UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previa a la obtención del título de: INGENIERO MECÁNICO

TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENCHAPADORA DE CANTO PARA MELAMINA

AUTORES:

EDISON JONATAN MOROCHO CUASCOTA

JORGE LUIS TASINTUÑA PULUPA

TUTOR:

ALFONSO XAVIER BOADA ZURITA

Quito, Agosto de 2016

Cesión de derechos de autor

Nosotros Jonatan Edison Morocho Cuascota y Jorge Luis Tasintuña Pulupa, con cédula de identidad N° 100388886-2 y 172025958-7, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENCHAPADORA DE CANTO PARA MELAMINIA", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Edison Jonatan Morocho Cuascota	Jorge Luis Tasintuña Pulupa
C.I. 1003888862	C.I. 1720259587

Quito, Agosto de 2016

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENCHAPADORA DE CANTO PARA MELAMINA", realizado por Jonatan Edison Morocho Cuascota y Jorge Luis Tasintuña Pulupa, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Agosto de 2016

Alfonso Xavier Boada Zurita

CI: 1704388303

Agradecemos…….

A la Universidad Politécnica Salesiana, que nos impartió todos los conocimientos científicos, también por su incesante objetivo de formar buenos cristianos y honrados ciudadanos, en valores y principios para desarrollar nuestra profesión con ética.

A los docentes, quienes durante estos años de estudio, han compartido y aportado en nuestro proceso de formación integral y profesional.

A mi maestro. Ing. Alfonso Boada por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y con ello la elaboración de esta tesis, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

Jonatan y Jorge

Dedico:

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy, fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo deestudio.

Mi madre Beatriz, por darme la vida, creer en mí y haberme apoyado en todo momento, sus consejos, sus valores, la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Amado, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

A mis amigos quienes nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Gracias por su apoyo.

Jonatan Morocho C.

Dedico……

Primero a Dios por ser quien guía mi camino día a día en esta lucha constante por llegar a mi meta.

A mi madre Lourdes y mi abuela Rosita quien con su apoyo incondicional, me enseño que con esfuerzo y sacrificio se puede conseguir lo que uno se propone;espero de corazón se sientan orgullosas de mí.

A mi esposa Mary Rous, quien me brinda su amor, cuidado y recorre conmigo cada paso que doy.

A mis tíos que siempre están conmigo Yolanda y Juan, por brindarme su apoyo incondicional durante mi vida.

A mis tíos que están en el exterior, quienes con su amor y apoyo, siempre me sacaron una sonrisa en las situaciones más difíciles

A todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron para poder culminar el presente trabajo de grado.

Jorge Tasintuña.

Índice

Índice de figuras

Índice de tablas

Índice de ecuaciones

Índice de anexos

Glosario de términos

Bastidor: estructura o armazón que sostiene y alberga cierto mecanismo.

Caldero: es un recipiente de diferentes formas en el cual se calienta un líquido o sustancia.

Embadurna: se extiende una sustancia espesa o pegajosa sobre una superficie o cubrirle con ella.

Enchapado: es un método de adherir una superficie de madera con el tapacanto mediante una capa fina de pegamento.

Eslabón: pieza en forma de anillo que está enlazada con otras y así forman una cadena.

Melamina: es un material plástico, duro y resiste al calor que se emplea en el revestimiento de tableros para muebles.

Nylon: es un termoplástico que tiene una excelente rigidez estructural, resistencia al desgaste y también absorbe el ruido producido por fricción entre partes metálicas.

Tapacanto: están elaborados a partir de Policlorato de Vinilo, se caracteriza por ser un material denso y con gran estabilidad, presenta una gran resistencia a la abrasión, luz ultravioleta y el impacto.

Termocupla: son sensores que permiten el control de temperatura, mediante un termo par envía la señal permitiendo el control deseado.

Vulcanizado: es mezclar el caucho natural con azufre para formar un material elástico y resistente a los cambios de temperatura.

Resumen

Actualmente la industria enfocada en la producción y elaboración de muebles de oficina se ha visto en la necesidad de adquirir maquinaria como apoyo para facilitar su trabajo y de esta manera agilitar la fabricación, ya que resulta muy demorosa y poco competitiva si el proceso se lo hace de manera manual y el acabado es totalmente diferente y poco llamativo.

Anteriormente el proceso de pegado de melanina en cada una de las piezas se lo realizaba manualmente. Esto retardaba el trabajo y el acabado no era uniforme ya que en varias partes quedaban grumos de pegamento, o como eran presionados con martillo se podía divisar las fallas.

La utilización de la melanina para la fabricación y diseño de muebles de oficina es de vital importancia ya que de esta manera podemos ocultar a vista del cliente el color de la madera natural brindando un modelo excepcional acorde al gusto y agrado de nuestro potencial cliente satisfaciendo su necesidad de adquirir un producto de calidad.

El presente proyecto contiene el desarrollo de una máquina para cantos de melamínico curvilínea el cual permitirá la colocación de melamína no solo a madera recta sino curva, lo cual facilita el trabajo realizado reduciendo costos, tiempo y materiales ya que es colocada de manera uniforme y con la medida exacta.

Es por esto se decidió diseñar y construir una máquina acorde a la necesidad del mercado ya que la mayoría de maquinaría para este tipo de trabajo tienen un alto costo por ser importadas.

Con la máquina se incrementara un 30% la producción actual lo cual permitirá que las empresas dedicadas a este tipo de trabajo disminuyan costos de producción y tiempo.

Abstract

Currently, the industry focused on the production and processing of office furniture has seen the need to acquire equipment as support to facilitate their work and thus expedite the manufacturing, because it is very delay and uncompetitive if the process is done manually and finish is totally different and inconspicuous.

Previously gluing process of melanin in each of the pieces performed it manually this slowed the work of workers and the finish does not it was uniform since in several parts were lumps of paste or were pressured to hammer could see the flaws and that not everything was right.

The use of melanin in the manufacture is vital because in this way we can hide from view of the customer the color of natural wood providing an exceptional model according to the taste and liking of our potential customer satisfying their need to acquire a quality product.

This project contains the development of a machine for edges of curvilinear melamine which will allow the placement of melanin not only straight wood but also curved making it easier for the person doing this work, reducing costs, time and materials because it is placed evenly and accurate measurement.

That is why we chose to design and build a machine according to the market need as most of machinery for this type of work are costly to be imported, have seen the need to build ours and reduce costs in the operation.

The machine will increase to 30% of current production, which will allow companies engaged in this type of work and reduce time production costs.

Introducción

El proyecto está enfocado al desarrollo de una pequeña y mediana empresa, ya que tiene como objetivo optimizar su producción, debido a las demandas que se generan en el mercado. Con el propósito de beneficiar tanto al consumidor como a los industrializados y así poder utilizar recursos tecnológicos que permitan ahorrar costos y tiempos de producción, se presenta la funcionalidad de las enchapadoras de canto.

La enchapadora de canto es una máquina versátil en el proceso de pegado de tapacanto para melamína. La rapidez con la que efectúa el proceso la convierte en una herramienta muy confiable, sustituyendo métodos convencionales y dando paso a la innovación tecnológica que es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de una empresa.

Es así que se presenta una máquina capaz de realizar el proceso de pegado, abordando nuevos temas de estudio y encontrando solución a los problemas que se presentasen en la construcción, haciendo posible la competitividad del producto frente a otras de origen extranjero.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar y construir una enchapadora de cantos para melamína.

Objetivos Específicos

- Analizar y definir los materiales adecuados que se van a adquirir en la construcción de la máquina.
- Diseñar un sistema de calentamiento del pegamento.
- Diseñar un circuito de control el cual permita el funcionamiento de la máquina.
- Diseñar un circuito neumático, que permita el avance y el cortado del melamínico.
- Diseñar un sistema que permita extraer el pegamento, del depósito al dosificador y así permitir el enchapado.

Capítulo I

Marco teórico

1. Antecedentes

Desde los inicios de la revolución industrial, ocurrieron enormes cambios en la producción de todo bien, ya que todos los procesos se realizaban de forma artesanal y manualmente. Pero con el tiempo fueron cambiando y siendo reemplazados por máquinas convencionales, que facilitarían la producción y elaboración de un producto en un menor tiempo y con menos esfuerzo humano.

La creación de diversas máquinas ha sido de gran utilidad para la industria, en la actualidad todos los procesos de producción tienen un grado de automatización y eso resulta conveniente para las empresas, porque representa menor tiempo de producción y más disponibilidad de trabajo de la máquina.

En vista de la aparición de nuevas tecnologías, surge la idea de diseñar y construir una máquina enchapadora de cantos para melamína, que se utilizará en una pequeña o mediana empresa dedicada a la fabricación de muebles de madera incrementando su capacidad de producción.

1.1. Proceso de pegado de cantos

De entre los procesos de pegado de canto que se han venido dando en las últimas décadas, la mejor opción es la de fusión en caliente conocida como Hot Melt, ya que es un proceso muy eficaz en donde un operador capacitado es capaz de solucionar los problemas que se presenten durante todo el proceso.

Este proceso consiste en fundir el pegamento en calderos eléctricos y mediante un sistema mecánico expulsar el adhesivo fundido al exterior listo para rociar las partes a pegar. Una de las características es que al contacto con el medio ambiente se solidifica casi al instante pegando las partes que estén en contacto.

1.1.1. Tapacantos

Uno de los principales elementos en el acabado de muebles de madera son los tapacantos. Básicamente son tiras de pvc que cubren los bordes de los tableros para darles protección y un acabado impecable.

Los tapacantos son termoplásticos, que están elaborados a partir de Policlorato de Vinilo. Se caracteriza por ser un material denso y con gran estabilidad dimensional ya que presenta una gran resistencia a la abrasión, luz ultravioleta, agentes químicos y el impacto.

Presentan una gran maquinabilidad a procesos de corte y fresado. Dado que el PVC es un material poco poroso, la superficie del lado interior es cubierta con un sustrato químico que le permite adherirse a los adhesivos termofundibles y posteriormente al borde durante el chapeado.

El tapacanto es una pieza clave en la vida útil de un mueble ya que garantiza que la humedad no ingrese a su interior deformando el material, permitiendo así que su vida útil sea más larga.

1.1.2. Pegamento granulado

Es pegamento de fusión en caliente. No contiene ninguna clase de solvente simplemente debe someterse a temperaturas de entre 110°C y 220 °C, dependiendo del fabricante.

1.1.3. Tiempo de secado

Es el tiempo que transcurre desde la aplicación del pegante hasta la puesta en contacto de las piezas a unir, y está influenciado por varias características como la temperatura de aplicación, cantidad de adhesivo y velocidad de la línea de producción, oscila entre 6 y 10 segundos.

1.1.4. Vida útil

El pegamento termofundible para enchapado tiene una permanencia de tres años después de la aplicación en las piezas.

1.2.Tipo de enchapadoras

1.2.1. Máquinas semiautomáticas para superficies rectas y curvas

Máquina manual para superficies rectas y curvas.

Figura 1 Enchapadora automática de canto recto

Fuente: (sz-wholesaler, 2014)

Son máquinas de bajas velocidades de avance. Un solo operario se encarga de todo el proceso de pegado, pero corre riesgo de quemaduras ya que está expuesto directamente a la parte motriz del dispositivo, en el cual se encuentra la parte del avance de la pieza respecto a máquina.

Esta máquina requiere adhesivos de menor viscosidad cuyo punto de fusión oscila entre 150 y 200°C.

1.2.2. Máquinas automáticas para superficies rectas

Máquina automática para superficies rectas

Figura 2 Enchapadora automática de canto recto
Fuente: (conwaysaw, 2014)

Son máquinas que manejan altas velocidades de avance. El operario no corre riesgo de quemaduras ya que no toma parte en el proceso de pegado. Esta máquina requiere adhesivos de mayor viscosidad cuyo punto de fusión oscila entre 170 y 200°C.

1.3.Sistema eléctrico

1.3.1. Resistencias eléctricas

Son dispositivos que permiten generar calor mediante el choque de electrones. Mediante la ley de Joule se puede determinar la cantidad de calor que es capaz de entregarse a la resistencia. Estas resistencias eléctricas son fabricadas de nicromel tipo 8020 y acero inoxidable.

1.3.2. Resistencia tipo cartucho

Se utilizan en procesos que requieren control de temperatura. Se usan en moldes de inyección, máquinas de empaque y calderos. Ofrecen diferentes rangos de temperatura y diámetros que van desde 6 mm hasta 32mm.

1.3.3. Resistencia tipo parrilla en espiral

Este tipo de resistencia tubular es recomendado para cocinetas. Se fabrica en acero inoxidable 404 y cobre. Tiene elevados rangos de temperatura para diferentes procesos que se utilizan en la industria y su diámetro va desde 150 mm hasta 200mm.

1.3.4. Contactor

Es un interruptor que se puede pilotar a distancia por medio de un electroimán, siendo uno de los aparatos fundamentales que intervienen en los esquemas de mando. El contactor es un aparato de potencia, lo que significa que por sus contactos circula la corriente que alimenta a los receptores (motores, lámparas, resistencias, entre otros.) (Viloria, 1997, pág. 51)

1.3.5. Relé térmico

Es un aparato auxiliar, similar al contactor, utilizado para proteger motores contra sobre-cargas o fallas de alguna fase.

1.3.6. Interruptores

Son dispositivos que permiten cortar el flujo de energía eléctrica. Principalmente son utilizados para encender o apagar equipos eléctricos.

1.3.7. Motor eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica mediante la generación de campos magnéticos en su interior.

1.3.8. Sensores de Temperatura

Son instrumentos utilizados para el control de temperatura que mediante un termo par envía la señal que permite el control deseado. Tienen diferentes rangos de temperatura y dependiendo la aplicación se puede utilizar termocuplas tipo J, K, entre otros.

1.4.Sistema neumático

Se utilizan en varios dispositivos neumáticos con el fin de transformar la energía de los gases en energía mecánica la cual se aprovechará en el diseño de la máquina.

1.4.1. Cilindro doble efecto

El trabajo se desarrolla en las dos carreras de salida y retroceso, ya que la presión del aire se aplica alternativamente a los lados opuestos del émbolo.

Una característica de estos cilindros es que tiene la misma carga en los dos sentidos (avance – retroceso) y lo que define si es buen actuador es el rozamiento, la vida útil, resistencia a los esfuerzos y su facilidad de instalación.

1.4.2. Electro válvulas

Son dispositivos electromecánicos que están diseñadas para controlar el paso de un fluido. Funciona creando un campo electromagnético muy intenso mediante un solenoide el cual permite que se cierre o se abra trasformado energía eléctrica en mecánica.

1.4.3. Unidad de mantenimiento

Se encarga de controlar la presión, eliminar el vapor de agua que se encuentra en el aire atmosférico, lubricar sistemas neumáticos.

1.4.4. Válvulas de control

Las válvulas de control determinan el paso de aire entre sus vías abriendo cerrando o cambiando sus conexiones internas. Las válvulas se definen en términos de número de vías, número de posiciones, su posición normal (no activada) y método de activación. (Thomson, 2003, pág. 242)

1.4.5. Sensor final de carrera

Es un dispositivo eléctrico que permite un control de electroválvulas. Internamente están constituidos por interruptores NA y NC, que envían la señal al solenoide y permite el paso de un caudal de aire a presión para controlar los procesos.

1.5.Sistema de transmisión de potencia

1.5.1. Sistema de transmisión por cadenas

Este tipo de transmisión de potencia trabaja mediante ruedas dentadas que permiten trabajar en condiciones ambientales adversas y con temperaturas elevadas. El movimiento se da entre los dientes del piñón y los eslabones de la cadena. Se utiliza para transmitir fuerza ya que tienen un elevado rendimiento. Cuando las velocidades y ángulo de giro de los ejes de entrada y salida son bajas se utilizan en máquinas herramientas y sistemas transportadores.

1.5.2. Engranajes o ruedas dentadas

Los engranes son ruedas provistas de dientes que posibilitan que dos de ellas se conecten entre sí. Una rueda dentada es un mecanismo de forma circular que transmite el movimiento mediante dientes, que rodean todo su perímetro. Hoy en día existen catálogos de piñones normalizados con lo cual es muy fácil determinar velocidades de giro, fuerza, vida útil, entre otros.

1.5.3. Cadenas

Son elementos que se utilizan en la transmisión de potencia, su fabricación es mediante de una serie de eslabones unidos por pasadores cónicos. Permiten gran flexibilidad y pueden proveerse en grandes longitudes. Existen catálogos normalizados que determinan la fuerza a transmitir, la carga a la tracción, el tipo de lubricación entre otros. (Budines. R, 2006, pág. 914)

El diseño de un sistema para transmitir potencia requiere de atención al diseño y selección de cada uno de los componentes (engranajes, cojinetes, ejes, entre otros).

1.6.Sistema de transmisión por correas

Es un sistema de transmisión de movimiento que permite velocidades de giro muy altas con funcionamiento silencio. Se utilizan poleas de diferentes tamaños y mediante una correa se pudo transmitir fuerza y velocidades angulares entre árboles paralelos que están a una cierta distancia. Tienen un alto rozamiento por lo que su vida útil es muy corta respecto a la transmisión por cadena.

1.6.1. Polea

La polea es una rueda con un agujero en su centro, que se acopla a un eje donde se produce el movimiento. En un sistema de transmisión por polea son necesarias dos de ellas. Una, conductora que ésta acoplada al eje del motor permitiendo el movimiento, y otra conducida es de arrastre accediendo a vencer la resistencia que existe entre ellas.

1.6.2. Correas

La correa es un elemento fundamental en trasmisión de movimientos. Está sometida a grandes esfuerzos por lo que es fabricada en caucho resistente al desgaste. Existen varios tipos de correas: trapeciales, planas, dentadas, etc, y también se las puede encontrar en catálogo.

1.6.3. Ejes

Por lo general la sección transversal circular, que se emplea para transmitir potencia o movimiento, constituye el eje de rotación de elementos como engranes, poleas, volantes y miembros similares. Además controla la geometría de su movimiento. (Budines. R, 2006, pág. 348)

1.7.Perfiles estructurales

Es el conjunto de elementos dispuestos de tal forma que permiten soportar o transportar carga sin derrumbarse.

Los perfiles de acero son elementos cuyo espesor puede variar entre 0.4 mm y 6.4 mm, ya que pueden ser de diversas formas y diseños. Se emplea en la industria mecánica, industria automotriz, contenedores, drenajes y también en el sector de la construcción.

Capítulo II

2. Alternativas de diseño

2.1.Análisis de alternativas de diseño

Con base en los problemas presentados en la Microempresa auspiciante, el enchapado de cantos presenta dos alternativas de diseño, que incrementarán la productividad y mejorarán el acabado de las melamínas.

Se plantean dos alternativas:

- Enchapadora automática de canto recto
- Enchapadora manual de canto recto y curvo

2.1.1. Alternativa 1

Enchapadora automática de canto recto

Figura 3 Enchapadora automática de canto recto esta enchapadora es automática
Fuente: (Punta, 2013)

Este tipo de máquina maneja velocidades de avance muy altas en comparación a la manual, por lo que requiere pegamentos de mayor temperatura de fusión. Se utiliza en grandes industrias en donde se tiene niveles muy considerables de producción de muebles en madera.

Este tipo de máquina realiza varios procesos al mismo tiempo: arrastra el material a su interior mediante rodillos que a su vez sujetan la pieza, pega el borde de la madera con el tapacanto, refila los cantos para evitar filos cortantes, y corta el pvc de manera exacta en la periferia de la pieza.

Ventajas

- Procesos de pegado rápido
- La pieza ésta lista para su ensamblaje
- No genera desperdicios de pvc

Desventajas

- La máquina es muy voluminosa y costosa
- Costos de mantenimiento elevados
- Requiere de personal capacitado para su operación
- No hay repuestos en stock

2.2.2. Alternativa 2

Enchapadora manual de canto recto y curvo

Figura 4 Enchapadora manual de canto recto y curvo
Fuente: (Madecentro, 2014)

Este tipo de enchapadora opera a velocidades de avance bajas. Utiliza un adhesivo menos viscoso para mantener humectado el rodillo, realiza menos procesos que la automática y cumple la función principal que es pegar el tapacanto en su borde.

Este tipo de máquina requiere de un operario que realice el proceso de pegado de la melamína a la madera, ya que él debe sujetar la pieza y empujarla a través de los rodillos. Consta también de un sistema que corta el tapacanto al terminar el recorrido de la pieza.

Ventajas

- El costo de la máquina es bajo en comparación a la automática

- Bajos costos de mantenimiento
- Repuestos en stock

Desventajas

- Necesita un operario para realizar el proceso
- La pieza requiere refilado después del pegado
- Riesgo de quemaduras

2.2.Selección de alternativa de diseño

Para seleccionar la alternativa más adecuada de diseño hay que tener en cuenta varios aspectos como: ventajas, desventajas, facilidad de construcción, disponibilidad de repuestos, costos de construcción, maniobrabilidad, grado de automatización, montaje, calidad de pegado, seguridad del operario, entre otros.

En la tabla 1 se analizará las alternativas de diseño, comparándolas y dando solución final a diseñar y construir la máquina.

Calificación del 1-5 para la elección de la mejor alternativa equivalencias.

- 1: Muy difícil, muy costoso
- 2: Difícil, poco costoso
- 3: Regular
- 4: Fácil, económico
- 5: Muy fácil, muy económico

Tabla 1.

