ANEXOS

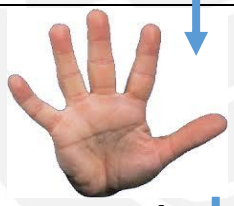
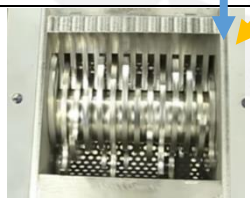
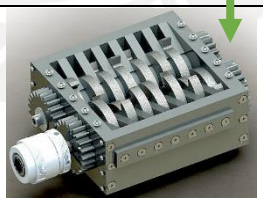
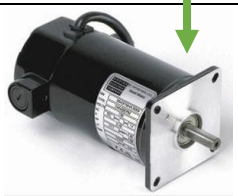
ANEXO A: MATRIZ MORFOLÓGICA 101
ANEXO B: CONCEPTOS DE SOLUCIÓN 105
B.1 Concepto de solución 1 105
B.2 Concepto de solución 2 107
B.3 Concepto de solución 3 109
ANEXO C: EVALUACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE SOLUCIÓN 111
ANEXO D: CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA ESTACIÓN DE EXTRUSIÓN 114
D.1 HUSILLO DE EXTRUSIÓN 114
D.2 CABEZAL DE EXTRUSIÓN 121
D.3 POTENCIA PARA LA LOCOMOCIÓN DEL SISTEMA 125
ANEXO E: CATÁLOGO DE BARRAS DE ACERO INOXIDABLE 126
ANEXO F: CATÁLOGO DE RODAMIENTOS SKF TIPO PARED 127
ANEXO G: CATÁLOGO DE RODAMIENTOS CÓNICOS SKF 128
ANEXO H: MOTORES DC TRANSTECNO 129
ANEXO I: SELECCIÓN DE CHAVETAS 135
ANEXO J: FAJAS SÍNCRONAS OPTIBELT 136
ANEXO K: FIBRA DE VIDRIO DE LA MARCA KOSTEC 148
ANEXO L: PROFORMAS Y COTIZACIONES 149
L.1 Cotización de la adquisición de los componentes mecánicos 149
L.2 Cotización de los motores de la trituradora y la extrusora 151
L.3 Cotización del corte por plasma 152
L.4 Parámetros del costo por impresión 3D 153
ANEXO M: PLANOS DEL SISTEMA 154

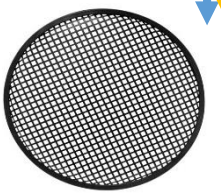
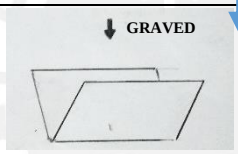
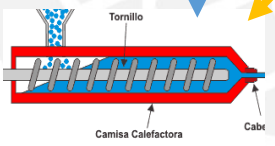
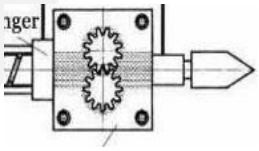
ANEXO A: MATRIZ MORFOLÓGICA

Se realiza una matriz morfología en donde se establecen alternativas de solución para resolver cada función y sub-función del sistema mencionados en el diagrama de funciones. Este método permite encontrar una alternativa óptima para establecer los conceptos de solución.

En la Tabla A.1 y Tabla A.2 se muestran funciones determinadas de acuerdo al dominio en el cual se encuentran. En la primera están los del dominio mecánico y en la segunda los de electrónico y control.

Tabla A.1 Matriz Morfológica para funciones mecánicas

Funciones	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Alimentar y dosificar	Manual	Alimentador	
Recepcionar	 Manual	Tolva	
Triturar	 Cuchillas de eje simple	 Cuchillas de eje doble	Cuchillas de Cuatro ejes
Activar el actuador para el mecanismo de trituración	Motor AC	 Motor DC	Servomotor

Funciones	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Transmitir potencia hacia el mecanismo de trituración	Faja	Engranajes	Acople
Seleccionar tamaño de granulo	 Rejilla metálica	Tamizador automático	
Dosificar	Manual	Compuerta	Tolva
Recepcionar	 Soporte en forma de V	Tolva	
Extruir	 Extrusor de husillo simple	Extrusor de husillo doble	 Bomba extrusora
Activar el actuador para el mecanismo de extrusión	Motor AC	Motor DC	Servomotor
Transmitir potencia hacia el mecanismo de extrusión	Faja	Engranajes	Acople

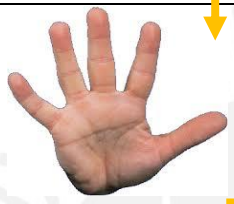
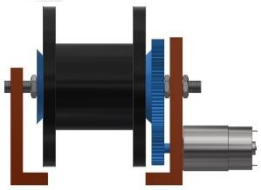
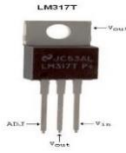
Funciones	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Enfriar el filamento extruido	Agua	Ventilador	
Medir diámetro del alambre	Manual	Láser	
Posicionar parte inicial del alambre	 Manual		
Enrollar	Sistema de poleas	Polea simple	 Soportes
Activar el actuador para el mecanismo enrollador	Motor DC	Servomotor	
Transmitir potencia hacia el mecanismo enrollador	Faja	Engranajes	Acople
Solución	S1	S2	S3

Tabla A.2 Matriz Morfológica para funciones electrónicas y de control

Funciones	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Salvaguardar	Sensor de corriente y relé	Fusible	Llave termomagnética
Acondicionar voltaje de alimentación	Fuente Switching	 Regulador Integrado	Regulador Step Down
Controlador	Microcontrolador	Módulo de programación	PLC
Medir temperatura	Eléctrico	Mecánico	Radiación térmica
Mostrar datos del subsistema de triturado	Pantalla HMI	Pantalla Táctil	Botones y luces
Mostrar datos del subsistema de extruido	Pantalla HMI	Controlador de temperatura	Botones y luces
Mostrar datos del subsistema de enrollado	Pantalla HMI	Pantalla Táctil	Botones y luces
Solución	S1	S2	S3

ANEXO B: CONCEPTOS DE SOLUCIÓN

Los bosquejos de los conceptos de solución se muestran en las Figura B.1, Figura B.2 y Figura.B.3. A continuación, se realiza una descripción de cada concepto de solución.

B.1 Concepto de solución 1

En esta solución, la alimentación y dosificación de la máquina se da mediante un alimentador automático, en la cual se colocan todas las piezas a reciclar y este se encarga de realizar dicho función. Luego de este proceso se tiene la recepción de las piezas en la estación de triturado, la cual se da mediante una tolva que se encarga de posicionar la pieza para ser triturada. El mecanismo de esta estación emplea cuchillas de doble eje, las cuales son accionadas por un motor DC mediante una transmisión por engranajes. Luego de esto, para seleccionar el tamaño de los gránulos, se emplea un tamizador automático.

En la siguiente estación, el material triturado es dosificado mediante la acción de una compuerta que permite el paso de los trozos de plástico hacia el mecanismo de extrusión. Para la recepción del material en esta estación, se emplea una tolva en la cual se depositan los gránulos por acción de la gravedad. Dentro de la cámara extrusora, el filamento es creado a partir de la acción de una bomba extrusora. Esta es accionada por un motor DC mediante una transmisión directa por acople.

Una vez obtenido el filamento extruido, el enfriamiento de este se realiza mediante un sistema de ventiladores localizados en la parte final de la extrusora: a la salida del material extruido. Después de haber sido enfriado, la verificación de la tolerancia del diámetro del filamento, se realiza de manera automática mediante el uso de un láser que permite medir distancias. En la etapa final de la máquina, para comenzar con el enrollamiento automático del material de impresión, el posicionamiento de la parte inicial de este se realiza de forma manual y el enrollado se realiza mediante un sistema de poleas activadas por un motor servomotor mediante una transmisión por engranajes (ver Figura B.1).

La alimentación de los componentes del sistema se da mediante un regulador *Step Down*. El control de la máquina se realiza por medio de un PLC; el censado de la temperatura de la cámara de extrusión, mediante un dispositivo eléctrico; y la interfaz de las tres estaciones, mediante una pantalla HMI.

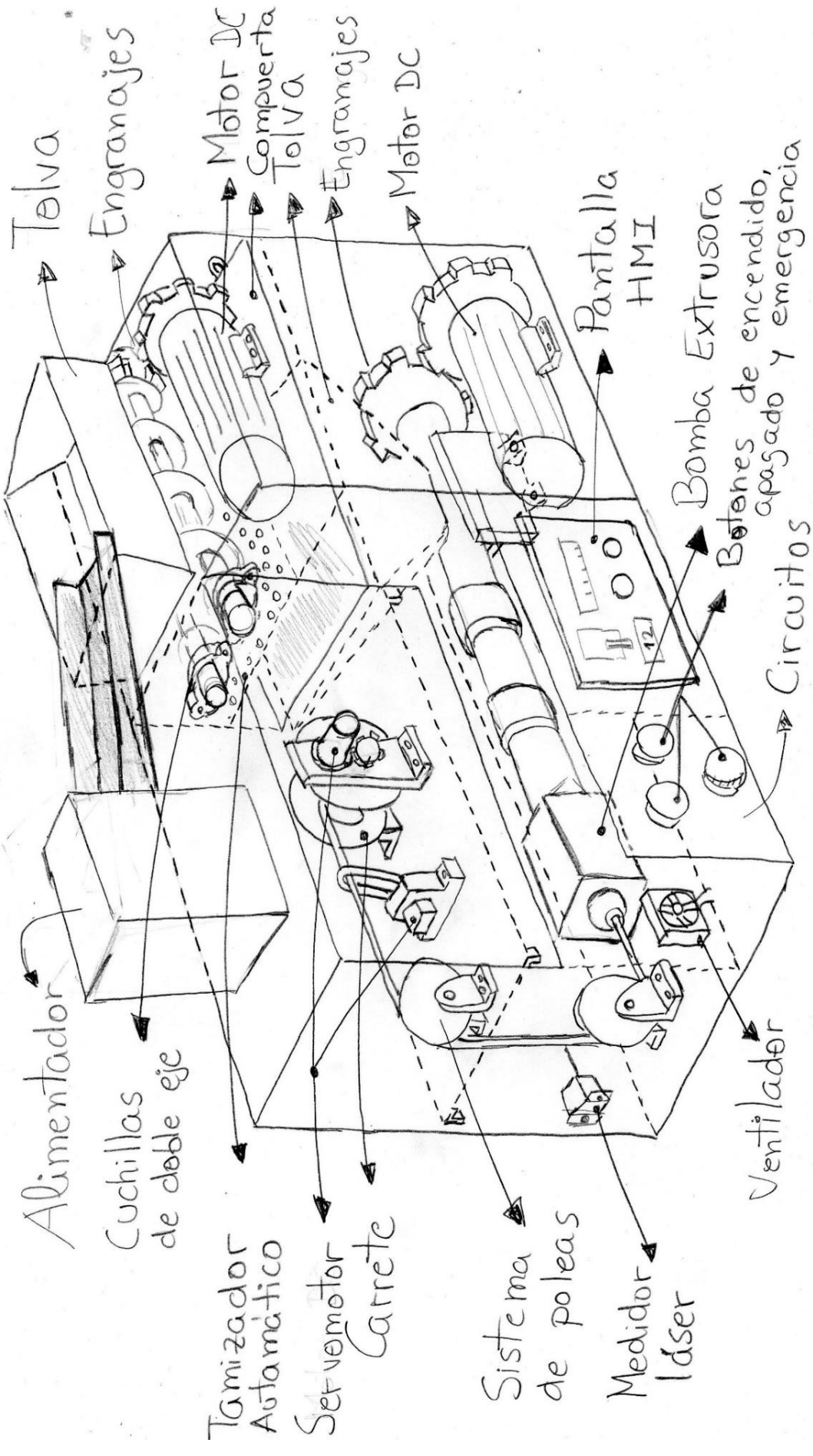


Figura B.1 Bosquejo de la solución 1

B.2 Concepto de solución 2

En esta segunda solución, la alimentación, dosificación y la recepción del material se da de forma manual. El usuario debe colocar las piezas a reciclar directamente en la etapa de trituración. El mecanismo de esta etapa emplea cuchillas de eje simple, las cuales son accionadas por un motor AC mediante una transmisión por faja. Durante este proceso, para seleccionar el tamaño de granulo de plástico triturado, se emplea una rejilla metálica que solo permite el paso de material de área menor a la de las divisiones de ésta.

En la siguiente estación, la de extrusión, el material triturado es dosificado hacia el mecanismo extrusor de manera manual mediante una abertura de forma triangular en la máquina. Para la recepción del material en esta estación, se emplea un soporte en forma de "V" en la cual se depositan los granos por acción de la gravedad. Dentro de la cámara extrusora, el filamento es creado a partir de la acción de un extrusor de husillo simple. Éste es accionado por un motor AC mediante una transmisión por faja.

Una vez obtenido el filamento extruido, el enfriamiento del material se realiza mediante el sumergimiento de éste en agua a temperatura ambiente. Después de haber sido enfriado, la verificación de la tolerancia del diámetro del filamento se realiza de manera manual mediante el uso de un instrumento de medición de diámetro. En la etapa final de la máquina, para comenzar con el enrollamiento automático del material de impresión, el posicionamiento de la parte inicial de éste se realiza de forma manual y el enrollado se realiza mediante una polea simple activada por un motor DC mediante una transmisión directa por acople.

La energización de los componentes del sistema se da mediante un circuito regulador de voltaje. El control de la máquina se realiza por medio de un microcontrolador; el censado de la temperatura de la cámara de extrusión, mediante un dispositivo mecánico; y la interfaz de las tres estaciones, mediante botones y luces.

En la Figura B.2 se puede ver un bosquejo de la segunda solución obtenida.

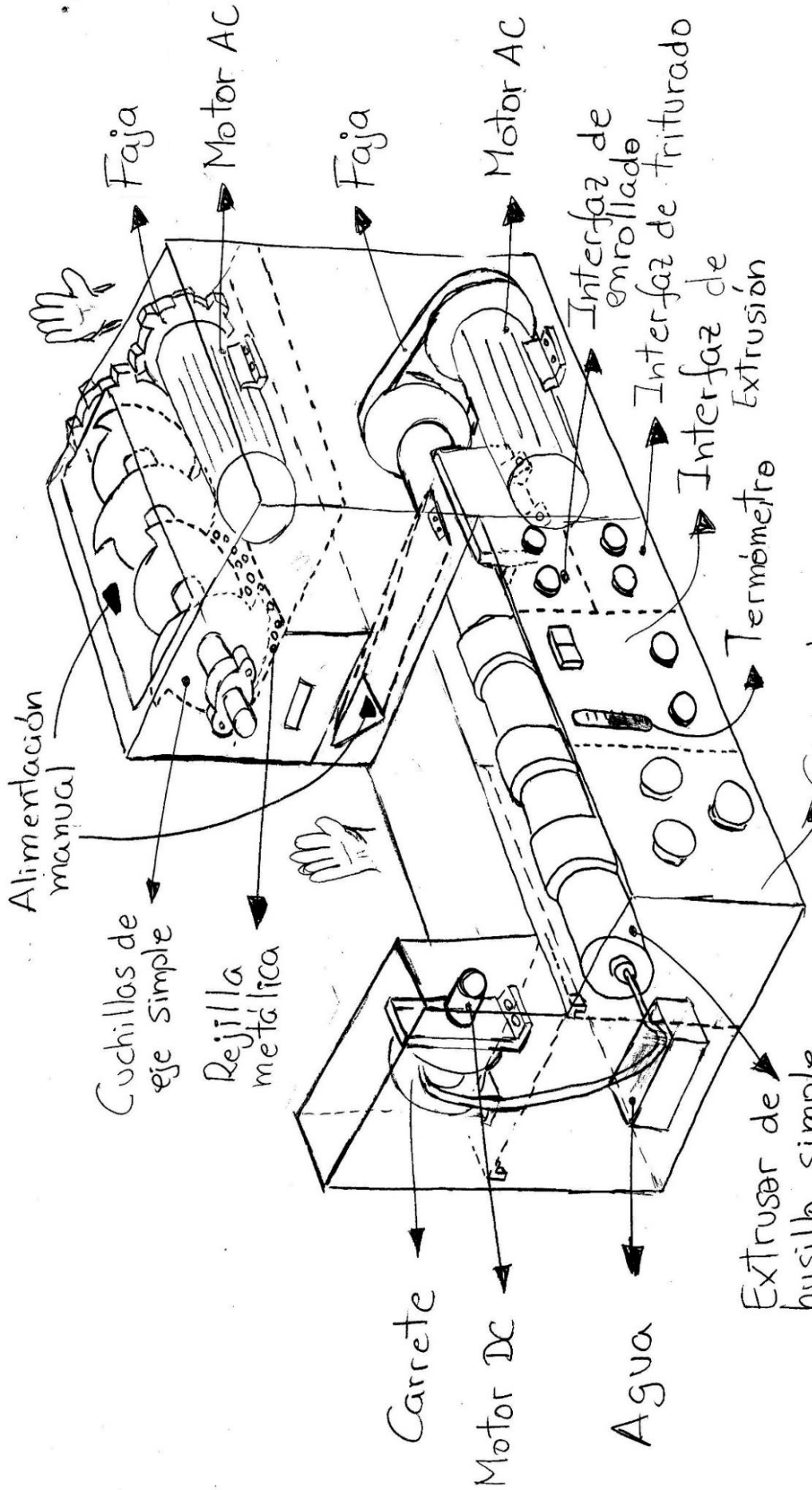


Figura B.2 Bosquejo de la solución 2

B.3 Concepto de solución 3

En esta última solución, la alimentación y dosificación de la máquina se da manera manual. Luego de este proceso se tiene la recepción de las piezas en la estación de triturado, la cual se da mediante una tolva que se encarga de posicionar la pieza para ser triturada. El mecanismo de trituración emplea cuchillas de eje simple, las cuales son accionadas por un motor DC mediante una transmisión por faja. Durante este proceso, para seleccionar el tamaño de gránulo de plástico triturado, se emplea una rejilla metálica que solo permite el paso de material de área menor a la de las divisiones de ésta.

En la siguiente estación, el material triturado es dosificado y recepcionado mediante la tolva de la estación de extrusión. Dentro de la cámara extrusora, el filamento es creado a partir de la acción de un extrusor de husillo simple. Éste es accionado por un motor DC mediante una transmisión por faja. Además, para realizar este proceso, el cilindro extrusor es calentado a temperaturas de hasta 230°C mediante resistencias eléctricas.

Una vez obtenido el filamento extruido, el enfriamiento de éste se da mediante un sistema de ventiladores para realizar la verificación de la tolerancia de su diámetro de manera manual mediante el uso de un instrumento de medición. Luego, el posicionamiento de la parte inicial del polímero en el carrete se realiza manualmente y el enrollado se efectúa mediante el giro del carrete intercambiable accionado por un motor DC mediante una transmisión por engranajes.

La energización de los componentes del sistema se da mediante una fuente *switching*. El control de la máquina se realiza por medio de un sistema embebido; el censado de la temperatura de la cámara de extrusión, mediante un dispositivo eléctrico; y la interfaz de las estaciones de triturado, extrusión y enrollamiento del filamento, mediante botones y luces, un controlador de temperatura y una pantalla táctil, respectivamente.

En la Figura.B.3se puede ver un bosquejo de la tercera solución obtenida.

