos C_q , C_t y f , mediante los anexos N°5, N°8 y N°9 respectivamente.

$$C_q = 5.3 \text{ (Por interpolación).}$$

$$C_t = 1.$$

$$f = 0.016.$$

- ❑ Determinamos q_b , mediante el anexo N°06.

Para este caso se selecciona una banda reforzada con productos textiles (EP) con 200 N/mm y revestimiento de grosor 2 + 1.5 que da un resultado de 5.45 Kg/m.

- ❑ Determinamos F_U , mediante la ec. 2-11.

$$F_U = [3.6 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 \times (2 \times 5.45 + 11.11 + 10.67 + 3.8) + (11.11 \times 2.31)] \times 9.81 = 361.02 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos F_r , mediante la ec. 2-14.

$$F_r = [3.6 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 (5.45 + 3.8) + (5.45 \times 2.31)] \times 9.81 = 151.2 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos N_g , mediante ec. 2-15.

$$N_g = 7.46 \times 3.6 = 26.86 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos N_s , mediante el anexo N°03.

$$N_s = 2 \times 0.5 \times 746 = 746 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos P, mediante ec. 2-16 y anexo N°17

$$P = \frac{(361.02 \times 0.5) + 746 + 26.86}{0.89 \times 1000} \times 1.3 = 1.4 \text{ KW}$$

- Determinamos C_w , mediante el anexo N°11 cuyo ángulo de abrazamiento se asume 200° .

$$C_w=0.75$$

- Determinamos T_1 , T_2 , T_3 y T_0 , mediante las ecuaciones 2-17, 2-18, 2-19 y 2-20 respectivamente.

$$T_2=361.02 \times 0.75=270.77 \text{ N}$$

$$T_1=361.02+270.77=631.79 \text{ N}$$

$$T_3=270.77-151.2=119.57 \text{ N}$$

$$T_0=6.25 \times (5.45+11.11) \times 1.2 \times 9.81=1523 \text{ N}$$

- Determinamos $Tu_{\text{máx}}$, mediante la ec. 2-21.

$$Tu_{\text{máx}}=\frac{1523}{800}=1.9 \text{ N/mm}$$

$$Tu_{\text{máx}}=1.9 \times 8=15.2 \text{ N/mm}$$

La carga de rotura de la banda corresponde a la carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad $8^{(23)}$.

Debido a que esta resistencia a la carga es menor que la elegida, se descarta su cambio.

- Determinamos D_t , mediante el anexo N°14.

$D_t=200 \text{ mm}$ (En función a la carga de rotura de la banda).

- Determinamos n y D , mediante la ec. 2-22 y el anexo N°07 (En función al ancho de banda).

$$n = \frac{0.5 \times 1000 \times 60}{108 \times \pi} = 88.42 \text{ r.p.m.}$$

- Determinamos M_{to} , mediante la ec. 2-23.

$$M_{to} = \frac{1.4}{88.42} \times 9549 = 151.19 \text{ N.m}$$

- Determinamos d_e , mediante el anexo N°16.

$$d_e = 25 \text{ mm (Rodillo tipo PSV2)}$$

- Determinamos i , mediante la ec. 2-24.

Del catálogo de motoreductores sin fin GYROS, se selecciona una potencia de 1.5 KW a 1400 r.p.m.

$$i = \frac{1400 \text{ r.p.m.}}{88.42 \text{ r.p.m.}} = 15.83$$

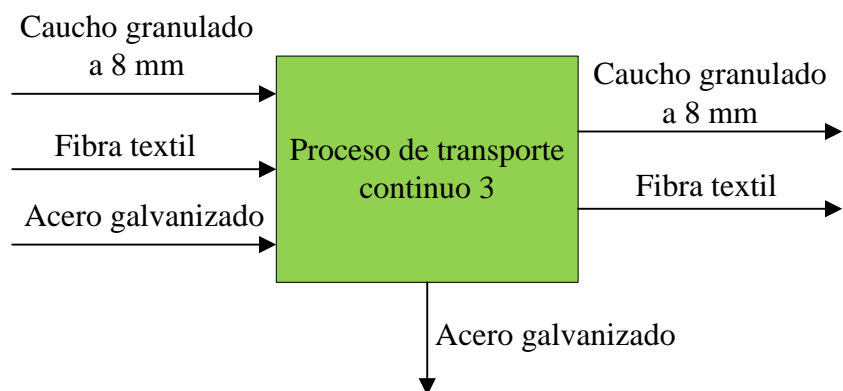
Por lo tanto se concluye que es del tipo MSF 075 (Ver ficha técnica completa en anexo N°27).

1.50 4P n1= 1400	133~27	7.5	78~148	MVB 1.5 + MSF 075	
	100~20	10	102~192		
	67~13	15	147~270		
	50~10	20	190~344		
	40~8	25	229~330		
	33~6.7	30	260~390		
	25~5	40	327~360		
	133~27	7.5	77~150		MVB 1.5 + MSF 090
	100~20	10	104~195		
	67~13	15	150~277		
	50~10	20	194~355		
	40~8	25	236~427		
	33~6.7	30	270~474		
	25~5	40	341~589		
	20~4	50	406~560		
	20~4	50	426~733		MVB 1.5 MSF 110
	17~3.3	60	490~833		
	17~3.3	60	498~831		MVB 1.5 + MSF 130
	12.5~2.5	80	614~999		
10~2	100	696~1100			

Fuente: Motores GYROS.

c. Cinta transportadora 3 (Cinta de extracción)

□ Análisis del problema



Datos del problema:

- Capacidad de transporte: 2 Ton/h.
- Densidad: $1.15 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3}$ (Ver Anexo N°37).
- Ancho: 800 mm (Seleccionado de anexo N°01, en función al ancho de zona descarga del molino primario, según catálogo).
- Ángulo de inclinación: 0° .
- Longitud de banda: 1.8 m.
- Velocidad de transporte: 1 m/s
(Velocidad mínima para material granulado⁽²³⁾).

□ Determinamos q_G , mediante ec. 2-6.

$$q_G = \frac{2}{0.36 \times 1} = 5.56 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos l_M , mediante ec. 2-8.

$$l_M = \frac{2}{1.15} = 1.74 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

□ Determinamos q_{RO} y q_{RU} , mediante las ecuaciones 2-9 y 2-10 respectivamente.

$$q_{RO} = \frac{16}{1.5} = 10.67 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \quad q_{RU} = \frac{11.4}{3} = 3.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos C_q , C_t y f , mediante los anexos N°5, N°8 y N°9 respectivamente.

$$C_q=5.3 \text{ (Por interpolación).}$$

$$C_t=1.$$

$$f=0.016.$$

- ❑ Determinamos q_b , mediante el anexo N°06.

Para este caso se selecciona una banda reforzada con productos textiles (EP) con 200 N/mm y revestimiento de grosor 2 + 1.5 que da un resultado de 5.45 Kg/m.

- ❑ Determinamos F_U , mediante la ec. 2-11.

$$F_U=[1.8 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 \times (2 \times 5.45 + 5.56 + 10.67 + 3.8)] \times 9.81 = 46.31 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos F_r , mediante la ec. 2-14.

$$F_r=[1.8 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 \times (5.45 + 3.8)] \times 9.81 = 13.85 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos N_g , mediante ec. 2-15.

$$N_g=7.46 \times 1.8 = 13.43 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos N_s , mediante el anexo N°03.

$$N_s=2 \times 0.5 \times 746 = 746 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos P, mediante ec. 2-16 y anexo N°17

$$P = \frac{(46.31 \times 1) + 746 + 13.43}{0.89 \times 1000} \times 1.5 = 1.36 \text{ KW}$$

- ❑ Determinamos C_w , mediante el anexo N°11 cuyo ángulo de abrazamiento se asume 200° .

$$C_w=0.75$$

- ❑ Determinamos T_1 , T_2 , T_3 y T_0 , mediante las ecuaciones 2-17, 2-18, 2-19 y 2-20 respectivamente.

$$T_2=46.31 \times 0.75= 34.73 \text{ N}$$

$$T_1=46.31+34.73= 81.04 \text{ N}$$

$$T_3=34.73+13.85=48.58 \text{ N}$$

$$T_0=6.25 \times (5.45+5.56) \times 1.5 \times 9.81=1012.58 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos $Tu_{\text{máx}}$, mediante la ec. 2-21.

$$Tu_{\text{máx}} = \frac{1012.58}{800} = 1.27 \text{ N/mm}$$

$$Tu_{\text{máx}} = 1.27 \times 8 = 10.16 \text{ N/mm}$$

La carga de rotura de la banda corresponde a la carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad $8^{(23)}$.

Debido a que esta resistencia a la carga es menor que la elegida, se descarta su cambio.

- ❑ Determinamos D_t , mediante el anexo N°14.

$D_t = 200 \text{ mm}$ (En función a la carga de rotura de la banda).

- ❑ Determinamos n y D , mediante la ec. 2-22 y el anexo N°07 (En función al ancho de banda).

$$n = \frac{1 \times 1000 \times 60}{108 \times \pi} = 176.84 \text{ r.p.m.}$$

- ❑ Determinamos M_{to} , mediante la ec. 2-23.

$$M_{to} = \frac{1.36}{176.84} \times 9549 = 73.44 \text{ N.m}$$

- ❑ Determinamos d_e , mediante el anexo N°16.

$$d_e = 25 \text{ mm (Rodillo tipo PSV2)}$$

- ❑ Determinamos i , mediante la ec. 2-24.

Del catálogo de motoredutores sin fin GYROS, se selecciona una potencia de 1.5 KW a 1400 r.p.m.

$$i = \frac{1400 \text{ r.p.m.}}{176.84 \text{ r.p.m.}} = 7.92$$

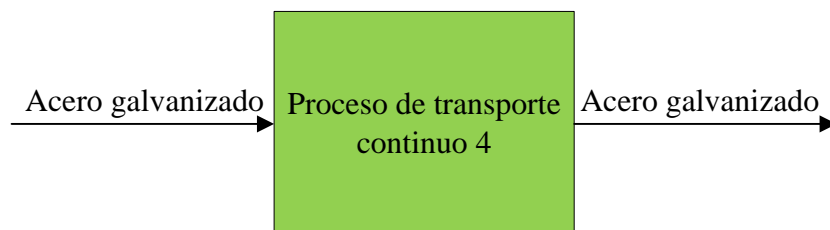
Por lo tanto se concluye que es del tipo MSF 075 (Ver ficha técnica completa en anexo N°27).

1.50 4P n1= 1400	133~27	7.5	78~148	MVB 1.5 + MSF 075
	100~20	10	102~192	
	67~13	15	147~270	
	50~10	20	190~344	
	40~8	25	229~330	
	33~6.7	30	260~390	
	25~5	40	327~360	
	133~27	7.5	77~150	MVB 1.5 + MSF 090
	100~20	10	104~195	
	67~13	15	150~277	
	50~10	20	194~355	
	40~8	25	236~427	
	33~6.7	30	270~474	
	25~5	40	341~589	
	20~4	50	406~560	
20~4	50	426~733	MVB 1.5 MSF 110	
17~3.3	60	490~833		
17~3.3	60	498~831	MVB 1.5 + MSF 130	
12.5~2.5	80	614~999		
10~2	100	696~1100		

Fuente: Motoreductores GYROS.

d. Cinta transportadora 4 (separador magnético)

□ Análisis del problema



Datos del problema:

- Capacidad de transporte: 2 Ton/h.

- Ancho: 800 mm (Seleccionado según ancho de la banda transportadora N°03).
- Ángulo de inclinación: 0°.
- Longitud de banda: 1.8 m.
- Velocidad de transporte: 1 m/s
(Velocidad mínima para material granulado⁽²³⁾).

□ Determinamos q_G , mediante ec. 2-6.

Dado que el acero galvanizado ocupa el 15% en NFU, la capacidad de carga de esta banda transportadora es 0.3 Ton/h.

$$q_G = \frac{0.3}{0.36 \times 1} = 0.83 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos q_{RO} y q_{RU} , mediante las ecuaciones 2-9 y 2-10 respectivamente.

$$q_{RO} = \frac{16}{1.5} = 10.67 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \quad q_{RU} = \frac{11.4}{3} = 3.8 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

□ Determinamos C_q , C_t y f , mediante los anexos N°5, N°8 y N°9 respectivamente.

$C_q = 5.3$ (Por interpolación).

$C_t = 1$.

$f = 0.016$

- ❑ Determinamos q_b , mediante el anexo N°06.

Para este caso se selecciona una banda reforzada con productos textiles (EP) con 200 N/mm y revestimiento de grosor 2 + 1.5 que da un valor de 5.45 Kg/m.

- ❑ Determinamos F_U , mediante la ec. 2-11.

$$F_U = [1.8 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 \times (2 \times 5.45 + 0.83 + 10.67 + 3.8)] \times 9.81 = 39.23 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos F_r , mediante la ec. 2-14.

$$F_r = [1.8 \times 5.3 \times 1 \times 0.016 \times (5.45 + 3.8)] \times 9.81 = 13.85 \text{ N}$$

- ❑ Determinamos N_g , mediante ec. 2-15.

$$N_g = 7.46 \times 1.8 = 13.43 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos N_s , mediante el anexo N°03.

$$N_s = 2 \times 0.5 \times 746 = 746 \text{ W}$$

- ❑ Determinamos P, mediante ec. 2-16 y anexo N°17

$$P = \frac{(39.23 \times 1) + 746 + 13.43}{0.89 \times 1000} \times 1.5 = 1.35 \text{ KW}$$

- ❑ Determinamos C_w , mediante el anexo N°11 cuyo ángulo de abrazamiento se asume 200°.

$$C_w = 0.75$$

- Determinamos T_1 , T_2 , T_3 y T_0 , mediante las ecuaciones 2-17, 2-18, 2-19 y 2-20 respectivamente.

$$T_2=39.23 \times 0.75= 29.42 \text{ N}$$

$$T_1=39.23+29.42= 68.65 \text{ N}$$

$$T_3=29.42+13.85=43.27 \text{ N}$$

$$T_0=6.25 \times (5.45+0.83) \times 1.5 \times 9.81=577.56 \text{ N}$$

- Determinamos $Tu_{\text{máx}}$, mediante la ec. 2-21.

$$Tu_{\text{máx}}=\frac{577.56}{800}=0.72 \text{ N/mm}$$

$$Tu_{\text{máx}}=0.72 \times 8=5.8 \text{ N/mm}$$

La carga de rotura de la banda corresponde a la carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad $8^{(23)}$.

Debido a que esta resistencia a la carga es menor que la elegida, se descarta su cambio.

- Determinamos D_t , mediante el anexo N°14.

$D_t= 200 \text{ mm}$ (En función a la carga de rotura de la banda).

