



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEPARACION DE
FASE SOLIDA-LIQUIDA EN PURINES DE LA
INDUSTRIA LECHERA.”**

Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica.

Profesor Guía:

Sr. Juan Carlos Figueroa Barra

**Giovanni Esteban Riffo Sierra
Joaquín Alberto Castillo Sepúlveda
2014**

Tabla de Contenidos

CAPITULO I

EMPRESA, ORIGEN DEL TEMA Y OBJETIVO.....	1
1.1.- Descripción del Área.....	2
1.2.- Origen del tema.....	4
1.3.- Objetivo general.....	6
1.4.- Objetivos específicos.....	6

CAPITULO II

CONCEPTOS GENERALES.....	7
2.1.- Descripción general del proceso.....	8
2.2.- Descripción del sistema.....	10
2.3.- Características del material a transportar.....	13
2.4.- Selección del material de fabricación.....	14

CAPITULO III

DISEÑO SEPARADOR DE FASES SÓLIDA-LÍQUIDA.....	16
3.1.- Diseño separador de fases sólida – líquida.....	17
3.2.- Selección del tipo de tornillo sin fin.....	18
3.3.- Cálculo de potencia necesaria en el motor para el separador.....	24
3.4.- Calculo de peso en tornillo transportador.....	27
3.5.- Selección Moto-Reductor.....	30
3.6.- Selección de chaveta.....	41
3.7.- Selección de soportes.....	44
3.8.- Selección malla separadora.....	50
3.9.- Diseño carcaza.....	51
3.10.- Tolva de acumulación.....	52
3.11.- Selección de uniones roscadas	54
3.12.- Selección de soldadura.....	55

CAPITULO IV

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN.....	57
4.1.- Consideración para el mantenimiento.....	58
4.2.- Recomendaciones para el área estructural mecánica.....	58
4.3.- Recomendación para el área de fluidos.....	58
4.4.- Procedimiento para su operación.....	59

CAPITULO V

ANÁLISIS COMPARATIVO Y COSTOS.....	60
5.1.- Análisis comparativo.....	61
5.2.- Tabla comparativa de procesos.....	62
5.3.- Grafico comparativo horas v/s tareas.....	63
5.4.- Costos de construcción del separador de fases.....	63

CONCLUSIONES.....	64
--------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA.....	65
--------------------------	-----------

Anexos.....	66
--------------------	-----------

1.- Cálculo y selección transportadores sin fin.....	67
2.- Despiece moto-reductor.....	71
3.- Tabla selección chaveta.....	74
4.- Tabla selección cordón de soldadura.....	75
5.- Tabla de rodamientos y brida.....	76
6.- Selección material del buje.....	77

7.- Cotización construcción separador de fases.....	78
8.- Cotización motoreductor.....	81

CAPÍTULO I.

EMPRESA, ORIGEN DEL TEMA Y OBJETIVO.

1.1.- Descripción del Área.

En el sector agropecuario existe un auge que se ha ido declarando a través de los años, especialmente en la industria láctea. Se plantea que en los próximos años el consumo per cápita de leche y sub productos continuara creciendo a un ritmo levemente superior al que se observó en la década pasada, como resultado del incremento de los ingresos y de las intensas campañas de promoción del consumo que se iniciaron recientemente. En este contexto, se plantea una tasa de crecimiento promedio anual de 2,7%, lo que implicaría un incremento desde los actuales 117 litros per cápita a 134 litros en 2016 y a 153 litros en 2018 (Ministerio de Agricultura, 2013). En base a esta hipótesis, el consumo interno global crecerá a 2.713 millones de litros al año 2018. Debido a estos crecimientos proporcionales a la cantidad de animales existentes en las lecherías, se debe tener en consideración la cantidad de desechos orgánicos que se producirán, estos desechos se deben almacenar acorde a parámetros dictatoriales exigidos por el Ministerio del Medio Ambiente y las leyes chilenas.

En base a la ley vigente, esta obliga a toda actividad lechera que genere residuos orgánicos a disponerlos acorde a la ley del medio ambiente N°19.300/1994 y los decretos supremos N°90/2000 y N°46/2002 los cuales dictaminan sobre los métodos de manipulación y almacenamiento de purines.

La producción de purines en la actividad lechera va directamente proporcional al número de animales que esta posea, ya que cada animal genera aproximadamente el 10% de su peso neto en purines (desechos orgánicos), los cuales requieren un manejo especial en la remoción desde los patios de alimentación como también el almacenamiento provisorio de estos, considerando que la generación de purines es diaria e incesante.

La lechería en la cual se generara el proyecto posee 350 vacas en ordeña, las cuales se encuentran en producción lechera estabulada (criar y mantener en establos).

La producción lechera estabulada condiciona la remoción mecánica de los purines dos veces al día durante la ordeña de los piños. Los piños en conjunto producen grandes cantidades volumétricas de purines que por normativa vigente se debe almacenar momentáneamente bajos ciertos estándares de aislación con el medio, para la posterior disposición de estos. Una de las prácticas más comunes en el medio lechero es utilizar los desechos orgánicos como fertilizante de bajo costo ya que está compuesto por sólidos provenientes de materia orgánica, nitrógeno, nitrógeno amoniacal, fosforo, potasio, calcio, magnesio, entre otros. Este fertilizante de bajo costo tiene la capacidad de suplir en parte la carencia de los terrenos para obtener un mejor resultado en los cultivos, contraponiéndose a los elevados costos de los fertilizantes y nutrientes industriales necesarios para los cultivos.

1.2.- Origen del tema.

El origen del tema se genera producto a una visita a la Republica de Alemania por parte de un grupo de agricultores relacionados a la industria lechera, con el objetivo de conocer nuevas tecnologías y formas de manejo a las problemáticas comunes existentes entre los dos países tales como la reducción de costos, automatización de procesos, manejo eficiente de desechos entre otros. Siempre buscando un equilibrio entre costo y beneficio en su aplicación. En el manejo de los desechos orgánicos es donde principalmente este agricultor lechero enfoco su atención, con el fin de cumplir en una mejor forma la legislación chilena y además poder obtener un beneficio económico de los desechos o bien una reducción en el costo del manejo de los purines.

Posterior a esta visita y de vuelta en el complejo lechero, es donde nace la idea de implementar un separador de fase sólido-líquido utilizando los purines y aguas de lavado de los procesos productivo, tomando en cuenta que ya se contaba con las instalaciones necesarias tales como pozos de almacenamiento con capacidad de 168 m^3 con revestimiento de concreto. Los cuales brindan una capacidad de almacenamiento de purines aproximadamente a 3 días de producción.

Además de contar con los equipos necesarios, tales como estación de bombeo y carros estanques para la conducir de los purines producidos en las instalaciones estabuladas hasta las praderas, siendo estos utilizados como fertilizante, de acuerdo a la exigencia de la ley vigente.

Posterior a ese análisis, este agricultor toma la decisión de construir un separador de fases de purines que se adaptara a las condiciones que posee su lechería, es decir diseñar un separador más pequeño a lo que existe en el mercado que sea capaz de procesar como mínimo la producción diaria de purines, de esta forma generar purines en fases separadas. Una fase sólida con la posibilidad de acumularla con el fin de disponerlas sin el factor de inmediatez y una fase líquida siendo utilizada en

forma tradicional mediante carros estanque o un posible proyecto de la incorporación de esta fase líquida a los equipos de riego tecnificado existentes en el fundo a futuro.

La motivación para la incorporación de un separador de fases en su complejo lechero tiene sus bases en la necesidad de remover y disponer de los desechos orgánicos producto de la actividad lechera, esto se lleva a cabo en las praderas y terrenos del fundo destinadas exclusivamente para este uso, ya sea por su baja calidad productiva, buscando recuperar los terrenos por medio del aporte de nutrientes o la sencilla razón que es imposible disponer los desechos orgánicos en predios que se encuentren cultivados.

Una vez obtenida una fase líquida sin sólidos, es posible disponer de esta diluida al 3% de su concentración en los sistemas de riego tecnificado mediante pivotes, los cuales en sus cinco posiciones posibles cubren un área aproximada a 110 ha de terreno cultivable. Por otra parte, la utilización de sistemas de separación de fases proporciona la capacidad de posponer la utilización inmediata de la fase sólida en terrenos de exclusividad para este uso, mediante la acumulación de sólidos en muelles para la incorporación en los terrenos posteriormente a las cosechas durante la preparación de la tierra para el próximo cultivo, dándole el tiempo necesario para su descomposición.

Una vez evaluados los beneficios que brindaría la implementación del separador de fases en su proceso productivo. Este emprendedor se encuentra con la limitante de poseer nulos conocimientos técnicos sobre ingeniería, por lo que el diseño y construcción del sistema presentaría evidentes problemas, si se ejecutara por cuenta propia.

Teniendo en cuenta la existencia de separadores de fases en el mercado, estos exceden la capacidad de procesamiento de este agricultor, es por esto que se opta por diseñar un separador de fases a medida, cumpliendo los requerimientos necesarios de esta lechería.

1.3.- Objetivo General.

Diseñar un sistema mecánico de separación de fase sólida-líquida a partir de los Purines producidos en la una industria lechera.

1.4.- Objetivos Específicos.

- Diseñar un sistema mecánico de separación de purines.
- Evaluar de forma comparativa el sistema diseñado, con la alternativa usada actualmente.

CAPÍTULO II.

CONCEPTOS GENERALES.

2.1.- Descripción General del Proceso

El equipo separador de fases será instalado en planta lechera ubicada en Fundo el Rosal, perteneciente a la Sociedad Agrícola Altue, fundo ubicado en camino Las Violetas, sector Arrayan, en la ruta que conecta Santa Fe con los Ángeles, Octava Región, Chile.

El Fundo el Rosal cuenta con una superficie total de 300ha, de las cuales 200ha están destinadas a cultivos estacionales de maíz, alfalfas y ballicas. 60ha de bosques y 40ha destinadas al complejo lechero y construcciones.

El complejo cuenta con método de producción lechera estabulada con 350 vacas en producción lechera sin contar crianza, los cuales se encuentran en otras dependencias del complejo.

El proyecto en sí es un sistema mecánico el cual busca realizar la separación de los residuos generados en la producción lechera (ver figura 2.1). Los purines obtenidos tienen características de ser un fluido homogenizado, bombeado hasta el equipo con un rango de 4% hasta 7% de materia seca, (ver gráfico 2.2), el cual por un sistema de decantación por gravedad mediante rejillas, los sólidos son separados del agua y transportados por el interior de un tamiz, Mediante un tornillo sin fin impulsado por un motoreductor, Concentrándolo aproximadamente hasta 30% a 40% de materia seca

Una vez realizada la separación de las fases sólidas y líquidas. Los sólidos serán expulsados por la parte frontal del equipo hasta un carro de acopio para su posterior transporte. Por otra parte la fase líquida será conducida hasta un pozo de bombeo diferenciado del pozo de purines, desde donde la fase líquida será transportada mediante carros estanque a los cultivos como fertilizante liquido o utilizada para diluir los purines y alcanzar los porcentajes de materia seca recomendados para el bombeo hasta el separador.

2.1.1.- Esquema de Producción

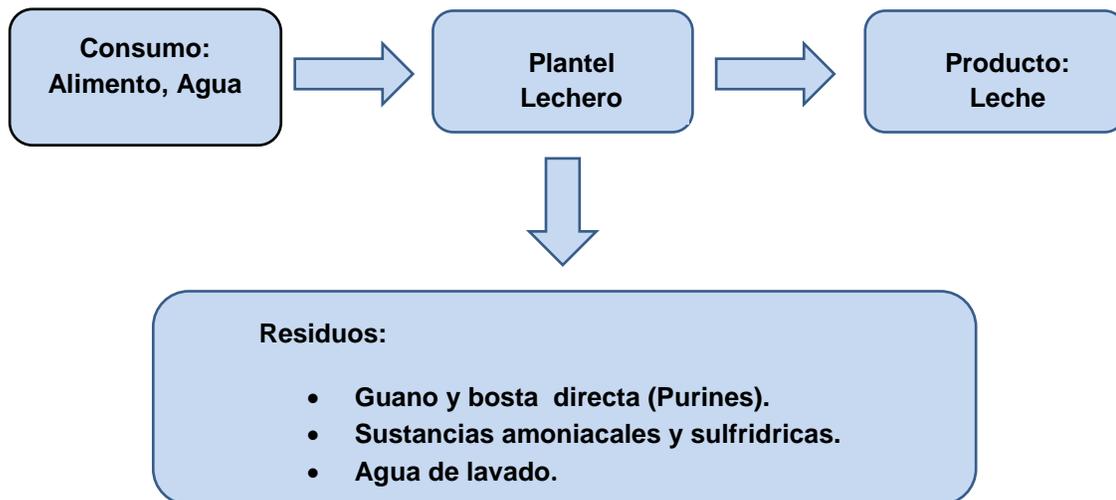


Figura 2.1

2.1.2.- Gráfico de características en purines según % de materia seca.

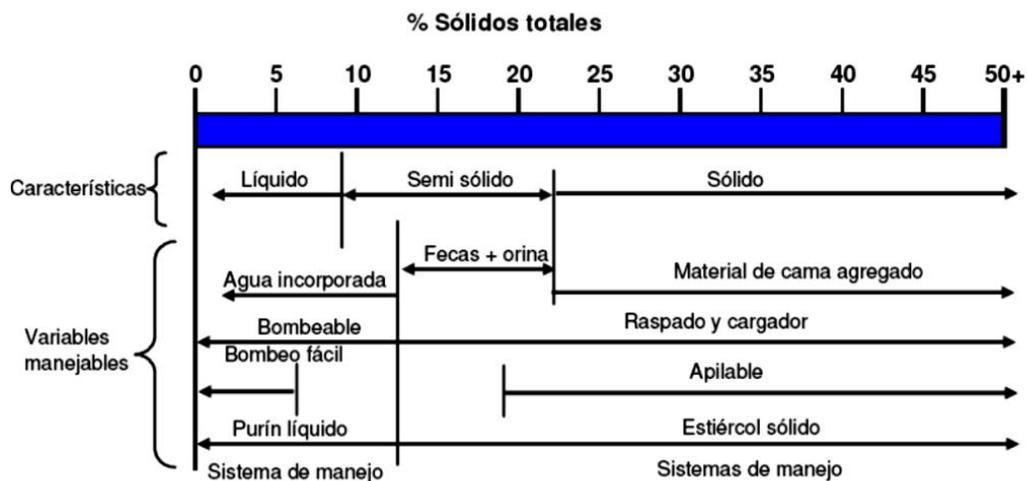


Figura 2.2

(Fuente: INEA, Manejo de purines vacunos, 2010.)

2.2.- Descripción del sistema.

2.2.1.- Descripción del producto a separar.

Como se mencionó anteriormente, el proceso de la producción lechera tiene como consecuencia la obtención de purines los cuales son la mezcla líquida de fecas y orina. El material a separar se encuentra homogenizado y compuesto por una fase sólida y líquida, dicha mezcla de purines se deberá encontrar en un rango de entre 4-7% de materia seca para así asegurar un bombeo fácil desde los pozos de almacenamiento, al sistema de separación.

a) Fase Sólida:

Materia orgánica y residuos de alimento producto de la digestión incompleta de los animales

b) Fase Líquida:

Mezcla de orina, aguas lluvia y aguas de lavado provenientes de patios de alimentación y sala de ordeña (Ver gráfico 2.3 - 2.4).