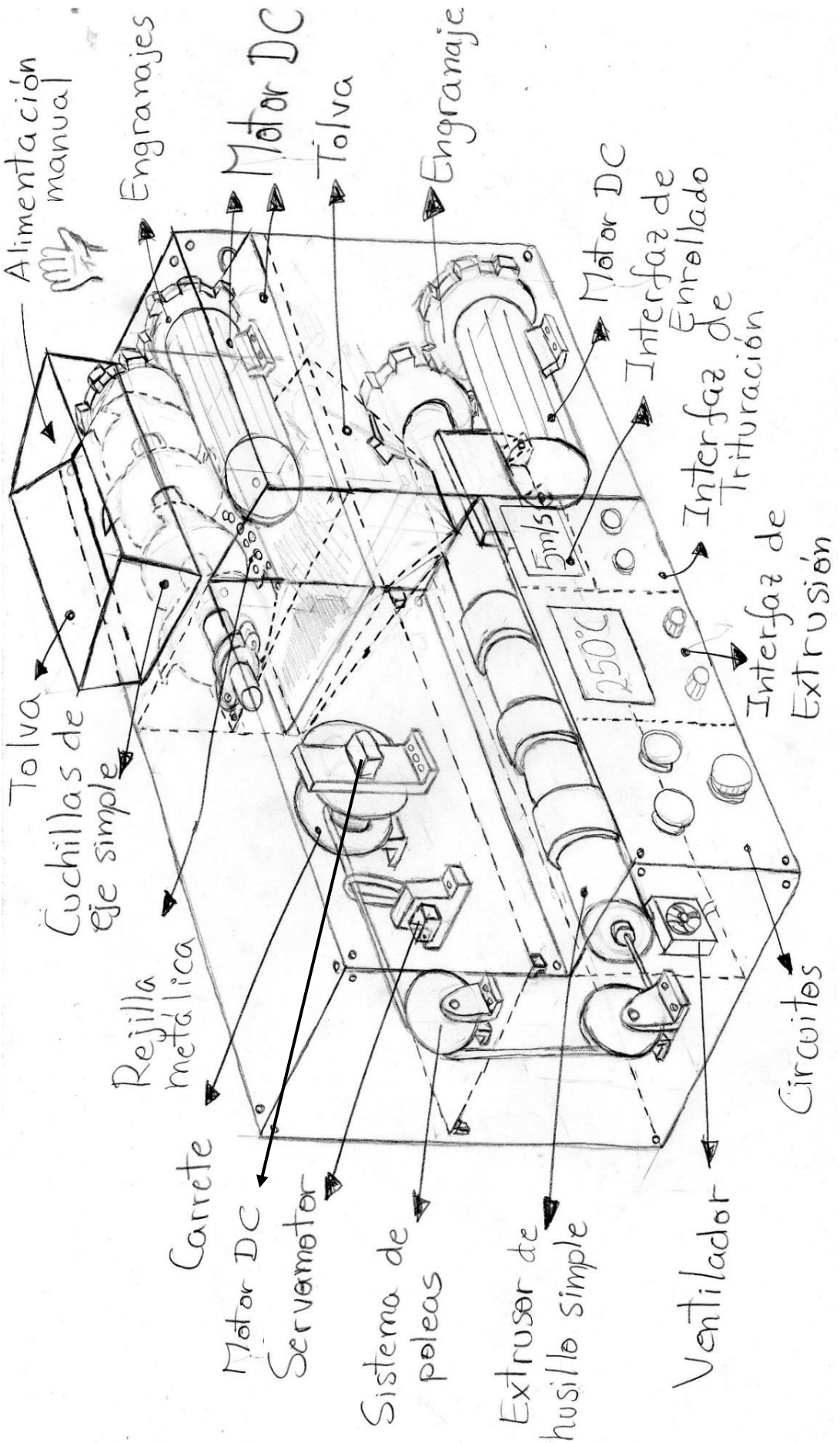


Figura.B.3 Bosquejo de la solución 3

ANEXO C: EVALUACIÓN DE LOS CONCEPTOS DE SOLUCIÓN

La evaluación de la soluciones se realiza mediante un análisis de criterios técnicos y criterios económicos. A cada criterio se le asigna un peso relativo que varía desde el valor de 1 a 4 de acuerdo a su importancia con respecto a los otros. Estos pesos se muestran en la Tabla C.1. Además, cada criterio es calificado es una escala de valor del 1 al 5. Este número cuantifica el grado de cumplimiento por criterio evaluado de cada concepto de solución obtenido. En la Tabla C.2 se representa los valores para esta evaluación.

Una vez obtenido el valor total de cada criterio de evaluación con sus respectivos pesos específicos, todos estos valores son sumados. De esta manera se obtiene un puntaje total del aspecto técnico y uno del económico para cada concepto de solución. En las Tabla C.3 y Tabla C.4 se observan las evaluaciones técnicas y económicas respetivamente.

En la determinación de la solución óptima del sistema, se realiza un nuevo análisis de los dos aspectos evaluados en el cual se contrastan los coeficientes técnicos y económicos sobre un gráfico de comparación (ver Figura C.1). En ella, la solución óptima será aquella que se encuentre posicionado cerca de la curva ideal (la recta amarilla) y de la esquina superior derecha.

Tabla C.1 Valores de los pesos relativos

Valor	Significado
1	Poco importante
2	Importante
3	Muy importante
4	Bastante importante

Tabla C.2 Valores de calificación por criterio

Valor	Significado
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy Bueno
5	Excelente

Tabla C.3 Tabla de evaluación técnica

Criterio	Peso relativo	Alternativa (Aj)			
		Solución 1	Solución 2	Solución 3	Solución Ideal
Función	4	4	4	4	5
Forma	2	3	3	3	5
Diseño	2	4	3	3	5
Seguridad	3	3	2	3	5
Ergonomía	2	3	2	3	5
Fabricación	2	2	4	3	5
Control	3	4	2	3	5
Montaje	3	3	3	3	5
Mantenimiento	2	2	3	3	5
Transportabilidad	2	2	3	3	5
Grado de automatización	3	4	2	4	5
Requerimientos del sistema	4	4	4	4	5
Puntaje Total (PT) = ∑ (Pj*Aj)		106	95	107	160
Coeficiente Técnico (%) = PT*100/Ideal		66.25	59.38	66.88	100.00

Tabla C.4 Tabla de evaluación económica

Criterio	Peso relativo	Alternativa (Aj)			
		Solución 1	Solución 2	Solución 3	Solución Ideal
Fabricación	3	2	4	4	5
Costos de la tecnología	3	2	3	3	5
Costos de operación	4	3	4	3	5
Montaje	2	4	2	4	5
Mantenimiento	2	4	2	3	5
Puntaje Total (PT) = ∑ (Pj*Aj)		40	45	47	70
Coeficiente Económico (%) = PT*100/Ideal		57.14	64.29	67.14	100

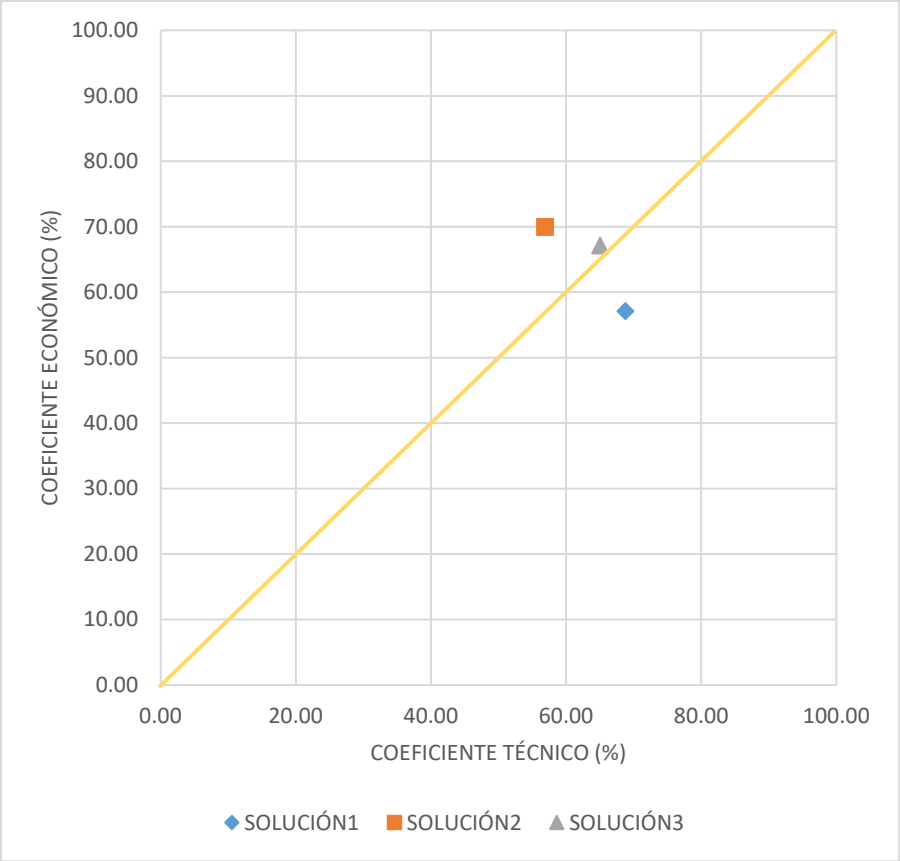


Figura C.1 Gráfico comparativo de coeficientes técnicos y económicos

Finalmente, a partir de la evaluación, se determina que la solución óptima es la tercera, ya que posee una mejor relación entre los coeficientes técnico y económico que las otras dos. A partir del concepto óptimo, se trabajará el proyecto preliminar a desarrollarse en el próximo capítulo.

ANEXO D: CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA ESTACIÓN DE EXTRUSIÓN

El estudio del movimiento del plástico a extruir se trabaja en base a las fórmulas y supuestos descritos en el libro “Transformación de plásticos” [Savgorodny, 1973]. Por lo tanto, se trabaja bajo cuatro criterios establecidos: el canal del tornillo es de sección cuadrangular y se encuentra desenrollado, el cilindro tiene una superficie plana y se desplaza sobre el canal del tornillo arrastrando el material, el material a extruir es un fluido newtoniano e incompresible, y el proceso de extrusión es continuo y ha alcanzado un régimen estacionario.

D.1 HUSILLO DE EXTRUSIÓN

En la Figura D.1 se muestran las características del husillo de extrusión en donde D es el diámetro del tornillo (mm); φ, el ángulo del filete del tornillo con la vertical (°); w, el ancho del canal (mm); h, la profundidad del canal (mm); δ, la holgura entre el cilindro y el filete (mm); e, la anchura de la cresta del filete; t, el paso del husillo (mm); y N, el número de revoluciones por minuto (RPM). Los valores de estos parámetros se determinan partir de la presión necesaria para extruir el material y el flujo másico determinado en los requerimientos del sistema que es de 0.5kg/h.

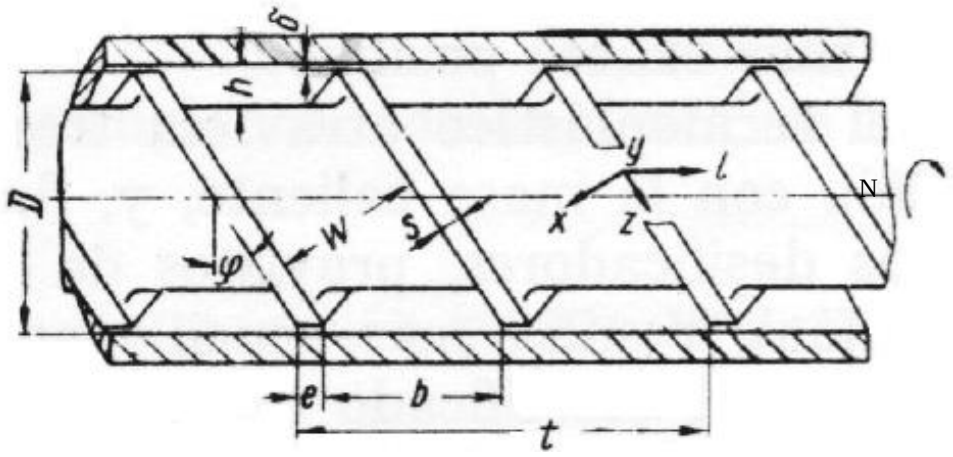


Figura D.1 Vista general de una sección de un husillo de dos canales [Savgorodny, 1973]

El cálculo de los parámetros anteriores se inicia con la suposición de un valor para el diámetro del tornillo. Éste será 20 mm ya que en la industria se encuentran extrusoras de diámetros entre 20 y 900 mm, y se requiere de una estación lo más pequeña posible debido a su condición de compacta y de uso sobre escritorio.

El valor del ángulo φ se obtiene mediante la ecuación D.1. En ella, por motivos de simplicidad en la construcción del husillo, se determina que los valores de los parámetros D y t son iguales, por lo que φ≈18° y t=20 mm.

$$\varphi = tan^{-1}\frac{t}{\pi * D} \qquad \text{(D.1)}$$

A partir de las ecuaciones descritas por Savgorodny, se determina que el ancho del filete (e) es aproximadamente 0.1 veces el valor del diámetro del husillo. Por lo tanto se obtiene un valor de e=2 mm. Además, debido a que se suele emplear husillos de diámetro constante, se mantiene una holgura δ de 0.002 veces el diámetro del tornillo uniforme a lo largo de este, obteniéndose así un valor de 0.04 mm para δ.

El tornillo de extrusión consta de tres partes mostradas en la Figura D.2 donde L_A es la longitud de la zona de alimentación; L_T, la de transición; y L_D, la de dosificado. La suma de estas tres resulta la longitud del tornillo L. En esta figura se observa que es la última zona del husillo la que se encuentra sometida a una mayor presión. Además se conoce que en esta última sección el material se encuentra fundido y puede considerarse homogéneo [Beltrán, 2012], por lo que el análisis reológico del plástico se realizará en la zona de dosificado.

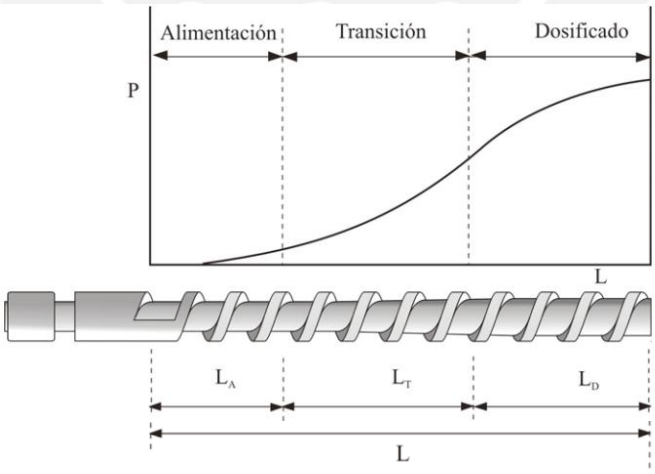


Figura D.2 Zonas del husillo y curva de presión a lo largo del mismo [Beltrán, 2012]

La longitud del tornillo L es determinado en base a relación típica de L/D para la extrusión de polímeros termoplásticos, la cual varía entre 20:1 y 30:1. Debido se requiere de una

estación lo más pequeña posible debido a su condición de compacta, se trabaja con la relación L/D de 20:1, con lo cual se obtiene una longitud de 400 mm de largo del tornillo.

Las longitudes de las zonas del husillo (alimentación, transición y dosificado) se obtienen mediante las ecuaciones presentadas por Savgorodny [Savgorodny, 1973]. Éstas determinan que la longitud de la zona de alimentación es la mitad de la longitud del tornillo; y la de compresión y dosificación son la cuarta parte cada uno. De esta manera se obtiene 200 mm para la zona de alimentación, 100 mm para la zona de compresión y los otros 100 mm para la última zona.

El número de filetes se determina mediante la relación L/D que posee el tornillo. Debido a que se seleccionó una relación de 20:1, el número de filetes será 20.

La viscosidad del material se determina a partir de la velocidad de cortadura y la temperatura a la cual se encuentra. En la Figura D.3 se puede observar el intervalo de velocidad de cortadura para el cual aplica el proceso de extrusión. Éste está comprendido entre los 100 y 1000 s^{-1}. Con respecto a la temperatura de trabajo, para extruir el plástico ABS, éste se debe de encontrar entre los 230 y 260°C. Por lo tanto, en la Figura D.4 se puede observar que para una velocidad de corte de 100 s^{-1} a 260°C se obtiene un valor de aproximadamente 400 Pa-s.

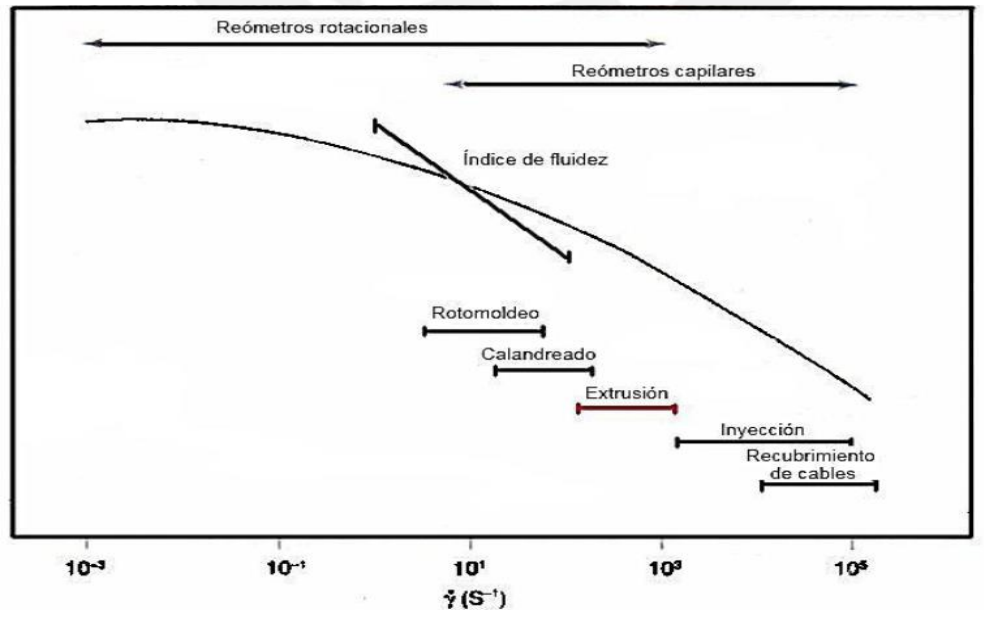


Figura D.3 Intervalos de velocidad de cortadura [Savgorodny, 1973]

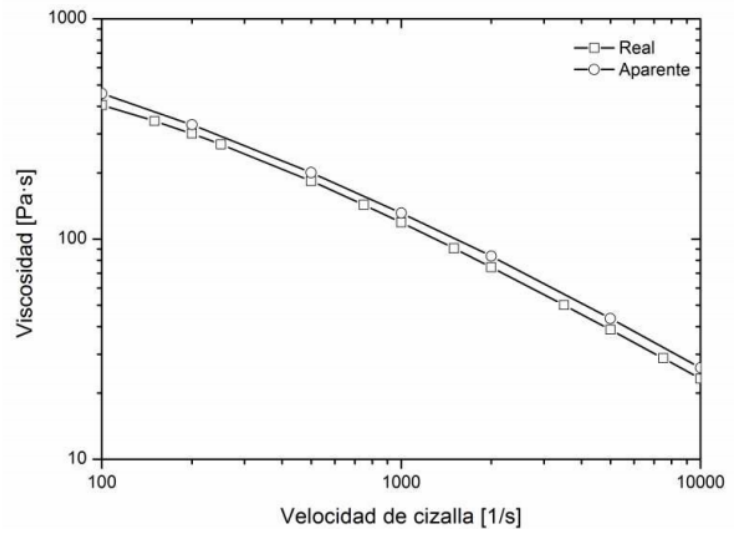


Figura D.4 Intervalos de viscosidad en función de la velocidad de cortadura a 260°C [Peydró, 2012]

La altura del canal (h) varía a los largo del husillo, por lo que se establece los valores de h_1, h_2 y h_3 para cada una de sus zonas. El valor de h_1 generalmente es la décima parte del diámetro del cilindro y h_3, la veinteava [Savgorodny, 1973]. Para el cálculo posterior se selecciona el menor valor de h: 1 mm. Así, se obtienen los parámetros para la fabricación del husillo en la Tabla D.1 (El cálculo del valor de N se realiza en el subíndice D.3 Potencia para la locomoción del sistema).