- Determinamos n y D , mediante la ec. 2-22 y el anexo N°07 (En función al ancho de banda).

$$n=\frac{1 \times 1000 \times 60}{108 \times \pi}=176.84 \text{ r.p.m.}$$

- ❑ Determinamos M_{to} , mediante la ec. 2-23.

$$M_{to} = \frac{1.35}{176.84} \times 9549 = 72.9 \text{ N.m}$$

- ❑ Determinamos d_e , mediante el anexo N°16.

$$d_e = 25 \text{ mm (Rodillo tipo PSV2)}$$

- ❑ Determinamos i , mediante la ec. 2-24.

Del catálogo de motoredutores sin fin GYROS, se selecciona una potencia de 1.5 KW a 1400 r.p.m.

$$i = \frac{1400 \text{ r.p.m.}}{176.84 \text{ r.p.m.}} = 7.92$$

- ❑ Seleccionamos un separador una separador magnético de 1.5 KW (Ver anexo N°23).

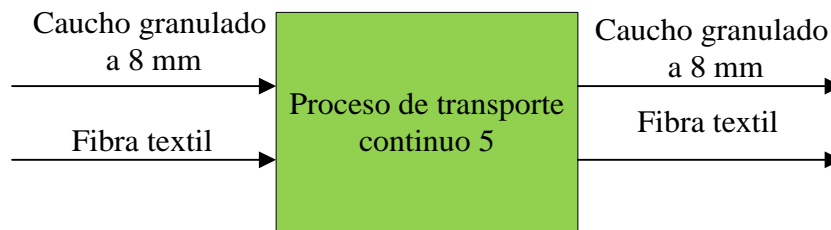
Por lo tanto se concluye en un motoreductor del tipo MSF 075 (Ver ficha técnica completa en anexo N°27).

1.50 4P n1= 1400	133~27	7.5	78~148	MVB 1.5 + MSF 075
	100~20	10	102~192	
	67~13	15	147~270	
	50~10	20	190~344	
	40~8	25	229~330	
	33~6.7	30	260~390	
	25~5	40	327~360	
	133~27	7.5	77~150	
	100~20	10	104~195	
	67~13	15	150~277	
	50~10	20	194~355	
	40~8	25	236~427	
	33~6.7	30	270~474	
	25~5	40	341~589	
	20~4	50	406~560	
20~4	50	426~733	MVB 1.5 MSF 110	
17~3.3	60	490~833		
17~3.3	60	498~831	MVB 1.5 + MSF 130	
12.5~2.5	80	614~999		
10~2	100	696~1100		

Fuente: Motoreductores GYROS.

e. Tornillo sin fin

□ Análisis del problema



Datos del problema:

- Longitud de transporte: 4 m
- Altura de transporte: 1.71 m
- Inclinación: 20°
- Densidad del material: 1.15 ton/m³(23)
- Rendimiento del motor: 90%
- Velocidad de giro: 150 r.p.m.
- Se toma un diámetro de material a 20 mm, anterior a ésta reducción pues los 8 mm actuales no son suficiente para determinar dimensión y potencia adecuada de transporte según criterios de diseño.

□ Determinamos S, mediante (Ec. 2-10).

$$S = \frac{0.4 \times \pi \times (12 \times 0.020)^2}{4} = 0.018 \text{ m}^2$$

- ❑ Determinamos V, mediante (Ec. 2-11).

$$V = \frac{1 \times 12 \times 0.020 \times 150}{60} = 0.6 \text{ m/s}$$

- ❑ Determinamos Q, mediante (Ec. 2-12).

$$Q = 3600 \times 0.018 \times 0.6 \times 1.15 \times 0.6 = 26 \text{ ton/hora}$$

- ❑ Determinamos P, mediante (Ec. 2-17).

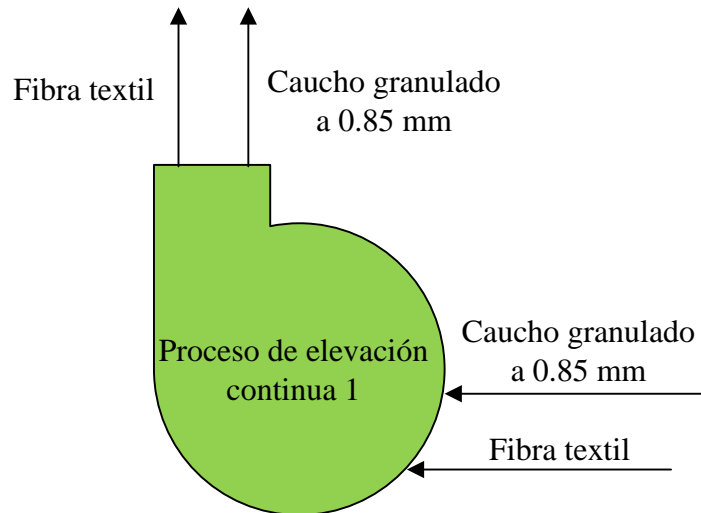
$$P = 20.53 \times \frac{(1.6 \times 5 + 1.71)}{367} + \frac{12 \times 0.02 \times 5}{20} = 1.03 \text{ KW}$$

- ❑ Determinamos Pm, mediante (Ec. 2-18).

$$P_m = \frac{1.03 \times 100}{90} \times 1.3 = 1.49 \text{ KW}$$

f. Ventilador centrífugo (Soplador) 1 y 2

□ Análisis del problema



Datos del problema:

- \dot{V} : 2.5 m³/s (Flujo de corriente a la entrada del ciclón).
- Altura de elevación: 3.5 m = 11.48 pies.
- Presión estática @ 3.5 m: 1360 Pa = 5.35 pulg. c.a.
- η_V : 90%.
- Temperatura: 21 °C = 70°F

□ Determinamos F_C , en función a la temperatura y la altitud deseada mediante anexo N°20.

$$F_C=1.002$$

□ Determinamos P_{mv} , mediante (Ec. 2-19).

$$P_{mv} = \frac{2.5 \times 1360 \times 1.002}{0.9 \times 1000} = 3.79 \text{ KW} = 5.15 \text{ BHP}$$

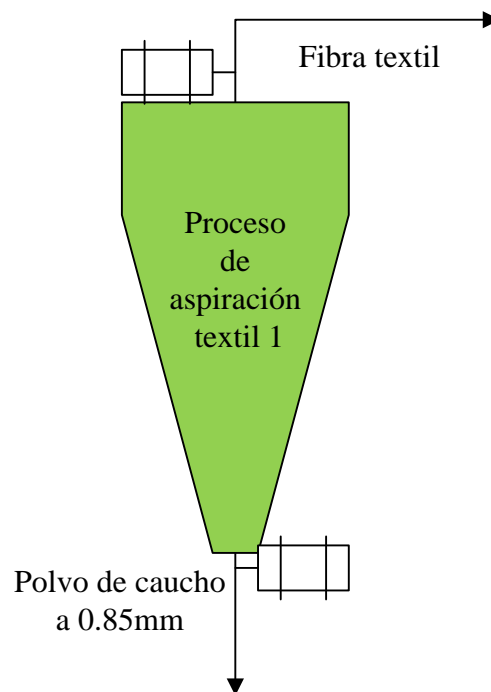
□ Seleccionamos un soplador con las siguientes características:

- Marca: CHICAGO.
- Diseño: 38-CPB.
- Modelo: 1800.
- Dimensión: 16 ½ x 5BC.
- R.P.M.: 1646
- BHP: 5.89
- Dimensión de entrada: 6 pulg. (Ver ficha técnica completa en anexo N°21).

3.2.4. Dimensionamiento y selección de equipos para la separación de materiales

a. Conjunto ciclónico 1, 2 y 3

□ Análisis del problema



□ Determinamos A_d , mediante (Ec. 2-50).

Datos:

- V_i : 22 m/s, tomando en cuenta los parámetros de diseño de ciclones (Ver anexo N°28).
- Q_d : 2.5 $\frac{m^3}{s}$, tomado en consideración las características de utilización de ciclones.

$$A_d = \frac{2.5}{22} = 0.114 \text{ m}^2$$

- ❑ Determinamos D_c ,

Seleccionamos un ciclón de alta capacidad tipo Stairmand (Ver anexo N°27) debido a que las partículas tienen una dimensión promedio de $77\mu\text{m}$.

$$A_d = a \times b = 0.75D_c \times 0.375D_c = 0.114 \text{ m}^2$$

$$D_c = 0.64 \text{ m}$$

- ❑ Determinamos CE, mediante (Ec. 2-51).

$$CE = 57800 \times (0.114)^{0.903} = \$ 8134.16$$

Tabla N°14
Potencia instalada en planta

Descripción de equipos	Cantidad	Potencia Motriz (KW)	Potencia Instalada (KW)
Destalonador 18,1 KW	1	18,1	18,1
Banda transportadora 3KW/ 1200x3600 mm	1	3	3
Trituradora 7,5 KW	1	7,5	7,5
Banda transportadora 1,5KW/ 800x3600 mm	1	1,5	1,5
Molino primario 30 KW	1	30	30
Banda transportadora 1,5 KW/ 800x1800 mm	1	1,5	1,5
Separador magnético 1,5 KW/ 800x1800 mm	1	1,5	1,5
Tornillo helicoidal 1,5 KW/ Ø 240 mmx5000 mm	1	1,5	1,5
Molino secundario 75 KW	1	75	75
Soplador centrífugo 4,4 KW	2	4,4	8,8
Rotoválvula de alimentación 0,373 KW	3	0,373	1,119
Rotoválvula de descarga 0,373 KW	3	0,373	1,119
Tamiz vibratorio 0,75 KW	1	0,75	0,75
Fluorescentes 39W	10	0,039	0,39
Foco ahorrador 15W	10	0,015	0,15
Impresora	2	0,15	0,3
PC	8	0,2	1,6
Ventilador de techo	3	0,2	0,6
Fax	1	0,15	0,15
Total (KW)			154,58

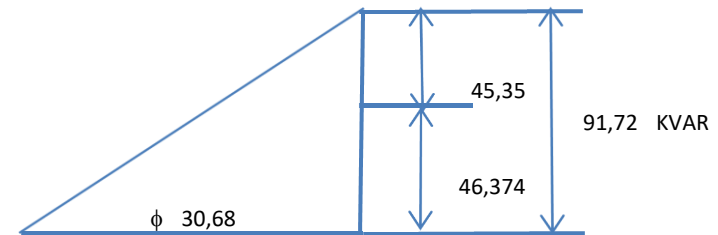
Análisis de Pliego Tarifario en EE - MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA Sin IGV		
TARIFA MT2: CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P				kw-h	N.S. /mes
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,85			4,85
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	15,44	0		
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	12,31	29679,36		3653,5292
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	24,75	0		
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	6,99			
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	8,78	154,58		1357,2124
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3,54	8706,89		308,22391
TARIFA MT3: CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P					
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,85			4,85
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	15,44			
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	12,31	29679,36		3653,5292
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:					
Presentes en Punta	S./kW-mes	22,48			
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12,66	154,58		19,569828
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:					
Presentes en Punta	S./kW-mes	8,36			
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	8,53	154,58		13,185674
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3,54	8706,89		308,22391
TARIFA MT4: CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P					
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,85			4,85
Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	13,17	29679,36		3908,7717
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:					
Presentes en Punta	S./kW-mes	22,48			
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12,66	154,58		19,569828
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:					
Presentes en Punta	S./kW-mes	8,36			
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	8,53	154,58		13,185674
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3,54	8706,89		308,22391

5015,59

3999,36

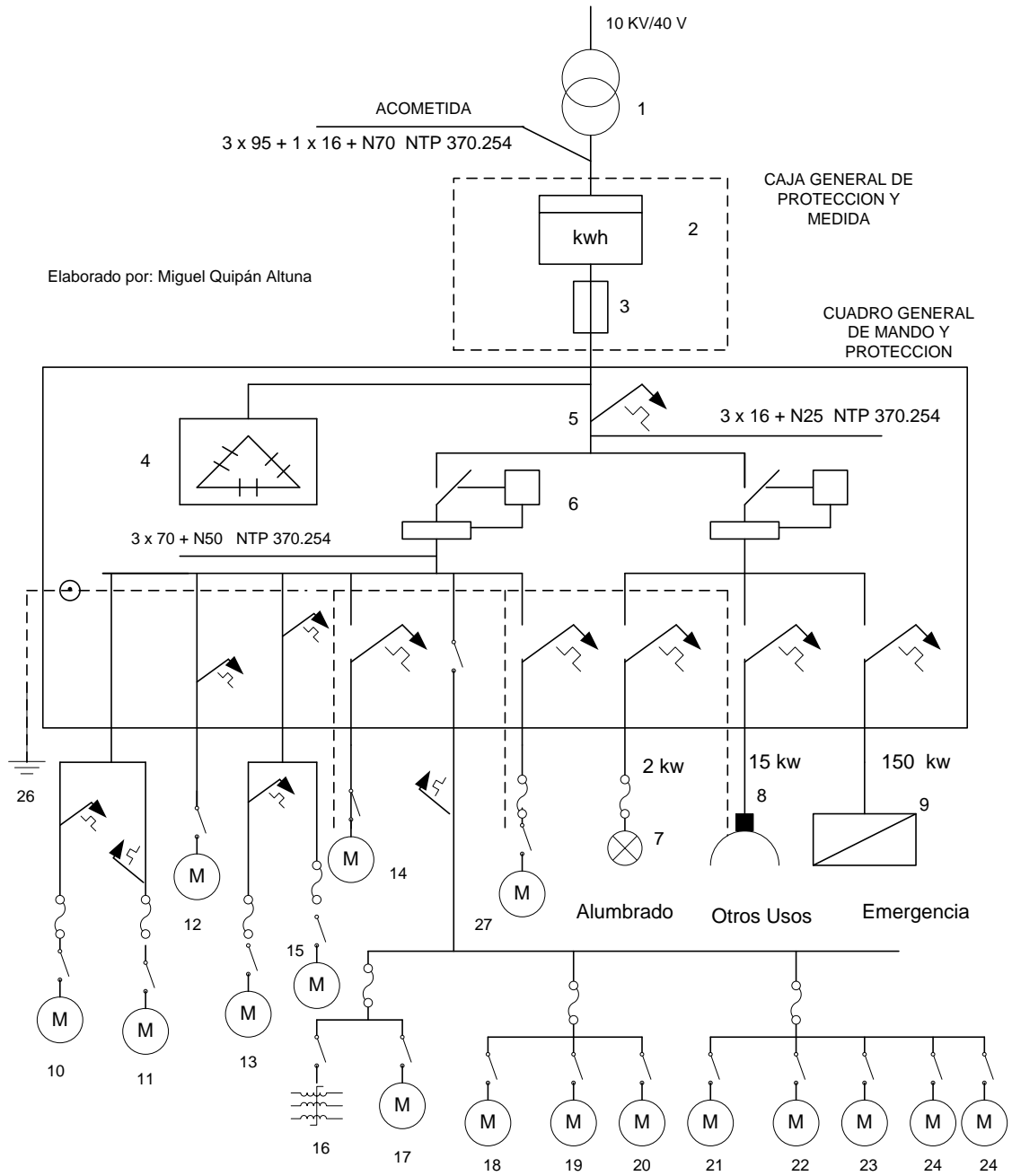
4254,60

Tarifa con compensación de energía con banco de condensadores - MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA Sin IGV		
TARIFA MT3: CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P				
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,85		4,85
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	15,44		
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	12,31	29679,36	3653,5292
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
Presentes en Punta	S./kW-mes	22,48		
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	12,66	154,58	19,569828
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
Presentes en Punta	S./kW-mes	8,36		
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	8,53	154,58	13,185674
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	3,54	0	0 3691,13



	154,58	KW
Costo Unitario Bancos	6,51	USA\$/KVAR
Potencia Bancos	45,35	KVAR
Tasa Cambio	2,8	N.S./USA\$
Inversion en Bancos	295,22	USA\$
	826,61	N.S.
Retorno Inversion	2,30	meses
Banco Condesadores		

DIAGRAMA UNIFILAR PLANTA DE RECICLADOS DE NEUMATICOS



Elaborado por: Miguel Quipán Altuna

Fig. N° 24: Diagrama unifilar de planta.

