



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**TRABAJO DE MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
TECNOLOGÍA EN ELECTROMECÁNICA**

AUTORES:

TOAPANTA TOAPANTA BYRON ELIAS

TOAQUIZA CASA HECTOR MAURICIO

TUTOR:

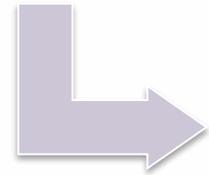
ING. MASAPANTA CHICAIZA JAIME GONZALO



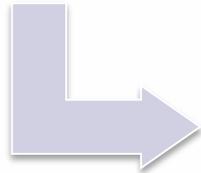
TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MISTURADOR DE POLIETILENO PARA LA FABRICACIÓN DE FUNDAS PLÁSTICAS EN LA EMPRESA PLASTICOTOPAXI UBICADA EN LA PARROQUIA SAN BUENAVENTURA DEL CANTÓN LATACUNGA”



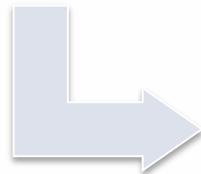
ANTECEDENTES



Materiales plásticos tienen gran demanda por diferentes usos.



PLASTICOTOPAXI fabrica y comercializa fundas plásticas.

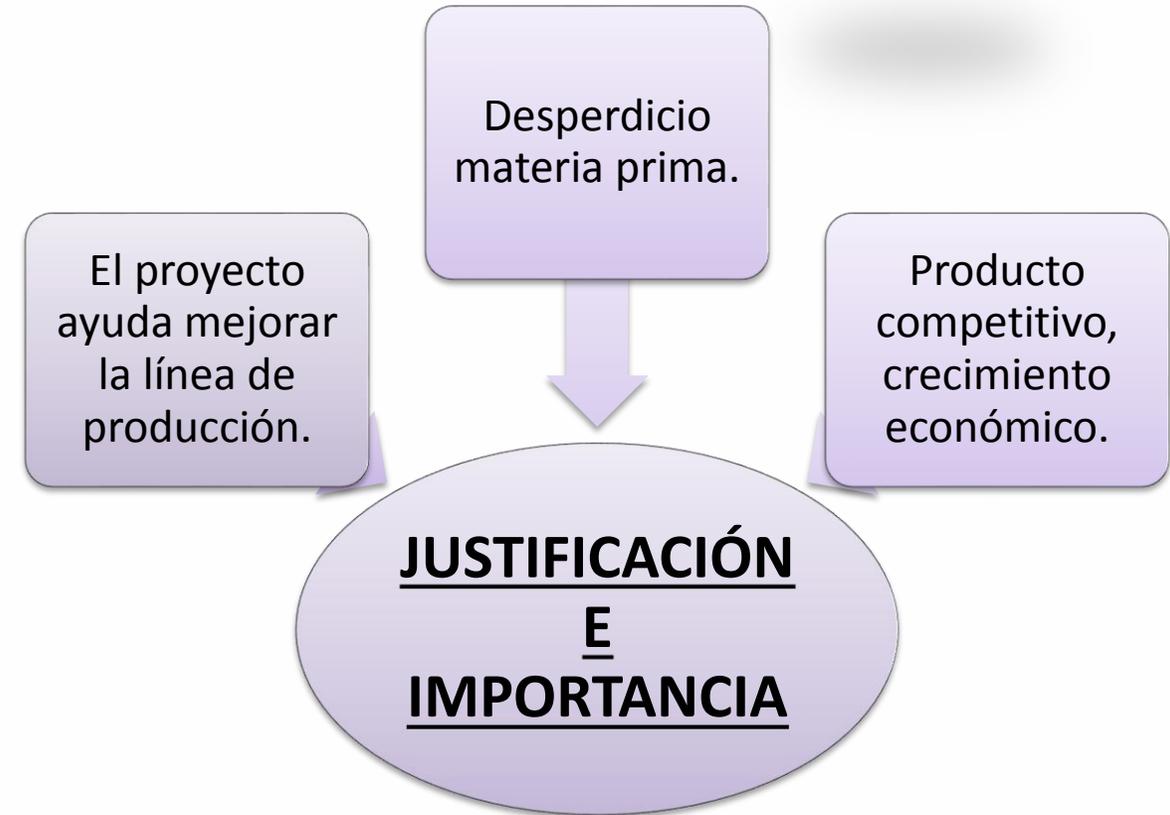
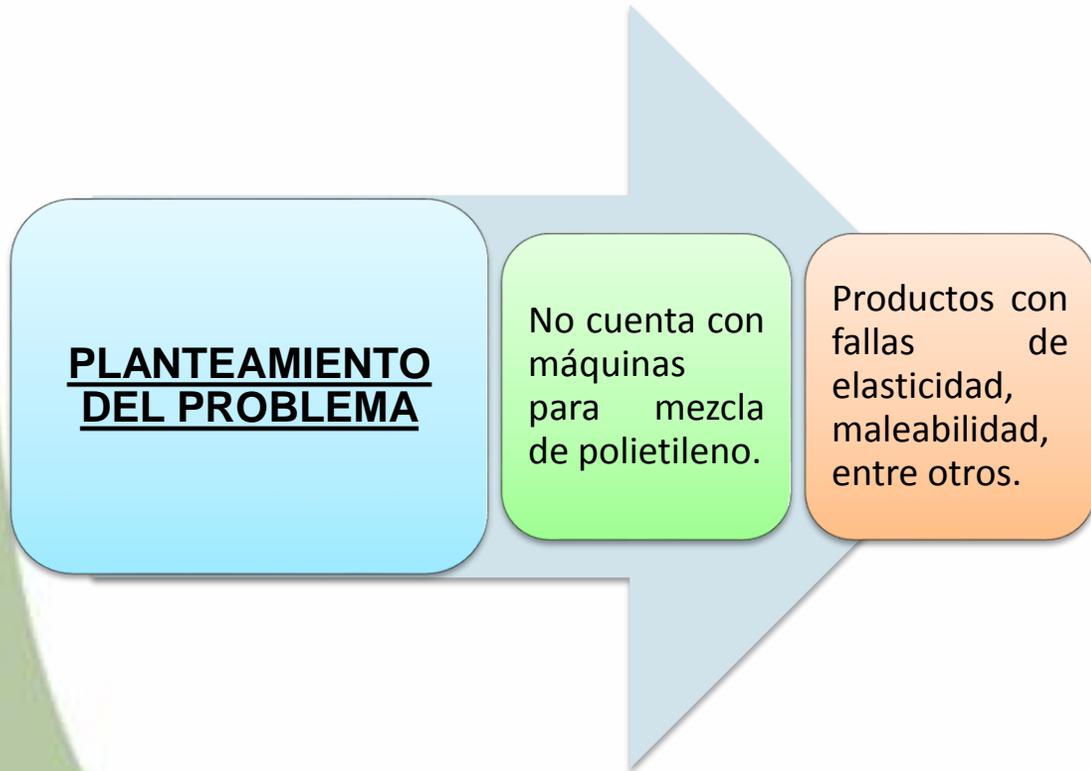


Se requiere que los productos sean de mayor resistencia.



Mezclas son principalmente mecánicas y de esto depende calidad de producto







OBJETIVOS

GENERAL:

Implementar un sistema misturador de polietileno para la fabricación de fundas plásticas.

ESPECÍFICOS:

- * Realizar el estudio técnico, para garantizar su viabilidad.
- Seleccionar los componentes adecuados.
- * Proceder al montaje de los elementos
- * Realizar pruebas de funcionamiento



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Productos de la empresa

- * Fundas para alimentos.
- * Fundas de basura.
- * Fundas industriales.
- * Cintas de seguridad.