Tabla D.1 Valores de los parámetros del husillo

D (mm)	t (mm)	e (mm)	ϕ (°)	δ (mm)	h (mm)	m	L (mm)	N (RPM)
20	20	2	18	0.04	1	1	400	20

En relación con las presiones presentes en la máquina extrusora, como se observa en la Figura D.2, se sabe que la zona de dosificación del husillo se encuentra sometida a la mayor presión. Ésta se calcula mediante la ecuación 4.21, en donde p_{max} es la presión máxima presenta en la zona de dosificación (Pa), h es la profundidad de dosificación (mm) y μ es el viscosidad efectiva del ABS antes mencionada (400 Pa-s). Por lo tanto, luego de reemplazar los valores de D, L, N, μ, h_3 y φ en la ecuación D.2, se obtiene una p_{max}=63.16 MPa que actúa sobre el husillo y el cilindro.

$$p_{max} = \frac{6*\pi*D*L*N*\mu}{h^2*tan\varphi} * \frac{1}{60} \qquad (D.2)$$

La selección del material para el husillo está determinado por la lista de requerimientos del sistema, el cual describe que los materiales para la construcción del mismo deben de ser anticorrosivos y resistentes a los esfuerzos presentes en él. Por tal motivo, y luego de analizar distintas opciones, se determinó por el uso del acero ASTM A-276, debido a sus propiedades mecánica, su costo en comparación con otros aceros inoxidables y su facilidad de adquisición en el mercado nacional. El peso de una barra de diámetro igual a 25.40 mm de este material es de 4 kg/m; por lo tanto, el peso del husillo, de 400 mm de largo, será aproximadamente 2 kg.

Las fuerzas presentes en el husillo se observan en la Figura D.5, donde P es la fuerza axial (N), M_g es el momento torsor presente (N-m) y q es la fuerza uniformemente distribuida originada por su propio peso. El valor de P se determina mediante la ecuación D.3, en donde P es la fuerza axial (N), A es el área transversal del husillo (mm^2) y p_{max} es la presión máxima presente en el mismo (MPa). Por otro lado, el valor de M_g se obtiene mediante la ecuación D.4, en donde M_g es el momento torsor (MPa), $P_{husillo}$ es la potencia de accionamiento del husillo igual 250W y N son las R.P.M. de éste. El valor de A se halla mediante la ecuación D.5, en donde el valor de u es la relación existente entre los diámetros del husillo (d/D) y es igual a 0.9. Por lo tanto, al reemplazar los valores de A, p_{max}, $P_{husillo}$ y N -obtenidos en los párrafos anteriores- en las ecuaciones D.3 y D.4 se obtienen los valores de A = 6.25 mm^2, P = 386 N y M_g = 120 N-m.

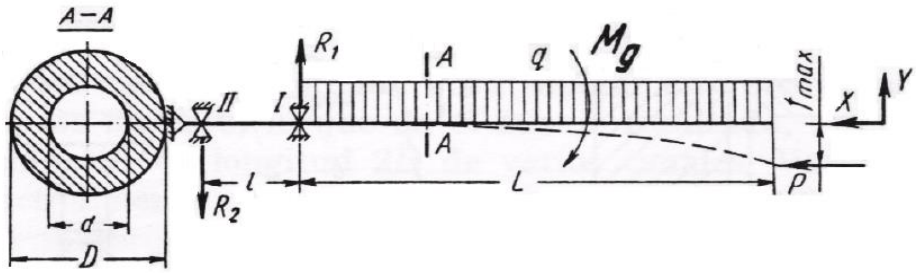


Figura D.5 Diagrama de fuerzas presentes en el husillo extrusor [Savgorodny, 1973]

$$P = A * p_{max} \quad \text{(D.3)}$$

$$M_g = \frac{P_{husillo}}{N} * \frac{30}{\pi} \quad \text{(D.4)}$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} * (1 - u^2) \quad \text{(D.5)}$$

El esfuerzo equivalente presente en el husillo se determina mediante la ecuación D.6, en donde σ_{eq} es el esfuerzo equivalente (MPa), σ es el esfuerzo normal y τ es el esfuerzo cortante. El valor de σ se obtiene mediante la fórmula D.7, en donde P es la fuerza axial (N), M_f es el momento flector máximo y W_0 es el momento resistente respecto al eje neutro. Estos dos últimos parámetros se calculan mediante las ecuaciones D.9 y D.10 respectivamente, en donde ρ es la densidad del acero A276 (g/mm^3) y u es la relación existente entre los diámetros del husillo.

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 4 * \tau^2} \quad \text{(D.6)}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M_f}{W_0} \quad \text{(D.7)}$$

$$\tau = \frac{16 * M_g}{\pi * D^3 * (1 - u^4)} \quad \text{(D.8)}$$

$$M_f = \frac{\rho * L^2}{2} * \frac{\pi * D^2}{4} * (1 - u^2) \quad \text{(D.9)}$$

$$W_0 = \frac{\pi * D^3}{32} * (1 - u^4) \quad \text{(D.10)}$$

Entonces, al reemplazar las variables de las ecuaciones D.7, D.8, D.9 y D.10 con los valores ya hallados previamente, se obtiene los parámetros σ= 64 MPa y τ=93MPa. Por consiguiente, luego de reemplazar estos valores en la ecuación D.6, se obtiene un esfuerzo equivalente σ_{eq}=197 MPa, con lo cual se determina que se tiene un factor de seguridad para el husillo mayor a 2.5 ya que la resistencia máxima a la tracción del acero ASTM 276 de grado 304 es 510 MPa. En conclusión, se corrobora que el husillo no va a fallar por los esfuerzos a los que se encuentra sometido.

Además del análisis anterior, también se realiza el análisis para determinar el esfuerzo de pandeo máximo que soporta el husillo. Para este cálculo se requiere determinar los valores del radio de giro y la esbeltez del elemento a analizar, los cuales resultarán a partir de las operaciones de las ecuación D.11 y D.12 respectivamente, en donde R_i es el radio de giro (mm), λ es la esbeltez y α_p es el coeficiente para la longitud de pandeo (en este caso α_p=2). Entonces se obtiene un valor de λ=120.

$$R_i = \frac{D}{4} * \sqrt{1 + u^2} \quad \text{(D.11)}$$

$$\lambda = \frac{\alpha_p * L}{R_i} \quad \text{(D.12)}$$

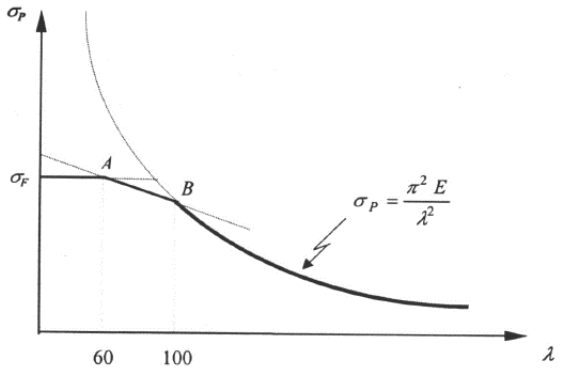


Figura D.6 Zonas de Pandeo según método Europeo [Álvarez, 2015]

Por consiguiente, al realizar el análisis de pandeo por el método Europeo, mostrado en la Figura D.6 -en donde σ_p es el esfuerzo de pandeo (MPa) y E es el módulo de Young del material igual a 200 GPa para el acero A276, se obtiene que σ_p=140 MPa. Entonces se puede concluir que el husillo no fallará por pandeo debido que está sometido a un esfuerzo normal de 62 MPa y el esfuerzo de pandeo admisible es de 140MPa.

Un análisis adicional que requiere el husillo es el de la flecha de deflexión máxima de éste, el cual se realiza a partir de la ecuación D.13, en donde f_{max} es la incógnita a determinar (mm) y q es la fuerza distribuida por su propio peso ($38*10^{-3}$ N/mm). Entonces al operar dicha ecuación, se obtiene el valor de f_{max}=0.206 mm, con lo cual se puede concluir que el husillo posee una flexión mínima durante la extrusión. Finalmente, a partir de los cálculos para la resistencia del material con el que se fabrica el husillo se determina que éste no va a fallar bajo los criterios establecidos.

$$f_{max} = \frac{8*q*L^4}{E*\pi*D^4*(1-u^4)} \qquad \text{(D.13)}$$

D.2 CABEZAL DE EXTRUSIÓN

El dimensionamiento de este elemento depende del caudal de salida del mismo, cuyo cálculo requiere del caudal de extrusión del husillo, valor obtenido a partir de la ecuación D.14 [Savgorodny, 1973]. Esta expresión, se encuentra en función de los parámetros del tornillo, donde Q_C es el caudal de salida (mm^3/s), A es el volumen unitario del flujo de arrastre (mm^3), B es el volumen unitario del flujo de presión (mm^3), C es el volumen unitario del flujo de filtración (mm^3), N son las R.P.M. del husillo y P es la presión (Pa). El valor de A está determinado por la ecuación D.15; B, por la D.16; y C, por la D.17.

$$Q_C = A * N - B * \frac{P}{\mu} - C * \frac{P}{\mu} \quad \text{(D.14)}$$

$$A = \frac{\pi^2 * D^2 * h * \sin\varphi * \cos\varphi}{120} \quad \text{(D.15)}$$

$$B = \frac{\pi * D * h^3 * \sin^2\varphi}{12L} \quad \text{(D.16)}$$

$$C = \frac{\pi^2 * D^2 * \delta^3 * \tan\varphi}{10 * e * L} \quad \text{(D.17)}$$

Por lo tanto, al reemplazar los valores de la Tabla D.1 en las ecuaciones D.15, D.16 y D.17, se obtiene que A=9.508 mm^3, B=1.204*10^{-3} mm^3 y C=1.005*10^{-5} mm^3. Estos datos dan resultado las funciones graficadas en la Figura D.7. A partir de ella se puede determinar que para obtener un caudal de salida mínimo de 0.5 kg/h de material de ABS, a una densidad de 1.11 g/cm^3, la velocidad de rotación del husillo debe ser igual o mayor a 20 R.P.M. ya que conforme este parámetro aumenta, el caudal también lo hace.

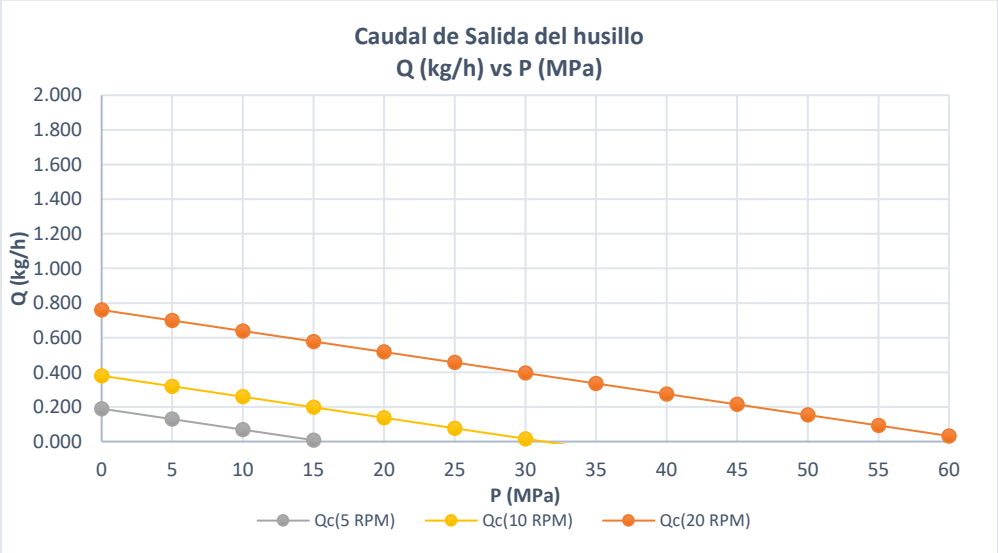


Figura D.7 Caudal de salida del husillo

De esta manera se determina que el husillo debe girar a 20 R.P.M, y además, para que se extruya un flujo mínimo de 0.5 kg/h de ABS, la presión de operación debe ser menor a 25 MPa. Entonces, mediante estas restricciones de realiza el dimensionamiento del cabezal de extrusión, cuyo flujo de salida está denotado en la ecuación D.18, en la cual Q_T es el caudal de salida del total (mm^3/s), N son las R.P.M. de trabajo y k es la es la constante total de la forma geométrica de la cabeza perfiladora (mm^3).

$$Q_T = \left(\frac{A*k}{k+B+C}\right) * N \tag{D.18}$$

La constante k se obtiene según la forma del canal del dado del cabezal. Su forma típica para la extrusión de filamento sólido se muestra en la Figura D.8 en donde se observa que el dado posee un canal cónico, un canal cilíndrico y una malla rompedora. En esta figura se muestra que los parámetros D_C, D_D y D_E (todos en mm) son los diámetros del canal cilindro, del orificio del dado y el externo respectivamente. Además, se tiene el valor de L_C, longitud del canal cónico (mm); y P, longitud del canal del cilíndrico (mm).

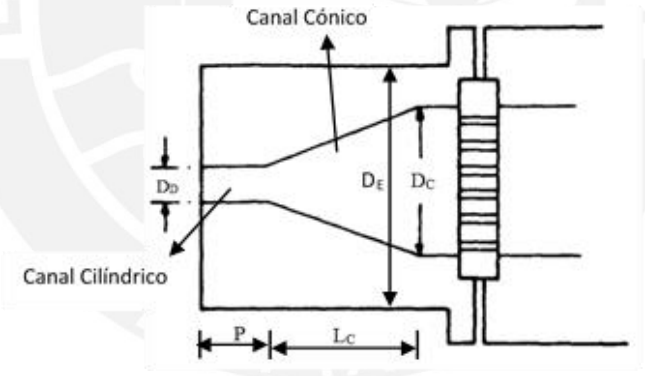


Figura D.8 Diseño típico de un dado para extruir una varilla solida [Ramos, 1993]

El cálculo k se obtiene mediante la ecuación D.19, en donde $k_{cónico}$, $k_{cilíndrico}$ y k_{malla} se determinan por medio de las ecuaciones D.20, D.21 y D.22, respectivamente, en donde n es el número de agujeros de la malla rompedora, d_0 es el diámetro de estos agujeros (mm) y b es el espesor de esta malla (mm).

$$k_{total} = \frac{1}{\frac{1}{k_{cónico}} + \frac{1}{k_{cilíndrico}} + \frac{1}{k_{malla}}} \tag{D.19}$$

$$k_{cónico} = \frac{3*\pi*D_D^3*D_C^3}{128*L_c*(D_D^2+D_D*D_C+D_C^2)} \tag{D.20}$$

$$k_{cilíndrico} = \frac{\pi * D_D^4}{128 * P} \quad \text{(D.21)}$$

$$k_{malla} = \frac{\pi * n * d_0^4}{128 * b} \quad \text{(D.22)}$$

En la selección de la malla rompedora se opta por la fabricación de la misma debido a razones de adquisición del material. Ésta tendrá 7 agujeros de 4 mm de diámetro cada uno y un espesor de 5mm en total. Por otro lado, el valor de D_D varía entre 1.75 y 3 mm, por lo que al reemplazar los parámetros de la malla en la ecuación D.22 se obtiene la Tabla D.2 en donde se muestra los valores de las constantes k en función de L_c y P para cada valor de D_D. En esta tabla se observa que el valor del caudal no depende significativamente de los valores de L_C y P, por lo que para cualquiera de los valores mostrados en la tabla se obtiene un caudal mínimo de 0.5kg/h. Así, se selecciona los valores de L_C=20mm y P=20mm.

Tabla D.2 Valores de la constante k en función del diámetro del filamento

Lc (mm)	k cónico (mm3)			P (mm)	k cilíndrico (mm3)			k total (10^{-2} mm3)			Caudal de Salida (kg/h)		
	1.75	2.85	3		1.75	2.85	3	1.75	2.85	3	1.75	2.85	3
5	1.441316	5.863384	6.782223	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.14	7.91	9.69	0.6868	0.7484	0.7505
10	0.720658	2.931692	3.391111	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.13	7.81	9.55	0.6863	0.7483	0.7504
15	0.480439	1.954461	2.260741	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.12	7.71	9.42	0.6858	0.7481	0.7502
20	0.360329	1.465846	1.695556	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.11	7.61	9.29	0.6852	0.7480	0.7501
25	0.288263	1.172677	1.356445	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.11	7.51	9.17	0.6847	0.7478	0.7500
30	0.240219	0.977231	1.130370	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.10	7.41	9.04	0.6842	0.7477	0.7499
35	0.205902	0.837626	0.968889	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.09	7.32	8.92	0.6837	0.7475	0.7497
40	0.180165	0.732923	0.847778	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.08	7.23	8.81	0.6832	0.7474	0.7496
45	0.160146	0.651487	0.753580	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.07	7.14	8.70	0.6826	0.7472	0.7495
50	0.144132	0.586338	0.678222	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.06	7.06	8.58	0.6821	0.7471	0.7493
55	0.131029	0.533035	0.616566	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.06	6.97	8.48	0.6816	0.7469	0.7492
60	0.120110	0.488615	0.565185	20	0.011510	0.080964	0.099402	1.05	6.89	8.37	0.6811	0.7468	0.7491

Por último, para hallar el valor de D_E, se requiere saber del espesor mínimo que soporte la presión de operación de la extrusora. En su cálculo se grafican las ecuaciones del caudal de salida del husillo y del caudal de salida de la boquilla, ambas en función de la presión. Este último se obtiene a partir de la ecuación D.23, en donde Q_d es el caudal de salida del dado (mm^3/s), P es la presión de trabajo y k es la es la constante total de la forma geométrica de la cabeza perfiladora (mm^3). Entonces, al reemplazar los valores de k total

$$Q_d = \frac{P}{\mu} * k \quad \text{(D.23)}$$

de la tabla anterior en la ecuación D.23 se obtiene las funciones graficadas en la Figura D.9, en la cual se puede observar que el caso en el cual se trabaja a una mayor presión es cuando se va a extruir filamento de 1.75mm de diámetro: aproximadamente 7 MPa.