Leyenda del diagrama unifilar:

- (1) Transformador trifásico 250 KVA 10 KV/440 V
- (2) Medidor trifásico de energía eléctrica
- (3) Caja de fusibles principales $I_n = 385$ A
- (4) Banco de condensadores de potencia $Q_c = 80$ KVAR
- (5) Interruptor termomagnético, $I_n = 380$ A
- (6) Interruptor diferencial, 380 A, 300 mA
- (7) Lámparas fluorescentes, 3 W c/u
- (8) Conexión auxiliar para cargas monofásicas $P_{disponible} = 10$ KW
- (9) Sistema de alimentación de tensión para emergencia, 150 KW, 440 V
- (10) Motor eléctrico Destalonador
- (11) Motor eléctrico Banda transportadora 1
- (12) Motor eléctrico Trituradora
- (13) Motor eléctrico Banda transportadora 2
- (14) Motor eléctrico Molino primario
- (15) Motor eléctrico Banda transportadora 3
- (16) Motor eléctrico Separador magnético
- (17) Motor eléctrico Tornillo helicoidal
- (18) Motor eléctrico Molino secundario
- (19) Motor eléctrico Soplador centrífugo 1
- (20) Motor eléctrico Rotoválvula de alimentación 1
- (21) Motor eléctrico Rotoválvula de descarga 1
- (22) Motor eléctrico Rotoválvula de alimentación 2
- (23) Motor eléctrico Rotoválvula de descarga 2
- (24) Motor eléctrico Rotoválvula de alimentación 3
- (25) Motor eléctrico Soplador centrífugo 2
- (26) Conexión de Puesta a Tierra

Para conductores:

Fuente: <http://www.indeco.com.pe/app/productos/view/25>

3.3. Inversión y financiamiento

3.3.1. Estructura de la inversión

Tabla N°17

Costo del terreno			
Concepto	Área (m2)	\$/m2	Total US \$
Terreno	570	13	7410

Tabla N°18

Costo de Obras Civiles			
Concepto	m2	Costo Unitario	Subtotal (\$)
Cerco / Pared	750	52	39000
Piso	570	60	34200
Techo	400	52	20800
Total US \$			94000

Tabla N°19

Costo de Maquinaria Industrial			
Maquinaria	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Balanza, 500 Kg. de capacidad	1	1592	1592
Destalonador 18,1 KW	1	9000	9000
Banda transportadora 3KW/ 1200X3600 mm	1	6770	6770
Trituradora 7,5 KW	1	48750	48750
Banda transportadora 1,5KW/ 800X3600 mm	1	3385	3385
Molino primario 30 KW	1	13884	13884
Banda transportadora 1,5 KW/ 800X1800 mm	1	3385	3385
Separador magnético 1,5 KW/ 800x1800 mm	1	4585	4585
Tornillo helicoidal 1,5 KW/ Ø 240 mm X 5000 mm	1	3369,67	3369,67
Molino secundario 75 KW	1	34712	34712
Ciclón de acero al carbono	3	6513	19539
Soplador centrífugo 4,4 KW	2	1621	3242
Rotoválvula de alimentación 0,343 KW	3	2047	6140
Rotoválvula de descarga 0,343 KW	3	2047	6140
Tamiz vibratorio 0,75 KW	1	4473	4473
Total US \$			168967

Tabla N°20

Costo de Equipos para Operación			
Equipo	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Grupo Electrónico 200 KW	1	12500	12500
Transformador trifásico 250 KVA	1	5120	5120
Fluorescente 39 W	10	13	130
Foco ahorrador 15 W	10	8	80
Condensador trifásico 15 KVAR	3	97,65	292,95
Total US \$			18122,95

Tabla N°21

Costo de Equipo para Administración			
Equipo	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Computadora	8	800	6400
Impresora	2	145	290
Teléfono	1	50	50
Fax	1	130	130
Anexos	1	30	30
Total US \$			6900

Tabla N°22

Costo de Muebles y Enseres para la Administración			
Muebles y Enseres	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Escritorio G	1	100	100
Escritorio M	7	71,43	500,01
Silla Ejecutiva	5	91,43	457,15
Silla Visita	7	24,29	170,03
Estante	5	71,43	357,15
Archivador	5	97,14	485,7
Papeleras	10	8	80
Muebles	2	51,43	102,86
Mesa de centro	1	40	40
Total US \$			2292,9

Tabla N°23

Costo de Vehículos			
Equipo	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Camión 3 Ton.	2	28000	56000
Total US \$			56000

Tabla N°24

Costo de Equipo de Personal Obrero			
Concepto	Cantidad	Costo (\$)	Subtotal (\$)
Uniformes	4	12	48
Botas	4	12	48
Gorras	4	10	40
Total US \$			136

Tabla N°25

Gastos de Organización	
Gastos de Organización	Costo (\$)
Constitución de empresa	100
Licencia Municipal de Funcionamiento	95
Licencia Municipal de Obras	450,36
Libros Otros	35
Total US \$	680,36

Tabla N°26

Imprevistos	
Imprevistos	10% Inv. Tangible
Total US \$	35383

Tabla N°27

Sueldo para Personal de Producción			
Descripción	Cantidad	Sueldo (\$)	Subtotal (\$)
Encargado de producción	1	360	360
Encargado de mantenimiento	1	360	360
Encargado de almacén	1	280	280
Operario de producción	2	250	500
Limpieza	1	150	150
Vigilancia (privado)	2	280	560
Total US \$			2210

Tabla N°28

Sueldo para Personal Administrativo			
Descripción	Cantidad	Sueldo (\$)	Subtotal (\$)
Gerente general	1	720	720
Contador	1	280	280
Vendedor	1	220	220
Secretaria	1	220	220
Total US \$			1440

Tabla N°29

Detalle de estructura de sueldos (\$) - Personal Administrativo y Producción									
Cantidad	Cargo	Concepto	Remun. Básica	Bonif. De la Empresa	Asignación Familiar	Gartific.	Remun. Vac.	Remun. Sin Gratific. Y Vac.	Total Remun.
1	Gerente general	Sueldo	241,0	454,9	24,1	120,0	60,0	720	900
1	Contador	Sueldo	93,7	176,9	9,4	46,7	23,3	280	350
1	Vendedor	Sueldo	73,6	139,0	7,4	36,7	18,3	220	275
1	Secretaria	Sueldo	73,6	139,0	7,4	36,7	18,3	220	275
1	Encargado de producción	Sueldo	120,5	227,4	12,1	60,0	30,0	360	450
1	Encargado de mantenimiento	Sueldo	120,5	227,4	12,1	60,0	30,0	360	450
1	Encargado de almacén	Sueldo	93,7	176,9	9,4	46,7	23,3	280	350
2	Operario de producción	Sueldo	167,4	315,9	16,8	83,4	41,7	500	625
1	Limpieza	Sueldo	50,2	94,8	5,0	25,0	12,5	150	188
2	Vigilancia (privado)	Sueldo	187,4	353,8	18,8	93,4	46,6	560	700

Descuentos al Empleado (\$)									Neto a Pagar (\$)
Cantidad	Cargo	Concepto	A.F.P.	A.F.P. / Seg. Inv. / S.O.B	Comisión Variable	C.T.S.	ESSALUD	I.E.S.	
1	Gerente general	Descuento	72,0	11,5	21,5	60,0	81,0	18	1059,3
1	Contador	Descuento	28,0	4,5	8,4	23,3	31,5	7	411,9
1	Vendedor	Descuento	22,0	3,5	6,6	18,3	24,8	5,5	323,7
1	Secretaria	Descuento	22,0	3,5	6,6	18,3	24,8	5,5	323,7
1	Encargado de produccion	Descuento	36,0	5,8	10,8	30,0	40,5	9	529,6
1	Encargado de mantenimiento	Descuento	36,0	5,8	10,8	30,0	40,5	9	529,6
1	Encargado de almacén	Descuento	28,0	4,5	8,4	23,3	31,5	7	411,9
2	Operario de producción	Descuento	50,0	8,0	14,9	41,7	56,3	12,5	735,6
1	Limpieza	Descuento	15,0	2,4	4,5	12,5	16,9	3,75	220,7
2	Vigilancia (privado)	Descuento	56,0	9,0	16,7	46,7	63,0	14	823,9

Tabla N°30

Gastos de Representación	
Detalle	Costo Mensual (\$)
Viáticos	260
Pasajes	120
Otros	40
Total (\$)	420

Tabla N°31

Gastos Generales	
Detalle	Costo Mensual (\$)
Útiles de oficina	45
Teléfono	60
Telefax	20
Facturas, boletas, guías de remisión y otros	55
Otros	20
Total US \$	200

Tabla N°32

Gastos de Ventas	
Detalle	Costo Mensual (\$)
Publicidad	200
Promociones	140
Total US \$	340

Tabla N°33

Gastos de Energía y Combustibles	
Detalle	Costo Mensual (\$)
Luz	1300,92
Petróleo	1440
Otros	20
Total US \$	2760,92

Tabla N°34

Insumos								
Insumos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
NFU	118678	197796	296694	356033	356033	356033	356033	356033
Agua potable	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056
Total Insumos US\$	119734	198852	297750	357089	357089	357089	357089	357089

Tabla N°35

Inversión del Proyecto	
Terreno	7410
Construcciones	94000
Maquinaria	168967
Equipo	25159
Muebles y enseres	2293
Vehículos	56000
Activo Tangible	353829
Imprevistos	35383
Constitución	100
Gastos de organización	580
Activo Intangible	680
Capital de Trabajo	5370
Total Inversión US\$	395263

3.4. Presupuesto de ingresos y costos

3.4.1. Presupuesto de ingresos

Tabla N°36

Presupuesto de Ingreso								
Año	% Producción Prevista	Polvo de Caucho		Acero Galvanizado		Fibra Textil		Ingreso Anual US \$
		Masa (Ton.)	Precio Unitario US \$	Masa (Ton.)	Precio Unitario US \$	Masa (Ton.)	Precio Unitario US \$	
1	30%	818,9	200	178,0	250	189,9	329,43	270832,9
2	50%	1364,8	200	296,7	250	316,5	329,43	451388,1
3	75%	2047,2	200	445,0	250	474,7	329,43	677082,2
4	90%	2456,6	200	534,1	250	569,7	329,43	812498,6
5	90%	2456,6	200	534,1	250	569,7	329,43	812498,6
6	90%	2456,6	200	534,1	250	569,7	329,43	812498,6
7	90%	2456,6	200	534,1	250	569,7	329,43	812498,6
8	90%	2456,6	200	534,1	250	569,7	329,43	812498,6

3.4.2. Presupuesto de costos

Tabla N°37

Depreciación en el área de Producción											
Rubro	Vida útil (años)	Monto (\$)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Liquidación
Obras Civiles	20	168967	8448,3735	8448,3735	8448,3735	8448,3735	8448,3735	8448,3735	8448,3735	8448,3735	101380
Maquinaria y Equipo	10	18122,95	1812,295	1812,295	1812,295	1812,295	1812,295	1812,295	1812,295	1812,295	3625
Vehículos	10	56000	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	11200
Total US \$		243090	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861	116205

Tabla N°38

Depreciación en el Área de Administración												
Rubro	Vida útil (años)	Monto (\$)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Liquidación1	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Liquidación2
Maquinaria y Equipo	4	6900	1725	1725	1725	1725	0	1725	1725	1725	1725	0
Muebles y Enseres	4	2293	573	573	573	573	0	573	573	573	573	0
Total US \$		9193	2298	2298	2298	2298	0	2298	2298	2298	2298	0

Tabla N°39

Presupuesto de Fabricación de Gastos Indirectos								
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Agua	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056	1056
Luz	18186	18186	18186	18186	18186	18186	18186	18186
Petróleo	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
Mantenimiento Equipos	13517	13517	13517	13517	13517	13517	13517	13517
Otros	20	20	20	20	20	20	20	20
Depreciación	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861
TOTAL US \$	50080	50080	50080	50080	50080	50080	50080	50080

Tabla N°40

Gastos Administrativos								
Detalle	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5	Año6	Año7	Año8
Sueldos	64440	64440	64440	64440	64440	64440	64440	64440
Viáticos	260	260	260	260	260	260	260	260
Otros Representación	40	40	40	40	40	40	40	40
Útiles de Oficina	45	45	45	45	45	45	45	45
Teléfono	60	60	60	60	60	60	60	60
Telefax	20	20	20	20	20	20	20	20
Facturas, boletas, etc.	55	55	55	55	55	55	55	55
Otros Generales	20	20	20	20	20	20	20	20
Depreciación	2298,2	2298,2	2298,2	2298,2	2298,2	2298,2	2298,2	2298,2
Total US \$	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239

Tabla N°41

Gastos de Ventas								
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Publicidad	340	340	340	340	340	340	340	340
Movilidad	120	120	120	120	120	120	120	120
Total US \$	460	460	460	460	460	460	460	460