Análisis de alternativas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	VALOR PORCENTUAL	ALTERNATIVA 1	TOTAL	ALTERNATIVA 2	TOTAL
Disponibilidad de repuestos	5%	2	0.1	5	0.25
Costos de fabricación	20%	1	0.2	4	0.8
Facilidad de construcción	5%	2	0.1	4	0.2
Maniobrabilidad	5%	2	0.1	4	0.2
Grado de automatización	10%	1	0.1	3	0.3
Calidad de pegado	30%	1	0.3	4	1.2
Montaje del equipo	5%	3	0.15	4	0.2
Disposición del equipo	5%	2	0.1	4	0.2
Mantenimiento	15%	2	0.3	4	0.6
	100%		**1.45**		**3.95**

Nota: Alternativa 1 es factible y alternativa 2 no es viable.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Se concluye que la alternativa 1 con 1.45 no es considerada como factible, ya que no cumple con varios factores requeridos para para el proceso de enchape. De la misma manera se concluye que la alternativa 2 con un 3.95 respectivamente, es ideal ya que cumple con más requerimientos para este proceso de enchapado.

Capítulo III

3. Fuerzas que actúan en los ejes

Se determinará la potencia del motor en base a máquinas de similares características. Se recomienda trabajar a velocidades de 8 a 12 m/min, ya que no requiere motores de gran potencia superiores a 1HP. (Tablemac, 2016)

La potencia seleccionada para fines de cálculo será.

$$\text{Pot} = \frac{1}{2} HP$$

3.1. Cálculo de la fuerza que produce el motor en los ejes

La potencia y la velocidad de avance son datos recomendados por los fabricantes. Para este tipo de máquinas se requiere velocidades de avance bajas ya que no son automáticas por lo que se busca la seguridad del operador. Se utilizará un motoreductor descrito a continuación:

Datos del motoreductor:

$\text{Pot}_{\text{motor}} = \frac{1}{2} HP$ = 360 Watt

Velocidad de giro 1650 rpm

Voltaje: 220v

Reductor de 1:20 velocidad de salida 90 rpm

Se utilizará un variador de velocidad para obtener velocidades de avance adecuadas.

Las velocidades de avance adecuadas son: 8 m/min – 12 m/min

Para fines de cálculo se utilizará la Velocidad promedio $\mathrm{Vp} = 10\ \mathrm{m/min}$

$\mathrm{Vp} = 10\ \mathrm{m/\ min} = 0.167\ \mathrm{m/s}$

Vp = Velocidad promedio m/min

Donde

$$\mathbf{Pot = V * F} \quad \textbf{(1)}$$

F = Fuerza N

Pot = Potencia W

V= Velocidad m/s

$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{Pot}}{\mathrm{Vp}}$$

$$\mathrm{F} = \frac{360\ \mathrm{watt}}{0.167\ \mathrm{m/s}}$$

$$\mathbf{F = 2155.69\ N}$$

Nota: Es la fuerza total del motor en el piñón motriz

3.1.1. Descomposición de las fuerzas producidas en los ejes por la transmisión de potencia

Posición de los piñones

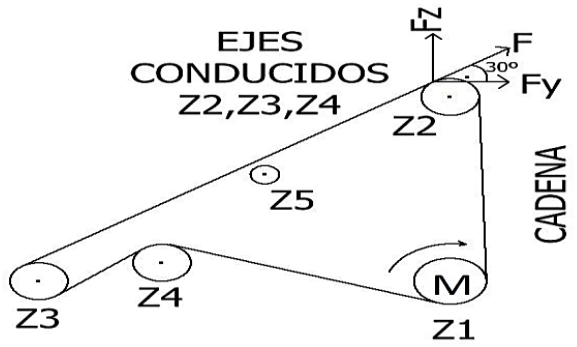


Figura 5 Descomposición de las fuerzas

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Para fines de cálculo se toma el eje Z_2 como elemento principal y los demás ejes serán diseñados de igual manera ya que están sometidos a las mismas cargas que Z_2.

El ángulo de la fuerza F producida en a la cadena respecto al eje Y-Z es 30°

Fy_{z2} = F * cos 30°

Fy_{z2} = 2155.69 N* cos 30°

$\boldsymbol{Fy_{z2}}$ **= 1866.88 N**

Fz_{z2} = F * sen 30°

Fz_{z2} = 2155. 69 N *sen30°

$\boldsymbol{Fz_{z2}}$ **= 1077.845 N**

Estas son las fuerzas que interactúan en el eje, ahora se procederá a calcular el torque que recibe el mismo.

3.1.2. Cálculo de torque producido en el eje

"Se considera como buena regla utilizar una rueda conductora de 17 dientes por lo menos para obtener un funcionamiento suave a velocidades moderadas de 24 m/s". (Calero, 1999, pág. 284)

Es así que el piñón motriz o conductor tiene z = 17 dientes y los piñones conducidos z = 15 dientes.

Se selecciona el piñón conductor y conducido para sacar los diámetros primitivos que se empleará en los cálculos. **(Anexo 1)**

En el cálculo del torque generado en los ejes, se tendrá en cuenta que los piñones conducidos tienen el mismo número de dientes y también el diámetro primitivo. Mientras que el piñón conductor y piñón tensor $z_{17}\ y\ z_{11}$ serán diferentes.

$$\mathbf{T = F * D} \qquad \textbf{(2)}$$

Fuente: (Wildi, 2007, pág. 51)

Donde:

T = Torque

z = Número de dientes del piñón

∅p = Diámetro primitivo

r_p = Radio primitivo

Datos

Piñones conducidos z_2, z_3 y z_4

$z_2 = 15$

$\emptyset_{p=}76.35\ \text{mm} = 0.076\ \text{m}$

$r_{p=}38.175\ \text{mm} = 0.038\ \text{m}$

$T = F * D$

$T = 2155.69\ \text{N} * 0.038\ \text{m}$

$\mathbf{T = 81.916\ N - m}$

Nota: Torque producido en lo piñones conducidos z_2, z_3 y z_4

3.1.3. Reacciones producidas en el eje

Cargas producidas en el punto A y B

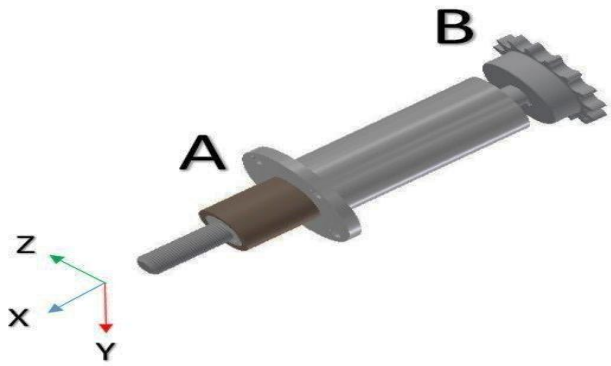


Figura 6 Eje que alberga piñones conducidos

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Las cargas aplicadas en el punto A son tomadas en base a la fuerza F_Y y F_Z que ejercerá el eje con la melamína en el momento de pegado.

Para fines de cálculo se utilizará un valor F_Z y F_Z =100 N que es la fuerza que aplica nuestro cuerpo al melamínico, al tapacantos y rodillo. La fuerza F aplicada cerca del punto A donde se encuentra el rodamiento actúa tanto en el eje Y como el eje Z.

El proceso se da de la siguiente manera: la goma del rodillo dosificador se embadurna en el tapacanto o canto duro y sale al rodillo vulcanizado que compactará la melamína con el tapacanto.

Reacciones producidas en el eje principal Z_2

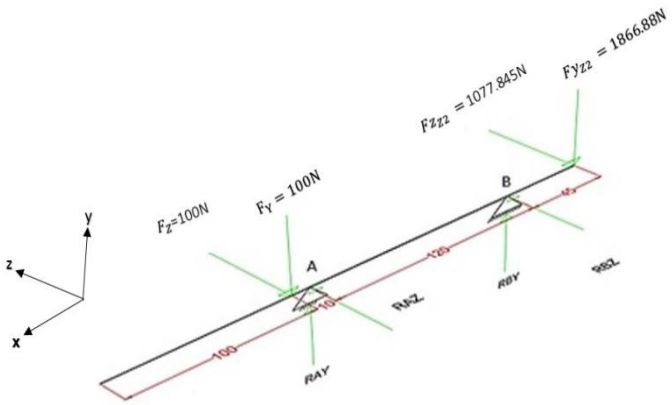


Figura 7 Reacciones producidas en Z2

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Nota: Esta carga F_Y y F_Z=100 N que es un valor aproximado es la fuerza que se aplicará en el momento del contacto.

3.2.Análisis de fuerzas y momentos planos (x – y) (x – z)

Plano (x – y)

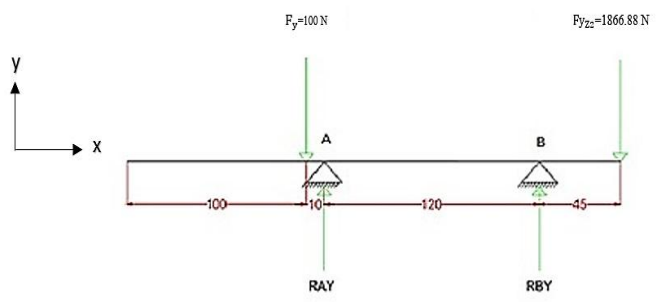


Figura 8 Cargas aplicadas al eje (x – y)

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

$\Sigma M_A = 0$

(100 N) (0.01 m) + (0.12 m) Rby – (0.165 m) (1866.88 N) = 0

Rby = 2588.627 N

$\Sigma F_y = 0$

100N + 1866.88 N – Ray - Rby = 0

1966.88 N - Ray - Rby = 0

Ray = -621.747 N

Nota: Signo negativo porque la reacción se encuentra en el otro sentido

Ray = 621.747 N (Valor absoluto)

Momentos

$$M_A = 0.01\ m * Ray$$

$$M_A = 0.01\ m * 100\ N$$

$$\mathbf{M_{Axy} = 1\ N - m}$$

$$M_B = 0.045\ m * Rby$$

$$M_B = 0.045\ m * 1866.88\ N$$

$$\mathbf{M_{Bxy} = 84\ N - m}$$

El diagrama de esfuerzo cortante y momento se lo realiza en MD Solids 3.5

Plano (x – y)

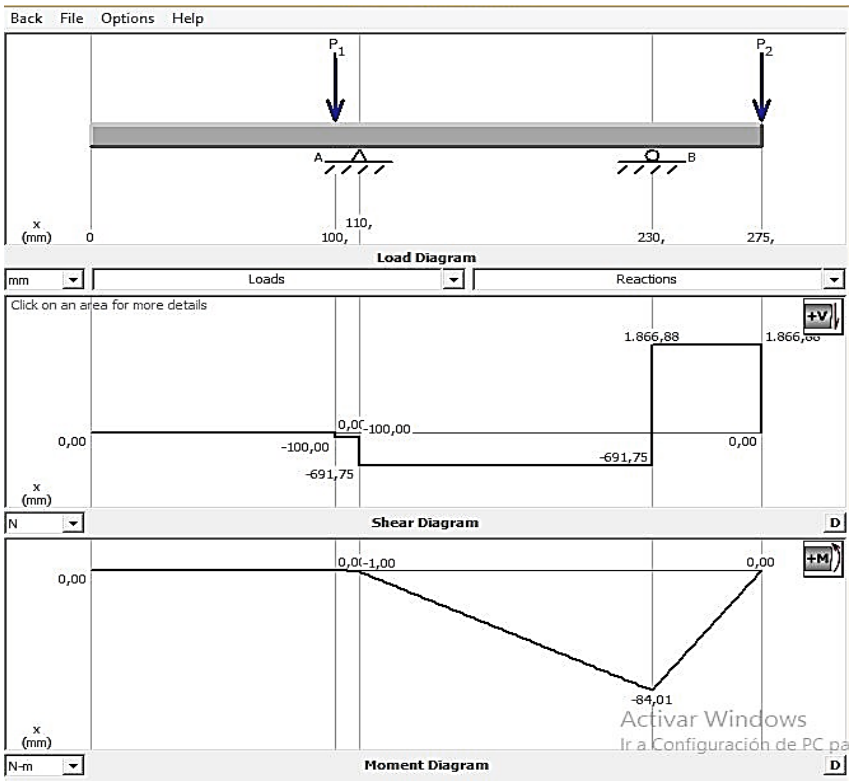


Figura 9 Diagrama de corte y momento plano (x-y)

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Plano (x – z)

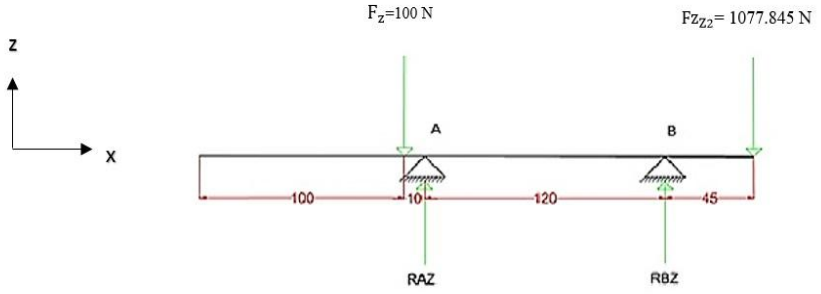


Figura 10 Carga aplicada al eje (x – z)

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

$\Sigma\, M_A = 0$

(100N) (0.01 m) + Rbz (0.12 m) – (1077.845) (0.165 m) = 0

Rbz = 1473.704 N

$\Sigma\, F_z = 0$

100 N + 1077.845 N – Raz – Rbz = 0

Raz = -295.859 N

Raz = 295.859 N (Valor absoluto)

Momentos

$M_A = 0.01\ \mathrm{m} * \ \mathrm{Ray}$

$M_{Axz} = 0.01\ \mathrm{m} * \ 100\ \mathrm{N}$

$$\mathbf{M_A = 1N - m}$$

$$M_B = 0.045\ m * \ Rby$$

$$M_B = 0.045\ m * 1077.845\ N$$

$$\mathbf{M_{Bxz} = 48.5\ N - m}$$

El diagrama de esfuerzo cortante y momento se lo realiza en MD SolidS 3.5

Plano (x – z)

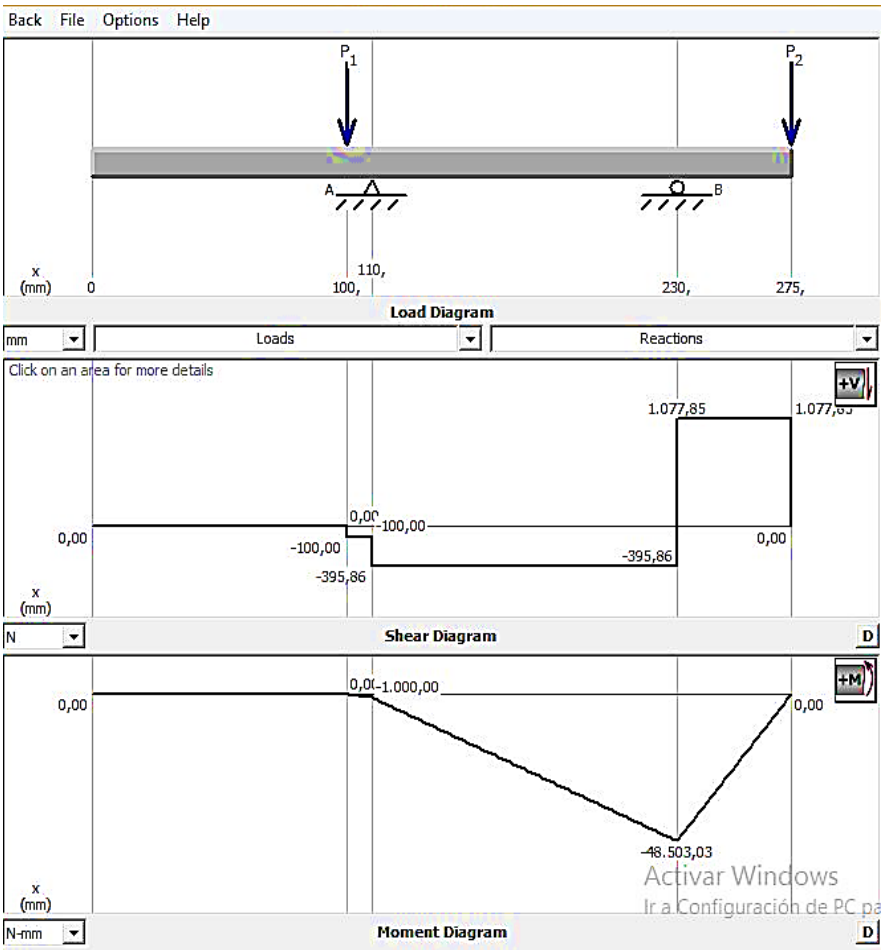


Figura 11 Diagrama de corte y momento plano (x-z)

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.2.1. Momento máximo para calcular el diámetro del eje

$$\mathbf{M_R} = \sqrt{(\mathbf{M_{Bxy}})^2 + (\mathbf{M_{Bxz}})^2} \quad \textbf{(3)}$$

$$\mathrm{M_R} = \sqrt{(84)^2 + 48.5)^2}$$

$$\mathrm{M_R} = \sqrt{(84)^2 + (48.5)^2}$$

$$\mathbf{M_R} = \mathbf{96.996\ N - m}$$

Para la determinación del diámetro del eje se utilizará la teoría de esfuerzo cortante máximo y esfuerzo flexionante máximo.

Esfuerzo cortante máximo:

$$\boldsymbol{\tau}\mathbf{máx} = \frac{\mathbf{16 * T}}{\boldsymbol{\pi} * \mathbf{d^3}} \quad \textbf{(4)}$$

Esfuerzo flexionante máximo:

$$\boldsymbol{\sigma}\mathbf{máx} = \frac{\mathbf{32 * M}}{\boldsymbol{\pi} * \mathbf{d^3}} \quad \textbf{(5)}$$

Fuente: (Budynas & Nisbett , 2008, pág. 355)

Esfuerzo permisible:

$$[\boldsymbol{\sigma}] = \frac{\boldsymbol{\sigma}_\mathbf{y}}{\mathbf{fs}} \quad \textbf{(6)}$$

3.2.2. Factor de seguridad

"N= 2.0 – 2.5. Diseño de elementos de máquinas bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño". (Mott, 2006, pág. 185)

Se seleccionará un factor de seguridad N=2

3.2.3. Teoría de fallas esfuerzo cortante y flexionante

$$[\boldsymbol{\sigma}] = \sqrt{\boldsymbol{\sigma}^2 + 3\boldsymbol{\tau}^2} \quad \textbf{(7)}$$

El acero a emplear es un AISI 4140, se lo utiliza en la fabricación de ejes y piezas que están sometidas a tracción, torsión y flexión.

Características del acero seleccionado:

$\sigma_y = 655\ \text{MPa}$ **(Anexo 2)**

Donde:

$[\sigma] = \text{Esfuerzo permisible}$

$\sigma_y = \text{Resistencia de fluencia}$

$\text{fs} = \text{factor de seguridad}$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_y}{\text{fs}}$$

$$[\sigma] = \frac{655}{2}$$

$$[\boldsymbol{\sigma}] = \mathbf{327.5\ MPa}$$

3.2.4. Determinación del diámetro del eje principal

$M_R = 96.996\ N - m$

$T = 81.916\ N - m$ (Torque producido en lo piñones conducidos)

Se remplazará los datos en la ecuación (4)

$$\tau máx = \frac{16 * T}{\pi * d^3}$$

$$\tau máx = \frac{16 * 81.916\ Nm}{\pi * d^3}$$

$$\boldsymbol{\tau máx = \frac{417.195\ Nm}{d^3}}$$

Se remplazará los datos en la ecuación (5)

$$\sigma máx = \frac{32 * M}{\pi * d^3}$$

$$\sigma máx = \frac{32 * 96.996\ Nm}{\pi * d^3}$$

$$\boldsymbol{\sigma máx = \frac{987.99\ Nm}{d^3}}$$

Obtenidos los esfuerzos cortantes y flexionantes, se reemplazará en la ecuación (7)

$$[\sigma] = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$[327.5MPa] = \sqrt{(\frac{987.99\ Nm}{d^3})^2 + 3(\frac{417.195\ Nm}{d^3})^2}$$

$$[327.5\ \text{MPa}] = \frac{1224.042\ \text{Nm}}{d^3}$$

$$d^3 = \frac{1224.042\ \text{Nm}}{327.5\text{x}10^6\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$d = 0.0155\ \text{m}$$

$$\mathbf{d = 15.519\ mm}$$

Entonces el diámetro de los tres ejes será de 17mm ya que en el mercado se consigue ejes de 19mm y mediante mecanizado se obtendrá el diámetro seleccionado, otra característica es que en el rango de rodamiento en su diámetro interior va de 15, 17 y 20mm siendo más apto el de 17mm para los ejes $\mathbf{Z_2}$, $\mathbf{Z_3}$ $\boldsymbol{y}$ $\mathbf{Z_4}$.

3.2.5. Diseño del eje por fatiga

El diseño por fatiga no es necesaria, ya que la máquina opera a revoluciones bajas y no tiene cargas dinámicas significativas.

3.3.Diseño del eje para el dosificador de goma

Para el eje Z_4 se utilizará un eje de acero AISI 4340 de diámetro 40mm en el cual se insertará una resistencia tipo cartucho en su interior que permitirá que este eje aumente su temperatura permitiendo la fluidez de la goma granulada.

Este eje será moleteado para mayor agarre del pegamento ya que es muy viscoso una vez que está a la temperatura de trabajo adecuada.