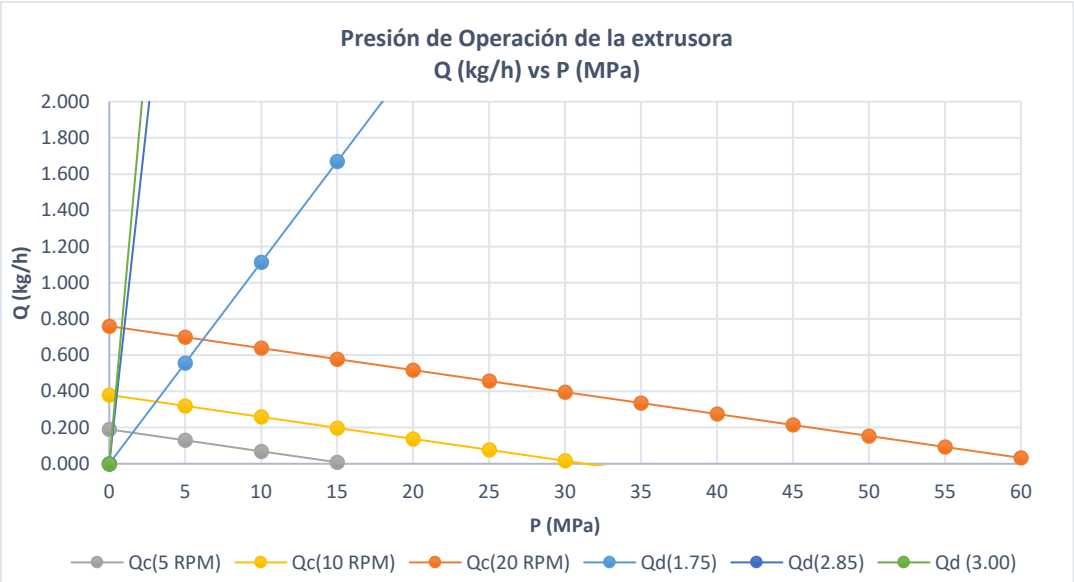


Figura D.9 Presión de operación de la extrusora

Así, el espesor mínimo del dado extrusor se calcula mediante la ecuación D.24, donde σ_{eq} es el esfuerzo total equivalente (MPa), p_{max} es la presión máxima presente en la extrusora, r es el radio interno del dado (mm) y e_{minimo} es el espesor mínimo del mismo (mm). Debido al tipo de ensamblado del cabezal con el cilindro de extrusión, mediante rosca, el diámetro interno del dado debe de ser igual al diámetro externo del cilindro: 25mm. Entonces, al reemplazar los valores halladas en dicha ecuación y seleccionar el acero ASTM A-276 (σ_t=510MPa) como material de fabricación, se determina que el e_{minimo}=0.148mm. Por lo tanto, trabajando con un factor de seguridad mayor a 5, se obtiene un espesor e_{minimo}=2.5mm, y, de esta manera, un diámetro externo del cilindro igual a 30mm.

$$\sigma_{eq} = \frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{p_{max} * r}{e_{minimo}} \qquad \text{(D.24)}$$

Finalmente se obtienen los parámetros presentes en la Tabla D.3 para el dado extrusor.

Tabla D.3 Valores de los parámetros del cabezal

D_C (mm)	D_D (mm)	D_E (mm)	P (mm)	L_c (mm)
20	1.75/2.85/3.00	30	20	20

D.3 POTENCIA PARA LA LOCOMOCIÓN DEL SISTEMA

La potencia necesaria para la locomoción del sistema se calcula mediante la aplicación de la ecuación D.21 [Savgorodny, 1973], en donde $P_{husillo}$ es la potencia de accionamiento (W), D es el diámetro del husillo (mm), N son las R.P.M. y k_p es el factor de proporcionalidad (generalmente 66.7). Por lo tanto al reemplazar los valores de los parámetros D y N, ya obtenidos anteriormente, en la ecuación D.25, se obtiene una $P_{husillo}$=113 W.

$$P_{husillo} = \frac{\pi * D^3 * N}{{k_p}^2} \qquad \text{(D.25)}$$

ANEXO E: CATÁLOGO DE BARRAS DE ACERO INOXIDABLE

Tipo de Producto	Norma ASTM	Tipo de Fabricación	GRADO	MEDIDA (Pulgada)									
				5/16" (7.94mm)	3/8" (9.53mm)	1/2" (12.7mm)	5/8" (15.88mm)	3/4" (19.05mm)	7/8" (22.22mm)	1" (25.4mm)	1 3/8" (34.93mm)	1 1/2" (38.1mm)	2" (50.8mm)
Barras Cuadradas	A-276	Estirado al Frío y Pulido	304/304L			*	*	*	*	*		*	
			316/316L	*	*		*		*	*	*	*	*

Tipo de Producto	Norma ASTM	Tipo de Fabricación	GRADO	MEDIDA (mm)					
				>9.0mm	12.0mm	22.0mm	35.0mm	40.0mm	50.0mm
Barras Cuadradas	A-276	Estirado al Frío y Pulido	304/304L		*				
			316/316L	*		*	*	*	*

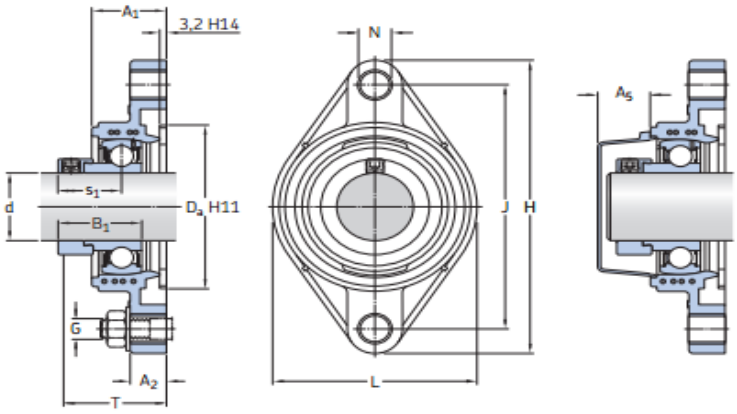
Tipo de Producto	Norma ASTM	Tipo de Fabricación	GRADO	MEDIDA (Pulgada)									
				>1/4" (6.35mm)	5/16" (7.94mm)	3/8" (9.53mm)	1/2" (12.7mm)	1" (25.4mm)	1 1/8" (28.58mm)	1 1/4" (31.75mm)	1 1/2" (38.1mm)	1 3/4" (44.45mm)	2" (50.8mm)
Barras Hexagonales	A-276	Estirado al Frío y Pulido	304/304L	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			316/316L			*		*		*	*	*	

Tipo de Producto	Norma ASTM	Tipo de Fabricación	GRADO	MEDIDA (mm)		
				>17.0mm	35.0mm	40.0mm
Barras Hexagonales	A-276	Estirado al Frío y Pulido	304/304L	*	*	*

ANEXO F: CATÁLOGO DE RODAMIENTOS SKF TIPO PARED

Unidades de rodamientos Y SKF E2 con soporte de brida ovalada de material compuesto con anillo de fijación excéntrico, para ejes métricos

d 20 – 35 mm



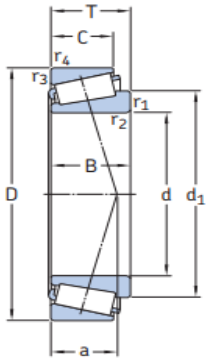
Dimensiones

d	A_1	A_2	B_1	D_a	H	J	L	N	G	s_1	T	A_5
mm												
20	29,5	15	31	50,8	112	90	60,5	12,3	M10	23,9	42,9	18,5
25	30	15	30,9	63,5	124	99	70	12,3	M10	23,4	42,4	18
30	33	15	35,6	76,2	142,5	116,5	83	12,3	M10	26,6	46,6	20
35	35	17	38,8	88,9	156	130	96	14,8	M12	29,3	50,3	22

Capacidad de carga básica dinámica C	estática C_0	Carga límite de fatiga P_u	Velocidad límite	Masa	Designación del soporte	Designación del rodamiento	Designación adecuada de la tapa lateral	Designación de la unidad
kN		kN	r. p. m.	kg	–	–	–	–
12,7	6,55	0,28	8 500	0,24	FYTBK 504	E2.YET 204	ECY 204	FYTBK 20 FE
14	7,8	0,335	7 000	0,29	FYTBK 505	E2.YET 205	ECY 205	FYTBK 25 FE
19,5	11,2	0,475	6 300	0,45	FYTBK 506	E2.YET 206	ECY 206	FYTBK 30 FE
25,5	15,3	0,655	5 300	0,63	FYTBK 507	E2.YET 207	ECY 207	FYTBK 35 FE

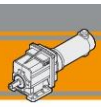
ANEXO G: CATÁLOGO DE RODAMIENTOS CÓNICOS SKF

7.1 Rodamientos de una hilera de rodillos cónicos métricos
d **15 – 32** mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación	Series de dimensiones para la normativa ISO 355 (ABMA)
d	D	T	dinámica C	estática C_0	P_u	Velocidad de referencia	Velocidad límite			
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	–	–
15	42	14,25	22,4	20	2,08	13 000	18 000	0,094	**30302 J2**	2FB
17	40	13,25	19	18,6	1,83	13 000	18 000	0,079	**30203 J2**	2DB
	47	15,25	28,1	25	2,7	12 000	16 000	0,13	**30303 J2**	2FB
	47	20,25	34,7	33,5	3,65	11 000	16 000	0,17	**32303 J2/Q**	2FD
20	42	15	24,2	27	2,65	12 000	16 000	0,098	**32004 X/Q**	3CC
	47	15,25	27,5	28	3	11 000	15 000	0,12	**30204 J2/Q**	2DB
	52	16,25	34,1	32,5	3,55	11 000	14 000	0,17	**30304 J2/Q**	2FB
	52	22,25	44	45,5	5	10 000	14 000	0,23	**32304 J2/Q**	2FD
22	44	15	25,1	29	2,85	11 000	15 000	0,1	**320/22 X**	3CC
25	47	15	27	32,5	3,25	11 000	14 000	0,11	**32005 X/Q**	4CC
	52	16,25	30,8	33,5	3,45	10 000	13 000	0,15	**30205 J2/Q**	3CC
	52	19,25	35,8	44	4,65	9 500	13 000	0,19	**32205 BJ2/Q**	5CD
	52	22	47,3	56	6	9 000	13 000	0,22	**33205/Q**	2CE
	62	18,25	44,6	43	4,75	9 000	12 000	0,26	**30305 J2/Q**	2FB
	62	18,25	38	40	4,4	7 500	11 000	0,27	**31305 J2**	7FB
	62	25,25	60,5	63	7,1	8 000	12 000	0,36	**32305 J2**	2FD
28	52	16	31,9	38	4	9 500	13 000	0,14	**320/28 X/Q**	4CC
	58	17,25	38	41,5	4,4	9 000	12 000	0,2	**302/28 J2**	3DC
	58	20,25	41,8	50	5,5	8 500	12 000	0,25	**322/28 BJ2/Q**	5DD
30	55	17	35,8	44	4,55	9 000	12 000	0,17	**32006 X/Q**	4CC
	62	17,25	40,2	44	4,8	8 500	11 000	0,23	**30206 J2/Q**	3DB
	62	21,25	49,5	58,5	6,55	8 000	11 000	0,3	**32206 BJ2/QCL7CVA606**	5DC
	62	21,25	50,1	57	6,3	8 500	11 000	0,29	**32206 J2/Q**	3DC
	62	25	64,4	76,5	8,5	7 500	11 000	0,35	**33206/Q**	2DE
	72	20,75	56,1	56	6,4	7 500	10 000	0,38	**30306 J2/Q**	2FB
	72	20,75	47,3	50	5,7	6 700	9 500	0,39	**31306 J2/Q**	7FB
	72	28,75	76,5	85	9,65	7 000	10 000	0,55	**32306 J2/Q**	2FD
32	53	14,5	27	35,5	3,65	9 000	13 000	0,11	**JL 26749 F/710**	(L 26700)
	58	17	36,9	46,5	4,8	8 500	11 000	0,19	**320/32 X/Q**	4CC

ANEXO H: MOTORES DC TRANSTECNO



ECMG Motoriduttori CC ad ingranaggi cilindrici
DC Helical in-line gearmotors

Caratteristiche tecniche

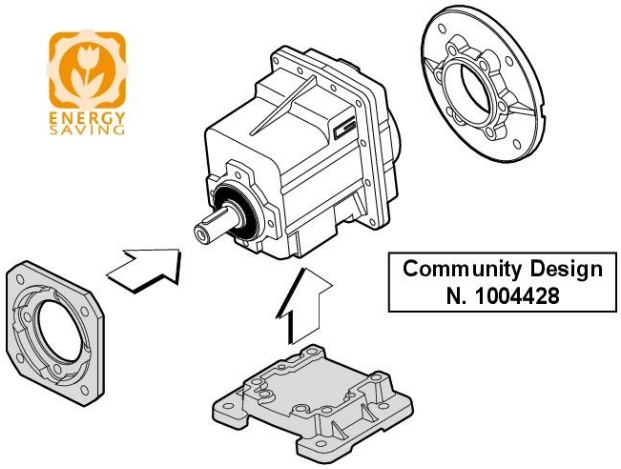
Le caratteristiche principali dei motoriduttori CC ad ingranaggi cilindrici a magneti permanenti in ferrite serie ECMG sono:

- Alimentazione in bassa tensione 12/24 Vcc
- Possibilità di montaggio encoder
- Potenze motore disponibili da 100 a 800W S2
- Magneti in ferrite
- Carcasse dei riduttori in pressofusione di alluminio
- Lubrificazione permanente con olio sintetico
- Ingranaggi sempre rettificati

Technical features

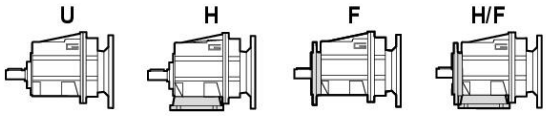
The main features of ECMG ferrite permanent magnets DC helical in-line gearmotors range are:

- *Low voltage power supply 12/24 Vdc*
- *Suitable for encoder assembly*
- *Motor power ratings available from 100 to 800W S2*
- *Ferrite magnets*
- *Die-cast aluminum housing*
- *Permanent synthetic oil long-life lubrication*
- *Ground helical gears*



Designazione

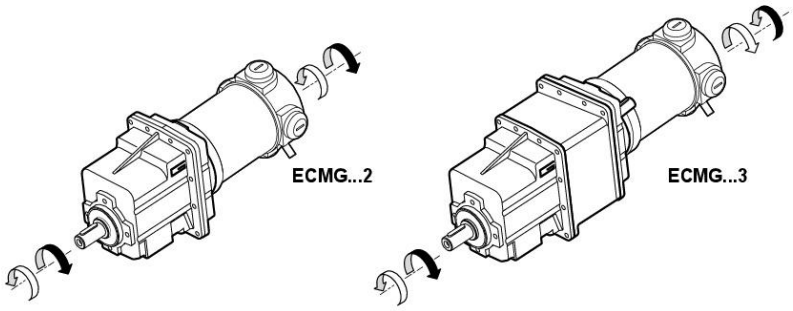
Classification



MOTORIDUTTORE / *GEARMOTOR*

ECMG	100/002						U	8.99	D20	240
Tipo *Type*	Grandezza *Size*						Versione *Version*	Rapporto *Ratio*	Albero uscita *Output shaft*	Versione motore *Motor version*
ECMG	070/002	100/002	180/002	250/002	350/002	600/002	U...	vedi tabelle *see tables*	vedi tabelle *see tables*	120
				250/012	350/012	600/012	H...			240
				250/013	350/013	600/013	F...			24E
				250/022	350/022	600/022	H.../F...			
				250/023	350/023	600/023				
				250/033	350/033	600/033				
				250/043	350/043	600/043				

Sensi di rotazione / *Direction of rotation*



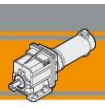
Lubrificazione / *Lubrication*

Tutti i riduttori sono forniti completi di lubrificante sintetico viscosità 320, pertanto possono essere installati in qualunque posizione di montaggio e non necessitano di manutenzione.

Permanent synthetic oil long-life lubrication (viscosity grade 320) makes it possible to use in all mounting positions; for this reason they can be installed in any assembly position and do not require maintenance.

Simbologia / *Symbols*

n_1	[min^{-1}]	Velocità in ingresso / *Input speed*
n_2	[min^{-1}]	Velocità in uscita / *Output speed*
i		Rapporto di riduzione / *Ratio*
P_1	[kW]	Potenza in entrata / *Input power*
M_2	[Nm]	Coppia nominale in uscita in funzione di P_1 / *Output torque referred to* P_1
sf		Fattore di servizio / *Service factor*
R_2	[N]	Carico radiale ammissibile in uscita / *Permitted output radial load*
A_2	[N]	Carico assiale ammissibile in uscita / *Permitted output axial load*



Dati tecnici per servizio S2 — ***Technical data for S2 duty***

P_1 [W]	n_2 [min^{-1}]	M_2 [Nm]	sf	i		Versione motore *Motor version*
100						
(3000 min^{-1})	**596**	1.5	20.2	5.03	**070/002**	12E/24E
	492	1.9	16.6	6.10		
	401	2.3	13.5	7.49		
	334	2.7	14.2	8.99		
	295	3.1	12.6	10.16		
	249	3.7	10.6	12.07		
	224	4.1	13.4	13.40		
	198	5	11.9	15.14		
	165	6	9.9	18.17		
	139	6.6	8.3	21.58		
	128	7.2	7.7	23.51		
	120	7.7	7.2	25.10		
	111	8.3	6.6	27.08		
	92	9.9	5.5	32.49		
	71	12.8	4.3	42.04		
	67	13.7	4.0	44.89		
	61	14.9	3.7	48.86		
	54	17	3.3	55.10		
140						
(3000 min^{-1})	**596**	2	14.4	5.03	**100/002**	120/240/24E
	492	3	11.9	6.10		
	401	3	9.7	7.49		
	334	4	10.1	8.99		
	295	4.3	9.0	10.16		
	249	5.2	7.6	12.07		
	224	5.7	9.6	13.40		
	198	6.5	8.5	15.14		
	165	7.8	7.1	18.17		
	139	9	6.0	21.58		
	128	10	5.5	23.51		
	120	11	5.1	25.10		
	111	12	4.7	27.08		
	92	13.9	4.0	32.49		
	71	18.0	3.1	42.04		
	67	19.2	2.9	44.89		
	61	21	2.6	48.86		
	54	24	2.3	55.10		
250						
(3000 min^{-1})	**596**	4	8.1	5.03	**180/002**	120/240/24E
	492	5	6.7	6.10		
	401	6	5.4	7.49		
	334	7	5.7	8.99		
	295	8	5.0	10.16		
	249	9	4.2	12.07		
	224	10	5.4	13.40		
	198	12	4.8	15.14		
	165	13.9	4.0	18.17		
	139	16.5	3.3	21.58		
	128	18.0	3.1	23.51		
	120	19	2.9	25.10		
	111	21	2.7	27.08		
	92	25	2.2	32.49		
	71	32	1.7	42.04		
	67	34	1.6	44.89		
	61	37	1.5	48.86		
	54	42	1.3	55.10		