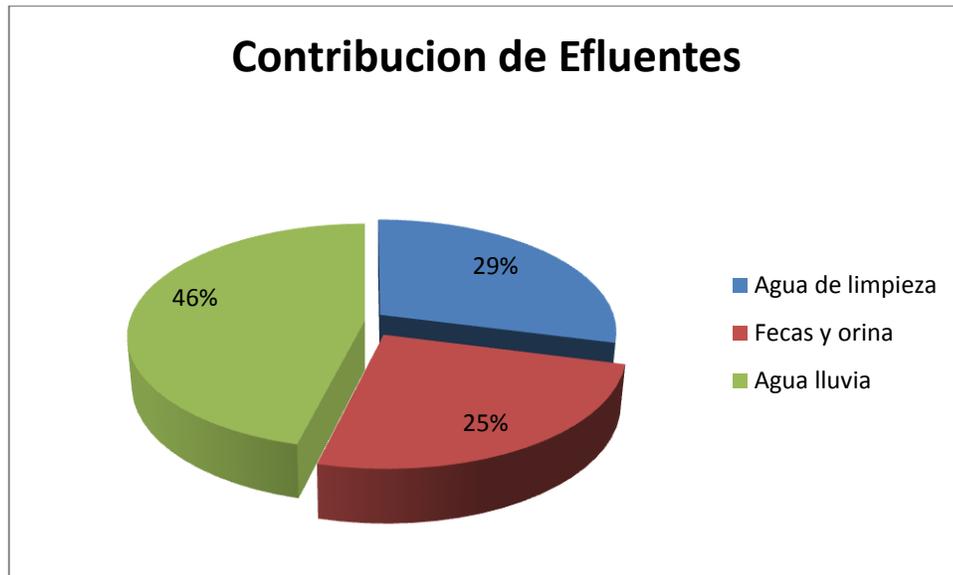


Figura 2.3 – Grafico de efluentes a los purines.
(Fuente: INEA, Manejo de purines vacunos, 2010.)

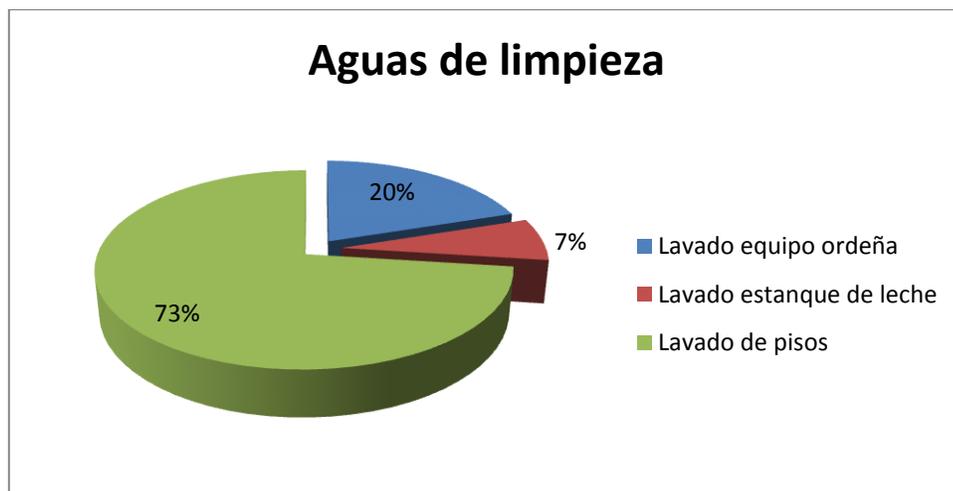


Figura 2.4 – Grafico de contribuciones de aguas de limpieza.

(Fuente: INEA, Manejo de purines vacunos, 2010.)

2.2.2.- Consideración y parámetros para el diseño de un tornillo transportador.

Las características de un tornillo transportador varían en su diseño, según el material que va a ser transportado, condiciones de uso. Para tales efectos es importante seguir una secuencia de trabajo:

1. Clasificar el material.
2. Establecer factores conocidos.
3. Determinar capacidad de procesamiento de purines requerida.
4. Determinar diámetro del transportador y velocidades de transporte.
5. Establecer diámetro mínimo del núcleo en el transportador en relación a las características del material transportado.
6. Determinar tipo de soportes (rodamientos, descansos).
7. Determinar potencia necesaria de accionamiento.

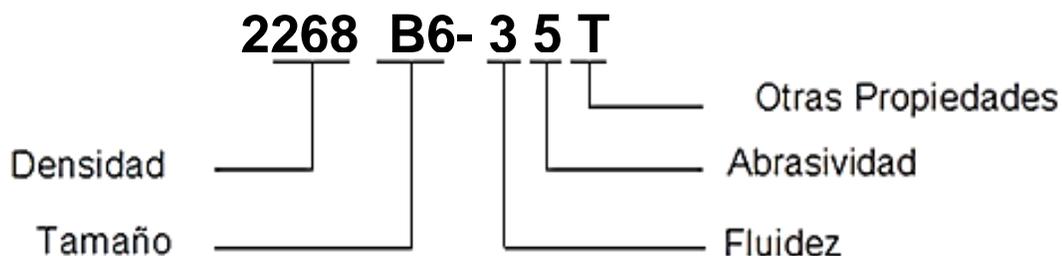
2.2.3.- Consideraciones para el material a transportar.

Para poder seleccionar este tipo de separadores debemos considerar los siguientes factores:

- Tipo y Característica del material que será transportado, tales como:
Tamaño de partículas, porcentaje de materia seca, fluidez, etc.
- Peso del material (según catálogos).
- Caudal máximo de purines transportar.
- Longitud total del transportador.
- Establecer un rango de rpm seguro.

2.3.- Características del material a transportar.

Para definir las características del material a transportar utilizaremos como apoyo la nomenclatura existente en manuales de transportadores, en particular el de la empresa Norte-americana Martin.



Las propiedades definidas enumeran un amplio rango de productos que pueden ser transportados por estos sistemas.

Al utilizar las tablas se obtuvo la nomenclatura (2268 B6- 3 5 T) la cual identifica las características del material a transportar. (Ver Anexo 1).

- Densidad : 2268 kg/m^3
- Tamaño : Fino = 0.132 pulg. e inferior
- Fluidez : Flujo Promedio
- Abrasividad : Medianamente abrasivo
- Otras Propiedades : Medianamente corrosivo

2.3.1.- Tamaño del sólido máximo presente en la mezcla.

El tamaño del transportador de tornillo no depende solamente de la cantidad a transportar, sino que también del tamaño de las partículas sólidas del material que va a ser transportado.

Para este caso, el material se trata de residuos orgánicos sólidos y según la información entregada es un producto muy fino con tendencia a ser uniforme, salvo pequeñas cantidades de alimento no digerido completamente como granos de maíz.

2.4.- Selección del material de fabricación

Se utilizará un acero que posea buenas propiedades mecánicas a diferentes temperaturas, resistencia a la corrosión, soldabilidad y fácil conformado en frío. Todos estos factores se encuentran correlacionados con la estructura y composición química, por eso, se seleccionará un acero inoxidable austenítico el cual posee Cromo y Níquel dentro de su composición química, lo que hace que presenten puntos de transformación a temperaturas por encima de la ambiente, es decir, su estructura es de una sola fase, además, es necesario emplear molibdeno en su composición para evitar la corrosión por picadura.

Presenta una resistencia a la corrosión superior a la de los aceros clásicos con base carbono (SAE 1020, A 24-37 ES), especialmente en piezas y elementos que deban poseer una resistencia a la corrosión originada por el amoníaco, contenido en la orina de los purines.

Por estos motivos se seleccionó el acero inoxidable AISI 304L que posee las siguientes propiedades mecánicas: (Tabla 2.5)

Nombre	Acero inoxidable AISI 304L	
General	Densidad de masa	$8g / cm^3$
	Límite de elasticidad	215 MPa
	Resistencia máxima a tracción	505 MPa
Tensión	Módulo de Young	195 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,29 su
	Módulo cortante	75,5814 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,0000173 su/c
	Conductividad térmica	16,2 W/(m K)
	Calor específico	500 J/(kg c)

Tabla 2.5 Propiedades Mecánicas Ac. AISI 304L

CAPÍTULO III.

DISEÑO SEPARADOR DE FASES SÓLIDA-LÍQUIDA

3.1.- Diseño separador de fases sólida - líquida.

Para determinar los criterios de diseño del tornillo sin fin, que se adapte a los requerimientos del proyecto, fue necesario considerar la geometría y diseño de este. Además de los cuidados con respecto al material con el que se trabajara, cabe recordar que los purines son medianamente corrosivos a largas exposiciones por su contenido de amoníaco en su composición química.

Las piezas y elementos que componen el transportador de tornillo sin fin fueron calculados para cumplir con los requerimientos solicitados por la industria, considerando características del material a transportar y volúmenes requeridos. En la Figura 3.1. Se puede ver el diseño final del separador de fases con la totalidad de sus componentes identificándolos.

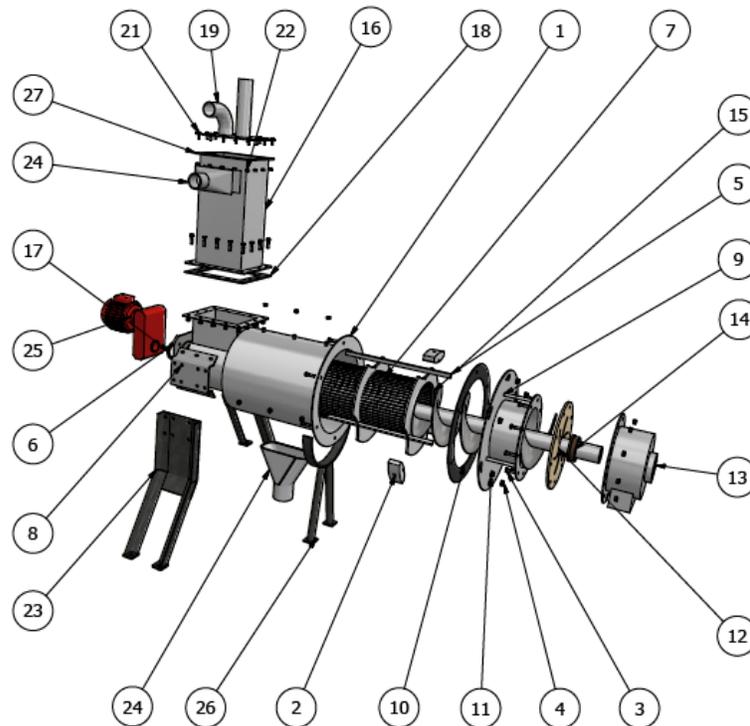


Figura 3.1 Explosión de Conjunto Separador de Fases Sólida-Líquida.

A continuación se detallaran los componentes del diseño final del Separador de Fases sólida-líquida. Individualizando aquellos que fueron calculados y seleccionados durante el proceso de diseño.

N° de Elemento	Nombre de la pieza
1	Carcasa
3	Uniones roscadas de las carcasa
6	Brida NFL 511 A
7	Cilindro separador
14	Buje (Bronce estaño SAE 62)
15	Transportador sin fin
16	Tolva
17	Rodamiento SKF 1210 ETN9
21	Uniones roscadas de la tolva
25	Moto-reductor

Tabla 3.1 Elementos los cuales fueron seleccionados o calculados

3.2.- Selección del tipo de tornillo sin fin.

Para poder determinar el tamaño necesario del tornillo sin fin, necesario para transportar los volúmenes de purines que se espera procesar con el separador de fases, es necesario considerar diferentes criterios los cuales se especifican a continuación.

- Volumen a transportar : $25\text{ m}^3/\text{h}$
- Tamaño de las partículas : $0.5-1\text{ cm}$
- Densidad material en el transportador : $2268\text{ kg}/\text{m}^3$
(46% de materia seca)

Con información sobre las características del material a transportar se puede establecer los parámetros para el funcionamiento del equipo.

El producto a transportar en su etapa de bombeo se puede definir como liviano por su bajo porcentaje de materia seca (4 al 7%), pero a medida que este sea transportado aumenta su porcentaje de materia seca, hasta 30-40%. Es por eso que se define como material medianamente ligero.

DETERMINACIÓN DEL FLUJO DE MATERIAL	
Paso del tornillo:	
<ul style="list-style-type: none"> •Entre 0,5 y 1 veces el diámetro del mismo •Mayor cuanto más ligera sea la carga 	
Diámetro del tornillo:	
<ul style="list-style-type: none"> •12 veces mayor que el diámetro de los pedazos a transportar (material homogéneo) •4 veces mayor que el mayor diámetro de los pedazos a transportar (material heterogéneo) 	
Velocidad del tornillo:	<i>Materiales pesados</i> $\Rightarrow n \approx 50 \text{ rpm}$
<ul style="list-style-type: none"> •Inversamente proporcional a: - Peso a granel - Abrasividad de las cargas - Diámetro del tornillo 	<i>Materiales ligeros</i> $\Rightarrow n < 150 \text{ rpm}$

Figura 3.2 Determinación del flujo del material a transportar.

Al analizar diferentes alternativas, para transportadores de tornillo sin fin se decidió utilizar el tipo tornillo que posea un paso igual a la mitad del diámetro del tornillo transportador. (Ver anexo 1)

- Transportador de medio paso, hoja simple.

Tornillo transportador sin fin el cual obtiene su nombre gracias a que su paso es exactamente la mitad de su diámetro nominal. Es recomendable para aplicaciones inclinadas, transportadores de abastecimiento y manejo de fluidos con bajo porcentaje de materia seca.

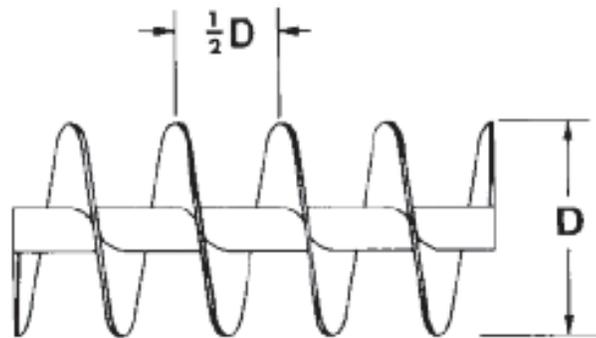


Figura 3.3 Transportador de medio paso, hoja simple.

3.2.1.- Calculo Área útil.

$$A_{\text{útil}} = \left[\left(\frac{\pi - \phi_e^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi - \phi_i^2}{4} \right) \right]$$

(3.1)

Dónde:

$A_{\text{útil}}$ = Área útil

\varnothing_e = diámetro exterior.

\varnothing_i = diámetro interior.

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (3.1)

$$A_{\text{útil}} = \left[\left(\frac{\pi - 0.3^2}{4} \right) - \left(\frac{\pi - 0.05^2}{4} \right) \right] = 0.068 \text{ m}^2$$

Obs: El cálculo del área útil corresponde a la sección frontal del transportador menos la sección del eje macizo, sección en la cual se generara el transporte de 0.068 m^2 por cada paso.

3.2.2.- Cálculo de paso del transportador.

$$p = 0.5 \cdot \varnothing_e \tag{3.2}$$

Dónde:

p = paso.

\varnothing_e = diámetro exterior.