Diseño del eje moleteado para el dosificador

Figura 12 Eje moleteado

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.4.Diseño de la placa base

La placa base es de acero AISI 1010, está dimensionada de la siguiente manera largo 1000mm, ancho 800mm, espesor 10mm, el cual albergará a todos los elementos mecánicos como: ejes, rodamientos, neumáticos, cuchillas de corte, que se va emplear en la fabricación de la máquina. **(Anexo 3)**

Peso de la plancha 59.2 Kg

Peso = 580.16 N

Plancha

Figura 13 Placa base de acero

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.5.Diseño de cuchillas de corte para el tapacanto

Se utilizará un acero k110. Este acero presenta una alta tenacidad. Tiene resistencia al desgaste, dando así un gran rendimiento en la fabricación de herramientas para corte. En este caso será utilizado para cuchillas de corte para tapacantos. **(Anexo 4)**

Temple: 940-970ºC.

Puede ser en aceite o baño de sal a 220 a 250ºC.

Revenido para una dureza de 60 HRC se tendrá que revenir a 300ºC.

Cuchilla

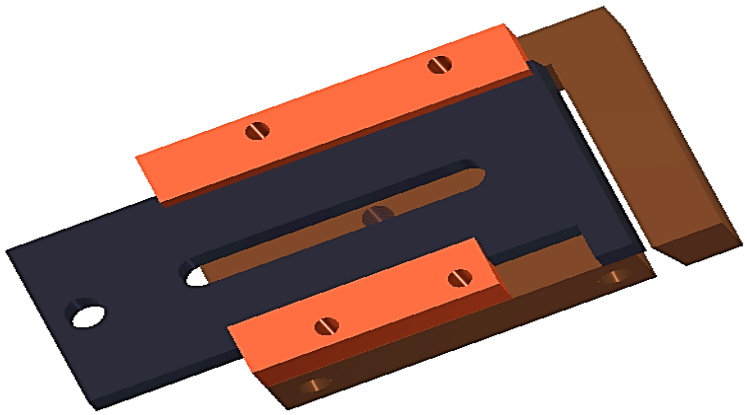


Figura 14 Cuchillas de corte para el tapacanto

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.6.Selección del paso

"En general, la distancia entre centros no debe conducir a ramales con más de 80 eslabones, 30 a 50 eslabones es el mejor valor." (Calero, 1999, pág. 284)

Por tal motivo se escogerá el tramo más largo de cadena, siendo así entre el eje $Z2 - Z3$ con una distancia entre centros 444.64mm

$L = 444.64\ mm$

Se utilizará 30 eslabones como el mejor valor

$n_e = 30$

$$\mathbf{t} \approx \frac{\mathbf{L}}{\mathbf{n_e}} \qquad \textbf{(8)}$$

Fuente: (Calero, 1999, pág. 284)

Paso estimado

$$\mathrm{t} \approx \frac{444.64}{30} = \mathbf{14.82\ mm}$$

Se establecerá un paso normalizado de:

$$\mathbf{t = 15.875\ mm}$$

3.7.Selección de piñones según DIN 8187 serie ISO / R606

Accionamiento por motor eléctrico.

Rueda motriz tentativamente de 17 dientes, rueda conducida 15 dientes ya que se opera a revoluciones menores a 100 rpm. **(Anexo 6)**

Tabla 2.

Datos de Piñones dentados 10 B

Z	d_e	d_p	SIMPLE		
			d_m	D_1	A
11	63	56.34	37	12	30
15	83	76.36	57	12	30
17	93	86.39	60	14	30

Nota: Los datos obtenidos de la presente tabla servirán para los cálculos posteriores.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Piñones

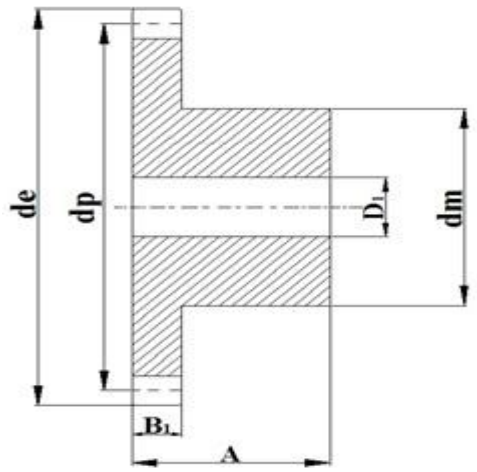


Figura 15 Selección de piñones

Fuente: (Martin, 2015)

Sacar los diámetros primitivos para fines de cálculo posteriores.

$z_1 = 17$ dientes $\emptyset_p = 86.39\, mm$

$z_2 = 15$ dientes $\emptyset_p = 76.36\ mm$

$z_3 = 15$ dientes $\emptyset_p = 76.36\ mm$

$z_4 = 15$ dientes $\emptyset_p = 76.36\ mm$

$z_5 = 10$ dientes $\emptyset_p = 51.37\ mm$

3.8.Cálculo de la longitud de cadena

Posición de los piñones

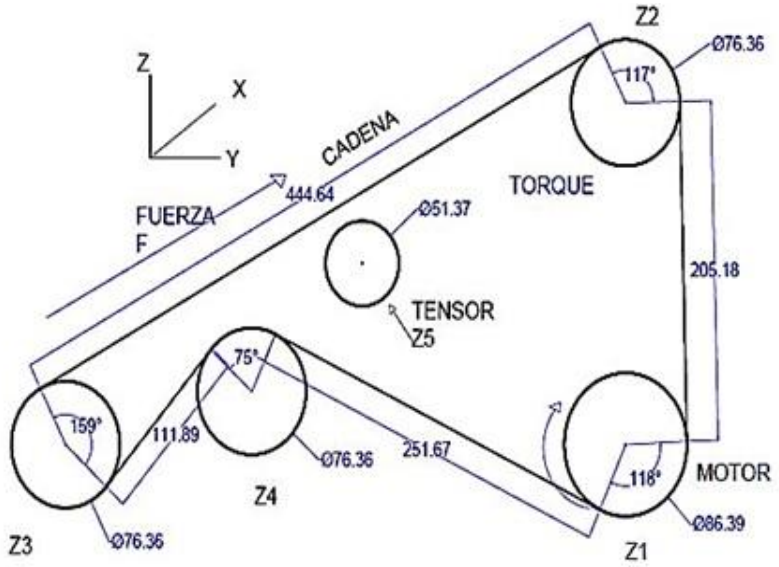


Figura 16 Cálculo de la longitud de cadena

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Se procede a encontrar la longitud de arco de cada piñón en base a los ángulos de contacto de la cadena así encontrar la distancia más exacta posible.

$$\mathbf{L_{z1} = \frac{2\pi * r * \theta_{z1}}{360}} \qquad \textbf{(9)}$$

Longitud de arco $z1$

$z_1 = 17$ dientes $\emptyset_p = 86.39mm$ $\theta_{z1} = 118°$

$$\mathbf{L_{z1} = \frac{2\pi * r * \theta_{z1}}{360}}$$

$$L_{z1} = \frac{2\pi * 43.195\ mm * 118°}{360°}$$

$$\boldsymbol{L_{z1} = 88.960\ mm}$$

Longitud de arco $z2$

$z_2 = 15$ dientes $\emptyset_p = 76.36mm$ $\theta_{z2} = 117°$

$$L_{z2} = \frac{2\pi * r * \theta_{z2}}{360}$$

$$L_{z2} = \frac{2\pi * 38.18\ mm * 117°}{360°}$$

$$\boldsymbol{L_{z2} = 77.95\ mm}$$

Longitud de arco $z3$

$z_3 = 15$ dientes $\emptyset_p = 76.36mm$ $\theta_{z3} = 360 - 159 = 201°$

$$L_{z3} = \frac{2\pi * r * \theta_{z3}}{360}$$

$$L_{z3} = \frac{2\pi * 38.18\ mm * 201°}{360°}$$

$$\boldsymbol{L_{z3} = 133.940\ mm}$$

Longitud de arco $z4$

$z_4 = 15$ dientes $\emptyset_p = 76.36mm$ $\theta_{z4} = 75°$

$$L_{z4} = \frac{2\pi * r * \theta_{z4}}{360}$$

$$L_{z4} = \frac{2\pi * 38.18\ mm * 75°}{360°}$$

$$\boldsymbol{L_{z4} = 49.978\ mm}$$

Longitud de cadena entre $\boldsymbol{z1 - z2}$ **= 205.18 mm**

Longitud de cadena entre $\boldsymbol{z2 - z3}$ **= 444.64 mm**

Longitud de cadena entre $\boldsymbol{z3 - z4}$ **= 111.89 mm**

Longitud de cadena entre $\boldsymbol{z4 - z1}$ **= 251.67 mm**

Longitud total de cadena = longitud de arcos + longitud de cadenas

$$L_{TC} = (88.96 + 77.95 + 133.940 + 49.978 + 205.18 + 444.64 + 111.89 + 251.67)\ mm$$

$$\boldsymbol{L_{TC} = 1364.208\ mm}$$

3.8.1. Determinación del número de eslabones de la cadena

$$\mathbf{n_e = \frac{L}{t}} \qquad \textbf{(10)}$$

Fuente: (Calero, 1999, pág. 285)

$$n_e = \frac{1364.208}{15.875} mm$$

$$\mathbf{n_e = 85.934\ eslabones}$$

Se toma un número entero y par más próximo $n_e = 86$

Pero como es un sistema de transmisión por cadena dejar una holgura en la cadena para poder removerla con facilidad es así que se dejará 2 eslabones adicionales, el tensor será el encargado de templar este aumento que será de mucha ayuda posteriormente.

$$\mathbf{n_e = 88\ eslabones}$$

3.8.2. Determinación de la potencia de la cadena

Para el valor de la potencia que ocupará la cadena para una vida útil de 10.000 horas, se visualiza en tabla. Se utilizará para la construcción de máquinas en general. **(Anexo 7)**

Se ingresará con el paso t = 15.875 y 80 rpm, en este caso se tendrá 100 rpm.

Po = 1,3 CV potencia máxima que resistirá la cadena con una vida útil de 10000 horas.

3.8.3. Cálculo de la potencia nominal transmisible Pm

$$\mathbf{P_m = n_c * \frac{P_o Z_1}{19 C_s} * C_1 * C_2 * C_3 * CV} \quad \textbf{(11)}$$

Fuente: (Calero, 1999, pág. 286)

C_1, C_2, C_s valores tomadas de la tabla 8.4 **(Anexo 8)**

$$\mathbf{C_3 = (\frac{n_e}{90} * \frac{j}{j+1})^{\frac{1}{2}}} \quad \textbf{(12)}$$

Fuente: (Calero, 1999, pág. 286)

Donde:

$n_c =$ número de cadenas

$C_s =$ coeficiente de choque

$C_1 =$ coeficiente de lubricación

$C_2 =$ coeficiente de tipo de cadena Según Din 8187

$C_3 =$ coeficiente de eslabón y transmisión

$j = z_2/z_1$ Relación de transmisión

$$C_3 = (\frac{n_e}{90} * \frac{j}{j+1})^{\frac{1}{2}}$$

$$C_3 = (\frac{88}{90} * \frac{0.882}{0.882+1})^{\frac{1}{2}}$$

$$\mathbf{C_3 = 0.677}$$

$$P_m = n_c * \frac{P_o Z_1}{19 C_s} * C_1 * C_2 * C_3 * CV$$

$$P_m = 1 * \frac{1.3(17)}{19(1)} * 1 * 1 * 0.677 * 1.3$$

$P_m = 1.024$ Potencia nominal real transmisible de la cadena

$P_o > P_m$

1.3 CV > 1.024CV

1.3CV quiere decir que la cadena resiste 10.000 horas de trabajo se puede apreciar que la cadena va trabajar a tan solo 1.024CV por lo tanto la cadena resistirá más de 10.000 horas siendo apta para el trabajo.

3.8.4. Seleccionamos una cadena del catálogo según DIN 8187

Serie ISO R/606

Cadena número 10B-1

Designación PCH 10B-1

Cantidad de hileras n_c = 1

Paso t = 15.875 mm

Potencia requerida = 1.024 CV

Carga de ruptura 2500 Kg

Peso por metro 0.96 kg/m

3.9.Selección de rodamientos

Los rodamientos que se utilizará para los todos ejes serán de bolas ya que no están sometidos a grandes cargas y tienen bajas rpm, se basará a las cargas del eje principal que es el que mayor impacto recibe tanto en el punto A como B.

(Anexo 9)

Rodamientos en los A y B

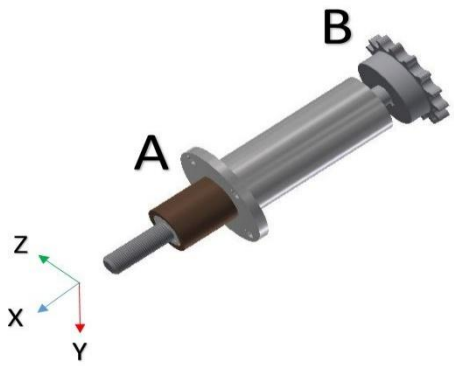


Figura 17 Eje principal del rodamiento

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Punto A

$R_{ay} = 621.747$ N

$R_{az} = 295.859$ N

La resultante será:

$$\mathbf{RT} = \sqrt{\mathbf{R_{ay}}^2 + \mathbf{R_{az}}^2} \qquad \textbf{(13)}$$

$$RT = \sqrt{621.747^{2} + 295.859^{2}}$$

$$RT = 688.550 \text{ N}$$

$$\mathbf{RT = 0.688550 \text{ KN}}$$

El diámetro mínimo de los ejes es 17 mm tomando en cuenta el factor seguridad para la máquina, por lo cual en el catálogo de rodamientos SKF se buscará una que desempeñe los requerimientos esperados y por lo tanto cumpla con la carga calculada.

Se utiliza la carga estática cuando gira a rpm muy bajas y actúan cargas de choque de corta duración comparando las cargas y el diámetro se obtendrá los siguientes rodamientos.

Tabla 3.

Denominación del rodamiento

Denominación del rodamiento			**6003**	
Ø exterior (mm)	**Ø interior (mm)**	**Longitud (mm)**	**Capacidad de carga (KN) Estática**	**Velocidad referencial (rpm)**
35	**17**	**10**	**3.25**	**9000 rpm**

Nota: La presente tabla será la guía para la elección del rodamiento para el punto A.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Punto B

$$R_{by} = 2588.62 \text{ N}$$

$$R_{bz} = 1473.704 \text{ N}$$

La resultante será:

$$RT = \sqrt{{R_{by}}^2 + {R_{bz}}^2}$$

$$RT = \sqrt{2588.62\ ^2 + 1473.704}$$

$$RT = 2978.717\ N$$

$$\mathbf{RT = 2.978\ KN}$$

Tabla 4.

Denominación del rodamiento Punto B

Denominación del rodamiento			**6003**	
Ø exterior (mm)	**Ø interior (mm)**	**Longitud (mm)**	**Capacidad de carga (KN) Estática**	**Velocidad referencial (rpm)**
35	**17**	**10**	**3.25**	**9000 rpm**

Nota: La presente tabla será la guía para la elección del rodamiento para el punto B.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

La capacidad de carga de los rodamientos es mucho mayor a RT en los dos puntos A, B por lo que son aptos para este trabajo. Se utilizará los mismos rodamientos en cada eje, también los mismos rodamientos en todos los ejes a excepción del eje dosificador en el cual se empleará una chumacera.

3.9.1. Rodamiento especial para el eje dosificador

El rodamiento estará sometido a elevadas temperaturas por lo que necesita lubricación frecuente, utilizar grasas de elevadas temperaturas.

Tabla 5.

Rodamiento especial para el eje dosificador

Denominación del rodamiento			**61904**	
Ø exterior (mm)	**Ø interior (mm)**	**Longitud (mm)**	**Capacidad de carga (KN) Estática**	**Velocidad referencial (rpm)**
37	**20**	**9**	**3.65**	**67000rpm**

Nota: La presente tabla será la guía para la elección del rodamiento especial para el dosificador.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.9.2. Rodamiento para las ruedas de nylon

La carga aplicada en los rodillos de nylon es: $\mathrm{RT} = 0.688550\ \mathrm{KN}$

Esta fuerza será la que se compactará la cinta PVC con la melanina, en el diseño se seleccionará el siguiente rodamiento el cual tiene una gran capacidad de carga para este tipo de trabajo.

Tabla 6.

Rodamiento para las ruedas de nylon

Denominación del rodamiento			**6003**	
Ø exterior (mm)	**Ø interior (mm)**	**Longitud (mm)**	**Capacidad de carga (KN) Estática**	**Velocidad referencial (rpm)**
26	**10**	**8**	**1.96**	**67000rpm**

Nota: La presente tabla será la guía para la elección del rodamiento para las ruedas de nylon.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.10.Selección de chumacera

Las chumaceras o unidad completa de rodamiento se utilizan para la transmisión de potencia y movimiento.

En este caso se utilizará en la placa base del caldero. Para la selección de esta chumacera se basará en los cálculos de los diámetros de los ejes anteriores, así elegir una chumacera de diámetro interior 17mm de una hilera que opera a 120 RPM como velocidad máxima de giro. **(Anexo 10)**

Este elemento funcionará a temperaturas de 150-200 °C, por lo que dispone de sellos metálicos, se opta por utilizar grasa de alta temperatura para este rodamiento.

Tabla 7.

Características de la chumacera

Denominación chumacera			**FY 17 TF**	
T (mm)	**Ø interior (mm)**	**J (mm)**	**Capacidad de carga (KN) Estática**	**Velocidad referencial (rpm)**
32.9	**17**	**54**	**4.75**	**9500rpm**

Nota: La presente tabla será la guía para la elección de la chumacera.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Chumacera

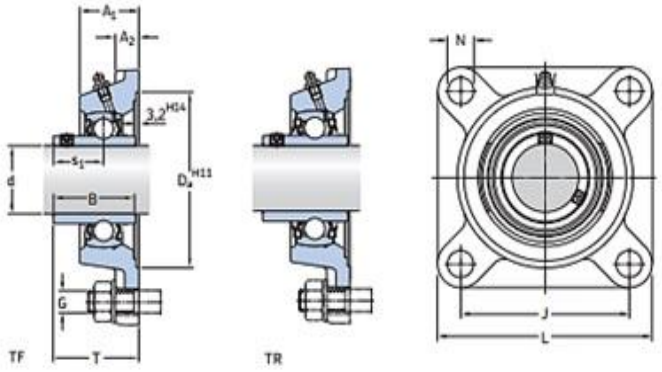


Figura 18 Selección de Chumacera

Fuente: (SKF, chumaceras de pared, 2015)

3.11.Selección de chavetas

Se considera los diámetros de los ejes.

Tabla 8.

Selección de chavetas

Diámetro del eje mm		Sección de la chaveta	Chavetero		Profundidad	
			Ancho b tolerancia Clase de ajuste normal		Eje h1	Cubo h2
Más de	Hasta	b x h	Eje N9	Cubo Js 9	Nominal	Nominal
17	22	6 x 6	-0.030	±0.015	3.5 +0.1	2.8 +0.1
22	30	8 x 7	-0.036	±0.018	4 +0.2	3.3 +0.2

Nota: La presente tabla será la guía para la elección de las chavetas que se utilizará.

Fuente: (Arrizabalaga, 2007, pág. 518)

Para los ejes se selecciona chavetas de 6 x 6

Para el eje del motorreductor se selecciona 8 x 7

3.12.Diseño de los rodillos

3.12.1. Rodillos de Nylon

Se utilizará nylon de 40mm de diámetro con rodamientos en su interior que facilita el deslizamiento de la madera en el momento del enchape de canto. Se utilizará este material ya que no despostilla el melamínico y permitirá una mejor compactación con el tapacanto y la madera.

Rodillos de nylon

Figura 19 Realización de rodillo de nylon

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.12.2. Rodillo de caucho vulcanizado

De similar manera se empleará en el eje Z_3 y Z_4 rodillos de caucho vulcanizado para facilitar el arrastre del tapacanto.

Rodillo de caucho vulcanizado

Figura 20: Rodillo vulcanizado

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.13.Diseño de las tuercas contra presión para el eje Z_3

La tuerca tiene un diámetro de 50mm con una rosca M 17x1.5 en acero A36, la finalidad de esta tuerca es ajustar el ancho de la cinta y así no pierda su dirección de avance que es paralelo al melamínico.

Tuerca

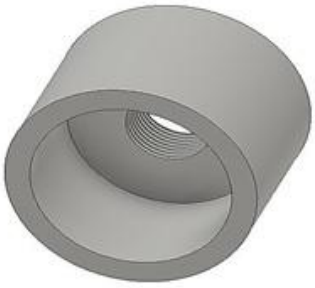


Figura 21: Elaboración de tuercas

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.14.Diseño del caldero

Está constituido de placas de 8mm de espesor en acero AISI 1010, este caldero albergará las dos resistencias y permitirá el flujo de calor hacia su interior lo que permitirá una capacidad aproximada de 2 kg de goma.

Caldero

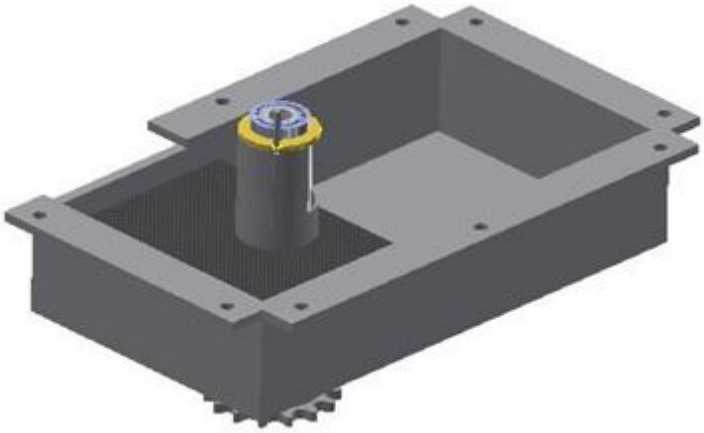


Figura 22 Fabricación del depósito de pega

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.15.Diseño de los alojamientos de los ejes Z_3 y Z_4

Serán construidos con acero AISI 1010, éstos poseen bridas a un extremo el cual permite la sujeción a la placa base que alberga todos los elementos, en este tubo se insertará el eje y los respectivos rodamientos.