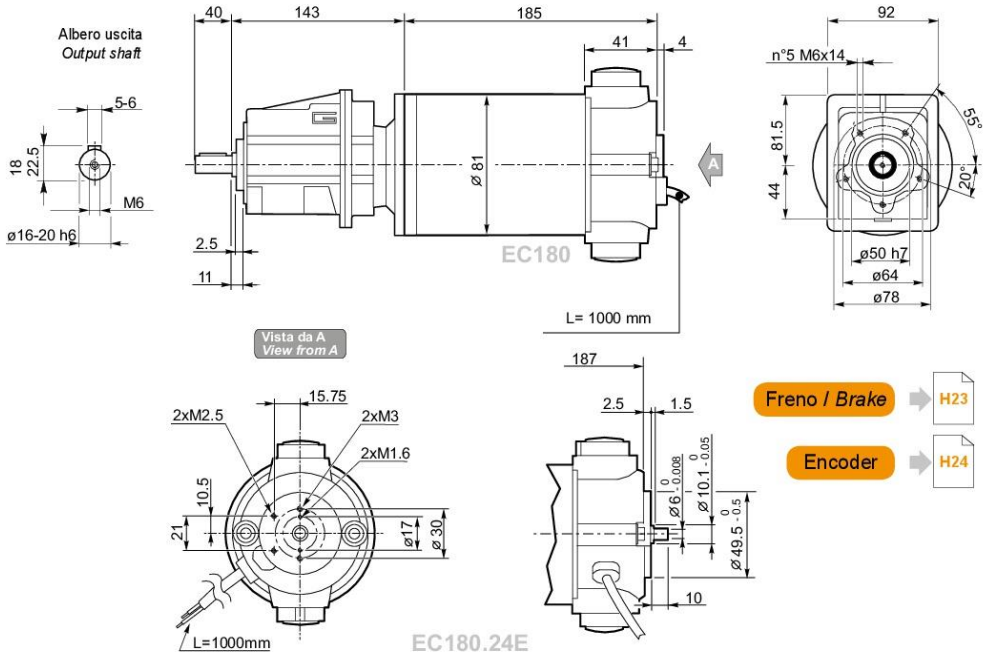
P_1 [W]	n_2 [min^{-1}]	M_2 [Nm]	sf	i		Versione motore *Motor version*
350						
(3000 min^{-1})	**596**	5	5.8	5.03	**250/002**	120/240
	492	7	4.8	6.10		
	401	8	3.9	7.49		
	334	10	4.1	8.99		
	295	11	3.6	10.16		
	249	13	3.0	12.07		
	224	14	3.8	13.40		
	198	16	3.4	15.14		
	165	19	2.8	18.17		
	139	23	2.4	21.58		
	128	25	2.2	23.51		
	120	27	2.0	25.10		
	111	29	1.9	27.08		
	92	35	1.6	32.49		
	71	45	1.2	42.04		
	67	48	1.1	44.89		
	61	52	1.1	48.86		
	54	59	0.9	55.10		
	327	10	6.3	9.17	**250/012**	120/240
	306	10	5.9	9.81		
	261	12	6.3	11.50		
	252	13	6.1	11.90		
	217	15	6.4	13.80		
	205	16	6.0	14.62		
	168	19	4.9	17.86		
	157	20	4.6	19.07		
	151	21	4.4	19.83		
	127	25	3.7	23.56		
	101	32	3.0	29.56		
	85	38	2.5	35.47		
	65	49	1.9	45.89		
	61	52	1.8	49.00		
	56	57	1.6	53.33		
	50	64	1.5	60.15		
	47	66	1.4	63.22	**250/013**	120/240
	40	79	1.2	75.08		
	34	93	1.0	89.17		
	27	118	0.8	113.05		
	22	141	0.7	134.27		
	17	134	0.7	173.72		
	15	134	0.7	202.16		
	11	134	0.7	261.57		
	10	134	0.7	304.00		
	8	134	0.7	393.33		
	7	134	0.7	443.59		
	126	26	6.1	23.85	**250/022**	120/240
	100	32	4.9	29.93		
	84	38	4.1	35.91		
	65	50	3.1	46.46		
	60	53	2.9	49.61		
	56	58	2.7	54.00		
	49	65	2.4	60.90		

N.B.
Verificare sempre che la coppia M2 utilizzata non ecceda il valore indicato nelle caselle in grigio
N.B.
Please check that the output torque M2 does not exceed the value in the grey areas

Dimensioni ***Dimensions***

ECMG..U

ECMG180/002 U



Freno / *Brake* → H23

Encoder → H24

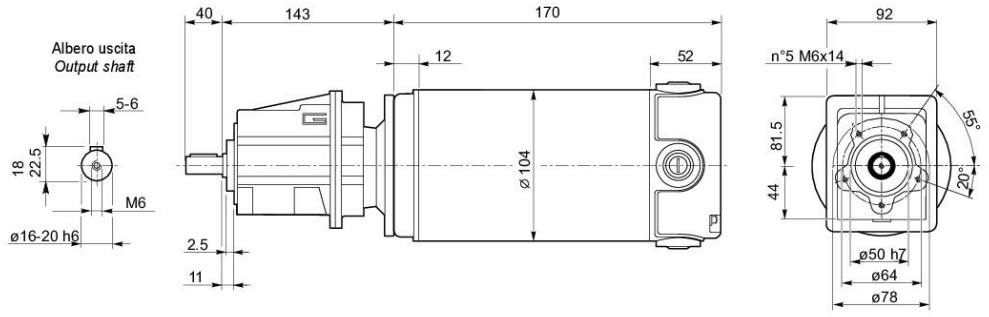
ECMG

ECMG...H → I18 ECMG...F → I19 ECMG...H/F → I20

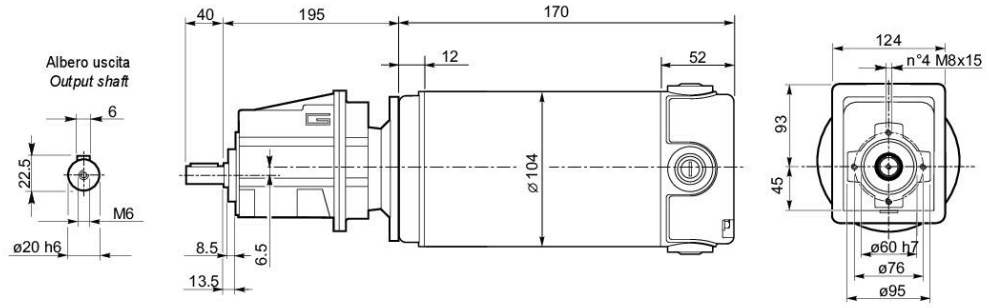
Dimensioni ***Dimensions***

ECMG..U

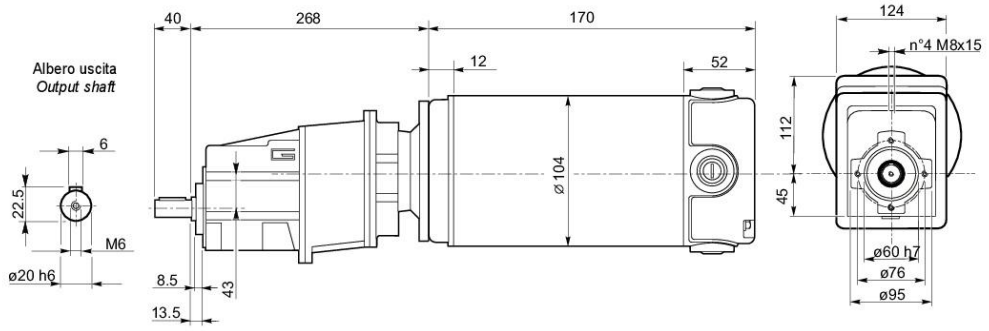
ECMG250/002 U



ECMG250/012 U



ECMG250/013 U

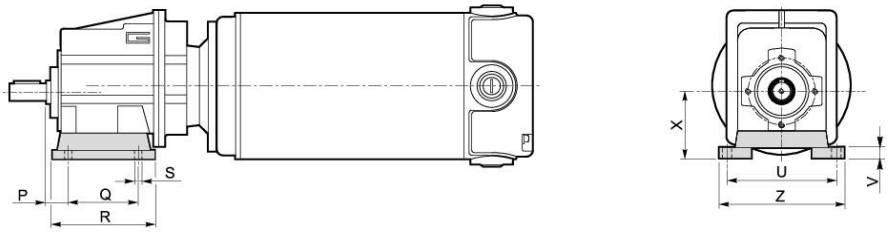


ECMG...H I18 ECMG...F I19 ECMG...H/F I20

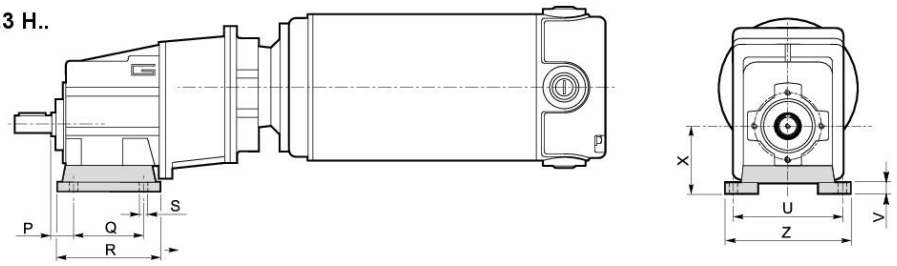
Dimensioni ***Dimensions***

ECMG..H

ECMG..2 H..



ECMG..3 H..



Versione **H** / ***H** Version*

CMG	P	Q	R	S	U	V	X	Z	Piede / *Foot*	
									Tipo / *Type*	Peso / *Weight* [kg]
002	**18**	**60**	**80**	**9**	**100**	**10**	**60**	**120**	**H60**	**0.2**
	18	80	104	9	110 - 120	10	75	145	H75	0.3
	18	50 - 87	110	9	110	10	85	135	H85	0.4
012 013	**20**	**85**	**108**	**9**	**115**	**12**	**65**	**139**	**H65**	**0.7**
	18	80	118	9	110	12	75	140	**H75**	1.0
	25	85	120	9	120	12	80	140	**H80**	1.1
	18	50 - 87	118	9	110	12	85	130	**H85**	1.2
	25	130	154	9	110	12	90	135	**H90**	1.5
	18	60 - 107.5	135	11	130	12	100	155	**H100**	1.7
022 023	**20**	**85**	**108**	**9**	**115**	**12**	**65**	**139**	**H65**	**0.7**
	18	80	118	9	110	12	75	140	**H75**	1.0
	25	85	120	9	120	12	80	140	**H80**	1.1
	18	50 - 87	118	9	110	12	85	130	**H85**	1.2
	25	130	154	9	110	12	90	135	**H90**	1.5
	18	60 - 107.5	135	11	130	12	100	155	**H100**	1.7
033	**30**	**105**	**136**	**14**	**160**	**14**	**95**	**194**	**H95**	**1.5**
	30	100	150	11	150	14	110	185	**H110**	1.9
	18	70			160					
	30	165	195	14	135	14	115	170	**H115**	2.2
	35	110	160	14	170	14	120	210	**H120**	2.6
043	**30**	**105**	**136**	**14**	**160**	**14**	**95**	**194**	**H95**	**1.5**
	30	100	150	11	150	14	110	185	**H110**	1.9
	18	70			160					
	30	165	195	14	135	14	115	170	**H115**	2.2
	35	110	160	14	170	14	120	210	**H120**	2.6

Preferenziale / *Preferred*

ANEXO I: SELECCIÓN DE CHAVETAS

Dimensiones Chavetas DIN 6885 Parte 1, 6886 y 6887

Ref.: Flender-Technical Handbook

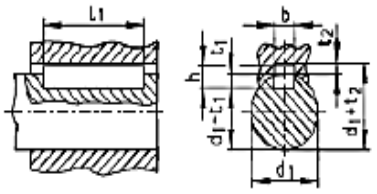
Dimensions of parallel keys and taper keys

Diameter d above	Diameter d to	Width b 1)	Height h 2)	Depth of keyway in shaft t_1	Depth of keyway in hub t_2 DIN 6885/1	Depth of keyway in hub t_2 DIN 6886/6887 2)	Lengths, see below l_1 DIN 6885/1 from	l_1 DIN 6885/1 to	l DIN 6886 from	l DIN 6886 to
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6	8	2	2	1.2	1.0	0.5	6	20	6	20
8	10	3	3	1.8	1.4	0.9	6	36	8	36
10	12	4	4	2.5	1.8	1.2	8	45	10	45
12	17	5	5	3	2.3	1.7	10	56	12	56
17	22	6	6	3.5	2.8	2.2	14	70	16	70
22	30	8	7	4	3.3	2.4	18	90	20	90
30	38	10	8	5	3.3	2.4	22	110	25	110
38	44	12	8	5	3.3	2.4	28	140	32	140
44	50	14	9	5.5	3.8	2.9	36	160	40	160
50	58	16	10	6	4.3	3.4	45	180	45	180
58	65	18	11	7	4.4	3.4	50	200	50	200
65	75	20	12	7.5	4.9	3.9	56	220	56	220
75	85	22	14	9	5.4	4.4	63	250	63	250
85	95	25	14	9	5.4	4.4	70	280	70	280
95	110	28	16	10	6.4	5.4	80	320	80	320
110	130	32	18	11	7.4	6.4	90	360	90	360
130	150	36	20	12	8.4	7.1	100	400	100	400
150	170	40	22	13	9.4	8.1	110	400	110	400
170	200	45	25	15	10.4	9.1	125	400	125	400
200	230	50	28	17	11.4	10.1	140	400	140	400
230	260	56	32	20	12.4	11.1	160	400		
260	290	63	32	20	12.4	11.1	180	400	Lengths not determined	
290	330	70	36	22	14.4	13.1	200	400		
330	380	80	40	25	15.4	14.1	220	400		
380	440	90	45	28	17.4	16.1	250	400		
440	500	100	50	31	19.5	18.1	280	400		

Lengths mm l_1 or l																					
6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80		
90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400								

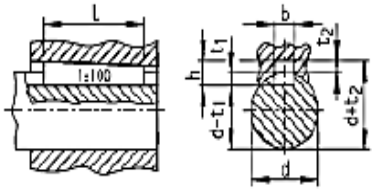
Parallel keys and taper keys
acc. to DIN 6885 Part 1, 6886 and 6887
Editions: 08.68 12.67 4.68

Side fitting square and rectangular keys



Parallel key and keyway acc. to DIN 6885 Part 1

Square and rectangular taper keys



Taper and round-ended sunk key and keyway acc. to DIN 6886

1) The tolerance zone for hub keyway width b for parallel keys with normal fit is ISO JS9 and with close fit ISO P9. The tolerance zone for shaft keyway width b with normal fit is ISO N9 and with close fit ISO P9.

2) Dimension h of the taper key names the largest height of the key, and dimension t_2 the largest depth of the hub keyway. The shaft keyway and hub keyway dimensions according to DIN 6887 - taper keys with gib head - are equal to those of DIN 6886.

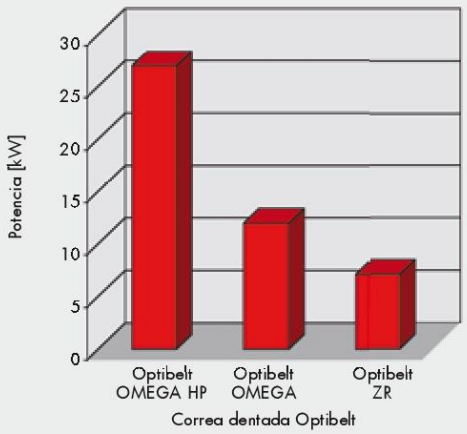
ANEXO J: FAJAS SÍNCRONAS OPTIBELT

Descripción del producto

Correas dentadas optibelt *OMEGA HP*

optibelt
PowerTransmission

Comparación de potencia



Comparación de valores de potencia

Perfil und Ausführung	8M HP	8M	H
Paso [mm]	8	8	12,7
Ancho [mm]	20	20	19,05
Diámetro polea [mm]	96,77	96,77	97,02
Revoluciones [min^{-1}]	2850	2850	2850
Potencia nominal [kW]	**24,4**	**10,8**	**6,0**

Campos de aplicación preferentes

- Maquinaria textil
- Máquinas-herramienta
- Compresores
- Impresoras
- Maquinaria para elaboración de madera
- Maquinaria para papel

Ventajas y cualidades de la optibelt OMEGA HP en resumen:

- estructura de forma muy estable y que al mismo tiempo se curva bien
- alargamiento permanente y alargamiento elástico del cordón de tracción reducidos
- tejido resistente a la cizalladura, rozamiento y abrasión mínimizados
- transmisión de potencia aprox. duplicada y en el perfil 5M HP aprox. triplicada con respecto a las correas dentadas OMEGA en la versión básica
- adecuada para transmisiones lentas y rápidas, con elevada carga dinámica
- buena resistencia en funcionamiento uniforme, con carga por golpes reducida y mediana
- amplia gama de aplicaciones

Ventajas y cualidades de una transmisión con correa dentada optibelt OMEGA HP en estos campos de aplicación

- espacio constructivo muy reducido en comparación con las correas dentadas OMEGA en la versión básica

  por ello:
- menores costes para correas y poleas
- mayor libertad constructiva en la configuración de la transmisión
- diámetro de eje más reducido y menores soportes
- menos ruido de funcionamiento
- rendimiento mejorado

Ahorro significativo de costes de sistema y elevada seguridad de funcionamiento para una rentabilidad óptima en las nuevas transmisiones

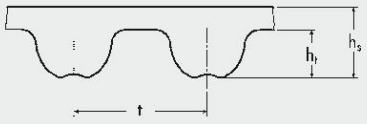
Ver otras ventajas y cualidades en optibelt OMEGA, página 20.

Descripción del producto

Correas dentadas optibelt *OMEGA HP*

Surtido estándar

optibelt
PowerTransmission



Perfil	5M HP
t [mm]	5,0
h_s [mm]	3,4
h_t [mm]	1,9

Optibelt OMEGA 5M HP

Denominación de la correa	Desarrollo efectivo [mm]	Número de dientes	Denominación de la correa	Desarrollo efectivo [mm]	Número de dientes	Denominación de la correa	Desarrollo efectivo [mm]	Número de dientes
180 5M HP	180,00	36	610 5M HP•	610,00	122	1050 5M HP	1050,00	210
225 5M HP	225,00	45	615 5M HP•	615,00	123	1100 5M HP•	1100,00	220
255 5M HP	255,00	51	630 5M HP	630,00	126	1125 5M HP	1125,00	225
265 5M HP	265,00	53	635 5M HP	635,00	127	1135 5M HP•	1135,00	227
270 5M HP•	270,00	54	640 5M HP•	640,00	128	1200 5M HP•	1200,00	240
280 5M HP•	280,00	56	645 5M HP•	645,00	129	1270 5M HP•	1270,00	254
295 5M HP•	295,00	59	650 5M HP•	650,00	130	1380 5M HP•	1380,00	276
300 5M HP•	300,00	60	665 5M HP	665,00	133	1400 5M HP•	1400,00	280
305 5M HP	305,00	61	670 5M HP•	670,00	134	1420 5M HP	1420,00	284
325 5M HP•	325,00	65	700 5M HP	700,00	140	1425 5M HP•	1425,00	285
330 5M HP	330,00	66	710 5M HP	710,00	142	1500 5M HP•	1500,00	300
340 5M HP•	340,00	68	720 5M HP•	720,00	144	1595 5M HP•	1595,00	319
350 5M HP	350,00	70	740 5M HP	740,00	148	1690 5M HP•	1690,00	338
360 5M HP	360,00	72	750 5M HP•	750,00	150	1790 5M HP•	1790,00	358
365 5M HP•	365,00	73	755 5M HP	755,00	151	1870 5M HP•	1870,00	374
370 5M HP•	370,00	74	775 5M HP•	775,00	155	1895 5M HP•	1895,00	379
375 5M HP	375,00	75	790 5M HP•	790,00	158	2000 5M HP•	2000,00	400
385 5M HP•	385,00	77	800 5M HP	800,00	160	2110 5M HP•	2110,00	422
400 5M HP	400,00	80	825 5M HP•	825,00	165	2350 5M HP•	2350,00	470
415 5M HP•	415,00	83	830 5M HP•	830,00	166	2525 5M HP•	2525,00	505
425 5M HP	425,00	85	835 5M HP	835,00	167			
450 5M HP	450,00	90	850 5M HP•	850,00	170			
475 5M HP	475,00	95	860 5M HP•	860,00	172			
490 5M HP•	490,00	98	890 5M HP	890,00	178			
500 5M HP	500,00	100	900 5M HP	900,00	180			
520 5M HP•	520,00	104	925 5M HP	925,00	185			
525 5M HP	525,00	105	935 5M HP•	935,00	187			
535 5M HP	535,00	107	940 5M HP•	940,00	188			
540 5M HP•	540,00	108	950 5M HP	950,00	190			
550 5M HP	550,00	110	965 5M HP•	965,00	193			
560 5M HP•	560,00	112	975 5M HP•	975,00	195			
565 5M HP	565,00	113	980 5M HP•	980,00	196			
575 5M HP•	575,00	115	1000 5M HP	1000,00	200			
580 5M HP•	580,00	116	1025 5M HP•	1025,00	205			
600 5M HP	600,00	120	1035 5M HP•	1035,00	207			

Anchos estándar: 9 mm, 15 mm, 25 mm
(otras medidas y anchos especiales, bajo demanda) • No disponible en stock.