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (3.2)

$$p = 0.5 \cdot 0.3 = 150 \text{ mm}$$

Para la construcción del transportador de tornillo sin fin se utilizaran 6 álabes, los cuales brindaran un proceso de decantación adecuada para obtener una fase sólida y apilable en la sección frontal del sistema separador.

3.2.3.- Cálculo de área de llenado (S).

$$S = k \cdot A_{\text{útil}} \tag{3.3}$$

Dónde:

S = Área de llenado

k = Factor de llenado 100%

$A_{\text{útil}}$ = Área útil m^2

Por lo tanto, remplazando en la ecuación (3.2)

$$S = 1 \cdot 0.068 = 0.068 \text{ m}^2$$

Obs: Para el cálculo del área de llenado se considera, el factor k al 100%. Esto se realizara para que las condiciones a las cuales se sometan el separador de fases, posea un factor de seguridad, es decir se calcula para las condiciones más desfavorables de operación.

3.2.4.- Volumen en 1 rpm.

$$\nabla = p \cdot A_{\text{útil}} \quad (3.4)$$

Dónde:

∇ = volumen en 1 RPM.

p = paso m

$A_{\text{útil}}$ = Área útil m^2

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (3.4)

$$\nabla = 0.150 \cdot 0.068 = 0.0102 m^3$$

Obs: El cálculo realizado para tener conocimiento del material en m^3 se tiene en cada revolución que realice el transportador de fases, de esta forma podremos conocer el volumen transportado por el separador de fases.

3.2.5.- Calculo RPM (n).

$$n = \left(\frac{vol_{req.}}{vol_{1n}} \right) / 60 \quad (3.5)$$

Dónde:

n = revolución por minuto.

$vol_{req.}$ = volumen requerido m^3/h

vol_{1n} = volumen transportado en 1n m^3

Por lo tanto, remplazando en la ecuación (3.5)

$$n = \left(\frac{25}{0.0102} \right) / 60 = 41 \text{ rpm}$$

3.3.- Cálculo de potencia necesaria en el motor para el separador de fases.

La potencia necesaria para impulsar el transporte del material y la separación en fases, será proporcionada por un moto-reductor. A continuación se calculará la potencia en vacío y con carga, la suma de éstas entregará un cálculo más acertado sobre el requerimiento de potencia en el motor eléctrico utilizando un reductor pendular para reducir las rpm de funcionamiento.

3.3.1.- Potencia necesaria para correr el transportador en vacío.

$$HP_f = \left(\frac{L \cdot n \cdot F_d \cdot F_b}{1 \times 10^6} \right)$$

(3.6)

3.3.2.- Potencia necesaria para correr el transportador con carga.

$$HP_m = \left(\frac{C \cdot L \cdot W \cdot F_f \cdot F_m \cdot F_p}{1 \times 10^6} \right) \quad (3.7)$$

3.3.3.- Potencia total para correr el transportador con carga.

$$HP_{Total} = \left[\frac{(HP_f + HP_m) \cdot F_o}{e} \right] \quad (3.8)$$

Dónde:

L = largo total del transportador *pie*

n = velocidad de operación *rpm*

F_d = Factor de diámetro en el transportador (ver tabla 1-12) Anexo 3.

F_b = Factor de apoyo elemento rodante (ver tabla 1-13) Anexo 3.

C = Capacidad de material *pie³/h*

W = Peso del material *lb³/pie*

F_f = Factor de hoja (ver tabla 1-14) Anexo 3.

F_m = Factor del material Anexo 3.

F_p = Factor de pala, si se requiere (ver tabla 1-15) Anexo 3.

F_o = Factor de sobre carga (ver tabla 1-16) Anexo 3.

e = Eficiencia de la transmisión (ver tabla 1-17) Anexo 3.

Luego, reemplazando en la ecuación (3.6 -3.7)

$$HP_f = \left(\frac{3.28 \cdot 55 \cdot 55 \cdot 1}{1 \times 10^6} \right) = 0.01 HP$$

$$HP_m = \left(\frac{882.9 \cdot 3.28 \cdot 141.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.29}{1 \times 10^6} \right) = 0.52 HP$$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (3.8) se obtiene la potencia total necesaria para el accionamiento.

$$HP_{Total} = \left[\frac{(0.01 + 0.52) \cdot 2.35}{0.95} \right] = 1.31 HP$$

Obs: Para el cálculo necesario de potencia requerido se utilizó métodos de cálculo definidos en el anexo 1. Se conservaron unidades referentes al sistema ingles del manual.

Los 1.31 *HP* obtenidos equivales a 976.9 *Watt* de potencia.

3.4.- Calculo de peso en tornillo transportador.

3.4.1.- Peso del eje (macizo)

$$P_{eje} = A \cdot l \cdot \gamma_{acero}$$

(3.9)

Dónde:

P_{eje} = Peso del eje macizo kg

A = Área del eje macizo m^2

l = Largo del eje m

γ_{acero} = Peso específico del material $k\bar{g}/m^3$

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (4.1)

$$P_{eje} = \left(\frac{\pi \cdot 0.05^2}{4} \right) \cdot 1 \cdot 8000 = 15.7 \text{ k}\bar{g} = 163.9N$$

3.4.2.- Peso de los álabes

$$P_{\text{álabes}} = \#_{\text{álabes}} \cdot \gamma_{\text{acero}} \cdot e \cdot \left(\pi \cdot \left(\frac{\varnothing_{\text{ext}}^2 - \varnothing_{\text{int}}^2}{4} \right) \right) \quad (3.10)$$

Dónde:

$P_{\text{álabes}}$ = Peso de los álabes kg

$\#_{\text{álabes}}$ = Número de álabes

γ_{acero} = Peso específico del material kg/m^3

e = Espesor de la plancha m

\varnothing_e = diámetro exterior m

\varnothing_i = diámetro interior m

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (4.2)

$$P_{\text{álabes}} = 6 \cdot 8000 \cdot 5 \times 10^{-3} \cdot \left(\pi \cdot \left(\frac{0.3^2 - 0.05^2}{4} \right) \right) = 16.5 \text{ kg} = 161.7 \text{ N}$$

3.4.3.- Peso del tornillo transportador

$$W = (P_{\text{eje}} + p_{\text{álabes}})$$

(3.11)

Dónde:

W = Peso tornillo transportador N

P_{eje} = Peso del eje macizo kg

$P_{\text{álabes}}$ = Peso de los álabes kg

Por lo tanto, reemplazando en la ecuación (4.3)

$$W = (15.7 + 16.5) \cdot 9.8 = 315.6 \text{ N}$$

3.5.- Selección Moto-Reductor.

El moto-reductor que accionara el transportador deberá cumplir con especificaciones mínimas, tales como torque y velocidad angular, las cuales fueron definidos con anterioridad para cumplir con los requerimientos planteados para el cumplimiento de los parámetros de diseño.

Al considerar el porcentaje de eficiencia correspondiente al moto-reductor este se estima en un 95% de eficiencia por el fabricante. Con el fin de satisfacer con creces la necesidad de potencia requerida por el sistema separador cuando se encuentre con carga.

Los valores obtenidos para la potencia requerida por el transportador a carga completa, se calcularon en 1.3 HP, para efectos prácticos y de ajuste. En la selección de moto-reductor se utilizara un motor de trifásico de 2 HP de la marca SEW Eurodrive código (FA77 42 093 00 06) Con el fin de satisfacer la potencia necesaria. (Ver anexo 2)

3.5.1.- Calculo de Momento Torsor.

$$M_t = \frac{P}{\omega}$$

(3.12)

Dónde:

M_t = Momento torsor *Nm*

P = Potencia en el motor *Watt*

ω = velocidad angular *rad/s*

3.5.2.- Velocidad angular.

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60}$$

(3.13)

Dónde:

W = velocidad angular *rad/s*

n = revoluciones por minuto.

Reemplazando en (4.2)

$$\omega = \frac{2\pi \cdot 42}{60} = 4.4 \text{ rad/s}$$

Reemplazando en (4.1)

$$M_t = \frac{1500}{4.4} = 341 \text{ Nm}$$

3.5.3.- Ecuación del código ASME

La ecuación el código ASME es utilizada para el cálculo de árboles o ejes sometidos a flexión y torsión, especialmente cuando se genere una concentración de esfuerzos al existir un chavetero. Para un eje macizo sin carga axial pequeña o nula, el diámetro se calcula por:

$$d^3 = \frac{16}{\pi \cdot \tau_s} \cdot \sqrt{(K_b \cdot M_b)^2 + (K_t \cdot M_t)^2} \quad (3.13)$$

d = Diámetro m

τ_s = Esfuerzo permisible Pa

M_b = Momento flector Nm

M_t = Momento de torsión Nm

K_b = Coeficiente combinado de choque y fatiga, aplicado al Momento flector.

K_t = Coeficiente combinado de choque y fatiga, aplicado al Momento de torsión.

Los valores de K_b y K_t se representan en la siguiente tabla en función de la forma de actuación de la carga aplicada al eje:

	K_b	K_t
Carga aplicada gradual	1,5	1
Carga repentina (choque menor)	1,5 -2,0	1,0 -1,5
Carga repentina (choque fuerte)	2,0 -3,0	1,5 -3,0

Tabla 3.4 Valores de los coeficientes K_b y K_t

Al tener el eje con chavetero, el esfuerzo permisible se puede calcular como:

$$\tau_s = \begin{cases} 0,23 \cdot \tau_f \\ 0,14 \cdot \tau_r \end{cases}$$

Dónde:

τ_f = Esfuerzo de Fluencia del material Pa

τ_r = Esfuerzo de ruptura del material Pa

Al realizar los cálculos del esfuerzo permisible, se elige el menor valor obtenido para remplazarlo en la ecuación del código ASME.

3.5.4.- Selección del Material

Debido a las cargas que se encontrará sometido el eje, es necesario un material de alta resistencia al desgaste, en este caso para la fabricación del eje se utilizará una barra de acero AISI 304L.

El tipo 304L es una modificación de bajo carbón del tipo 304. La ventaja en el tipo de material 304L es que se minimiza el problema de la precipitación de carburos durante el proceso de soldadura.

AISI	Resistencia a la Tracción	Límite de fluencia	Ductilidad (% de elongación en 2")	Dureza Brinell
304L	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	%	<i>kg/mm²</i>
	505	215	30	210

Tabla 3.5 Propiedades del acero AISI 304L.

3.5.5.- Diagramas de Corte y momento.

Para la magnitud de la carga distribuida entre soportes se designa como W_1 el cual es la suma del peso del tornillo sin fin y un porcentaje del material transportado considerando la situación más crítica para el desplazamiento. Los cálculos de corte y momento se generaran con la ayuda del Software MDSolids, Se puede determinar estas reacciones sobre el eje.

3.5.6.- Calculo peso material transportado en un instante.

Para obtener el cálculo del peso de material distribuido en el eje, se considera la suma del volumen en cada paso del transportador por su densidad. Esto significa que el peso del material transportado en una revolución se multiplica por el número de álabes.

$$P_{mt} = \#_{\text{álabes}} \cdot \nabla \cdot \gamma_{\text{purines}}$$

(3.14)

Dónde:

P_{mt} = peso del material transportado N

$\#_{\text{álabes}}$ = número de álabes

∇ = volumen en $1n \ m^3$

γ_{purines} = densidad de material transportado kg/m^3

$$P_{mt} = 6 \cdot 0.0102 \cdot 2268 = 1360 \ N$$

Se considerara que un 40% del material transportado en un instante afecta sobre el cálculo de carga distribuida del eje.

$$P_p = \lambda \cdot P_{mt}$$

(3.15)

Dónde:

P_p = peso del material que afecta la carga distribuida N/m

λ = factor de incidencia sobre el eje. 40%

P_{mt} = peso material transportado en un instante. 1360 N

$$P_p = 0.4 \cdot 1360 = 544.1 N/m$$

Obs: Teniendo en cuenta que el largo del transportador sin fin en donde el material transportado interactúa con este, tiene una longitud de 1 m es por esto que se obtienen cargas distribuidas en N/m .

3.5.7.- Calculo de carga distribuida.

Para el cálculo de la carga distribuida se utilizara P_t anteriormente calculada y P_p el cual será un porcentaje del material transportado en un instante.

$$W_1 = (P_t + P_p) \quad (3.16)$$

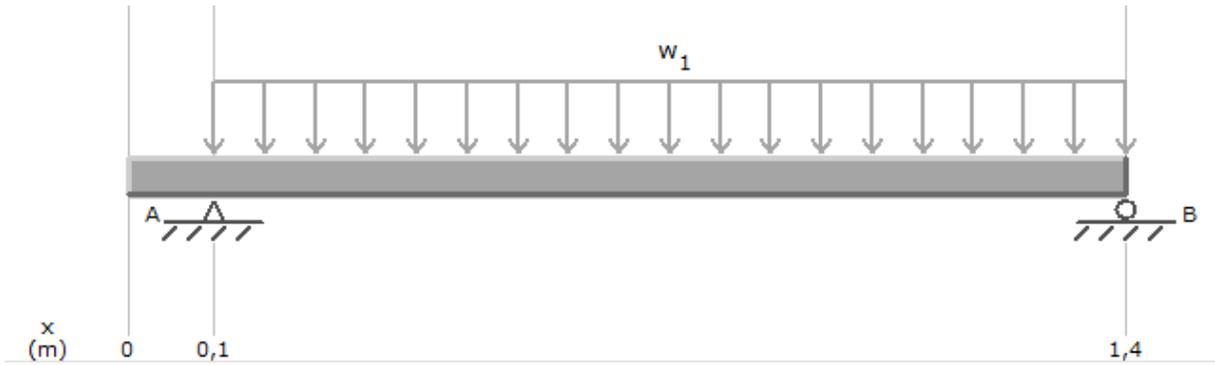
Dónde:

$$W_1 = \text{carga distribuida } N/m$$

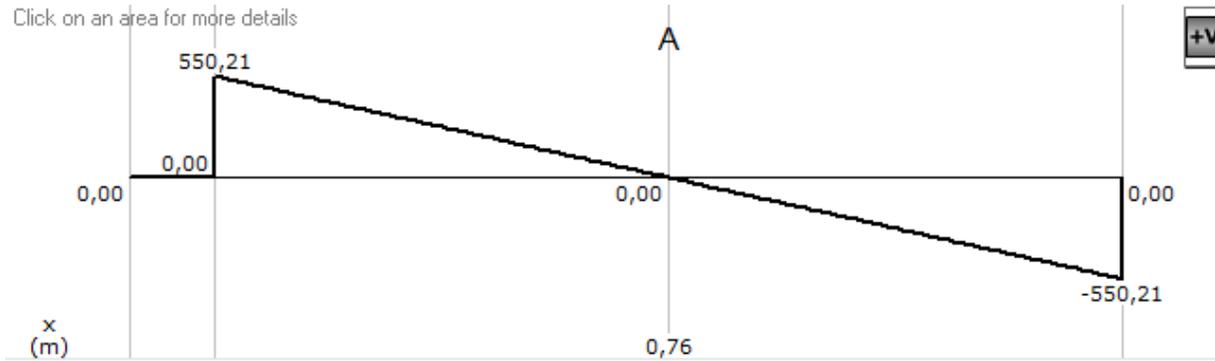
$$P_t = \text{peso tornillo } 315.6 N/m$$

$$P_p = \text{peso 40\% del material transportado en instante } 544.1 N/m$$

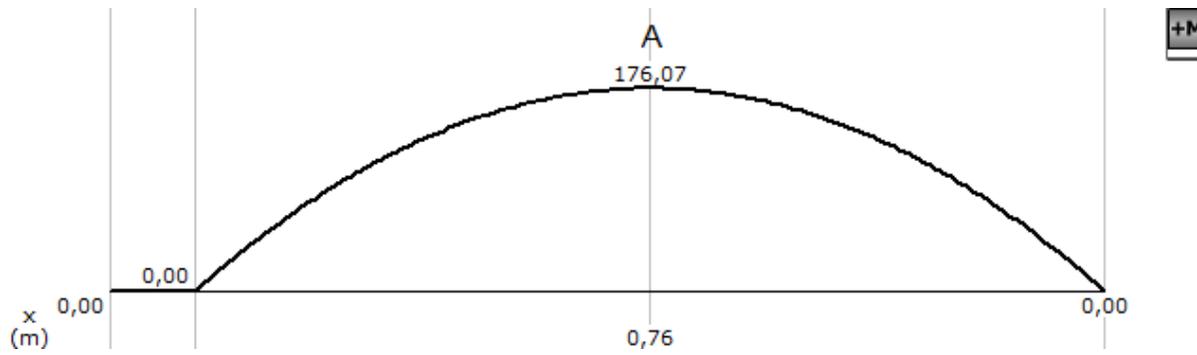
$$W_1 = (315.6 + 544.1) = 859.7 N/m$$



3.6 Diagrama de Cargas.



3.6 Diagrama de Corte.



3.7 Diagrama de Momento Flector.

3.5.8.- Cálculo mínimo del Diámetro del eje.