Normatividad

- * Norma UNE 53257-2/1M: 1997.
- * Norma RTE INEN 100:2014.
- * Norma NTE-INEN-2841.

Tipos de misturadoras

De eje vertical

se caracterizan por ser mezcladores robustos con un alto índice de duración, componentes intercambiables que aumenta su vida útil



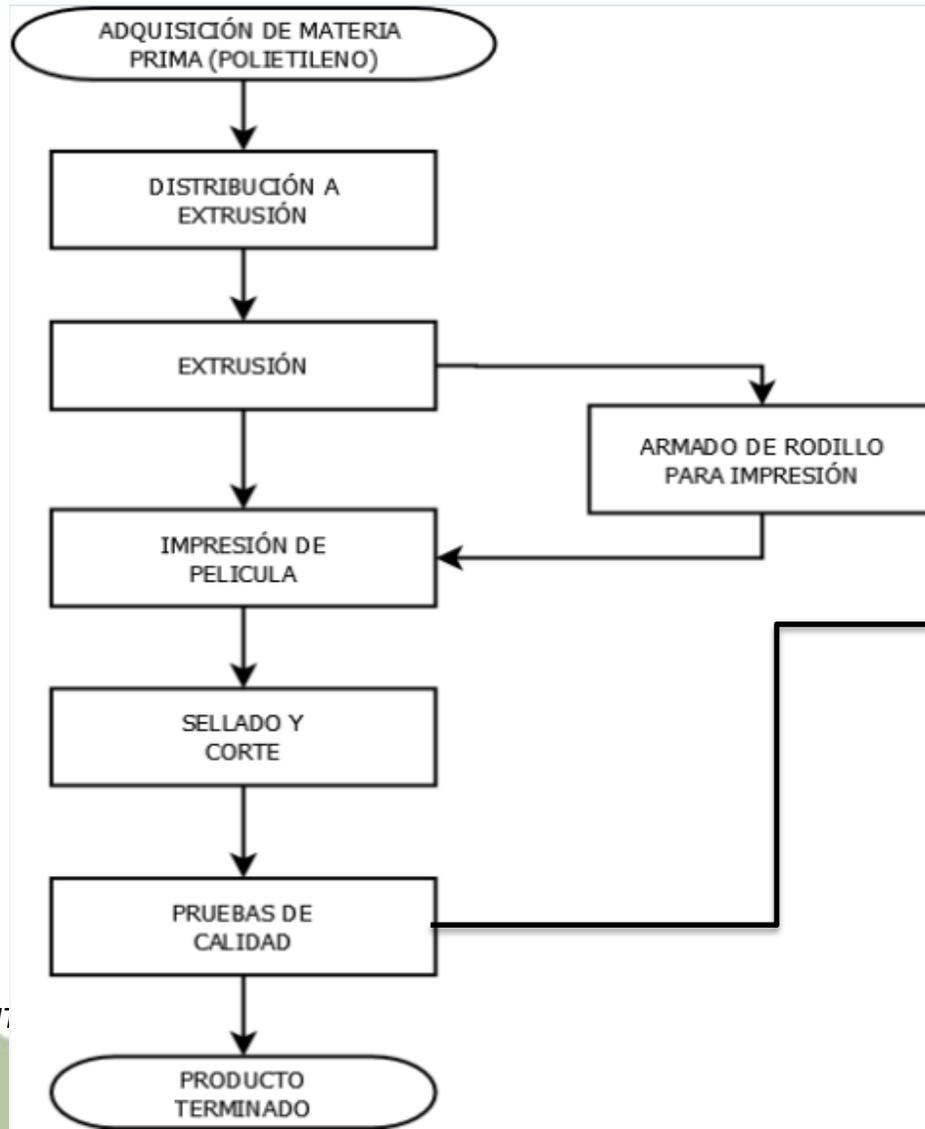
De eje horizontal

Las aspas se encuentran distribuidas estratégicamente a lo largo del eje con el fin de distribuir el material





PROCESO PARA ELABORACIÓN DE FUNDAS PLÁSTICAS



PRUEBAS DE CALIDAD

- * DIMENSIONES Y MASA
- * RESISTENCIA A IMPACTO
- * ESFUERZO Y ALARGAMIENTO
- * RESISTENCIA A LA CARGA ESTÁTICA
- * ADHESIÓN DE TINTA



DISEÑO Y SELECCIÓN DE MATERIAL





SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL SISTEMA

Para hallar la potencia del sistema se utiliza Los siguientes parámetros.