Tabla N°42

Resumen del Presupuesto de Costo

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
1. C. de Fabricación	168758	247876	346774	406113	406113	406113	406113	406113
1.1. COSTO DIRECTO								
Materia Prima	118678	197796	296694	356033	356033	356033	356033	356033
1.2. G. DE FABRICACION								
Otros gastos ind.	34219	34219	34219	34219	34219	34219	34219	34219
Depreciación	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861
2. G. Operativo	83559	83559	83559	83559	83559	83559	83559	83559
2.1. G. de Administración	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239
2.2. G. de ventas	460	460	460	460	460	460	460	460
2.3. Depreciación	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861	15861
Total US \$	252317	331435	430333	489672	489672	489672	489672	489672

Tabla N°43

Costos Fijos y Variables								
Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Costos Variables								
Materia Prima	118678	197796	296694	356033	356033	356033	356033	356033
M.O. Directa	0	0	0	0	0	0	0	0
Materiales Directos	0	0	0	0	0	0	0	0
Suministros	0	0	0	0	0	0	0	0
Total C.V. US \$	118678	197796	296694	356033	356033	356033	356033	356033
Costos Fijos								
M.O. Indirecta	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación	31721	31721	31721	31721	31721	31721	31721	31721
G. Administrativos	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239
G. de Ventas	460	460	460	460	460	460	460	460
Otros gastos ind.	34219	34219	34219	34219	34219	34219	34219	34219
Total C.F. US \$	133639	133639	133639	133639	133639	133639	133639	133639
Total Costos US \$	252317	331435	430333	489672	489672	489672	489672	489672

3.5. Evaluación económica y financiera

Tabla N°44
Estado de Ganancias y Pérdidas

Rubro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ingresos	270833	451388	677082	812499	812499	812499	812499	812499
Costo de Fabricación	50080	50080	50080	50080	50080	50080	50080	50080
Costo de Operación	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239
Gastos Financieros								
Utilidad Bruta	153514	334069	559763	695180	695180	695180	695180	695180
Impuesto a la Renta	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Neta US \$	388152	568707	794401	929817	929817	929817	929817	929817

Tabla N°45
Flujo de Caja Económico

Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Ingresos								
Ingresos por Ventas	270833	451388	677082	812499	812499	812499	812499	812499
C. Inversión								
Activo tangible	353829	353829	353829	353829	353829	353829	353829	353829
Activo intangible	680	680	680	680	680	680	680	680
Capital de Trabajo	64440	64440	64440	64440	64440	64440	64440	64440
Imprevistos	35383	35383	35383	35383	35383	35383	35383	35383
Cost. Fabricación	50080	50080	50080	50080	50080	50080	50080	50080
Cost. Operativo	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239	67239
FCE	388152	568707	794401	929817	929817	929817	929817	929817

Tabla N°46

Flujo de Caja Financiero								
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
FLUJO FINANCIERO								
T.E.A. %	16%							
Financiamiento	395263							
Amortización	49408	49408	49408	49408	49408	49408	49408	49408
Intereses	63242	63242	63242	63242	63242	63242	63242	63242
Prestación	112650	112650	112650	112650	112650	112650	112650	112650
Flujo de Caja Financiero	225300	225300	225300	225300	225300	225300	225300	225300

Tabla N°47

Cálculo de VANE			
Año	Período	Flujo Neto	Valor Actual
2011	0	-395263	-395263
2012	1	388152	387532
2013	2	568707	566891
2014	3	794401	790600
2015	4	929817	923890
2016	5	929817	922414
2017	6	929817	920941
2018	7	929817	919470
2019	8	929817	918001
Total US \$			5954476

Tabla N°48

Cálculo de VANF			
Año	Período	Flujo Neto	Valor Actual
2011	0	-395263	-395263
2012	1	225300	224940
2013	2	225300	224580
2014	3	225300	224222
2015	4	225300	223864
2016	5	225300	223506
2017	6	225300	223149
2018	7	225300	222792
2019	8	225300	222437
Total US \$			1394227

Tabla N°49

Cálculo de TIRE y B/C			
Año	Período	Flujo Neto	Valor Actual
2011	0	-395263	-395263
2012	1	388152	387532
2013	2	568707	566891
2014	3	794401	790600
2015	4	929817	923890
2016	5	929817	922414
2017	6	929817	920941
2018	7	929817	919470
2019	8	929817	918001
TIRE %	131%		5954476
B/C	16,06		

Tabla N°50

Cálculo de TIRF			
Año	Período	Flujo Neto	Valor Actual
2011	0	-395263	-395263
2012	1	225300	224940
2013	2	225300	224580
2014	3	225300	224222
2015	4	225300	223864
2016	5	225300	223506
2017	6	225300	223149
2018	7	225300	222792
2019	8	225300	222437
TIRF %	55%		1394227
B/C	4,53		

Tabla N°51

Período de Recuperación de Capital	
Beneficio Actual Neto	5954476
Promedio Anual de Beneficio Neto	744310
Inversión	395263
PRC	0,5

Capítulo IV: RESULTADOS

- En la planta de valorización de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) se seleccionaron los siguientes equipos:

Descripción de equipos	Cantidad	Potencia Motriz (KW)	Potencia Instalada (KW)
Destalonador 18,1 KW	1	18,1	18,1
Banda transportadora 3KW/ 1200X3600 mm	1	3	3
Trituradora 7,5 KW	1	7,5	7,5
Banda transportadora 1,5KW/ 800X3600 mm	1	1,5	1,5
Molino primario 30 KW	1	30	30
Banda transportadora 1,5 KW/ 800X1800 mm	1	1,5	1,5
Separador magnético 1,5 KW/ 800x1800 mm	1	1,5	1,5
Tornillo helicoidal 1,5 KW/ Ø 240 mm X 5000 mm	1	1,5	1,5
Molino secundario 75 KW	1	75	75
Soplador centrífugo 4,4 KW	2	4,4	8,8
Rotoválvula de alimentación 0,373 KW	3	0,373	1,119
Rotoválvula de descarga 0,373 KW	3	0,373	1,119
Tamiz vibratorio 0,75 KW	1	0,75	0,75
Fluorescentes 39W	10	0,039	0,39
Foco ahorrador 15W	10	0,015	0,15
Impresora	2	0,15	0,3
PC	8	0,2	1,6
Ventilador de techo	3	0,2	0,6
Fax	1	0,15	0,15
Total (KW)			154,58

- La capacidad de producción de la planta:

Tipo de subproducto	% en NFU	Ton/ año	Ton/ día	Ton/ hora
Acero	15	593,39	2,06	0,26
Fibra textil	16	632,95	2,20	0,27
Caucho	69	2729,58	9,48	1,18
Total	100	3955,92	13,74	1,72

❑ Rendimiento de planta:

Rendimiento de planta (Kg NFU/KW)	11
-----------------------------------	-----------

❑ Productividad:

Productividad (Costo producto terminado / (Costo fijo + Costo Variable))	1,58
---	-------------

❑ Los indicadores económicos y financieros:

Indicadores Económicos	
VANE	5954476
TIRE	131%
B/C	16,06

Indicadores Financieros	
VANF	1394227
TIRF	55%
B/C	4,53

PRC (años)	0,5
------------	-----

Capítulo V: CONCLUSIONES

- ❑ Se seleccionó los equipos y/o máquinas para el tratamiento mecánico (valorización material) de los NFU, mostrando sus especificaciones técnicas, las cuáles serán atendidas por el proveedor de maquinaria o consideradas para el proceso de diseño mecánico.

- ❑ Con la puesta en marcha de este modelo retiraremos de rellenos sanitarios, talleres y otras zonas de acopio un total anual de 3,955.92 toneladas de NFU/año equivalente a 169,115 de éstos. Solo así apoyaremos la mejora del medio ambiente de esta región.

- ❑ La capacidad de producción y rendimiento en planta se elevará al paso del tiempo, debido al permanente crecimiento de nuestro parque vehicular.

- ❑ Los indicadores económicos y financieros señalan que el proyecto es viable debido al $VAN < 0$, $TIR > TEA$, $B/C > 1$, las amortizaciones bajas y el menor tiempo de recuperación. Aunque se hayan trabajado con ingresos previstos.

- ❑ La utilización de procesos mecánicos para realizar la valorización es lo más acertado pues no se generan residuos peligrosos y se ahorra en gastos de operación referidos al impacto ambiental, el cuál es casi nulo en este proyecto.

- ❑ El mercado de insumos derivados de NFU crecerá puesto que se encuentran a precios bajos y no se importarán productos de Europa.

Capítulo VI: RECOMENDACIONES

- ❑ No se recomienda la valorización energética de caucho en hornos giratorios para clínker dado que no cuentan con un revestimiento interior adecuado para soportar las altas temperaturas que genera este producto (superior a 1700°C).

- ❑ Recomendamos el uso de polvo de caucho en construcción (Aditivo para cemento Portland) aunque es necesario una investigación previa pues la tecnología es nueva.

- ❑ Se señala demanda para los siguientes usos:
 - Polvo de caucho: Aditivo para asfalto y fabricación de productos.
 - Acero galvanizado: Materia prima para acerías o fundidoras.
 - Fibras textiles: Materia prima para fabricación de productos que contengan poliamida: impermeables de césped sintético, hilos, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) SHIGLEY, Joseph y MISCHKE, Charles. Diseño en ingeniería mecánica. 6a. ed. México, D.F.: McGraw Hill, 2002. 1279 p.
ISBN: 9701036468
- (2) CANO, Encarnación, CEREZO, Lidia y URBINA, Marina. Valorización material y energética de los neumáticos fuera de uso. 1ª. ed. Madrid: Elecé Industria Gráfica, 2007. 100 p.
ISBN: 9788461183432
- (3) POMAR Gascón, Jorge. Planta de reciclado y valorización de neumáticos fuera de uso (NFU's) en Aragón. Trabajo final de carrera (Ingeniero de Organización Industrial). Aragón, España: Universitat de Vic, Escola Politècnica Superior, 2008. 221 p.
- (4) Análisis del desecho de neumáticos fuera de uso: Estudio para la evaluación mercadológica de los desechos industriales en El Salvador. El Salvador: Universidad Don Bosco, Departamento del Medio Ambiente, [2002?]. 45 p.
- (5) MALDONADO, Armando. Conceptos básicos de mantenimiento aplicados a flotas vehiculares. 1ª. ed. México D.F.: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, 2009. 5 p.
- (6) Física en la guía 2000 [en línea]. Noviembre 2006. [fecha de consulta: 26 Noviembre 2010]
Disponible en:
<http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/fuerza-de-rozamiento>
- (7) ARGENTINA, Ministerio de Educación. CONEAU. ACCEDE – Ingeniería en minas. Argentina: [s.n.], 2002. pp. 1- 5
<http://www.coneau.gob.ar/archivos/374.pdf>
<https://www.orientalmotor.com.mx/herramientas-de-dimensionamiento-para-motores/cinta-transportadora-de-banda-dimensionamiento.html>
- (8) Conveyor Handbook [en línea]. June 2009. [fecha de consulta: 26 Noviembre 2010]. 39 p.
Disponible en:
http://www.apexfenner.com.au/pdf/Conveyor_Handbook.pdf
- (9) Manuel Just Verdú S.A.
Disponible en:
<http://www.mjv.es/empresa.htm>

- (10) GUSMEROLI, Dardo. Máquinas de elevación y transporte. México: Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, 2009. 56 p.
Disponible en:
<http://www.scribd.com/doc/24729435/33/Calculo-de-capacidad-de-transporte-de-una-cinta-transportadora>
- (11) LOAYZA, Jorge. Gestión ambiental de neumáticos fuera de uso. Boletín electrónico informativo sobre productos y residuos químicos [en línea]. Setiembre 2006, año 2 n° 17. [fecha de consulta: 26 Noviembre 2010].
Disponible en:
http://www.unmsm.edu.pe/quimica/ing%20loayza/BOLETIN_17.pdf
- (12) LOAYZA, Jorge. Reaprovechamiento de neumáticos desechados. Boletín electrónico informativo sobre productos y residuos químicos [en línea]. Agosto 2007, año 3 n° 28. [fecha de consulta: 26 Noviembre 2010].
Disponible en:
http://www.unmsm.edu.pe/quimica/ing%20loayza/BOLETIN_28.pdf
- (13) Tornillos Sin Fin. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ingeniería Mecánica, [2010?].
http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/tornillos_sin_fin.pdf
- (14) Teoría de los ventiladores.
Disponible en:
http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm#clas
- (15) PERÚ. Ministerio de la Producción. Reglamento Técnico para Neumáticos de Automóvil, Camión Ligero, Buses y Camiones [en línea]. Lima: Diario El Peruano, 2005. [Fecha de consulta: 26 Noviembre 2010].
Disponible en:
[http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/NORMREGLAMENTOS/ds019-2005-produce\(1\).pdf](http://www.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/NORMREGLAMENTOS/ds019-2005-produce(1).pdf)
- (16) ESPAÑA, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Neumáticos Fuera de Uso.
Disponible en:
<http://www.cedexmateriales.vsf.es/view/ficha.aspx?idresiduo=287&idmenu=327>
- (17) Hukki, R. T. Proposal for a Solomonic Settlement Between the Theories of Von Rittinger, Kick, and Bond, Trans. AIME, Vol. 223, 1962.

- (18) Aplicaciones del Caucho S.A.
Disponible en:
http://www.aplicasa.es/producto_285_bandas-de-caucho-nucleo-textil.html
- (19) Standar Industrial Inc.
Disponible en:
http://www.standard-a.com/New_Products/Sealing_Conveyor_Belt/?lang=es
- (20) Cinta transportadora
Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/36016911/Elevador-a-Cangilones>
- (21) Fundamentos del diseño de cintas
Disponible en:
<http://descom.jmc.utfsm.cl/sgeywitz/procesos/CINTAS.htm>
- (22) Método de factor unitario
Disponible en:
<http://quimicalalibreta.blogspot.com/2015/07/fwd-metodo-del-factor-unitario.html>
- (23) RUMELCA. Información técnica
Disponible en:
www.rulmeca.it

ANEXOS

Anexo N°01: Anchos normalizados para bandas de caucho.

Anchos normalizados en mm	
Lisa	300, 400, 500, 600, 700, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.800, 2.000
Nervada	400, 500, 600, 650, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600
Rugosa	300, 400, 600, 800, 1.000, 1.200

Fuente: Empresa Manuel Just Verdú S.A.

Anexo N°02: Tipo de banda de caucho por inclinación de transporte.

Inclinación	Tipo banda	Material transportado
20°	Lisa	Paquetes, fardos y productos a granel
30°	Nervada	Productos a granel (secos)
40°	Nervada	Fardos o productos a granel (húmedos)
40°	Rugosa	Bultos y paquetería
70°	Con perfiles	Productos a granel
90°	Con perfiles	Ejecuciones especiales

Fuente: Empresa Manuel Just Verdú S.A.