Según los datos entregados por los diagramas, el momento flector máximo se presenta en el punto A del eje resultando:

$$M_A = 176.07 \frac{N}{m}$$

Al utilizar la ecuación del código ASME, se requiere conocer previamente los coeficientes K_b , K_t y el esfuerzo admisible del material.

$$k_b = 1,5 \text{ carga aplicada gradual}$$

$$k_t = 1 \text{ carga aplicada gradual}$$

$$\tau_s = \begin{cases} 0,23 \tau_f = 0,23 \cdot 215 = 49.5 \text{ MPa} \\ 0,14 \tau_r = 0,14 \cdot 505 = 70.7 \text{ MPa} \end{cases}$$

De modo que:

$$\tau_s = 49.5 \text{ MPa}$$

Con todos los valores requeridos, se calculará el diámetro del eje según la ecuación (4.10)

$$d^3 = \frac{16}{\pi \cdot 49.5 \times 10^6} \cdot \sqrt{(1.5 \cdot 176.07)^2 + (1 \cdot 341)^2}$$

$$d = 0.035 \text{ m}$$

El diámetro mínimo obtenido es 35 mm pero, normalizaremos a un eje de 50 mm, para poder utilizar la medida del reductor adecuado a los requerimientos de RPM y torque, de igual forma obtener un f.s. (factor de seguridad) de 1.5.

3.5.9.- Deflexión máxima en el eje tornillo.

Cuando se tiene hélices o discos de un tornillo montadas sobre cañerías o ejes sólidos de acero u otro material, la deflexión a media distancia puede ser calculada usando la siguiente fórmula de apoyo simple con carga distribuida uniformemente:

$$\gamma_{\max} = \left(\frac{5 \cdot w \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot I} \right) \quad (3.17)$$

Donde:

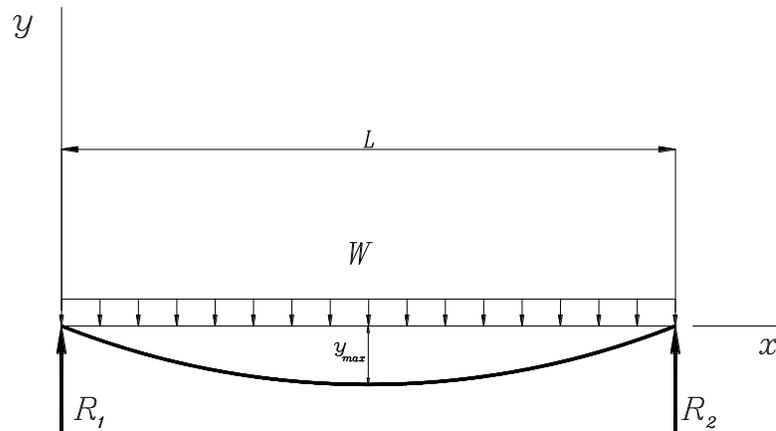
γ_{\max} = Deflexión a media distancia *cm*

w = Peso total del tornillo *k \bar{g}*

l = Longitud del tornillo entre soportes *cm*

E = Módulo de elasticidad del acero *MPa*

I = Momento de Inercia, sección del eje macizo *cm⁴*



3.8 Diagrama Cuerpo Libre

Remplazando en (3.17)

$$\gamma_{\max} = \left(\frac{5 \cdot 87.72 \cdot 128^3}{384 \cdot 1.989 \cdot 10^6 \cdot 30.67} \right) =$$

$$\gamma_{\max} = 0.039 \text{ cm} = 0.39 \text{ mm}$$

La magnitud entregada por la deflexión máxima es un valor aceptable, dentro del GAP definido y estimado en el diseño del sistema separador entre el tornillo sin fin y la malla, el cual se estipuló en 5mm de esta forma no deja la posibilidad de que el material transportado se cuele entre los álabes y la malla separadora.

3.6.- Selección de chaveta

La selección de la chaveta adecuada para utilizar en nuestro eje, está condicionado por la geometría del canal chavetero (b, h) que posee la conexión del moto-reductor seleccionado.

Posteriormente se seleccionara el largo necesario de la sección de la chaveta (l).

La fuerza que se generará en la chaveta por la acción del torque se visualiza en la figura 3.9 se define como cizalle.

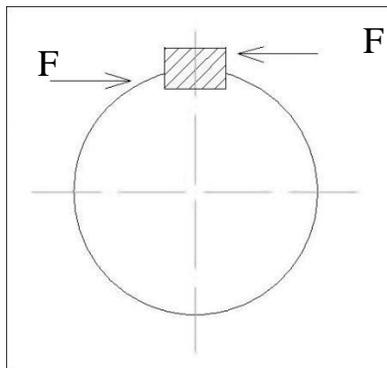


Figura 3.9 Fuerza actuante en la chaveta.

Según la figura 3.9, la fuerza que actúa en la chaveta tiende a cizallarla, de modo que se ejercerá un esfuerzo de corte. El área de corte se presentará en la superficie achurada de la siguiente figura.

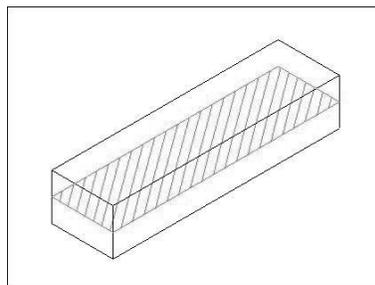


Figura 3.10 Área de cizalle de la chaveta

3.6.1.- Material a utilizar.

El material de la chaveta será de acero SAE 1045, debido a los esfuerzos de corte que se expondrá serán de gran consideración. La tabla 3.9 muestra las propiedades mecánicas del material.

SAE	Resistencia a la Tracción	Límite de fluencia	Ductilidad (% de elongación en 2")	Dureza Brinell
1045	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	%	<i>kg/mm²</i>
	655	413	45	190

Tabla 3.9 Propiedades del acero SAE 1045.

3.6.3.- Cálculo de chaveta.

Las dimensiones del espesor y altura de la chaveta se estimaron bajo la norma DIN 6885, la cual toma como referencia el diámetro del eje en el punto requerido ($d = 0.05$ m), la dimensión del largo se estimó según diseño y tablas de manuales.

Los datos son:

$$b = 0.014\text{ m}$$

$$h = 0.009\text{ m}$$

$$l = 0.06\text{ m}$$

Obs: El largo de la sección de la chaveta se seleccionó por tablas que recomiendan dimensiones para la chaveta correspondiente al diámetro del eje según el material y lugar en donde será utilizada. Dicho eje el cual anteriormente fue calculado para el esfuerzo al cual será sometido. (Ver anexo 3)

3.6.4.- Esfuerzo de corte.

Se sabe que el esfuerzo de corte según teoría de falla de Tresca con la aplicación de un factor de seguridad queda:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (3.16)$$

Dónde:

τ = Esfuerzo de corte *MPa*

F = Fuerza *N*

A = Área de la chaveta *m²*

Reemplazando en (3.16)

$$\tau = \frac{8525}{0.014 \cdot 0.06}$$

$$\tau = 67.6MPa$$

El esfuerzo de corte requerido debe ser menor que el esfuerzo de corte admisible otorgado por el material. A través de cálculos se obtuvo que:

$$67.6MPa < 109.2MPa$$

3.7.- Selección de Soportes

3.7.1.- Cálculo de Rodamientos.

Para la selección del rodamiento se consideraron factores de importancia en el diseño tales como, el diámetro del eje, el peso a soportar (w) y acceso comercial.

Con estos datos, se eligió el rodamiento de bola a rotula 1210 ETN9, el cual se ajusta a las características requeridas, según catálogo general SKF. (Ver Anexo 5)



Figura 3.10 rodamiento 1210 ETN9

Datos técnicos del rodamiento:

- d = 50 mm (diámetro interno)
- D = 90 mm (diámetro externo)
- B = 20 mm (ancho)
- C = 26.5 KN (carga dinámica)
- C_o = 9.15 KN (carga estática)
- P_u = 0.48 KN (carga límite de fatiga)
- K_r = 0,02 (factor de cálculo)

Debido a que el rodamiento en el equipo serán sometido a carga radial (F_r), se calculara con la siguiente formula:

$$F_r = k_r \cdot \left(\frac{v \cdot n}{1000} \right)^{2/3} \cdot \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

Dónde:

Fr= carga radial mínima

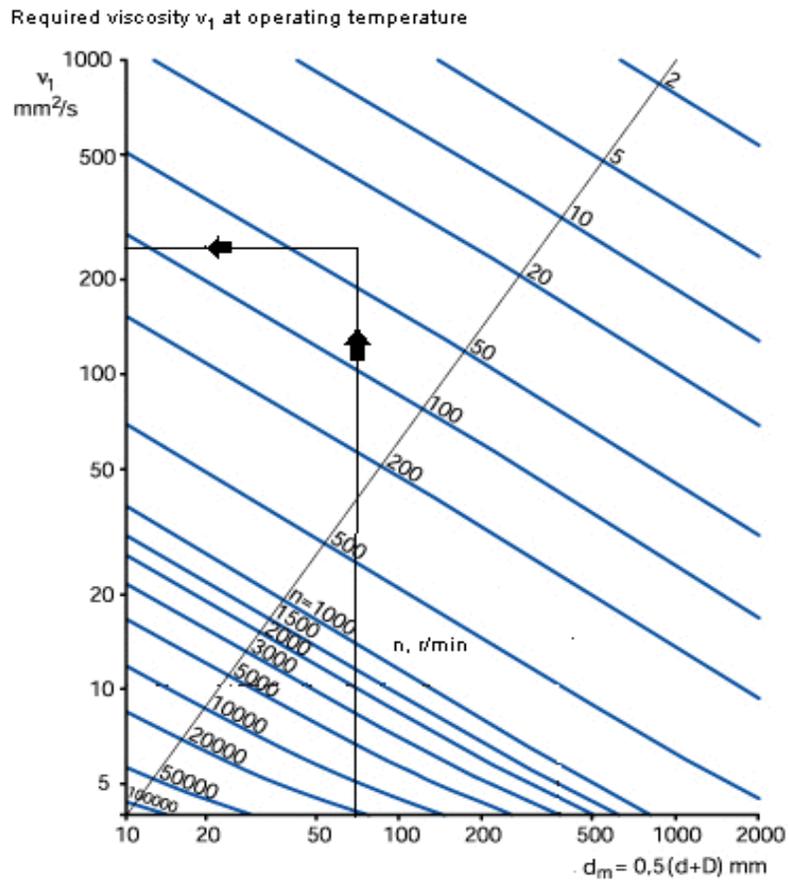
v = viscosidad del aceite a la temperatura de funcionamiento, mm²/s

n = velocidad de giro, rpm

dm = diámetro medio del rodamiento.

$$dm = 0,5(d + D)$$

$$dm = 0,5(50 + 90) = 70 \text{ mm}$$



Para el cálculo de la viscosidad se requiere el uso del diagrama de viscosidad en relación a diámetro medio y temperatura, el cual arroja 182 mm²/s

$$F_r = k_r \cdot \left(\frac{v \cdot n}{1000} \right)^{2/3} \cdot \left(\frac{d_m}{100} \right)^2$$

$$F_r = 0.02 \cdot \left(\frac{220 \cdot 41}{1000} \right)^{2/3} \cdot \left(\frac{70}{100} \right)^2$$

$$F_r = 0,0425 \text{ kN}$$

Para el cálculo de la carga estática se toman características del funcionamiento al cual va estar sometido el rodamiento.

- Velocidad de funcionamiento bajo, 41 RPM
- Cargas axiales mínimas, despreciable.

$$P_o = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

Dónde:

P_o = carga estática equivalente

$$P_o = 0.56 \cdot (0.0425) + 0$$

$$P_o = 0,0238 \text{ kN}$$

Debido a los cálculos y factores que se rigen a datos tabulados (catalogo SKF), se deriva a un criterio de selección de carga equivalente, $P_o < F_r$, donde $P_o = F_r$.

Ahora determinamos el factor de seguridad estático para este rodamiento.

$$S_o = \frac{C_o}{P_o}$$

(3.17)

Dónde:

S_o = factor de seguridad estático

C_o = capacidad de carga estática, kN

P_o = Carga estática equivalente, kN

$$S_o = \frac{9.15 kN}{0,0238 kN} = 384.45$$

3.7.2.- Vida nominal L_{10} , para confiabilidad del 90%.

Vida nominal en millones de revoluciones

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^n$$

(3.18)

Dónde:

C = Capacidad de carga dinámica

P = Carga dinámica equivalente

$n = 3$ Factor para rodamientos de bola a rotula

Reemplazando en (3.18)

$$L_{10} = \left(\frac{26.5}{0.0238} \right)^3 = 1380 \times 10^6$$

Al reemplazar en 3.18 se obtiene una vida nominal de 1380 millones de revoluciones.

Vida nominal en horas de servicio

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 * n} * L_{10}$$

(3.19)

Dónde:

L_{10h} = millones de horas de servicio

n = revoluciones por minuto

L_{10} = millones de revoluciones

Remplazando en (3.19)

$$L_{10h} = \frac{1000000}{60 * 42} * 1380 \times 10^6 = 5.47 \times 10^{11} \text{ Horas}$$

Al calcular la vida nominal en horas de servicio se obtiene un resultado de 547000 millones de horas de funcionamiento. Dicho cálculo nos muestra que la elección del rodamiento no presentara problemas en base a la vida nominal de los soportes.