PARAMETROS	DETALLES
Masa del tornillo trasportador (Kg)	20.22
Velocidad en (RPM)	1200
Diámetro del eje (mm)	44.45

$$W_{TORNILLO} = m * g$$

$$W_{TORNILLO} = (20.2\text{Kg}) * (9,81 \frac{m}{s^2})$$

$$W_{TORNILLO} = 198.16\text{N}$$

TORQUE Y POTENCIA MECÁNICA

Se aplica la ecuación:

$$T = F * r$$

Dónde:

T= torque en Nm

F = fuerza peso del tornillo trasportador

r= radio del eje

$$T = 198.16\text{N} \times 0.022\text{m}$$

$$T = 4.35 \text{ Nm}$$



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL SISTEMA

- Velocidad angular.

$$\omega = f \times 2\pi \text{ rad}$$

Donde:

ω = velocidad angular.

f = frecuencia en revoluciones.

$$\omega = \frac{1200 \text{ rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 125.66 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$\omega = 125.66 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

- Potencia necesaria para para superar el momento de inercia

$$P = \frac{T * \omega}{746}$$

Dónde:

P = potencia en el eje conducido

T = torque en Nm

ω = velocidad angular

$$P = \frac{(4.35 \text{ Nm}) (125.66 \frac{\text{rad}}{\text{seg}})}{746}$$

$$P = 0.73 \text{ HP}$$



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Se aplica la ecuación:

$$L_d = L \times RPM \times 60 \frac{min}{h}$$

Dónde:

L_d = Horas de duración para rodamientos

L = Vida útil del rodamiento de acuerdo a tabla 13

RPM= Revoluciones por minuto a la que se desea trabajar

$$L_d = 3000h \times 1200 \frac{rev}{min} \times 60 \frac{min}{h}$$

$$L_d = 216 \times 10^6 rev$$

El factor **L_d** se determina con la tabla

APLICACION	DURACION EN HORAS (L)
Electrodomésticos, Máquinas agrícolas, instrumentos	✓ 300 - 3000
Máquinas usadas en cortos períodos: elevadores de talleres, máquinas y equipos para la construcción	3000 – 8000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad en cortos períodos: ascensores, grúa	8000 – 12000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no siempre utilizadas totalmente: motores eléctricos,	10000 - 20000
Máquinas para 8 horas de trabajo siempre utilizadas totalmente: cintas transportadoras	20000 - 30000



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Se utiliza el peso del eje conducido (tornillo transportador) la cual deberá soportar el rodamiento.

$$W_{ECONDUCTIDO} = 198.16N$$

Capacidad de carga dinámica.

$$C = P \left(\frac{L_d}{10^6} \right)^{\frac{1}{k}}$$

Dónde:

C = Capacidad de carga dinámica

P = Peso del eje

k = Factor de duración, $k = 3$ para rodamiento de bolas, ver Anexo-3

L_d = Horas de duración para rodamientos



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

$$C = 198.16N \left(\frac{216 \times 10^6 \text{ rev}}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$C = 1188.96 N$$