Ejemplo de pedido:

Correa dentada: Optibelt OMEGA HP 1000 5M HP 25

1000 = 1000 mm desarrollo efectivo
5M HP = perfil y ejecución
25 = 25 mm ancho de la correa

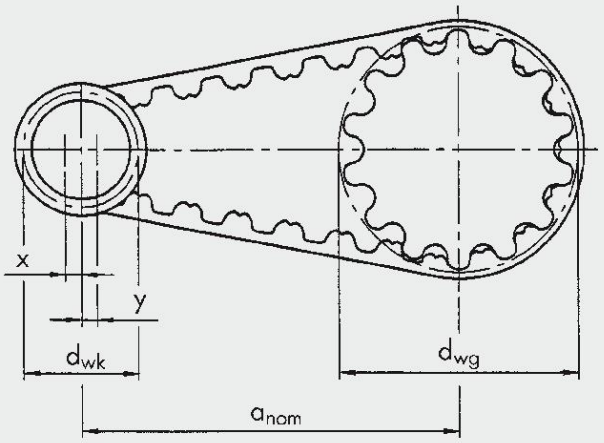
Cálculo

Correas dentadas im optibelt *OMEGA* perfil

Explicación de los símbolos de la fórmula

optibelt
PowerTransmission

a	=	distancia entre ejes	[mm]
a_{nom}	=	distancia entre ejes, calculada con un desarrollo de correa estándar	[mm]
c_0	=	factor de carga básico	
c_1	=	factor de engrane del diente	
c_2	=	factor de carga total	
c_3	=	incremento por multiplicación	
c_6	=	incremento por fatiga	
c_7	=	factor de longitud	
d_a	=	diámetro exterior de la polea dentada	[mm]
d_w	=	diámetro efectivo de la polea dentada	[mm]
d_{wg}	=	diámetro efectivo de la polea dentada grande	[mm]
d_{wk}	=	diámetro efectivo de la polea dentada pequeña	[mm]
d_{w1}	=	diámetro efectivo de la polea dentada motriz	[mm]
d_{w2}	=	diámetro efectivo de la polea dentada inversora	[mm]
E_a	=	profundidad de hundimiento del ramal de correa	[mm]
F	=	fuerza de ensayo	[N]
f	=	frecuencia	[Hz]
i	=	multiplicación	
L	=	longitud del ramal de correa	[mm]
L_{wSt}	=	desarrollo efectivo estándar de la correa dentada	[mm]
L_{wth}	=	desarrollo efectivo calculado de la correa dentada	[mm]
n_1	=	frecuencia de rotación de la polea dentada motriz	[min^{-1}]
n_2	=	frecuencia de rotación de la polea dentada inversora	[min^{-1}]
P	=	potencia que debe ser transmitida por la transmisión de correa dentada	[kW]
P_B	=	potencia calculada	[kW]
P_N	=	potencia nominal	[kW]
$P_Ü$	=	potencia transmisible por un ancho estándar de correa [$P_N \cdot c_1 \cdot c_7$]	[kW]
S_a	=	fuerza axial estática mínima	[N]
$S_{n\,zul}$	=	fuerza tangencial máxima permisible	[N]
S_{n3}	=	fuerza tangencial efectiva a transmitir	[N]
S_n	=	fuerza tangencial efectiva a transmitir incl. la fuerza centrífuga real	[N]
t	=	paso	[mm]
v	=	velocidad de la correa	[m/s]
x	=	recorrido mínimo de ajuste de la distancia entre ejes a_{nom} para tensar la correa dentada	[mm]
y	=	recorrido mínimo de ajuste de la distancia entre ejes a_{nom} para montar la correa dentada	[mm]
z_e	=	número de dientes que engranan de la polea pequeña	
z_g	=	número de dientes de la polea dentada grande	
z_k	=	número de dientes de la polea dentada pequeña	
z_r	=	número de dientes de la correa dentada	
z_1	=	número de dientes de la polea dentada motriz	
z_2	=	número de dientes de la polea dentada inversora	



Cálculo

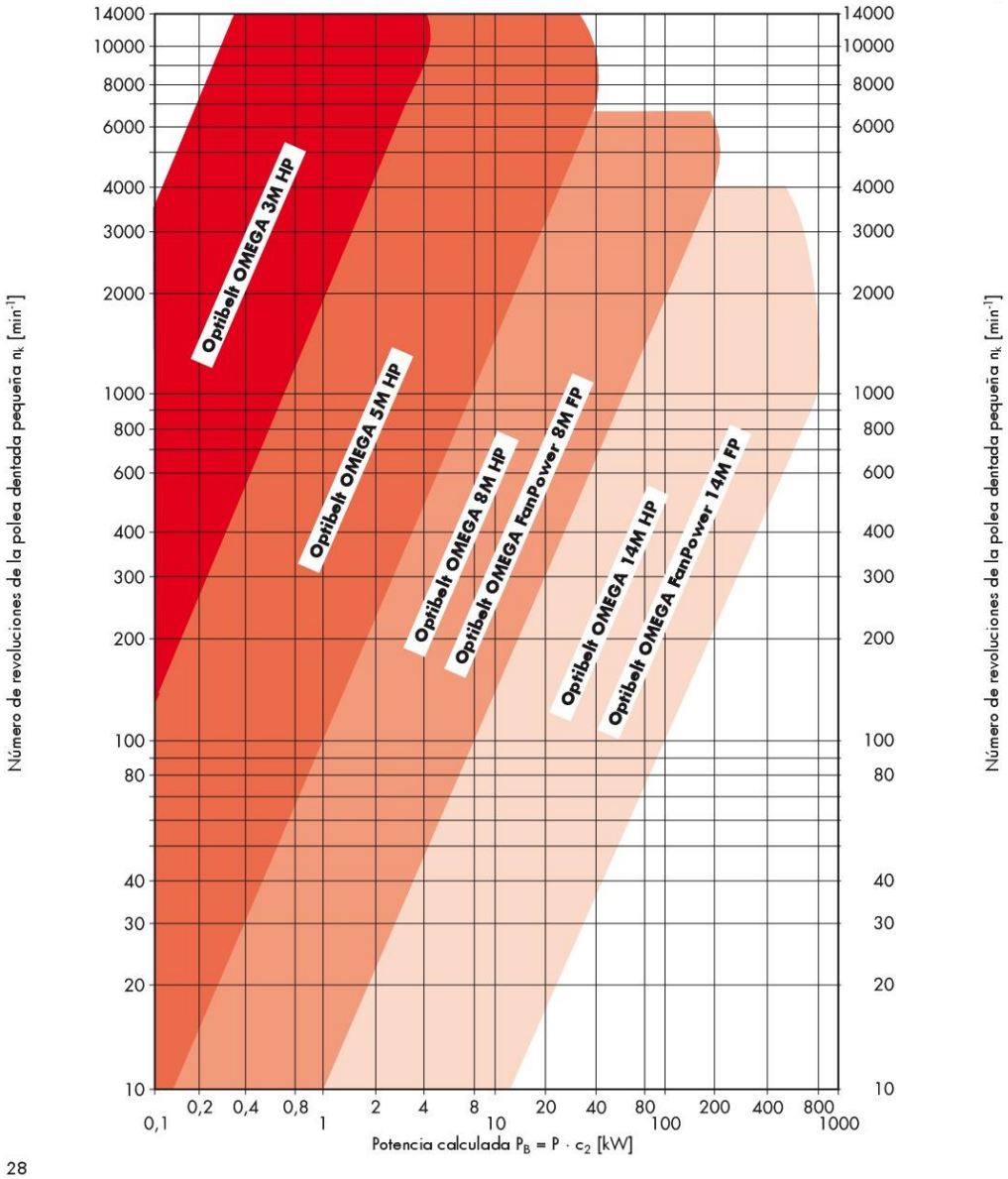
Correas dentadas optibelt *OMEGA HP*, optibelt *OMEGA FanPower*

Directrices para la preselección de la correa dentada

optibelt
PowerTransmission

Diagrama 2

ver también programa de cálculo de transmisión Optibelt CAP en www.optibelt.com



Cálculo

Correas dentadas im optibelt *OMEGA* perfil

Factores de carga

optibelt
PowerTransmission

Factor de carga total c_2

El factor de carga total c_2 se compone del factor de carga básico c_0 y de otros dos incrementos c_3 y c_6.

$c_2 = c_0 + c_3 + c_6$

$c_2 \geq M_A/M_N$ recomendación en caso de gran frecuencia de maniobras

Factor de carga básico c_0

El factor de carga básico c_0 tiene en cuenta la duración diaria del funcionamiento y el tipo de máquina motriz y de máquina de trabajo. Dado que no es posible resumir en una tabla todas las combinaciones imaginables de máquina motriz, máquina de trabajo y condiciones de funcionamiento, se deberán considerar como **valores orientativos** los factores de carga básicos. La asignación de la máquina de trabajo depende del tipo de carga existente en cada caso.

Tabla 1
Factor de carga básico c_0

Tipo de carga básica y ejemplos para máquinas de trabajo	Tipo de carga y ejemplos para máquinas motrices: Funcionamiento uniforme (Motor eléctrico, Turbina rápida, Máquina de pistones con muchos cilindros)		Funcionamiento no uniforme (Motor hidráulico, Turbina lenta, Máquina de pistones con pocos cilindros)	
	Factor de carga básico c_0 con duración diaria del funcionamiento			
	hasta 16 h	màs de 16 h	hasta 16 h	màs de 16 h
Transmisiones ligeras, funcionamiento uniforme libre de golpes Aparatos medidores Cámaras de filmación Máquinas de oficina Cintas transportadoras (para material ligero)	1,3	1,4	1,4	1,5
Transmisiones medianas, funcionamiento temporal con carga por golpes pequeña hasta mediana Mezcladoras Máquinas de cocina Impresoras Maquinaria textil Maquinaria de embalaje Cintas transportadoras (para material pesado)	1,6	1,7	1,8	1,9
Transmisiones pesadas, funcionamiento temporal con carga por golpes mediana hasta grande Máquinas-herramienta Maquinaria para elaboración de madera Accionamientos excéntricos Instalaciones transportadoras (para material pesado)	1,8	1,9	2,0	2,1
Transmisiones muy pesadas, funcionamiento continuo con grandes cargas por golpes Molinos Calandras Extrusoras Bombas y compresores de pistones Dispositivos elevadores	2,0	2,1	2,2	2,3

Cálculo

Correas dentadas im optibelt *OMEGA* perfil

Factores adicionales

optibelt
PowerTransmission

Incremento por multiplicación c_3

Para las multiplicaciones a más rápido, se le suma al factor de carga básico c_0 el correspondiente valor de la relación de multiplicación.

Tabla 2

Multiplicación i	Incremento por multiplicación c_3
1,00–0,80	0,0
0,79–0,57	0,1
0,56–0,40	0,2
0,39–0,28	0,3
0,27 y menor	0,4

Tabla 3
Incremento por fatiga c_6

Condiciones de funcionamiento	Incremento por fatiga c_6
Utilización de rodillos tensores o inversores	0,2
Duración del funcionamiento 16-24 h	0,2
Sólo funcionamiento escaso u ocasional	– 0,2

En caso de gran frecuencia de maniobras o constante inversión de la marcha, el factor de carga total c2 deberá ser mayor que la relación entre el par de arranque y el par nominal. Si se frena desde el lado motor, en caso de empleo frecuente del freno se deberá proceder de la misma manera con el par de frenado. El Departamento de técnica aplicada de Optibelt está gustosamente a su disposición para contestar a sus consultas.

Recorrido mínimo de ajuste ‚x' para tensar correas dentadas

$$x = 0{,}004 \cdot a_{nom}$$

Tabla 4
Recorrido mínimo de ajuste ‚y' para montar en poleas dentadas sin flanco

Distancias entre ejes [mm]	Recorrido de desplazamiento para montaje de la correa dentada [mm]
deste 1000	1,8
deste 1000 hasta 1780	2,8
deste 1780 hasta 2540	3,3
deste 2540 hasta 3300	4,1
deste 3300 hasta 4600	5,3

Tabla 5
Recorrido mínimo de ajuste ‚y' para montar en poleas dentadas con flanco

Paso [mm]	Valona en una polea dentada [mm]	Valona en ambas poleas dentadas [mm]
2	6	12
3	8	14
5	14	19
8	22	33
14	36	58

Tabla 6
Factor de longitud c_7

Perfil 2M

Desarrollo efectivo [mm]	c_7
≤ 190	0,8
> 190 ≤ 260	0,9
> 260 ≤ 400	1,0
> 400 ≤ 600	1,1
> 600	1,2

Perfil 3M

Desarrollo efectivo [mm]	c_7
≤ 190	0,8
> 190 ≤ 260	0,9
> 260 ≤ 400	1,0
> 400 ≤ 600	1,1
> 600	1,2

Perfil 5M

Desarrollo efectivo [mm]	c_7
≤ 440	0,8
> 440 ≤ 555	0,9
> 555 ≤ 800	1,0
> 800 ≤ 1100	1,1
> 1100	1,2

Perfil 8M

Desarrollo efectivo [mm]	c_7
≤ 600	0,8
> 600 ≤ 880	0,9
> 880 ≤ 1200	1,0
> 1200 ≤ 1760	1,1
> 1760	1,2

Perfil 14M

Desarrollo efectivo [mm]	c_7
≤ 1190	0,80
> 1190 ≤ 1610	0,90
> 1610 ≤ 1890	0,95
> 1890 ≤ 2450	1,00
> 2450 ≤ 3150	1,05
> 3150	1,10

Tabla 7
Factor de engrane del diente c_1

Número de dientes que engranan	Factor de engrane del diente c_1
≥ 6	1,0
5	0,8
4	0,6
3	0,4
2	0,2

Cálculo

Correas dentadas im optibelt *OMEGA* perfil

Fórmulas y ejemplo de cálculo

optibelt
PowerTransmission

Máquina motriz
Motor eléctrico 50 Hz
Conexión estrella-triángulo
P = 18,5 kW
n_1 = 2850 min^{-1}

Condiciones de funcionamiento
Duración diaria del funcionamiento: 12 horas
Número de maniobras: 2 veces al día
Influencias medioambientales: temperatura ambiente, ninguna influencia de aceite, agua ni polvo
Distancia entre ejes: 400 mm hasta 450 mm
Diámetro de polea máx.: 200 mm

Máquina de trabajo
Máquina textil
P = 15 kW
n_2 = 1830 min^{-1} ± 1%
Tipo de carga: constante

ver también Programa de cálculo de transmisión Optibelt CAP en www.optibelt.co

Fórmulas	Ejemplo de cálculo
Factor de carga total $c_2 = c_0 + c_3 + c_6$ c_0 de Tabla 1 página 30 c_3 de Tabla 2 página 31 c_6 de Tabla 3 página 31	$c_2 = 1,6 + 0 + 0 =$ **1,6** $c_0 = 1,6$ $c_3 = 0$ $c_6 = 0$
Potencia calculada $P_B = P \cdot c_2$	$P_B = 18,5 \cdot 1,6 =$ **29,6 kW**
Perfil de correa dentada de Diagramas 1-3, páginas 27-29	**Optibelt OMEGA HP** Type 8M
Multiplicación $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}}$	$i = \frac{2850}{1830} =$ **1,557**
Número de dientes de las poleas dentadas z_1, d_{w1} seleccionado del surtido estándar de poleas dentadas página 52 $z_2 = z_1 \cdot i$ ¡Tener en cuenta el diámetro mínimo!	$z_1 =$ **36** $d_{w1} = 91,67$ mm $z_2 = 36 \cdot 1,56 = 56,16$ $z_2 =$ **56** $d_{w2} = 142,60$ mm z_2 seleccionado del surtido estándar de poleas, página 52 Cumplido requisito $z_1 \geq 22$ (número mínimo de dientes para perfil 8M)
Comprobación de la frecuencia de rotación $i = \frac{z_2}{z_1}$ $n_2 = \frac{n_1}{i}$	$i = \frac{56}{36} = 1,556$ $n_2 = \frac{2850}{1,556} =$ **1832 min^{-1}** **Requisito: 1830 min^{-1}** ± 1% cumplido
Recomendación de distancia entre ejes Recomendación: $a > 0,5\ (d_{w1} + d_{w2}) + 15$ mm $a < 2,0\ (d_{w1} + d_{w2})$	$a > 0,5\ (91,67 + 142,60) + 15$ mm $= 132,14$ mm $a < 2,0\ (91,67 + 142,60) = 468,54$ mm $a =$ **425 mm** seleccionado provisionalmente

Cálculo

Correas dentadas im optibelt *OMEGA* perfil

Fórmulas y ejemplo de cálculo

optibelt
PowerTransmission

Fórmulas	Ejemplo de cálculo
Desarrollo efectivo de la correa dentada $L_{wth} \approx 2a + \frac{\pi}{2}(d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4\,a}$ L_{wSt} ver desarrollos estándar, ver páginas 7-8, 12-15 y 17-21	$L_{wth} \approx 2 \cdot 425 + \frac{\pi}{2}(142{,}60 + 91{,}67) + \frac{(142{,}60 - 91{,}67)^2}{4 \cdot 425}$ $L_{wth} \approx$ **1219,33 mm** siguiente desarrollo de correa estándar seleccionado de página 18 L_{wSt} = **1200 mm**
Distancia entre ejes de L_{wSt} $a_{nom} = K + \sqrt{K^2 - \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{8}}$ $K = \frac{(L_{wSt})}{4} - \frac{\pi}{8}(d_{wg} + d_{wk})$	$a_{nom} = 208 + \sqrt{208^2 - \frac{(142{,}60 - 91{,}67)^2}{8}}$ a_{nom} = **415,22 mm** $K = \frac{1200}{4} - \frac{\pi}{8}(142{,}60 + 91{,}67) = 208$ mm
Recorrido de ajuste mínimo para tensar $x = 0{,}004 \cdot a_{nom}$	$x \geq$ **1,66 mm**
Recorrido de ajuste mínimo para montar y = de Tabla 5, página 31	y = **22 mm** (con flanco de polea)
Número de dientes que engranan en la polea pequeña $z_e = \frac{z_k}{6}\left(3 - \frac{d_{wg} - d_{wk}}{a_{nom}}\right)$	$z_e = \frac{36}{6}\left(3 - \frac{142{,}60 - 91{,}67}{415}\right) = 17{,}26$ z_e = **17**
Factor de longitud c_7 de Tabla 6 página 31	c_7 = **1,0**
Factor de engrane del diente c_1 de Tabla 7 página 31	c_1 = **1,0**
Ancho de correa a través de potencia nominal Requisito: $P_{\ddot{U}} \geq P_B$ $P_{\ddot{U}}$ = potencia nominal transmisible por un ancho de correa estándar $P_{\ddot{U}} = P_N \cdot c_1 \cdot c_7$ Valor P_N y, en caso necesario, el factor de corrección del ancho con el que se debe multiplicar ver páginas 36 hasta 48	**31,09 kW > 29,60 kW ¡Requisito cumplido!** $P_{\ddot{U}} = 31{,}09 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0$ = **31,09 kW** P_N para ancho de 30 mm = 19,68 · 1,58 = **31,09 kW**

Resultado:		
1 correa dentada Optibelt OMEGA HP	**1200 8M**	**HP 30**
1 polea dentada Optibelt ZRS	**36 8M**	**30**
1 polea dentada Optibelt ZRS	**56 8M**	**30**