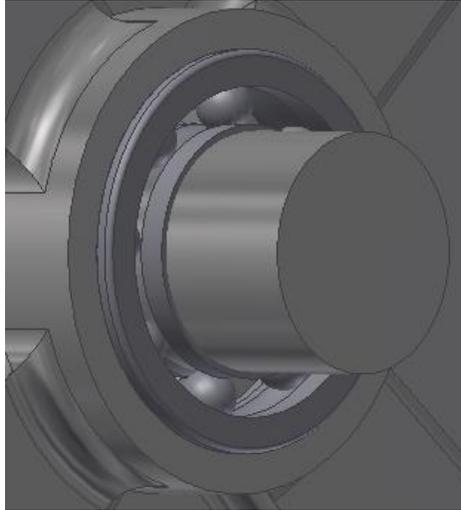


Figura 3.11 Esquema eje – rodamiento.

3.7.2.- Selección de soporte de brida FNL.

Se utilizara un soporte de brida FNL, la cual facilita el montaje del rodamiento en el sistema separador de fases, además de brindar protección contra los elementos como también una buena lubricación. (Ver anexo 5)



Figura 3.12 Soporte de brida FNL 511 A

3.7.3.- Selección de Buje.

Para la decisión de utilizar un buje en la parte frontal del sistema separador, se consideraron aspectos técnicos para facilitar maniobras de limpieza y mantenimiento, específicamente a la malla separadora de sólidos. (Ver Anexo 6)



Figura 3.13 Buje (SAE 62) Bronce al Estaño.

Se utilizara para la construcción del buje, bronce al estaño por sus características particulares como auto-lubricación, resistencia al desgaste.

3.8.- Diseño malla separadora.

Para el diseño y selección de material correspondiente a la malla separadora se debe considerar el ambiente en el cual esta se encontrara operando y las necesidades para cumplir con los requerimientos planteados.

Para la construcción de esta pieza se utilizara plancha de Ac. Inoxidable AISI 304L. El cual brinda la protección necesaria contra la corrosión del material a procesar, además de una resistencia al desgaste por roce, producto del funcionamiento.

El ranurado en la plancha, estará dado en sus medidas para atrapar las partículas de material sólido el cual se encuentra incorporado en la mezcla homogénea a procesar. Se diseñó un ranurado de 0.5mm x 30mm R2 el cual filtrara el material particulado de entre el agua residual y materiales micro-sólidos.

En conjunto con la malla separadora se encuentran tres anillos idénticos los cuales permiten una fijación concéntrica con respecto a la carcasa del sistema.

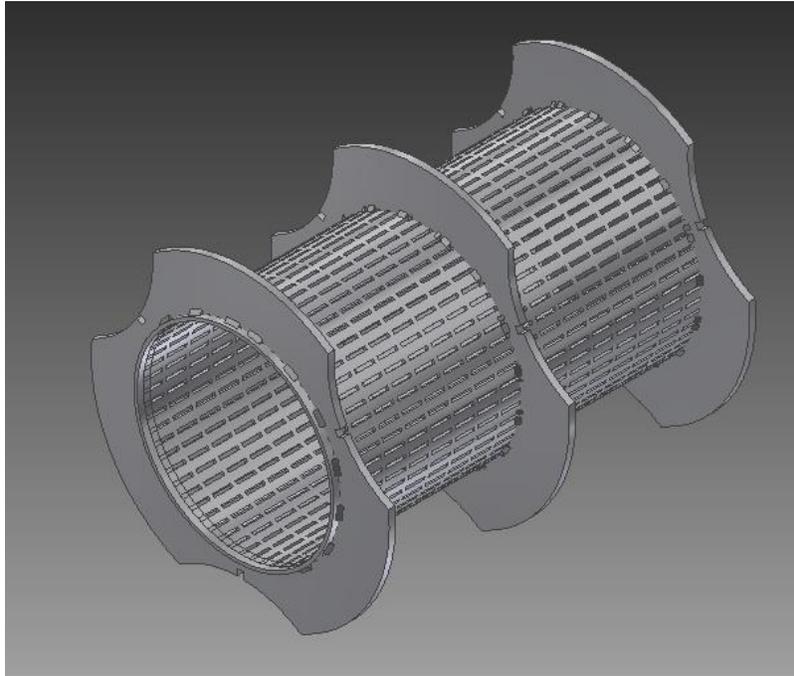


Figura 3.13. Malla Separadora.

3.9.- Diseño Carcasa

Para el diseño de la carcasa se debe tener en consideración las propiedades corrosivas que posee el fluido con el cual se dispone a trabajar, es por esto que se designa un material con propiedades que satisfagan las necesidades requeridas.

El diseño debe poseer un cambio de diámetro en la sección circular, lo cual brindará un libre escurrimiento del fluido en fase líquida, este fluido será escurrido por la cavidad generada entre la malla y la carcasa. Siendo este evacuado por la sección de descarga del sistema en la zona inferior de la carcasa.

La sección rectangular en la parte superior de la carcasa está destinada para el ingreso de la mezcla homogénea, siendo este punto el inicio del transporte mediante el tornillo sin fin, a lo largo del sistema generando la posterior separación de fases por medio de la decantación y extrusión en la malla.

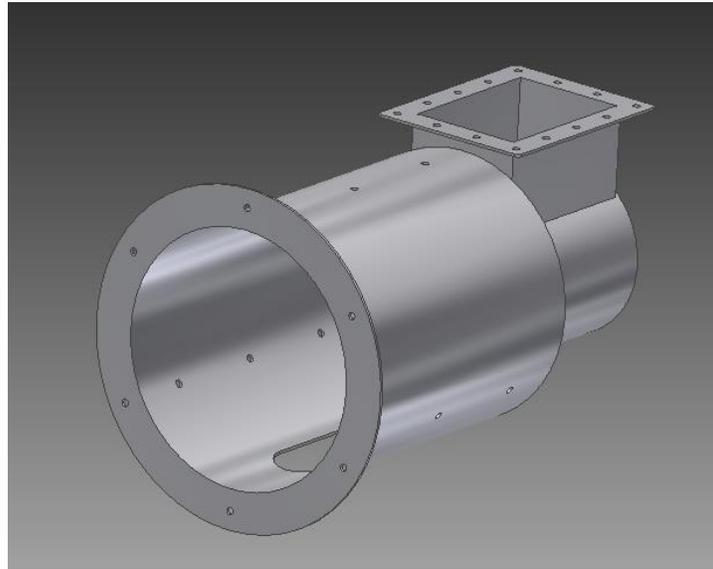


Figura 3.14. Carcasa.

3.10.- Tolva de acumulación.

Esta estructura está diseñada para ser fijada sobre la sección rectangular en la carcasa del sistema. con la finalidad de proveer un flujo constante al sistema separador de fases, sin interrupciones ni bolsas de aire.

La tolva de acumulación cuenta con tres ductos los cuales se identifican como:

1.- Ducto de admisión **2.-** Ducto de rebalse **3.-** Ducto de ventilación atmosférica.

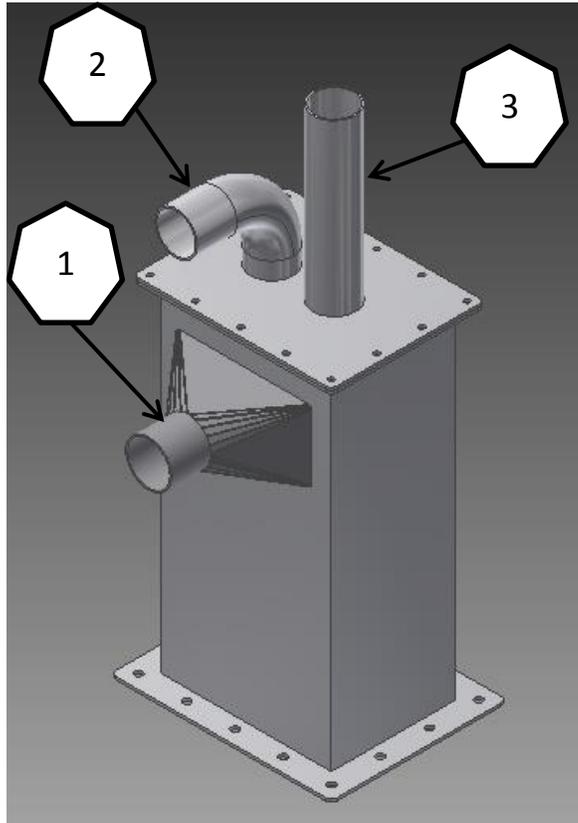


Figura 3.15 Tolva de Acumulación.

1	Admisión de fluido.
2	Rebalse de flujo.
3	Ventilación atmosférica.

3.11.- Selección de uniones roscadas.

Para la selección de las uniones roscadas en el sistema se seleccionaron los diámetros en base a parámetros. Tales como que las uniones roscadas no se verán sometidas a esfuerzos específicos tales como cortadura, aplastamiento o tracción.

$$d \approx \sqrt{5e} - 0.2 \quad (3.20)$$

Dónde:

d = diámetro de la unión. *cm*

e = espesor de las placas a unir. *cm*

Remplazando en (3.20)

$$d \approx \sqrt{5 \cdot 0.5} - 0.2 = 1.38 \text{ cm}$$

Al remplazar en 3.20 podemos obtener un diámetro mínimo sugerido de 13.8 mm. Con el fin de estandarizar las uniones roscadas en el sistema, buscando simplificar el ensamble se utilizara uniones roscadas M16.

3.12.- Selección Tipo de Soldadura.

Para las soldaduras en el diseño se realizarán soldaduras a tope, ya que los esfuerzos a los cuales estarán sometidos no son específicos a grandes tensiones, es por esto que según la norma no es necesario calcularlas, pero los cordones serán realizados en base a especificaciones de la norma según el espesor de la pieza a soldar.

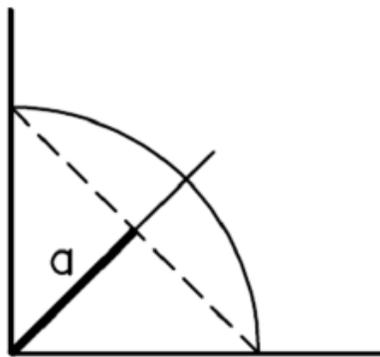


Figura 3.16 Grafica de cordón de soldadura
(Fuente Maquinas Prontuario, N Larburu.)

Para las dimensiones de garganta (a) en el cordón tendrá una longitud de 3mm, el cual se encuentra dentro del rango para piezas de 5-5.6 mm de espesor.

(Ver anexo 4)

Se deberán seguir las secuencias normativas para soldadura a tope.

1. Continúas en toda la longitud y penetración completa.
2. Antes de depositar el cordón de cierre, sanear raíz.
3. Si no hay acceso a la cara posterior, penetración completa.
4. Piezas de distinta sección debe adelgazarse la mayor con pendientes inferiores a 25%.

3.12.1- Selección Tipo de electrodo.

INDURA 308 L

AWS: E 308 L-16

Descripción:

Tiene un revestimiento rutílico, lo que permite soldar con CA o CCEP. Arco estable de transferencia spray, depósito de excelente forma y apariencia. La escoria se desprende fácilmente, muy buena reanudación de arco. El depósito es de acero inoxidable austenítico.

Usos:

Aceros inoxidables austenítico con un contenido extra bajo de carbono. El contenido de 0.04% de carbono, evita la formación y la precipitación de carburos. Excelente protección contra la corrosión inter granular. Se recomienda especialmente para aplicaciones resistentes a la corrosión, producida por los ácidos y soluciones de celulosa. Se recomienda su uso en soldaduras intermitentes.

Aplicaciones típicas:

Aceros Inox. 304, 304L, 308, 308L, 321, 347, 348. Equipos químicos y petroquímicos. Estanques. Posiciones de soldadura: P, H, V, SC. Tipo de corriente: CCEP, CA.

Composición química:

C	0.02%
Mn	0.63%
Si	0.76%
P	0.025%
S	0.008%
Cr	18.7%
Ni	10%
Mo	0.18%

Propiedades mecánicas:

Resistencia a la tracción 590 MPa

Elongación (L=4d) 53%.

CAPÍTULO IV

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

4.1.- Consideraciones para el mantenimiento.

En este capítulo se dará a conocer los procesos de mantenimiento que debe tener el equipo para su operación óptima y resultados beneficiosos, las cuales deberán ir acompañadas de una inspección visual diaria para no intervenir el equipo en funcionamiento, se designaran dos áreas importantes de mantenimiento, estructura mecánica y área de fluidos:

4.2.- Recomendaciones para el área estructural mecánica.

El área estructural mecánica deber ser sometida a un recubrimiento de pintura por todos sus rincones para generar una capa aislante a favor de proteger el material del agresivo amoniaco producido por los purines, específicamente la orina de la vaca, el cual tiende a ser altamente corrosivo, además se aconseja lubricar las zonas que estén expuestas al constante roce, principalmente los soporte sometidos al esfuerzo del eje para alivianar la carga producida en los rodamientos, para ello se recomienda utilizar grasa sintética adherente SKF LHRP2. Esta grasa posee una alta resistencia a los agentes corrosivos del amoniaco, debido a que crea una película protectora. Por su adherencia y poder anticorrosivo la hacen ideal para soportar ambientes húmedos. Muy aconsejable para la náutica o equipos que estén en contacto con agua.

4.3.- Recomendaciones para el área fluidos.

Los cuidados referentes a esta área se basan principalmente en el estaque de almacenamiento, debido a que la mezcla homogénea de purines al estar estático cae por diferencia de densidad, dejando el agua en el fondo del estanque y la materia sólida quedara solidifica en la superficie, esto hará funcionar al equipo con un porcentaje muy bajo de materia seca (0,2%-1%), causando un gasto energético que no producirá beneficios de separación.

Lo recomendado es tener un agitador, el cual mezclara estos residuos logrando una sustancia homogénea, seguido de esto, se dará el paso a una bomba sumergida, que absorberá un caudal que posea una densidad adecuada (materia seca (4%-7%)), que finalmente será trasportado al equipo para su posterior proceso de separación.

4.4.- Procedimiento para su operación.

El procedimiento comienza con la acumulación de efluentes en el estanque de almacenamiento, esta mezcla homogénea deberá poseer una porcentaje adecuado para ser succionado por la bomba sumergida, este debe estar entre 4%-7% de materia seca, luego se procede a encender el motor para que este empiece a trabajar en vacío, de esta forma cercioramos que el motor y sus partes acopladas estén en buen funcionamiento, además evitamos un esfuerzo de torsión mayor al trabajar sin carga. Comprobando que todo se encuentre en funcionamiento procedemos a encender la bomba sumergible para que esta le entregue fluido al sistema, con el fluido ya incorporado en el equipo, comienza el proceso de separación por decantación, apilando la materia seca en la zona frontal al equipo y el líquido se destinara a un estanque, para su posterior distribución en sistemas de regadío, en la teoría asociada a los cálculos realizados, este proceso durara alrededor de 4 horas diarias, lo cual culminara con la producción de purines de parte de los animales.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS COMPARATIVO Y COSTOS.

5.1.- Análisis Comparativo

Una vez analizado los procedimientos de funcionamiento de forma cualitativa y cuantitativa en el manejo de purines, podemos evaluar los desempeños de los procesos en base a la utilización de recursos disponibles.