La carga aplicada a este alojamiento será similar al de los ejes se procede a verificar su resistencia y si es correcta la elección del material**.**

3.15.1. Análisis de cargas en los alojamientos

F = 2155.69N carga que se aplica para los alojamientos en este caso son 2

Análisis de carga

Figura 23 Alojamiento

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Nota: Esta fuerza F=2155.69N se genera al momento de encender el motor y es la misma fuerza que actúa en los ejes, alojamientos

Se realiza el análisis de cargas

Simulador de carga

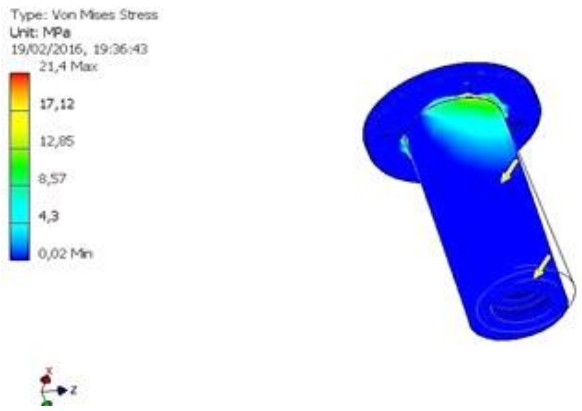


Figura 24 Verificación de esfuerzos

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.15.2. Simulación de desplazamiento en el alojamiento

Desplazamiento del alojamiento

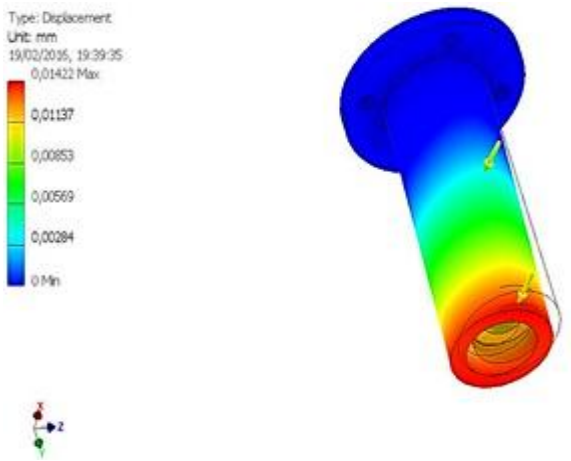


Figura 25 Desplazamiento del alojamiento

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Nota: Lo máximo que puede desplazarse con F=2155.69N es 0.014 mm

Factor de seguridad

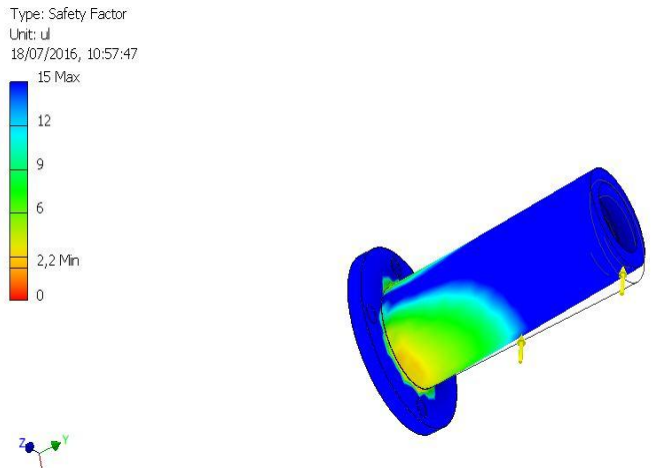


Figura 26 Factor de seguridad

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Se observa en la Figura 25 el alojamiento llega a tener un desplazamiento máximo de 0.014mm.

Como se observa en la Figura 26 el alojamiento soportará sin ningún inconveniente las cargas, obteniéndose un factor de seguridad mínimo de 2.2

3.16.Diseño del sistema neumático

Básicamente se compone de 2 cilindros doble efecto, unidad de mantenimiento, válvulas electroneumáticas, una fuente de aire en este caso el compresor, etc.

3.16.1. Datos para la selección de los cilindros

Presión del sistema: 500 kPa **(Anexo 11)**

Se escogerá la marca Airtac ya que por costos es más económico y tiene la misma durabilidad que festo.

a) Fuerza necesaria para cortar el tapacantos de 2mm – 3mm de espesor **F= 1500N**, con este dato procederá al catálogo de Airtac en base a la fuerza teórica seleccionamos el tipo de cilindro, hay que tomar en cuenta que se puede generar pérdidas de un 3 hasta un 20% de la fuerza teórica por el rozamiento en el interior del cilindro.

Cilindro neumático 1

Figura 27 Cilindros compactos ISO 21287

Fuente: (Airtac, 2015)

3.16.2. Cilindros normalizados ISO 21287

Se seleccionará un cilindro compacto Airtac ADN 63-25-B este se empleará para el corte del tapacanto.

ADN: Cilindro compacto doble efecto

Diámetro del embolo 63mm

Carrera: 25mm

B: Rosca macho

Tabla 9.

Cilindros normalizados ISO 21287

Número	Referencia	Modo de función	Fuerza teórica	Carrera
ASDAS6325	**APC 63-25-B**	Doble efecto	1559N	25mm

Nota: La presente tabla será la guía para la elección del cilindro neumático grande.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Se considera las pérdidas que se genera en el cilindro, el área a cortar y el ángulo de corte de la cuchilla este cilindro es la mejor opción.

b) Fuerza necesaria para mover el rodillo de presión **F= 200N**, con este dato se procede al catálogo de Airtac en base a la fuerza teórica se seleccionará el tipo de cilindro.

Cilindro neumático 2

Figura 28 Cilindros redondos DSNU

Fuente: (Airtac, 2015)

3.16.3. Cilindros normalizados ISO 6432

Se seleccionará un cilindro redondo compacto Airtac DSNU-25-50-S este se empleará para el accionamiento de un rodillo

DSNU: Cilindro redondo doble efecto

Diámetro del embolo 25mm

Carrera: 50mm

S: Magnetismo

Tabla 10.

Cilindros normalizados ISO MI6432

Número	Referencia	Modo de función	Fuerza teórica	Carrera
AMI25050	**DSNU-25-50-S**	Doble efecto	246N	50mm

Nota: La presente tabla será la guía para la elección del cilindro neumático pequeño.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Se considerará las pérdidas que se genera en el cilindro, también la mínima carga que debe ejercer presionando el rodillo este cilindro es la mejor opción.

3.16.4. Diagrama electro neumático

Diagrama electro neumático

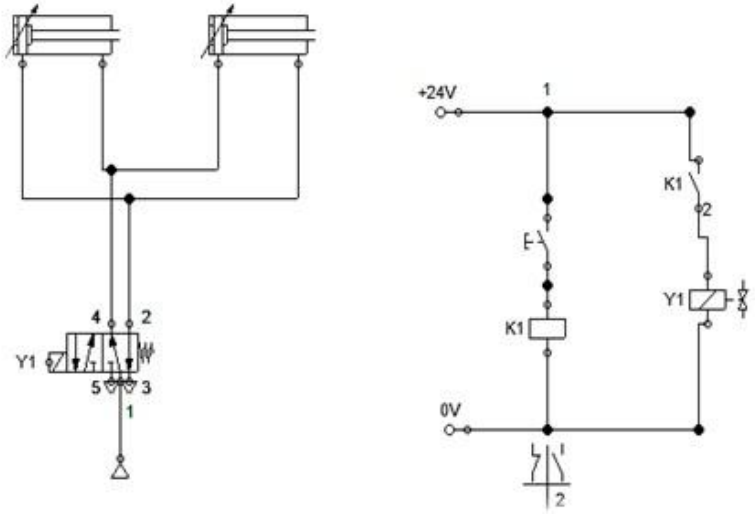


Figura 29.Diagrama

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.16.5. Accesorios para el sistema neumático

Unidad de mantenimiento

Cilindros normalizados

Racores tipo T

Válvula solenoide de una bobina 5/2 - 220V

Switch de fin de carrera

Mangueras Ø 8

Pedal

3.17.Sistema eléctrico y de control

Es la parte fundamental de la máquina. Se empleará varios componentes que permitirán el control de velocidad y temperatura haciendo más eficaz el proceso de pegado. Para esto se empleará lo siguiente:

- Variador de velocidad WEG 220v
- Controlador de temperatura de 0-300 °C para termopar tipo J,k
- Contactores
- Interruptores
- Selectores
- Termocuplas tipo J, k
- Relé térmico
- Resistencias
- Luces piloto
- Paro de emergencia
- Cables eléctricos N 14 – 18 flexibles
- Terminales eléctricos

3.17.1. Selección de resistencias para fundir la goma

Se utilizará una resistencia tipo tubular de diámetro 16 cm para calentar el caldero de goma, se estima 20 minutos para obtener una temperatura de 200 °C con una masa de goma de 2 kg

Características de la goma granulado tipo hot melt para baja y alta temperatura

Temperatura de trabajo del rodillo dosificador 190 °C

Temperatura en la olla 160-200 °C dependiendo del tipo de goma

Goma termoplástica Cp = 840 $\frac{J}{kg°k}$ basado al pvc, vinilo que es uno de los componentes principales de la goma. (Cengel, 2007, pág. 853) (**Anexo 12)**

3.17.2. Cálculo del calor que requiere la goma para fundirse

Temperatura inicial 25 °C - Temperatura final 200 °C

$$\boldsymbol{Q_1 = mc_p(T_2 - T_1)} \quad \textbf{(14)}$$

Fuente: (Cengel, 2007, pág. 8)

$$Q_1 = 2\ kg * 840\ \frac{J}{kg°k}(473 - 298)°k$$

$$\boldsymbol{Q_1 = 294\ KJ}$$

3.17.3. Cálculo del calor que requiere el recipiente, tiene una masa de 12 kg

Acero al carbono Cp = 434 $\frac{J}{kg°k}$, Conductividad térmica $k = 60.5\frac{w}{m°k}$

(Cengel, 2007, pág. 853) **(Anexo 13)**

$$\boldsymbol{Q_2 = mc_p(T_2 - T_1)}$$

$$Q_2 = 12kg.434\frac{J}{kg°k}(473 - 298)°k$$

$$\boldsymbol{Q_2 = 911.4\ KJ}$$

Potencia estimada:

$$\boldsymbol{Pot_1 = (Q_1 + Q_2)/t} \quad \textbf{(15)}$$

$$\mathrm{Pot}_1 = \frac{1208.40\mathrm{KJ}}{1200\ \mathrm{seg}} = \mathbf{1006.67\ W}$$

3.17.4. Pérdidas de potencia por radiación al media ambiente

Pérdida en la placa base de área 0.061 m^2

$$\mathbf{P = \varepsilon\sigma A\left(T^{4Cuerpo} - T^{4ambiente}\right)} \quad \textbf{(16)}$$

Fuente: (Cengel, 2007, pág. 28)

Donde:

ε =Emisivilidad del acero

$\sigma =$ Constante de Stefan Boltzmann

$A =$ Área del caldero

$T =$ Temperatura

$$\mathrm{P = \varepsilon\sigma A\left(T^{4Cuerpo} - T^{4ambiente}\right)}$$

$$P = 0.2 * 5.67x10^{-8}\frac{W}{m^2k^4} * 0.061\ m^2 * (473^4 - 298^4)k^4$$

$$\boldsymbol{P = 29.170\ W}$$

Pérdida en las 2 placas laterales cada una tiene un área 0.017 m^2

$$P = \varepsilon\sigma A\left(T^{4Cuerpo} - T^{4ambiente}\right)$$

$$P = 0.2 * 5.67x10^{-8}\frac{W}{m^2k^4} * 0.017\ m^2 * (473^4 - 298^4)k^4$$

$$P = 8.129\ W * 2$$

$$\boldsymbol{P = 16.258\ W}$$

Pérdida en las 2 placas laterales cada una tiene un área 0.029 m^2

$$P = \varepsilon * \sigma * A * \left(T^{4Cuerpo} - T^{4ambiente}\right)$$

$$P = 0.2 * 5.67x10^{-8}\frac{W}{m^2k^4} * 0.029\ m^2 * (473^4 - 298^4)k^4$$

$$P = 13.868\ W * 2$$

$$\boldsymbol{P = 27.736W}$$

Pérdidas totales por radiación

$\boldsymbol{P_{rad}}$ **= 73.164 W**

3.17.5. Potencia total de la resistencia

$$\mathrm{Pot_{Total}} = \mathrm{Pot_1} + \mathrm{Pot_{rad}}$$

$$\mathrm{Pot_{Total}} = 1079.834\ \mathrm{W}$$

Se seleccionará una potencia de 1300 watts disponible en el mercado la cual abarca el 60% del caldero llegando a temperaturas de 200°C

Por la dificultad de construir una resistencia que abarque el 100% del área de la base se colocará otra resistencia tipo cartucho de 550 W en el sobrante del caldero el cual permite calentar uniformemente la goma.

3.17.6. Resistencia para el eje dosificador

De igual manera se seleccionará una resistencia de 550 W, programado a 230°C el eje debe estar más caliente que el caldero ya que está en contacto directo con el medio ambiente

En resumen, se empleará:

1 Potencia tipo hornilla 1300 W

2 potencias tipo cartucho 550 W

Estos dispositivos funcionan con 220 voltios

3.17.7. Selección de contactores

Las dos resistencias se encuentran conectadas en paralelo por lo que se obtiene:

Tipo hornilla

Pot = 1300 W

Voltaje = 220 v

$$\mathbf{I_1 = \frac{POT}{V}} \qquad \textbf{(17)}$$

$$I_1 = \frac{1300\ W}{220V}$$

$$\boldsymbol{I_1 = 5.91\ Amp}$$

Tipo cartucho

Pot = 550 W

Voltaje = 220 v

$$I_2 = \frac{POT}{V}$$

$$I_2 = \frac{550\ W}{220\ V}$$

$$\boldsymbol{I_2 = 2.5\ Amp}$$

$$I_T = I_1 + I_2$$

$$\boldsymbol{I_T = 9.32\ Amp}$$

Se emplea un contactor de 10 amperios para las 2 resistencias del caldero.

3.17.8. Contactor para el dosificador

Tipo cartucho

Pot = 700 watts

Voltaje = 220 v

$$I = \frac{POT}{V}$$

$$I = \frac{700\ W}{220\ V}$$

$$\boldsymbol{I = 3.18\ Amp}$$

Se utilizará el mismo contactor de 10 amperios ya que no se podrá encontrar de menor amperaje en el mercado, se utilizará interruptores termo magnético para seguridad del mismo.

3.18.Diseño de la estructura

Es la que alberga todas las partes de la máquina tales como motor, placa base, caldero, circuitos eléctricos, carcaza, ejes, rodamientos, etc.

El peso de la placa base es de 59.2 kgf = 580.16N

Peso del motor 20kgf = 196 N

Peso de elementos que conforma la máquina 30kgf = 294 N

Así con fines de cálculo se obtendrá un peso total de 109.2 kgf = 1070.16N

Diseño del bastidor

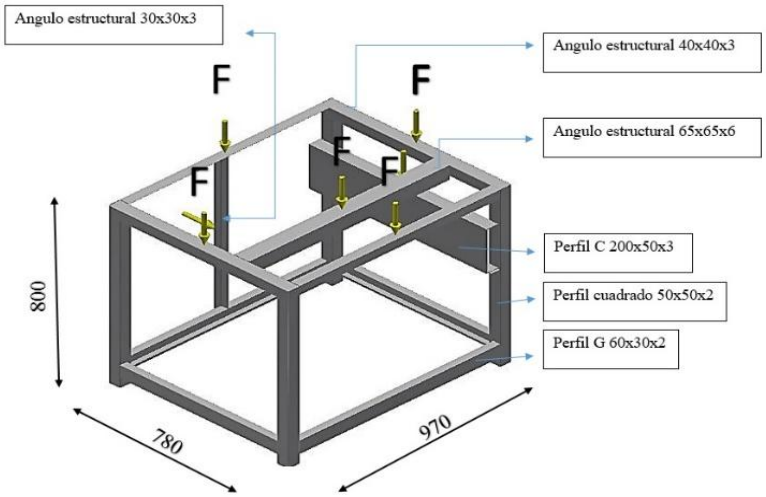


Figura 30 Diseño de la estructura

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

3.18.1. Análisis de la estructura

Simulador de carga

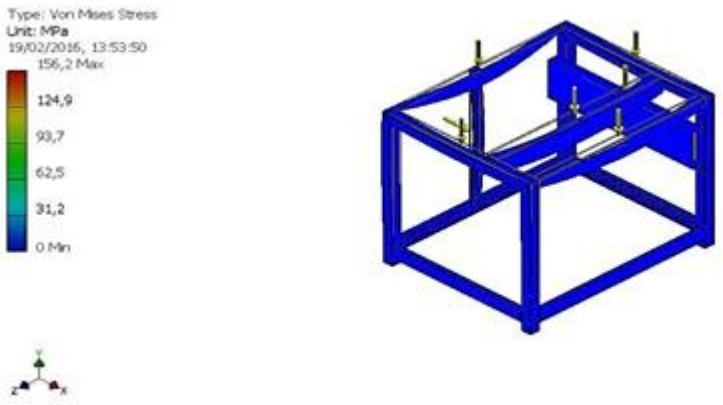


Figura 31 Análisis de la estructura.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Nota: La estructura resiste la carga sin ningún problema como podemos observar en la figura.

3.18.2. Simulación de desplazamiento

Desplazamiento

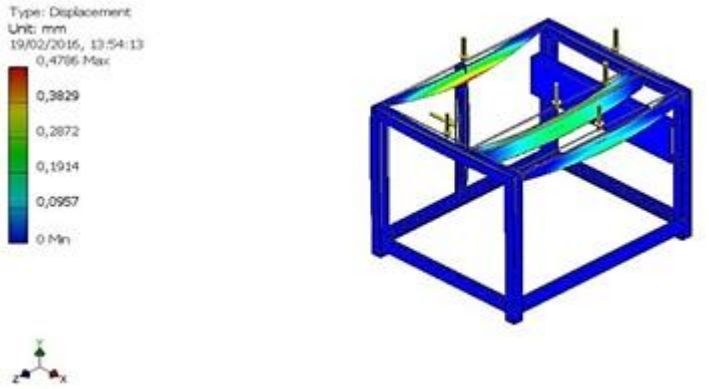


Figura 32 Simulación del desplazamiento de la estructura

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Nota: Observamos en la figura que el máximo que se desplazará es 0.4786mm que es un valor muy bajo y permisible para que la estructura no tenga ningún problema.

3.18.3. Factor seguridad

Factor de seguridad

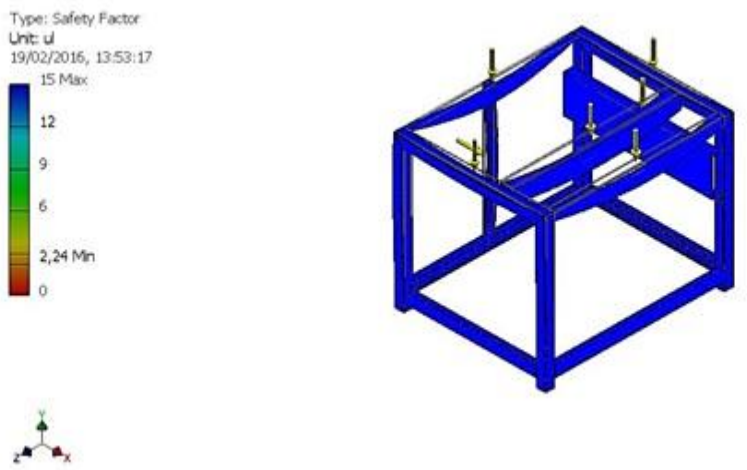


Figura 33 Factor de seguridad de la máquina.

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Nota: El factor seguridad mínimo es de 2.24 es un valor bajo, resistirá perfectamente el peso de todos los componentes de la máquina.

Finalmente se llegará a la conclusión de que la estructura es apta y resistente para la enchapadora de canto. Los materiales seleccionados son adecuados.

Capítulo IV

4. Costos

En el presente capítulo se describirá el análisis de la inversión total realizada en el diseño y construcción de una enchapadora de cantos para melamínico.

4.1.Costos directos

En el análisis se toma en cuenta los gastos por materiales para la construcción, elementos normalizados, mano de obra, y maquinarias.

4.1.1. Costos de materiales

En la siguiente tabla se detalla los costos de materiales que se utilizarán para la construcción de la máquina enchapadora de canto.

Tabla 11.