Anexo N° 03: Cálculo de la potencia suplementaria, Ns (HP), en función del ancho y de la velocidad de banda (V).

Ancho de banda (mm)	Potencia suplementaria Ns (HP)
≤ 500	1.V
≤ 1500	2.V

Fuente: CONEAU – Ministerio de Educación Argentina

Anexo N° 04: Paso máximo aconsejable de las estaciones.

Ancho banda m	Paso de las estaciones ida			retorno m
	peso específico del material a transportar t/m ³			
	< 1.2 m	1.2 + 2.0 m	> 2.0 m	
300	1.65	1.50	1.40	3.0
400				
500				
650				
800	1.50	1.35	1.25	3.0
1000	1.35	1.20	1.10	3.0
1200	1.20	1.00	0.80	3.0
1400				
1600				
1800				
2000	1.00	0.80	0.70	3.0
2200				

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°05: Factor de rozamiento inferior f del material y los elementos giratorios.

Cintas transportadoras horizontales, ascendentes o ligeramente descendentes	velocidad m/s					
	1	2	3	4	5	6
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores estándares	0,0160	0,0165	0,0170	0,0180	0,0200	0,0220
Elementos giratorios y material con rozamientos interiores altos en condiciones de trabajo difíciles	desde 0,023 hasta 0,027					
Elementos giratorios de cintas transportadoras descendentes con motor freno y/o generador	desde 0,012 hasta 0,016					

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°06: Peso del núcleo de la cinta q_b

Carga de rotura de la banda N/mm	Banda reforzada con productos textiles (EP) Kg/m ²	Con elementos metálicos Steel Cord (ST) Kg/m ²
200	2.0	-
250	2.4	-
315	3.0	-
400	3.4	-
500	4.6	5.5
630	5.4	6.0
800	6.6	8.5
1000	7.6	9.5
1250	9.3	10.4
1600	-	13.5
2000	-	14.8
2500	-	18.6
3150	-	23.4

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N° 07: Peso de partes giratorias de los rodillos en estaciones (sup/inf).

Ancho banda	Diámetro rodillos mm									
	89		108		133		159		194	
mm	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri	Pprs	Ppri
	Kg									
400	—	—	—							
500	5.1	3.7	—							
650	9.1	6.5	—							
800	10.4	7.8	16.0	11.4	—					
1000	11.7	9.1	17.8	13.3	23.5	17.5				
1200			20.3	15.7	26.7	20.7	—			
1400					29.2	23.2	—			
1600					31.8	25.8	—			
1800							47.2	38.7	70.5	55.5
2000							50.8	42.2	75.3	60.1
2200							—	—	—	—

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°08: Factor de resistencias pasivas correspondidas a la temperatura

Temperatura °C	+ 20°	+ 10°	0	- 10°	- 20°	- 30°	
Factor	Ct	1	1,01	1,04	1,10	1,16	1,27

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°09: Coeficiente de resistencias fijas

Distancia entre ejes m	Cq
10	4.5
20	3.2
30	2.6
40	2.2
50	2.1
60	2.0
80	1.8
100	1.7
150	1.5
200	1.4
250	1.3
300	1.2
400	1.1
500	1.05
1000	1.03

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°10: Factor de abrazamiento C_W

Tipo de motorización	Ángulo de abrazamiento α	tensor de contrapeso tambor		tensor de tornillo tambor	
		sin revestimiento	con revestimiento	sin revestimiento	con revestimiento
	180°	0.84	0.50	1.20	0.80
	200°	0.72	0.42	1.00	0.75
	210°	0.66	0.38	0.95	0.70
	220°	0.62	0.35	0.90	0.65
	240°	0.54	0.30	0.80	0.60
	380°	0.23	0.11	-	-
	420°	0.18	0.08	-	-

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N° 11: Coeficiente de relleno de la sección

Tipo de carga	λ
Pesada y abrasiva	0,125
Pesada poco abrasiva	0,25
Ligera poco abrasiva	0,32
Ligera no abrasiva	0,4

Fuente: Dpto. de Ingeniería Mecánica – Universidad Carlos III de Madrid.

Anexo N° 12: Coeficiente de disminución del flujo de material.

Inclinación del canalón	0°	5°	10°	15°	20°	40°
k	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,2

Fuente: Dpto. de Ingeniería Mecánica – Universidad Carlos III de Madrid.

Anexo N° 13: Coeficiente de resistencia del material.

Material	Co Empírico
Harina, serrín, productos granulosos	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla, seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

Fuente: Dpto. de Ingeniería Mecánica – Universidad Carlos III de Madrid.

Anexo N°14: Diámetros mínimos recomendados para los tambores.

Carga de rotura de la banda N/mm	Bandas reforzadas con productos textiles DIN 22102			Bandas reforzadas con elemer tos metálicos ST DIN 22131		
	Ø tambor motriz mm	contra- tambor	desviador	Ø tambor motriz mm	contra- tambor	desviador
200	200	160	125	-	-	-
250	250	200	160	-	-	-
315	315	250	200	-	-	-
400	400	315	250	-	-	-
500	500	400	315	-	-	-
630	630	500	400	-	-	-
800	800	630	500	630	500	315
1000	1000	800	630	630	500	315
1250	1250	1000	800	800	630	400
1600	1400	1250	1000	1000	800	500
2000	-	-	-	1000	800	500
2500	-	-	-	1250	1000	630
3150	-	-	-	1250	1000	630

Anexo N°15: Diámetro de los rodillos aconsejado.

Ancho banda mm	Para velocidad ≤ 2 m/s			2 + 4 m/s			≥ 4 m/s		
	Ø rodillos mm			Ø rodillos mm			Ø rodillos mm		
500	89			89					
650	89			89	108				
800	89	108		89	108	133	133		
1000	108	133		108	133		133	159	
1200	108	133		108	133	159	133	159	
1400	133	159		133	159		133	159	
1600	133	159		133	159	194	133	159	194
1800	159	159	194	159	194				
2000	159	194		159	194		159	194	
2200 y superior	194			194			194		

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°16: Producción de rodillos PSV.

Rodillo Tipoi	Diámetro rodillo mm	Diámetro rodillo pulgadas	diseño básico	Espesor del tubo mm	Cabezal espesor	Diámetro del eje	Tipo Rodamiento
PSV-1	63		N	3	2,5	20	6204 C3
	76	3"	N	3			
	89		N	3			
	102	4"	N	3			
	108		N	3,5			
	114	4,5"	N	3,5			
	127	5"	N	4			
	133		N	4			
	140		N	4			
PSV-2	76	3"	N	3	3	25	6205 C3
	89		N	3			
	102	4"	N	3			
	108		N	3,5			
	114	4,5"	N	3,5			
	127	5"	N	4			
	133		N	4			
	140	5,5"	N	4			
	152	6"	N	4			
	159		N	4,5			
168		N	4,5				

Fuente: Información técnica – RULMECA.

Anexo N°17: Factor de seguridad en banda transportadora.

fs	1.5	1.75	2.0
----	-----	------	-----

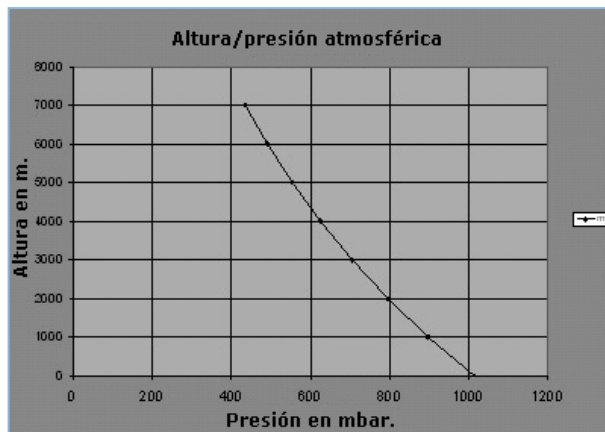
Fuente: Informes técnicas – Oriental Motor.

Anexo N° 18: Constante que depende del material (K) y densidad relativa de algunos materiales.

Material	Densidad Relativa	Índice de Trabajo (K)
Bauxita	2.2	8.78
Clinker de Cemento	3.15	13.45
Mat. Primas de cemento	2.67	10.51
Arcilla	2.51	6.3
Carbón	1.4	13
Coque	1.31	15.13
Granito	2.66	15.13
Grava	2.66	16.06
Mineral de yeso	2.69	6.73
Mineral de hierro	3.53	12.84
Piedra caliza	2.66	12.74
Mineral de fosfato	2.74	9.92
Cuarzo	2.65	13.57
Esquisto	2.63	15.87
Pizarra	2.57	14.3
Basalto	2.87	19.32

Fuente: McCabe Smith. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química.

Anexo N° 19: Presión atmosférica en función a la altura.



Anexo N° 20: Factor de corrección temperatura – altitud

AIR TEMP (F°)	ALTITUDE (feet) with BAROMETRIC PRESSURE (HG)							
	0'	500'	1000'	1500'	2000'	2500'	3000'	3500'
29.92								
29.38								
28.86								
28.33								
27.82								
27.31								
26.82								
26.32								
-15	.79	.81	.82	.84	.85	.87	.88	.90
0	.87	.88	.90	.92	.93	.95	.97	.99
70	1.00	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14
100	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20
150	1.15	1.17	1.19	1.22	1.24	1.26	1.28	1.31
200	1.25	1.27	1.29	1.32	1.34	1.36	1.39	1.42

Fuente: Chicago Blower Corporation.

Anexo N° 21: Ficha técnica de sopladores CHICAGO BLOWER COPORATION

PERFORMANCE
Direct Drive

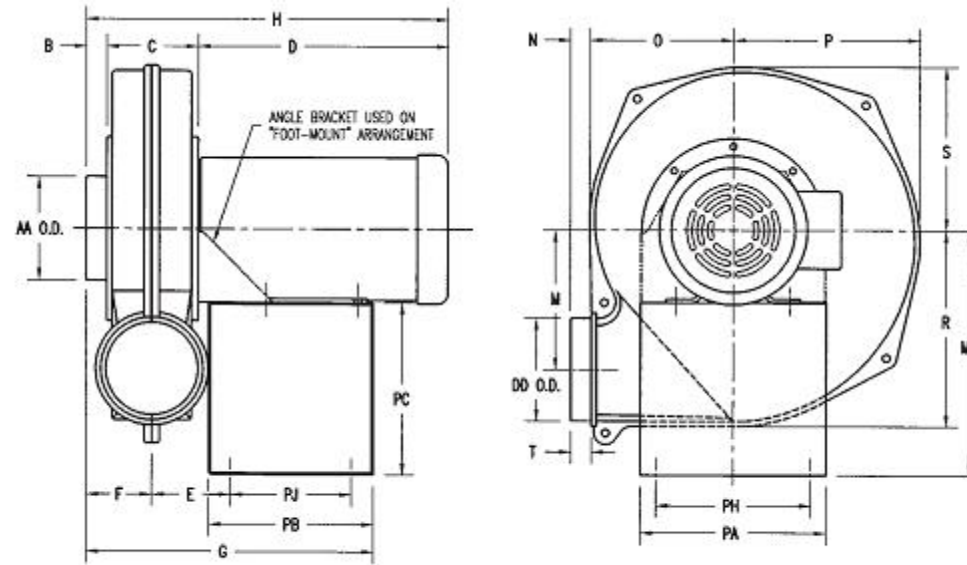
DESIGN 38-CPB

CHICAGO BLOWER CORPORATION

**3450
RPM**

Model	Wheel	Inlet	1" SP		2" SP		3" SP		4" SP		6" SP		8" SP	
			CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP
800	8 x 2 1/4	4	269	0.43	238	0.39	157	0.34						
800	8 x 2 3/4	4	276	0.57	246	0.53	170	0.45						
900	8 x 2 3/4	5	353	0.41	294	0.32	237	0.28	144	0.21				
900	8 1/2 x 2 3/4	5	392	0.49	344	0.45	293	0.40	225	0.33				
900	9 x 2 7/8	5	436	0.59	393	0.55	342	0.48	290	0.43				
900	9 3/4 x 2 7/8	5	491	0.73	452	0.69	413	0.64	369	0.57	219	0.38		
900	10 5/8 x 2 7/8	5	557	0.99	521	0.93	487	0.87	454	0.81	366	0.66		
1000	9 x 2 7/8	6	594	0.95	528	0.85	440	0.73	343	0.50				
1000	9 3/4 x 2 7/8	6	685	1.18	625	1.10	558	1.00	469	0.90	205	0.58		
1000	10 5/8 x 2 7/8	6	787	1.43	730	1.36	665	1.27	601	1.20	456	0.98		
1000	11 x 2 3/4	6	811	1.57	753	1.47	690	1.39	625	1.32	489	1.16		
1000	11 1/2 x 2 7/8	6	857	1.94	798	1.85	741	1.72	681	1.63	551	1.40	368	1.03
1500	14 x 3 1/4 BC	6	1333	3.46	1287	3.39	1233	3.30	1155	3.23	971	3.01	788	2.69
1500	14 x 3 1/4	6	1477	4.46	1436	4.28	1392	4.09	1343	3.90	1202	3.70	994	3.39
1500	15 1/2 x 5 BC	6	1582	5.15	1552	5.14	1517	5.11	1482	5.03	1413	4.76	1333	4.41
1500	16 1/2 x 4 3/8 BC	6	1708	6.37	1685	6.30	1660	6.22	1635	6.14	1577	5.95	1492	5.71
1500	16 1/2 x 5 BC	6	1713	6.28	1705	6.21	1697	6.14	1689	6.06	1646	5.89	1552	5.71
1500	15 1/2 x 5	6	1753	6.66	1721	6.54	1688	6.43	1655	6.31	1584	6.05	1504	5.62

DIMENSIONS
Direct Drive

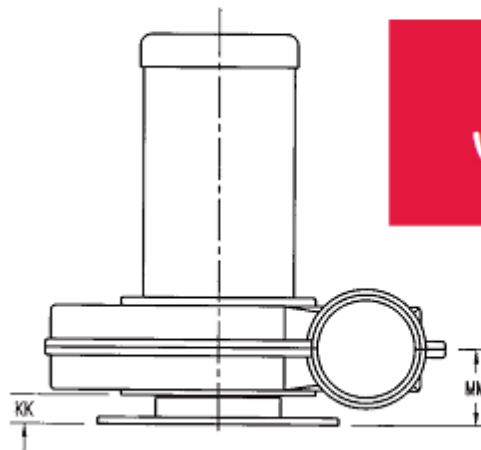


MODEL	MOTOR FRAME	GENERAL ASSEMBLY DIMENSIONS								BLOWER HOUSING DIMENSIONS								
		AA	B	C	D	E	F	G	H	M	N	O	P	R	S	T	DD	MD
1500	182T-184T	6, 8, 10		7-5/16	13-15/16	5-15/16	4-15/16	21-1/8	22-3/8	8-5/8	1	9-13/16	11-3/8	12-7/8	10-13/16		8	
	213T-215T	6, 8, 10		7-5/16	15-9/16	6-1/8	4-15/16	21-5/16	24	8-5/8	1	9-13/16	11-3/8	12-7/8	10-13/16		8	
	254T-256T	6, 8, 10		7-5/16	19-19/32	6-1/8	4-15/16	25-9/16	28-1/32	8-5/8	1	9-13/16	11-3/8	12-7/8	10-13/16		8	