L_{nm}	Vida nominal SKF (con un $100 - n^1$) % de confiabilidad) [millones de revoluciones]
L_{nmh}	Vida nominal SKF (con un $100 - n^1$) % de confiabilidad) [horas de funcionamiento]
L_{10}	vida nominal básica (con una confiabilidad del 90%) [millones de revoluciones]
a_1	factor de ajuste de la vida útil para mayor confiabilidad (ver tabla 3, valores según la norma ISO 281)
a_{SKF}	factor de modificación de la vida útil
C	capacidad de carga dinámica básica [kN]
P	carga dinámica equivalente del rodamiento [kN]
n	velocidad de giro [r. p. m.]
p	exponente de la ecuación de la vida útil = 3 para los rodamientos de bolas = 10/3 para los rodamientos de rodillos



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Con el diámetro del eje y el valor de la carga dinámica podemos seleccionar el rodamiento.

DESCRIPCION	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS
Serie de rodamiento	UCF-205
Serie de numero de caja	F205
D interior del rodamiento (mm)	25
Carga dinámica (KN)	14
Carga estática (KN)	7.88





SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE POLEAS

La velocidad del eje conductor y eje conducido será la misma, por lo que los diámetros de las poleas serán las mismas.

Se aplica la ecuación:

$$n1 \times D1 = n2 \times D2$$

Dónde:

D1 y **D2** valores del diámetro de cada polea.

n1 y **n2** valores de la velocidad de giro de cada polea.

DESCRIPCION	TIPO DE POLEAS
D. eje conductor (19mm)	✓ Polea de 3plg. de un canal
D. eje conducido(25mm)	✓ Polea de 3plg. de un canal



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE POLEAS

$$1200rpm \times 3plg = n2 \times 3plg$$

$$n2 = \frac{1200rpm \times 3plg}{3plg}$$

$$n2 = 1200rpm$$

➤ **Relación de transmisión**

Comparación del tamaño de la polea motriz y la polea conducida.

$$i = \frac{D_{MOTRIZ}}{D_{CONDUCTADA}}$$

Dónde:

i= relación transmisión

D_{MOTRIZ} = polea conductora

$D_{CONDUCTADA}$ = polea conducida

$$i = \frac{3pulg}{3plug}$$

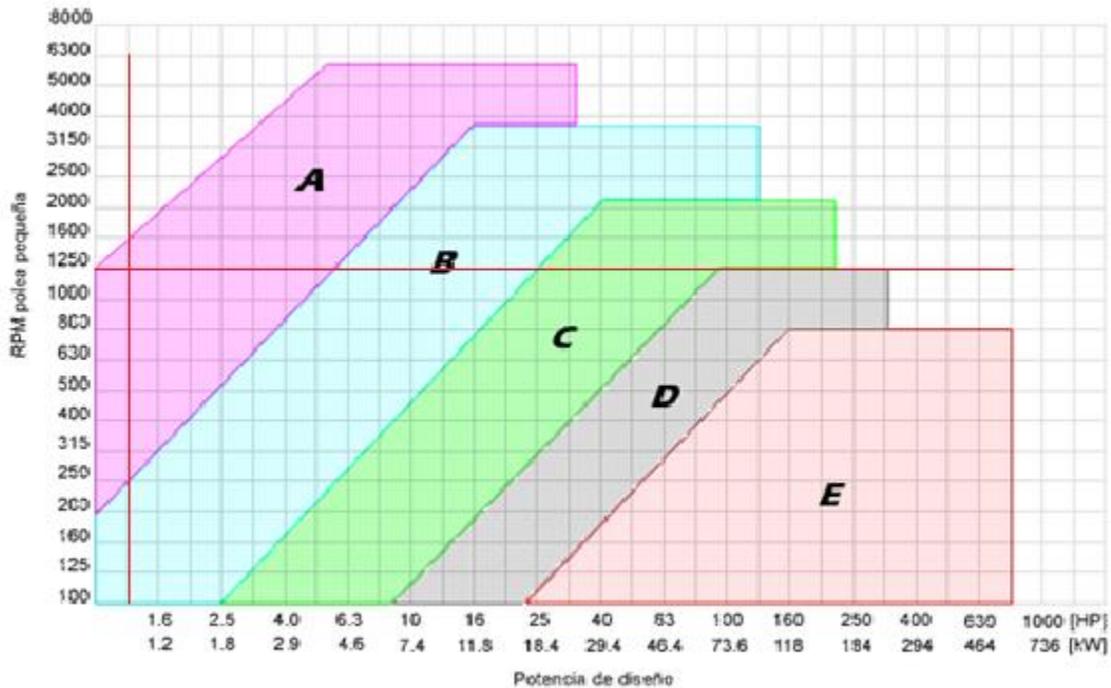
$$i = 1$$



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE LAS CORREA DE TRASMISIÓN

Para la selección de la correa se realiza en función de la velocidad de rotación (1200) y potencia de diseño (0,91).



DESIGNACION	5	Y	8	Z	A	b	20	C	25	D	E	50
b(mm)	5	6	8	10	13	17	20	22	25	32	38	50
h(mm)	3	4	5	6	8	11	12.5	14	16	19	23	30



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE LAS CORREA DE TRASMISIÓN

Para la aplicación requerida se selecciona una correa de transmisión de tipo trapezoidal, ya que estas presentan las mejores características.

CRITERIO	PLANA	TRAPEZOIDAL	ESLABONADA	DENTADA
Carga en los arboles	Muy grande	Pequeño	Pequeña	Mínima
Trabajo a $V=25m/s$	Aceptable	Aceptable	Mala	Bueno
Resistencia a los choques	Muy buena	Buena	Regular	Aceptable
Eficiencia %	97...98	96...97	95...96	98..9.9
Longitud de correa	Libre	Normalizada	Libre	Dependiente
Tolerancia a la desalineación	Pequeño	Grande	Grande	pequeña
Nivel de ruido	Bajo	Muy bajo	Bajo	bajo
Costo	Bajo	Bajo	Bajo	moderado



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

SELECCIÓN DE LA CORREA DE TRASMISIÓN

➤ Longitud de la correa

Con la siguiente ecuación se calcula el largo aproximado:

$$L = (2 * C) + (1,57 * (D_p + d_p)) + (D_p - d_p) \frac{2}{(4 * C)}$$

Dónde:

L: longitud de la correa.

C: distancia entre ejes.

D_p, d_p: diámetros primitivos de las poleas.



$$L = (2 * 15) + (1,57 * (7.63 - 7.63)) + (7.63 - 7.63) \frac{2}{(4 * 15)}$$

$$L = 53.95 \text{ cm}$$



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS

MOTORES ELÉCTRICOS

Se determina la potencia de diseño

$$PD = PS * fs$$

Dónde:

PD= potencia de diseño (hp)

PS= potencia del sistema (hp)

fs= factor de servicio (1.25 constante)

PARÁMETROS	DETALLES
Tiempo de operación del motor	< 6 h/d
Tipo de servicio	2 (medio)
Numero de arranques	16

Clase	Ejemplos	Máquina motriz					
		Máquina accionada			Máquina motriz		
		Motores eléctricos (C.A. de arranque suave, C.D. con arrancador estrella delta, C.D. 5Hznt), motores de combustión interna con más de 4 cilindros, máquinas con acoples flexibles.			Motores eléctricos (C.A. de arranque directo, C.D. serie y compuesto), máquinas de combustión interna con menos de 4 cilindros.		
Horas de trabajo diarias			Horas de trabajo diarias				
<10	10 a 16	>16	<10	10 a 16	>16		
1 (servicio ligero)	Agitador (densidad uniforme). Ventilador y soplador (<7.5kW). Compresor y bomba centrífuga. Banda transportadora (carga uniforme).	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
2 (servicio medio)	Agitador (densidad variable). Ventilador y soplador (>7.5kW). Compresor y bomba rotatoria. Banda transportadora (carga no uniforme). Generador. Lavadora. Eje de transmisión. Máquina herramienta, imprenta. Máquina para madera.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
3 (servicio pesado)	Máquina para fabricar ladrillo. Elevador, Compresor y Bomba reciprocante. Transportadora (carga pesada), Montacargas, Molino de percusión, Pulverizadora, Prensa, Cizalla, Maquinaria para caucho, Vibrador, Maquinaria textil	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
4 (servicio extra pesado)	Troqueladora, Laminadora Trituradora cacular, de mordazas, de rodillos Molino triturador de bolas y de barras	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Nota: Para transmisiones con reducción de velocidad: Si (1.0 < i < 1.24) multiplique fs por 1.0 Si (1.25 < i < 1.74) multiplique fs por 1.05 Si (1.75 < i < 2.49) multiplique fs por 1.11 Si (2.5 < i < 3.49) multiplique fs por 1.18 Si (i > 3.5) multiplique fs por 1.25							