Valores de potencia

Correas dentadas optibelt *OMEGA HP*

perfil y versión 5M HP

optibelt
PowerTransmission

Potencia nominal P_N [kW] para perfil y tipo 5M HP y ancho de correa dentada de 9 mm

Número de revoluciones de la polea dentada pequeña n_k [min^{-1}]	Número de dientes de la polea dentada pequeña z_k														
	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
	Diámetro efectivo de la polea dentada pequeña d_{wk} [mm]														
	22,28	25,46	28,65	31,83	38,20	44,56	50,93	57,30	63,66	70,03	76,39	89,13	101,86	114,59	127,32
700	0,36	0,44	0,53	0,61	0,77	0,93	1,09	1,25	1,43	1,59	1,76	2,09	2,43	2,76	3,09
950	0,45	0,56	0,68	0,78	0,99	1,20	1,40	1,62	1,83	2,05	2,25	2,68	3,09	3,52	3,92
1450	0,62	0,79	0,94	1,09	1,39	1,68	1,98	2,27	2,56	2,85	3,14	3,70	4,26	4,80	5,32
2850	1,04	1,32	1,58	1,83	2,32	2,79	3,27	3,71	4,15	4,59	5,00	5,77	6,49	7,12	7,68
20	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14
40	0,03	0,03	0,05	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25
60	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,10	0,13	0,15	0,16	0,18	0,21	0,24	0,28	0,32	0,37
100	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,38	0,45	0,51	0,58
200	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26	0,31	0,37	0,43	0,48	0,54	0,60	0,71	0,83	0,94	1,07
300	0,17	0,22	0,25	0,30	0,37	0,45	0,53	0,61	0,69	0,77	0,85	1,01	1,18	1,36	1,52
400	0,22	0,28	0,32	0,38	0,47	0,58	0,68	0,78	0,89	0,99	1,09	1,30	1,52	1,74	1,94
500	0,26	0,33	0,39	0,46	0,58	0,70	0,82	0,94	1,07	1,20	1,32	1,58	1,83	2,09	2,35
600	0,31	0,39	0,46	0,53	0,68	0,82	0,95	1,10	1,25	1,39	1,54	1,84	2,14	2,44	2,73
800	0,39	0,49	0,59	0,68	0,86	1,04	1,22	1,40	1,59	1,77	1,96	2,33	2,70	3,07	3,44
900	0,44	0,54	0,64	0,75	0,94	1,15	1,35	1,55	1,75	1,96	2,16	2,56	2,97	3,37	3,77
1000	0,47	0,59	0,70	0,82	1,04	1,25	1,47	1,69	1,91	2,13	2,35	2,78	3,22	3,66	4,08
1200	0,54	0,68	0,82	0,94	1,20	1,45	1,70	1,96	2,21	2,46	2,71	3,21	3,70	4,20	4,67
1400	0,61	0,77	0,92	1,07	1,36	1,63	1,92	2,21	2,50	2,77	3,06	3,61	4,15	4,68	5,20
1600	0,68	0,85	1,02	1,18	1,51	1,82	2,14	2,45	2,76	3,07	3,38	3,98	4,57	5,13	5,68
1800	0,74	0,93	1,12	1,30	1,64	1,99	2,33	2,68	3,01	3,35	3,68	4,32	4,95	5,54	6,12
2000	0,79	1,01	1,22	1,40	1,78	2,16	2,53	2,90	3,25	3,61	3,97	4,65	5,30	5,92	6,51
2400	0,91	1,16	1,39	1,61	2,05	2,47	2,89	3,30	3,70	4,11	4,49	5,22	5,92	6,57	7,15
3200	1,12	1,44	1,71	1,99	2,52	3,02	3,53	4,00	4,47	4,92	5,35	6,14	6,84	7,44	7,95
3600	1,21	1,55	1,86	2,16	2,73	3,28	3,81	4,31	4,80	5,26	5,69	6,47	7,15	7,69	8,12
4000	1,30	1,67	2,00	2,32	2,92	3,51	4,06	4,59	5,08	5,55	5,98	6,75	7,37	7,83	8,14
5000	1,50	1,93	2,31	2,68	3,36	4,00	4,60	5,15	5,65	6,10	6,50	7,13	7,53	7,68	7,58
6000	1,67	2,16	2,59	2,99	3,73	4,39	5,00	5,54	6,01	6,41	6,73	7,12	7,16	6,85	6,19
7000	1,82	2,36	2,82	3,24	4,03	4,70	5,30	5,80	6,20	6,49	6,68	6,73	6,30	5,39	
8000	1,94	2,52	3,01	3,46	4,26	4,93	5,47	5,90	6,20	6,36	6,38	5,98			
10000	2,15	2,79	3,32	3,78	4,57	5,14	5,54	5,73	5,72	5,50	5,05				
12000	2,30	2,98	3,52	3,97	4,66	5,08	5,22	5,07	4,62	3,88					
14000	2,39	3,09	3,62	4,04	4,58	4,75	4,55	3,96	2,97						

Mediante multiplicación con los factores de corrección del ancho, se obtienen otros valores de potencia para otros anchos de correa.

Factor de corrección del ancho

Perfil y ejecución 5M

Ancho de correa [mm]	6	Estándar 9	12	Estándar 15	20	Estándar 25	30
Factor	0,61	1,00	1,44	1,87	2,63	3,40	4,15

Poleas dentadas

Correas dentadas im optibelt *OMEGA* perfil

perfil 5M

optibelt
PowerTransmission

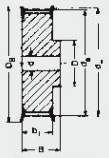
Número de dientes	Diámetro efectivo [mm]	Diámetro exterior [mm]	Número de dientes	Diámetro efectivo [mm]	Diámetro exterior [mm]	Número de dientes	Diámetro efectivo [mm]	Diámetro exterior [mm]	Número de dientes	Diámetro efectivo [mm]	Diámetro exterior [mm]
12	19,10	17,96	**52**	82,76	81,62	**92**	146,42	145,28	**132**	210,08	208,94
13	20,69	19,55	**53**	84,35	83,21	**93**	148,01	146,87	**133**	211,68	210,54
14	22,28	21,14	**54**	85,94	84,80	**94**	149,61	148,47	**134**	213,27	212,13
15	23,87	22,73	**55**	87,54	86,40	**95**	151,20	150,06	**135**	214,86	213,72
16	25,46	24,32	**56**	89,13	87,98	**96**	152,79	151,65	**136**	216,45	215,31
17	27,06	25,92	**57**	90,72	89,58	**97**	154,38	153,24	**137**	218,04	216,90
18	28,65	27,51	**58**	92,31	91,17	**98**	155,97	154,83	**138**	219,63	218,49
19	30,24	29,10	**59**	93,90	92,76	**99**	157,56	156,42	**139**	221,23	220,09
20	31,83	30,69	**60**	95,49	94,35	**100**	159,15	158,01	**140**	222,82	221,68
21	33,42	32,28	**61**	97,08	95,94	**101**	160,75	159,61	**141**	224,41	223,27
22	35,01	33,87	**62**	98,68	97,54	**102**	162,34	161,20	**142**	226,00	224,86
23	36,61	35,47	**63**	100,27	99,13	**103**	163,93	162,79	**143**	227,59	226,45
24	38,20	37,05	**64**	101,86	100,72	**104**	165,52	164,38	**144**	229,18	228,04
25	39,79	38,65	**65**	103,45	102,31	**105**	167,11	165,97	**145**	230,77	229,63
26	41,38	40,24	**66**	105,04	103,90	**106**	168,70	167,56	**146**	232,37	231,23
27	42,97	41,83	**67**	106,63	105,49	**107**	170,30	169,16	**147**	233,96	232,82
28	44,56	43,42	**68**	108,23	107,09	**108**	171,89	170,75	**148**	235,55	234,41
29	46,15	45,01	**69**	109,82	108,68	**109**	173,48	172,34	**149**	237,14	236,00
30	47,75	46,60	**70**	111,41	110,27	**110**	175,07	173,93	**150**	238,73	237,59
31	49,34	48,20	**71**	113,00	111,86	**111**	176,66	175,52			
32	50,93	49,79	**72**	114,59	113,45	**112**	178,25	177,11			
33	52,52	51,38	**73**	116,18	115,04	**113**	179,85	178,71			
34	54,11	52,97	**74**	117,77	116,63	**114**	181,44	180,30			
35	55,70	54,56	**75**	119,37	118,23	**115**	183,03	181,89			
36	57,30	56,16	**76**	120,96	119,82	**116**	184,62	183,48			
37	58,89	57,75	**77**	122,55	121,41	**117**	186,21	185,07			
38	60,48	59,34	**78**	124,14	123,00	**118**	187,80	186,66			
39	62,07	60,93	**79**	125,73	124,59	**119**	189,39	188,25			
40	63,66	62,52	**80**	127,32	126,18	**120**	190,99	189,85			
41	65,25	64,11	**81**	128,92	127,78	**121**	192,58	191,44			
42	66,85	65,71	**82**	130,51	129,37	**122**	194,17	193,03			
43	68,44	67,30	**83**	132,10	130,96	**123**	195,76	194,62			
44	70,03	68,89	**84**	133,69	132,55	**124**	197,35	196,21			
45	71,62	70,48	**85**	135,28	134,14	**125**	198,94	197,80			
46	73,21	72,07	**86**	136,87	135,73	**126**	200,54	199,40			
47	74,80	73,66	**87**	138,46	137,32	**127**	202,13	200,99			
48	76,39	75,25	**88**	140,06	138,92	**128**	203,72	202,58			
49	77,99	76,85	**89**	141,65	140,51	**129**	205,31	204,17			
50	79,58	78,43	**90**	143,24	142,10	**130**	206,90	205,76			
51	81,17	80,03	**91**	144,83	143,69	**131**	208,49	207,35			

Poleas dentadas

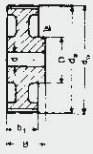
optibelt ZRS HTD® para taladro cilíndrico

perfil 5M

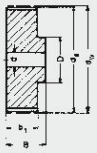
optibelt
PowerTransmission



Versión 6F



Versión 6W



Versión 6

Perfil 5M – paso de 5 mm para ancho de correa de 15 mm

Denominación	Número de dientes	Versión	Material	d_w [mm]	d_a [mm]	D_B [mm]	b_1 [mm]	B [mm]	D [mm]	Taladro previo d [mm]	Taladro acabado d_{max} [mm]	Peso ≈ [kg]
12-5M-15	12	6F	St	19,10	17,96	25	20,5	26	13,0	4	7	0,034
14-5M-15	14	6F	St	22,28	21,14	25	20,5	26	14,0	6	8	0,046
15-5M-15	15	6F	St	23,87	22,73	28	20,5	26	16,0	6	10	0,056
16-5M-15	16	6F	St	25,46	24,32	28	20,5	26	16,5	6	10	0,064
18-5M-15	18	6F	St	28,65	27,51	32	20,5	26	20,0	6	12	0,086
20-5M-15	20	6F	St	31,83	30,69	36	20,5	26	23,0	6	14	0,112
21-5M-15	21	6F	St	33,42	32,28	38	20,5	26	24,0	6	14	0,130
22-5M-15	22	6F	St	35,01	33,87	38	20,5	26	25,5	6	14	0,140
24-5M-15	24	6F	St	38,20	37,06	42	20,5	28	27,0	6	16	0,180
26-5M-15	26	6F	St	41,38	40,24	44	20,5	28	30,0	6	18	0,220
28-5M-15	28	6F	St	44,56	43,42	48	20,5	28	30,5	6	18	0,250
30-5M-15	30	6F	St	47,75	46,61	51	20,5	28	35,0	6	20	0,300
32-5M-15	32	6F	St	50,93	49,79	54	20,5	28	38,0	8	22	0,350
36-5M-15	36	6F	St	57,30	56,16	60	20,5	28	38,0	8	22	0,426
40-5M-15	40	6F	St	63,66	62,52	71	20,5	28	38,0	8	22	0,520
44-5M-15	44	6W	Al	70,03	68,89	–	20,5	30	38,0	8	22	0,225
48-5M-15	48	6W	Al	76,39	75,25	–	20,5	30	38,0	8	25	0,187
60-5M-15	60	6W	Al	95,49	94,35	–	20,5	30	50,0	8	25	0,305
72-5M-15	72	6W	Al	114,59	113,45	–	20,5	30	50,0	8	25	0,375

Perfil 5M – paso de 5 mm para ancho de correa de 25 mm

12-5M-25	12	6F	St	19,10	17,96	25	30	36	13,0	4	7	0,050
14-5M-25	14	6F	St	22,28	21,14	25	30	36	14,0	6	8	0,070
15-5M-25	15	6F	St	23,87	22,73	28	30	36	16,0	6	10	0,080
16-5M-25	16	6F	St	25,46	24,32	28	30	36	16,5	6	10	0,100
18-5M-25	18	6F	St	28,65	27,51	32	30	36	20,0	6	12	0,120
20-5M-25	20	6F	St	31,83	30,69	36	30	36	23,0	6	14	0,160
21-5M-25	21	6F	St	33,42	32,28	38	30	38	24,0	6	14	0,190
22-5M-25	22	6F	St	35,01	33,87	38	30	38	25,5	6	14	0,210
24-5M-25	24	6F	St	38,20	37,06	42	30	38	27,0	6	16	0,250
26-5M-25	26	6F	St	41,38	40,24	44	30	38	30,0	6	18	0,300
28-5M-25	28	6F	St	44,56	43,42	48	30	38	30,5	6	18	0,350
30-5M-25	30	6F	St	47,75	46,61	51	30	38	35,0	6	20	0,420
32-5M-25	32	6F	St	50,93	49,79	54	30	38	38,0	8	22	0,480
36-5M-25	36	6F	St	57,30	56,16	60	30	38	38,0	8	22	0,590
40-5M-25	40	6F	St	63,66	62,52	71	30	38	38,0	8	22	0,740
44-5M-25	44	6W	Al	70,03	68,89	–	30	40	38,0	8	22	0,320
48-5M-25	48	6W	Al	76,39	75,25	–	30	40	38,0	8	25	0,275
60-5M-25	60	6W	Al	95,49	94,35	–	30	40	50,0	8	25	0,435
72-5M-25	72	6W	Al	114,59	113,45	–	30	40	50,0	8	25	0,525

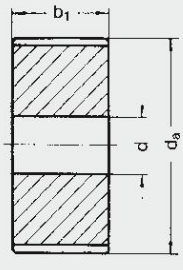
Al = aluminio St = acero

Reservado el derecho a modificaciones técnicas de fabricación.

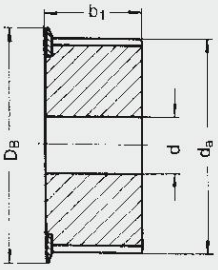
Poleas dentadas

Versiones especiales recomendadas

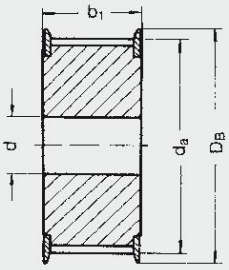
optibelt
PowerTransmission



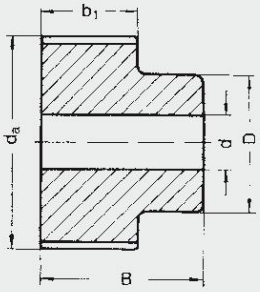
Versión OB



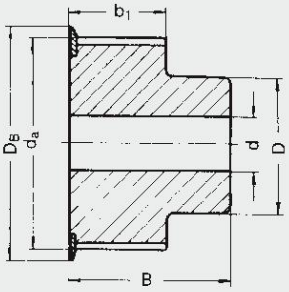
Versión EB



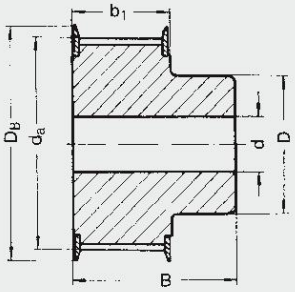
Versión ZB



Versión OBN



Versión EBN



Versión ZBN

Materiales

Acero, fundición gris, aluminio;
otros materiales bajo demanda
¡Para una velocidad > 30 m/s no utilizar ninguna polea de fundición!

Taladros

Todas las poleas dentadas tienen taladro previo. Bajo demanda pueden ser dotadas de taladro acabado según DIN H7.

Explicación de las abreviaturas

OB = sin valona
EB = una valona
ZB = dos valonas
OBN = sin valona con buje
EBN = una valona con buje
ZBN = dos valonas con buje

ANEXO K: FIBRA DE VIDRIO DE LA MARCA KOSTEC

Presentación

Material	Presentación	Espesor*	Diámetro*	Longitud	
				cm	pies
Aislamiento para Tubería	Corte Longitudinal Abisagrado	De 1" a 4"	De 3/8" a 24"	100	3.28

* Los materiales aislantes de tuberías FIBERGLAS están fabricados con dimensiones nominales de acuerdo con la norma ASTM C585 para diámetros interiores y exteriores de Aislamiento Térmico Rígido para dimensiones nominales de ductos y tuberías.

Propiedades físicas

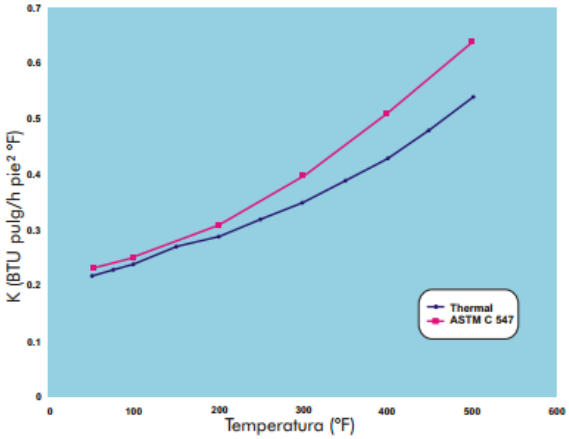
Propiedades Físicas	Método de Prueba	Valor
Límites de temperatura de uso	ASTM C 411	0°F a 850°F (-18°C a 454°C)*
Límites de temperatura de la barrera de vapor	ASTM C 1136	-20°F a 160°F (-29°C a 66°C)
Permeancia del ASJ barrera de vapor	ASTM E 96, Proc. A	0.02 perm.
Resistencia a la perforación	ASTM D 781	50 unidades
Características de combustión superficial	UL 723 o CAN/ULC-S102-M	Propagación de las llamas 25** Desprendimiento de humo 50**

*Limitado a aplicaciones de una sola capa por encima de 650°F (343°C), pero no más de 6 pulg. (15.24 cm) de espesor.

**Se ha determinado que las características de combustión superficial de estos productos están de acuerdo con lo dispuesto en UL 723 o CAN/ULC-S102-M. Se deben usar estas normas para medir y describir las propiedades de los materiales, productos o ensamblados en respuesta al calor y las llamas en condiciones controladas dentro de un laboratorio, pero no deben utilizarse para describir ni evaluar los peligros o riesgos de incendio de los materiales, productos o ensamblados en condiciones reales de incendio. Sin embargo, los resultados de esta prueba pueden usarse como elementos de una evaluación de riesgos de incendio que tenga en cuenta todos los factores que correspondan a una evaluación de peligro de incendio de un determinado uso en particular. Los valores que se indican están redondeados al quíntuple que corresponda por proximidad.

Gráfica de Conductividad Térmica

Gráfica de Conductividad Térmica (Aislamiento para Tubería vs. ASTM C 547)



Temp. Media ▲ °F	k BTU pulg/h pie² °F	Temp. Media ▲ °C	W/m°C
50	0.22	10	0.032
75	0.23	25	0.034
100	0.24	50	0.037
150	0.27	100	0.043
200	0.29	125	0.047
250	0.32	150	0.051
300	0.35	175	0.056
350	0.39	200	0.062
400	0.43	225	0.068
450	0.48	250	0.075
500	0.54	275	0.082

▲ Temperatura promedio de la temperatura de operación y la temperatura superficie.