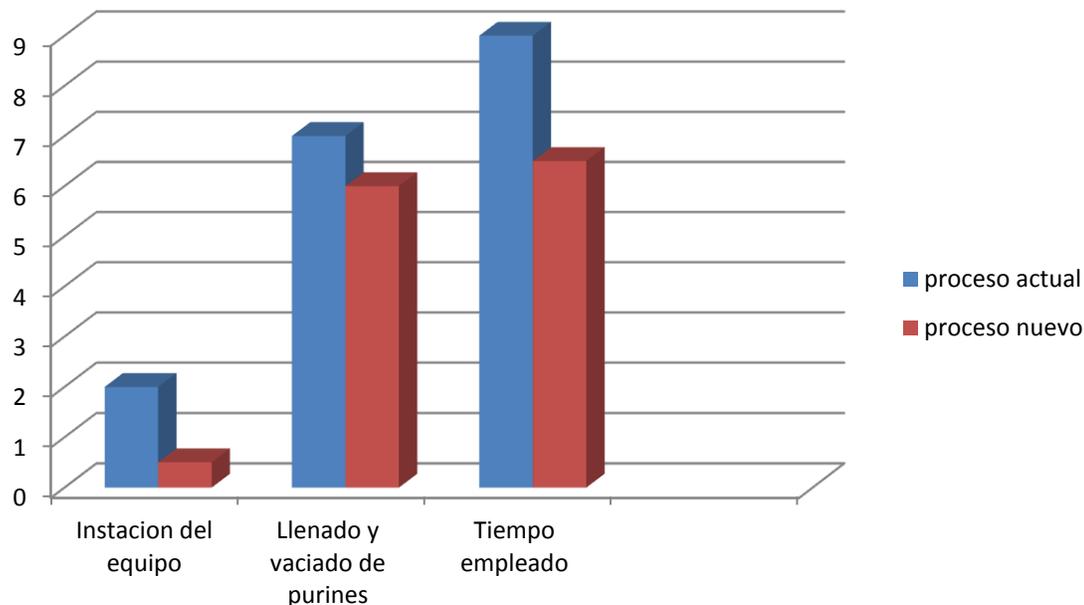
El análisis de los sistemas para el proceso de manejo de purines estará direccionado en su fase comparativa a las necesidades que posee la empresa. Los cuales son disponibilidad de maquinaria para otras labores, tales como tractores y cargador frontales además del personal que los opera.

En la búsqueda de proporcionar una mayor disponibilidad de estos recursos e incremental el tiempo productivo, como se muestra en el análisis comparativo el proceso actual versus el procesos nuevo que se desea implementar, en el cual se menciona el procedimiento que debe realizar cada procesos y las horas de trabajo que implica realizarlos.

5.2.- Tabla comparativa de procesos

	Proceso actual	Proceso nuevo
Instalación del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe llevar el carro-estanco hasta los pozos de almacenamiento de purines. • se procede a conectar el carro-estanco con la bomba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se enciende el equipo separador de purines y la bomba sumergida.
Llenado y vaciado de purines	<ul style="list-style-type: none"> • Se efectúa el llenado del carro, con 9 m³ • Se depositan los purines en los potreros, este proceso se debe realizar 16 veces para vaciar el estanco. 	<ul style="list-style-type: none"> • La bomba procede a trasladar los purines del pozo a la tolva del separador. • El separador procesa 25 m³/h • El sólido es apilado para diversas utilidades • Líquido es enviado a los pivotes de regadío
Horas productivas (diaria)	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación del equipo = 2 horas • Llenado y vaciado de purines = 7 horas <p style="text-align: center;">TOTAL= 9 horas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de equipo = 30 minutos • Llenado y vaciado de purines = 6 horas <p style="text-align: center;">TOTAL= 6,5 HORAS</p>
Utilización de recursos	Utilización exclusiva (diaria) de: <ul style="list-style-type: none"> • Tractor alta potencia. • Carro estanco. • Operario maquinaria. 	Utilización eventual (semanal) de: <ul style="list-style-type: none"> • Cargador frontal • Tractor de mediana potencia. • Carro de volteo hidráulico. • Operario maquinaria.

5.3.- Gráfico comparativo horas v/s tarea



5.4.- Costos de construcción del separador de fases

Para tener un precio estimado de la construcción del separador de fases se debió realizar diversas cotizaciones, dentro de las cuales se encuentran maestranza Simecom S.A en la construcción y manufactura del sistema y S.E.W Eurodrive Chile S.A en la adquisición del motoreductor seleccionado.

Una vez realizadas las respectivas cotizaciones podemos tener una idea más detallada sobre el costo de construcción de este sistema separador para así poder informar de mejor forma a la empresa Soc. Agrícola Altue Ltda. (Ver Anexos 7, 8)

Costos	
Construcción	\$ 3.979.693
Motoreductor	\$ 1.540.000
	\$ 5.519.693 + I.V.A

5.1 Tabla de Costos construcción Separador de fases.

CONCLUSIONES

Finalizando con el presente seminario, se da conocer el cumplimiento en su totalidad de los objetivos propuestos al inicio, logrando principalmente una instancia de aprendizaje mayor a los esperado en un principio, comenzando con la recopilación de la información que surge con una problemática de inmediatez y distribución de labores, llegando a una solución en conjunto con el dueño y trabajadores asociados a la limpieza y distribución de purines.

El Sistema de separación de fase, logra satisfacer las expectativas de sus usuarios en el área de diseño.

Para la realización del Proyecto se utilizaron software de modelación geométrica los que facilitaron las tareas a la hora de diseñar reduciendo tiempos de trabajos y facilitar análisis estructurales bajo las características de trabajo reales a las que sería sometido el sistema, lo que permitió poder mejorar la toma de decisiones en la base a los datos otorgados por estos medios.

Dentro del aporte que entrega este proyecto al sector agrícola, podemos mencionar el avance en las condiciones de trabajo de un sector productivo característico de nuestra zona el cual cuenta con un auge, gracias a los proyectos de innovación mediante la utilización de purines en el sector agropecuario. Con este sistema se modificara el estado de los purines, facilitando el manejo y brindando nuevas formas de utilización en los campos. La materia seca será utilizada como abono o vendida como fertilizante y el volumen líquido rico en nutrientes, utilizado principalmente como fertilizante.

Una vez obtenido el costo estimado sobre la realización del proyecto de fases para un mejor manejo de los purines generados en la industria lechera se puede considerar el costo calculado como una inversión rentable ya que la adquisición de esta maquinaria beneficiara el proceso productivo de buena manera. Siendo una alternativa de bajo costo comparativo frente a la imperante necesidad de reducir costos y tiempo destinado al manejo de los purines generados en la industria lechera.

BIBLIOGRAFIA

- Diseño en Ingeniería Mecánica, Shigley, Joseph Edward, McGraw-Hill, c 2002.
- MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de Máquinas. Cuarta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2006. 944p
- Mecanica de Materiales, Beer-Johnston, Ferdinand P. McGraw-Hill, c 2007.
- SKF, Catálogo general, Edición de taller, Suecia, 2002, 876p.
- Martin Screw Conveyors, Feeders components, c 2000.
- Congreso INEA, Manejo de Purines Vacunos , 2010.

Anexos.

Cálculos transportador tornillo sin fin.

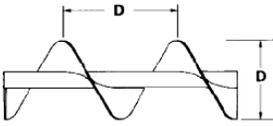
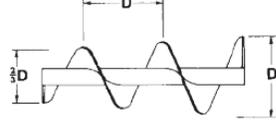
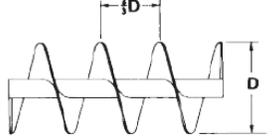
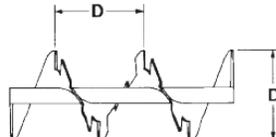
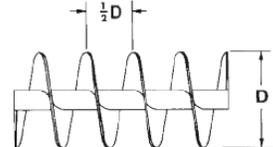
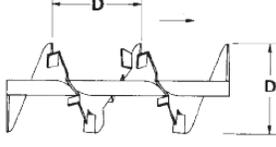
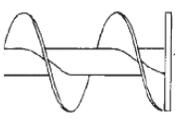
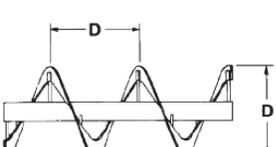
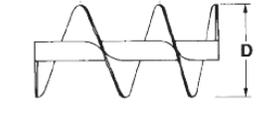
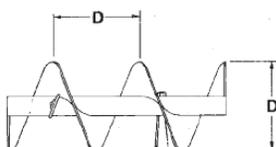
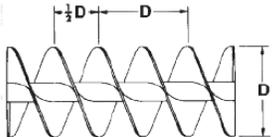
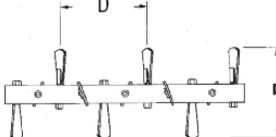
**Table 1-1
Material Classification Code Chart**



Major Class	Material Characteristics Included	Code Designation
Density	Bulk Density, Loose	Actual Lbs/PC
Size	Very Fine No. 200 Sieve (.0029 ϕ) And Under No. 100 Sieve (.0059 ϕ) And Under No. 40 Sieve (.016 ϕ) And Under	A ₂₀₀ A ₁₀₀ A ₄₀
	Fine No. 6 Sieve (.132 ϕ) And Under	B ₆
	Granular ½ ϕ And Under (6 Sieve to ½ ϕ) 3 ϕ And Under (½ to 3 ϕ) 7 ϕ And Under (3 ϕ to 7 ϕ)	C _½ D ₃ D ₇
	Lumpy 16 ϕ And Under (0 ϕ to 16 ϕ) Over 16 ϕ To Be Specified X=Actual Maximum Size	D ₁₆ D _X
	Irregular Stringy, Fibrous, Cylindrical, Slabs, Etc.	E
Flowability	Very Free Flowing	1
	Free Flowing	2
	Average Flowability	3
	Sluggish	4
Abrasiveness	Mildly Abrasive	5
	Moderately Abrasive	6
	Extremely Abrasive	7
Miscellaneous Properties Or Hazards	Builds Up and Hardens	F
	Generates Static Electricity	G
	Decomposes — Deteriorates in Storage	H
	Flammability	J
	Becomes Plastic or Tends to Soften	K
	Very Dusty	L
	Aerates and Becomes a Fluid	M
	Explosiveness	N
	Stickiness — Adhesion	O
	Contaminable, Affecting Use	P
	Degradable, Affecting Use	Q
	Gives Off Harmful or Toxic Gas or Fumes	R
	Highly Corrosive	S
	Mildly Corrosive	T
	Hygroscopic	U
	Interlocks, Mats or Agglomerates	V
Oils Present	W	
Packs Under Pressure	X	
Very Light and Fluffy — May Be Windswept	Y	
Elevated Temperature	Z	

Conveyor Screws



<p>STANDARD PITCH, SINGLE FLIGHT</p>  <p>Conveyor screws with pitch equal to screw diameter are considered standard. They are suitable for a whole range of materials in most conventional applications.</p>	<p>TAPERED, STANDARD PITCH, SINGLE FLIGHT</p>  <p>Screw flights increase from 2/3 to full diameter. Used in screw feeders to provide uniform withdrawal of lumpy materials. Generally equivalent to and more economical than variable pitch.</p> <p>Price on Application</p>
<p>SHORT PITCH, SINGLE FLIGHT</p>  <p>Flight pitch is reduced to 2/3 diameter. Recommended for inclined or vertical applications. Used in screw feeders. Shorter pitch reduces flushing of materials which fluidize.</p>	<p>SINGLE CUT-FLIGHT, STANDARD PITCH</p>  <p>Screws are notched at regular intervals at outer edge. Affords mixing action and agitation of material in transit. Useful for moving materials which tend to pack.</p>
<p>HALF PITCH, SINGLE FLIGHT</p>  <p>Similar to short pitch except pitch is reduced to 1/2 standard pitch. Useful for inclined applications, for screw feeders and for handling extremely fluid materials.</p>	<p>CUT & FOLDED FLIGHT, STANDARD PITCH</p>  <p>Folded flight segments lift and spill the material. Partially retarded flow provides thorough mixing action. Excellent for heating, cooling or aerating light substances.</p>
<p>END DISC ON CONVEYOR SCREW</p>  <p>An end disc is the same diameter as the screw and is welded flush with the end of the pipe shaft at its discharge end and, of course, rotates with the screw. The end disc helps to keep discharging material away from the trough end seal.</p> <p>Price on Application</p>	<p>SINGLE FLIGHT RIBBON</p>  <p>Excellent for conveying sticky or viscous materials. Open space between flighting and pipe eliminate collection and build-up of material.</p> <p>Price on Application</p>
<p>VARIABLE PITCH, SINGLE FLIGHT</p>  <p>Flights have increasing pitch and are used in screw feeders to provide uniform withdrawal of fine, free flowing materials over the full length of the inlet opening.</p> <p>Price on Application</p>	<p>STANDARD PITCH WITH PADDLES</p>  <p>Adjustable paddles positioned between screw flights opposed flow to provide gentle but thorough mixing action.</p>
<p>DOUBLE FLIGHT, STANDARD PITCH</p>  <p>Double flight, standard pitch screws provide smooth regular material flow and uniform movement of certain types or materials.</p>	<p>PADDLE</p>  <p>Adjustable paddles provide complete mixing action, and controlled material flow.</p>

Horsepower Requirements



Horizontal Screw Conveyors

*Consult Factory for Inclined Conveyors or Screw Feeders

The horsepower required to operate a horizontal screw conveyor is based on proper installation, uniform and regular feed rate to the conveyor and other design criteria as determined in this book.

The horsepower requirement is the total of the horsepower to overcome friction (HP_f) and the horsepower to transport the material at the specified rate (HP_m) multiplied by the overload factor F_O and divided by the total drive efficiency e, or:

$$HP_f = \frac{LN F_d f_b}{1,000,000} = \text{(Horsepower to run an empty conveyor)}$$

$$HP_m = \frac{CLW F_f F_m F_p}{1,000,000} = \text{(Horsepower to move the material)}$$

$$\text{Total HP} = \frac{(HP_f + HP_m) F_O}{e}$$

The following factors determine the horsepower requirement of a screw conveyor operating under the foregoing conditions.

- L = Total length of conveyor, feet
- N = Operating speed, RPM (revolutions per minute)
- F_d = Conveyor diameter factor (See Table 1-12)
- F_b = Hanger bearing factor (See Table 1-13)
- C = Capacity in cubic feet per hour
- W = Weight of material, lbs. per cubic foot
- F_f = Flight factor (See Table 1-14)
- F_m = Material factor (See Table 1-2)
- F_p = Paddle factor, when required. (See Table 1-15)
- F_O = Overload factor (See Table 1-16)
- e = Drive efficiency (See Table 1-17)

Table 1-12

Conveyor Diameter Factor, F _d			
Screw Diameter Inches	Factor F _d	Screw Diameter Inches	Factor F _d
4	12.0	14	78.0
6	18.0	16	106.0
9	31.0	18	135.0
10	37.0	20	165.0
12	55.0	24	235.0
		30	300

Table 1-13

Hanger Bearing Factor F _b		
Bearing Type		Hanger Bearing Factor F _b
B	Ball	1.0
L	<i>Martin</i> Bronze	2.0
S	*Graphite Bronze *Melamine *Oil Impreg. Bronze *Oil Impreg. Wood *Nylatron *Nylon *Teflon *UHMW *Ertalyte® *Urethane	2.0
	* <i>Martin</i> Hard Iron	3.4
H	*Hard Surfaced *Stellite * Ceramic	4.4

*Non lubricated bearings, or bearings not additionally lubricated.

Ertalyte® is a registered Trademark of Quadrant.