MODEL	PEDESTAL DIMENSIONS					APPROX SHIP WEIGHT	VERTICAL	
	PA	PB	PC	PH	PJ		KK	MM
1500	12	11-3/4	10-11/16		8-3/4	85		5-1/4
	12	11-3/4	9-15/16		8-3/4	92		5-1/4
	16-1/2	16	8-15/16		13	105		5-1/4

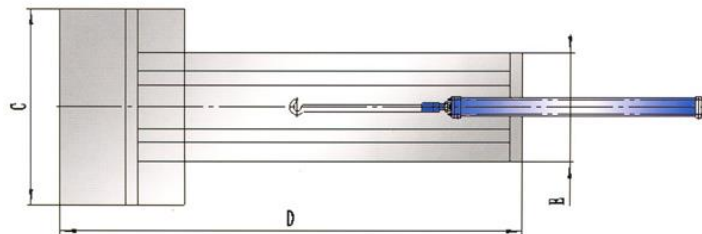
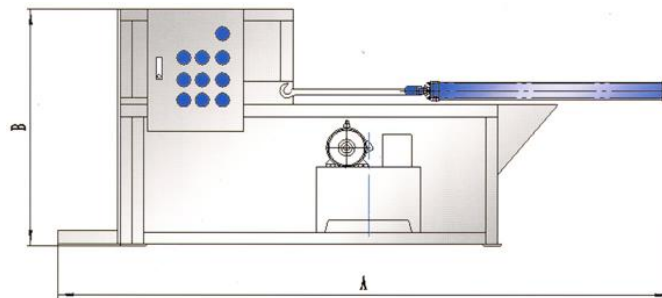
NOTES:

All motors available with C-face flange.
 Shipping weights based on heaviest combination in series.
 Dimensions are shown in inches.
 Do not use for construction unless certified.
 Dimensions shown are for BH discharge only and may vary for other discharges
 Maximum speed is 3600 RPM.



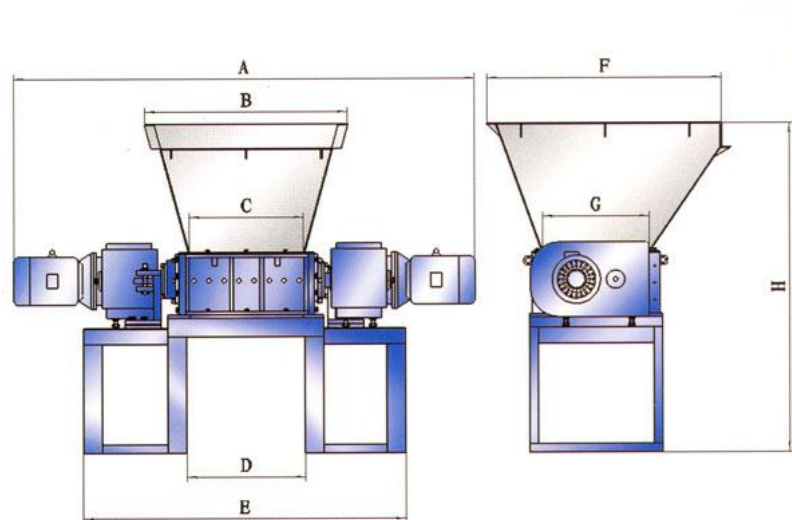
DIMENSIONS
Vertical Mount

Anexo N° 22: Ficha técnica de destalonador TITAN MACHINERY



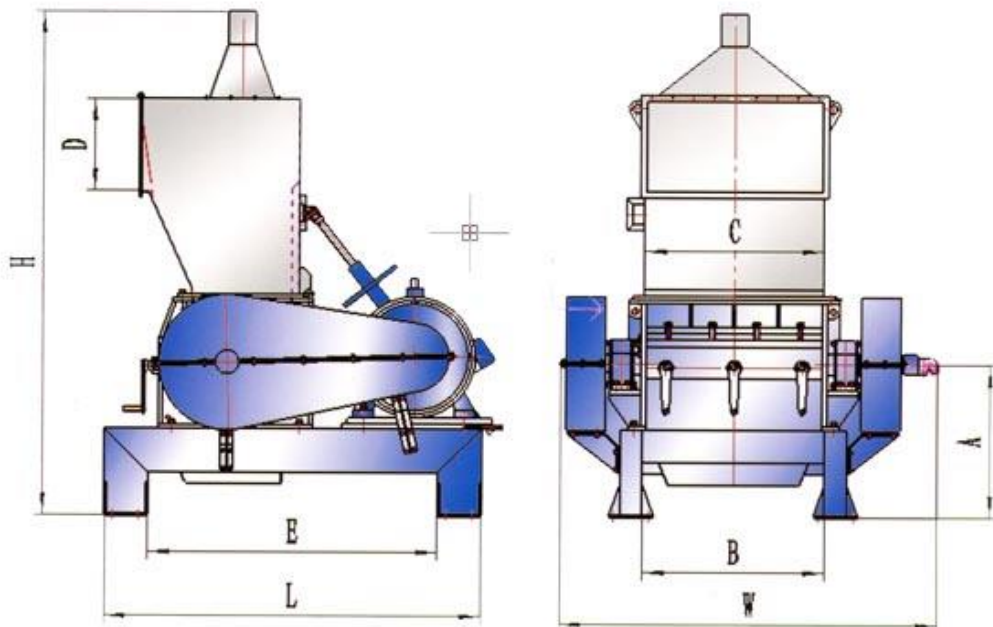
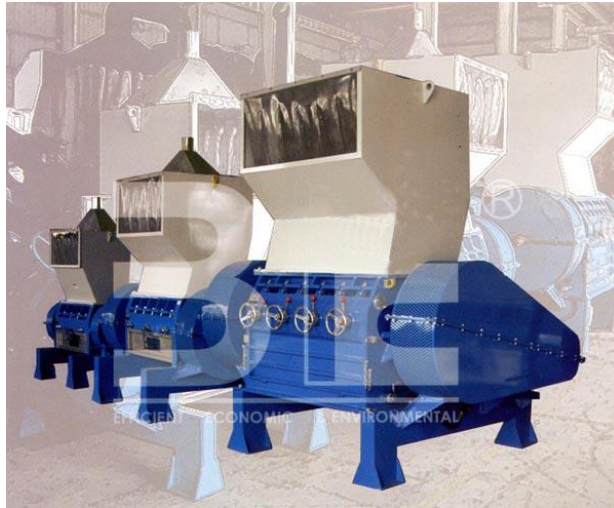
DATA	MODEL	YGLJ-1200	YGLJ-8
A (mm)		3750	3750
B (mm)		1700	1300
C (mm)		1230	830
D (mm)		2750	2750
E (mm)		660	660
Maximum Power (Mpa)		15	15
Maximum tire diameter (mm)		1200	800
Capacity (pc/h)		15	60
Motor power (kw)		18,5	11
Weight (kg)		2500	2300

Anexo N° 23: Ficha técnica de trituradora de 2 ejes TITAN MACHINERY



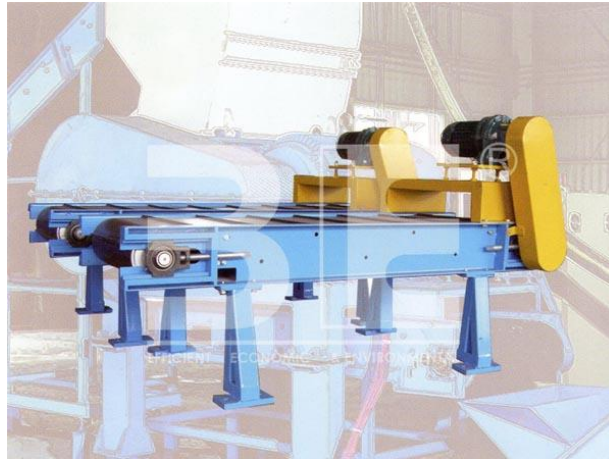
ITEM	A	B	C	D	E	F	G	H	Rotor diameter (mm)	Feed opening (ram)	Rotating speed (rpm)	Quantity of blades (pes)	Blades thickness (mm)	Motor power (kw)	Weight (kg)
MODEL	1800	3000	1300	804	830	1920	1260	460	1870	Ø 284	804x460	15	40	20	7.2400
															5+7.
															5

Anexo N° 24: Ficha técnica de molino primario TITAN MACHINERY

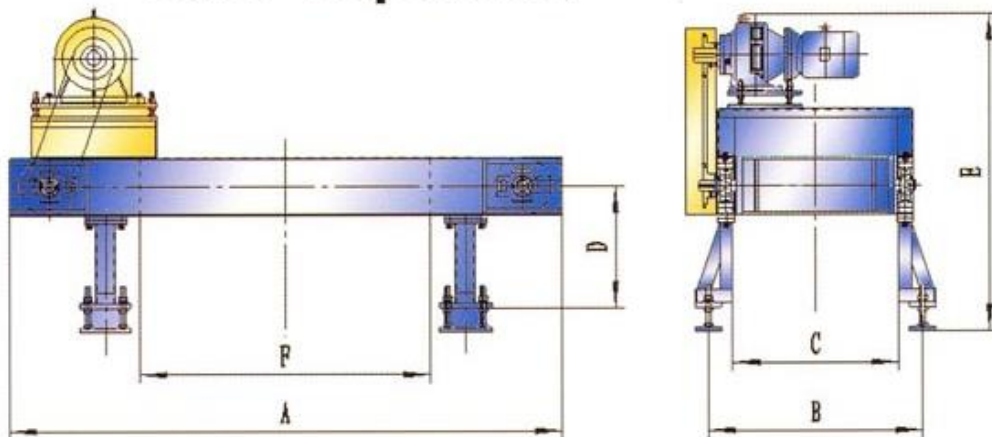


Data Model	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	L (mm)	W (mm)	H (mm)	Speed (rpm)	Power (KW)	Rotor Fixed knives (PCS)	Fixed blades (PCS)	Screen size (mm)	Weight (kg)
LGF3260	1092	830	600	440	1000	1400	1200	2260	360	30	52	4	08	1450

Anexo N°25: Ficha técnica de separador magnético TITAN MACHINERY

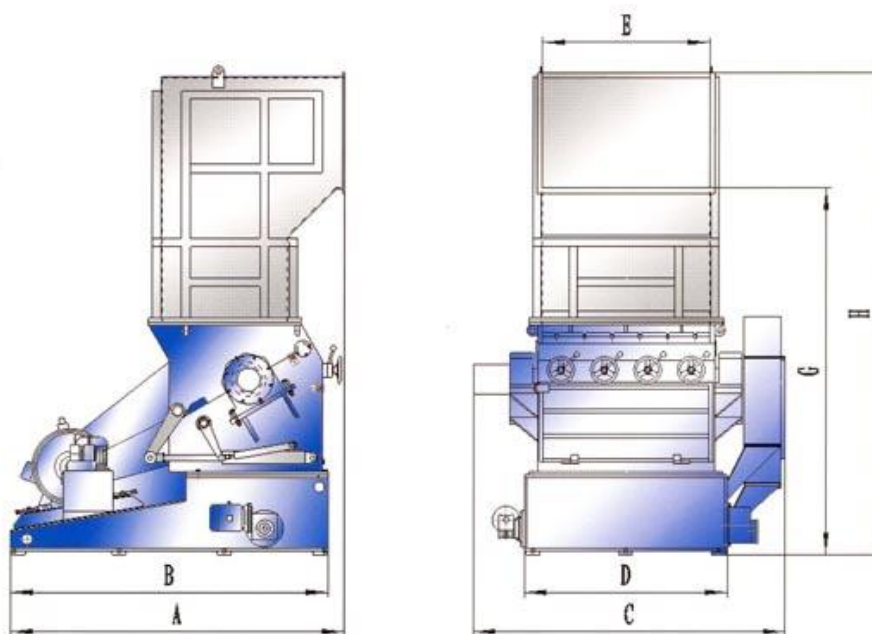
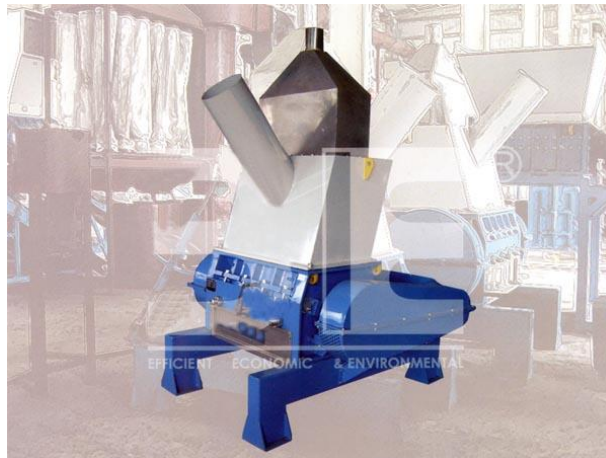


CXH Separator



Data	A	B	C	D	E	F	Motor Power	Rotating speed	Weight
Model	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(Kw)	(rpm)	(kg)
CXH 5080	1712	660	510	400	985	800	1.5	36	200
CXH 5090	1712	660	510	400	985	900	1.5	36	200

Anexo N°26: Ficha técnica de molino secundario TITAN MACHINERY



Model	A	B	C	D	E	H	G	Diameter	speed	Power	Rotor	Fixed	Screen	Weight
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(rpm)	(kw)	blades	blades	(mm)	(kg)
PC52120RIK53	2080	2000	2120	1460	1202	2910	2120	0 520	462	75	5X2	3X3	04	5600
PC66160RIK73	2420	2300	2650	1860	1602	4000	3110	0 660	462	110	7X4	3X4	04	8800

Anexo N°27: Ficha técnica de motoredutores sin fin GYROS.