FACTOR DE CONVERSIÓN: BTU pulg/h ft2 °F = 0.146 W/°C m

Conductividad térmica aparente obtenida de acuerdo con la Práctica C 1045 de ASTM, obteniéndose por el Método de Prueba C 177 de ASTM.

Los valores son nominales y están sujetos a las tolerancias normales de ensayo y fabricación.

KOSTEC
AISLAMIENTOS TÉRMICOS Y ACÚSTICOS

ANEXO L: PROFORMAS Y COTIZACIONES

En este anexo se muestran las proformas y cotizaciones para la adquisición de los distintos componentes mecánicos del sistema diseñado. También se presenta el costo de corte por plasma y fabricación por impresión 3D.

L.1 Cotización de la adquisición de los componentes mecánicos

POLIMETALES S.A.C.
ACEROS INOXIDABLES
Av. Argentina #2787 Lima / C/. del Pacífico 161-Independencia

Fecha : 28/06/2017
12:00:00 a.m.

Cotización Nro. 245035

SEÑORES : TRANS DPS S.A.C.
DIRECCION: Calle CALLE GENERICA , s/d
ATENCION : GENERICO
TELEFONO :

Estimados Señores :
En atenciòn a su solicitud, nos es grato cotizarles los siguientes materiales :

ITEM	CODIGO	CANT.	U.M.	DESCRIPCION	PR.UNIT US$	TOTAL US$
1	116052m	4.200	MTS	BARRA HEXAGONAL ACERO INOX. A-276 C-304 L 35.0mm	32.53	136.62
2	116052m	24.410	MTS	BARRA HEXAGONAL ACERO INOX. A-276 C-304 L 35.0mm	32.53	794.05
3	3597-R	1.000	PZA	PLANCHA ACERO INOX. A-240 C-304 L 5.0MM X 1500 X 3000 2B.	473.93	473.93
4	6023	1.000	PZA	PLANCHA ACERO INOX. A-240 C-304 L 5.0MM X 4´ X 8´ N1	334.09	334.09
5	5855	1.000	PZA	PLANCHA ACERO INOX. A-240 C-304 1.0MM X 4´ X 8´ 2B	68.77	68.77

CONDICIONES DE VENTA

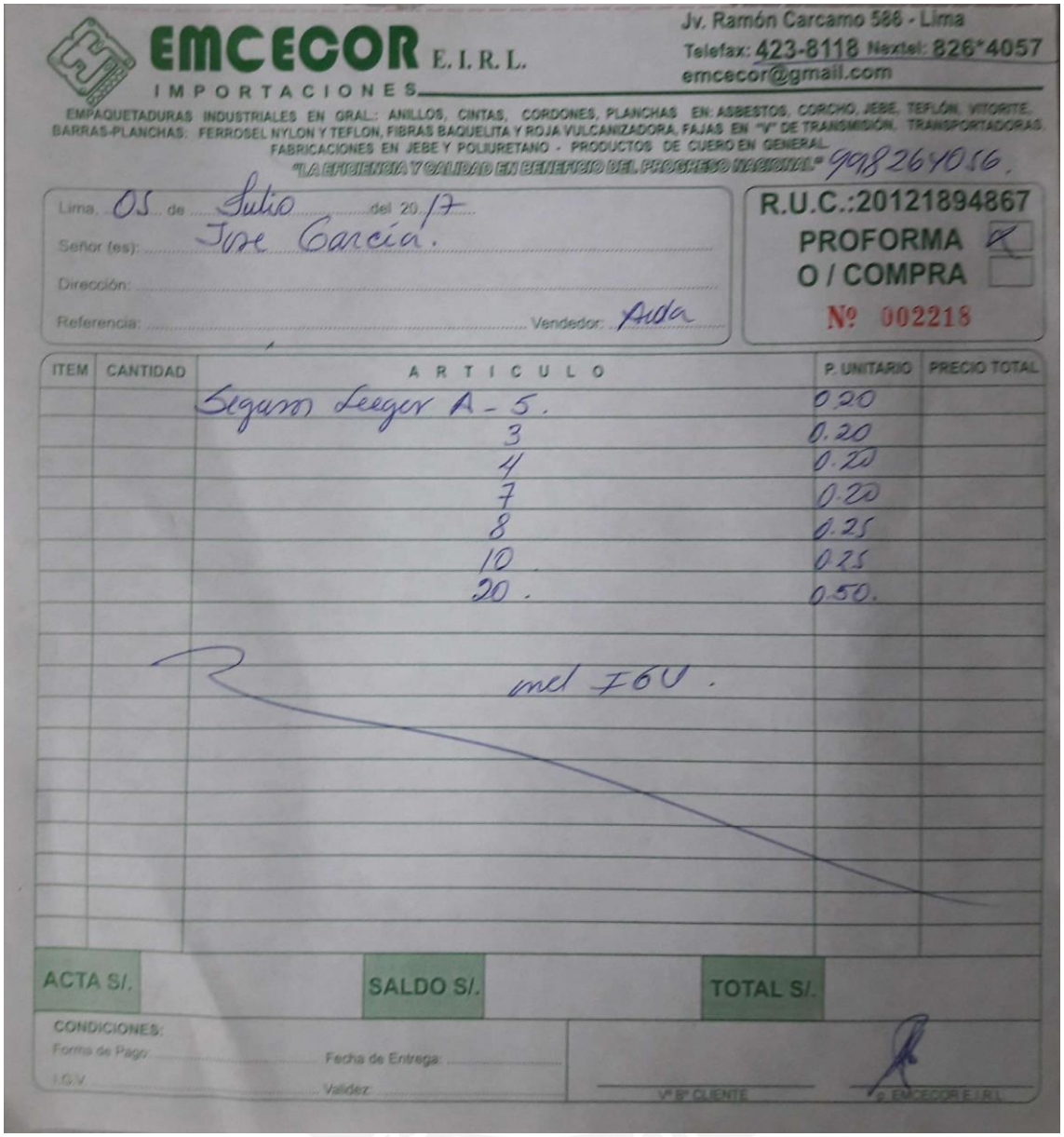
* Forma de Pago : Contado
* Confirmar su pedido con orden de compra
* Esta cotizacion deja sin efecto todas las anteriores
* Cta. Cte. Bco. Crédito S/. 191-0682485-0-86
* Cta. Cte. Bco. Crédito $ 191-0791983-1-36
* Las dimensiones y tolerancias de nuestros materiales se rigen por las normas ASTM

SUB TOTAL		1,807.46
IMPUESTO		325.34
TOTAL		2,132.80
PERCEPCION	0.0 %	.00
TOTAL A PAGAR	US$	2,132.80

Sin otro particular, y a la espera de una pronta respuesta nos despedimos de ustedes.

Atentamente,

BAZALAR VELASCO, GUILLERMO ELIAS
Ejecutivo (a) de Ventas



EMCECOR E.I.R.L.
IMPORTACIONES

Jv. Ramón Carcamo 586 - Lima
Telefax: 423-8118 Nextel: 826*4057
emcecor@gmail.com

EMPAQUETADURAS INDUSTRIALES EN GRAL.: ANILLOS, CINTAS, CORDONES, PLANCHAS EN: ASBESTOS, CORCHO, JEBE, TEFLÓN, VITORITE, BARRAS-PLANCHAS: FERROSEL NYLON Y TEFLON, FIBRAS BAQUELITA Y ROJA VULCANIZADORA, FAJAS EN "V" DE TRANSMISIÓN, TRANSPORTADORAS. FABRICACIONES EN JEBE Y POLIURETANO - PRODUCTOS DE CUERO EN GENERAL.
"LA EFICIENCIA Y CALIDAD EN BENEFICIO DEL PROGRESO NACIONAL" 998264056.

Lima, 05 de Julio del 20 17
Señor (es): Jose García.
Dirección:
Referencia: Vendedor: Aida

R.U.C.:20121894867
PROFORMA X
O / COMPRA
Nº 002218

ITEM	CANTIDAD	ARTICULO	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL
		Seguro Leeger A-5.	0.20	
		3	0.20	
		4	0.20	
		7	0.20	
		8	0.25	
		10	0.25	
		20.	0.50.	
		incl IGV.		

ACTA S/. SALDO S/. TOTAL S/.

CONDICIONES:
Forma de Pago: Fecha de Entrega:
I.G.V. Validez:

V° B° CLIENTE
V° B° EMCECOR E.I.R.L.

L.2 Cotización de los motores de la trituradora y la extrusora

Transtecno USA LLC

5440 S.W. 156th Place, Miami, FL 33185 - USA
Telephone: (305) 220-4423 - Fax: (305) 220-5945
EMails:Manny.Garcia@transtecno.com,usaoffice@transtecno.com
Tax ID: 38-3953597

QUOTATION

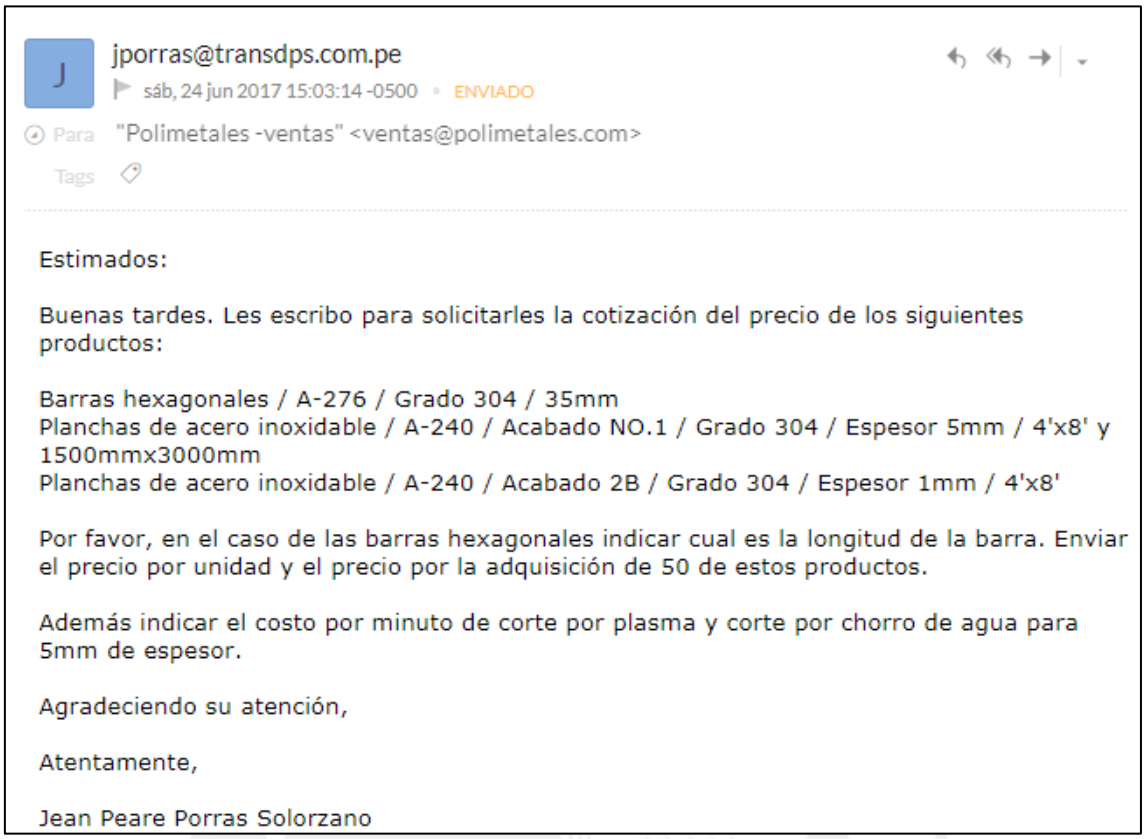
Date	Quote #
6/21/2017	121

Customer	Ship To
PUCP Jean Peare Porras Solorzano PERU	PUCP Jean Peare Porras Solorzano Peru

Incoterms	Payment Terms	Delivery
DDP LIMA	Credit Card	10 DAYS

Description	Qty	Unit Price	Total
Transtecno Model ECMG 250/002 H 55.10 D16 240	1	910.00	910.00
Transtecno Model ECMG 180/002 H 55.10 D16 240	1	850.00	850.00
Precio puesto en Lima, Peru. Para mantener estos precios y hacer envio hasta Peru, el pedido minimo debe ser por 2 unidades.			
	TOTAL		$1,760.00

L.3 Cotización del corte por plasma



J jporras@transdps.com.pe

sáb, 24 jun 2017 15:03:14 -0500 • ENVIADO

Para "Polimetales -ventas" <ventas@polimetales.com>

Tags

Estimados:

Buenas tardes. Les escribo para solicitarles la cotización del precio de los siguientes productos:

Barras hexagonales / A-276 / Grado 304 / 35mm
Planchas de acero inoxidable / A-240 / Acabado NO.1 / Grado 304 / Espesor 5mm / 4'x8' y 1500mmx3000mm
Planchas de acero inoxidable / A-240 / Acabado 2B / Grado 304 / Espesor 1mm / 4'x8'

Por favor, en el caso de las barras hexagonales indicar cual es la longitud de la barra. Enviar el precio por unidad y el precio por la adquisición de 50 de estos productos.

Además indicar el costo por minuto de corte por plasma y corte por chorro de agua para 5mm de espesor.

Agradeciendo su atención,

Atentamente,

Jean Peare Porras Solorzano

GB Guillermo Bazalar Velasco

MIÉ JUN 28 • BANDEJA DE ENTRADA

jporras@transdps.com.pe

Estimado Jean Peare

Por intermedio de la presente te envio mis saludos a la vez la cotizacion solicitada
el costo del corte con palsama es por metro lineal us.$ 4.50 el metro mas el I.G.V.

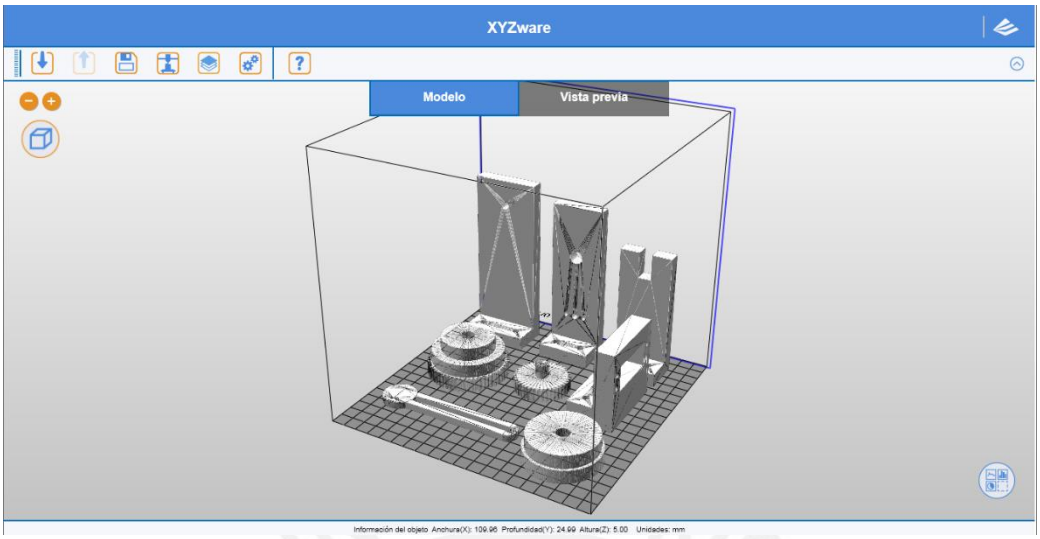
precios unitarios

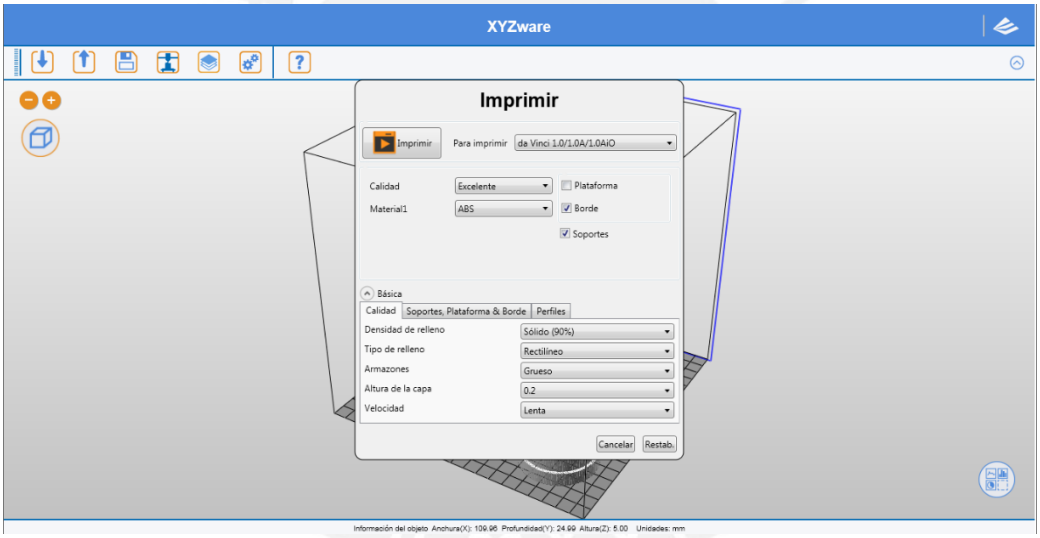
Slds

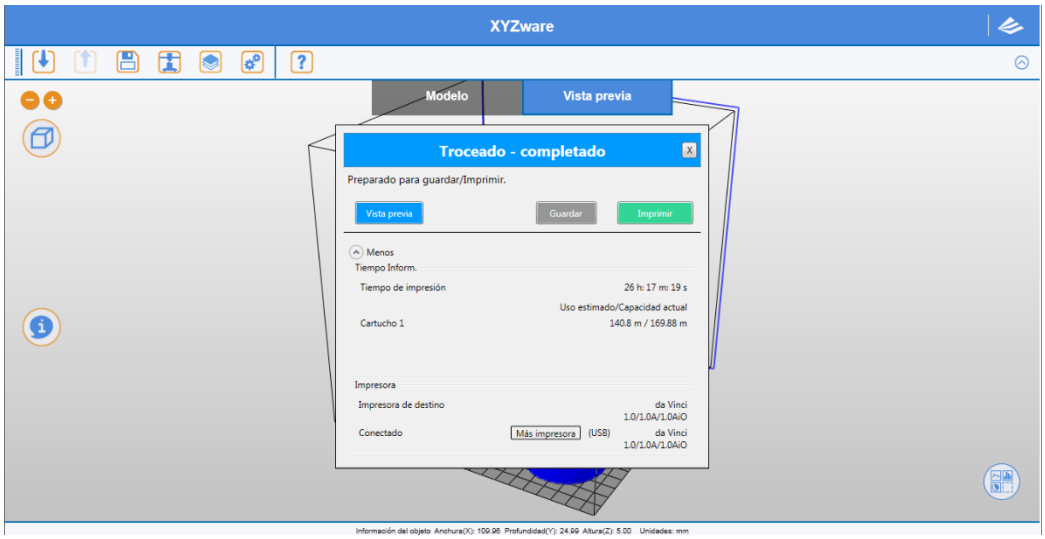
POLIMETALES

Guillermo Bazalar Velasco
Ventas Corporativas
gbazalar@polimetales.com
Central: (511) 619-3600 Anexo 7722
RPM: #995899626
Entel: 998143945
Av. Argentina N° 2787 – Lima 1
www.polimetales.com

L.4 Parámetros del costo por impresión 3D







ANEXO M: PLANOS DEL SISTEMA