Horsepower Factor Tables

Table 1-14
Flight Factor, F_f

Flight Type	F_f Factor for Percent Conveyor Loading			
	15%	30%	45%	95%
Standard	1.0	1.0	1.0	1.0
Cut Flight	1.10	1.15	1.20	1.3
Cut & Folded Flight	N.R.*	1.50	1.70	2.20
Ribbon Flight	1.05	1.14	1.20	—
*Not Recommended				

Table 1-15

Paddle Factor F_p					
Standard Paddles per Pitch, Paddles Set at 45° Reverse Pitch					
Number of Paddles per Pitch	0	1	2	3	4
Paddle Factor — F_p	1.0	1.29	1.58	1.87	2.16

Table 1-16

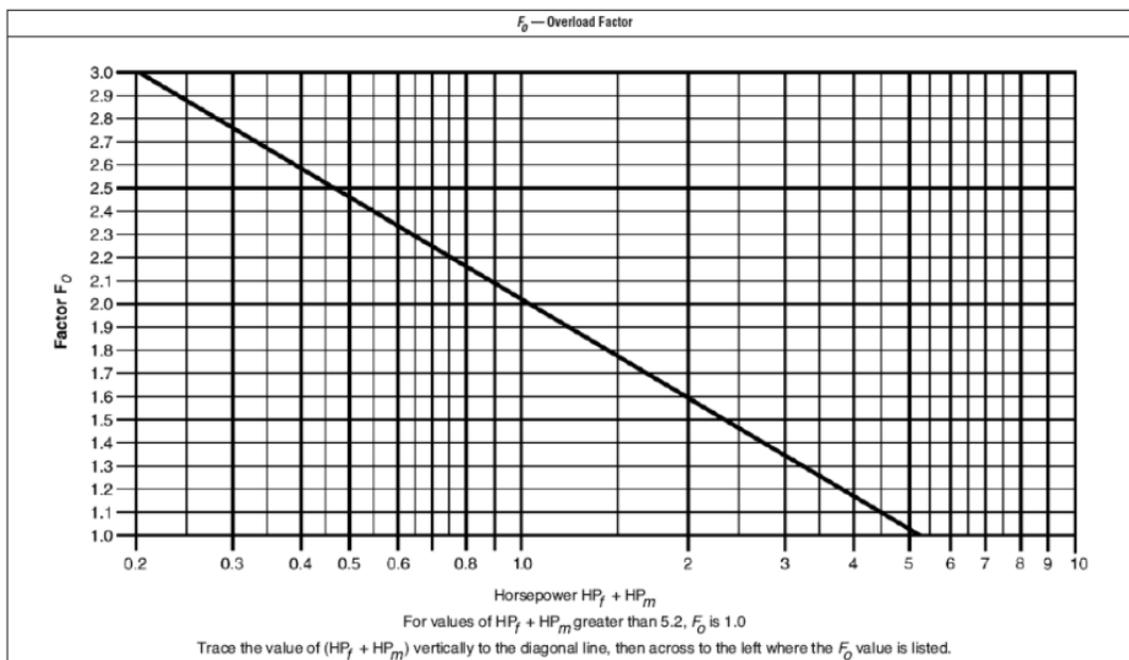


Table 1-17

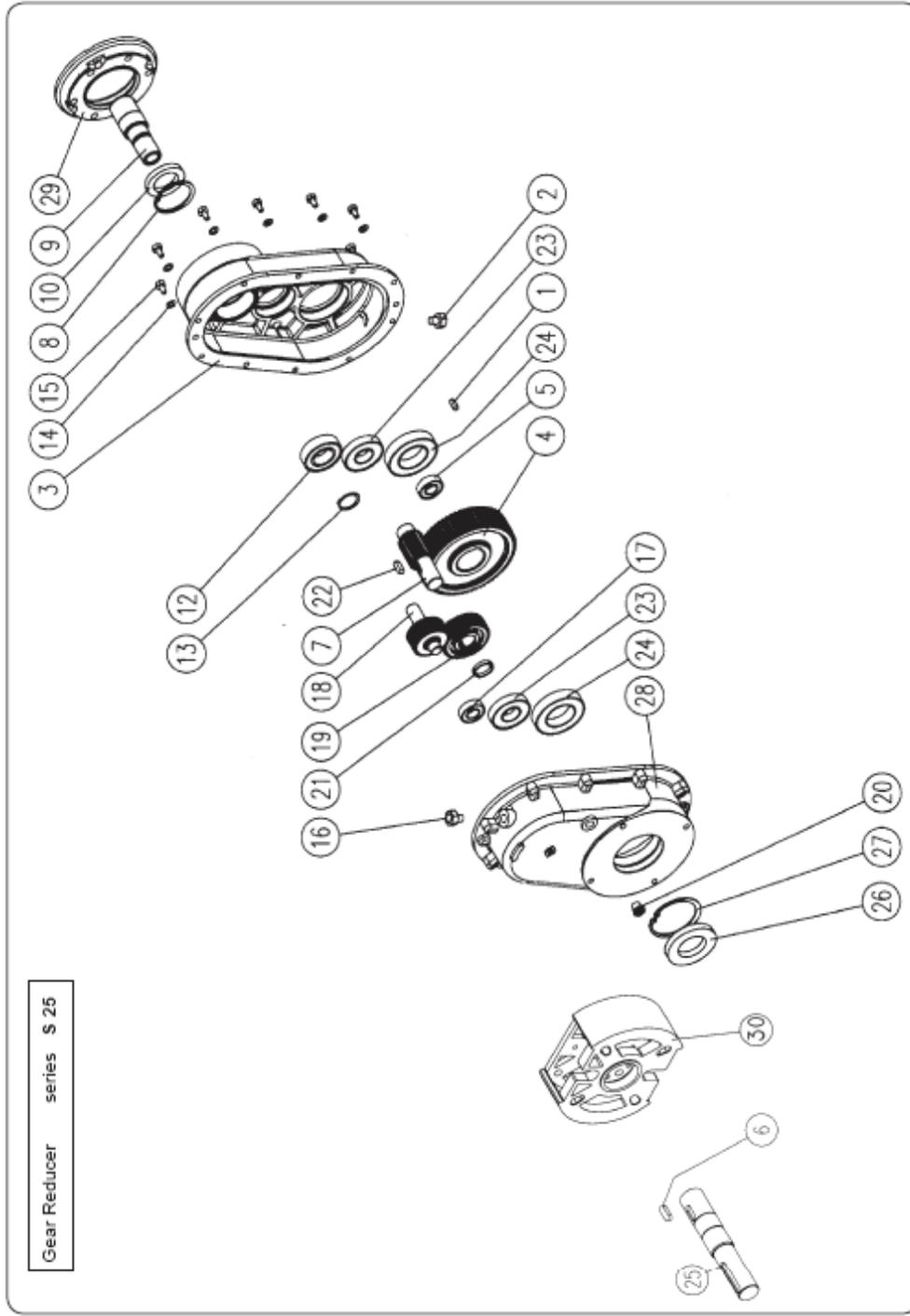
e Drive Efficiency Factor				
Screw Drive or Shaft Mount w/ V-Belt Drive	V-Belt to Helical Gear and Coupling	Gearmotor w/ Coupling	Gearmotor w/ Chain Drive	Worm Gear
.88	.87	.95	.87	Consult Manufacturer

09.08

SPARE PARTS
GEAR REDUCER

3

MR.07



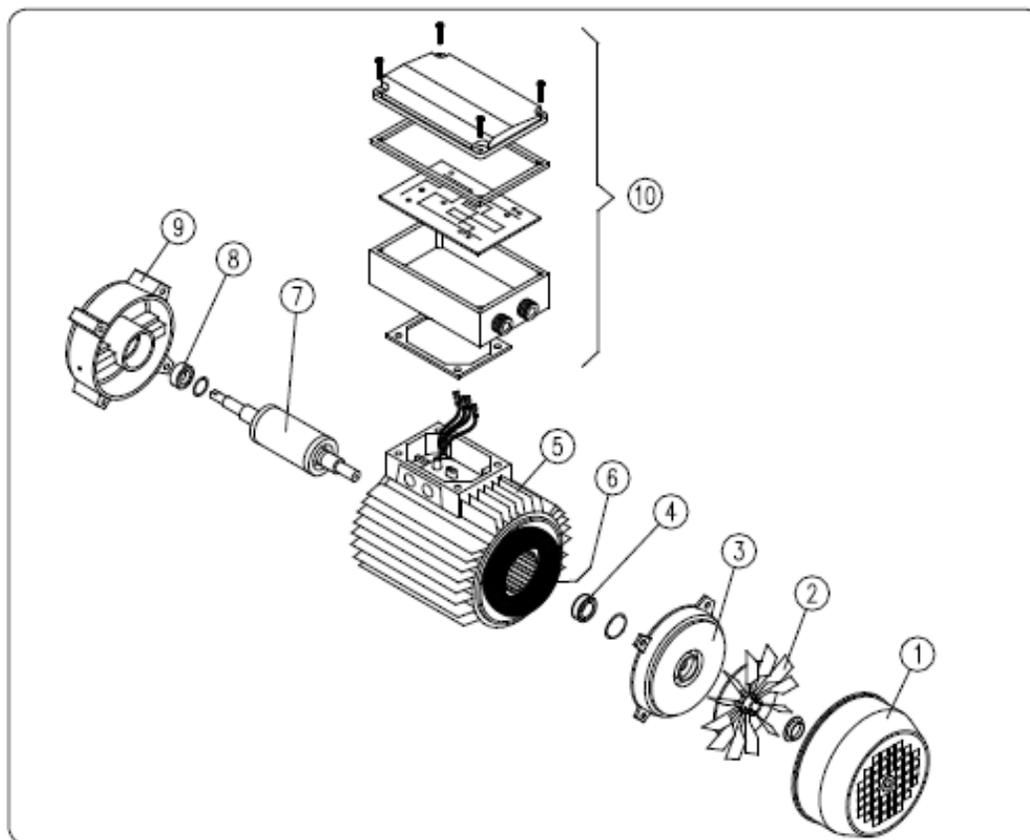
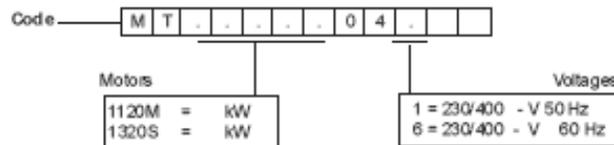
09.08



MR. 10

SPARE PARTS

MOTOR MT



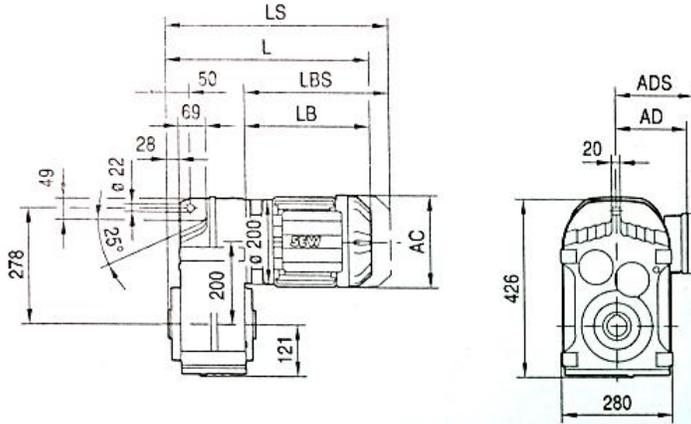
Item.	Q.ty	DESCRIPTION
1	1	Fan guard
2	1	Fan
3	1	Rear flange
4	1	Fan bearing
5	1	Casing
6	1	Stator
7	1	Rotor
8	1	Front bearing
9	1	Front flange
10	1	Junction box

European standard motors with 4 poles, B5

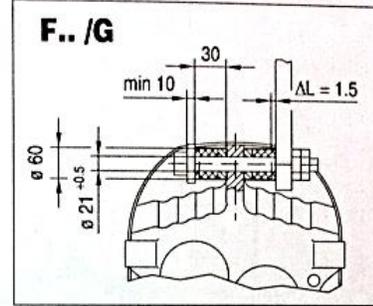
F..DR
 F..DR.. [mm]



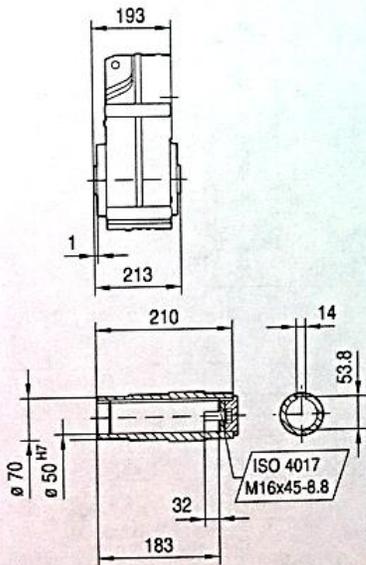
FA77..



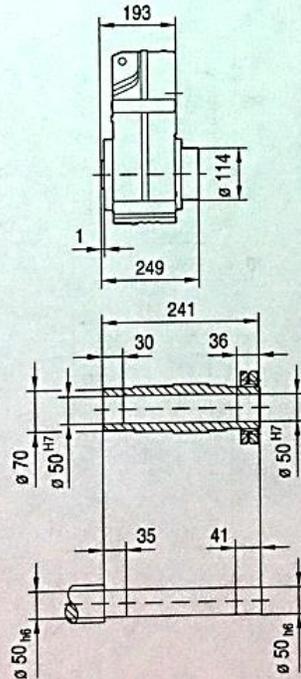
42 093 00 06



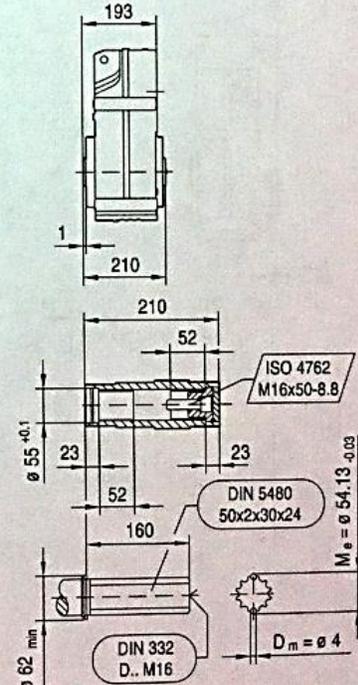
FA77..



FH77..



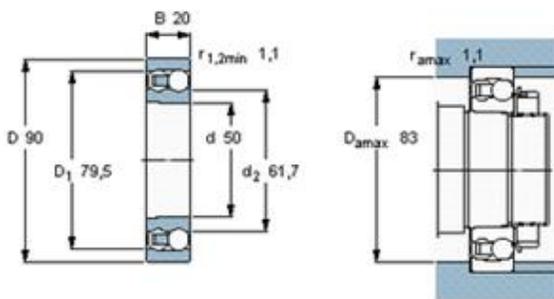
FV77..