Costos de materiales

Costos de materiales							
	Descripción	**Dimensiones**	**Cantidad a Utilizar**	**Unidad**	**Costo Unitario**	**Material**	**Costo Total**
1	Bronce	Ø2 plg	0.06	metros	$ 18,00	Bronce Fosforico	$ 28,37
2	Eje Macizo	Ø2 1/2 plg	0.55	metros	$ 4,40	Acero 705/4340	$ 7,22
3	Eje Macizo	Ø 7/8 plg	0.7	metros	$ 4,40	Acero 705/4340	$ 4,08
4	Eje Macizo	Ø 1 3/4 plg	0.3	metros	$ 4,40	Acero 705/4340	$ 3,50
5	Eje Macizo	Ø 2plg	0.07	metros	$ 2,10	Acero A-36	$ 2,50
6	Eje Macizo	Ø 2plg	0.3	metros	$ 15,10	Grilon	$ 9,92
7	Placa	Ø 4plg	0.02	metros	$ 2,01	Acero A-36	$ 4,02
8	Plancha	1000x800x10mm	1	unidades	$ 1,38	Acero A-36	$ 88,90
9	Plancha	180x90x8mm	2	unidades	$ 1,70	SAE 1010	$ 3,75
10	Plancha	320x90x8 mm	2	unidades	$ 1,70	SAE 1010	$ 4,40
11	Plancha	320x180x8 mm	1	unidades	$ 1,70	SAE 1010	$ 6,97
12	Platina	180x30x8 mm	2	unidades	$ 1,70	SAE 1010	$ 0,85
13	Platina	320x30x8 mm	2	unidades	$ 1,70	SAE 1010	$ 1,36
14	Platina	140x70x10 mm	1	unidades	$ 15,00	Acero K-110	$ 12,31
15	Platina	120x80x20 mm	1	unidades	$ 13,10	Acero K-110	$ 22,58
16	Platina	180x180x6 mm	2	unidades	$ 10,00	Aluminio liso	$ 10,80
17	Platina	180x80x6 mm	4	unidades	$ 10,00	Aluminio liso	$ 11,34
18	Perfil UPN	200x80x20 mm	1	unidades	$ 8,90	ASTM A36	$ 10,00
19	Perfil G	60x30x2 mm	1	unidades	$ 7,90	ASTM A36	$ 9,00
20	Angulo	50x50x3 mm	1	unidades	$ 4,30	ASTM A36	$ 5,00
21	Tubo cuadrado	50x50x1.5 mm	1	unidades	$ 11,30	ASTM A-500	$ 13,00
22	Varilla cuadrado	165x20x20 mm	1	unidades	$ 3,10	ASTM A36	$ 1,78
							$ 261,65

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

4.1.2. Costos de elementos normalizados

En la siguiente tabla se detallará los costos de materiales normalizados que se utilizará en la construcción de la máquina.

Tabla 12. Costos de elementos normalizados

Costos de materiales elementos normalizados						
	Descripción	**Dimensiones**	**Cantidad a Utilizar**	**Costo Unitario**	**Material**	**Costo Total**
1	Cable	N° 14	10 m	$ 5,00	Compra	$ 5,00
2	Cable	N° 18	10 m	$ 5,00	Compra	$ 5,00
3	Cadenas Transmision	5/8 plg	1	$ 42,03	DIN 8187	$ 33,62
4	Contactor	9 amp	1	$ 16,25	Compra	$ 16,25
5	Controlador de T°	SN	1	$ 30,00	Compra	$ 30,00
6	Chumacera	SKF 203	1	$ 5,36	Acero	$ 6,00
7	Braker	10 amp	1	$ 12,81	Compra	$ 12,81
8	Hornilla	SN	1	$ 45,00	Compra	$ 45,00
9	Lamina de acero	SN	2	$ 24,00	Compra	$ 24,00
10	Luz piloto	SN	1	$ 2,50	Compra	$ 2,50
11	Motorreductor	SN	1	$ 319,77	Hierro	$ 319,77
12	Cilindro Neumatico	ADN 63-25-B	1	$ 200,00	ISO 21287	$ 130,00
13	Cilindro Neumatico	DSNU 25-50-S	1	$ 150,00	ISO 6432	$ 63,00
14	Perno Allen	M8x25	25	$ 0,12	DIN 912	$ 2,68
15	Perno Allen	M10x20	8	$ 0,20	DIN 912	$ 1,30
16	Perno hexagonal	M6x30	4	$ 0,05	DIN 933	$ 0,18
17	Perno hexagonal	M8x85	4	$ 0,05	DIN 933	$ 0,45
18	Piñón	50B x 17T	1	$ 15,32	DIN 8187	$ 12,26
19	Piñón	50B x 15T	3	$ 11,69	DIN 8187	$ 28,06
20	Piñón	50B x 10T	1	$ 9,08	DIN 8187	$ 7,26
21	Prisionero	M5x16	4	$ 0,05	DIN 913	$ 0,18
22	Pulsador de paro	SN	1	$ 7,59	Compra	$ 8,50
23	Prisionero	M6x16	1	$ 0,05	DIN 913	$ 0,40
24	Resistencia cartucho	Ø1/2 x 6 plg	1	$ 50,00	Compra	$ 50,00
25	Resistencia cartucho	Ø5/8 x 6 plg	1	$ 25,00	Compra	$ 25,00
26	Rodamientos	SKF 6003	8	$ 3,87	Compra	$ 24,77
27	Terminales	SN	20	$ 4,00	Compra	$ 4,00
28	Variador de Velocidad	5 amp	1	$ 165,70	Compra	$ 165,70
						$ 1.023,60

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

4.1.3. Costos de maquinado

En la siguiente tabla se detallará los costos del alquiler de maquinaria que se requerirá para la elaboración de la máquina y también la mano de obra.

Tabla 13.

Costos de maquinado

Costo de maquinado				
	Descripción	**Tiempo de trabajo (h)**	**Costo Unitario**	**Costo Total**
1	Fresadora	12	$ 6,00	$ 72,00
2	Limadora	2	$ 10,00	$ 20,00
3	Moladora	4	$ 8,00	$ 32,00
4	Pintura	1	$ 30,00	$ 30,00
5	Soldadora	4	$ 15,00	$ 60,00
6	Taladro	2	$ 3,00	$ 6,00
7	Torno	15	$ 8,00	$ 120,00
				$ 330,00

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

4.1.4. Costo de mano de obra directa

Los costos de la mano de obra se detallan a continuación.

Tabla 14.

Costos de mano de obra

Costo de mano de obra				
	Trabajador	**Salario/ horas**	**Horas empleadas**	**Costo Total**
1	Técnico mecánico	$ 3,00	25	$ 75,00
2	Técnico soldador	$ 2,50	4	$ 10,00
3	Técnico tornero	$ 2,50	15	$ 37,50
4	Técnico fresador	$ 2,50	12	$ 30,00
5	Ayudante	$ 2,00	25	$ 50,00
				$ 200,50

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

4.2. Costos indirectos

Se considerará que los costos indirectos son los insumos, imprevistos que se produce en la construcción del proyecto mecánico y los gastos varios que no se pueden detallar con facturas.

4.2.1. Costos de insumos

Tabla 15.

Costos de insumos

Costo de insumos				
	Descripción	**Cantidad**	**Costo Unitario**	**Costo Total**
1	Disco de corte	2	$ 2,50	$ 5,00
2	Disco de desbaste	1	$ 2,00	$ 2,00
3	Material de aporte de Suelda	20	$ 1,50	$ 30,00
4	Varios; transporte, llamadas a proveedores, accesorios de limpieza	1	$ 45,00	$ 45,00
				$ 82,00

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

4.3. Costo total de la máquina

Tabla 16.

Costo total de la máquina

Costo total de la máquina	
Costo de materiales	$ 261,65
Costo de elementos normalizados	$ 1.023,60
Costo de maquinado	$ 330,00
Costo de mano de obra	$ 200,50

Costo de insumos	$ 82,00
Costo de Ingeniería	$ 600,00
	$ 2.497,75

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

El costo total de la construcción de la maquina “Enchapadora de canto para melamina” corresponde a una suma total de los costos, directos como indirectos que suman la cantidad de **2.497,75 USD.**

Capítulo V

5. Conclusiones y recomendaciones

Terminado el presente proyecto: "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ENCHAPADORA DE CANTO PARA MELAMINA**" se manifiesta las siguientes conclusiones:

5.1.Conclusiones

- La máquina enchapadora de canto cumple con el objetivo de diseño y construcción de una forma satisfactoria ya que antes se requería 20 minutos para poner en borde de caucho a un melamínico de 1 m^2, ahora se requiere de 5 minutos para poner el tapacanto a un melamínico de las mismas características.
- Con el diseño y la construcción de la máquina enchapadora de canto para melamina se disminuye el esfuerzo físico que realiza una persona y sobre todo puede hacer más piezas en un solo día, antes se realizaba 6 melamínicos para escritorio hoy se podrá hacer 10.
- Antes se utilizaba caucho con un costo de 0,90 ctvs el metro para la melamína, hoy se puede utilizar el tapacanto con un costo de 0,80 ctvs el metro por lo que representa un ahorro para el dueño de la empresa.
- La máquina puede ser operada por una persona que posea un conocimiento previo del proceso de enchapado.
- Se automatizo el sistema de corte y avance del tapacanto lo que favorece al operador, permitiendo una mejor maniobrabilidad de la máquina.

5.2.Recomendaciones

- Efectuar una investigación más profunda para que el diseño y construcción sea más eficaz, basándose en prototipos automatizados.
- Revisar periódicamente todos los elementos móviles, para así asegurar la vida útil de la máquina.
- Tomar en cuenta que la limpieza de cualquier elemento, siempre se lo debe hacer con la máquina apagada para así poder evitar graves accidentes.
- Conocer los parámetros y requisitos fundamentales, ya que en el diseño un factor de seguridad confiable permite el desempeño satisfactorio de la máquina.
- Se debe revisar la hoja de mantenimiento y manual operación de la máquina en el **(Anexo a y b),** Para así evitar daños y accidentes.
- Utilizar guantes de protección para evitar quemaduras.
- No introducirlos dedos en los rodillos de arrastre y cuchilla de corte.

Referencias

Airtac. (2015). *Catálogo de Airtac*. Obtenido de Catálogo de Airtac: http://industriassanfor.com/pdf/catalogo-airtac.pdf

Arrizabalaga, N. L. (2007). *Maquinas Prontuario* (treceaba ed.). Madrid: Paraninfo S.A.

BOHLER. (2014). *Catálogo de tratamientos térmicos* . Obtenido de Catálogo de tratamientos térmicos : http://www.acerosbohler.com/spanish/files/downloads/K110FSp(2).pdf

Budines. R, N. K. (2006). *Diseño en ingenieria Mecanica de Shigley.* Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.

Budynas, R., & Nisbett , K. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley* (Octova ed.). México: Mc Graw Hill.

Calero, R. (1999). Fundamentos de mecanismos y maquinas para ingenieros. En C. Roque, *Fundamentos de mecanismos y maquinas para ingenieros* (pág. 284). Madrid: Mc GRAW-HILL.

Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de calor* . Mexico: McGraw-Hill.

conwaysaw. (2014). *conwaysaw*. Obtenido de conwaysaw: http://www.conwaysaw.co.uk/

Díaz, E. D. (2011). *Manual del calderero* . Barcelona: Marcombo.

DIPAC. (2011). *Catálogo de perfiles* . Obtenido de Catálogo de perfiles: http://documents.tips/documents/catalogo-dipac-2011pdf.html

Festo. (2015). *Catálogo de festo*. Obtenido de Catálogo de festo: https://www.festo.com/cat/es_es/products_PP_ISO6432

Larburu, N. (2004). *Máquinas prontuario técnicas máquinas herramientas.* Madrid: Thomson Editores Span Paraninfo,S.A.

Madecentro. (2014). *Madecentro*. Obtenido de Madecentro: https://www.madecentro.com/maquinaria-herrajes.html

Martin. (2015). *Selección de Piñones.* Obtenido de http://www.lindis.com/pdf/Pinones-Martin_ESP.pdf

Mott, R. L. (2006). Diseño de elementos de maquinas. En R. L. Mott, *Diseño de elementos de maquinas.* México: Pearson Education.

Piñones. (5 de Nobiembre de 2015). *Catálogo de rodamiento*. Obtenido de Catálogo de rodamiento: http://www.lindis.com/pdf/Pinones-Martin_ESP.pdf

Punta, T. d. (2013). *Tecnodepunta*. Obtenido de Tecnodepunta: http://www.tecnodepunta.com/enchapadora-de-cantos-melaminicos-y-pvc-automatico-completo/

SKF. (2014). *SKF Rodamientos.* Obtenido de http://www.skf.com/binary/81-66366/457601SP.pdf

SKF. (2015). *chumaceras de pared.* Obtenido de http://www.eissa.mx/chumnsk.pdf

sz-wholesaler. (2014). *sz-wholesaler.* Obtenido de sz-wholesaler.: www.sz-wholesaler.com

Tablemac. (2016). *Enchape de cantos con Hot Melt principios y buenas practicas.* Obtenido de Enchape de cantos con Hot Melt principios y buenas practicas: http://www.revista-mm.com/2016/

Thomson. (2003). Neumática. Madrid, España: Paraninfo S.A.

Viloria, J. R. (1997). Esquemas básicos de telemando para contactores . En J. R. Viloria, *Esquemas básicos de telemando para contactores* (pág. 51). Madrid: Paraninfo.

Wildi, T. (2007). *Máquinas electricas y sistemas de potencia.* México: Pearson Educatión de Mexico, S.A. de C.V.

Anexo a.

Manual de operación

Para la operación de la máquina se requiere de un operario para el proceso de pegado.

Para proceder con la operación de la máquina se deberá tomar las siguientes recomendaciones.

1. Verificar que no exista objetos de cualquier índole dentro del caldero y las cuchillas de corte.
2. Colocar la goma granulada sin sobrepasar la mitad del caldero.
3. Revisar las conexiones eléctricas y toma de aire.
4. Encender el selector de la resistencia 1 previamente verificar que el pirómetro se encuentre configurado de 180°C – 200°C máximo.
5. Encender el selector de la resistencia 2 previamente configurado a 100°C, se debe esperar que llegue a esta temperatura y luego un periodo de 2 minuto hasta que el pirómetro llegue a la medida real luego se configurará el pirómetro de 200°C - 220°C.
6. Siempre el eje debe tener una temperatura de 20 °C más que el caldero.
7. Cuando los dos pirómetros se encuentren a las temperaturas establecidas se debe encender el variador de velocidad configurado a una frecuencia de 8 - 12Hz dependiendo de la dificultad de la pieza se puede dar mayores frecuencias.
8. Proceder a encender el motoreductor pulsando el botón verde de encendido y rojo para apagado.

9. Regular el paso de goma de tal modo que se forme una película uniforme en el tapacanto.
10. Regular la altura del tapacanto que se va a utilizar.
11. Colocar el tapacanto en la mesa y colocar la punta en el rodillo de arrastre.
12. Verificar mediante el fin de carrera que el rodillo de arrastre hale el tapacanto.
13. Colocar el melamínico en la mesa y proceder con el enchapado

Anexo b.

Mantenimiento

Para evitar posibles daños a futuro o averías de la máquina enchapadora de canto, es necesario una revisión periódica. Esto será posible si se le aplica un mantenimiento adecuado que es preventivo o correctivo.

Las actividades principales que se dará a la máquina enchapadora de canto para perdurar la vida útil son:

Limpieza de la cámara del depósito de pega

Se recomienda la limpieza de todos los residuos de pega que pueden llegar a quedarse durante el proceso de pegado. Esta actividad se deberá realizar cuando la máquina esté sin funcionar.

Lubricación de elementos normalizados

Se recomienda una lubricación a los rodamientos y la chumacera una vez por mes para prolongar su vida útil.

Mantenimiento del motorreductor

Se recomienda realizar la limpieza del motorreductor por lo que es el elemento principal del mecanismo, ya que con el tiempo de uso puede adherirse polvo, residuos o suciedad que pueden estar en el motorreductor.

	HOJA DE MANTENIMIENTO				
ELEMENTO	DIARIO	SEMANAN	MENSUAL	ANUAL	OBSERVACIONES
AJUSTE DE ELEMENTOS					
Revisión	x				Táctil y visual
Ajuste			X		Herramienta manual
CADENA					
Revisión			X		Engrasador
Cambio					
CHUMACERA					
Engrasado - Revisión			X		Engrasador
Cambio					Ruido o rozamiento
MOTORREDUCTOR					
Revisión				x	Engrasar
Ajuste			X		Herramienta manual
ELEMENTOS NEUMÁTICOS					
Revisión - Limpieza		X		x	Táctil y visual
Ajuste			X		
RODAMIENTOS					
Revisión			X		Táctil y visual
Cambio				x	Ruido o rozamiento
RUEDAS DE NYLON					
Revisión		X			Táctil y visual
Cambio				x	Deterioro

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Anexo c.

Tablas para el cálculo de diseño

Anexo 1. Tabla de ruedas normalizadas

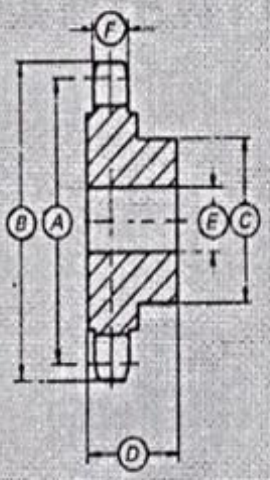
En la Tabla 8.6 se muestran las características de las dos ruedas normalizadas (ISO) seleccionadas, las cuales han sido extraídas de un catálogo de la marca comercial JORESA.

TABLA 8.6

SERIES DE RUEDAS NORMALIZADAS

Piñones en acero
15 a 20 dientes

Ruedas en fundición perlítica
38 a 114 dientes



Número de dientes	ϕ primitivo A mm	ϕ exterior B mm	SIMPLES				
			ϕ cubo C mm	Long. cubo D mm	ϕ taladro E mm		Ancho diente F mm
					norm	máx.	
15	76,35	83,5	57	30	12	36	8,7
17	86,39	93,5	65	30	12	40	8,7
19	96,45	104,0	75	30	12	50	8,7
21	106,51	114,0	80	30	16	50	8,7
23	116,58	124,0	80	30	16	50	8,7
25	126,66	134,0	80	30	16	50	8,7
38	192,24	199,5	80	40	24	56	8,7
57	288,18	295,5	90	45	24	56	8,7
76	384,15	391,5	90	50	24	63	8,7
95	480,14	487,5	100	56	24	63	8,7
114	576,13	583,0	100	56	24	63	8,7

Fuente: (Calero, 1999, pág. 287)

Anexo 2. Propiedades del Acero AISI

1	2	3	4	5	6	7	8
AISI núm.	Tratamiento	Temperatura, °C (°F)	Resistencia a la tensión MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación, %	Reducción del área, %	Dureza Brinell
4130	TyR*	205 (400)	1 630 (236)	1 460 (212)	10	41	467
	TyR*	315 (600)	1 500 (217)	1 380 (200)	11	43	435
	TyR*	425 (800)	1 280 (186)	1 190 (173)	13	49	380
	TyR*	540 (1 000)	1 030 (150)	910 (132)	17	57	315
	TyR*	650 (1 200)	814 (118)	703 (102)	22	64	245
	Normalizado	870 (1 600)	670 (97)	436 (63)	25	59	197
	Recocido	865 (1 585)	560 (81)	361 (52)	28	56	156
4140	TyR	205 (400)	1 770 (257)	1 640 (238)	8	38	510
	TyR	315 (600)	1 550 (225)	1 430 (208)	9	43	445
	TyR	425 (800)	1 250 (181)	1 140 (165)	13	49	370
	TyR	540 (1 000)	951 (138)	834 (121)	18	58	285
	TyR	650 (1 200)	758 (110)	655 (95)	22	63	230
	Normalizado	870 (1 600)	1 020 (148)	655 (95)	18	47	302
	Recocido	815 (1 500)	655 (95)	417 (61)	26	57	197
4340	TyR	315 (600)	1 720 (250)	1 590 (230)	10	40	486
	TyR	425 (800)	1 470 (213)	1 360 (198)	10	44	430
	TyR	540 (1 000)	1 170 (170)	1 080 (156)	13	51	360
	TyR	650 (1 200)	965 (140)	855 (124)	19	60	280

Fuente: (Budynas & Nisbett , 2008, pág. 1022)

Anexo 3. Dimensiones de la plancha

REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS					
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS
1/128 =	0.20	25/64 =	9.92	27/32 =	21.43
1/64 =	0.40	13/32 =	10.32	55/64 =	21.83
3/128 =	0.60	27/64 =	10.72	7/8 =	22.23
1/40 =	0.64	7/16 =	11.11	57/64 =	22.62
1/32 =	0.79	29/64 =	11.51	29/32 =	23.02
1/25 =	1.02	15/32 =	11.91	59/64 =	23.42
3/64 =	1.19	31/64 =	12.30	15/16 =	23.81
1/20 =	1.27	1/2 =	12.70	61/64 =	24.21
1/16 =	1.59	33/64 =	13.10	61/32 =	24.61
5/64 =	1.98	17/32 =	13.49	63/64 =	25.00
3/32 =	2.38	35/64 =	13.89	1 =	25.40
7/64 =	2.78	9/16 =	14.29	11/10 =	27.00
1/8 =	3.18	37/64 =	14.68	11/8 =	28.60
9/64 =	3.57	19/32 =	15.08	18/16 =	30.20
5/32 =	3.97	39/64 =	15.48	11/4 =	31.70
11/64 =	4.37	5/8 =	15.88	15/16 =	33.30
3/16 =	4.76	41/64 =	16.27	13/8 =	34.90
13/64 =	5.16	21/32 =	16.67	17/16 =	36.50
7/32 =	5.56	46/64 =	17.07	11/2 =	38.10
15/64 =	5.95	11/16 =	17.46	19/10 =	39.70
1/4 =	6.35	45/64 =	17.86	15/8 =	41.30
17/64 =	6.75	23/32 =	18.26	111/16 =	42.90
9/32 =	7.14	47/64 =	18.65	13/4 =	44.40
19/64 =	7.54	3/4 =	19.05	113/16 =	46.00
5/16 =	7.94	49/64 =	19.45	17/8 =	47.60
21/64 =	8.33	25/32 =	19.84	115/16 =	49.20
11/32 =	8.73	51/64 =	20.24	2 =	50.80
23/64 =	9.13	13/16 =	20.64		
3/8 =	9.53	53/64 =	21.03		

DIMENSIONES EN (mm)			PESOS
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG
1220	2440	2	46.74
1220	2440	3	70.10
1220	2440	4	93.47
1500	2440	4	114.92
1220	2440	5	116.84
1500	2440	5	143.66
1800	2440	5	172.39
1220	2440	6	140.21
1500	2440	6	172.39
1800	2440	6	206.86
1220	2440	8	186.94
1500	2440	8	229.85
1800	2440	8	275.82
1220	2440	10	233.68
1500	2440	10	287.31
1800	2440	10	344.77
1220	6000	12	689.54

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA

L = Largo (mm)
A = Ancho (mm)
E = Espesor (mm)
Peso = Kgs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7{,}85}{1{,}000.00}$$

$$\text{Ejemplo: } \frac{(L = 1220\text{mm} \times A = 2440\text{ mm} \times E = 1{,}0\text{mm}) \times 7{,}85}{1{,}000.00} = 23.368\text{ Kg}$$

Fuente: (DIPAC, 2011)

Anexo 4.Tratamientos termicos

BÖHLER K100

Façonnage à chaud

Forgeage:

1050 - 850°C

Refroidissement lent dans le four ou dans un matériel calorifuge.