Prestaciones de los motovariadores - reductores de vis sin fin
Performance of motor-variators & worm gearboxes

Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	Tipo Type	
0.18 4P n1= 1400	117-23	7.5	9-18	MVB 018 + MSF 040	
	88-17	10	12-23		
	59-11	15	17-32		
	44-8.5	20	22-40		
	35-6.8	25	27-47		
	29-5.7	30	30-51		
	22-4.3	40	37-62		
	18-3.4	50	22-40		
	22-4.3	40	38-63		
	18-3.4	50	44-73		
0.37 4P n1= 1400	15-2.8	60	50-80	MVB 018 + MSF 050	
	11-2.1	80	59-82		
	8.8-1.7	100	66-79		
	133-27	7.5	19-36		MVB 037 + MSF 050
	100-20	10	25-47		
	67-13	15	36-65		
50-10	20	46-82			
40-8	25	55-97			
33-6.7	30	61-107			
0.55 4P n1=1400	25-5	40	76-124	MVB 037 + MSF 063	
	20-4	50	89-120		
	25-5	40	79-134		
	20-4	50	92-155		
	17-3.3	60	104-173		
	12.5-2.5	80	125-173		
	10-2	100	139-173		
	133-27	7.5	26-49		MVB 075 + MSF 063
	100-20	10	34-63		
	67-13	15	48-88		
50-10	20	62-112			
40-8	25	75-133			
33-6.7	30	81-146			
25-5	40	105-179			
20-4	50	123-207			
20-4	50	129-216	MVB 075 + MSF 075		
17-3.3	60	146-242			
12.5-2.5	80	176-250			
12.5-2.5	80	189-309			
0.75 4P n1=1400	10-2	100	218-350	MVB 075 + MSF 090	
	133-27	7.5	39-73		
	100-20	10	51-94		
	67-13	15	72-132		
	50-10	20	92-168		
	40-8	25	112-199		
	33-6.7	30	126-219		
	25-5	40	156-232		
	20-4	50	185-310		
	20-4	50	192-320		MVB 075 MSF 075
	17-3.3	60	219-300		
	17-3.3	60	230-389		MVB 075 + MSF 090
	12.5-2.5	80	265-428		
	10-2	100	303-410		MVB 075 + MSF 110
12.5-2.5	80	302-503			
10-2	100	348-575			

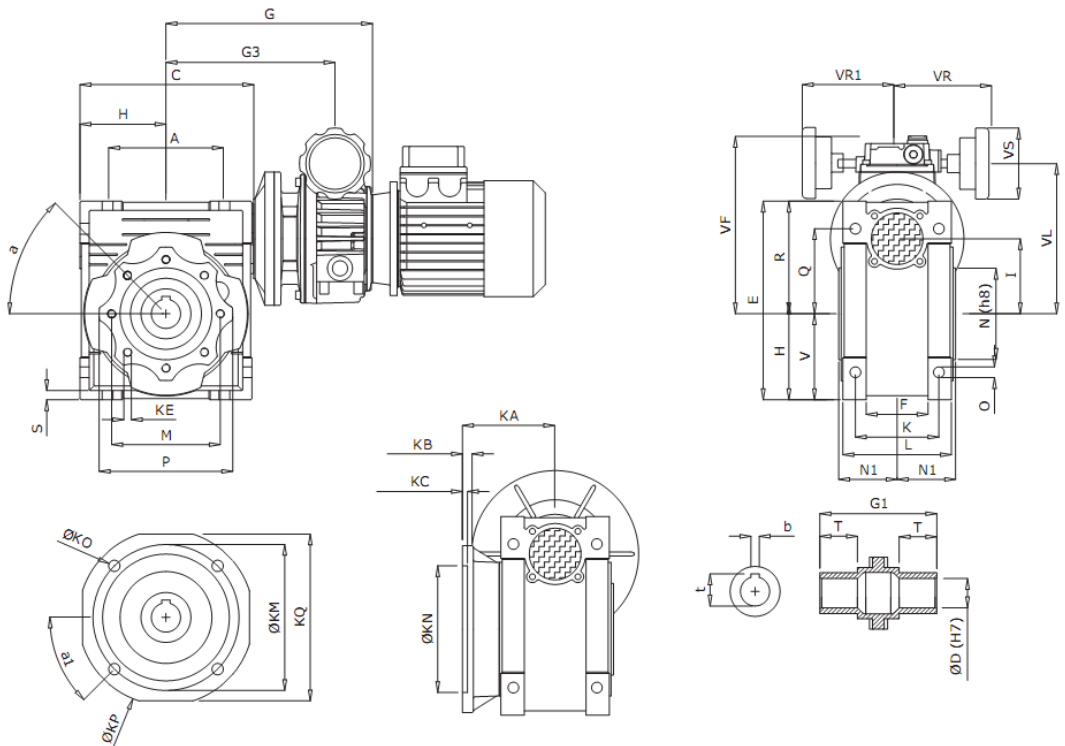
Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	Tipo Type	
1.10 4P n1= 1400	133-27	7.5	59-111	MVB 1.5 + MSF 075	
	100-20	10	77-144		
	67-13	15	110-203		
	50-10	20	142-258		
	40-8	25	172-308		
	33-6.7	30	195-340		
	25-5	40	245-360		
	100-20	10	78-146		
	67-13	15	113-208		
	50-10	20	146-266		
1.50 4P n1= 1400	40-8	25	177-320	MVB 1.5 + MSF 090	
	33-6.7	30	202-356		
	25-5	40	256-442		
	20-4	50	304-517		
	20-4	50	320-550		
	17-3.3	60	368-625		
	12.5-2.5	80	455-754		
	10-2	100	522-710		
	17-3.3	60	373-623		MVB 1.5 + MSF 130
	12.5-2.5	80	460-749		
10-2	100	531-868	MVB 1.5 + MSF 075		
133-27	7.5	78-148			
100-20	10	102-192			
67-13	15	147-270			
50-10	20	190-344			
40-8	25	229-330			
33-6.7	30	260-390			
25-5	40	327-360			
133-27	7.5	77-150		MVB 1.5 + MSF 090	
100-20	10	104-195			
67-13	15	150-277			
50-10	20	194-355			
40-8	25	236-427			
33-6.7	30	270-474			
25-5	40	341-589			
20-4	50	406-560			
20-4	50	426-733	MVB 1.5 MSF 110		
17-3.3	60	490-833			
17-3.3	60	498-831	MVB 1.5 + MSF 130		
12.5-2.5	80	614-999			
10-2	100	696-1100			
2.2 4P n1= 1400	133-27	7.5	120-226	MVB 2.2 + MSF 110	
	100-20	10	157-294		
	67-13	15	228-418		
	50-10	20	298-549		
	40-8	25	346-664		
	33-6.7	30	413-717		
	25-5	40	533-931		
	25-5	40	542-932		
	20-4	50	648-1097		
	17-3.3	60	746-1246		
	12.5-2.5	80	921-1499		
	10-2	100	1040-1100		

Prestaciones de los motovariadores - reductores de vis sin fin
Performance of motor-variators & worm gearboxes

Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	Tipo Type
3.0 4P n1= 1400	133-27	7.5	160-302	MVB 2.2 + MSF 110
	100-20	10	210-392	
	67-13	15	304-558	
	50-10	20	398-732	
	40-8	25	485-885	
	33-6.7	30	547-956	MVB 2.2 + MSF 130
	25-5	40	711-1030	
	133-27	7.5	160-301	
	100-20	10	211-395	
	67-13	15	307-563	
50-10	20	402-733	MVB 2.2 + MSF 130	
40-8	25	490-885		
33-6.7	30	562-973		
25-5	40	720-1242		
20-4	50	864-1463		

Motor Kw	n2 rpm	i	M2 Nm	Tipo Type
4.0	133-27	7.5	213-402	MVB 4.0
	100-20	10	279-523	
	67-13	15	405-744	
	50-10	20	530-975	
	40-8	25	647-1020	
	133-27	7.5	214-401	MVB 4.0
	100-20	10	281-527	
	67-13	15	410-751	
	50-10	20	536-978	
	40-8	25	653-1180	
33-6.7	30	749-1298	MVB 4.0	
25-5	40	960-1650		

Dimensiones
Overall dimensions



Dimensiones
Overall dimensions

Tamaño Size	a	a1	A	K	KC	KE	KM	KN	KO	M	N	N1	O	Q	S	V	b	D	t	T	
MVB 018	MSF 040	45°	45°	70	60	4	M6x8	87	60	9 (4)	75	60	36.5	6.5	55	6.5	35	6	18	20.8	26
MVB 018	MSF 050	45°	45°	80	70	5	M8x10	90	110	11 (4)	85	70	43.5	8.5	64	7	40	8	25	28.3	30
MVB 037																					
MVB 037	MSF 063	45°	45°	100	85	6	M8x14	150	115	11 (4)	95	80	53	8.5	80	8	50	8	25	28.3	36
MVB 075																					
MVB 037	MSF 075	45°	45°	120	90	6	M8x14	165	130	14 (4)	115	95	57	11	93	10	60	8	28	31.3	40
MVB 075																					
MVB 1.5																					
MVB 075	MSF 090	45°	45°	140	100	6	M10x18	175	152	14 (4)	130	110	67	13	102	11	70	10	35	38.3	45
MVB 1.5																					
MVB 1.5	MSF 110	45°	45°	170	115	6	M10x18	230	170	14 (8)	165	130	74	14	125	14	85	12	42	45.3	50
MVB 2.2																					
MVB 4.0																					
MVB 1.5	MSF 130	45°	22.5°	200	120	6	M12x21	255	180	16 (8)	215	180	81	16	140	15	100	14	45	48.8	60
MVB 2.2																					
MVB 4.0																					

Tamaño Size	C	E	F	G	G1	G3	H	I	KA	KB	KP	KQ	L	P	R	VF	VL	VS	VR	VR1	
MVB 018	MSF 040	100	121.5	43	183	78	135	50	40	67	7	110	95	71	87	71.5	151	118	85	110	110
MVB 018	MSF 050	120	144	49	193	92	145	60	50	90	9	125	110	85	100	84	161	128	85	110	110
MVB 037					190		154										173	140	85	110	110
MVB 037	MSF 063	144	174	67	205	112	169	72	63	82	10	180	142	103	110	102	186	153	85	110	110
MVB 075					234		181										203	170	110	120	120
MVB 037	MSF 075	172	205	72	223	120	187	86	75	111	13	200	170	112	140	119	198	165	85	110	110
MVB 075					252		198										215	182	110	120	120
MVB 1.5					301		228										219	197	110	150	-
MVB 075	MSF 090	208	238	74	269	140	215	103	90	111	13	210	200	130	160	135	230	197	110	120	120
MVB 1.5					318		245										234	212	110	150	-
MVB 1.5	MSF 110	252.5	295	-	348	155	275	128	110	131	15	280	260	144	200	168	254	232	110	150	-
MVB 2.2					368		291										298	260	110	160	-
MVB 4.0					368		291										298	260	110	160	-
MVB 1.5	MSF 130	292.5	335	-	368	170	295	148	130	140	15	320	290	155	250	188	274	252	110	150	-
MVB 2.2					388		311										318	280	110	160	-
MVB 4.0					388		311										318	280	110	160	-

Anexo N°28:Tabla de Tamices Estándar Tyler.

Malla	Abertura de tamiz (mm)
3	6,68
4	4,699
6	3,327
8	2,362
10	1,651
14	1,168
20	0,833
28	0,589
35	0,417
48	0,295
65	0,208
100	0,147
150	0,104
200	0,074

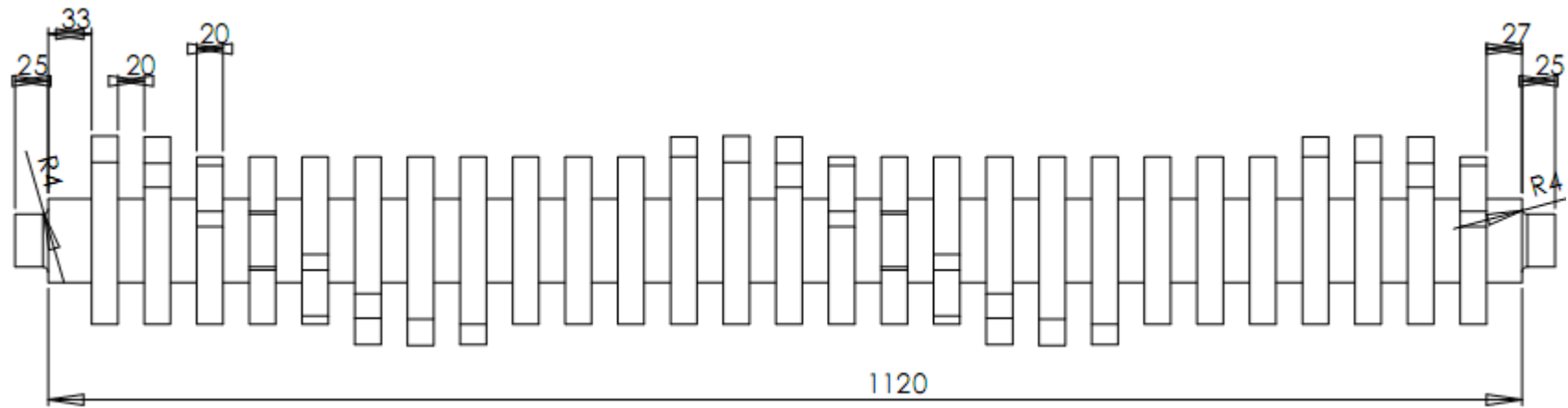
Fuente: McCabe Smith. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química.

Anexo N° 29: Selección de molino en función a división de sólidos.