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS

MOTORES ELÉCTRICOS

$$PD = (0.73 \text{ HP}) * (1,25)$$

$$PD = 0.91 \text{ HP}$$

Se selecciona un motor eléctrico ALSTHOM



DESCRIPCIÓN	DETALLES
Marca	ALSTHOM UNELEC MOTEUR AS
N° de fases	3
Corriente Nominal (A)	2.9
Potencia (HP)	1.1
Voltaje (V)	220/380
Frecuencia (Hz)	60



SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS

VARIADORES DE FRECUENCIA

Se calcula la frecuencia de trabajo que debe entregar el variador de velocidad

$$f_T = * \frac{\eta_T \times f_R}{\eta_N}$$

Dónde:

f_T = Frecuencia de trabajo (Hz)

f_R = Frecuencia de la red (Hz)

η_T = Velocidad de trabajo (RPM)

η_N = Velocidad nominal (RPM)

$$f_T = \frac{(1200)(60)}{3000}$$

$$f_T = 24 \text{ Hz}$$

Se selecciona un variador KINCO

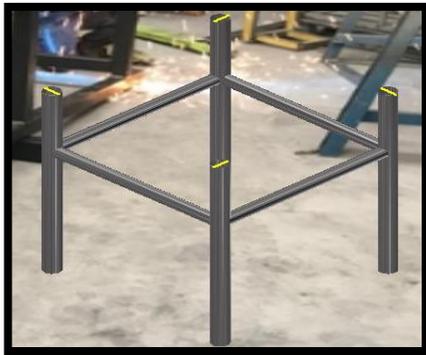
DESCRIPCIÓN	DETALLES
Serie	CV20-2S-0007G
1C Potencia (HP – KW)	2 - 1.49
Corriente (A)	14
Voltaje (V)	220
Frecuencia de entrada (Hz)	60
Frecuencia de salida (Hz)	0-300
Temperatura de trabajo (°C)	-10 a 40





CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

ESTRUCTURA BASE



Tubos redondos ASTM A500 de 2 y 1.5 pulg.
Longitud de 700 mm y 600

CORTE DEL MATERIAL



Cortadora plasma CNC

CONSTRUCCIÓN DE LAS TOLVAS

CONO



Cono soldado

CILINDRO



Ensamble de cono y cilindro



CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

TORNILLO TRANSPORTADOR



Desbastado de eje



Tornillo soldado



Retiro de limalla



CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

TAPAS DE LA TOLVA



Mecanizado de las tapas



Unión de la tapa y la compuerta



CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

BASE PARA EL MOTOR



Mecanizado de ángulos



Montaje del motor con las bases



CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

BASE DE DESCARGA



Proceso de suelda



Protección de la base

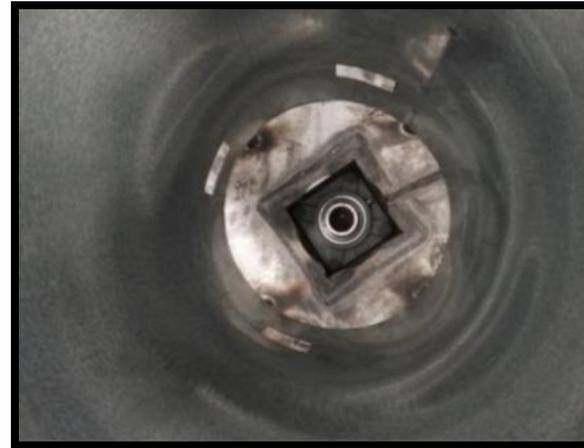


CONSTRUCCIÓN DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

CILINDRO INTERNO



Construcción de cilindro interno



Proceso de suelda



Chumacera



MONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS



Estructura base con las tolvas



Tornillo
transportador con
las tolvas



Montaje de la tapa de
la tolva



Montaje de las bases a
las tolvas



MONTAJE DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS



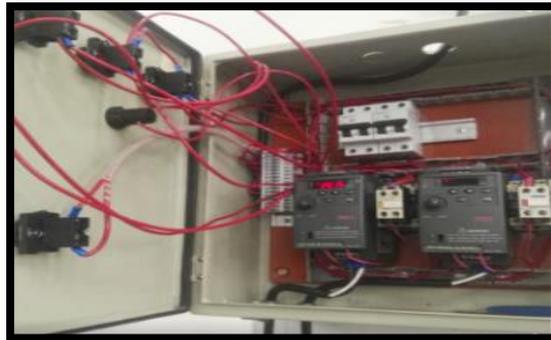
Montaje y alineación



Correa de transmisión



Protección de la correa



Tablero de control



Maquina ensamblada



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



Puesta en marcha de las máquinas



Pruebas con material



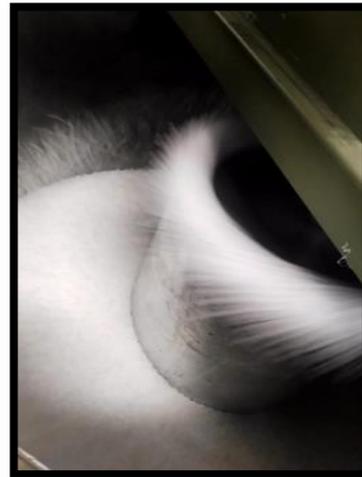
Máquina con capacidad máxima



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO



Material aglutinado



Material virgen



Material homogenizado

MATERIAL	CANTIDAD (KG)	MANUAL (MIN)	AUTOMÁTICO (MIN)
Polietileno virgen	45	20	10
Polietileno aglutinado	45	40	20

Tabla de comparación



CONCLUSIONES

- Con la implementación de las máquinas misturadoras se reduce el tiempo de mezclado en un 50 % en relación al método manual, esto promueve a la empresa a continuar con la automatización de nuevos procesos.
- La mezcla del material polimérico actualmente es más homogénea, obteniendo así productos plásticos que cumplen con las normas técnicas UNE 53257-2/1M: 1997 y RTE INEN 100:2014 mismas que se refieren al procesamiento y manejo de dichos productos.
- Las máquinas están selladas por medio de compuertas las cuales garantizan que el material a mezclar no entre en contacto con impurezas durante todo el proceso de homogenización, consiguiendo así que la mezcla sea más pura.



RECOMENDACIONES

- Antes de proceder al mantenimiento de las maquinas se debe interrumpir el paso de corriente eléctrica, desactivando los interruptores termo magnéticos para evitar daños en los elementos eléctricos.
- La instalación de los componentes eléctricos y mecánicos de las máquinas se deben realizar en función a los planos que se adjuntan en la sección de anexos de este trabajo.
- El operador a cargo de las maquinas no debe realizar modificaciones en el sistema eléctrico del tablero de control, ni cambios en los parámetros del variador de frecuencia ya que esto podría ocasionar daños graves al motor.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



GRACIAS POR SU ATENCIÓN