Conformación en caliente

Forjado:

1050 a 850°C

Enfriamiento lento en el horno o en material termoaislante.

Traitement thermique

Recuit:

800 - 850°C

Refroidissement lent et contrôlé au four avec une vitesse de 10 à 20°C par heure jusqu'à environ 600°C, puis refroidissement à l'air.

Dureté après le recuit:
248 HB maxi.

Tratamiento térmico

Recocido blando:

800 - 850°C

Enfriamiento lento y controlado en el horno 10-20°C/h, hasta 600°C, enfriamiento posterior al aire.

Dureza después del recocido blando:
máx. 248 Brinell.

Recuit de détente:

Env. 650°C

Refroidissement lent dans le four.

Pour la détente après usinage important ou pour les outils de forme compliquée.

Temps de maintien à la température après chauffage à coeur: 1-2 heures en ambiance neutre.

Recocido de eliminación de tensiones:

Aprox. 650°C

Enfriamiento lento en el horno.

Para disminuir la tensión después de un mecanizado extenso, o en herramientas complicadas.

Tiempo de permanencia después del calentamiento a fondo: 1 - 2 horas en atmósfera neutra.

Trempe:

940 - 970°C

Huile, en bain de sel de 220 à 250°C ou 500 à 550°C, trempe possible à l'air ou l'air comprimé pour épaisseurs de 25 mm au max. et avec températures de trempe à la limite supérieure.

Temps de maintien à la température après réchauffage à cœur: 15 - 30 minutes.

Dureté à atteindre: 57 - 62 HRC.

Temple:

940 - 970°C

Aceite, bäno de sal de 220 a 250°C o 500 a 550°C, es posible un temple al aire o al aire comprimido hasta un espesor máximo de 25 mm en el límite superior de temperatures de temple.

Tiempo de permanencia después del calentamiento a fondo: 15 - 30 minutos.

Dureza obtenible: 57 - 62 HRC.

Revenu:

Chauffage lent à la température de revenu immédiatement après la trempe / temps de séjour au four 1 heure par 20 mm d'épaisseur, mais au moins 2 heures / refroidissement à l'air.

Vous trouvez les valeurs indicatives de la dureté à atteindre après le revenu dans le diagramme de revenu.

Dans certains cas il est utile de procéder de manière à réduire la température de revenu et à prolonger le temps de maintien.

Revenido:

Calentamiento lento hasta la temperatura de revenido inmediatamente después del temple / tiempo de permanencia en el horno: 1 hora por cada 20 mm de espesor de la pieza, pero como mínimo 2 horas / enfriamiento al aire.

Los valores aproximados de la dureza alcanzable después del revenido figuran en el diagrama de revenido.

En determinados casos puede resultar conveniente reducir la temperatura de revenido, prolongando el tiempo de permanencia.

Fuente: (BOHLER, 2014)

Anexo 5. Diagramas

BÖHLER K100

Courbe de revenu

Température de trempe:
—— 950°C
- - - - - 1000°C
Éprouvette: carré 20 mm

Diagrama de revenido

Temperatura de temple:
—— 950°C
- - - - - 1000°C
Sección de la probeta: cuadrada 20 mm

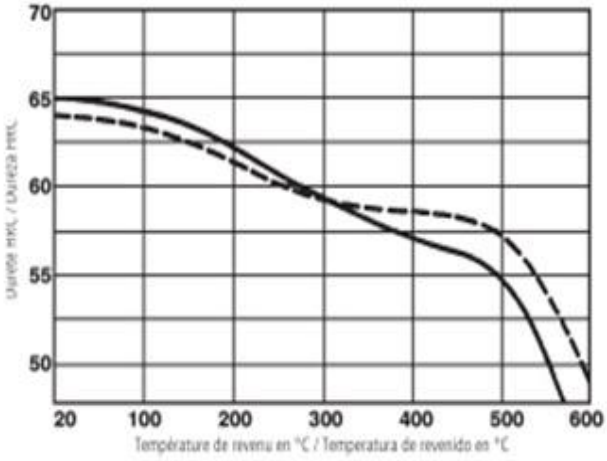
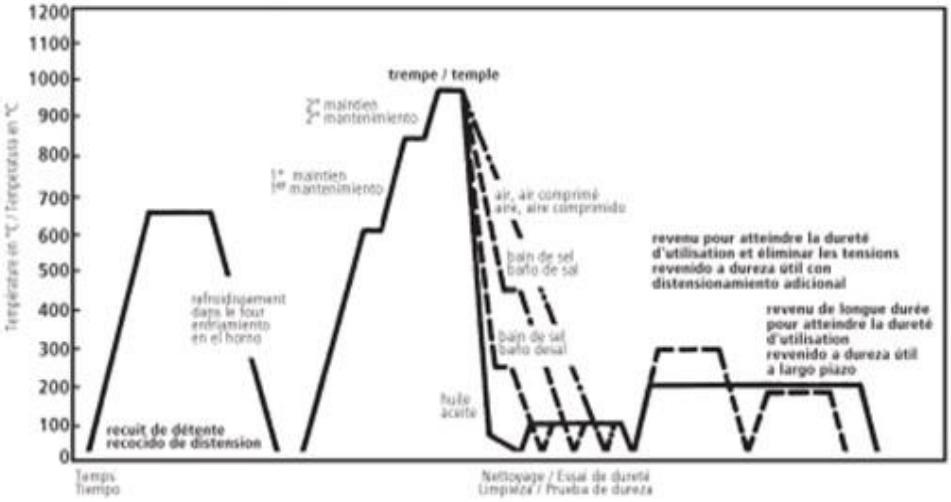


Schéma du traitement thermique

Esquema de tratamiento térmico



Soudure de réparation

Après soudure, les aciers pour outils ont une tendance générale à développer des fissures. Si la soudure ne peut pas être évitée, respecter les instructions du fabricant et utiliser des électrodes de soudure appropriées.

Soldaduras de reparación

En los aceros para herramientas, existe una tendencia general a desarrollar fisuras después de la soldadura. Si no es posible evitar la soldadura, deben consultar y aplicarse las instrucciones del fabricante de los electrodos de soldadura utilizados.

Fuente: (BOHLER, 2014)

Anexo 6. Determinación de piñones

PIÑONES DENTADOS 10B Calidad, dimensiones y acabados según normas DIN-ASA-ANSI

Z	d_e	d_p	SIMPLE			DOBLE			TRIPLE		
			d_m	D_1	A	d_m	D_1	A	d_m	D_1	A
8	47,0	41,48	25	10	25						
9	52,6	46,42	30	10	25						
10	57,5	51,37	35	10	25						
11	63,0	56,34	37	12	30	37	14	40	37	16	55
12	68,0	61,34	42	12	30	44	14	40	43	16	55
13	73,0	66,32	47	12	30	49	14	40	48	16	55
14	78,0	71,34	52	12	30	53	14	40	53	16	55
15	83,0	76,36	57	12	30	59	14	40	58	16	55
16	88,0	81,37	60	14	30	63	16	45	63	16	60
17	93,0	86,39	60	14	30	69	16	45	68	16	60
18	98,3	91,42	70	14	30	73	16	45	73	16	60
19	103,3	96,45	70	14	30	79	16	45	79	16	60
20	108,4	101,49	75	14	30	84	16	45	84	16	60
21	113,4	106,52	75	16	30	85	16	45	85	20	60
22	118,0	111,55	80	16	30	90	16	45	90	20	60
23	123,4	116,58	80	16	30	95	16	45	95	20	60
24	128,3	121,62	80	16	30	100	16	45	100	20	60
25	134,0	126,66	80	16	30	105	16	45	105	20	60
26	139,0	131,70	85	20	35	110	20	45	110	20	60
27	144,0	136,75	85	20	35	110	20	45	110	20	60
28	148,7	141,78	90	20	35	115	20	45	115	20	60
29	153,8	146,83	90	20	35	115	20	45	115	20	60
30	158,8	151,87	90	20	35	120	20	45	120	20	60
31	163,9	156,92	95	20	35						
32	168,9	161,95	95	20	35	120	20	45	120	20	60
33	174,5	167,00	95	20	35						
34	179,0	172,05	95	20	35						
35	184,1	177,10	95	20	35	120	20	45	120	20	60
36	189,1	182,15	100	20	35	120	20	45	120	25	60
37	194,2	187,20	100	20	35						
38	199,2	192,24	80	20	40	120	20	45	120	25	60
39	204,2	197,29	100	20	35						
40	209,3	202,34	100	20	35	120	30	45			
50	261,2	252,82	95	25	32						

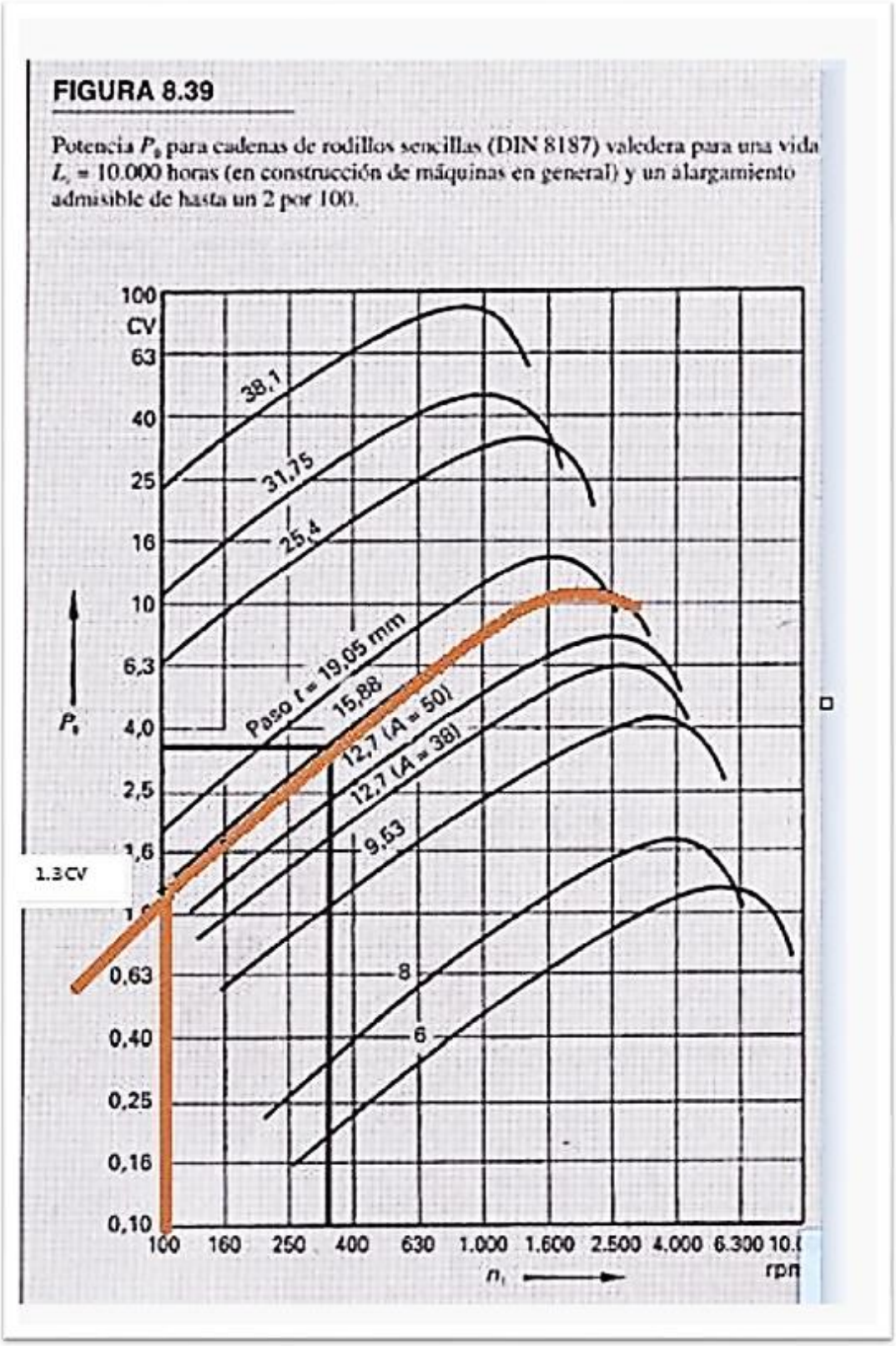
Piñón 5/8" x 3/8"

para cadena de rodillos
según DIN 8187-8188
ISO/R 606 - ANSI B. 29.1

PIÑON	ISO mm	ASA-50 mm
Radio diente r_3	16	17
Ancho radio C	1,6	2
Ancho radio piñón B_1	9,1	8,7
Ancho radio piñón b_1	9	8,4
Ancho radio piñón B_2	25,5	26,5
Ancho radio piñón B_3	42,1	44,6
CADENA	**mm**	**mm**
Paso	15,875	15,875
Ancho interior	9,65	9,52
Ø Rodillo	10,16	10,16

Fuente: (Martin, 2015)

Anexo 7. Diagramas de potencia



Fuente: (Calero, 1999, pág. 285)

Anexo 8. Valores para el cálculo de la potencia nominal transmisible

TABLA 8.4

Valores de orientación para el coeficiente de choque C_1.

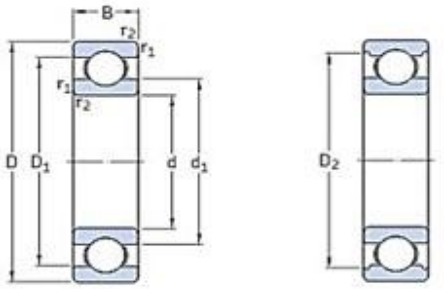
		Máquina motriz		
		Motor eléctrico	Turbina, máquina de émbolo pluricilíndrica	Máquina de émbolo monocilíndrica
Máquina operada	*Carga casi sin choques:* Generadores, montacargas ligeros, accionamientos auxiliares para máquinas herramientas	1	1,25	1,50
	Carga con choques moderados: Grúas, montacargas pesados, accionamientos principales de máquinas herramientas	1,25	1,50	1,75
	Carga con choques violentos: Impulsión de trenes de laminar, estampas, cizallas, bombas de émbolo, dragas	1,75	2,0	2,25

Valores de orientación para los coeficientes C_1 a C_3

Para		Coeficiente
Servicio	*Lubricación*	
Exento de polvo	I	$C_1 = 1$
Exento de polvo	II	$C_1 = 0,9$
No exento de polvo	II	$C_1 = 0,7$
No exento de polvo	III	$C_1 = 0,5$ hasta $v = 4$; $C_1 = 0,3$ hasta $v = 7$
Sucio	III	$C_1 = 0,3$ hasta $v = 4$; $C_1 = 0,15$ hasta $v = 4$
Sucio	IV	$C_1 = 0,15$ hasta $v = 4$
Cadenas de rodillos según DIN 8187		$C_2 = 1$
Cadenas de rodillos según DIN 8180 y 8188		$C_2 = 0,80$
Cadenas de rodillos según DIN 8181		$C_2 = 0,20$
Número de eslabones x de la cadena y relación de transmisión $j = z_2/z_1$		$C_3 = \left(\frac{n_c}{90}\,\frac{j}{j+1}\right)^{\frac{1}{2}}$

Fuente: (Calero, 1999, pág. 286)

Anexo 9. Selección de rodamientos SKF



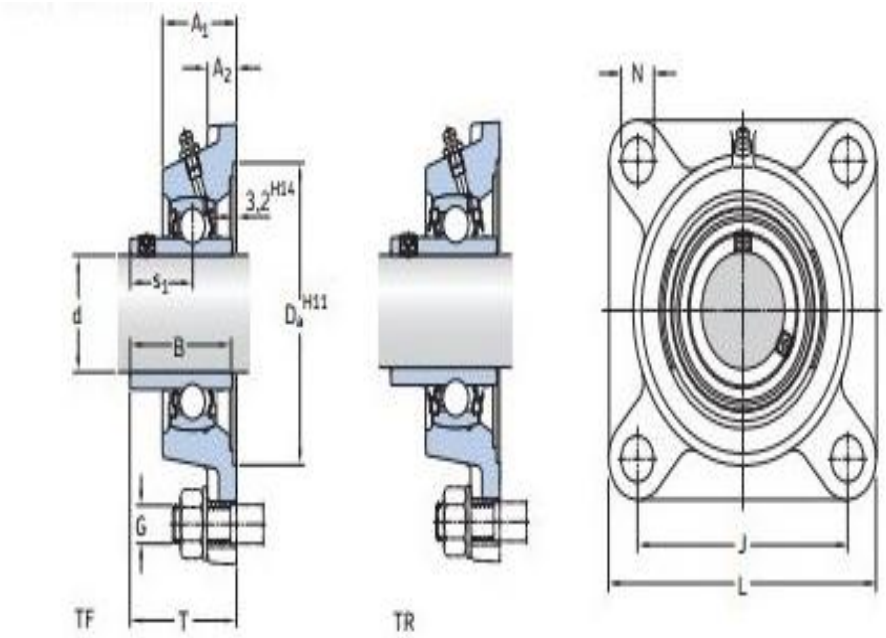
Dimensiones principales d	D	B	Capacidad de carga básica dinámica C	estática C_0	Carga límite de fatiga P_u	Velocidades Velocidad de referencia	Velocidad límite	Masa	Designación
mm			kN		kN	rpm		kg	–
3	10	4	0,54	0,18	0,007	130 000	80 000	0,0015	623
4	9	2,5	0,54	0,18	0,007	140 000	85 000	0,0007	618/4
	11	4	0,715	0,232	0,010	130 000	80 000	0,0017	619/4
	12	4	0,806	0,28	0,012	120 000	75 000	0,0021	604
	13	5	0,936	0,29	0,012	110 000	67 000	0,0031	624
	16	5	1,11	0,38	0,016	95 000	60 000	0,0054	634
5	11	3	0,637	0,255	0,011	120 000	75 000	0,0012	618/5
	13	4	0,884	0,34	0,014	110 000	67 000	0,0025	619/5
	16	5	1,14	0,38	0,016	95 000	60 000	0,0050	* 625
	19	6	2,34	0,95	0,04	80 000	50 000	0,0090	* 635
6	13	3,5	0,884	0,345	0,015	110 000	67 000	0,0020	618/6
	15	5	1,24	0,475	0,02	100 000	63 000	0,0039	619/6
	19	6	2,34	0,95	0,04	80 000	50 000	0,0084	* 626
7	14	3,5	0,956	0,4	0,017	100 000	63 000	0,0022	618/7
	17	5	1,48	0,56	0,024	90 000	56 000	0,0049	619/7
	19	6	2,34	0,95	0,04	85 000	53 000	0,0075	* 607
	22	7	3,45	1,37	0,057	70 000	45 000	0,013	* 627
8	16	4	1,33	0,57	0,024	90 000	56 000	0,0030	618/8
	19	6	1,9	0,735	0,031	80 000	50 000	0,0071	619/8
	22	7	3,45	1,37	0,057	75 000	48 000	0,012	* 608
	24	8	3,9	1,66	0,071	63 000	40 000	0,017	* 628
9	17	4	1,43	0,64	0,027	85 000	53 000	0,0034	618/9
	20	6	2,08	0,865	0,036	80 000	48 000	0,0076	619/9
	24	7	3,9	1,66	0,071	70 000	43 000	0,014	* 609
	26	8	4,75	1,96	0,083	60 000	38 000	0,020	* 629
10	19	5	1,38	0,585	0,025	80 000	48 000	0,0055	61800
	22	6	2,08	0,85	0,036	75 000	45 000	0,010	61900
	26	8	4,75	1,96	0,083	67 000	40 000	0,019	* 6000
	28	8	4,62	1,96	0,083	63 000	40 000	0,022	16100
	30	9	5,4	2,36	0,1	56 000	34 000	0,032	* 6200
	35	11	8,52	3,4	0,143	50 000	32 000	0,053	* 6300

Fuente: (SKF, SKF Rodamientos, 2014)