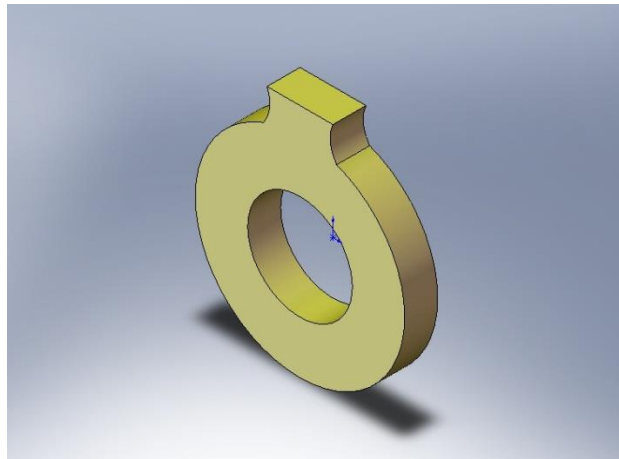
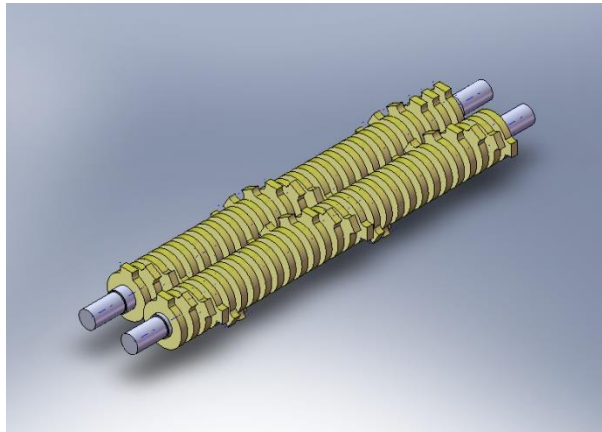
TIPO DE MOLINO	MECANISMO DE PULVERIZACIÓN	TAMAÑO DE PARTÍCULA (µm)	MATERIALES ADECUADOS	MATERIALES NO ADECUADOS
Rodillos	Compresión	> 100	Blandos Friables	Abrasivos Fibrosos
Martillos	Impacto+fricción	50-100	Friables No abrasivos o poco abrasivos	Fibrosos Adhesivos Bajo punto de fusión
Puas o agujas	Impacto+fricción	50	Friables No abrasivos o poco abrasivos	Fibrosos Adhesivos Abrasivos
Cuchillas	Cizalladura	50-100	Fibrosos	Duros Friables Abrasivos
Bolas	Impacto+fricción	10-50	Moderadamente duros Abrasivos	Fibrosos Blandos
Molino de platos	Fricción+cizalladura	> 100	Muy duros Friables	Fibrosos Blandos
Molino coloidal	Fricción+cizalladura	1-10	Suspensiones	Productos solubles
Micronizadores	Impacto+fricción	0,5-5	Moderadamente duros Friables	Fibrosos Adhesivos

Fuente: Dra. Mireia Oliva Herrera.

Anexo N°30: Cotas de eje de triturador.



Anexo N°31: Vistas de sistema de corte, y cuchilla.



Anexo N°32: Intervalo de eficiencia de remoción para las diferentes familias de ciclones.

Familia de ciclones	Eficiencia de remoción (%)		
	PST	PM10	PM2.5
Convencionales	70 - 90	30 - 90	0 - 40
Alta eficiencia	80 - 99	60 - 95	20 - 70
Alta capacidad	80 - 99	10 - 40	0 - 10

Fuente: Diseño Óptimo de ciclones - Carlos Alberto Echeverri Londoño, Medellín, 2006

Anexo N°33: Características de los ciclones de alta eficiencia.

Dimensión	Nomenclatura	Tipo de ciclón		
		Stairmand	Swift	Echeverri
Diámetro del ciclón	Dc/Dc	1.0	1.0	1.0
Altura de entrada	a/Dc	0.5	0.44	0.5
Ancho de entrada	b/Dc	0.2	0.21	0.2
Altura de salida	S/Dc	0.5	0.5	0.625
Diámetro de salida	Ds/Dc	0.5	0.4	0.5
Altura parte cilíndrica	h/Dc	1.5	1.4	1.5
Altura parte cónica	z/Dc	2.5	2.5	2.5
Altura total del ciclón	H/Dc	4.0	3.9	4.0
Diámetro salida partículas	B/Dc	0.375	0.4	0.375
Factor de configuración	G	551.22	698.65	585.71
Número cabezas de velocidad	NH	6.4	9.24	6.4
Número de vórtices	N	5.5	6.0	5.5

Fuente: Diseño Óptimo de ciclones - Carlos Alberto Echeverri Londoño, Medellín, 2006

Anexo N°34: Características de los ciclones convencionales.

Dimensión	Nomenclatura	Tipo de ciclón			
		Lapple	Swift	Peterson-Whitby	Zenz
Diámetro del ciclón	Dc/Dc	1.0	1.0	1.0	1.0
Altura de entrada	a/Dc	0.5	0.5	0.583	0.5
Ancho de entrada	b/Dc	0.25	0.25	0.208	0.25
Altura de salida	S/Dc	0.625	0.6	0.583	0.75
Diámetro de salida	Ds/Dc	0.5	0.5	0.5	0.5
Altura parte cilíndrica	h/Dc	2.0	1.75	1.333	2.0
Altura parte cónica	z/Dc	2.0	2.0	1.837	2.0
Altura total del ciclón	H/Dc	4.0	3.75	3.17	4.0
Diámetro salida partículas	B/Dc	0.25	0.4	0.5	0.25
Factor de configuración	G	402.88	381.79	342.29	425.41
Número cabezas de velocidad	NH	8.0	8.0	7.76	8.0
Número de vórtices	N	6.0	5.5	3.9	6.0

Fuente: Diseño Óptimo de ciclones - Carlos Alberto Echeverri Londoño, Medellín, 2006

Anexo N°35: Características de los ciclones de alta capacidad.

Dimensión	Nomenclatura	Tipo de ciclón	
		Stairmand	Swift
Diámetro del ciclón	Dc/Dc	1.0	1.0
Altura de entrada	a/Dc	0.75	0.8
Ancho de entrada	b/Dc	0.375	0.35
Altura de salida	S/Dc	0.875	0.85
Diámetro de salida	Ds/Dc	0.75	0.75
Altura parte cilíndrica	h/Dc	1.5	1.7
Altura parte cónica	z/Dc	2.5	2.0
Altura total del ciclón	H/Dc	4.0	3.7
Diámetro salida partículas	B/Dc	0.375	0.4
Factor de configuración	G	29.79	30.48
Número cabezas de velocidad	NH	8.0	7.96
Número de vórtices	N	3.7	3.4

Fuente: Diseño Óptimo de ciclones - Carlos Alberto Echeverri Londoño, Medellín, 2006

Anexo N°36: Parámetros de diseño para ciclones de entrada tangencial

Parámetro	Valor
Diámetro del ciclón (D_c)	< 1.0 m
Caída de presión (ΔP)	< 2,488.16 Pa
Relación de velocidades (V_i/V_s)	< 1.35
Velocidad de entrada (V_i)	15.2 - 27.4 m/s

Fuente: Diseño Óptimo de ciclones - Carlos Alberto Echeverri Londoño, Medellín, 2006

Anexo N°37: Presentaciones de los NFU

Forma NFU	Descripción	Densidad (Kg/m ³)
Entero	Densidad aparente promedio	100 - 150
Triturado	De forma irregular con tamaños de 300 a 25 mm.	390 - 535
Polvo	Reducido a gránulos con tamaños menores a 1 mm.	1150

Fuente: SIGNUS – Ecovalor, España 2013



Callao, 11 de Septiembre del 2006

Señores
EDITORA EL COMERCIO
Mantenimiento Mecánico
Del Mar y Bernedo 1318
Lima.-

At.: Sr. Pedro Gonzales
Telf.: 311-6500 A.4109

Ref.: VALVULA ROTATIVA INDUSTRIAL.

COTIZACION N° 2006-1083
=====

Item 1 Alternativa 1 (TRANSMISION PIÑON -CADENA)
VALVULA ROTATIVA, MODELO VROT-6, MARCA AIRTEC

Se prevé el suministro de 01 válvula de las siguientes características:

- Dimensiones aprox. : 150 x 150 x 230 Ext.
- RPM de operación : 40 a 45 RPM
- Material : Acero Estructural ASTM A-36
- Transmisión : Piñon-Cadena
- Temperatura de trabajo : 30°C
- Revestimiento : Cromato de Zinc (Anticorrosivo Epoxi) previo arenado.
- Pintura de Acabado : Esmalte Epoxico.
- Incluye : - Motoreductor marca SITI accionado por motor marca "SIEMENS". o "EBERLE" de 0.5 HP, 220/440 V.
 - Piñones, cadena, retenes y chumaceras UCF.
 - Guarda de transmisión.
 - Selladores de teflón.
 - Base de motoreductor.
 - Pruebas de funcionamiento.
 - Embalaje de madera.

CANTIDAD: 001

Precio	US \$ 1,720.00 x	1 =	US \$	1,720.00

				SUBTOTAL
				1,720.00
				IGV (19.00%)
				326.80

				TOTAL
			US \$	2,046.80



Callao, 2 de Noviembre del 2005

Señores
EL COMERCIO
Urb. Pando
Lima

At.: Ing. Pedro Gonzáles
Telf.: 311 6500 A4109

Ref.: VENTILADOR CENTRIFUGO TURBO R-25M DE ALETAS RECTAS (SERVICIO INDUSTRIAL)

COTIZACION N° 2005-1078

EQUIPO:

VENTILADOR CENTRIFUGO TURBO R-25M DE ALETAS RECTAS (SERVICIO INDUSTRIAL)

CANTIDAD: 001

Características:

Volumen de Aire : 0,25 m3/s (530 CFM)
Presión ESTAT a nivel mar y 20_C : 900 mm c.a. (8,7 KPa)
Consumo Fuerza a nivel mar y 20_C : 7,5 HP (5,5 KW)
RPM Ventilador : 3 450
Transmisión : DIRECTA
Motor TRIFASICO (IEC) : WEG ó EBERLE

Potencia Nom. : 10 HP
Voltaje : 220/380/440 VAC
Frecuencia : 60 Hz
RPM : 3 510; 2 polos
Encerramiento : TEFC
Tipo protección : IP55
Procedencia : Brasil
Frame : 132S
Factor de Servicio : 1,15

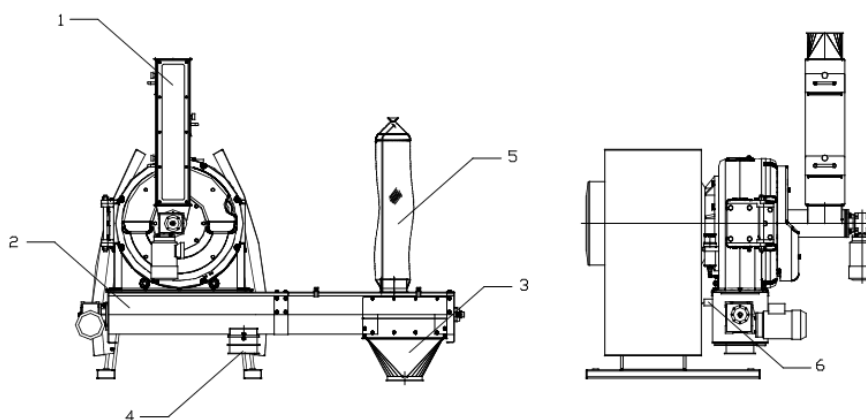
Material Impulsor : Acero ASTM A36
Otros : Acero ASTM A36.
Revestimiento : Base y pintura epóxica anticorrosiva, previo arenado al metal blanco SPCC-SP5.

EL EQUIPO INCLUYE:

- Pies de montaje
- BALANCEO DINAMICO ELECTRONICO
- Verificación y/o afinamiento final de nivel vibracional acorde con lo establecido en la normas ISO 2372 y 10814.
- Pruebas de funcionamiento (Equipo probado en nuestros talleres bajo condiciones nominales de operación)
- Manual de instalación servicio y mantenimiento.


Precios Molinos de disco de SKIOLD

posición	Molino a disco	Código	Precio Euro
	SK10T, 55 kW	260087	33.197,00
	SK10, 75 kW	260126	34.712,00
	Sensor de temperatura Pt100	2385287	95,00
1	Imán entrada Q20 , H=850 mm	260097	586,00
	Abrazadera Q20	1800038	11,00
2	Rosca salida, 2m, 1,5 kW	260094	1.110,00
3	Salida Ø 200	1920413	152,00
4	Protección Q16	916632	4,00
	Válvula Q16 manual	1800023	147,00
5	Filtro ventilación Ø150, H=1m	260096	
	Brida conexión Ø150	200010	
6	Sensor indicando vacío 230 V	2385082	
	Juntas sensor	70004288	
	Tuercas sensor	7004306	



Los Seibos
www.los-seibos.com

Features and Specifications



Economical to operate
Easy access electrical panel

Process up to a 150 tires per hour with one operator.
For used light truck and passenger car tires.

The unit has reduced noise and dust emissions and portable mobility. The unit comes with a one year parts and 90 day labor warranty.

Easy access rear panel maintenance door with safety lockout

Reliable, slow speed, high torque design reduces maintenance and extends life of components.

Easy access control panel

Shear key protection

Shred whole tires with bead wire into randomized pieces averaging 2-inches wide by 6-inches long.

Suitable for indoor or outdoor applications

Two each 8.3 HP (6 kw) 240 vac 3 phase motors.

The TS-12 HD is built to shred in excess of 100,000 tires with little or no wear to the operating components of the machine.

Replacement parts, technical and warranty assistance readily available.

Roll in loader

Scheduled maintenance such as lubricating main bearings is all that an owner should expect from the TS- 12 HD.

Handles up to 34-inch maximum outside tire diameter.

Overload protection- 1/2 revolution reverse

Reliable, slow speed, high torque design reduces maintenance and extends life of components

MODEL: TS-12 HD TIRE SHREDDER	
Total Machine Weight:	7845 Pounds
Over All Dimensions:	Height- 91" Length-166" Width -51"
Infeed Height:	53 Inches
Cutter Diameter:	15 Inches
Hopper:	43 Inches X 43 Inches (Tire Diameter Capacity)
Shredding Chamber:	43 Inches X 19 Inches.
Shaft/Disc Centers:	12 Inches
Motors:	2 Each 10 Horsepower (6 Kw) 220 Vac-3 Phase-TEFC
Tire Processing Per Hour:	150 Tires Per Hour Per Operator.
Size Of Randomized Pieces:	Averages Approximately 2 Inch X 6 Inches Long.
Ground To Bottom Of Shredder	27"
Amperage Draw (Full Load)	38 Amps
Recommended Circuit Breaker Size	60 Amps
Recommended Element Fuse Size (Max)	60 Amps

\$39000.00

Fuente: http://www.mundoanuncio.com/anuncio/trituradora_de_neumaticos_1158251943.html

ICQ030

Ud

Sistema de alimentación de pellets, para caldera de biomasa.

Sistema de alimentación de pellets, para caldera de biomasa compuesto por extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud, motor de accionamiento de 0,55 kW, y 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U",.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt38cbh051aaa	Ud	Extractor para pellets, formado por transportador helicoidal sinfín, de 4 m de longitud, motor de accionamiento de 0,55 kW, y 1 m de transportador helicoidal sinfín cerrado, con chapa de acero en "U", para conectar a caldera de biomasa.	1,000	4,00	4,00
mo002	h	Oficial 1ª calefactor.	2,814	18,67	52,54
mo053	h	Ayudante calefactor.	2,814	17,07	48,03
	%	Medios auxiliares	2,000	104,57	2,09
	%	Costos indirectos	3,000	106,66	3,20
Coste de mantenimiento decenal: 1.624,20 € en los primeros 10 años.				Total:	109,86

Fuente:<http://asturias.generadordeprecios.info/calculaprecio.asp?Valor>