CHAVETA / NORMAS DIN 6885																	
Sección chaveta	Ancho b h 9	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	
	Altura h h12	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22
d1	sobre	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150
	hasta	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170
Ancho b	Ajuste fuerte	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
	Ajuste suave																
Profundidad	t1	3	3,8	4,4	5,4	6,1	6	6,5	7,5	8	8	10	4,1	11	13	13,7	14
	Desv. Admis.	+0,2															
Ancho b	Ajuste fuerte	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
	Ajuste suave																
Profundidad	t2	1,1	1,3	1,7	1,7	2,1	2,1	2,6	2,6	3,1	4,1	4,1	4,1	5,1	5,2	6,5	8,2
	Desv. Admis.	3 +0,2															
Medida mínima		0,16	3,5	4	4,5	5,5	6	7	8	8,5	11	12	12	14	15	18	22
Charfie o radio r1	mínimo	0,25	0,25			0,4					0,6						1
	máximo	0,16	0,4			0,6					0,8						1,2
Radio de fondo de ranura	máximo	0,08	0,25			0,4					0,6						1
	mínimo		0,16			0,25					0,4						0,7
Largo L	Tolerancia	Peso (7,85 Kg/d3) Kg/ 1000 piezas =															
	Chaveta	Ranura															
10	-0,2	+0,2	1,15														
12			1,4	2,14													
14			1,65	2,54													
16			1,9	2,93	4,16												
18			2,15	3,32	4,73												
20			2,4	3,71	5,29	8,05											
22			2,65	4,11	5,85	8,96											
25			3,08	4,7	6,71	10,3	14,4										
28			3,41	5,29	7,55	11,6	16,3										
32	-0,3	+0,3	3,91	6,07	8,69	13,4	18,8	22,2									
36			4,41	6,85	9,84	15,1	21,3	25,2									
40			4,91	7,64	10,9	16,9	23,3	28,2	35,6								
45			5,54	8,62	12,3	19,1	27	32	41,5	52,2							
50			6,6	13,7	21,3	30,1	35,8	46,5	58,5	71,7							
56			10,8	15,4	24,9	33,9	43,3	52,4	68	81	97,9						
63					17,4	27	38,3	45,6	59,3	74,8	91,9	111	141				
Perforación para Tornillo	Perforación de chaveta	d3	3,4	4,5	5,5	6,6					9	11	14				
de sujeción y		d4	6	8	10	11					14	16	20				
Tornillo de despegue		d5	M3	M4	M5	M6					M8	M10	M12				
		t3	2,4	3,2	4,1	4,8					6	7,3	8,3				
	Perforación del eje	d7	M3	M4	M5	M6					M8	M10	M12				
		t5	4	5	6	6			6		8	9	10	12			
		t6	7	8	10	10			11		13	15	16	17	20		
Tornillo de sujeción - Tornillo cilíndrico		M3-8	M4-10	M4-10	M5-10	M6-12			M8-16	M8-16	M10-18	M10-20	M12-25	M12-25			
Material : St. 50 - 1K seg / DIN 1652																	
• Identificación A 20 x 12 125 DIN 6885 Ejemplo: Forma = A / ancho b = 20 mm / altura h = 12 mm / largo L = 125 mm / DIN 6885																	

Valores límite de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de fuerza		
Espesor de la pieza (mm)	Garganta a	
	Valor máximo (mm)	Valor mínimo (mm)
4.0- 4.2	2.5	2.5
4.3- 4.9	3	2.5
5.0- 5.6	3.5	2.5
5.7- 6.3	4	2.5
6.4- 7.0	4.5	2.5
7.1- 7.7	5	3
7.8- 8.4	5.5	3
8.5- 9.1	6	3.5
9.2- 9.9	6.5	3.5
10.0-10.6	7	4
10.7-11.3	7.5	4
11.4-12.0	8	4
12.1-12.7	8.5	4.5
12.8-13.4	9	4.5
13.5-14.1	9.5	5
14.2-15.5	10	5
15.6-16.9	11	5.5
17.0-18.3	12	5.5
18.4-19.7	13	6
19.8-21.2	14	6
21.3-22.6	15	6.5
22.7-24.0	16	6.5
24.1-25.4	17	7
25.5-26.8	18	7
26.9-28.2	19	7.5
28.3-31.1	20	7.5
31.2-33.9	22	8
34.0-36.0	24	8

Dimensiones principales			Capacidades de carga básica		Velocidades nominales		Designación
d	D	B	básica	estática	Velocidad de referencia	Límite de velocidad	
mm			C	C_0	rpm		-
50	90	20	26,5	9,15	16000	10000	1210 ETN9

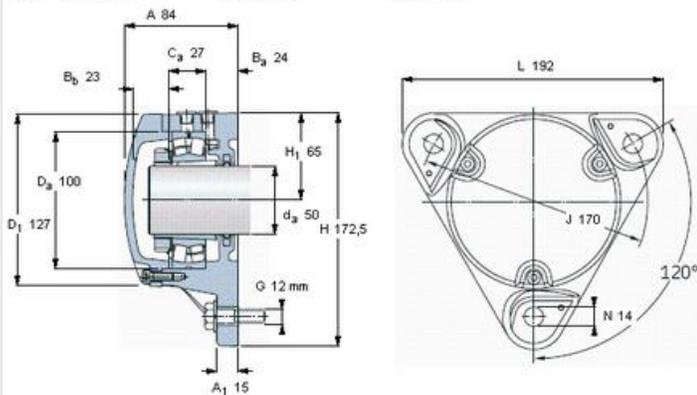


Factores de cálculo

- k_r 0,04
- e 0,21
- Y_1 3
- Y_2 4,6
- Y_0 3,2

Agujero cónico, conicidad 1: 12

Eje	Rodamientos adecuados (referencia básica)			Designación
d_a	Rodamientos de bolas a rótula	Rodamiento de rodillos a rótula	Rodamiento CARB	
mm				-
50	1211 K	2211 K	22211 K	C 2211 K FNL 511 A



Rodamientos y accesorios SKF adecuados

Rodamiento	Manguito de fijación
1211 EKTN9	H 211
2211 EKTN9	H 311
22211 EK	H 311
C 2211 KTN9	H 311 E

Anillos de fijación

FRB 6/100 (1)
ZW 85x100 (1)
ZW 85x100 (1)
ZW 85x100 (1)

Cargas de rotura, alojamiento [kN]

P_1	110
P_2	80
P_3	110



Componentes del soporte incluidos

Obturaciones rozantes	TFL 511 (1)
Tornillos de la tapa	M 6x20 (3)
Par de apriete recomendado [Nm]	10

Tornillos de fijación adecuados

Tamaño [mm]	12
Par de apriete recomendado [Nm]	80

Cantidad de grasa [kg]

Llenado inicial	0,06
-----------------	------



BRONCE AL ESTAÑO SAE 62 (Colada Continua)

CARACTERÍSTICAS MECANICAS

TENSION MIN.	%	DUREZA BRINELL (500kg.)	PLASTICIDAD CEDENCIA MIN.	DENSIDAD Kg/dm ³
	ALARGAMIENTO EN 5 cm.			
40,000	20	75-85	18,000	8.73

COMPOSICIÓN QUIMICA

METAL	MIN. %	MAX %
Cu	85	89
Sn	9	11
Zn	1	3
Pb	0.00	0.3

CORRESPONDE O ES SIMILAR A:

A.S.T.M.	B 30 1(A), B22 (D), B143 (1A), B271 (1A)
CDA	C90500
DIN	1705 Cu Sn 10 Zn

APLICACIONES GENERALES

Bronce al Estaño, de gran resistencia al desgaste y al ataque de elementos ácidos. Esta Aleación se ha probado en los siguientes usos:

- Cojinetes, bujes, casquillos, Tornillos, Sinfines, elementos de Maquinas, campanas.
- Impulsores de bomba.
- Aro de émbolo.
- Cuerpos de bomba.
- Válvulas y piezas.
- Fittings de corriente.
- Engranajes, coronas.
- Herrajes de Vapor.
- Para piezas que requieren un bronce fino.



PRESUPUESTO N° JO -1- 20. 11 .14

San Pedro de la Paz 20-11-2014.

Señores:
Soc. Agrícola Altue Ltda.
At. Sr. Giovanni Riffo S.
Presente

REF.: Separador de fases

De nuestra consideración:

Teniendo presente la información y especificaciones técnicas entregadas, la Empresa SIMECOM, tiene el agrado de cotizar a Ud(s) los trabajos correspondientes a la referencia.

ITEM	DESCRIPCION	UN.	CANT.	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Separador de fases	c/u	1	\$ 3.979.963	\$ 3.979.963
TOTAL					\$ 3.979.963

más 19 % I.V.A.

Validez de Cotización: 10 días

Plazo Ejecución : 45 días.

NOTAS:

- 1.- Todos los materiales serán suministrados por SIMECOM.
- 2.- En caso de adjudicación se considera un anticipo de 30% y saldo contra entrega.

Williams Martinez Pezo
Simecom.

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEPARACION DE FASE SÓLIDA-LÍQUIDA EN PURINES DE LA INDUSTRIA LECHERA.”

Formulario para Cotizaciones.							
 <p>SIMECOM RUT: 76.059.885-2</p>		EMPRESA:		SIMECOM S.A.			
		SUPERVISOR EE.SS.:		JOSE OLIVA			
		FONO 1:		2276493		FONO celular 77091289	
		CELULAR:				FAX:	
		E-MAIL:		administrador1@simecom.cl			
		Nº COTIZACION: Nº					
FECHA :		20-11-2014					
Antecedentes Oferta Obra Vendida							
Petición de Oferta Nº		Orden de Compra Nº		Tipo:			
Numero Pedido		Carta Nº8		Solicitante			
Supervisor.		Robinson Flores.		Giovanni Riffo S.			
Descripción del Servicio y alcance Técnico							
Separador de fases, tornillo sin fin							
Validez de cotización : 10 días							
Plazo Ejecución : 45 días							
Detalle de Materiales y Repuestos							
Descripción	Unidad	Cantidad	P/U Unidad	Valor			
Plancha acero inox. AISI 304L 5 mm	kg	200,00	\$ 3.500	\$ 700.000			
Plancha acero inox. AISI 304L 3mm	kg	10,00	\$ 3.500	\$ 35.000			
Plancha de HDPE 10mm	kg	2,00	\$ 2.800	\$ 5.600			
sello caucho 10mm	m²	3,00	\$ 2.000	\$ 6.000			
Cañería ASTM A-53 1,5"	kg	7,00	\$ 500	\$ 3.500			
Cañería ASTM A-53 2,5"	kg	4,00	\$ 500	\$ 2.000			
Chute Entrada 300x250 mm	c/u	1,00	\$ 5.600	\$ 5.600			
Chute Salida 8 m/m	c/u	1,00	\$ 5.600	\$ 5.600			
Plancha ASTM A-36 5mm	kg	40,00	\$ 500	\$ 20.000			
Angulo laminado ASTM A-36 50X50 e. 6mm	kg	18,00	\$ 500	\$ 9.000			
Barra acero inox. AISI 304L	kg	56,00	\$ 3.500	\$ 196.000			
Pernos M14 x 45 Lg.	c/u	57,00	\$ 560	\$ 31.920			
Pernos M10 x 30 Lg.	c/u	14,00	\$ 490	\$ 6.860			
buje bronce/estaño SAE 62	c/u	1,00	\$ 1.700	\$ 1.700			
Soldadura 308L 1/8"	kg	35,00	\$ 2.800	\$ 98.000			
Disco Desbaste 7"	c/u	13,00	\$ 1.500	\$ 19.500			
Chascón 4"	c/u	2,00	\$ 8.500	\$ 17.000			
Discos de corte 7"	c/u	25,00	\$ 1.600	\$ 40.000			
Oxicorte	m3	30,00	\$ 3.200	\$ 96.000			
				SUB TOTAL	\$ 1.299.280		
Detalle Personal por Especialidad							
Descripción	Personas	Unidad	Total HH	P/U Unidad	Valor		
Supervisor	1	HH	50	\$ 5.500	\$ 275.000		
Maestro 1º	1	HH	115	\$ 3.300	\$ 379.500		
Maestro 2º	1	HH	115	\$ 3.000	\$ 345.000		
Soldador Oxigenista	1	HH	80	\$ 4.000	\$ 320.000		
Prevencionista	1	HH	0	\$ 5.000	\$ -		
Avudantes	1	HH	150	\$ 2.500	\$ 375.000		
			6				
				SUB TOTAL	\$ 1.694.500		
Equipos y Servicios							
Descripción	Unidad	Cantidad	P/U Unidad	Valor			
Colación	hh	0	\$ 250	\$ -			
Traslado personal	hh	0	\$ 200	\$ -			
Cilindrado Manto Pl. 5 mm acero inox 304l	kg	95	\$ 340	\$ 32.300			
Cilindrado Manto Pl. 3 mm acero inox 304l	kg	7	\$ 340	\$ 2.380			
Cilindrado ASTM A-36	kg	5	\$ 150	\$ 750			
chavetero	c/u	1	\$ 700	\$ 700			
Limpieza y pintado	m2	7	\$ 2.800	\$ 19.600			
Fletes	gl	0	\$ -	\$ -			
Maquina soldadora	hm	80	\$ 150	\$ 12.000			
Amoladora	hm	0	\$ 100	\$ -			
				SUB TOTAL	\$ 67.730		
Gastos Generales y Utilidades				\$ 918.453			
VALOR TOTAL OFERTA				\$ 3.979.963			
VºBº EE.SS.		VºBº ITO		VºBº ITO			



REFERENCIAS

SU REF.: Solic. verbal
NUESTRA: SEWCCP-0285/09/14
 S: 001 Z: 008
 HOJA 1 DE 2

FECHA: NOVIEMBRE 12 DE 2014

COTIZACION

PARA: **JOAQUIN CASTILLO**
 e-mail: joacasti@alumnos.ubiobio.cl; giriffo@alumnos.ubiobio.cl
 PRESENTE

Cotizó: Daniel Núñez

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	UNITARIO	TOTAL
1	1	MOTORREDUCTOR SEW MONTADO AL EJE Tipo: FA77 42 093 00 06 Especificaciones técnicas: Potencia (kw): 1.5 Velocidad (rpm): 1.386-44 Reducción (i): 31.51 Fuerzas radiales admisibles (N): 20.000 Factor de servicio: 4.3 Torque máximo velocidad (Nm): 1376 Forma constructiva: M-1 Tensión (V): 380 Frecuencia (Hz.): 50 Protección motor: IP55 Diámetro eje salida (mm): 50 Peso (kgs.): 206 Obs.: Reductor con eje macizo con canal chavetero.	US\$ 2.700	US\$ 2.700
PLAZO DE ENTREGA		4 DÍAS HÁBILES	SEW EURODRIVE CHILE LTDA. FELIPE DELGADO R.	
LUGAR DE ENTREGA		BODEGA SEW SANTIAGO		
CONDICIONES DE PAGO		CONTADO		
VALIDEZ DE LA OFERTA		20 DÍAS		



REFERENCIAS

SU REF.: Solic. verbal
NUESTRA: SEWCCP-0285/09/14
 S: 001 Z: 008

HOJA 2 DE 2

ITEM	CANT	DESCRIPCION	UNITARIO	TOTAL
		<p>Notas:</p> <p>1.-EL PLAZO DE ENTREGA SERÁ A PARTIR DE LA RECEPCIÓN DE LA ORDEN DE COMPRA, sin notas y/o comentarios, con toda la información necesaria como: posición de montaje, potencia (kW), velocidad (rpm), re-ducción (i), factor de servicio, etc., cualquier modificación posterior signifi-cará comenzar un nuevo plazo de entrega.</p> <p>2. El total neto no incluye costo de flete desde Stgo.</p> <p>3.- Los precios cotizados se expresan en dólares americanos convertibles a moneda nacional según dólar observado publicado por el Banco Central a la fecha de facturación.</p>		
		TOTAL NETO		US\$ 2.700 E.M.N.+IVA
		DN/nc		