12	21	5	1,43	0,67	0,028	70 000	43 000	0,0063	61801
	24	6	2,25	0,98	0,043	67 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5,4	2,36	0,10	60 000	38 000	0,022	* 6001
	30	8	5,07	2,36	0,10	56 000	34 000	0,023	16101
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	* 6201
	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,060	* 6301
15	24	5	1,56	0,8	0,034	60 000	38 000	0,0074	61802
	28	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,025	* 16002
	32	9	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,030	* 6002
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	* 6202
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	* 6302
17	26	5	1,68	0,93	0,039	56 000	34 000	0,0082	61803
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,032	* 16003
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	40	9	9,56	4,75	0,2	38 000	24 000	0,048	98203
	40	12	9,95	4,75	0,2	38 000	24 000	0,065	* 6203
	40	12	11,4	5,4	0,228	38 000	24 000	0,064	6203 ETN9
	47	14	14,3	6,55	0,275	34 000	22 000	0,12	* 6303
	62	17	22,9	10,8	0,455	28 000	18 000	0,27	6403
20	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	37	9	6,37	3,65	0,156	43 000	26 000	0,038	61904
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	42	9	7,93	4,5	0,19	38 000	24 000	0,051	98204 Y
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	24 000	0,069	* 6004
	47	14	13,5	6,55	0,28	32 000	20 000	0,11	* 6204
	47	14	15,6	7,65	0,325	32 000	20 000	0,096	6204 ETN9
	52	15	16,8	7,8	0,335	30 000	19 000	0,14	* 6304
	52	15	18,2	9	0,38	30 000	19 000	0,14	6304 ETN9
	72	19	30,7	15	0,64	24 000	15 000	0,40	6404
22	50	14	14	7,65	0,325	30 000	19 000	0,12	62/22
	56	16	18,6	9,3	0,39	28 000	18 000	0,18	63/22

Fuente: (SKF, SKF Rodamientos, 2014)

Anexo 10. Selección de la chumacera



Dimensions											Basic load ratings		Fatigue load limit	Limiting speed	Designation
											dynamic	static		with shaft tolerance h6	Bearing unit
d	A_1	A_2	B	D_a	J	L	N	G	s_1	T	C	C_0	P_u		
mm											kN		kN	r/min	–
12	26	11	27,4	55,6	54	76	11,5	10	15,9	32,9	9,56	4,75	0,2	9 500	FY 12 TF
15	26	11	27,4	55,6	54	76	11,5	10	15,9	32,9	9,56	4,75	0,2	9 500	FY 15 TF
17	26	11	27,4	55,6	54	76	11,5	10	15,9	32,9	9,56	4,75	0,2	9 500	FY 17 TF
20	29,5	11	31	68,3	63,5	86	11,5	10	18,3	37,3	12,7	6,55	0,28	8 500	FY 20 TF
	25,5	12	31	68,3	64	86	12	10	18,3	33,3	12,7	6,55	0,28	8 500	FYJ 20 TF
	29,5	11	31	68,3	63,5	86	11,5	10	18,3	37,3	12,7	6,55	0,28	5 000	FY 20 TR
25	30	12	34,1	74,6	70	95	11,5	10	19,8	38,8	14	7,8	0,335	7 000	FY 25 TF
	27	14	34,1	74,6	70	95	12	10	19,8	35,8	14	7,8	0,335	7 000	FYJ 25 TF
	30	12	34,1	74,6	70	95	11,5	10	19,8	38,8	14	7,8	0,335	4 300	FY 25 TR
30	32,5	13	38,1	93,7	82,5	108	11,5	10	22,2	42,2	19,5	11,2	0,475	6 300	FY 30 TF
	31	14	38,1	93,7	83	108	12	10	22,2	40,2	19,5	11,2	0,475	6 300	FYJ 30 TF
	32,5	13	38,1	93,7	82,5	108	11,5	10	22,2	42,2	19,5	11,2	0,475	3 800	FY 30 TR
35	34,5	13	42,9	106,4	92	118	14	12	25,4	46,4	25,5	15,3	0,655	5 300	FY 35 TF
	34	16	42,9	106,4	92	118	14	12	25,4	44,4	25,5	15,3	0,655	5 300	FYJ 35 TF
	34,5	13	42,9	106,4	92	118	14	12	25,4	46,4	25,5	15,3	0,655	3 200	FY 35 TR
40	38,5	14	49,2	115,9	101,5	130	14	12	30,2	54,2	30,7	19	0,8	4 800	FY 40 TF
	36	16	49,2	115,9	102	130	16	14	30,2	51,2	30,7	19	0,8	4 800	FYJ 40 TF
	38,5	14	49,2	115,9	101,5	130	14	12	30,2	54,2	30,7	19	0,8	2 800	FY 40 TR

Fuente: (SKF, chumaceras de pared, 2015)

Anexo 11. Fuerzas teóricas para los cilindros neumáticos

CILINDROS - FUERZAS TEORICAS

SISTEMA ISO

$$F = P \times A$$

- A → Area del cilindro
- P → Presión de la línea
- F → Fuerza del cilindro

F1 = Fuerza en extensión - Newtons

F2 = Fuerza en retracción - Newtons

Diámetro		Presión Kgf/cm²								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	F1	5,7	8,5	11,3	14,1	17,0	19,8	22,6	25,5	28,3
	F2	4,2	6,4	8,5	10,6	12,7	14,9	17,0	19,1	21,2
10	F1	15,7	23,6	31,4	39,3	47,1	55,0	62,9	70,7	78,6
	F2	13,2	19,8	26,4	33,0	39,6	46,2	52,8	59,4	66,0
12	F1	23	34	45	57	68	79	91	102	113
	F2	17	25	34	42	51	59	68	76	85
16	F1	40	60	80	101	121	141	161	181	201
	F2	35	52	69	86	104	121	138	156	173
20	F1	63	94	126	157	189	220	251	283	314
	F2	53	79	106	132	158	185	211	238	264
25	F1	98	147	196	246	295	344	393	442	491
	F2	83	124	165	206	248	289	330	371	413
32	F1	161	241	322	402	483	563	644	724	805
	F2	138	207	277	346	415	484	553	622	691
40	F1	251	377	503	629	754	880	1.006	1.131	1.257
	F2	211	317	422	528	634	739	845	950	1.056
50	F1	393	589	786	982	1.179	1.375	1.571	1.768	1.964
	F2	330	495	660	825	990	1.155	1.320	1.485	1.650
63	F1	624	936	1.247	1.559	1.871	2.183	2.495	2.807	3.119
	F2	561	841	1.122	1.402	1.683	1.963	2.243	2.524	2.804
80	F1	1.006	1.509	2.011	2.514	3.017	3.520	4.023	4.526	5.029
	F2	908	1.361	1.815	2.269	2.723	3.176	3.630	4.084	4.538
100	F1	1.571	2.357	3.143	3.929	4.714	5.500	6.286	7.071	7.857
	F2	1.473	2.210	2.946	3.683	4.420	5.156	5.893	6.629	7.366
125	F1	2.455	3.683	4.911	6.138	7.366	8.594	9.821	11.049	12.277
	F2	2.294	3.442	4.589	5.736	6.883	8.031	9.178	10.325	11.472
160	F1	4.021	6.032	8.043	10.053	12.063	14.074	16.085	18.095	20.106
	F2	3.770	5.655	7.540	9.425	11.310	13.195	15.080	16.965	18.850
200	F1	6.283	9.424	12.566	15.708	18.849	21.991	25.132	28.274	31.416
	F2	6.031	9.047	12.062	15.078	18.094	21.109	24.125	27.141	30.157

AIRTAC 5

Fuente: (Airtac, 2015)

Anexo 12. Propiedades del PVC o tapacantos

TABLA A-8

Propiedades de diversos materiales
(A menos que se indique lo contrario, los valores se dan a 300 K)

Material	Densidad, ρ kg/m³	Conductividad térmica, k, W/m · K	Calor específico, c_p J/kg · K
Asfalto	2 115	0.062	920
Baquelita	1 300	1.4	1 465
Ladrillo refractario			
Ladrillo de cromita			
473 K	3 010	2.3	835
823 K	—	2.5	—
1173 K	—	2.0	—
Arcilla refractaria cocida			
1600 K			
773 K	2 050	1.0	960
1073 K	—	1.1	—
1373 K	—	1.1	—
Arcilla refractaria cocida			
1725 K			
773 K	2 325	1.3	960
1073 K	—	1.4	—
1373 K	—	1.4	—
Ladrillo de arcilla refractaria			
478 K	2 645	1.0	960
922 K	—	1.5	—
1478 K	—	1.8	—
Magnesita			
478 K	—	3.8	1 130
922 K	—	2.8	—
1478 K	—	1.9	—
Carne de pollo blanca (74.4% de contenido de agua)			
198 K	—	1.60	—
233 K	—	1.49	—
253 K	—	1.35	—
273 K	—	0.48	—
293 K	—	0.49	—
Arcilla seca	1 550	0.930	—
Arcilla mojada	1 495	1.675	—
Carbón mineral, antracita	1 350	0.26	1 260
Concreto (mezcla con piedra)	2 300	1.4	880
Corcho	86	0.048	2 030
Algodón	80	0.06	1 300
Grasa	—	0.17	—
Vidrio			
De ventana	2 800	0.7	750
Pyrex	2 225	1-1.4	835
Crown	2 500	1.05	—
Al plomo	3 400	0.85	—
Hielo			
273 K	920	1.88	2 040
253 K	922	2.03	1 945
173 K	928	3.49	1 460
Cuero para suela	998	0.159	—
Linóleo	535	0.081	—
	1 180	0.186	—
Mica	2 900	0.523	—
Papel	930	0.180	1 340
Plásticos			
Plexiglas	1 190	0.19	1 465
Teflón			
300 K	2 200	0.35	1 050
400 K	—	0.45	—
Lexan	1 200	0.19	1 260
Nylon	1 145	0.29	—
Polipropileno	910	0.12	1 925
Poliéster	1 395	0.15	1 170
PVC, vinilo	1 470	0.1	840
Porcelana	2 300	1.5	—
Caucho natural	1 150	0.28	—
Caucho vulcanizado			
Blando	1 100	0.13	2 010
Duro	1 190	0.16	—
Arena	1 515	0.2-1.0	800
Nieve reciente	100	0.60	—
Nieve, 273 K	500	2.2	—
Suelo seco	1 500	1.0	1 900
Suelo mojado	1 900	2.0	2 200
Azúcar	1 600	0.58	—
Tejido humano			
Piel	—	0.37	—
Capa de grasa	—	0.2	—
Músculo	—	0.41	—
Vaselina	—	0.17	—
Madera, perpendicular a la fibra			
De balsa	140	0.055	—
Abeto	415	0.11	2 720
Roble	545	0.17	2 385
Pino blanco	435	0.11	—
Pino amarillo	640	0.15	2 805
Madera, radial			
Roble	545	0.19	2 385
Abeto	420	0.14	2 720
Madera para barcos	145	0.05	—

Fuente: Los datos se recopilaron de diversas fuentes.

Fuente: (Cengel, 2007, pág. 853)

Anexo 13. Propiedades de los metales solidos

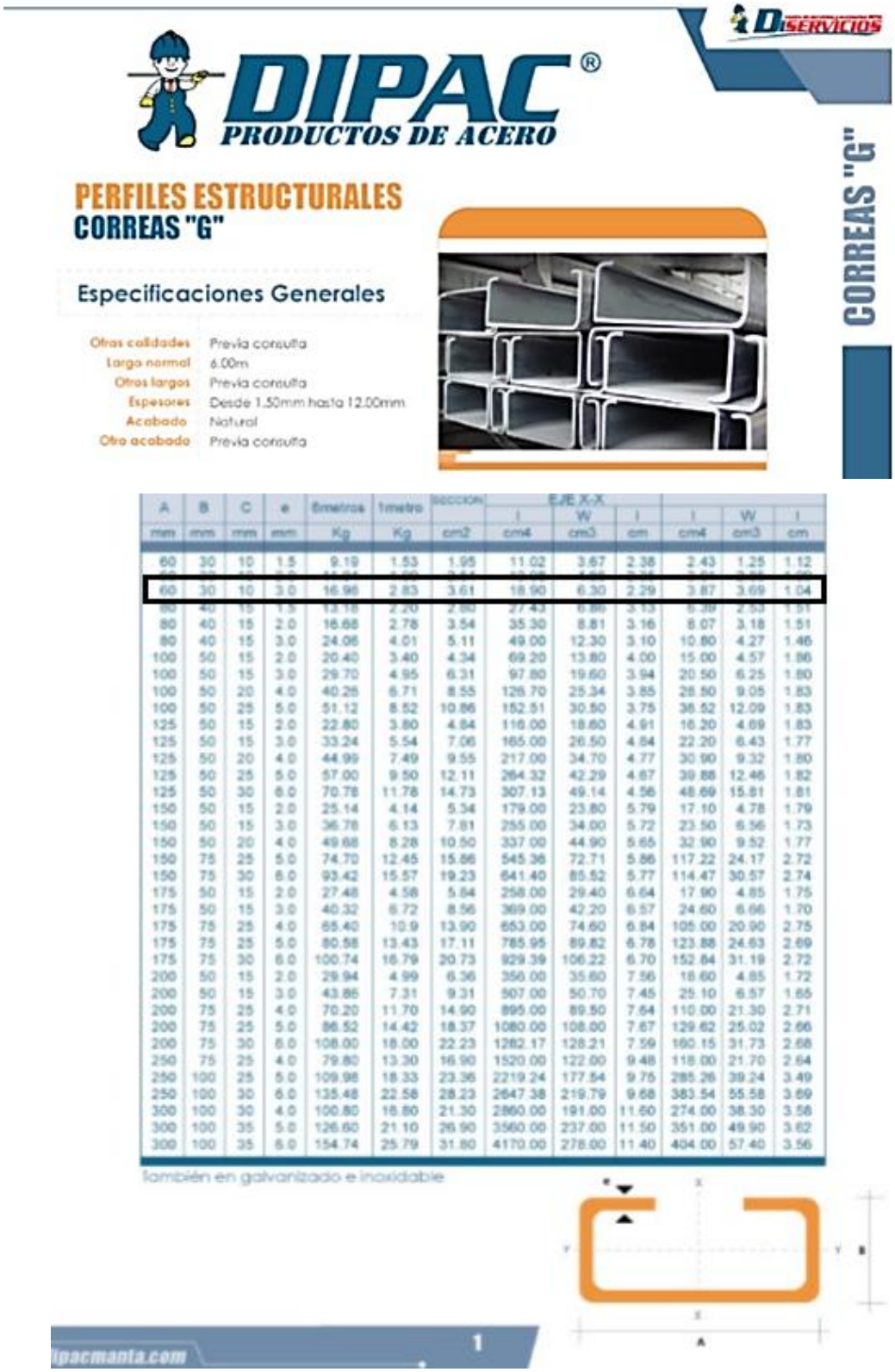
TABLA A-3

Propiedades de metales sólidos

Composición	Punto de fusión, K	Propiedades a 300 K: ρ kg/m³	c_p J/kg · K	k W/m · K	$\alpha \times 10^6$ m²/s	Propiedades a varias temperaturas (K), k(W/m · K)/c_p(J/kg · K): 100	200	400	600	800	1 000
Aluminio:											
Puro	933	2 702	903	237	97.1	302	237	240	231	218	
						482	798	949	1 033	1 146	
Aleación 2024-T6 (4.5% Cu, 1.5% Mg, 0.6% Mn)	775	2 770	875	177	73.0	65	163	186	186		
						473	787	925	1 042		
Aleación 195, fundido (4.5% Cu)		2 790	883	168	68.2			174	185		
Berilio	1 550	1 850	1 825	200	59.2	990	301	161	126	106	90.8
						203	1 114	2 191	2 604	2 823	3 018
Bismuto	545	9 780	122	7.86	6.59	16.5	9.69	7.04			
						112	120	127			
Boro	2 573	2 500	1 107	27.0	9.76	190	55.5	16.8	10.6	9.60	9.85
						128	600	1 463	1 892	2 160	2 338
Cadmio	594	8 650	231	96.8	48.4	203	99.3	94.7			
						198	222	242			
Cromo	2 118	7 160	449	93.7	29.1	159	111	90.9	80.7	71.3	65.4
						192	384	484	542	581	616
Cobalto	1 769	8 862	421	99.2	26.6	167	122	85.4	67.4	58.2	52.1
						236	379	450	503	550	628
Cobre:											
Puro	1 358	8 933	385	401	117	482	413	393	379	366	352
						252	356	397	417	433	451
Bronce comercial (90% Cu, 10% Al)	1 293	8 800	420	52	14		42	52	59		
							785	160	545		
Bronce al fósforo para engranes (89% Cu, 11% Sn)	1 104	8 780	355	54	17		41	65	74		
							—	—	—		
Latón para cartuchos (70% Cu, 30% Zn)	1 188	8 530	380	110	33.9	75	95	137	149		
							360	395	425		
Constantán (55% Cu, 45% Ni)	1 493	8 920	384	23	6.71	17	19				
						237	362				
Germanio	1 211	5 360	322	59.9	34.7	232	96.8	43.2	27.3	19.8	17.4
						190	290	337	348	357	375
Oro	1 336	19 300	129	317	127	327	323	311	298	284	270
						109	124	131	135	140	145
Iridio	2 720	22 500	130	147	50.3	172	153	144	138	132	126
						90	122	133	138	144	153
Hierro:											
Puro	1 810	7 870	447	80.2	23.1	134	94.0	69.5	54.7	43.3	32.8
						216	384	490	574	680	975
Armco (99.75% puro)		7 870	447	72.7	20.7	95.6	80.6	65.7	53.1	42.2	32.3
						215	384	490	574	680	975
Aceros al carbono:											
Simple al carbono (Mn ≤ 1%, Si ≤ 0.1%)		7 854	434	60.5	17.7			56.7	48.0	39.2	30.0
								487	559	685	1 169
AISI 1010		7 832	434	63.9	18.8			58.7	48.8	39.2	31.3
								487	559	685	1 168
Al carbono-silicio (Mn ≤ 1%, 0.1% < Si ≤ 0.6%)		7 817	446	51.9	14.9			49.8	44.0	37.4	29.3
								501	582	699	971

Fuente: (Cengel, 2007, pág. 844)

Anexo 14. Dimensiones de perfil



DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

DIsERVICIOS

CORREAS "G"

PERFILES ESTRUCTURALES
CORREAS "G"

Especificaciones Generales

Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.50mm hasta 12.00mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta

A	B	C	e	6metros	1metro	SECCION	EJE X-X					
							I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm2	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	3.0	16.98	2.83	3.61	18.90	6.30	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2.0	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3.0	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2.0	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3.0	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4.0	40.25	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83
100	50	25	5.0	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2.0	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3.0	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4.0	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5.0	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6.0	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2.0	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3.0	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4.0	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5.0	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6.0	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2.0	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75
175	50	15	3.0	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4.0	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5.0	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6.0	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2.0	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3.0	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4.0	70.20	11.70	14.90	895.00	89.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5.0	86.52	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.67	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6.0	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4.0	79.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5.0	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.26	39.24	3.49
250	100	30	6.0	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.69
300	100	30	4.0	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5.0	126.60	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6.0	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

También en galvanizado e inoxidable

ipacmanta.com 1

Fuente: (DIPAC, 2011)

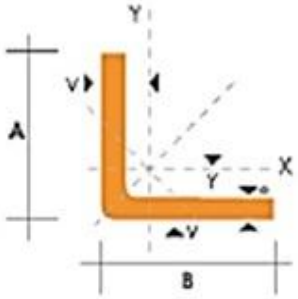
Anexo 15. Dimensiones de perfil

ANGULOS "L" DOBLADO

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

PERFILES ESTRUCTURALES
ANGULOS "L" DOBLADO
Especificaciones Generales

Norma	INEN 1 623:2000
Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6.0m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.5mm hasta 12.0mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta



DIMENSIONES			PESOS			EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U	EJE V-V
A	B	e	6 metros	1 metro	SECCION	I	W	I	X=Y	I	I
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm2	cm4	cm3	cm	cm	cm	cm
25	25	2	4.38	0.73	0.93	0.57	0.32	0.78	0.72	0.99	0.47
25	25	3	6.36	1.06	1.35	0.79	0.44	0.76	0.77	0.98	0.44
30	30	2	5.34	0.89	1.13	1.00	0.45	0.94	0.84	1.20	0.58
30	30	3	7.80	1.30	1.65	1.41	0.67	0.92	0.89	1.18	0.56
30	30	4	10.08	1.68	2.14	1.80	0.88	0.92	0.94	1.17	0.52
40	40	2	7.20	1.20	1.53	2.44	0.84	1.26	1.09	1.61	0.78
40	40	3	10.62	1.77	2.25	3.55	1.22	1.25	1.14	1.59	0.76
40	40	4	13.86	2.31	2.94	4.46	1.58	1.23	1.19	1.58	0.78
40	40	5	19.62	2.82	3.59	5.31	1.91	1.22	1.23	0.73	0.73
50	50	2	9.12	1.52	1.93	4.85	1.33	1.58	1.54	2.01	0.98
50	50	3	13.44	2.24	2.85	7.03	1.95	1.57	1.39	2.00	0.96
50	50	4	17.64	2.94	3.74	9.04	2.53	1.56	1.43	1.98	0.94
50	50	5	21.60	3.60	4.59	10.88	3.09	1.54	1.48	1.97	0.90
50	50	6	25.92	4.32	5.40	12.57	3.62	1.53	1.53	1.96	0.90
60	60	3	16.26	2.71	3.45	12.37	2.84	1.89	1.64	2.41	1.16
60	60	4	21.36	3.56	4.54	16.00	3.71	1.88	1.68	2.39	1.15
60	60	5	26.34	4.39	5.59	19.40	4.54	1.88	1.73	2.38	1.13
60	60	6	31.68	5.28	6.60	22.56	5.35	1.85	1.78	2.37	1.11
60	60	8	41.04	6.84	8.55	28.21	6.85	1.82	1.88	2.34	1.06
75	75	3	19.56	3.26	4.35	24.60	4.48	2.38	2.01	3.03	1.48
75	75	4	27.06	4.51	5.74	32.02	5.88	2.36	2.06	3.00	1.46
75	75	5	33.42	5.57	7.09	39.08	7.25	2.35	2.11	2.99	1.43
75	75	6	40.32	6.72	8.40	45.76	8.57	2.33	2.16	2.97	1.40
75	75	8	52.56	8.76	10.95	58.03	11.05	2.30	1.25	2.95	1.37
75	75	10	64.92	10.82	13.36	68.89	13.38	2.27	2.35	2.92	1.32
80	80	4	28.92	4.82	6.14	39.10	6.72	2.52	2.18	3.21	1.56
80	80	5	35.76	5.96	7.59	47.79	8.28	2.51	2.23	3.20	1.54
80	80	6	43.20	7.20	9.00	56.05	9.80	2.49	2.28	3.18	1.51
80	80	8	56.40	9.40	11.75	71.32	12.87	2.46	2.37	3.16	1.48
80	80	10	68.94	11.49	14.36	84.94	15.36	2.43	2.47	3.13	1.43
80	80	12	81.78	13.63	16.83	97.05	17.87	2.40	2.57	3.10	1.38

También en galvanizado e inoxidable - Medidas Especiales Bajo Pedido.

Fuente: (DIPAC, 2011)

Anexo 16. Dimensiones de perfil

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

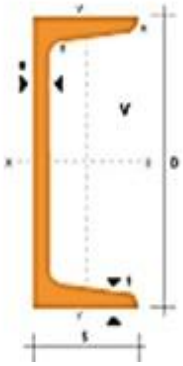
UPN

PERFILES LAMINADOS
UPN

Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m y 12.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta

DIMENSIONES							TIPOS					
DENOMINACION	h	a	g	t	R	R1	SECCION	PESOS	Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm4	cm2	kg/mt	cm4	cm4	cm3	cm3
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	925.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.00	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	6030.00	495.00	535.00	67.80



Fuente: (DIPAC, 2011)

Anexo 17. Dimensiones de tubo

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

CUADRADO

TUBO MECANICO
CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-513
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Largo normal	6,00m
Otros largos	Previa consulta
Dimensiones	Desde 1/2" a 2"
Espesor	Desde 0,60mm hasta 1,50mm

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm
12	0,8	0,30	0,37	0,09	0,14	0,48
12	1,0	0,37	0,50	0,11	0,18	0,47
15	0,8	0,36	0,45	0,15	0,20	0,58
15	1,0	0,45	0,61	0,20	0,26	0,57
20	0,8	0,49	0,61	0,38	0,38	0,79
20	1,0	0,60	0,83	0,50	0,50	0,77
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,85	1,05	0,58	0,58	0,74
25	0,8	0,61	0,77	0,76	0,61	0,99
25	1,0	0,76	1,05	1,00	0,80	0,98
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
30	0,8	0,74	0,93	1,33	0,89	1,19
30	1,0	0,92	1,27	1,77	1,18	1,18
30	1,2	1,09	1,35	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,47	1,15
40	0,8	0,99	1,25	3,21	1,61	1,60
40	1,0	1,23	1,71	4,32	2,16	1,59
40	1,2	1,47	1,86	4,68	2,34	1,59
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
50	1,2	1,84	2,34	9,30	3,72	1,99
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97

NOMENCLATURA

A= Area de la sección transversal del tubo, cm2
I= Momento de inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección, cm

Fuente: (DIPAC, 2011)

Anexo d.

Facturas

Costos de Facturas					
	Empresa o proveedor	**Factura**	**Fecha**	**Materia prima**	**Costo Total**
1	Maquinarias Henríquez C.A.	008-004-000008145	22/10/2015	Elem. Norm.	$ 118,69
2	Hugo Guerrero (H G B)	00149353	05/11/2015	Materiales	$ 42,63
3	Hugo Guerrero (H G B)	0001497084	13/11/2015	Materiales	$ 52,18
4	Hugo Guerrero (H G B)	000025122	29/12/2015	Materiales	$ 29,51
5	Hugo Guerrero (H G B)	000025378	12/01/2016	Materiales	$ 56,57
6	Hugo Guerrero (H G B)	000025602	20/01/2016	Materiales	$ 35,57
7	RODA	0036518	12/11/2015	Elem. Norm.	$ 9,00
8	RODA	0036338	19/11/2015	Elem. Norm.	$ 6,00
9	OXICORTES	0012452	27/0/2015	Materiales	$ 4,50
10	TECNOLEC	0002132	27/01/2016	Mat. Eléctrico	$ 44,00
11	TECNOLEC	0002134	30/01/2016	Mat. Eléctrico	$ 9,36
12	TECNOLEC	0002135	30/01/2016	Mat. Eléctrico	$8,50
13	Mundo de la Resistencia		03/02/2016	Resistencias	$ 70,00
14	ECUARESISTENCIA	002409	23/11/2015	Resistencia	$ 95,20
15	DIPAC		23/11/2015	Material	$ 145,02
16	NEUMAC	0000766	07/06/2016	Mat. Neumático	$ 29, 16
17	GERCASA S.A	0013692	07/06/2016	Mat. Neumático	$ 68,69
18	IMATIC S.A	000017171	07/06/2016	Mat. Neumático	$ 180,44
19	IMATIC S.A	000017175	08/06/2016	Mat. Neumático	$ 12,06
20	ECUAROLLERS	000003725	17/06/2016	Rodillo	$102,60
					$ 1.119,72

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Anexo e.

Fotografías

Perforaciones en plancha base

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Eje de transmisión de movimiento

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Eje guía (alojamiento)

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

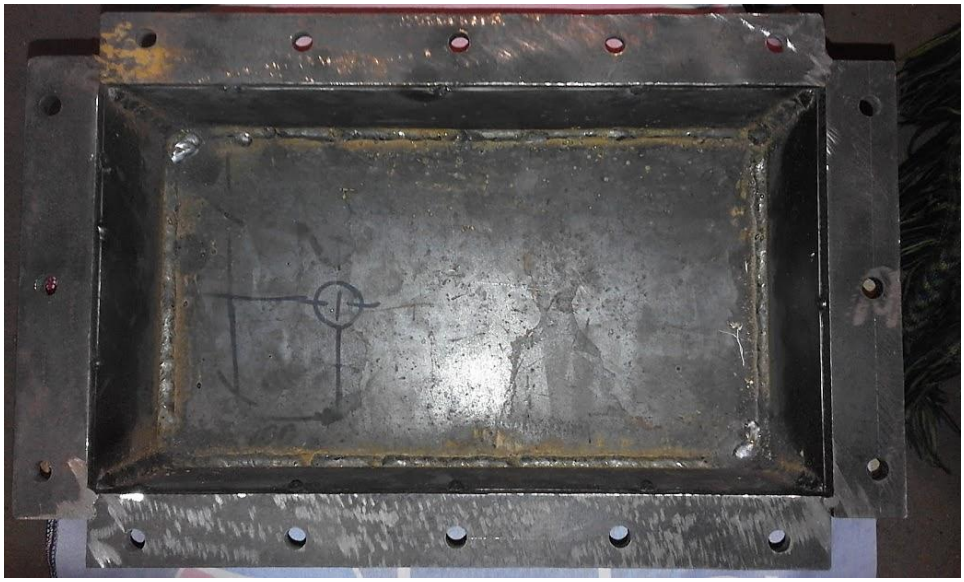
Eje moleteado de la cámara del dosificador

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Tapa superior del dosificador

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Depósito de pega



Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Realización de roscado

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Conexiones

Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

Ensamblado

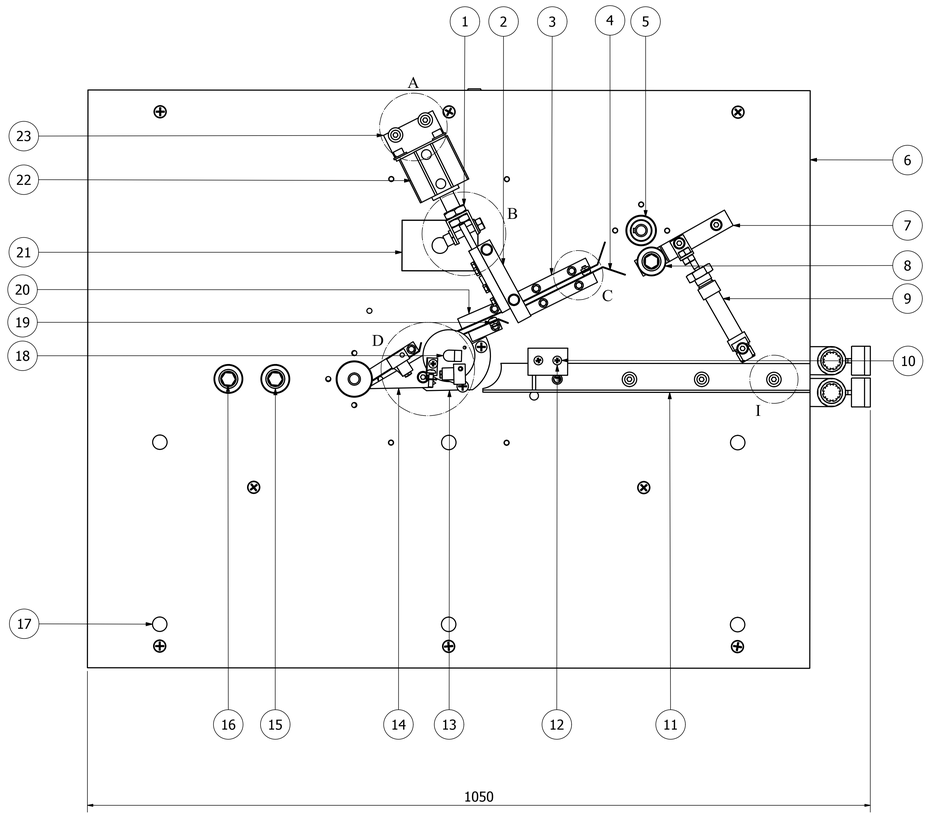
Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

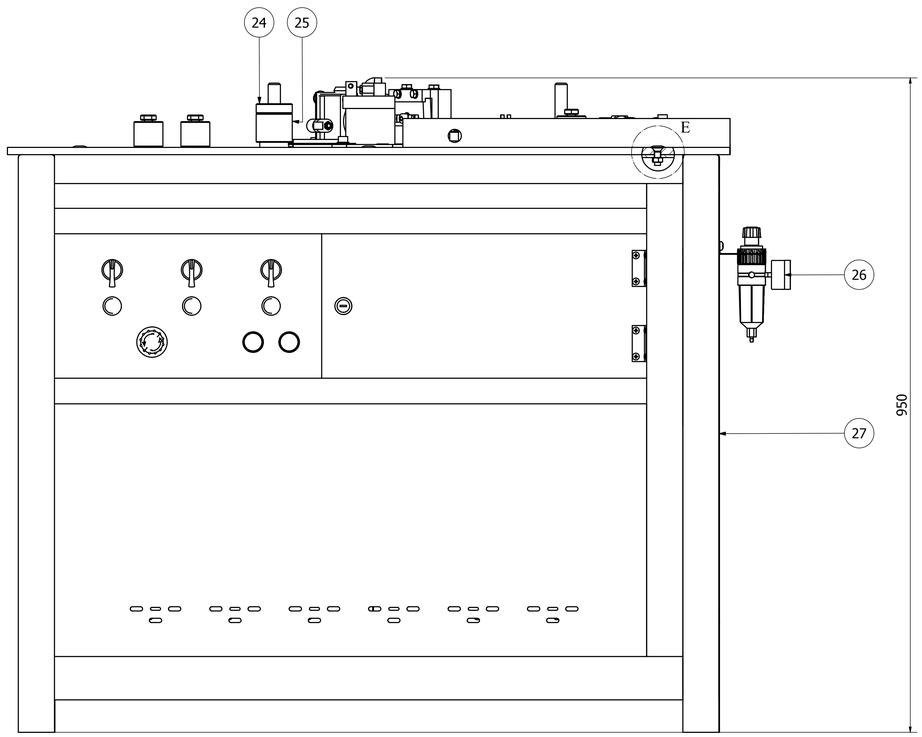
Enchapadora terminada

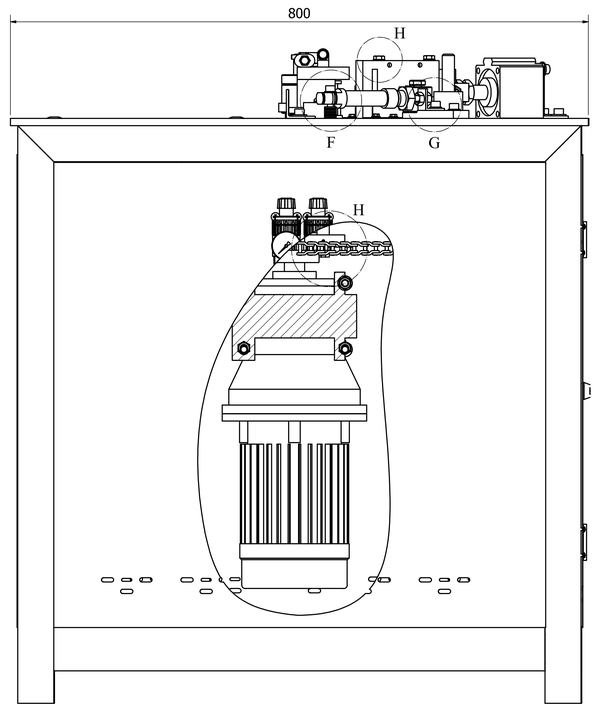
Elaborado por: J. Morocho y J. Tasintuña (2016)

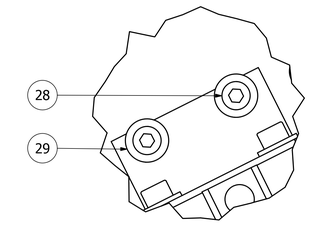
Anexo f.

Planos

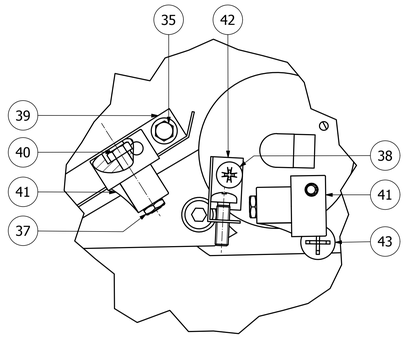




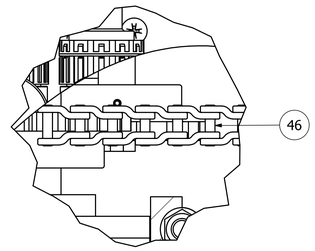




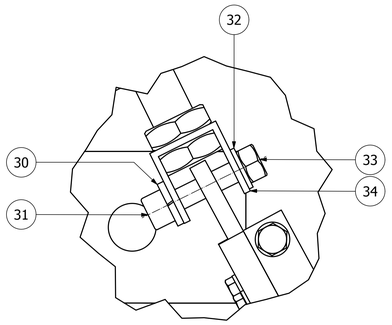
DETALLE "A"
Escala (1:1)



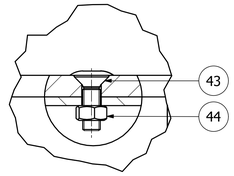
DETALLE "D"
Escala (1:1)



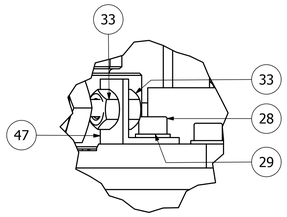
DETALLE "H"
Escala (1:1)



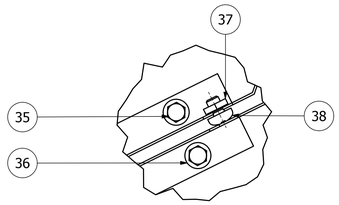
DETALLE "B"
Escala (1:1)



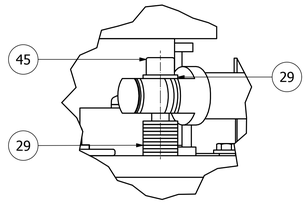
DETALLE "E"
Escala (1:1)



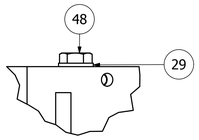
DETALLE "G"
Escala (1:1)



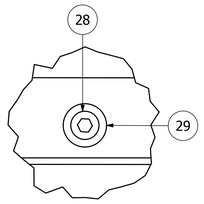
DETALLE "C"
Escala (1:1)



DETALLE "F"
Escala (1:1)



DETALLE "H"
Escala (1:1)



DETALLE "I"
Escala (1:1)

Peso de la echapadora de canto 120kg

Ref.	Denominación	Cant.	Norma	Local	Material	Dim. Brutas	Observaciones
48	Perno hexagonal	2	ISO 4017	7C	DIN 933	M8x90mm	Normalizado
47	Ángulo cilindro	1	10.3065 1695.00.23	7B	AISI 1010	30x30x3mm	------
46	Cadena 108	1	ISO 606	8A	DIN 8187	------	Normalizado
45	Perno allen	1	ISO 4762	6C	DIN 912	M8x35mm	Normalizado
44	Tuerca	6	ISO 4032	6B	DIN 934	M8	Normalizado
43	Perno cónico	11	ISO 7046	6B	DIN 965	M8x10mm	Normalizado
42	Placa regulador de goma	1	10.3065 1695.00.06	6A	AISI 1010	22x32x15	------
41	Regulador de cinta	2	10.3065 1695.00.18	6A	ALUMINIO	32x28x18mm	------
40	Perno hexagonal	2	ISO 4017	6A	DIN 933	M6x35mm	Normalizado
39	Guía cinta	1	10.3065 1695.00.17	6A	AISI 1010	90x28x73mm	------
38	Tornillo	3	ISO 7045	5C	DIN 7985	M6x10mm	Normalizado
37	Tuerca	2	ISO 4035	5C	DIN 934	M6	Normalizado
36	Arandela plana	7	ISO 7089	5C	DIN 125	Ø6.6x1.5mm	Normalizado
35	Perno hexagonal	7	ISO 4017	5C	DIN 933	M5x10mm	Normalizado
34	Perfil U cilindro	1	10.3065 1695.00.24	5B	AISI 1018	28x38x36mm	------
33	Tuerca	3	ISO 4035	5B	DIN 934	M10	Normalizado
32	Arandela plana	1	ISO 7089	5B	DIN 125	Ø10.5x1.5mm	Normalizado
31	Perno allen	1	ISO 4762	5B	DIN 912	M10x45mm	Normalizado
30	Arandela de presión	1	DIN 127	5B	AISI 1070	Ø10.5x1.5mm	Normalizado
29	Arandela plana	19	ISO 7089	5A	DIN 125	Ø8.4x1.5mm	Normalizado
28	Perno allen	22	ISO 4762	5A	DIN 912	M8x10mm	Normalizado
27	Conjunto estructura	1	10.3065 1695.00.09	4E	AISI 1018	790x970x792mm	------
26	Unidad de accionamiento	1	------	4E	------	200x200x65mm	Normalizado
25	Tuerca moleteada	1	10.3065 1695.00.01	3D	AISI 1018	Ø50x42mm	------
24	Tuerca moleteada	1	10.3065 1695.00.02	3D	AISI 1018	Ø50x15mm	------
23	Placa cilindro	1	10.3065 1695.00.22	2A	AISI 1010	78x78x42mm	------
22	Cilindro doble efecto	1	ISO 21287	2A	DIN 17440	SDAS 63x25-B	Normalizado
21	Tapa	1	10.3065 1695.00.21	2A	AISI 304	107x72x2mm	------
20	Guía de cinta	1	10.3065 1695.00.15	3B	AISI 1010	107x65x1.5mm	------
19	Guía de cinta	1	10.3065 1695.00.16	3B	AISI 1010	82x61x1.5mm	------
18	Resistencia tipo cartucho	1	------	2B	DIN 17440	Ø12x140mm	------
17	Remache cabeza de lenteja	5	------	2C	PA66	Ø20x10mm	------
16	Perno	3	10.3065 1695.00.20	2B	AISI 1018	M8x44mm	------
15	Rodamiento	6	DIN 625	2B	AISI 52100	Ø26xØ10x10mm	Normalizado
14	Guía de filo	1	10.3065 1695.00.19	3B	AISI 1010	106x46x1.5mm	------
13	Tapa caldero	1	10.3065 1695.00.11	3B	AISI 1018	Ø115x072x75mm	------
12	Tornillo	2	ISO 7045	3B	DIN 7985	M6x30mm	Normalizado
11	Ángulo de Guía	1	10.3065 1695.00.05	3B	AISI 1018	40x40x455mm	------
10	Sensor fin de carrera	1	------	3B	CERAMECO	70x74x22mm	------
9	Cilindro doble efecto	1	ISO MI 6432	3B	DIN 17440	MI 25x50	Normalizado
8	Rueda de nylon	3	10.3065 1695.00.04	3B	PA66	Ø42x37mm	------
7	Placa de presión	1	10.3065 1695.00.12	3A	AISI 1010	145x25x11mm	------
6	Placa base	1	10.3065 1695.00.10	4A	AISI 1010	1010x810x10mm	------
5	Conjunto ejes	2	10.3065 1695.00.03	3A	AISI 1018	Ø88x275mm	------
4	Guía de cinta	1	10.3065 1695.00.14	3B	AISI 1010	156x48x1.5mm	------
3	Guía de cinta	1	10.3065 1695.00.13	3B	AISI 1010	150x63x1.5mm	------
2	Conjunto Cuchilla	1	10.3065 1695.00.07	3B	AISI 1018	160x80x38,6mm	------
1	Tuerca	2	ISO 4035	2A	DIN 439	M20	Normalizado

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIBUJADO: Morocho E. ; Tasiguña J.	02 02 2016
		ESTUDIADO: Morocho E. ; Tasiguña J.	02 02 2016
		REVISADO: Ing. Alfonso Boada	02 02 2016
ENCHAPADORA DE CANTO	**ESC: 1:3**	**CÓDIGO: 10.3065 1695.00**	TOL. GNRL: