

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN DE
MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA OPTIMIZAR LA
OPERACIÓN DE CORTES RECTOS EN LA
MANUFACTURA DE MUEBLES EN MELAMINA”**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Presentado por: Bachiller Steve Alexander Palma Chauca , Bachiller Rodolfo

Christian Jesús Bravo

Lima – Perú

2012

A Dios, a mis padres y a toda mi familia que estuvo brindándome su apoyo.

Steve Alexander Palma Chauca.

*Dios, A mis padres y familiares que me brindaron su apoyo durante este tiempo,
a mis abuelos que en paz descansen gracias por sus consejos y a todos mis
amigos que siempre estuvieron apoyándome. Rodolfo Christian Jesús Bravo.*

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor el Ing. Víctor España, por su paciencia y guía todo este tiempo.

A nuestro profesor Ing. Geldres Muñoa, por sus consejos y su constante apoyo.

A nuestros padres por ser nuestra guía.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1 Identificación del problema.....	9
1.1.1 Problema General	9
1.1.2 Problemas Específicos.....	9
1.2 Justificación.....	10
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
1.4 Hipótesis General	11
1.4.1 Hipótesis específicos	11
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1 Antecedentes.....	12
2.2 Estudios anteriores sobre el tema en los últimos años.....	13
2.3 Marco Conceptual.....	18
2.3.1 Tipos de cortes rectos para madera.....	18
2.3.2 Control numérico computarizado	25
2.3.3 Introducción a la automatización.....	41
2.3.4 Componentes utilizados para automatizar una máquina	43
CAPITULO III: ASPECTOS OPERATIVOS	74
3.1 Ergonomía	74
3.1.1 Principios básicos de la ergonomía	77
3.1.2 Objetivos generales de la ergonomía.....	78
3.1.3 Descripción del puesto de trabajo.....	79
3.1.4 Descripción de la operación actual de corte recto de melamina.....	80
3.1.5 Diagramas de operación de corte recto de madera melamina.	81
3.1.6 Factores del riesgo de trabajo	85

3.1.7 La Postura.....	85
3.1.8 Iluminación.....	88
3.1.9 Ruido	88
3.1.11 “Disposición del reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo	89
DS-009-2005TR (Art - 40 y 50)”	89
3.2 Seguridad Industrial.....	90
3.2.1 Equipos de seguridad.....	92
3.2.2 Tipos de Trajes de Protección	93
3.2.3 Equipos de Protección Personal	98
3.3 Métodos de Trabajo.....	105
3.3.1 Técnicas para medir el trabajo.....	109
3.3.2 Requisitos del estudio de tiempos	109
3.3.3 Elementos del estudio de tiempos	110
3.3.4 “Equipo necesario para efectuar el estudio de tiempos”	111
CAPITULO IV: PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN MÁQUINA	
AUTOMATIZADA.....	113
4.1 Análisis del diseño de la máquina automatizada propuesta	113
4.2 Especificaciones técnicas de materiales, e indicaciones de su uso.....	117
4.3 Empresas Distribuidoras de partes y accesorios de máquina automatizada para cortar madera melamina.....	134
4.4 Ventajas de la máquina automatizada propuesta.....	147
4.5 Descripción de la operación de corte propuesto.....	149
4.6 Diagramas propuesto de la operación de corte recto de melamina	150
4.6.1 Diagrama propuesto de la operación del proceso (DOP)	150
4.6.2 Diagrama propuesto del análisis del proceso (DAP).....	152
4.7 Especificación y detalle del software requerido y su programación	154
4.8 Simulación de la operación de corte recto de la máquina automatizada propuesta	158
4.9 Plan de mantenimiento	159
4.10 Manual de ensamble de la máquina automatizada propuesta.....	170

4.11 Impacto ambiental aplicada a la máquina automatizada propuesta.....	182
4.12 Ergonomía aplicada a la máquina automatizada propuesta.....	183
4.13 Seguridad aplicada a la máquina automatizada propuesta	187
CAPITULO V: ANÁLISIS ECONOMICO.....	190
5.1 Inversión de la máquina automatizada propuesta.....	190
5.2 Cálculo de costos	195
5.3 Flujo Efectivo Neto Económico	202
5.4 Cálculos VAN, TIR, PRI.....	203
5.5 Rentabilidad de la máquina automatizada propuesta	205
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	208
6.1 Conclusiones.....	208
6.2 Recomendaciones	209
CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA	210
7.1 Bibliografía.....	210
ANEXOS	214
PLANOS Y DIAGRAMAS	214

INTRODUCCIÓN

En la industria manufacturera de muebles, desde tiempos muy remotos el hombre ha hecho de la madera un instrumento de trabajo, materia prima y un sin fin de utilidades, ya sea por su abundancia o por su práctico manejo para muchas labores, pero lo cierto es que siempre se ha tratado de hacer más fácil el trabajo, y en cuanto ha herramientas se refiere para trabajar madera, se han inventado y fabricado infinidad de estas aun antes de la industrialización.

De todo esto se puede deducir que la industria maderera se encuentra abarrotada de un sin fin de herramientas que facilitan sus labores, pero ninguna de las herramientas comercializadas hasta ahora poseen una automatización y aun no han eliminado la intervención de la mano humana mientras se realizan cortes en la madera, de lo que resta decir, que si bien estas herramientas para la industria maderera hasta ahora publicadas poseen partes mecánicas y electrónicas de actualidad, no poseen vinculo con el mundo sistematizado, que es lo que se pretende desarrollar e implantar en la industria maderera.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

La pérdida de tiempos en la operación de corte recto durante la elaboración de muebles en madera melamina es debido a que la máquina que se utiliza es semiautomática y el cambio de orientación del disco de corte requiere constantes paradas en la operación, lo cual ocurre durante toda la operación.

Estos paros ocasionan también una falta de normalización y estandarización de productos, por lo tanto, una baja eficiencia productiva en la empresa. Además, se debe mencionar que los operarios están expuestos a fatiga ya que tienen que trabajar de pie para poder coger las piezas cortadas y evitar su caída. Existe escaso desarrollo tecnológico en las máquinas de corte de madera melamina para esta actividad, por lo tanto se pierde oportunidades de poder competir en este mercado creciente.

1.1.1 Problema General

Deficiencia en la operación de corte recto de madera melamina, por falta de automatización y necesidad de una máquina que facilite la operación de corte recto de madera melamina.

1.1.2 Problemas Específicos

1. Riesgo para el operario (ser golpeado por las piezas cortadas o por la hoja de corte).
2. Tiempos muertos durante la operación de corte recto de madera melamina.
3. Al terminar la operación de corte, las piezas caen sin tener una buena recepción de este, dañando de esta manera su estructura.

4. Falta de precisión en el corte de las piezas.

1.2 Justificación

El diseño de esta máquina automatizada que se propone nace como fruto de la evaluación y posterior análisis de las acciones desarrolladas durante la operación de corte recto de madera melamina, para elaboración de muebles. Para ello se establece una serie de actividades orientadas principalmente a reducir los tiempos y disminuir la fatiga de los operarios.

Asimismo, la fatiga de un operario por jornada laboral se encuentra sobre los límites de tolerancia de esfuerzos pretendiendo disminuir las fatigas para que se ubiquen bajo los límites de tolerancia de esfuerzos.

También se pretende poder analizar el bienestar del trabajador en relación a una buena ergonomía. Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los factores relativos al contenido del trabajo, condiciones materiales, organización y carga del trabajo que, al incidir sobre el sistema, inciden también en la producción, calidad, seguridad y salud.

Por lo tanto esta máquina automatizada está dirigida a las micro y pequeñas empresas manufactureras de muebles de madera melamina, las cuales no cuentan con una máquina que facilite el corte recto de madera melamina, esta máquina automatizada será más eficiente y eficaz en la operación de corte recto de madera melamina, mejorando la productividad y reduciendo sus tiempos en la operación de corte.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Optimizar la operación de corte recto en la fabricación de muebles en madera melamina mediante el empleo de una máquina automatizada.

1.3.2 Objetivos específicos

Mitigar el riesgo de lesión o fatalidad debido a las caídas del material y el uso de equipos por parte del personal operativo.

Eliminar los tiempos muertos en la operación de corte.

Mejorar la calidad de las piezas cortadas logrando tener una homogeneidad con lo planificado.

Aumentar la productividad en la operación de corte.

1.4 Hipótesis General

La operación de corte recto en la manufactura de muebles de madera melamina es optimizado mediante el empleo de una máquina automatizada.

1.4.1 Hipótesis específicos

1. El riesgo de lesión de los operarios en la operación de corte recto en la manufactura de muebles de madera melamina, son mitigados mediante el empleo de una máquina automatizada.
2. Los tiempos muertos en la operación de corte recto en la manufactura de muebles de madera melamina, se eliminarán mediante el empleo de una máquina automatizada.
3. La calidad de las piezas en la operación de corte recto en la manufactura de muebles de madera melamina, se mejoran mediante el empleo de una máquina automatizada.
4. La productividad en la operación de corte recto en la manufactura de muebles de madera melamina, aumentará mediante el empleo de una máquina automatizada.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

En la industria manufacturera de muebles, desde tiempos muy remotos el hombre ha hecho de la madera un instrumento de trabajo, materia prima y un sin fin de utilidades, ya sea por su abundancia o por su práctico manejo para muchas labores, pero lo cierto es que siempre se ha tratado de hacer más fácil el trabajo, y en cuanto a herramientas se refiere para trabajar madera, se han inventado y fabricado infinidad de estas aun antes de la industrialización, por lo cual se mencionara alguna de ellas: (a) Cuchillos, cinceles y martillos para tallar entre los menos sofisticados y más antiguos; (b) Serruchos; (c) Papel de lija y limas metálicas para pulir y dar acabado a los trabajos, (d) Clavos, tornillos, grapas, y pegamento, para la unión de partes; (e) taladros; e infinidad de diversas máquinas para cortar madera, la cual es una herramienta de mesa que consiste en un disco cortante sujeto de un brazo mecánico movable para cortar la madera, todas estas máquinas están en el mercado a un alto costo y con sus accesorios de venta por separado. De todo esto se puede deducir que la industria maderera se encuentra abarrotada de un sin fin de herramientas que facilitan sus labores, pero ninguna de las herramientas comercializadas hasta ahora poseen una automatización y aun no han eliminado la intervención de la mano humana mientras se realizan cortes en la madera, de lo que resta decir, que si bien estas herramientas para la industria maderera hasta ahora publicadas poseen partes mecánicas y electrónicas de actualidad, no poseen vinculo con el mundo sistematizado, que es lo que se pretende desarrollar e implantar en la industria maderera.

“La automatización de un proceso industrial, (máquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen comportamiento.”¹

2.2 Estudios anteriores sobre el tema en los últimos años

Generalidades en las Operaciones de corte de madera de las Empresas manufactureras de muebles.

Manual de investigación DECO, (2005), Empresa maderera con máquina de corte convencional

Para la manufactura de un mueble, en una empresa maderera convencional se realiza los siguientes pasos:

Elaboración de los cortes, Canteado de Madera, Sacado de Grueso, Rajado de Ancho, Corte de Presa Exacto o Final.(ver figura. 1)

El lijado de las piezas juega un papel importante en la terminación del mueble y debe realizarse antes del ensamble para evitar luego pequeños detalles que puedan dañar la apariencia del mueble.(ver figura 2)

Luego se prosigue haciendo las piezas necesarias para armar el mueble como el escoplado,el conformado, el espigado, etc. (ver figura 3)

¹ García E. (1999).” *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*”. España: Centro de Formación de Postgrado-CFP-CERES-UFV.

Luego se prosigue con el ensamble del mueble.(ver figura 4)

Figura 1: Corte de la madera



Fuente: Guía de procesamiento industrial.(PROMPEX)

Figura 2: Lijado de piezas de madera



Fuente: Guía de procesamiento industrial.(PROMPEX)

Figura 3: Conformado de piezas



Figura 4: Ensamble del mueble



Con el presente documento se concluye que el trabajo que realiza el operario es manual. Fuente: Guía de procesamiento industrial.(PROMPEX) y en Fuente: Guía de procesamiento industrial.(PROMPEX) es una parte de las diferentes operaciones para elaborar un mueble.

Manual de investigación de trabajos para máquinas sector maderero,(2010),Empresa maderera con máquina de corte semiautomático

En esta empresa el operario maneja un equipo de corte semiautomático como se puede apreciar en la siguiente figura

Figura 5: Corte vertical



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro

“Esta máquina es semiautomática de corte en los ejes vertical y horizontal, pero como se puede observar el operario tiene que alinear el tablero de madera según la medida de corte, encender la máquina y desplazar el disco de corte en el eje vertical o eje horizontal.

Un problema que se pudo observar es que al pasar de un corte del eje vertical al eje horizontal se hace una parada ya que se necesita que gire el disco 90 grados para realizar el corte.

Esta máquina realiza dos tipos cortes uno en el eje vertical y otro en el eje horizontal.”²

Figura 6: Corte eje vertical



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro

Figura 7: Corte eje horizontal



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro

² Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales (2011). “Máquinas sector madera”. España: Manual de Instrucciones de Trabajo Seguro.

La posición del tablero a cortar es vertical, en el cual se pudo observar que ocurría un problema, ya que el operario al realizar un corte, la pieza cortada cae por gravedad sobre el operario, afectando su integridad física.

Figura 8: Pieza de madera cortada cae sobre el operario



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro

Con el presente documento se concluye que el trabajo que realiza el operario es manual, por lo tanto genera retraso y demoras en la entrega de pedidos, esta operación es una parte de las diferentes operaciones para elaborar un mueble.

Sanchez R.(2008), en su tesis de grado denominada, "*Diseño y construcción de un router CNC para la fabricación de puertas de MDF*", el proceso actual de fabricación de puertas de madera un obrero tarda un día laborable en la fabricación por unidad tomando en cuenta que el proceso se inicia en la selección y el corte del tipo de madera y termina en el ensamblaje, según estas condiciones actuales, la producción de puertas de madera se realiza en un tiempo demasiado extenso, lo que provoca un incremento en el precio de venta y un decremento en la oferta, por lo tanto se diseñara y se construira un router cnc para la manufactura de puertas de MDF, se podra fabricar en serie los diversos tipos de puertas comercializados en el mercado.

Peláez M.(2009), en su tesis de grado denominado,"*Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera*", trata sobre el desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera con el fin de determinar planes de acción que ayuden a identificar los principales problemas del área y darle solución. Para lograr la identificación de problemas fue necesario tener reuniones diarias con el jefe de planta de la empresa para así plantear las expectativas del estudio, posteriormente se realizó el estado actual de la empresa en el cual se identificó los principales tipos de desperdicios, una vez que estos fueron identificados se continua con la priorización y de esta manera se determinó qué técnicas son necesarias para lograr eliminarlos, la elección de la técnica más apropiada se la realizó de manera conjunta con los representantes de la empresa para así lograr establecer la mejor opción que ayudará a resolver los problemas que actualmente están presentes. La técnica 5`S es la herramienta seleccionada para dar solución a los problemas actuales, los cinco pasos que contempla esta técnica son: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Con esta implementación se espera que los problemas y desperdicios del área sean eliminados de manera eficiente y que se logre cumplir con una de las expectativas planteadas que es mejorar la productividad en la fabricación de puertas de madera.

Mora R. (2007), en su tesis de grado denominado," *Análisis para la mejora del proceso de producción de lápices de madera en una empresa mexicana*", se analizó el proceso de producción de lápices cosméticos de madera en una empresa mexicana. Con el objetivo de hacer más eficiente el proceso de producción (maximización en la utilización de materia prima y tiempo) y mejorar la calidad del producto final. Para lo cual se utilizó un enfoque de ruta de calidad del sistema de producción. La finalidad del trabajo es ayudar a la empresa productora de lápices de madera a detectar los puntos clave que hacen que su proceso no sea el más efectivo, provocando baja producción, producto de mala calidad y por ende un margen de perdida económica.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Tipos de cortes rectos para madera

2.3.1.1 Corte en sierra radial

“Mediante esta operación mecanizada de “trozado o despuntado” la madera se asierra para obtener piezas más pequeñas, se da el corte transversal a la tabla según la longitud requerida o su múltiplo.

Es importante eliminar en esta etapa las partes de la madera que presenten rajaduras y alabeos o deformaciones. Es muy probable que el defecto disminuya cuando las piezas son más cortas. Los discos pueden ser de acero rápido.”³

Indicadores para la calificación del trozado o despuntado: (ver figura)



Fuente: Guía de procesamiento industrial

Operario calificado.

El número de dientes debe estar en función al diámetro del disco, las dimensiones y tipo de pieza a cortar; la velocidad y al tipo de corte (el corte fino con 52 a 60 dientes para conseguir un corte limpio, que facilitará posteriormente el lijado, o menos dientes para piezas menos pulidas que se ubican en zonas no visibles en el mueble).

³ Sibile A. (2004).”Fabricación de muebles de madera”. Perú: Guía de procesamiento industrial (PROMPEX).

Ángulo del cuerpo del diente, con traba o triscado.

Forma, paso, esfuerzo de corte y altura del diente.

Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.

Dinámica del corte como velocidad de avance, mordida y potencia de máquina.

2.3.1.2 Corte en sierra circular

Las sierras circulares móviles son utilizadas para cortar la manta determinando la longitud del tablero y también son utilizadas para perfilar el ancho de la manta.

“Mediante esta operación, se obtiene el ancho requerido de la tabla. En esta etapa se deberá tener cuidado de eliminar las piezas que todavía conservan rastros de corteza, albura, aristas faltantes y nudos. Los discos deberán ser de widia-carburo de tungsteno.”⁴

Indicadores para la calificación del corte circular o canteado: (ver figura)

Operario calificado.

Dinámica del corte como velocidad de avance, mordida y potencia de máquina.

Figura10: Corte en sierra circular



⁴ Sibile A. (2004). "Fabricación de muebles de madera". Perú: Guía de procesamiento industrial (PROMPEX).

Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos esfuerzo de corte.

Ángulo del cuerpo del diente, traba o triscado.

Forma, paso y altura del diente.

Número de dientes en función:

Al diámetro del disco.

A las dimensiones de la pieza a cortar.

Al tipo de corte. Para un corte rápido deberá oscilar entre 30 y 45 dientes, considerando que al producir muebles finos, cada pieza debe ser garlopeada o regruesada, lijada y acabada.

2.3.1.3 Corte en garlopa o planeadora

Mediante esta operación mecanizada de «garlopeado» se trata de enderezar la tabla, eligiéndose la mejor sección de cara y canto para escuadrarla con un ángulo de 90°.

Indicadores para la calificación del garlopeado o planeadora: (ver figura)

Operario calificado con experiencia en visualizar los defectos y seleccionar las piezas para enderezarlas a escuadra.

Profundidad de corte (qué tanto se desbasta 1 ó 2 líneas).

Ángulo de corte.

Esfuerzo de corte.

Dinámica del corte como velocidad de avance: A madera más dura el avance es más lento.

Mordida y potencia de máquina.

Figura 11: Corte en



Fuente: Guía de procesamiento industrial

2.3.1.4 Corte en sierra escuadradora

“Operación mecanizada mediante la cual los listones son cortados en su medida terminada en cuanto a su longitud se refiere. También se le conoce como cabeceado final, escuadrado o corte exacto.”⁵

Indicadores para la calificación del escuadrado: (ver figura)

Operario calificado

El número de dientes debe estar en función al diámetro del disco.

⁵ Sibile A.(2004).”Fabricación de muebles de madera”. Perú: Guía de procesamiento industrial (PROMPEX).

Figura 12: Corte en sierra



Fuente: Guía de procesamiento industrial

La velocidad y al tipo de corte (corte fino con 52 a 60 dientes para conseguir un corte limpio, que facilitará posteriormente el lijado o un número menor de dientes para pieza menos pulidas que se ubican en zonas no visibles en el mueble).

Ángulo del cuerpo del diente, con traba o triscado.

Forma, paso y altura del diente.

Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.

Dinámica del corte, como velocidad de avance, mordida y potencia de máquina.

2.3.1.5 Corte en regruesadora o cepilladora

“La herramienta de cepillado fundamental en esta máquina es un árbol porta cuchillas, que es de sección cilíndrica y posee generalmente 3 ó 4 cuchillas fijadas al mismo. Es capaz de obtener una superficie plana paralela a otra anteriormente preparada y a una distancia prefijada de esta.”⁶

Indicadores para la calificación del cepillado: (ver figura)

⁶ Pinto M.(2008).”Fabricación de muebles de madera”. España: Guía de buenas prácticas en la industria de la madera y el mueble.

Operario calificado con experiencias en cepillar diferentes tipos de piezas, evitar ingresar la madera alzada, ya que malogra la punta y desperdicia madera, deja rastros en la superficie de las piezas como quemado, marcas por mala alimentación, zonas comprimidas, hebras levantadas o arrancadas.



Fuente: Guía de procesamiento industrial

Profundidad de corte (qué tanto se desbasta hasta que la madera esté perfectamente recta).

Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.

Dinámica del corte como velocidad de avance: A más dura el avance es madera más lento.

Mordida y potencia de máquina (evitar riesgos de accidentes, no se debe cepillar piezas de madera con rajaduras, es mejor recortarla, si presenta arqueadura ver qué cara cepillar, eliminar piezas con hebra inclinada con tendencia a romperse).

Esfuerzo de corte (cepillar siguiendo la dirección de la hebra, nunca en contra hilo).

Cepillado manual por tipo de acabado específico, hay que tener en cuenta el ángulo de corte de la cuchilla (para maderas de grano encontrado se voltea la cuchilla al revés para cepillarla).

2.3.1.6 Corte en sierra de cinta

El caso de las sierras de cinta es difícil la captación debido a la presencia de obstáculos en la zona de producción de serrín (particularmente, la guía de la cinta y las piezas de fijación). No obstante, la dirección de las proyecciones de las partículas es privilegiada, ya que son verticales descendentes y permiten utilizar la gravedad, en la medida de lo posible, para la captación de las mismas.

“Operación mecanizada que permite efectuar cortes rectos y en curva aprovechando la flexibilidad que le otorga la hoja sinfín debidamente estelitada, de lo contrario se tendrán recortes toscos y con «gradas» acentuadas. El ancho de la cinta está en función al espesor de la tabla a cortar y a la configuración del corte. Cuanto más curvado sea la dirección del corte, más angosta deberá ser la hoja.”⁷

Indicadores para la calificación de los cortes con sierra de cinta: (ver figura)

Operario con experiencias en diferentes tipos de piezas rectas o curvas, tipo de trabajo que se realiza.

Ángulo de herramienta formado por el cuerpo del diente, traba o triscado.

Forma, paso y altura del diente.

Ángulo de corte: A mayor ángulo se necesita menos fuerza de corte.

Dinámica del corte como velocidad de avance, potencia de máquina, mordida.

Esfuerzo de corte.

Figura 14: Corte en sierra de cinta

⁷ Sibile A.(2004).”Fabricación de muebles de madera”. Perú: Guía de procesamiento industrial (PROMPEX).



Fuente: Guía de procesamiento industrial

2.3.2 Control numérico computarizado

La máquina herramienta ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo hasta el punto que no es una exageración decir que la tasa del desarrollo de máquinas herramientas gobierna directamente la tasa del desarrollo industrial.

Gracias a la utilización de la máquina herramienta se ha podido realizar de forma práctica, maquinaria de todo tipo que, aunque concebida y realizada, no podía ser comercializada por no existir medios adecuados para su construcción industrial.

Así, por ejemplo, si para la mecanización total de un número de piezas fuera necesario realizar las operaciones de fresado, mandrinado y perforado, es lógico que se alcanzaría la mayor eficacia si este grupo de máquinas herramientas estuvieran agrupadas, pero se lograría una mayor eficacia aún si todas estas operaciones se realizaran en una misma máquina. Esta necesidad, sumada a numerosos y nuevos requerimientos que día a día aparecieron forzaron la utilización de nuevas técnicas que replazarán al operador humano.

De esta forma se introdujo el control numérico en los procesos de fabricación, impuesto por varias razones:

Necesidad de fabricar productos que no se podían conseguir en cantidad y calidad suficientes sin recurrir a la automatización del proceso de fabricación.

Necesidad de obtener productos hasta entonces imposibles o muy difíciles de fabricar, por ser excesivamente complejos para ser controlados por un operador humano.

Necesidad de fabricar productos a precios suficientemente bajos.

Inicialmente, el factor predominante que condicionó todo automatismo fue el aumento de productividad. Posteriormente, debido a las nuevas necesidades de la industria aparecieron otros factores no menos importantes como la precisión, la rapidez y la flexibilidad.

Hacia 1942 surgió lo que se podría llamar el primer control numérico verdadero, debido a una necesidad impuesta por la industria aeronáutica para la realización de hélices de helicópteros de diferentes configuraciones.

2.3.2.1 Introducción al Cad/Cam

CAD/CAM, proceso en el cual se utilizan los ordenadores o computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos. Éstos pueden fabricarse más rápido, con mayor precisión o a menor precio, con la aplicación adecuada de tecnología informática.

Los sistemas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD, acrónimo de Computer Aided Design) pueden utilizarse para generar modelos con muchas, si no todas, de las características de un determinado producto. Estas características podrían ser el tamaño, el contorno y la forma de cada componente, almacenados como dibujos bidimensionales y tridimensionales. Una vez que estos datos dimensionales han sido introducidos y almacenados en el sistema informático, el diseñador puede manipularlos

o modificar las ideas del diseño con mayor facilidad para avanzar en el desarrollo del producto.

Además, pueden compartirse e integrarse las ideas combinadas de varios diseñadores, ya que es posible mover los datos dentro de redes informáticas, con lo que los diseñadores e ingenieros situados en lugares distantes entre sí pueden trabajar como un equipo. Los sistemas CAD también permiten simular el funcionamiento de un producto. Hacen posible verificar si un circuito electrónico propuesto funcionará tal y como está previsto, si un puente será capaz de soportar las cargas pronosticadas sin peligros e incluso si una salsa de tomate fluirá adecuadamente desde un envase de nuevo diseño.

Cuando los sistemas CAD se conectan a equipos de fabricación también controlados por ordenador conforman un sistema integrado CAD/CAM (CAM, acrónimo de Computer Aided Manufacturing).

La Fabricación Asistida por Ordenador ofrece significativas ventajas con respecto a los métodos más tradicionales de controlar equipos de fabricación con ordenadores en lugar de hacerlo con operadores humanos. Por lo general, los equipos CAM conllevan la eliminación de los errores del operador y la reducción de los costes de mano de obra. Sin embargo, la precisión constante y el uso óptimo previsto del equipo representan ventajas aún mayores. Por ejemplo, las cuchillas y herramientas de corte se desgastarán más lentamente y se estropearían con menos frecuencia, lo que reduciría todavía más los costos de fabricación.

Frente a este ahorro pueden reducirse más los costos de bienes de capital o las posibles implicaciones sociales de mantener la productividad con una reducción de la fuerza de trabajo. Los equipos CAM se basan en una serie de códigos numéricos, almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de fabricación. Este Control Numérico por Computadora (CNC) se obtiene describiendo las operaciones de

la máquina en términos de los códigos especiales y de la geometría de formas de los componentes, creando archivos informáticos especializados o programas de piezas. La creación de estos programas de piezas es una tarea que, en gran medida, se realiza hoy día por software informático especial que crea el vínculo entre los sistemas CAD y CAM.

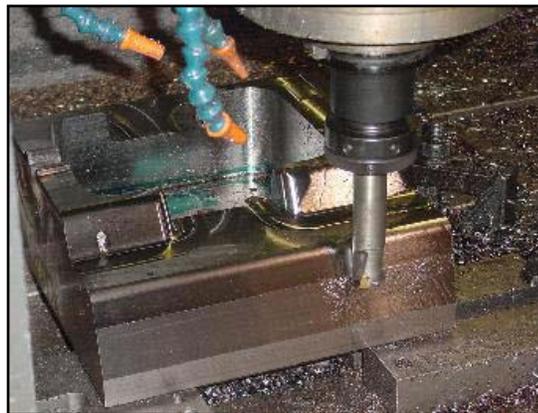
2.3.2.2 Introducción al control numérico computarizado

“El CNC tuvo su origen a principios de los años cincuenta en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora.

En esta época las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mayor que el de la máquina.

Hoy día las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria: tornos, rectificadoras, eletroerosionadoras, máquinas de coser, etc.”⁸

Figura 15: Mecanizado en fresadora CNC



Fuente: Introducción al CNC (Ingeniería Industrial – UPIICSA)

⁸ <http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml>

CNC significa "control numérico computarizado", en una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los tres ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos moldes y troqueles.

“En una máquina CNC una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola. Esto permite aprovechar mejor el tiempo del personal para que sea más productivo.”⁹

El término “control numérico” se debe a que las órdenes dadas a la máquina son indicadas mediante códigos numéricos.

Por ejemplo, para indicarle a la máquina que mueva la herramienta describiendo un cuadrado de 10 mm por lado se le darían los siguientes códigos:

G90 G71

G00 X0.0 Y0.0

G01 X10.0

G01 Y10.0

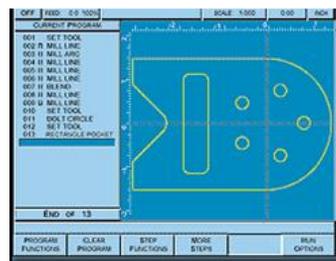
G01 X0.0

⁹ <http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml>

G01 Y0.0

Un conjunto de órdenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las órdenes o instrucciones adecuadas a la máquina, ésta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en alto-relieve o bajo-relieve, un grabado artístico un molde de inyección de una cuchara o una botella, etc.

Figura 16: Programa de ejecución en fresadora



Fuente: Introducción al CNC (Ingeniería Industrial – UPIICSA)

Al principio hacer un programa de maquinado era muy difícil y tedioso, pues había que planear e indicarle manualmente a la máquina cada uno de los movimientos que tenía que hacer.

Era un proceso que podía durar horas, días, semanas. Aún así era un ahorro de tiempo comparado con los métodos convencionales. Actualmente muchas de las máquinas modernas trabajan con lo que se conoce como “lenguaje conversacional” en el que el programador escoge la operación que desea y la máquina le pregunta los datos que se requieren. Cada instrucción de este lenguaje conversacional puede representar decenas de códigos numéricos.

Por ejemplo, el maquinado de una cavidad completa se puede hacer con una sola instrucción que especifica el largo, alto, profundidad, posición, radios de las esquinas, etc. Algunos controles incluso cuentan con gráficos en pantalla y funciones de ayuda geométrica. Todo esto hace la programación mucho más rápida y sencilla.

También se emplean sistemas CAD/CAM que generan el programa de maquinado de forma automática. En el sistema CAD (diseño asistido por computadora) la pieza que se desea maquinar se diseña en la computadora con herramientas de dibujo y modelado sólido.

Posteriormente el sistema CAM (manufactura asistida por computadora) toma la información del diseño y genera la ruta de corte que tiene que seguir la herramienta para fabricar la pieza deseada; a partir de esta ruta de corte se crea automáticamente el programa de maquinado, el cual puede ser introducido a la máquina mediante un disco o enviado electrónicamente.

2.3.2.3 Control numérico en la ingeniería industrial

Se considera control numérico a todo dispositivo capaz de dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, en el que las órdenes relativas a los desplazamientos del móvil son elaboradas en forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas definidas, bien manualmente o por medio de un programa.

2.3.2.4 Ventajas del control numérico

Las ventajas, dentro de los parámetros de producción explicados anteriormente son:

Posibilidad de fabricación de piezas imposibles o muy difíciles.

Gracias al control numérico se han podido obtener piezas muy complicadas como las superficies tridimensionales necesarias en la fabricación de aviones.

Seguridad: El control numérico es especialmente recomendable para el trabajo con productos peligrosos.

Precisión: Esto se debe a la mayor precisión de la máquina herramienta de control numérico respecto de las clásicas.

Aumento de productividad de las máquinas: Esto se debe a la disminución del tiempo total de mecanización, en virtud de la disminución de los tiempos de desplazamiento en vacío y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.

Reducción de controles y desechos. Esta reducción es debida fundamentalmente a la gran fiabilidad y repetitividad de una máquina herramienta con control numérico. Esta reducción de controles permite prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la subsiguiente reducción de costos y tiempos de fabricación.

Podríamos decir, que los elementos componentes de una máquina con CNC, son:

- a.- La unidad de gobierno.
- b.- Los servomecanismos.
- c.- Los transductores.
- d.- Dispositivos para el cambio de herramientas.
- e.- Husillos y ejes de trabajo y avances.

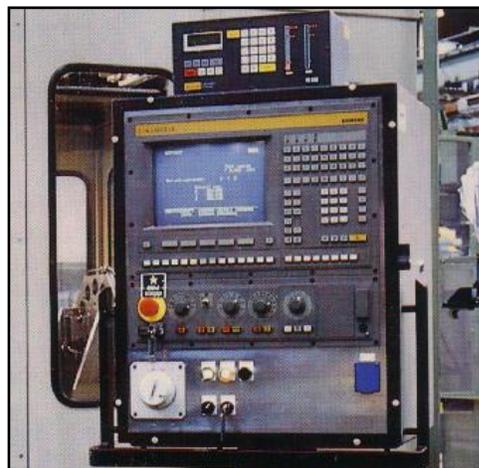
a.- La unidad de gobierno

Es el elemento que contiene la información necesaria para todas las operaciones de desplazamientos de las herramientas, giro de los husillos, etc.

Está conformada por el ordenador o procesador, que es donde se encuentra la memoria de almacenamiento de los datos de maquinado, que serán transformados en impulsos eléctricos y transmitidos a los distintos motores de la máquina; y por el tablero o panel de servicio, elemento físico por donde se ingresan los datos requeridos por el control.

Esto se realiza mediante un teclado alfanumérico similar al teclado de una computadora, una zona de paneles de mando directo de la máquina, y un monitor (display o pantalla).

Figura 17: Control numérico de máquina CNC



Fuente: Wikipedia Control Numérico

b.- Los servomecanismos

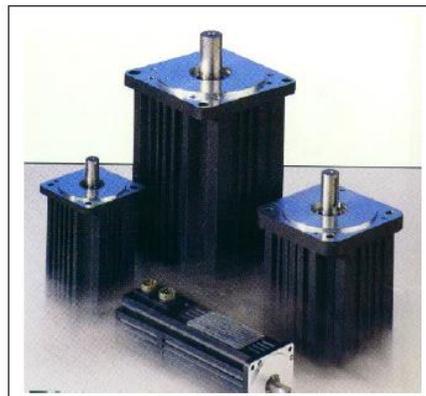
Estos se encargan principalmente de los movimientos de los carros o mesas de la máquina. Son servomotores con motores paso a paso, a corriente continua, hidráulicos, etc.

Reciben los impulsos eléctricos del control, y le transmiten un determinado número de rotaciones o inclusive una fracción de rotación a los tornillos que trasladarán las mesas o los carros.

Los servomotores con motores paso a paso, constan de un generador de impulsos que regulan la velocidad de giro del motor variando la cantidad y frecuencia de los impulsos emitidos. Estos motores giran un ángulo (paso) de aproximadamente 1° a 10° por impulso.

La cantidad de impulsos puede variar hasta 16.000 por segundo, dando como resultado una gran gama de velocidades. En los servomotores con motores de corriente continua, cuando varía la tensión, varía proporcionalmente la velocidad de giro del motor.

Figura 18:



Fuente: Introducción al Control Numérico computarizado

El servomotor hidráulico, posee una servoválvula reguladora del caudal que ingresa al motor, dosificando de esta manera la velocidad de rotación del mismo.

c.- Los transductores

“La función de los mismos consiste en informar por medio de señales eléctricas la posición real de la herramienta al control, de manera que este pueda compararla con la posición programada de la misma, y efectuar los desplazamientos correspondientes para que la posición real sea igual a la teórica. Los dispositivos de medición pueden ser directos o indirectos.”¹⁰

En los de medición directa, encontramos una regla graduada unida al carro. En cambio, en los de medición indirecta, un cuenta vueltas reconoce la cantidad de giros que efectúa el tornillo de filete esférico del carro.

También podemos clasificarlos de acuerdo a sus características de funcionamiento, pudiendo ser absolutos, incrementales o absolutos-cíclicos.

Los absolutos, informan de las posiciones de los carros punto por punto con respecto a un punto de origen fijo previamente determinado. Los incrementales, emiten un impulso eléctrico a intervalos de desplazamiento determinados, los que son acumulados por un contador de impulsos, quienes informarán al control de la suma de estos impulsos.

Los últimos, pueden decirse los más difundidos, y funcionan de la siguiente manera:

Pueden medir directamente movimientos angulares o giratorios, lo que se utiliza para determinar la coordinación exacta de los carros con el giro del husillo en los casos de roscado.

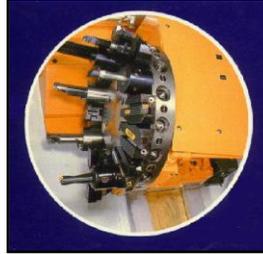
Otros miden la posición del carro o la mesa utilizando una escala metálica con un circuito impreso en forma de grilla, que se encuentra fijo sobre la carrera a dimensionar. Sobre esta, se mueven con los carros, un par de lectores (cursores) eléctricos, que informarán sobre la medida efectuada al control.

¹⁰ <http://juliorcorrea.wordpress.com/2007/08/17/iniciacion-en-control-numeric-computarizado/>

d.- Dispositivos para el cambio de herramientas

El cambio de las herramientas de trabajo en una máquina con CNC, se efectúa de manera totalmente automática.

Figura 19: Magazine de herramientas de máquina



Fuente: Introducción al Control Numérico computarizado

Para el cambio de herramienta se utilizan dispositivos de torreta tipo revólver, con un número importante de posiciones o estaciones, o sistemas de cambio denominados magazines, que consta de una cinta o cadena, que con el auxilio de agarraderas, selecciona la herramienta a emplear de un “almacén” y la sitúa en posición de trabajo.

e.- Husillos y ejes de trabajo y avances

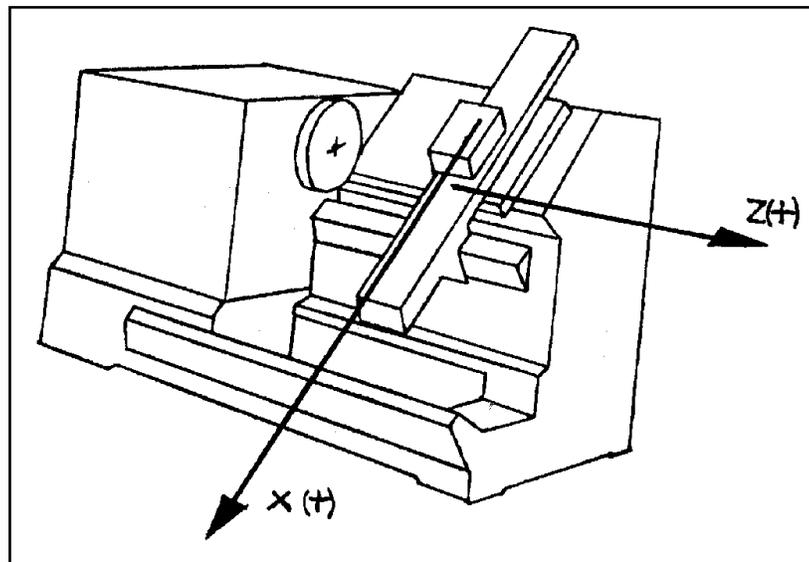
Los husillos de trabajo en las máquinas con CNC son movidos con motores de corriente continua, generalmente, ya que los mismos permiten incrementar o decrecer el número de R.P.M. sin escalonamientos.

Cuando hablamos de ejes de trabajo o de rotación, nos referimos a las máquinas en las cuales la mesa de trabajo o el cabezal del husillo son orientables pudiendo adoptar distintas posiciones angulares, tal es el caso de los centros de maquinado o las fresas, o algunos tornos verticales con varios montantes. Conocemos como ejes de avances a las direcciones en las cuales se mueven los carros, el husillo o la mesa de trabajo.

De esta manera, en un torno tendremos un eje X determinado por un avance en el sentido perpendicular al husillo, y un eje Z que será colineal al eje del torno.

En una fresa, generalmente los ejes X e Y son coplanares y generados ambos por el movimiento de la mesa.

Figura 20: Ejes principales de una máquina CNC



Fuente: Introducción al Control Numérico computarizado

2.3.2.5 Ejes principales de referencia

Tendremos fundamentalmente tres ejes de referencias: los ejes X, Y, Z. El eje X, es paralelo al carro transversal, y en el caso del torno, sus medidas se toman a partir del eje de la pieza, pero con valores de diámetros.

El eje Y, que es perpendicular al anterior, y solo lo encontramos en las fresas.

El eje Z, que es coincidente con el eje de la máquina.

2.3.2.6 Puntos cero de referencia

Vamos a diferenciar algunos puntos de referencia:

Punto cero de la máquina

Este origen de coordenadas está dado por el fabricante, y es un punto interior de la máquina.

Punto cero de la pieza

Este punto es arbitrario y determinado por el programador, con referencia al cero de la máquina.

Los datos de trayectoria de las herramientas y de distancias en avances y penetraciones están referidos a este punto en particular. Es decir, los datos de un programa de pieza, son tomados en base a este.

Punto cero del carro

Está referido con respecto al cero de la máquina. Se tiene en cuenta para la determinación de los datos de magnitudes de herramientas.

2.3.2.7 Programación en el control numérico

Se pueden utilizar dos métodos: En este caso, el programa pieza se escribe únicamente por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario.

Programación Automática

En este caso, los cálculos los realiza un computador, que suministra en su salida el programa de la pieza en lenguaje máquina. Por esta razón recibe el nombre de programación asistida por computador. De este método hablaremos más adelante.

Programación Manual

“En este caso, el programa pieza se escribe únicamente por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario. El lenguaje máquina comprende todo el conjunto de datos que el control necesita para la mecanización de la pieza. Al conjunto de informaciones que corresponde a una misma fase del mecanizado se le denomina bloque o secuencia, que se numeran para facilitar su búsqueda. Este conjunto de informaciones es interpretado por el intérprete de órdenes. El programa de mecanizado contiene todas las instrucciones necesarias para el proceso de mecanizado.”¹¹

Una secuencia o bloque de programa debe contener todas las funciones geométricas, funciones máquina y funciones tecnológicas del mecanizado, de tal modo, un bloque de programa consta de varias instrucciones.

El comienzo del control numérico ha estado caracterizado por un desarrollo anárquico de los códigos de programación. Cada constructor utilizaba el suyo particular.

Posteriormente, se vio la necesidad de normalizar los códigos de programación como condición indispensable para que un mismo programa pudiera servir para diversas máquinas con tal de que fuesen del mismo tipo.

Los caracteres más usados comúnmente, regidos bajo la norma DIN 66024 y 66025 son, entre otros, los siguientes:

N es la dirección correspondiente al número de bloque o secuencia. Esta dirección va seguida normalmente de un número de tres o cuatro cifras. En el caso del formato N03, el número máximo de bloques que pueden programarse es 1000 (N000 _ N999).

¹¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Control_num%C3%A9rico

X, Y, Z son las direcciones correspondientes a las cotas según los ejes X, Y, Z de la máquina herramienta. Dichas cotas se pueden programar en forma absoluta o relativa, es decir, con respecto al cero pieza o con respecto a la última cota respectivamente.

G es la dirección correspondiente a las funciones preparatorias. Se utilizan para informar al control de las características de las funciones de mecanizado, como por ejemplo, forma de la trayectoria, tipo de corrección de herramienta, parada temporizada, ciclos automáticos, programación absoluta y relativa, etc.

La función G va seguida de un número de dos cifras que permite programar hasta 100 funciones preparatorias diferentes.

Ejemplos:

G00: El trayecto programado se realiza a la máxima velocidad posible, es decir, a la velocidad de desplazamiento en rápido.

G01: Los ejes se gobiernan de tal forma que la herramienta se mueve a lo largo de una línea recta.

G02: Interpolación lineal en sentido horario.

G03: Interpolación lineal en sentido antihorario.

G33: Indica ciclo automático de roscado.

G77: Es un ciclo automático que permite programar con un único bloque el torneado de un cilindro, etc.

M es la dirección correspondiente a las funciones auxiliares o complementarias. Se usan para indicar a la máquina herramienta que se deben realizar operaciones tales como: parada programada, rotación del husillo a derechas o a izquierdas, cambio de

útil, etc. La dirección m va seguida de un número de dos cifras que permite programar hasta 100 funciones auxiliares diferentes.

M00: Provoca una parada incondicional del programa, detiene el husillo y la refrigeración.

M02: Indica el fin del programa. Se debe escribir en el último bloque del programa y posibilita la parada del control una vez ejecutadas el resto de las operaciones contenidas en el mismo bloque.

M03: Permite programar la rotación del husillo en sentido horario.

M04: Permite programar la rotación del husillo en sentido antihorario, etc.

F: Es la dirección correspondiente a la velocidad de avance. Va seguida de un número de cuatro cifras que indica la velocidad de avance en mm/min.

S: Es la dirección correspondiente a la velocidad de rotación del husillo principal. Se programa directamente en revoluciones por minuto, usando cuatro dígitos.

I, J, K: Son direcciones utilizadas para programar arcos de circunferencia. Cuando la interpolación se realiza en el plano X-Y, se utilizan las direcciones I y J. Análogamente, en el plano X-Z, se utilizan las direcciones I y K, y en el plano Y-Z, las direcciones J y K.

T: Es la dirección correspondiente al número de herramienta. Va seguido de un número de cuatro cifras en el cual los dos primeros indican el número de herramienta y los dos últimos el número de corrección de las mismas.

2.3.3 Introducción a la automatización

Es el conjunto de conocimientos teóricos y prácticos que permiten concebir, realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas, destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en muy diversas tareas.

“En un contexto industrial podemos definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos y basados en computadoras en la operación y control de la producción. Ejemplos de esta tecnología son: líneas de transferencias, máquinas de montaje mecanizado, sistemas de control de realimentación, máquinas-herramienta con control numérico y robots.”¹²

2.3.3.1 La Automatización fija

Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto (o un componente de producto) con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción, claro es en la producción de motores y transmisiones.

2.3.3.2 La Automatización programable

“Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción está diseñado para ser adaptable a variaciones en la configuración del producto. Esta característica de adaptabilidad se realiza haciendo funcionar el equipo bajo el control de un programa de instrucciones para el producto dado.”¹³

2.3.3.3 La Automatización flexible

Es una categoría entre automatización fija y automatización programable. Este tipo de automatización se ha visto que es más adecuado para el rango de producción medio.

¹² <http://www.conocimientosweb.net/descargas/article64.html>

¹³ <http://www.conocimientosweb.net/descargas/article64.html>

Una de las características que distingue a la automatización programable de la flexible, es que con la primera los productos se obtienen en lote. Cuando se completa un lote, el equipo se reprograma para procesar el siguiente lote. Con la automatización flexible, diferentes tipos pueden obtenerse al mismo tiempo en el mismo sistema de fabricación.

2.3.4 Componentes utilizados para automatizar una máquina

2.3.4.1 Motores a paso

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8° , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizadas, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

Figura 21: Motor a paso



Principio de funcionamiento

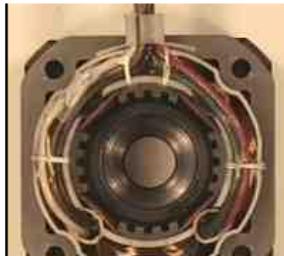
“Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.”¹⁴

Figura 22: Rotor



Fuente: Tutorial sobre motores paso a paso



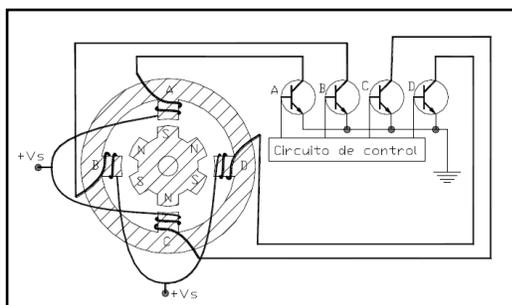
Fuente: Tutorial sobre motores paso a paso

Muchas máquinas industriales funcionan con este tipo de motores para realizar el control de posición de sus ejes. Mediante este sistema, se simplifica el control en

¹⁴ <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>

Figura 24: Diagrama de un motor de pasos de 4 devanados

comparación con la alternativa de servomecanismos, en los cuales es necesario un sistema de control de lazo cerrado que permita detectar en cada momento la posición del eje del motor, por lo que el sistema es más complejo.

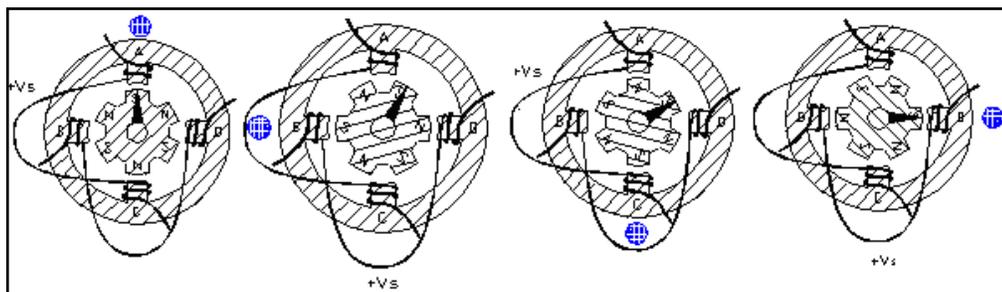


Fuente: Tutorial sobre motores paso a paso

Los 4 devanados de los polos del estator (Figura 24) están enrollados de manera que el sentido de la corriente tenga una dirección específica que de acuerdo con la Ley de Lorenz se generara un polo norte siempre que exista circulación de corriente a través del transistor.

El circuito de control es el encargado de encender en forma lógica un transistor específico para generar la rotación del eje del motor.

Figura 25: Diagrama de funcionamiento del circuito de control de motor a



Fuente: Tutorial sobre motores paso a paso

“Con la ayuda del circuito de control se generan polos magnéticos en una secuencia determinada, en la Figura 25 se encienden los transistores A-B-C-D, lo cual hace que el eje del motor gire en una dirección. En este motor los 4 pasos (encendido y apagado de un transistor es igual a un paso) equivalen a 90° de giro del eje, el avance de giro depende de la construcción de cada motor, en el mercado local se encuentra motores de 1.8° , 2° , 7.5° por paso.”¹⁵

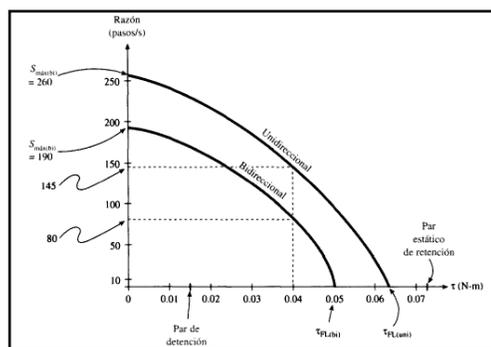
La inversión de giro en un motor de paso se logra, invirtiendo la secuencia de encendido de los transistores.

Curvas características de los motores paso a paso

Existe el limitante en la frecuencia de operación de paso. Como regla general, a mayor par de carga del motor, se debe utilizar una frecuencia menor de paso.

La frecuencia está relacionada con el tipo de construcción del motor. En el mercado local se encuentra motores de hasta 800 Rev. /min.

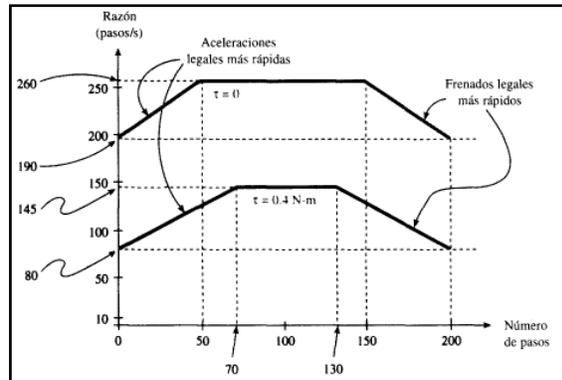
Figura 26: Diagrama de motor paso a paso. Curva característica de los motores paso a paso (torque - velocidad)



¹⁵ <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4058/1/T-ESPEL-0091.pdf>

Fuente: Tutorial sobre motores paso a paso

Figura 27: Diagrama de motor paso a paso: Rampas de velocidad
(aceleración, frenado)



Fuente: Tutorial sobre motores paso a paso

2.3.4.2 Compresor de aire

“Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.”¹⁶

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y,

¹⁶ [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))

generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

Los compresores son ampliamente utilizados en la actualidad en campos de la ingeniería y hacen posible nuestro modo de vida por razones como:

Son parte importantísima de muchos sistemas de refrigeración y se encuentran en cada refrigerador casero, y en infinidad de sistemas de aire acondicionado.

Se encuentran en sistemas de generación de energía eléctrica, tal como lo es el Ciclo Brayton.

Se encuentran en el interior de muchos motores de avión, como lo son los turborreactores, y hacen posible su funcionamiento.

Se pueden comprimir gases para la red de alimentación de sistemas neumáticos, los cuales mueven fábricas completas.

Tipos de compresores:

Clasificación según el método de intercambio de energía:

Hay diferentes tipos de compresores de aire, pero todos realizan el mismo trabajo: toman aire de la atmósfera, lo comprimen para realizar un trabajo y lo regresan para ser reutilizado.

Compresor de desplazamiento positivo

Las dimensiones son fijas, por cada movimiento del eje de un extremo al otro tenemos la misma reducción en volumen y el correspondiente aumento de presión (y temperatura). Normalmente son utilizados para altas presiones o poco volumen. Por ejemplo el inflador de la bicicleta.

Compresor dinámico

El más simple es un ventilador que usamos para aumentar la velocidad del aire a nuestro entorno y refrescarnos. Se utiliza cuando se requiere mucho volumen de aire a baja presión.

Compresor de émbolo

Es un compresor de aire simple. Un vástago impulsado por un motor (eléctrico, diésel, neumático, etc.) es impulsado para levantar y bajar el émbolo dentro de una cámara. En cada movimiento hacia abajo del émbolo, el aire es introducido a la cámara mediante una válvula. En cada movimiento hacia arriba del émbolo, se comprime el aire y otra válvula es abierta para evacuar dichas moléculas de aire comprimidas; durante este movimiento la primera válvula mencionada se cierra.

El aire comprimido es guiado a un tanque de reserva. Este tanque permite el transporte del aire mediante distintas mangueras. La mayoría de los compresores de aire de uso doméstico son de este tipo.

Compresor de tornillo

Aún más simple que el compresor de émbolo, el compresor de tornillo también es impulsado por motores (eléctricos, diésel, neumáticos, etc.). La diferencia principal radica que el compresor de tornillo utiliza dos tornillos largos para comprimir el aire dentro de una cámara larga. Para evitar el daño de los mismos tornillos, aceite es insertado para mantener todo el sistema lubricado.

El aceite es mezclado con el aire en la entrada de la cámara y es transportado al espacio entre los dos tornillos rotatorios. Al salir de la cámara, el aire y el aceite pasan a través de un largo separador de aceite donde el aire ya pasa listo a través de un

pequeño orificio filtrador. El aceite es enfriado y reusado mientras que el aire va al tanque de reserva para ser utilizado en su trabajo.

Sistema pendular Taurozzi

Consiste en un pistón que se balancea sobre un eje generando un movimiento pendular exento de rozamientos con las paredes internas del cilindro, que permite trabajar sin lubricante y alcanzar temperaturas de mezcla mucho mayores.

Reciprocantes o alternativos

Utilizan pistones (sistema bloque-cilindro-émbolo como los motores de combustión interna). Abren y cierran válvulas que con el movimiento del pistón aspira/comprime el gas. Es el compresor más utilizado en potencias pequeñas. Pueden ser del tipo herméticos, semi-herméticos o abiertos. Los de uso doméstico son herméticos, y no pueden ser intervenidos para repararlos. Los de mayor capacidad son semi-herméticos o abiertos, que se pueden desarmar y reparar.

Rotativo-helicoidal (tornillo, screw)

La compresión del gas se hace de manera continua, haciéndolo pasar a través de dos tornillos giratorios. Son de mayor rendimiento y con una regulación de potencia sencilla, pero su mayor complejidad mecánica y costo hace que se emplee principalmente en elevadas potencias, solamente.

Mantenimiento de compresor de aire

“Para realizar un correcto mantenimiento, es preciso que se desmonte el compresor entero y que se limpien sus piezas o bien se recambien aquellas que con el uso continuo se hayan deteriorado inevitablemente.

Figura 28: Compresor de aire



Fuente: Wikipedia Compresor de aire

Hay que mencionar que no importa el modelo de compresor de aire que se esté utilizando, todos deberían ceder a la posibilidad del desmonte, sobre todo porque es de gran beneficio para su cuidado y mantenimiento.”¹⁷

Ahora bien, entre las partes de los compresores de aire que deben ser cuidadas y limpiadas está la válvula. Ésta es la encargada de regular el caudal de aire del compresor y se presenta en forma de tornillo que gira sobre un muelle ubicado en la parte exterior de la caja del compresor. Otra de las partes del compresor que necesita cuidado es el filtro de espuma. Cuando el compresor realiza la absorción del aire, lo hace a través de unos diminutos orificios que están, a su vez, protegidos por un disco de espuma cuya función es la de filtrar el aire.

El problema con este filtro es que se ensucia con gran facilidad y se echa a perder debido a la cantidad de polvos que pueden afectar al compresor en su totalidad. La parte interna de los compresores de aire está constituida por varios conductos para el aire de tamaño muy pequeño. Los mismos están regulados por válvulas y con el constante uso siempre terminan por obstruirse. Esto puede llegar a ser una gran complicación ya que con el tiempo el caudal de aire que pueda originar el compresor va a ser mínimo e irrelevante; por eso se recomienda la limpieza de esta serie de conductos, para evitar la obstrucción.

¹⁷ <http://es.scribd.com/doc/64029886/Aire-comprimido>

Asimismo, las membranas que se comportan como válvulas de aire también deben ser cuidadas. Las mismas presentan son discos pequeños de goma sobre los cuales se adhiere una capa de carbonilla que eventualmente generará una disminución del caudal de aire del compresor de aire.

Siguiendo con las membranas, el bombeo permanente que realizan los compresores de aire hace que éstas se endurezcan para, posteriormente, quebrarse del todo. Por ello, cuando se perciba una fisura, cuando la goma de la membrana presente sectores deteriorados, o bien cuando ya no se nota flexibilidad en este componente del compresor, entonces ya es hora de realizar un recambio de la pieza.

2.3.4.3 Relay

*“El relay o relevador, es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.”*¹⁸

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores", de ahí "relé".

Figura 29: Tipos de relay



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

¹⁸ <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

Aplicación de los relees

- Automatismo: El elemento que da la orden para que funcionen los motores de una puerta automática, las luces de un semáforo, un ascensor, un secador de manos y una multitud de otros sistemas automáticos.
- Control de motores: se utilizan para encender, parar, cambiar el sentido de giro y la velocidad.

Funcionamiento y estructura

El electroimán hace bascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.A ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado). Si se le aplica un voltaje a la bobina un campo magnético es generado haciendo que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permiten que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

Figura 30: Disposición de elementos que conforman un relé o relé de un único contacto de trabajo o circuito



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Estructura de un relé

En general, podemos distinguir en el esquema general de un relé los siguientes bloques:

- Circuito de entrada, control o excitación.
- Circuito de acoplamiento.
- Circuito de salida, carga o maniobra, constituido por:

Circuito excitador.

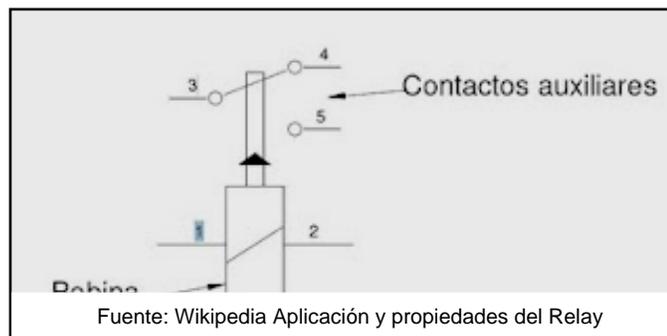
Dispositivo conmutador de frecuencia.

Protecciones.

Un relé consta de dos partes

- Una bobina o electroimán.
- Unos contactos auxiliares.

Figura 31: Partes de un relé o



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Ambas partes se relacionan por interacción magnética. Generalmente, la bobina se conectará a un circuito (circuito de excitación) y los contactos auxiliares formarán parte de otro.

Tipos de relés

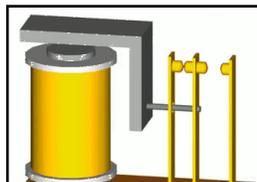
“Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de la intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc. Cuando controlan grandes potencias se les llama contactores en lugar de relés.”¹⁹

Relés electromecánicos

Relés de tipo armadura

Pese a ser los más antiguos siguen siendo lo más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado).

Figura 32: Relé tipo armadura



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

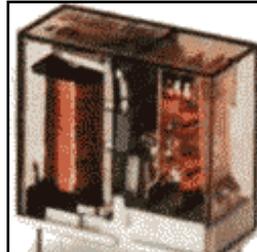
Relés de núcleo móvil

A diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido a su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos.

Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes.

¹⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

Figura 33: Relé núcleo móvil



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Relé tipo reed o de lengüeta

Están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.

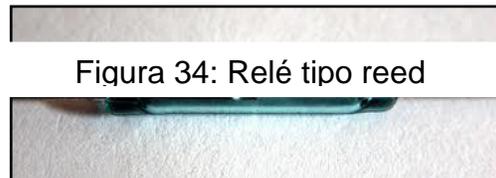


Figura 34: Relé tipo reed

Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Relés polarizados o biestables

Se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto.

Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los contactos.

Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito.

Figura 35: Relé biestable



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Relé de estado sólido

Se llama relé de estado sólido a un circuito híbrido, normalmente compuesto por un opto acoplador que aísla la entrada, un circuito de disparo, que detecta el paso por cero de la corriente de línea y un triac o dispositivo similar que actúa de interruptor de potencia. Su nombre se debe a la similitud que presenta con un relé electromecánico; este dispositivo es usado generalmente para aplicaciones donde se presenta un uso continuo de los contactos del relé que en comparación con un relé convencional generaría un serio desgaste mecánico, además de poder conmutar altos amperajes que en el caso del relé electromecánico destruirían en poco tiempo los contactos.

Estos relés permiten una velocidad de conmutación muy superior a la de los relés electromecánicos.

Figura 36: Relé estado solido



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Relé de corriente alterna

Cuando se excita la bobina de un relé con corriente alterna, el flujo magnético en el circuito magnético, también es alterno, produciendo una fuerza pulsante, con frecuencia doble, sobre los contactos. Es decir, los contactos de un relé conectado a la red, en algunos lugares, como varios países de Europa y Latinoamérica oscilarán a 50 Hz y en otros, como en Estados Unidos lo harán a 60 Hz.

Este hecho se aprovecha en algunos timbres y zumbadores, como un activador a distancia. En un relé de corriente alterna se modifica la resonancia de los contactos para que no oscilen.

Figura 37: Relé corriente alterna



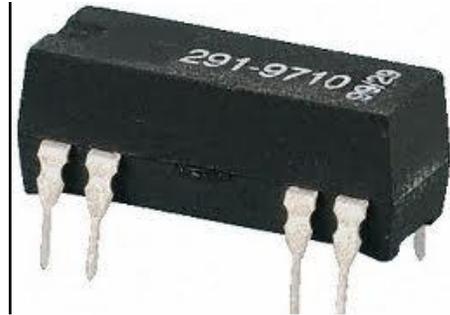
Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Relé de láminas

Este tipo de relé se utilizaba para discriminar distintas frecuencias. Consiste en un electroimán excitado con la corriente alterna de entrada que atrae varias varillas sintonizadas para resonar a sendas frecuencias de interés. La varilla que resuena acciona su contacto; las demás, no.

Los relés de láminas se utilizaron en aeromodelismo y otros sistemas de telecontrol.

Figura 38: Relé de laminas



Fuente: Wikipedia Aplicación y propiedades del Relay

Ventajas del uso de relés

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control. Cuando se presentan un grupo de relés en varias interfaces estos son controlados por modulos digitales programables que permiten crear funciones de temporización y contador como el de un mini PLC (Circuito Lógico Programable).

Con estos modernos sistemas los relés pueden actuar de forma programada e independiente lo que supone grandes ventajas en su aplicación aumentando su uso en aplicaciones sin necesidad de utilizar controles como PLC's u otros medios para comandarlos. Se puede encender una bombilla o motor y al encenderlo se apaga el otro motor o bombilla

2.3.4.4 Válvulas neumáticas.

Las válvulas neumáticas tienen una gran importancia dentro del mundo de la neumática.

A continuación mencionaremos los diferentes tipos válvulas:

Válvulas de distribución: Como su propio nombre indica son las encargadas de distribuir el aire comprimido en los diferentes actuadores neumáticos, por ejemplo, los cilindros.

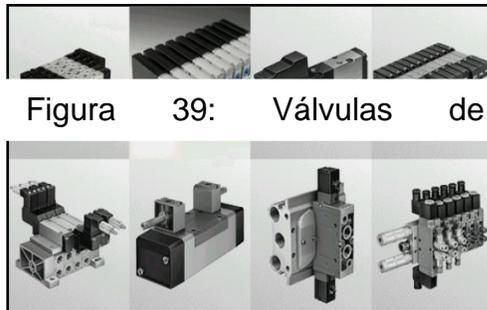


Figura 39: Válvulas de

Fuente: Manual válvulas neumáticas

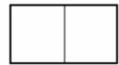
Tipos de válvulas

Válvulas distribuidoras: Características

Cada posición de la válvula se representa por medio de un cuadrado.



El número de cuadrados corresponde al número de posiciones de maniobra.



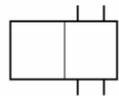
Las líneas indican el paso del aire y las flechas indican el sentido de paso del aire.



Las conexiones bloqueadas se indican por medio de dos líneas colocadas en ángulo recto una contra otra.



Las tuberías de conexión para entrada y escape de aire se señalan en la parte exterior de un cuadrado.



Nomenclatura de Válvulas:

	DIN	ISO	ASA
PRESION	P	1	IN
SERVICIO	A, B	2, 4	OUT
ESCAPES	R, S	3, 5	EXT, EXH
PILOTAJES	Z, Y, X	12, 14	PIL

Válvulas distribuidoras: Simbología

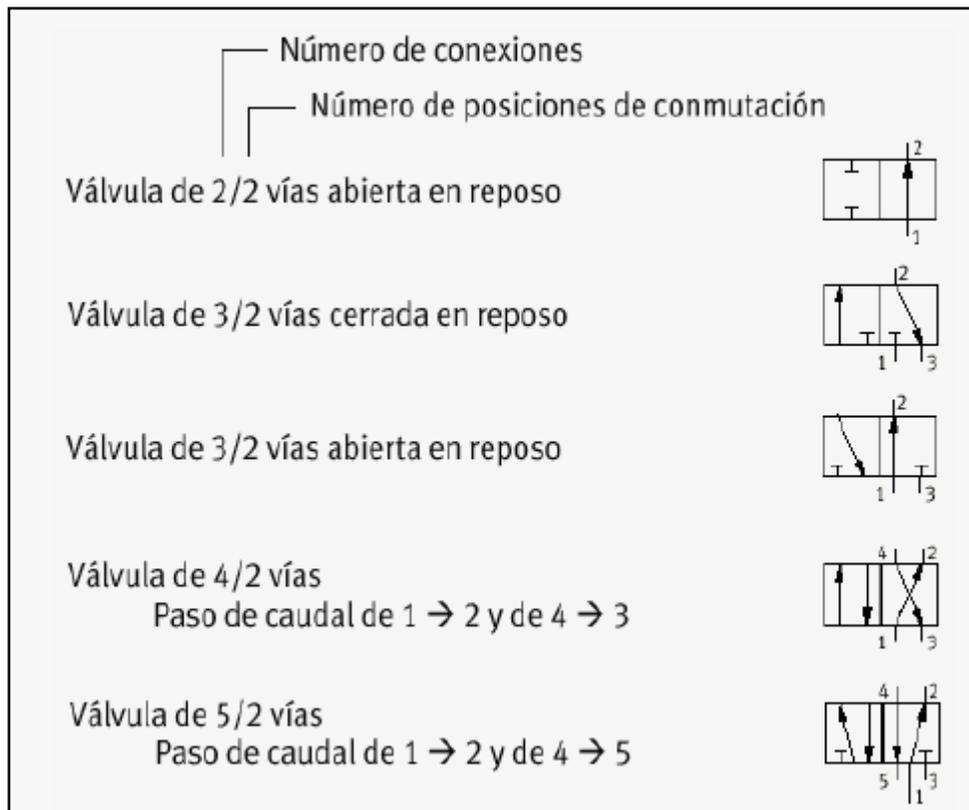
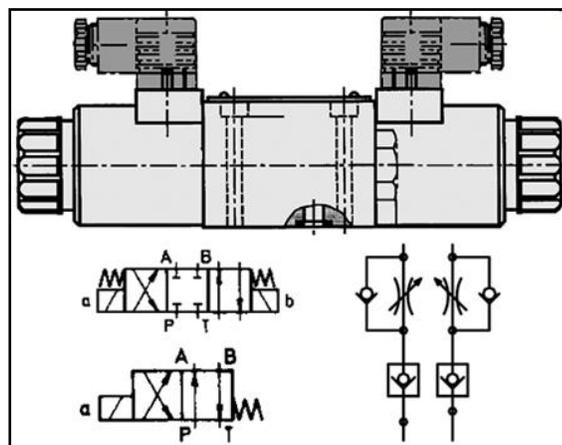


Figura 40: Distribución y conexiones de válvulas



Fuente: Manual válvulas neumáticas

Accionamiento en un Sistema Neumático

■ Manual

Accionamiento en general



Pulsador



Palanca con enclavamiento



Pedal



■ Mecánico

Retorno por muelle



Centrado por muelle



Accionado por rodillo

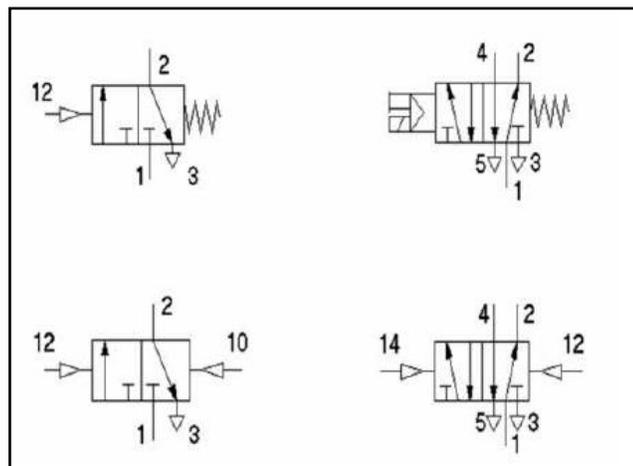


Rodillo abatible



Ejemplos de posiciones de Válvulas:

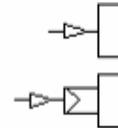
Figura 41: Tipos de posiciones de



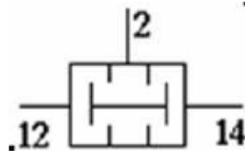
■ **Neumático**

Accionamiento neumático directo

Accionamiento neumático indirecto (servopilotado)

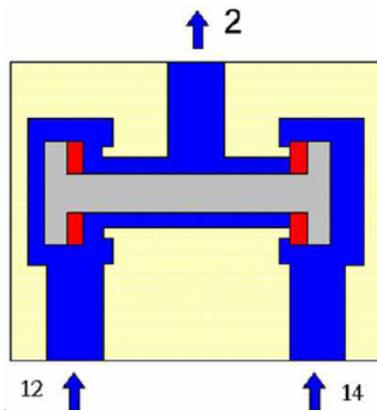


Funciones Lógicas: AND

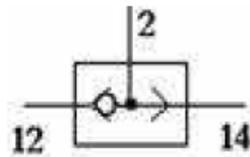


Si entra aire por 12 o 14 no hay
pase de aire.
Si entra aire por 12 o 14 hay pase
de aire.

Figura 42: Función lógica AND

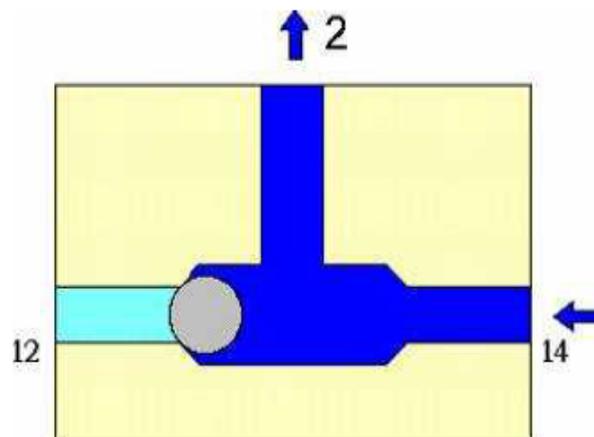


Funciones Lógicas: OR



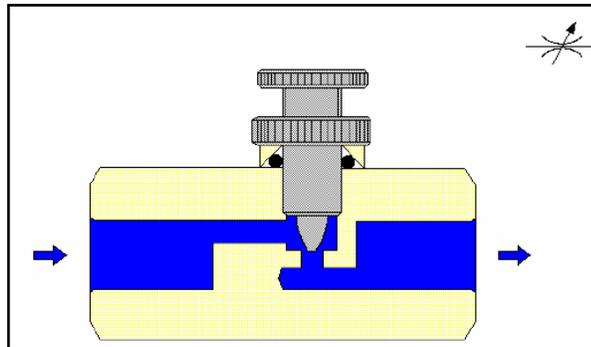
Hay pase de aire si entra aire por
12 o 14.

Figura 43: Función lógica OR



Regulador de Caudal bi-direccional

Figura 44: Regulador de Caudal bi-direccional

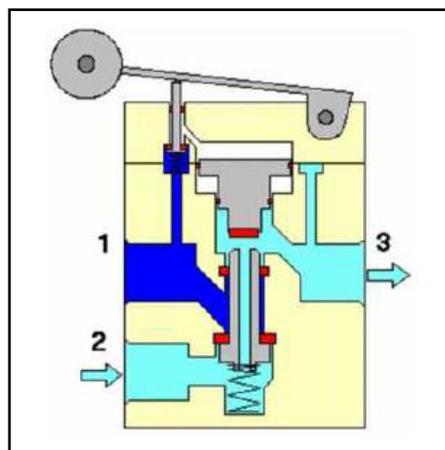


Fuente: Manual válvulas neumáticas

Regulador de Caudal bi-direccional: Produce una estrangulación del caudal en ambos sentidos.

Válvula 3/2 con accionamiento de rodillo

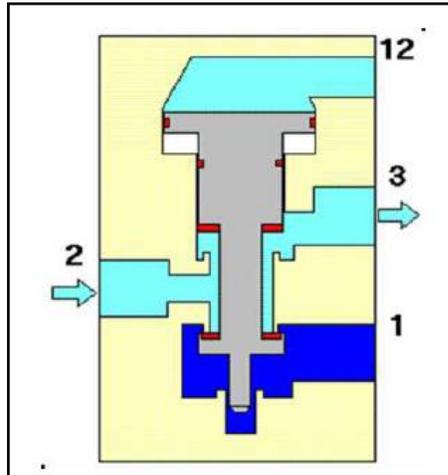
Figura 45: Válvula 3/2 con accionamiento de rodillo



Fuente: Manual válvulas neumáticas

Válvula 3/2 con pilotaje neumático

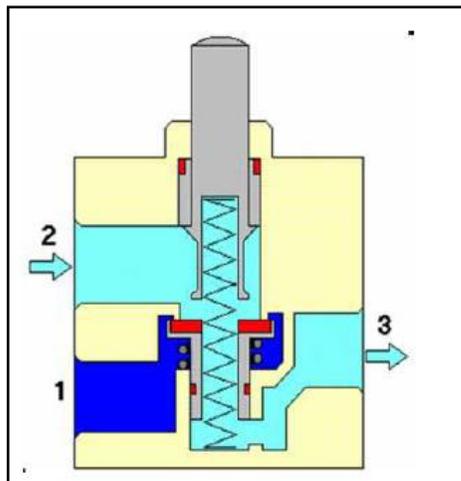
Figura 46: Válvula 3/2 con pilotaje neumático



Fuente: Manual válvulas neumáticas

Válvula 3/2 con accionamiento de final de carrera

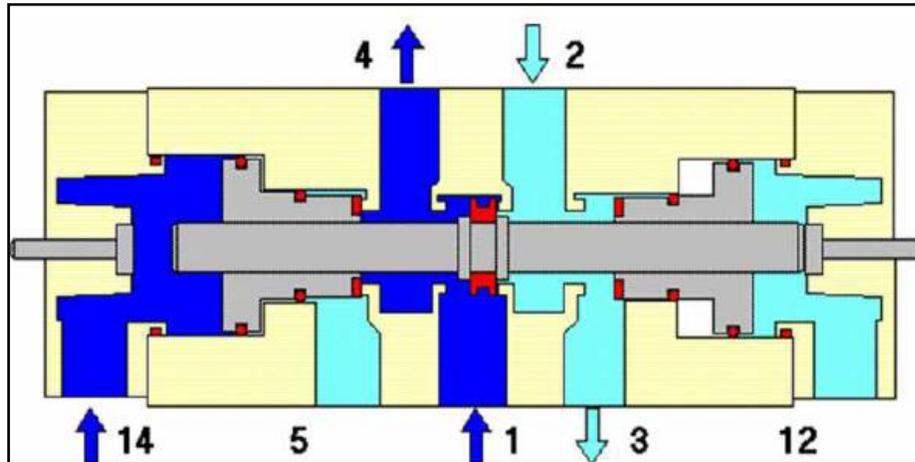
Figura 47: Válvula 3/2 con accionamiento de final de carrera



Fuente: Manual válvulas neumáticas

Válvula 5/2 con pilotaje neumático bi-estable

Figura 48: Válvula 5/2 con pilotaje neumático bi-estable



Fuente: Manual válvulas neumáticas

Actuadores neumáticos

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

Electrónicos

Hidráulicos

Neumáticos

Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos.

Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

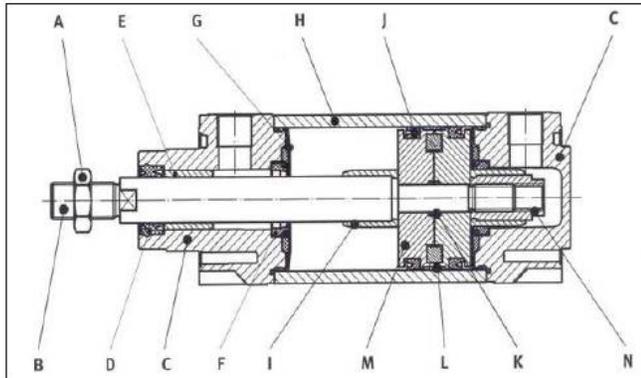
Figura 49: Actuadores neumáticos



Actuador neumático

Partes de un Actuador:

PARTES DE UN CILINDRO



- A. Tuerca del vástago
- B. Vástago
- C. Tapas posterior y anterior
- D. Junta del Vástago O Rascador
- E. Cojinete del Vástago
- F. Junta de Amortiguacion
- G. Anillo de Amortiguacion
- H. Camisa del Cilindro
- I. Amortiguacion
- J. Junta del embolo
- K. Reten
- L. Anillo Deslizante
- M. Embolo
- N. Rosca



2.3.4.5 Limitadores de carrera

“Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.”²⁰

²⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera

Figura 50: Limitador de carrera



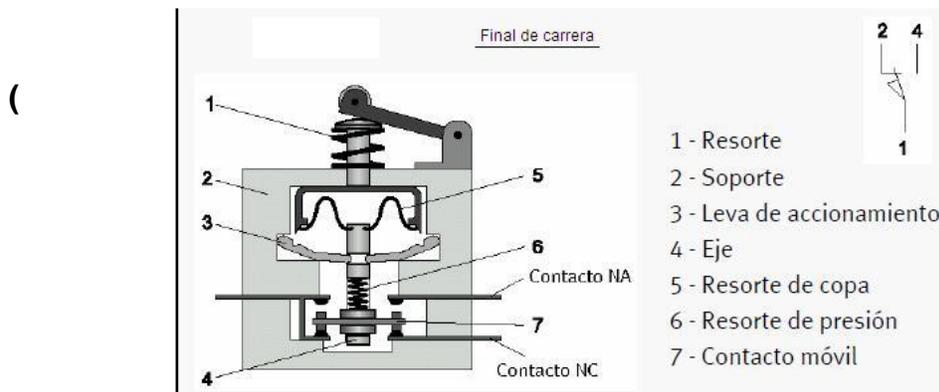
Fuente: Wikipedia Limitador de carrera

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

Estos sensores tienen dos tipos de funcionamiento: modo positivo y modo negativo. En el modo positivo el sensor se activa cuando el elemento a controlar tiene una tara que hace que el eje se eleve y conecte el contacto móvil con el contacto NC. Cuando el muelle (resorte de presión) se rompe el sensor se queda desconectado. El modo negativo es la inversa del modo anterior, cuando el objeto controlado tiene un saliente que empuje el eje hacia abajo, forzando el resorte de copa y haciendo que se cierre el circuito. En este modo cuando el muelle falla y se rompe permanece activado.

Estructura de un limitador de carrera

Figura 51: Estructura de un limitador de carrera



Ventajas e Inconvenientes del uso de limitadores de carrera

Entre las ventajas encontramos la facilidad en la instalación, la robustez del sistema, es insensible a estados transitorios, trabaja a tensiones altas, debido a la inexistencia de imanes es inmune a la electricidad estática. Los inconvenientes de este dispositivo son la velocidad de detección y la posibilidad de rebotes en el contacto, además depende de la fuerza de actuación.

Tipos de sensores de final de carrera

Dentro de los dispositivos sensores de final de carrera existen varios modelos:

Honeywell de seguridad: Este final de carrera está incorporado dentro de la gama GLS de la empresa Honeywell y se fabrica también en miniatura, tanto en metal como en plástico y madera, con tres conducciones metálicas muy compactas.

Figura 52: Final de carrera Honeywell de



Fuente: Wikipedia Limitador de carrera

Fin de carrera para entornos peligrosos: Se trata en concreto de un micro-interruptor conmutador mono-polar con una robusta carcasa de aluminio. Esta cubierta ha sido diseñada para poder soportar explosiones internas y para poder enfriar los gases que la explosión genera en su interior. Este interruptor se acciona mediante un actuador de palanca externa de rodillo que permite un ajuste de 360°.

Figura 53: Final de carrera para entornos



Fuente: Wikipedia Limitador de carrera

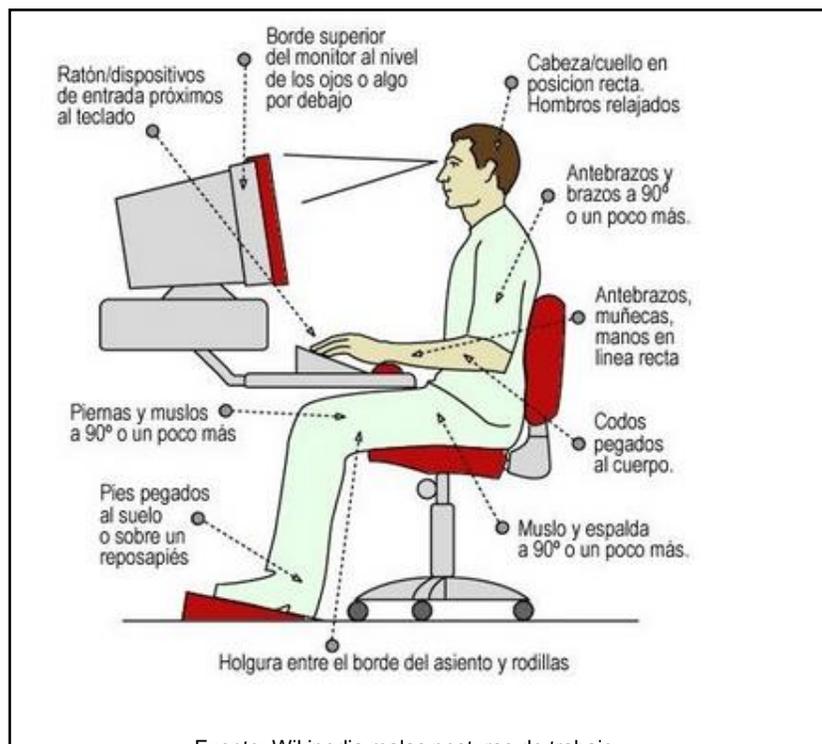
Set crews: Estos tipos de finales de carrera se utilizan para prevenir daños en el sensor provocados por el objeto sensado. Están compuestos por un cilindro roscado conteniendo un resorte con un objeto de metal el cual es detectado por el sensor inductivo por lo que puede soportar impactos de hasta 20N sin sufrir daños.

CAPITULO III: ASPECTOS OPERATIVOS

3.1 Ergonomía

“La ergonomía es básicamente una tecnología de aplicación práctica e interdisciplinaria, fundamentada en investigaciones científicas, que tiene como objetivo la optimización integral de Sistemas Hombres-Máquinas, los que estarán siempre compuestos por uno o más seres humanos cumpliendo una tarea cualquiera con ayuda de una o más "máquinas" (definimos con ese término genérico a todo tipo de herramientas, máquinas industriales propiamente dichas, vehículos, computadoras, electrodomésticos, etc).”²¹

Figura 54: Posición correcta al sentarse



²¹ <http://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>

Al decir optimización integral queremos significar la obtención de una estructura sistémica (y su correspondiente comportamiento dinámico), para cada conjunto interactuante de hombres y máquinas, que satisfaga simultánea y convenientemente a los siguientes tres criterios fundamentales:

Participación: de los seres humanos en cuanto a creatividad tecnológica, gestión, remuneración, confort y roles psico-sociales.

Producción: en todo lo que hace a la eficacia y eficiencia productivas del Sistema Hombres-Máquinas (en síntesis: productividad y calidad).

Protección: de los Subsistemas Hombre (seguridad industrial e higiene laboral), de los Subsistemas Máquina (siniestros, fallas, averías, etc.) y del entorno (seguridad colectiva, ecología, etc.).

La amplitud con que se han fijado estos tres criterios requiere, para su puesta en práctica, de la integración de diversos campos de acción que en el pasado se desarrollaban en forma separada y hasta contrapuesta. Esos campos de acción eran principalmente:

Mejoramiento del ambiente físico de trabajo (confort e higiene laboral).

Diseño de herramientas, maquinarias e instalaciones desde el punto de vista del usuario de las mismas.

Estructuración de métodos de trabajo y de procedimientos en general (por rendimiento y por seguridad).

Selección profesional.

Capacitación y entrenamiento laborales.

Evaluación de tareas y puestos.

Psico-sociología industrial.

Figura 55: Postura para levantamiento de



Fuente: Manual de levantamiento de cargas

Además, se ha desarrollado desde hace ya un tiempo una ampliación del concepto ergonómico, dando lugar a la "macro ergonomía", la que es conceptualizada como la optimización ergonómica de los Sistemas Hombres-Máquinas desde el punto de vista organizacional y últimamente se encuentra en pleno desarrollo la "eco ergonomía", ampliando aún más el campo de la optimización ergonómica.

Para practicar la ergonomía se necesita, por lo tanto, poseer una buena capacidad de relación interdisciplinaria, un agudo espíritu analítico, un alto grado de síntesis creativa, los imprescindibles conocimientos científicos y, sobre todo, una firme voluntad de ayudar a los trabajadores para lograr que su labor sea lo menos penosa posible y que produzca una mayor satisfacción tanto a ellos mismos como a la sociedad en su conjunto.

La ergonomía aplica principios de biología, psicología, anatomía y fisiología para suprimir del ámbito laboral las situaciones que pueden provocar en los trabajadores incomodidad, fatiga o mala salud. Se puede utilizar la ergonomía para evitar que un puesto de trabajo esté mal diseñado, herramientas o lugares de trabajo. Así, por ejemplo, se puede disminuir grandemente, o incluso eliminar totalmente, el riesgo de que un trabajador padezca lesiones del sistema óseo-muscular si se le facilitan herramientas manuales adecuadamente diseñadas desde el momento en que comienza una tarea que exige el empleo de herramientas manuales.

Las herramientas, las máquinas, el equipo y los lugares de trabajo se diseñan a menudo sin tener demasiado en cuenta el hecho de que las personas tienen distintas alturas, formas y tallas y distinta fuerza.

Es importante considerar estas diferencias para proteger la salud y la comodidad de los trabajadores. Si no se aplican los principios de la ergonomía, a menudo los trabajadores se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales deficientes.

3.1.1 Principios básicos de la ergonomía

Hay que modificar o sustituir las herramientas manuales que provocan incomodidad o lesiones.

A menudo, los trabajadores son la mejor fuente de ideas sobre cómo mejorar una herramienta para que sea más cómodo manejarla. Así, por ejemplo, las pinzas pueden ser rectas o curvadas, según convenga.

Ninguna tarea debe exigir de los trabajadores que adopten posturas forzadas, como tener todo el tiempo extendidos los brazos o estar encorvados durante mucho tiempo.

Hay que enseñar a los trabajadores las técnicas adecuadas para levantar pesos.

Toda tarea bien diseñada debe minimizar el riesgo al levantar pesos.

Se debe disminuir al mínimo posible el trabajo en pie, pues a menudo es menos cansado hacer una tarea estando sentado que de pie.

Se deben rotar las tareas para disminuir todo lo posible el tiempo que un trabajador dedica a efectuar una tarea sumamente repetitiva, pues las tareas repetitivas exigen utilizar los mismos músculos una y otra vez y normalmente son muy aburridas.

Hay que colocar a los trabajadores y el equipo de manera tal que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas teniendo los antebrazos pegados al cuerpo y con las muñecas rectas.

Ya sean grandes o pequeños los cambios ergonómicos que se discutan o pongan en práctica en el lugar de trabajo, es esencial que los trabajadores a los que afectarán esos cambios participen en las discusiones, pues su aportación puede ser utilísima para determinar qué cambios son necesarios y adecuados. Conocen mejor que nadie el trabajo que realizan.

3.1.2 Objetivos generales de la ergonomía

Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.

Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.

Aumento de la producción.

Mejoramiento de la calidad del trabajo.

Disminución del ausentismo.

Aplicación de las normas existentes.

Disminución de la pérdida de materia prima.

3.1.3 Descripción del puesto de trabajo

El ambiente de trabajo se caracteriza por la interacción entre los siguientes elementos:

El trabajador con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.

El puesto de trabajo que comprende: las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores y controles y otros objetos de trabajo.

El ambiente de trabajo que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

La interacción de estos aspectos determina la manera por la cual se desempeña una tarea y de sus demandas físicas. Por ejemplo, una carga de 72.5 Kg. a 1.77 m, el trabajador masculino carga 15.9 Kg. desde el piso generando 272 Kg. de fuerza de los músculos de la espalda baja.

Cuando la demanda física de las tareas aumenta, el riesgo de lesión también, cuando la demanda física de una tarea excede las capacidades de un trabajador puede ocurrir una lesión.

3.1.4 Descripción de la operación actual de corte recto de melamina

Los cortes rectos de melamina se basan en actividades monótonas ya que sin importar la forma de la pieza la operación de corte es la misma (como se muestra en el cuadro de operación DOP y DAP)

El proceso de corte se inicia con la ubicación adecuada de la melamina, se debe tener mucha precaución en la posición, ya que la sierra tiene que pasar por el lugar donde se desea el corte, también se debe evitar que la melamina se mueva, con el fin de no realizar cortes incorrectos o mal hechos. Luego el operario deberá prender la sierra para realizar los cortes.

Posteriormente se procede a cortar con la sierra, esta es sujeta por el operario quien se mueve en relación al corte que realizará, sea horizontal o vertical, siguiendo el diseño del producto.

Una vez terminado el corte, se procede a apagar la máquina para poder finalmente retirar la melamina antes que se caiga o se dañe y llevarla al almacén o al siguiente proceso.

Figura 56: Operaciones al realizar el corte recto de madera melamina



Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Diagramas de operación de corte recto de madera melamina.

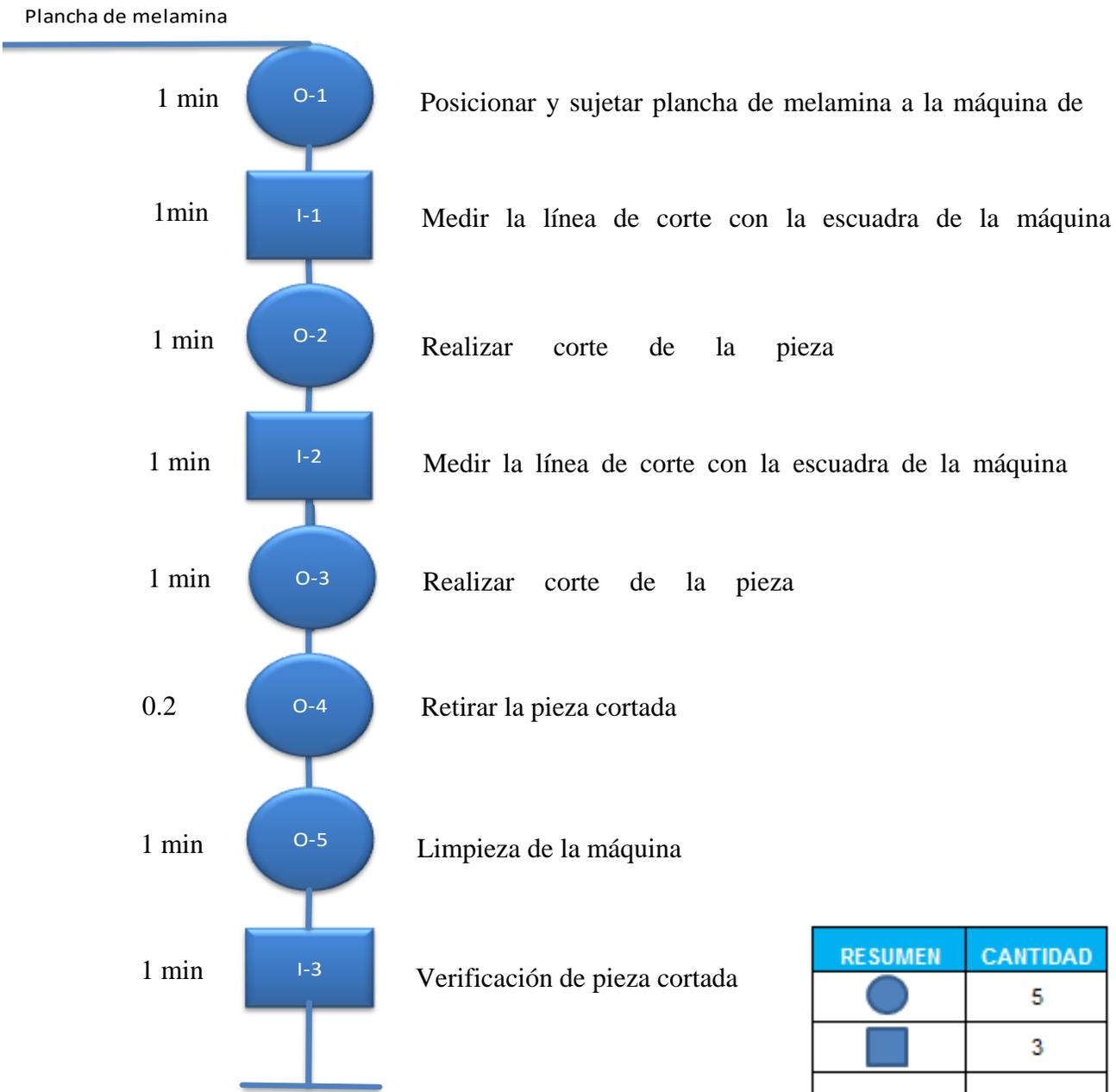
3.1.5.1 Diagrama actual de operación del proceso (DOP)

En el siguiente cuadro se aprecia las operaciones necesarias para realizar el corte recto de madera melamina.

Proceso de corte de madera melamina (escritorio)	
1	Posicionar y sujetar plancha de melamina a la máquina de corte
2	Medir la línea de corte con la escuadra de la máquina (horizontal)
3	Realizar corte de la pieza (horizontal)
4	Medir la línea de corte con la escuadra de la máquina (vertical)
5	Realizar corte de la pieza (vertical)
6	Retirar la pieza cortada
7	Limpieza de la máquina
8	Verificación de pieza cortada

Diagrama actual de operación del proceso DOP

Corte de plancha de melamina



RESUMEN	CANTIDAD
	5
	3
TOTAL	8

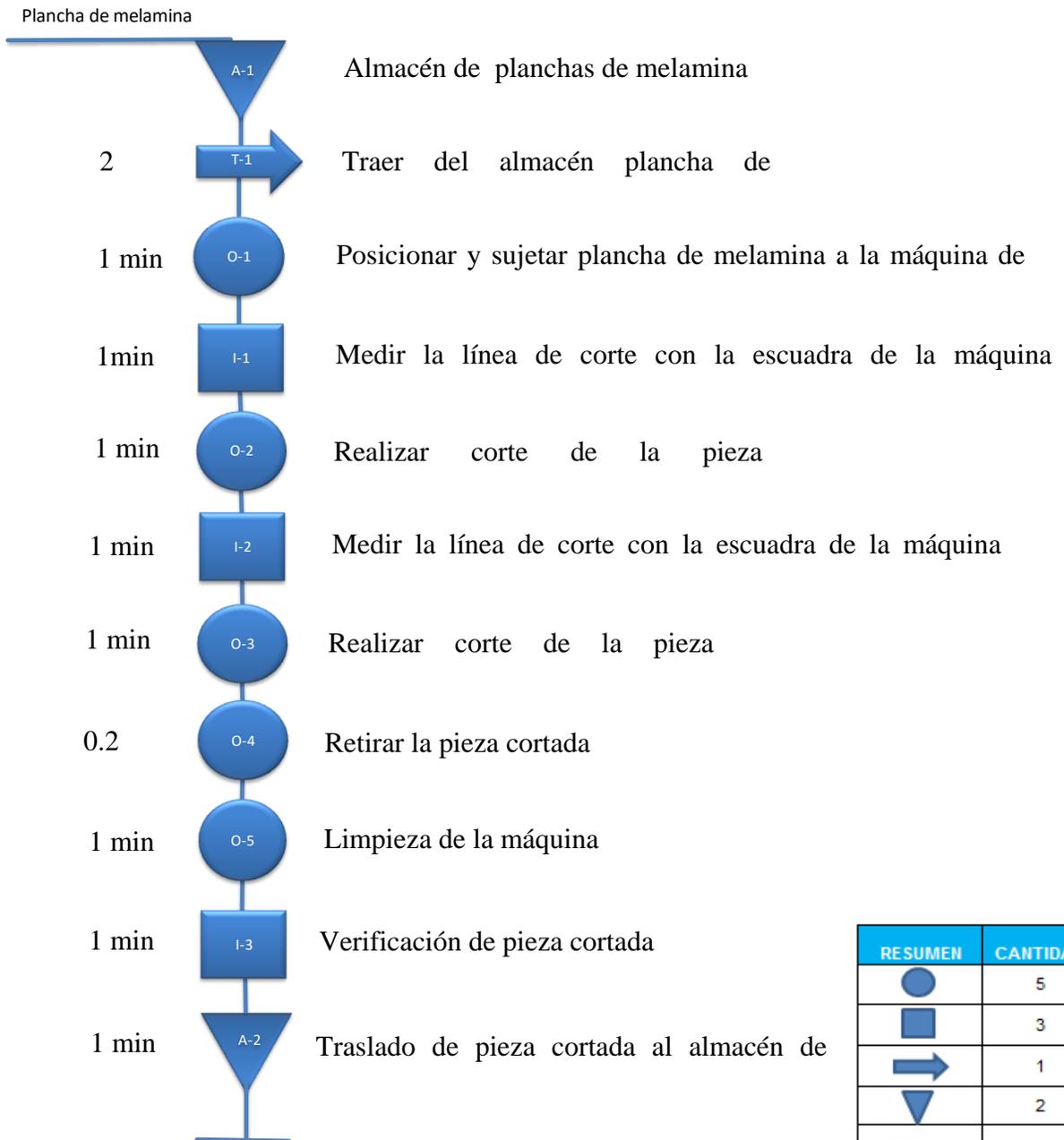
3.1.5.2 Diagrama actual de análisis del proceso (DAP)

En el siguiente cuadro se aprecia las operaciones y actividades necesarias para realizar el corte recto de madera melamina.

Proceso de corte de madera melamina (escritorio)	
1	Almacen de planchas de melamina
2	Traer del almacen plancha de melamina
3	Posicionar y sujetar plancha de melamina a la máquina de corte
4	Medir la línea de corte con la escuadra de la máquina (horizontal)
5	Realizar corte de la pieza (horizontal)
6	Medir la línea de corte con la escuadra de la máquina (vertical)
7	Realizar corte de la pieza (vertical)
8	Retirar la pieza cortada
9	Limpieza de la máquina
10	Verificación de pieza cortada
11	Traslado de pieza cortada al almacen de cantos

Diagrama actual de análisis del proceso DAP

Corte de plancha de melamina



3.1.6 Factores del riesgo de trabajo

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones, estas características se le llaman factores de riesgo de trabajo e incluyen:

Características físicas de la tarea (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral)

- Posturas.
- Fuerza.
- Repeticiones.
- Velocidad/Aceleración.
- Duración.
- Tiempo de recuperación.
- Carga dinámica.
- Vibración por segmentos.

Características ambientales (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral)

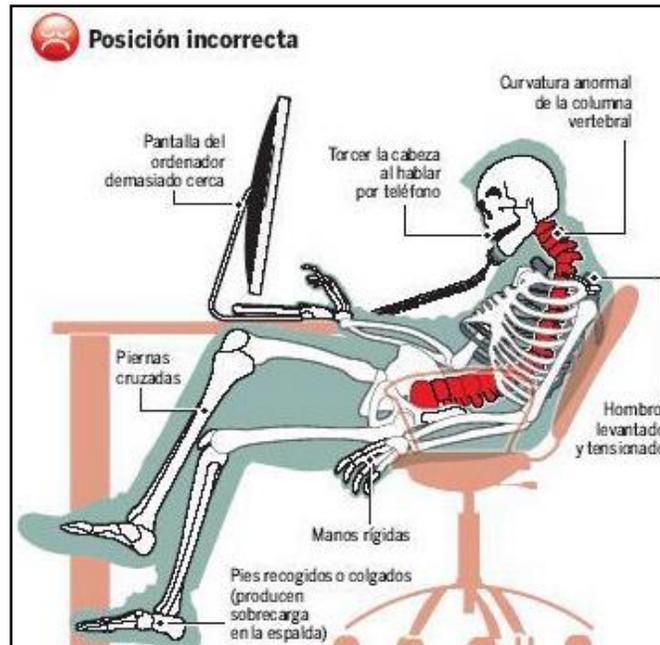
- Estrés por el calor.
- Estrés por el frío.
- Vibración hacia el cuerpo.
- Iluminación.
- Ruido.

3.1.7 La Postura

Es la posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura al agacharse se asocia con un aumento en el riesgo de lesiones.

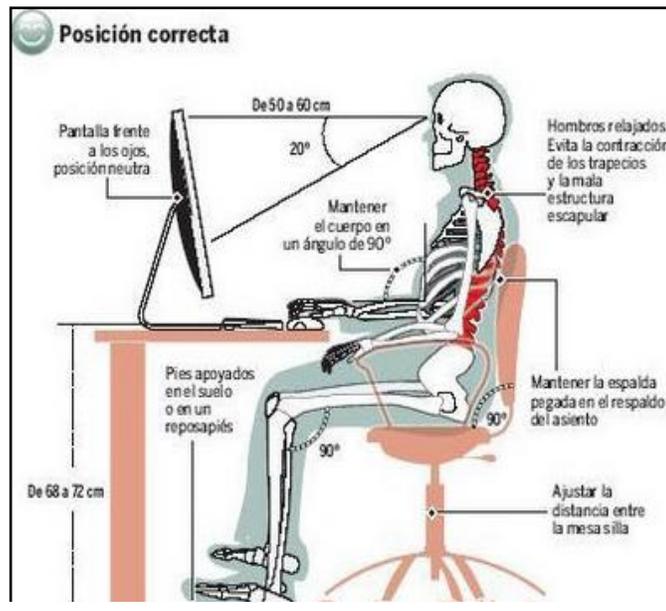
Generalmente se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones.

Figura 57: Postura incorrecta al sentarse



Fuente: Wikipedia malas posturas de trabajo

Figura 1. Postura correcta al trabajar



Fuente: Wikipedia malas posturas de trabajo

Posturas específicas que se asocian con lesiones. Ejemplos:

En la muñeca:

La posición de extensión y flexión se asocian con el síndrome del túnel del carpo.

Desviación lumbar mayor de 20 grados se asocia con un aumento del dolor y de datos patológicos.

En el hombro:

Abducción o flexión mayor de 60 grados que se mantiene por más de una hora/día, se relaciona con dolor agudo de cuello.

Las manos arriba o a la altura del hombro se relacionan con tendinitis y varias patologías del hombro.

En la columna cervical:

Una posición de flexión de 30 grados toma 300 minutos para producir síntomas de dolor agudo, con una flexión de 60 grados toma 120 minutos para producir los mismos síntomas.

La extensión con el brazo levantado se ha relacionado con dolor y adormecimiento cuello-hombro, el dolor en los músculos de los hombros disminuye el movimiento del cuello.

Trauma por contacto:

Estrés mecánico local que se genera al tener contacto entre el cuerpo y el objeto externo como ocurre en el antebrazo contra el filo del área de trabajo.

Estrés mecánico local generado por golpes de la mano contra un objeto.

El grado de riesgo de lesión está en proporción a la magnitud de la fuerza, duración del contacto y la forma del objeto.

En la espalda baja:

El ángulo sagital en el tronco se ha asociado con alteraciones ocupacionales en la espalda baja.

3.1.8 Iluminación

Con la industrialización, la iluminación ha tomado importancia para que se tengan niveles de iluminación adecuados. Esto ofrece riesgos alrededor de ciertos ambientes de trabajo como problemas de deslumbramiento y síntomas oculares asociados con niveles arriba de los 100 luxes. Las diferencias en la función visual en el transcurso de un día de trabajo entre operadores de terminales de computadoras y cajeros que trabajan en ambientes iluminados son notables, por señalar un caso.

las recomendaciones de iluminación en oficinas son de 300 a 700 luxes para que no reflejen se puede controlar con un reóstato. El trabajo que requiere una agudeza visual alta y una sensibilidad al contraste necesita altos niveles de iluminación. El trabajo fino y delicado debe tener una iluminación de 1000 a 10 000 luxes.

3.1.9 Ruido

El ruido es un sonido no deseado. En el ambiente industrial, este puede ser continuo o intermitente y presentarse de varias formas como la presión de un troquel, zumbido de un motor eléctrico. La exposición al ruido puede dar como consecuencia zumbido de oídos temporal o permanente, tinnitus, paracusia o disminución de la percepción auditiva.

Si el ruido presenta una mayor duración hay mayor riesgo a la hipoacusia o disminución de la audición. También el ruido por abajo de los límites umbrales puede causar pérdida de la audición porque interfiere con la habilidad de algunas personas para concentrarse.

3.1.10 Normas relacionadas con la ergonomía

ISO (International Standards Organization) 6385: Principios ergonómicos en el diseño de los sistemas de trabajo.

ANSI B11 TR-1-1993: Guías ergonómicas para el diseño, instalación y uso de máquinas y herramientas.

ANSI Z-365: Control del trabajo relacionado con alteraciones de trauma acumulativo.

Normas de Higiene y Seguridad de la STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social).

La postura puede ser el resultado de los métodos de trabajo (agacharse y girar para levantar una caja, doblar la muñeca para ensamblar una parte) o las dimensiones del puesto de trabajo (estirarse para alcanzar y obtener una pieza en una mesa de trabajo de una localización alta; arrodillarse en el almacén en un espacio confinado).

3.1.11 “Disposición del reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo

DS-009-2005TR (Art - 40 y 50)”²²

Artículo 40: El empleador debe aplicar las siguientes medidas de prevención de los riesgos laborales:

- a) Gestionar los riesgos, sin excepción, eliminándolos en su origen y aplicando sistemas de control a aquellos que no se puedan eliminar.
- b) El diseño de los puestos de trabajo, ambientes de trabajo, la selección de equipos y métodos de trabajo, la atenuación del trabajo monótono y repetitivo, deben estar orientados a garantizar la salud y seguridad del trabajador.

²² http://www.mintra.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2012-04-25_005-2012-TR_2254.pdf

- c) Eliminar las situaciones y agentes peligrosos en el centro de trabajo o con ocasión del mismo, y si no fuera posible, sustituirlas por otras que entrañen menor peligro.
- d) Integrar los planes y programas de prevención de riesgos laborales a los nuevos conocimientos de las ciencias, tecnologías, medio ambiente, organización del trabajo, evaluación de desempeño en base a condiciones de trabajo.
- e) Mantener políticas de protección colectiva e individual.
- f) Capacitar y entrenar anticipada y debidamente a los trabajadores.

Artículo 50: El empleador debe proporcionar a sus trabajadores equipos de protección personal adecuados, según el tipo de trabajo y riesgos específicos presentes en el desempeño de sus funciones, cuando no se puedan eliminar en su origen los riesgos laborales o sus efectos perjudiciales para la salud; éste verifica el uso efectivo de los mismos.

3.2 Seguridad Industrial

“La seguridad industrial, es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión.”²³

Figura 59: Equipos de seguridad

²³ <http://definicion.de/seguridad-industrial/>



Fuente: Wikipedia seguridad industrial

Los principales riesgos en la industria están vinculados a los accidentes, que pueden tener un importante impacto ambiental y perjudicar a regiones enteras, aún más allá de la empresa donde ocurre el siniestro.

La seguridad industrial, por lo tanto, requiere de la protección de los trabajadores (con las vestimentas necesarias, por ejemplo) y su monitoreo médico, la implementación de controles técnicos y la formación vinculada al control de riesgos.

Cabe destacar que la seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar que nunca se producirá ningún tipo de accidente. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir los siniestros.

Un aspecto muy importante de la seguridad industrial es el uso de estadísticas, que le permite advertir en qué sectores suelen producirse los accidentes para extremar las precauciones. De todas formas, como ya mencionamos, la seguridad absoluta nunca puede asegurarse. La innovación tecnológica, el recambio de maquinarias, la

capacitación de los trabajadores y los controles habituales son algunas de las actividades vinculadas a la seguridad industrial.

No puede obviarse que, muchas veces, las empresas deciden no invertir en seguridad para ahorrar costos, lo que pone en riesgo la vida de los trabajadores. De igual forma, el Estado tiene la obligación de controlar la seguridad, algo que muchas veces no sucede por negligencia o corrupción.

3.2.1 Equipos de seguridad

Extintor: El extintor es un artefacto que sirve para apagar fuegos. Suelen consistir en un recipiente metálico (bombona o cilindro de acero) que contiene un agente extintor a presión, de modo que al abrir una válvula el agente sale por una tobera que se debe dirigir a la base del fuego.

Figura 60: Extintor



Fuente: Wikipedia Equipos de seguridad industrial

Los hay de muchos tamaños y tipos, desde los muy pequeños, que suelen llevarse en los automóviles, hasta los grandes que van en un carrito con ruedas. El contenido varía desde 1 a 50 kilogramos de agente extintor.

Según el agente extintor podemos distinguir entre:

Extintores Hídricos (Cargados con agua y un agente espumógeno, hoy en desuso por su baja eficacia).

Extintores de Halón (Hidrocarburo halogenado, actualmente prohibidos en muchos países)

Extintores de Polvo (Multifunción, aunque contraindicados para fuegos eléctricos)

Extintores de CO₂ (también conocidos como Nieve Carbónica o Anhídrido Carbónico)

Extintores para Metales (únicamente para metales combustibles, como sodio,potasio,magnesio,titanio,etc)

3.2.2 Tipos de Trajes de Protección

Según la norma UNE-EN 340 (relativa a los requisitos generales para la ropa de protección), la ropa de protección se define como aquella ropa que sustituye o cubre la ropa personal, y que está diseñada para proporcionar protección contra uno o más peligros. Usualmente, la ropa de protección se clasifica en función del riesgo específico para cuya protección está destinada.

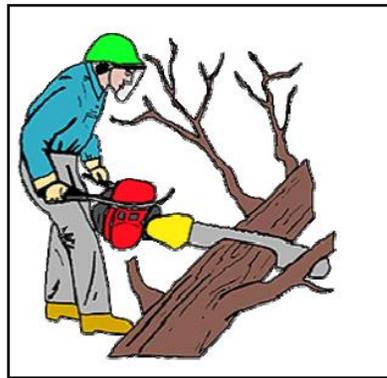
Así, y de un modo genérico, se pueden considerar los siguientes tipos de ropa de protección:

Ropa de protección frente a riesgos de tipo mecánico

Las agresiones mecánicas contra las que está diseñada este tipo de ropa esencialmente consisten en rozaduras, pinchazos, cortes e impactos.

Ejemplos de operaciones en las que se presentan estos tipos de riesgos son: tala de árboles, deshuesado y troceado de carne, manipulación de vidrio, etc.

Figura 61: Ropa de protección tipo mecánico



Fuente: Wikipedia ropa de protección industrial

“En la actualidad, los materiales constituyentes de este tipo de ropa son aramidas, como el Kevlar o el Twaron, y otras fibras sintéticas.

En cuanto a las características de protección, algunos tipos de ropa presentan diversas clases de protección y otros no. En el caso de existir estas clases de protección, los niveles de prestación se indicarán conjuntamente con el pictograma identificativo de la ropa de protección en cuestión.”²⁴

²⁴ Rubio J.(2005).” Manual para la formación de nivel superior en Prevención de Riesgos Laborales”. España: Ediciones Díaz de Santos.

Ropa de protección frente al calor y el fuego

Este tipo de prendas está diseñado para proteger frente a agresiones térmicas (calor y/o fuego) en sus diversas variantes, como pueden ser:

Llamas.

Transmisión de calor (convectivo, radiante y por conducción).

Proyecciones de materiales calientes y/o en fusión.

Figura 62: Ropa de protección contra fuego y



Fuente: Wikipedia ropa de protección industrial

Ropa de protección frente a riesgo químico

La protección frente a riesgos químicos presenta la particularidad de que los materiales constituyentes de las prendas son específicos para el compuesto químico frente al cual se busca protección.

Así, para cada pareja, constituida por material constituyente de la prenda/producto químico, es preciso fijar los niveles de protección.

Dichos niveles se definen a través de una escala con seis índices de protección (el 1 indica la menor protección y el 6 la máxima). Estos "índices de protección" se determinan en función de un parámetro de ensayo denominado "tiempo de paso" (BT. Breakthrough Time) el cual indica el tiempo que el producto químico tarda en atravesar el material.

Tabla 1: Trajes de protección según tipo de clasificación

Trajes tipo 1:	Herméticos a productos químicos gaseosos o en forma de vapor. Cubren todo el cuerpo, incluyendo guantes, botas y equipo de protección respiratoria. Se subdividen en:	
	Tipo 1 a:	Llevar el equipo de protección respiratoria dentro del traje.
	Tipo 1 b:	Llevar el equipo de protección respiratoria en el exterior del traje.
	Tipo 1 c:	Van conectados a una línea de aire respirable.
	Todos ellos están constituidos por materiales no transpirables y con resistencia a la permeabilidad.	
Trajes tipo 2:	Son como los del tipo 1 c, pero sus costuras no son estancas. Todos ellos están constituidos por materiales no transpirables y con resistencia a la permeabilidad.	
Trajes tipo 3:	Tienen conexiones herméticas a productos químicos líquidos en forma de chorro a presión. Todos ellos están constituidos por materiales no transpirables y con resistencia a la permeabilidad.	
Trajes tipo 4:	Tienen conexiones herméticas a productos químicos líquidos en forma de spray. Pueden estar constituidos por materiales transpirables o no, pero que tienen que ofrecer resistencia a la permeabilidad.	
Trajes tipo 5:	Tienen conexiones herméticas a productos químicos en forma de partículas sólidas. Están confeccionados por materiales transpirables y el nivel de prestación se mide por la resistencia a la penetración de partículas sólidas.	
Trajes tipo 6:	Ofrecen protección limitada frente a pequeñas salpicaduras de productos químicos líquidos. Están confeccionados por materiales transpirables y el nivel de prestación se mide por la resistencia a la penetración de líquidos.	

Fuente: Wikipedia ropa de protección industrial

Figura 63: Ropa de protección para riesgo



Fuente: Wikipedia ropa de protección industrial

Ropa de protección frente a la intemperie

Aparte de los trabajos desarrollados en exteriores en condiciones invernales, los riesgos por bajas temperaturas pueden presentarse en industrias alimentarias, plantas criogénicas, etc.

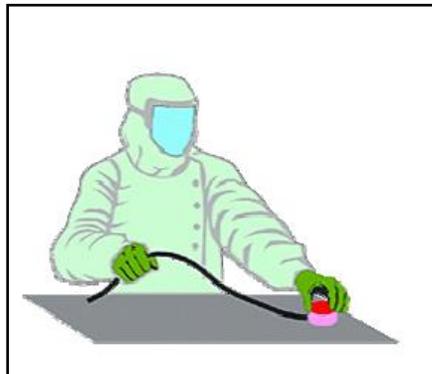
Los materiales constituyentes de este tipo de ropa habitualmente consisten en textiles naturales o sintéticos recubiertos de una capa de material impermeable (PVC o poliuretanos) o bien sometidos a algún tratamiento para lograr una protección específica.

Ropa de protección frente a radiaciones (ionizantes y no ionizantes)

Las soluciones adoptadas en el terreno de las radiaciones no ionizantes pasan por los blindajes electromagnéticos y los tejidos con elevada conductividad eléctrica y disipación estática, existiendo diversos productos comerciales que aportan estas características.

Por su parte para las radiaciones ionizantes suelen emplearse prendas impermeables conjuntamente con materiales que actúan como blindaje (Pb, B, etc). En la actualidad, las características de este tipo de ropa vienen reguladas por la norma EN 1073.

Figura 64: Ropa de protección frente a radiaciones ionizantes y no ionizantes



Fuente: Wikipedia ropa de protección industrial

3.2.3 Equipos de Protección Personal

“Los EPP comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.

Los equipos de protección personal (EPP) constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los

peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios como por ejemplo: Controles de Ingeniería.”²⁵

La Ley 16.744 sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, en su Artículo N° 68 establece que: “las empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor”.

Requisitos de un E.P.P.

Proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.

No debe restringir los movimientos del trabajador.

Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento debe hacerse en la empresa.

Debe ser construido de acuerdo con las normas de construcción.

Debe tener una apariencia atractiva.

Clasificación de los E.P.P.

Protección a la Cabeza (cráneo).

Protección de Ojos y Cara.

Protección a los Oídos.

Protección de las Vías Respiratorias.

Protección de Manos y Brazos.

²⁵ <http://www.equipodeseguridadindustrial.net/>

Protección de Pies y Piernas.

Cinturones de Seguridad para trabajo en Altura.

Ropa de Trabajo.

Ropa Protectora.

Protección de la Cabeza

Los elementos de protección de la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad.

Los cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza.

Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras.

El casco protector no se debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar esto puede usarse una correa sujeta a la quijada.

Es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar rajaduras o daño que pueden reducir el grado de protección ofrecido.

Figura 65: Casco para protección de la



Fuente: Wikipedia equipos de protección personal

Protección de Ojos y Cara

Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos.

Los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias.

Para casos de desprendimiento de partículas deben usarse lentes con lunas resistentes a impactos.

Para casos de radiación infrarroja deben usarse pantallas protectoras provistas de filtro.

También pueden usarse caretas transparentes para proteger la cara contra impactos de partículas.

Figura 66: Equipo de protección de ojos



Fuente: Wikipedia equipos de protección personal

Protección para los ojos: dentro de los cuales encontramos

Contra proyección de partículas.

Contra líquidos, humos, vapores y gases

Contra radiaciones.

Protección a la cara: son elementos diseñados para la protección de los ojos y cara, dentro de estos tenemos:

Mascaras con lentes de protección (mascaras de soldador), están formados de una mascara provista de lentes para filtrar los rayos ultravioletas e infrarrojos.

Protectores faciales, permiten la protección contra partículas y otros cuerpos extraños. Pueden ser de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica.

Figura 67: Equipo de protección facial



Fuente: Wikipedia equipos de protección personal

Protección de Manos y Brazos

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.

Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones.

No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria.

Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados.

Figura 68: Equipo de protección de brazos y manos



Fuente: Wikipedia equipos de protección personal

Tipos de guantes

Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona.

Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.

Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante.

Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno.

Protección de Pies y Piernas

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

Tipos de calzado

Para trabajos donde haya riesgo de caída de objetos contundentes tales como lingotes de metal, planchas, etc., debe dotarse de calzado de cuero con puntera de metal.

Para trabajos eléctricos el calzado debe ser de cuero sin ninguna parte metálica, la suela debe ser de un material aislante.

Para trabajos en medios húmedos se usarán botas de goma con suela antideslizante.

Para trabajos con metales fundidos o líquidos calientes el calzado se ajustará al pie y al tobillo para evitar el ingreso de dichos materiales por las ranuras.

Para proteger las piernas contra la salpicadura de metales fundidos se dotará de polainas de seguridad, las cuales deben ser resistentes al calor.

Figura 69: Equipo de protección de pies y piernas



Fuente: Wikipedia equipos de protección personal

Ventajas y Limitaciones de los E.P.P.

Ventajas:

Rapidez de su implementación.

Gran disponibilidad de modelos en el mercado para diferentes usos.

Fácil visualización de su uso.

Costo bajo, comparado con otros sistemas de control.

Fáciles de usar.

Desventajas:

Crean una falsa sensación de seguridad: pueden ser sobrepasados por la energía del contaminante o por el material para el cual fueron diseñados.

Hay una falta de conocimiento técnico generalizada para su adquisición.

Necesitan un mantenimiento riguroso y periódico.

En el largo plazo, presentan un costo elevado debido a las necesidades, mantenciones y reposiciones.

Requieren un esfuerzo adicional de supervisión.

3.3 Métodos de Trabajo

“Productividad es la relación cuantitativa entre lo que producimos y los recursos que utilizamos y Producción se refiere a la actividad de producir bienes y/o servicios. En cualquier sistema organizacional se habla, de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello

el trabajo representa la dinámica de la empresa, ya que ésta presenta un factor primordial para aumentar su productividad.”²⁶

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser los más eficientes, es por ellos que el Estudio del Trabajo nos presenta varias técnicas para aumentar la productividad.

Existen dos ramas del estudio del trabajo:

1. Estudio de métodos
2. Estudio de tiempos

“El estudio del trabajo implica analizar la manera de hacer la transformación en cada etapa del proceso a esto le llamamos estudio de métodos.

Antes de estudiar trabajos concretos, el técnico debe examinar el flujo general del producto por las instalaciones. Comprender la situación actual permite estar preparado para mejorarla. En el caso de un producto que se va a fabricar, se debe dividir primero en partes y después estudiar la secuencia de fabricación de los componentes y la secuencia de ensamble de éstos, el sub-ensamble, el producto terminado y el empaque de salida.”²⁷

Las técnicas para el estudio de métodos de trabajo:

Diagrama de operaciones.

Diagramas de flujo.

Diagramas bimanuales.

²⁶ <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/estudios-metodos-tiempos-trabajo.htm>

²⁷ Niebel B.(2005).”Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo”.

México: Editorial The McGraw-Hill.

Diagramas hombre máquina.

Diagramas de hilos.

Diagramas de recorrido.

Simograma.

El estudio de métodos; permiten analizar el proceso para mejorarlo y determinar el mejor método de hacer el trabajo.

Actualmente, las organizaciones, independientemente de su tamaño y del sector de actividad, han de hacer frente a mercados competitivos en los que han de conciliar la satisfacción de sus clientes con la eficiencia económica de sus actividades.

La Gestión de Procesos coexiste con la administración funcional haciendo posible una gestión inter-funcional generadora de valor para el cliente y que, por tanto, procura su satisfacción. Determina qué procesos necesitan ser mejorados o rediseñados, establece prioridades y provee de un contexto para iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar objetivos establecidos. Hace posible la comprensión del modo en que están configurados los procesos, de sus fortalezas y debilidades. Siempre que un proceso vaya a ser rediseñado o mejorado, su documentación es esencial como punto de partida.

El análisis de un proceso puede dar lugar a acciones de rediseño para incrementar la eficacia, reducir costos, mejorar la calidad y acortar los tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto o servicio.

Existen 7 etapas del estudio del método las cuales son:

1. Seleccionar el proceso a estudio.

2. Registrar el trabajo a estudiar definiendo sus límites en una directa observación de los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuente apropiadas los datos adicionales que sean necesarios.
3. Establecer buscar el método más práctico, eficaz y económico métodos mediante las personas involucradas.
4. Evaluar diferentes opciones para realizar un nuevo método comparando la relación costo-eficacia entre el nuevo método actual.
5. Definir el método nuevo en forma clara a personas que puedan concernir quien lo va a hacer (Dirección, capataces y trabajadores).
6. Implantar el nuevo método con una práctica normal formando todas las personas que han de utilizarlo.
7. Controlar la aplicación del método nuevo.

Por otra parte dentro del estudio de trabajo también incluimos el estudio de tiempos:

“El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleado para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuada por condiciones determinadas, y por analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El tiempo estándar es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y trabajando a ritmo normal que lleve a cabo una operación. El estandarizar el tiempo es con el fin de tener una base para la programación del trabajo,

determinar los costos estándares de mano de obra y de ahí, sustentar los incentivos para el personal.”²⁸

El análisis de un proceso puede dar lugar a acciones de rediseño para incrementar la eficacia, reducir costos, mejorar la calidad y acortar los tiempos reduciendo los plazos de producción y entrega del producto o servicio.

3.3.1 Técnicas para medir el trabajo

Las principales técnicas que se utilizan en la medición del trabajo son las siguientes:

1. Estudio de tiempos con cronómetro.
2. Métodos de observación instantáneos (muestreo del trabajo).
3. Normas predeterminadas de tiempos-movimientos, (MTM, MODAPS).
4. Empleo de películas.
5. Síntesis de datos tipo.
6. Evaluación analítica. (experiencia personal)

3.3.2 Requisitos del estudio de tiempos

Para que el estudio de tiempos sea aceptable se debe realizar lo siguiente:

1. Debe medir con exactitud cada uno de los elementos.
2. Debe ser comprensible.
3. Debe ser susceptible de poder ser medido fácilmente.

²⁸ Meyers F.(2000).” *Estudios de tiempos y movimientos, para la manufactura, para la manufactura ágil*”. México: Editorial Prentice Hall.

3.3.3 Elementos del estudio de tiempos

“Al concretar la totalidad de la operación como si fuera un solo elemento, no resulta suficiente para el estudio de tiempos la mejor forma de describir la operación, es dividiendo en elementos definidos, mensurables y describir cada uno de estos por separado.”²⁹

Elemento: Es una parte esencial de una actividad o tarea determinada, compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje. Los elementos por naturaleza en el ciclo de trabajo los podemos clasificar en los siguientes tipos:

- a) Elementos de repetición o ciclo: Son aquellos que se presentan una o varias veces en un ciclo de la operación o del trabajo estudiado.
- b) Elementos constantes: Son elementos que se localizan en varias operaciones de la planta y que tienen características semejantes ósea son aquellas cuyo tiempo de ejecución es siempre igual.
- c) Elementos variables: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución cambia según ciertas características del producto o proceso como de dimensiones, peso, calidad etc.
- d) Elementos casuales o contingentes (o cíclicos): Son los que no aparecen en cada ciclo de trabajo sino a intervalos tanto irregulares pero que son necesarios para la operación generalmente en forma periódica.
- e) Elementos extraños: Son los observados durante el estudio y que al ser analizado no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

²⁹ Meyers F.(2000).” *Estudios de tiempos y movimientos, para la manufactura, para la manufactura ágil*”. México: Prentice Hall.

La técnica más usada o empleada en el departamento de ingeniería o capacitación para medir el trabajo es el estudio de tiempos por cronometro.

3.3.4 “Equipo necesario para efectuar el estudio de tiempos”³⁰

El equipo requerido básicamente para el análisis de un estudio de tiempos es el siguiente:

1. Cronometro.
2. Formato de estudio de tiempos, (hoja de cronometraje).
3. Tablero de observaciones.
4. Equipo auxiliar como, (tacómetro, vernier, flexo metro etc.)

Existen 2 procedimientos básicos para medir el tiempo medido de los elementos de un ciclo de trabajo:

a) Lectura continua: Consiste en accionar el cronómetro y leerlo en el punto de terminación de cada elemento sin desactivar el cronómetro mientras dura el estudio. Se considera recomendable para cronometrar elementos cortos.

Ventajas de lectura continúa:

1. Se obtiene un registro completo en un período de observación.
2. No se deja tiempo sin anotar.
3. Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
4. Hay menos distracción en el analista.

³⁰ Meyers F.(2000).” Estudios de tiempos y movimientos, para la manufactura, para la manufactura ágil”. México: Prentice Hall.

Desventajas de lectura continúa:

1. Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
2. Requiere mayor concentración del analista.

b) Vuelta a cero o lectura repetitiva: Consiste en accionar el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlos cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio. Se considera recomendable para cronometrar elementos largos.

Ventajas de vuelta a cero o lectura repetitiva:

1. El cálculo por elemento requiere de menos tiempo.
1. Los elementos fuera de orden se registran fácilmente.
2. Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
3. Hay menos distracción en el analista.

Desventajas de vuelta a cero o lectura repetitiva:

1. Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
2. Requiere mayor concentración del analista.
3. No se obtiene el registro completo al no considerar retrasos y elementos extraños.
4. Propicia distracción en el analista.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN MÁQUINA AUTOMATIZADA

4.1 Análisis del diseño de la máquina automatizada propuesta

El diseño de la máquina automatizada propuesta se obtuvo en base a un análisis de estudio de diferentes máquinas que cortan madera las cuales se encuentran en el mercado del sector maderero.

Anteriormente el operario que manejaba una máquina semi-automática de corte de madera realizaba un trabajo manual por cada corte de pieza en la cual tiene que medir y trazar pieza por pieza para luego ejecutar manualmente el corte de madera.

Figura 70: Trazado para realizar corte de madera



Fuente: Guía de procesamiento industrial.(PROMPEX)

Figura 71: Corte de madera melamina



Fuente: Guía de procesamiento industrial.(PROMPEX)

A continuación mencionaremos las diferentes operaciones para la manufactura de muebles de madera melamina:

Operación de corte

Operación de cantos (se refiere a quitarle los filos)

Operación de labrado

Operación de lijado y pintado

Operación de ensamble

La operación de corte de madera melamina es una parte de las diferentes operaciones para la manufactura de muebles de melamina, encontrándose en esta operación el cuello de botella por lo cual nos centraremos en esta operación, ya que el operario al realizar el trazado y medida de las piezas a cortar, demora a las otras operaciones que prosiguen a la operación de corte.

Por lo tanto ante el problema mencionado anteriormente se diseñó una máquina automatizada la cual optimice los cortes de madera melamina, reduciendo los tiempos de corte y aumentando la productividad.

La madera a cortar es la melamina, es un tipo de madera la cual se utiliza para la manufactura de muebles de madera melamina.

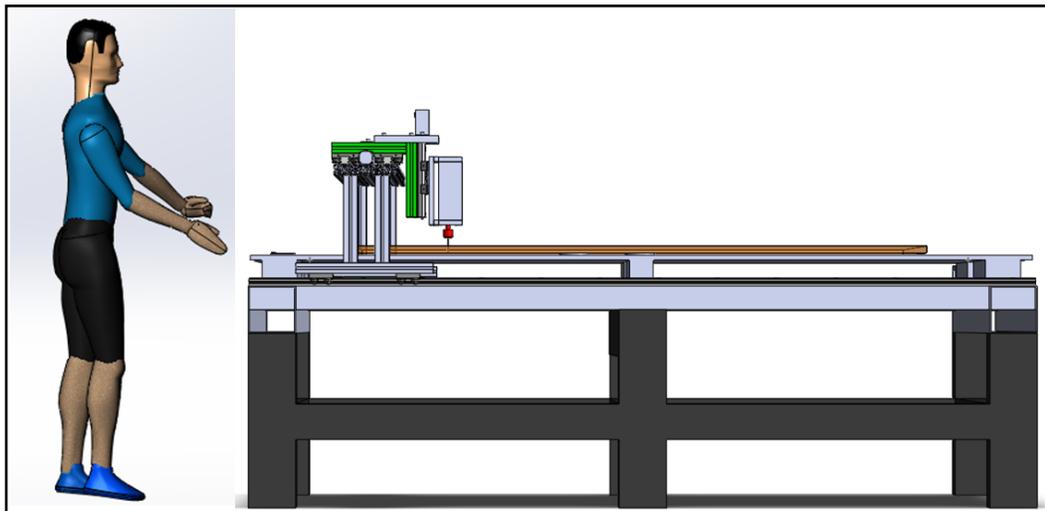
El espesor de la madera melamina va desde 20mm hasta 30mm.

La madera melamina vienen en tableros de: 2.44m x 1.83m

Diseño de la máquina automatizada:

El diseño de la máquina automatizada se basó en el uso de tomas de medidas de diversas máquinas de corte con el objetivo de proteger la integridad física del operario y optimizar la operación de corte de madera.

Figura 72: Relación Operario-Máquina



Fuente: Elaboración propia

La máquina automatizada tiene las siguientes dimensiones:

Ancho: 2.58m

Largo: 3.33m

Altura total: 1.50m

Altura de la base a la mesa de trabajo: 1m

Como se puede observar la máquina tiene una disposición horizontal la cual facilita la manipulación de los tableros de madera melamina, por lo cual se pueden colocar fácilmente en la mesa de corte.

Además se tomó en cuenta el tema de la contaminación ambiental, esta máquina en su diseño no cuenta con puntos de soldadura por lo cual no contamina. La máquina automatizada, al realizar el corte de madera melamina posee un sistema extractor de aserrín la cual impide que contamine el ambiente.

Posee tres desplazamientos en sus 3 ejes X, Y, Z, para que se pueda realizar el corte de madera melamina.

La máquina automatizada propuesta consta de las siguientes partes:

Perfiles estructurales de aluminio.

Perfiles cuadrados de acero laminado en frío.

Ejes de bolas recirculantes.

Soportes para ejes de bolas recirculantes.

Ejes guías de desplazamiento.

Carros de desplazamiento.

Motor paso a paso.

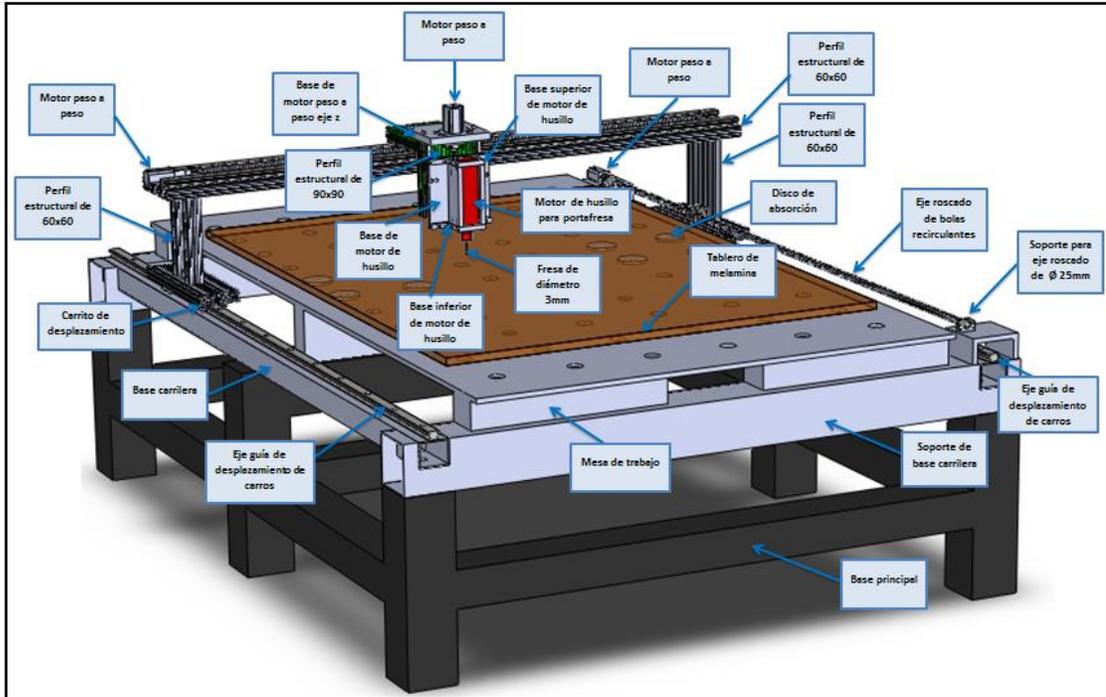
Motor de husillo para portafresa.

Ejes deslizantes de desplazamiento.

Computadora de control de la máquina automatizada.

Figura 73: Máquina automatizada con sus partes

No
ta:
Pa
ra
ma
yor
det
all
e
de
las
es



pecificaciones técnicas de las partes de la máquina automatizada propuesta (ver 4.2 Especificaciones técnicas de materiales).
Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle de dimensiones de partes de máquina automatizada (ver anexo planos).

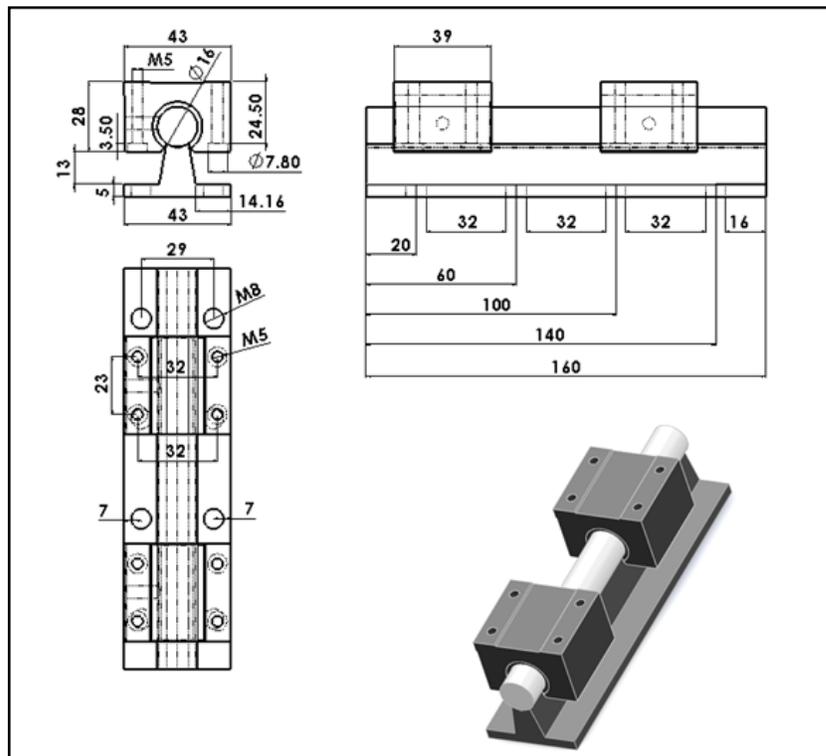
4.2 Especificaciones técnicas de materiales, e indicaciones de su uso

Especificación Técnica: Eje Deslizante o Guía Lineal (ver anexo planos)

Modelo: Guía Lineal SKF LRCB 16 - Riel de Desplazamiento para Máquina CNC

El material de las barras es un acero especial con tratamiento de dureza superficial de 62HRC.

Figura 74: Datos técnicos de eje deslizante



Fuente: Elaboración propia

Rieles endurecidos 62HRC, especialmente diseñados para una máxima resistencia a la deflexión

Cada eje deslizante posee 2 bloques de aluminio con bujes de 4 lazos de bolillas recirculantes.

Carga dinámica máxima por bloque: 120Kg.

Rieles de acero de alta dureza.

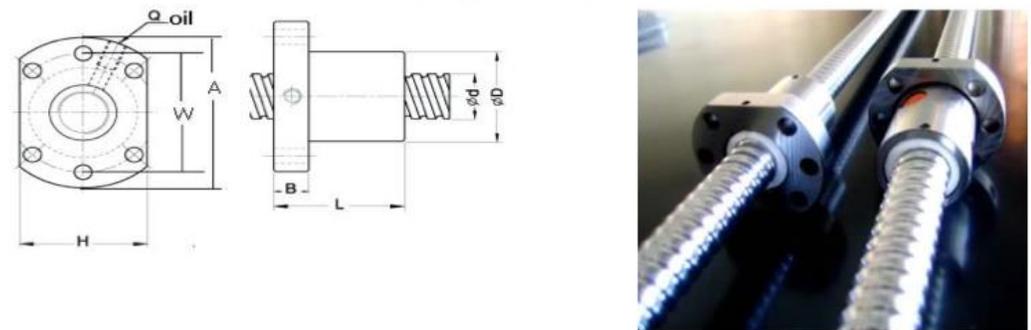
Especificación Técnica: Eje Roscado de Bolas Recirculantes (ver anexo planos)

Modelo: RA1605- Paso 5mm

Modelo: RA2505-Paso 5mm

Tabla N°2: Tipos de ejes roscados de bolas recirculantes

Tipo	Diámetro	Paso	Diámetro de bolillas	D	A	B	L	W	X	H	Ale mite	Cantidad de circuitos de bolillas	Carga dinámica max [Kgf]	Carga estática max [Kgf]	Rigidéz [Kgf/um]	Juego axial [mm]
RA1204	12	4	2,381	22	42	8	35	32	4.8	30	M6	3	407	908	-	0.035
RA1605	16	5	3,175	28	48	10	42	38	5.5	40	M6	3	780	1790	20	0.04
RA2005	20	5	3,175	36	58	10	42	47	6.6	44	M6	3	1130	2380	25	0.04
RA2505	25	5	3,175	40	62	10	51	51	6.6	48	M6	3	1280	3110	35	0.04



Fuente: Catálogo de ejes roscados de bolas recirculantes

Especialmente indicados para máquinas CNC. La función del conjunto eje roscado de bolas recirculantes-tuerca, es la de transformar el movimiento rotativo de los motores en un movimiento lineal de alta precisión, altas velocidades y rigidez.

Gracias a las tecnologías de fabricación utilizadas, estos productos poseen una gran vida útil bajo las condiciones más severas de trabajo.

Alcanzan una eficiencia del 90% en la transformación del movimiento debido al contacto de rodadura entre el eje roscado, las bolas y la tuerca. Lo cual implica que el par a utilizar es de aproximadamente un tercio del necesario para transmitir la misma fuerza con tornillos convencionales.

Material:

Los Ejes roscados están fabricados de acero el cual es endurecido superficialmente por inducción (42CrMo4-NF EN10083-1 para diámetros >20 mm y 2C45 para diámetros <20mm).

Las tuercas están fabricadas en acero totalmente endurecido (100 Cr6-NFA 35.565 o equivalente para diámetros >20 mm y acero al carbono para diámetros <20 mm).

La dureza de las superficies de contacto es 56-60 HRC, dependiendo del diámetro de los ejes roscados.

La mayoría de los ejes roscados realizados en material inoxidable tienen una dureza de superficie de 42 a 58 HRC, dependiendo del inoxidable.

NOTA: Se corta la longitud del eje de bolas recirculantes según pedido.

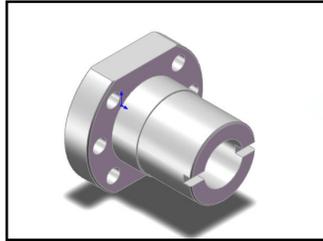
Especificación Técnica: Bocina Roscada (ver anexo planos)

Modelo: Bocina Roscada RA1605-RA2505

Nota: Al realizar el pedido del eje roscado de bolas recirculantes, la bocina roscada o tuerca es su complemento, por eso tiene el mismo modelo.

Las bocinas roscadas o tuercas, están fabricadas en acero totalmente endurecido (100 Cr6-NFA 35.565 o equivalente para diámetros >20 mm y acero al carbono para diámetros <20 mm).

Figura 75: Bocina roscada



Fuente: Elaboración propia

La dureza de las superficies de contacto es 56-60 HRC, dependiendo del diámetro de los ejes roscados.

Especificación Técnica: Motor Paso a Paso (ver anexo planos)

Figura 76: Motor paso a



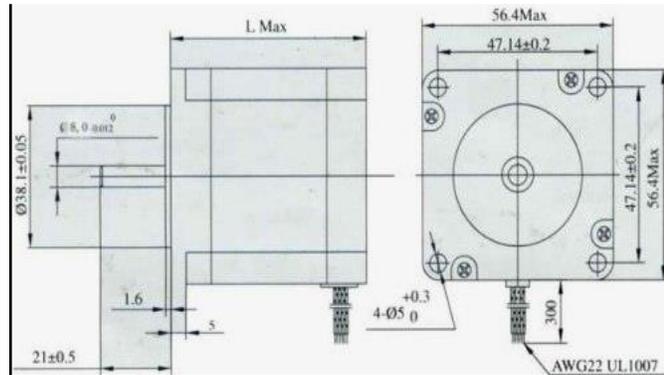
Fuente: Catálogo de motores paso a paso

Modelo: Nema 23 HS 2430	
Angulo de paso	1.8° ±5% ° / Paso

Largo de motor	112 mm.
Voltaje nominal	4.8 Volts.
Corriente Nominal	3 Amperes / Fase
Resistencia de Fase	1.6 \pm 10% Ω / Fase
Inductancia de Fase	6.8 \pm 20% mH / Fase
Torque Máximo	3 N.cm / 425 oZ.in
Torque de detención	6 N.cm
Inercia de rotor	440 g.cm ²
Fases	2
Cantidad de conductores	4
Diámetro de conductores	AWG22 UL1007
Aislación Clase	B
Conexiones	A+ Rojo A-- Verde B+ Amarillo B-- Azul
Diámetro del eje	8 mm.
Tipo de eje	Doble
Tamaño del artículo	46.4 * 56.4 * 76 mm
Peso neto	1400g

Dimensiones:

Figura 77: Dimensiones de Motor paso a



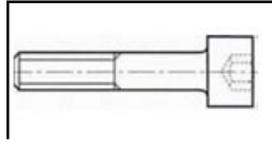
Fuente: Catálogo de motores paso a paso

Especificación Técnica: Perno Allen (ver anexo planos)

Figura 78: Perno allen

Material: Acero

Grado: 12.9



Fuente: Catálogo de pernos

Diámetros:

En pulgadas desde: 1/8" hasta 1 1/2"

En milímetros desde: M3 hasta M30

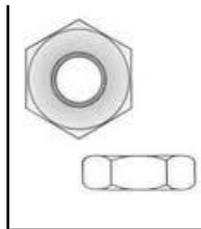
Longitud:

En pulgadas desde: 3/8" hasta 12"

En milímetros desde: 8mm hasta 200mm

Especificación Técnica: Tuerca para perno allen (ver anexo planos)

Figura 79: Tuerca para perno allen



Fuente: Catálogo de pernos y tuercas

Material: Acero

Grado: 12.9

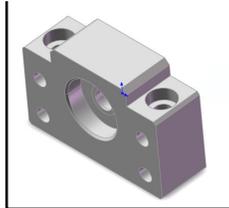
Diámetros:

En pulgadas desde: 1/8" hasta 1 1/2"

En milímetros desde: M3 hasta M30

Especificación Técnica: Soporte para eje roscado (ver anexo planos)

Figura 80: Soporte para eje



Fuente: Catálogo de soportes para ejes SKF

Modelo: Thomson BF 7833398 – Para diámetro interior de rodamiento 9mm.

Modelo: Thomson BF 7833400 – Para diámetro interior de rodamiento 19mm.

Modelo: SKF LSCS 9

Modelo: SKF LSCS 19

Rodamiento:

Anillos interior y exterior: Acero inoxidable AISI440C.

Bolas: Acero inoxidable AISI440C.

Retén protector: Acero inoxidable AISI304.

Prisionero: Acero inoxidable AISI304.

Junta elástica: Nitrilo.

RPM máx. para rodamiento de soporte para eje de 9mm: 22000 rpm

RPM máx. para rodamiento de soporte para eje de 19mm: 13000 rpm

Soporte:

Aluminio

Especificación Técnica: Compresora de aire

Capacidad:50 lt

Características: Motor: 220 v / 60 Hz

Caudal:4.2 (a 90 psi) cfm

Marca: Hyundai

Modelo:HYAC 100C

Peso:38 kg

Potencia:2 hp

Presión:115 psi

Figura 81: Compresor de



Fuente: Catálogo de compresores de aire

Especificación Técnica: Fresa de diámetro 3mm

Material: Acero HSS de alta velocidad

Tipo de materiales a cortar: madera y plástico

Figura 82: Fresa para

D	D1	l	L
3	3	10	30
4	4	12	60
5	5	16	60
3	6	20	60



Fuente: Catálogo de fresas para madera

Especificación Técnica: Motor de husillo para portafresa

Capacidad de husillo portafresa de: 3mm-16mm

Ajuste milimétrico de alta precisión

Peso: 1.5 kg

Velocidad variable desde: 1000rpm-35,000 rpm

Potencia: 750 W (1 HP)

Figura 83: Motor de husillo

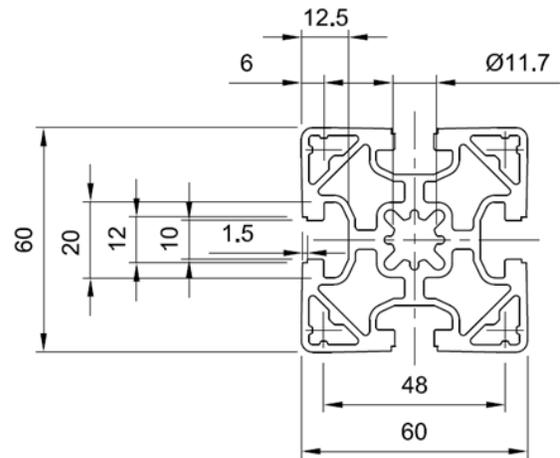
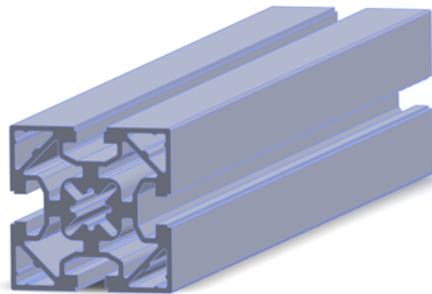


Fuente: Catálogo de motores de husillo para fresas de corte

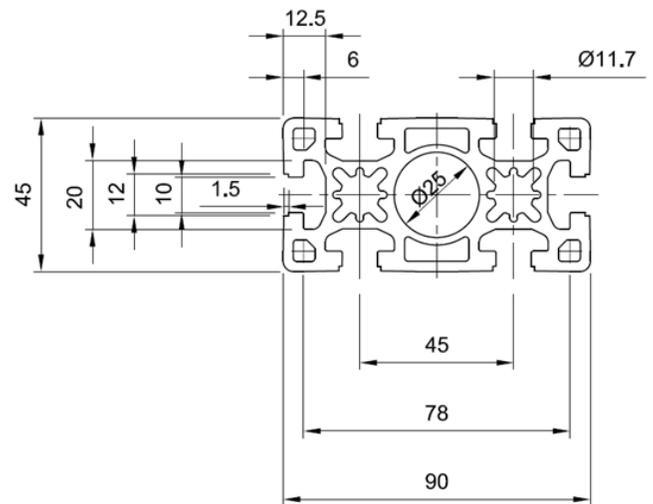
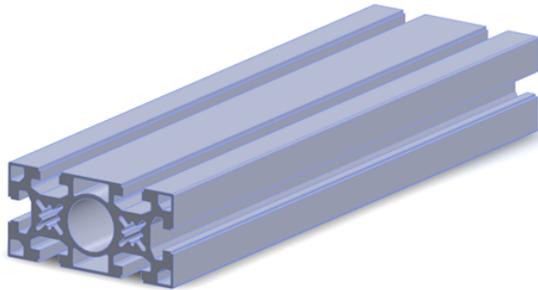
Especificación Técnica: Perfil Estructural de (60x60mm-45x90mm), según catalogo de sistemas estructurales de aluminio Micro automatización (ver anexo planos)

Perfiles Profiles Perfiles	Peso Weight Pêso	Momento de Resistencia Section modulus Momento de resistència		Momento de inercia Moment of inertia Momento de inèrcia	
		G (kg/m)	W_x (cm ³)	W_y (cm ³)	I_x (cm ⁴)
35 x 35 	1,137	2,69	2,69	4,70	4,70
35 x 35 1R 	1,266	3,29	3,17	5,70	5,20
35 x 35 S 	1,137	2,28	2,28	4,90	4,90
45 x 45 L 	1,728	3,10	3,10	11,40	11,40
45 x 45 1R 	1,890	5,92	5,51	13,20	12,30
45 x 45 2R 180° 	1,844	5,92	5,10	13,20	11,40
45 x 45 2R 90° 	1,841	5,50	5,50	12,30	12,30
45 x 45 	2,214	7,08	7,08	15,80	15,80
45 x 90 L 	3,699	19,25	10,14	88,90	22,50
45 x 90 	4,566	33,01	18,05	145,70	38,80
60 x 60 	3,564	7,52	7,52	45,00	45,00
90 x 90 	5,975	47,08	47,08	211,66	211,66

Tabla N°3: Especificaciones técnicas de diferentes tipos de perfiles



Perfil 45 x 90

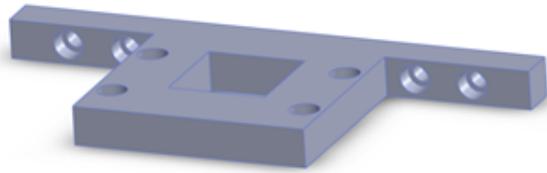


Material: Aleación Al-Mg-Si 6060 T5

Limite de resistencia a la tracción: 250 N/mm²

Rigidez: 250 N/mm²

Especificación Técnica: Tapa Inferior de Caja de Motor Porta fresa (ver anexo planos)



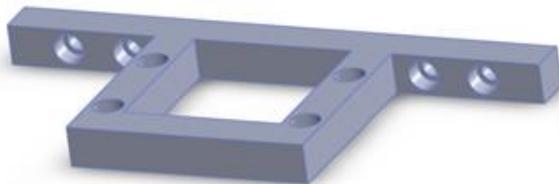
Material: Aleación Al-Mg-Si 6060 T5

Limite de resistencia a la tracción: 250 N/mm²

Rigidez: 250 N/mm²

Espesor: 20mm

Especificación Técnica: Tapa Superior de Caja de Motor Porta fresa (ver anexo planos)



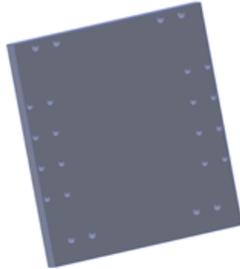
Material: Aleación Al-Mg-Si 6060 T5

Limite de resistencia a la tracción: 250 N/mm²

Rigidez: 250 N/mm²

Espesor: 20mm

Especificación Técnica: Placa Base de caja de motor (ver anexo planos)



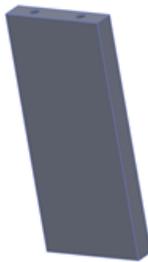
Material: Aleación Al-Mg-Si 6060 T5

Límite de resistencia a la tracción: 250 N/mm²

Rigidez: 250 N/mm²

Espesor: 20mm

Especificación Técnica: Placa lateral de caja de motor (ver anexo planos)



Material: Aleación Al-Mg-Si 6060 T5

Límite de resistencia a la tracción: 250 N/mm²

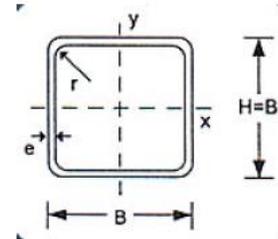
Rigidez: 250 N/mm²

Espesor: 20mm

Especificación Técnica: Base Principal-Base Carrilera, según Catálogo de Productos SABIMET S.A (ver anexo planos)

Denominación: Perfil estructural negro

Material: Acero SAE 1010 LAC



Perfiles de Sección Cuadrada mm	Dimensiones (mm)				Area cm ²	Peso Kg/m	Momento Respecto a los Ejes		
	h	b	e	r			I cm ⁴	S cm ³	R cm
60 x 60	60.00	60.00	2.25	3.38	5.02	3.98	27.40	9.13	2.34
70 x 70	70.00	70.00	2.25	3.38	2.92	4.65	44.60	12.74	2.75
90 x 90	90.00	90.00	2.50	3.75	8.54	6.70	107.46	23.88	3.55
100 x 100	100.00	100.00	5.00	4.50	11.33	8.89	175.10	35.02	3.94
110 x 110	110.00	110.00	3.40	5.10	14.10	11.07	263.04	47.82	4.33
120 x 120	120.00	120.00	4.00	6.00	18.01	14.14	397.30	66.22	4.74
135 x 135	135.00	135.00	4.30	6.45	21.85	17.15	612.27	90.71	5.28
155 x 155	155.00	155.00	4.50	6.75	26.39	20.72	982.43	126.77	6.10
175 x 175	175.00	175.00	5.50	8.25	36.25	28.46	1709.23	195.34	6.87
200 x 200	200.00	200.00	5.00	8.25	41.75	32.77	2597.67	259.77	7.89
200 x 200	200.00	200.00	7.00	10.50	52.36	41.10	3194.10	319.41	7.81
220 x 220	220.00	220.00	7.00	10.50	57.96	45.50	4314.30	392.21	8.63
220 x 220	220.00	220.00	9.00	13.50	73.18	57.45	5317.27	483.39	8.52
260 x 260	260.00	260.00	9.00	16.50	87.58	68.75	9.038.52	695.27	10.16
260 x 260	260.00	260.00	11.00	16.50	105.41	82.74	10.656.87	819.76	10.06

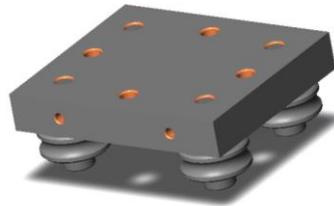
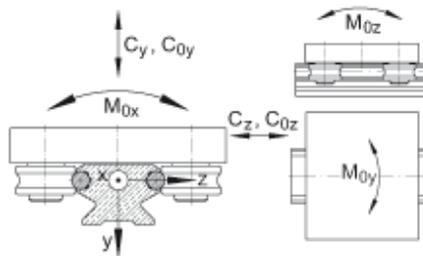
Tabla N°4: Especificaciones técnicas de diferentes tipos de perfiles de sección

Especificación Técnica: Carrito de desplazamiento (ver anexo planos)

Modelo: LFL52-SF INA

Peso de carrito: 1Kg

Material: Acero Cr-Mo-V



C_y : Posición de carga básica dinámica en dirección (y)

C_y : 10000 N.

C_{0y} : Posición de carga básica estática en dirección.

C_{0y} : 5200 N.

C_z : Posición de carga básica dinámica en dirección (z)

C_z : 16800 N.

C_{0z} : Posición de carga básica estática en dirección

C_{oz} : 10000 N.

M_{ox} : Momento estático sobre Eje de x.

M_{ox} : 110 N.

M_{oy} : Momento estático sobre Eje de y.

M_{oy} : 290 N.

M_{oz} : Momento estático sobre Eje de Z.

M_{oz} : 150 N.

Especificación Técnica: Eje guía de desplazamiento de carritos (ver anexo planos)



Modelo: LFL52-SF INA

Peso de eje guía: 4400 g/m

Rigidez: 72000 N/mm²

Material: Acero Cr-Mo-V

Nota: Al realizar el pedido del carrito de desplazamiento, el eje guía es su complemento, por eso tiene el mismo modelo.

4.3 Empresas Distribuidoras de partes y accesorios de máquina automatizada para cortar madera melamina

Empresa distribuidora de Eje Deslizante o Guía Lineal

Empresa: SKF DEL PERU S.A

Sucursal de la victoria: Alfa Bearing S.A.

Dirección: Av. Nicolás Arriola 1399, La Victoria

Teléfono: (01) 324-3344

Teléfono: (01) 323-1484

Fax: (01) 323-1484

E-mail: alfabearingsac@terra.com.pe

Teléfono: 9-9837*5270

Email:alfabearingsac@terra.com.pe

Sucursal de Surquillo: Dema S.A.

Dirección: Av. Angamos Este 891, Surquillo

Teléfono: (01) 445-5742

Fax: (01) 445-0381

Contacto: Vicente Cotera

E-mail: vicente.cotera@dema.com.pe

Contacto SKF: Enrique Bazán / César Salcedo

Teléfono: 9-9411-8667 / 9-9352-1730

E-mail: enrique.bazan@skf.com

Sucursal de San Isidro: Productos Originales S.A.

Dirección: Av. Javier Prado Este 1520, San Isidro

Teléfono: (01) 224-1780

Teléfono: (01) 225-0973

Fax: (01) 225-0974

E-mail: poriginales@scanperu.com

Contacto: Patricia Ayala

Teléfono: (01) 225-0973

Email: payala@scanperu.com

Contacto SKF: Enrique Martínez

Teléfono: 9-9352-1722

Email: enrique.martinez@skf.com

Empresa distribuidora de Eje roscado de bolas recirculantes- Bocina Roscada

Empresa: BC Bearing Perú

Dirección: Av. Elmer Faucett 339-341, Urb. Maranga

Distrito: San Miguel

Teléfono: +51 1 561 9868

Fax:+51 1 561 9773

Email: ventas@bcbearing.com.pe

Empresa: INCOR

Dirección: Av. Colonial 1473

Teléfono: +51 1 4256263

Fax: +51 1 4255988

Email: otto@incor.com.pe

Empresa: OMNITECNICA S.A.C.

Dirección: Av. Javier Prado Este 1360 San Isidro

Teléfono: +51 1 225 – 6889

Fax: +51 1 476 – 8049

Email: ventas@omnitecnica.com.pe

Empresa distribuidora de Motor Paso a Paso

Empresa: Fametal

Sucursal Surquillo:

Dirección: Avenida República De Panamá, 3972 - Surquillo – Lima

Teléfono: (01)441-1100

Sucursal La Victoria:

Dirección: Avenida Antonio Bazo, 1524 - La Victoria – Lima

Teléfono: (01)473-7957

Email: www.fametal.com

Sucursal El Cercado:

Dirección: Avenida Guillermo Dansey, 481 - Of. 118 - El Cercado – Lima

Teléfono: (01)330-4008

Email: www.fametal.com

Empresa: Precisión Perú

Dirección: Avenida Paseo De La República, 2131 - La Victoria – Lima

Teléfono: (01)265-6666

Email: www.precisionperu.com

Empresa: Festo Perú

Dirección: Amador Merino Reyna 480 - San isidro

Teléfono: 0051 (1) 219 69 60

Teléfono: 0051 (1) 219 69 71

Email: festo.peru@pe.festo.com

Empresa distribuidora de Pernos Allen

Empresa: Acrimsa.

Sucursal de Jesús María:

Avenida Mariscal Luzurriaga, 521 - Jesús María - Lima

Email: www.acrimsa.com

Teléfono: (01)423-1599

Sucursal de El Cercado:

Avenida Oscar R. Benavides, 1779 - (Ex-Colonial) - El Cercado - Lima

Email: www.acrimsa.com

Teléfono: (01)425-7631

Sucursal de Breña:

Avenida Naciones Unidas, 1623 - Breña - Lima

Email: www.acrimsa.com

Teléfono: (01)425-7354

Empresa distribuidora de Soporte para eje roscado

Empresa: SKF DEL PERU S.A

Sucursal de la victoria: Alfa Bearing S.A.

Dirección: Av. Nicolás Arriola 1399, La Victoria

Teléfono:(01) 324-3344

Teléfono:(01) 323-1484

Fax:(01) 323-1484

Email:alfabearingsac@terra.com.pe

Contacto: Héctor Bastidas

Teléfono:9-9837*5270

Email:alfabearingsac@terra.com.pe

Contacto SKF: Marco Todesco / Enrique Martínez

Teléfono: 9-8758-7702 / 9-9352-1722

Email:gian.marco.todesco@skf.com

Sucursal de Surquillo: Dema S.A.

Dirección: Av. Angamos Este 891, Surquillo

Teléfono: (01) 445-5742

Fax: (01) 445-0381

Contacto: Vicente Cotera

E-mail: vicente.cotera@dema.com.pe

Contacto SKF: Enrique Bazán / César Salcedo

Teléfono: 9-9411-8667 / 9-9352-1730

E-mail: enrique.bazan@skf.com

Sucursal de San Isidro: Productos Originales S.A.

Dirección: Av. Javier Prado Este 1520, San Isidro

Teléfono: (01) 224-1780

Teléfono: (01) 225-0973

Fax: (01) 225-0974

E-mail: poriginales@scanperu.com

Contacto: Patricia Ayala

Teléfono: (01) 225-0973

E-mail: payala@scanperu.com

Contacto SKF: Enrique Martínez

Teléfono: 9-9352-1722

Empresa: Thomson Linear Motion Optimized

España: Thomson

08014 Barcelona España

Teléfono: + 34(0) 932980278

Fax: +34(0) 932980278

Email: josep.estaran@thomsonlinear.com

**Empresa distribuidora de Perfil Estructural de aluminio de
(60x60mm - 45x90mm)**

Empresa: La Llave-Distribuidor Industrial

Dirección: Av. Oscar R. Benavides (ex Colonial) 2111, Lima 1, Perú

Teléfono: (511) 336-6700

Fax: (511) 336-8170

Email: ventas@lallave.com.pe

Empresa distribuidora de Tapa Inferior de Caja de Motor Porta fresa

Empresa: Aluminio Center

Dirección: Avenida Felipe Santiago Salaverry, 206 - Urb. El Pino - San Luis

Teléfono: 326-4400

Nextel: 815*6452

RPM: #326942

Email: www.aluminiocenter.com.pe

Empresa: Mecánica Industrial Lira E.I.R.Ltda

Dirección: Calle Huarán, 149 - Ate Vitarte – Lima

Teléfono: (01)349-7929

Email: www.milsac.com

Empresa distribuidora de Tapa Superior de Caja de Motor Porta fresa

Empresa: Aluminio Center

Dirección: Avenida Felipe Santiago Salaverry, 206 - Urb. El Pino - San Luis

Teléfono: 326-4400

Nextel: 815*6452

RPM: #326942

Email: www.aluminiocenter.com.pe

Empresa: Mecánica Industrial Lira E.I.R.Ltda

Dirección: Calle Huarán, 149 - Ate Vitarte – Lima

Teléfono: (01)349-7929

Teléfono:(01)348-6517

Email: www.milsac.com

Empresa distribuidora de Placa Base de caja de motor

Empresa: Aluminio Center

Dirección: Avenida Felipe Santiago Salaverry, 206 - Urb. El Pino - San Luis

Teléfono: 326-4400

Email: www.aluminiocenter.com.pe

Empresa: Mecánica Industrial Lira E.I.R.Ltda

Dirección: Calle Huarán, 149 - Ate Vitarte – Lima

Teléfono: (01)349-7929

Teléfono:01)348-6517

Email: www.milsac.com

Empresa distribuidora de Placa lateral de caja de motor

Empresa: Aluminio Center

Dirección: Avenida Felipe Santiago Salaverry, 206 - Urb. El Pino - San Luis

Teléfono: 326-4400

Nextel: 815*6452

RPM: #326942

Email: www.aluminiocenter.com.pe

Empresa: Mecánica Industrial Lira E.I.R.Ltda

Dirección: Calle Huarán, 149 - Ate Vitarte – Lima

Teléfono: (01)349-7929

Teléfono:(01)348-6517

Email: www.milsac.com

Empresa distribuidora de Base Principal-Base Carrilera-Soporte de Base carrilera

Empresa: COVEMA S.A.C.

Dirección: AV. GRAU N 1472, LIMA

Teléfono: 715 5559

Email: www.covema.pe

Empresa: FIERROS Y AFINES S.A.C.

Dirección: Lima, Avenida Argentina, 2979, Cercado de Lima.

Teléfono: 452-3159

Email: www.fierrosyafines.com.pe

Empresa distribuidora de Carro de desplazamiento-Eje guía de desplazamiento de carros

Empresa: BC Bearing Perú

Dirección: Av. Elmer Faucett 339-341, Urb. Maranga

Distrito: San Miguel

Teléfono: +51 1 561 9868

Fax:+51 1 561 9773

Email: ventas@bcbearing.com.pe

Empresa: INCOR

Dirección: Av. Colonial 1473

Teléfono: +51 1 4256263

Fax: +51 1 4255988

Email: otto@incor.com.pe

Empresa: OMNITECNICA S.A.C.

Dirección: Av. Javier Prado Este 1360 San Isidro

Teléfono: +51 1 225 – 6889

Fax: +51 1 476 – 8049

Email: ventas@omnitecnica.com.pe

4.4 Ventajas de la máquina automatizada propuesta

Ventajas:

La máquina automatizada propuesta, está diseñada para que su traslado sea sencillo y fácil.

La máquina automatizada propuesta, es totalmente desmontable y de fácil traslado.

La máquina automatizada propuesta, su contaminación es mínima ya que posee un extractor de polvo de aserrín.

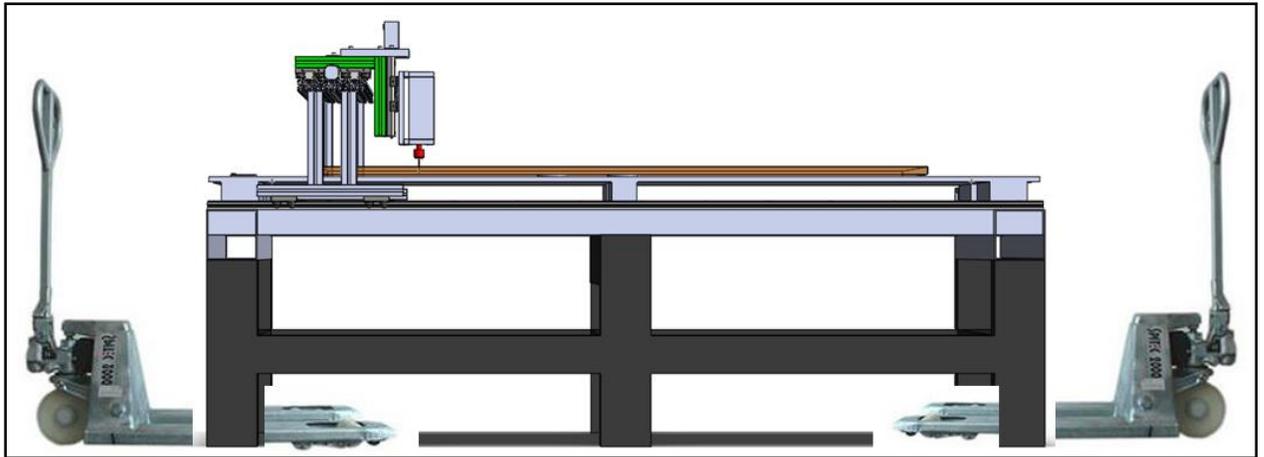
La máquina automatizada propuesta, es de fácil uso en su manipulación.

Formas de traslado de la máquina automatizada propuesta:

Primera Forma de traslado de la máquina automatizada propuesta

Usando 2 transparentas o gatos hidráulicos usados comúnmente en empresas de esta actividad, la máquina puede ser trasladada de ubicación fácilmente.

Figura 84: Traslado de máquina automatizada con transparentas hidráulicas



Fuente: Elaboración propia

Segunda forma de traslado de la máquina automatizada propuesta

La máquina automatizada propuesta, es totalmente desmontable, lo cual facilita su traslado por partes.

4.5 Descripción de la operación de corte propuesto

En el siguiente cuadro se aprecia las operaciones necesarias para realizar el corte recto de madera melamina con la máquina automatizada propuesta:

Proceso de corte de mueble de melamina (escritorio)

1	Posicionar y sujetar plancha de melamina a la máquina de corte
2	Ingresar valores al software de la máquina automática
3	Encender la máquina
4	Inicia proceso de corte
5	Parar la máquina
6	Retirar las piezas cortadas
7	Trasladar la piezas a la sección de cantos
8	Fin del proceso

A diferencia del proceso PRE-TEST los pasos en la operación se acortaron debido a que la intervención por parte del operador es mínima.

4.6 Diagramas propuesto de la operación de corte recto de melamina

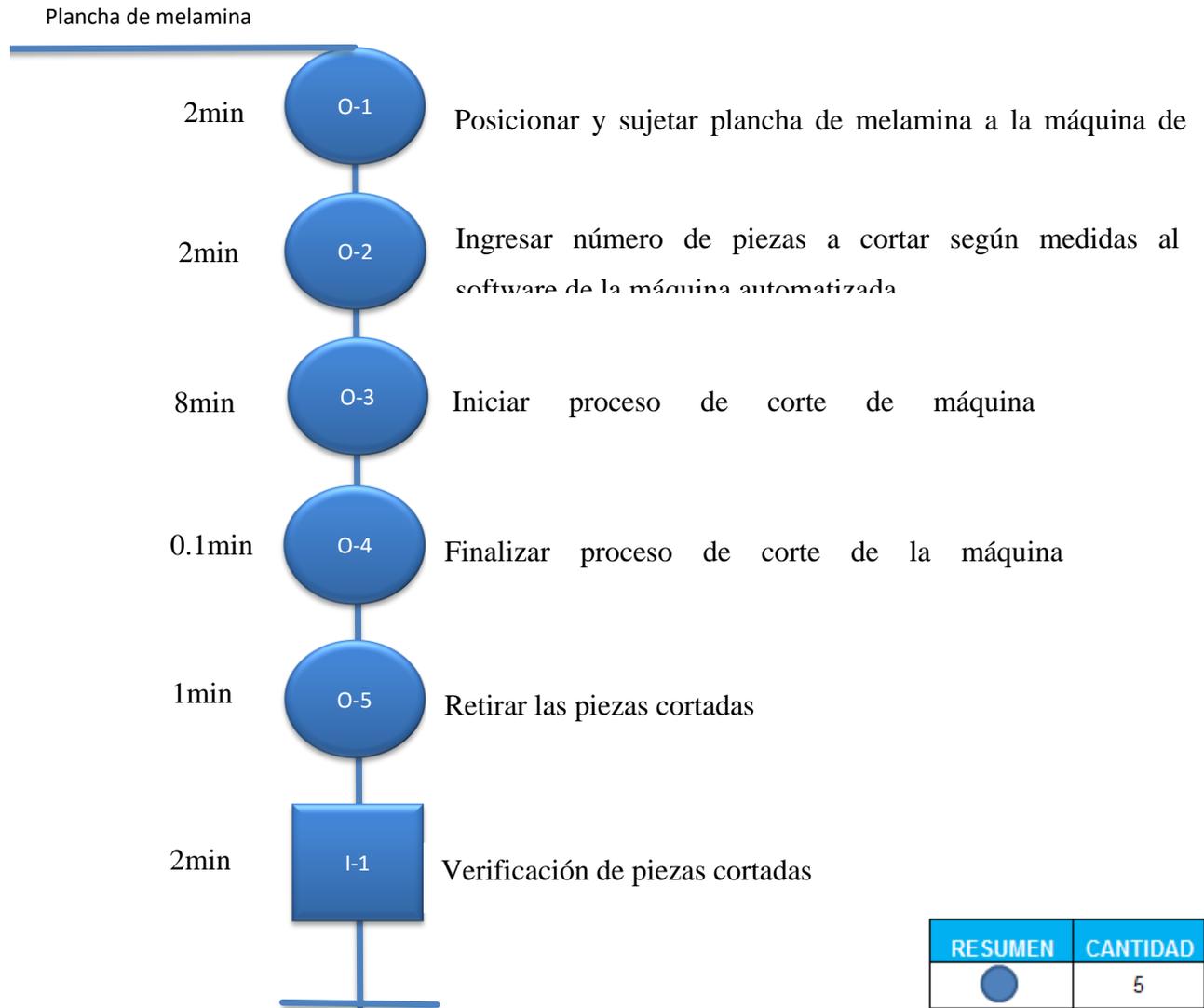
4.6.1 Diagrama propuesto de la operación del proceso (DOP)

En el siguiente cuadro se aprecia las operaciones necesarias, para realizar el corte recto de madera melamina según la máquina automatizada propuesta:

Proceso de corte de mueble de melamina (escritorio)	
1	Posicionar y sujetar plancha de melamina a la máquina de corte
2	Ingresar número de piezas a cortar según medidas al software de la máquina automatizada
3	Iniciar proceso de corte de máquina automatizada
4	Finalizar proceso de corte de la máquina automatizada
5	Retirar las piezas cortadas
6	Verificación de piezas cortadas

Diagrama propuesto de la operación del proceso (DOP)

Corte de plancha de melamina



RESUMEN	CANTIDAD
●	5
■	1
TOTAL	6

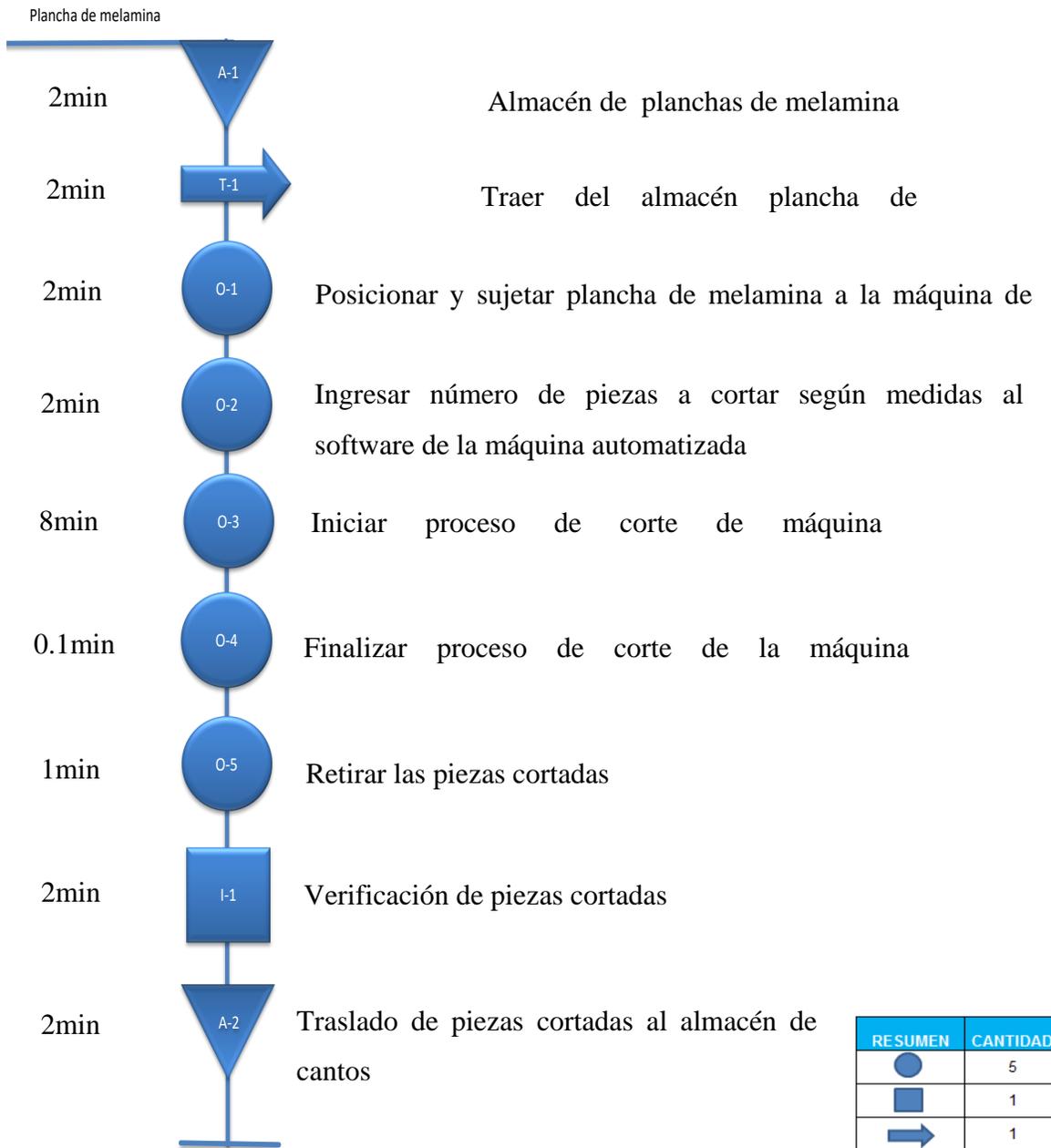
4.6.2 Diagrama propuesto del análisis del proceso (DAP)

En el siguiente cuadro se aprecia las operaciones y actividades necesarias, para realizar el corte recto de madera melamina según la máquina automatizada propuesta:

Proceso de corte de mueble de melamina (escritorio)	
1	Almacen de planchas de melamina
2	Traer del almacen plancha de melamina
3	Posicionar y sujetar plancha de melamina a la máquina de corte
4	Ingresar número de piezas a cortar según medidas al software de la máquina automatizada
5	Iniciar proceso de corte de máquina automatizada
6	Finalizar proceso de corte de la máquina automatizada
7	Retirar las piezas cortadas
8	Verificación de piezas cortadas
9	Traslado de piezas a almacén de cantos

Diagrama propuesto del análisis del proceso (DAP)

Corte de plancha de melamina



RESUMEN	CANTIDAD
●	5
■	1
→	1
▼	2
TOTAL	9

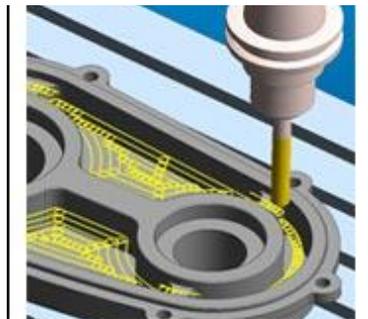
4.7 Especificación y detalle del software requerido y su programación

El software a utilizar para poder realizar los cortes de madera de forma automatizada es: Edge Cam.

Edge Cam es un software de manufactura CAM el cual aumenta la rentabilidad de las empresas debido al alto grado de integración con el CAD y flexibilidad de creación de trayectorias de mecanizado teniendo así un incremento en la productividad y un ahorro en horas de trabajo.

Dentro del Edge Cam, la integridad de tu diseño se mantiene debido a que el modelo del sólido se importa sin traducción, la diferencia es que Edge Cam lee el formato nativo del modelo.

Figura 85: Mecanizado en máquina fresadora



Fuente: Simulación en software Edge Cam

Edge Cam es una solución completa de software CAM para el mecanizado de la producción y las aplicaciones de moldes, matrices y fabricación de elementos de máquinas sin un tipo de complejidad. Con una amplia gama de fresado Eje 2-5, dando

vuelta y las estrategias de fresado / torneado, perfecta integración de CAD y sofisticadas herramientas de automatización.

Edge Cam está diseñado para hacer frente a la programación más simple de los componentes más complejos y ofrece soporte completo para la última CAD, máquina herramienta y tecnología de herramientas.

Compatibilidad con Inventor y Solidworks

Edge Cam tiene la ventaja de una gran compatibilidad con los software de Autodesk permitiéndole incluso insertar piezas y ensamblajes nativos de inventor y solidworks sin ningún tipo de traducción.

Simulación de mecanizado

El gran uso de este software es que nos permite simular el mecanizado de nuestros diseños realizados pudiendo observar el despliegue de la herramienta de corte con el fin de evitar accidentes que se podrían generarse en el proceso de manufactura.

Fácil de Usar

Una interfase del usuario como estatuto del arte incorporando la última tecnología de Microsoft Windows® proporciona una barra de herramientas y menús completamente habilitados según el cliente y el espacio en la pantalla dinámicamente maximizado. Los usuarios pueden fácilmente crear a su gusto la interfase para los requerimientos individuales dando como resultado el flujo del trabajo mejorado y el tiempo de programación más rápido. La facilidad del uso para operaciones complicadas ha llevado al Edge Cam a ser utilizado en una variedad de industrias diferentes, incluyendo las industrias de los deportes motorizados, aeroespacial, madereras y del petróleo y el gas.

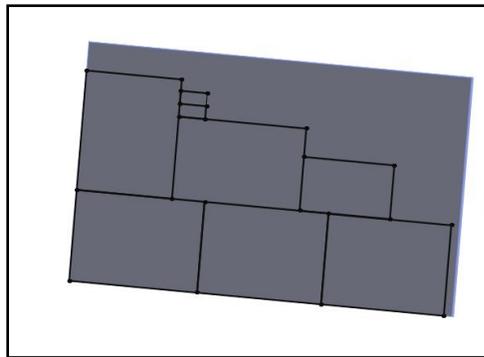
Nota: Se utilizara el programa Solidworks para realizar el dibujo en 3D del solido que se quiere mecanizar, el cual será exportado al software Egde Cam para su ejecución de mecanizado mediante la máquina automatizada.

Programación

En lo que concierne a la programación es muy sencillo, a continuación indicaremos los pasos a seguir:

Realizar el dibujo en 3D en el software Solidworks, de acuerdo a la cantidad y medidas de piezas que se desean cortar.

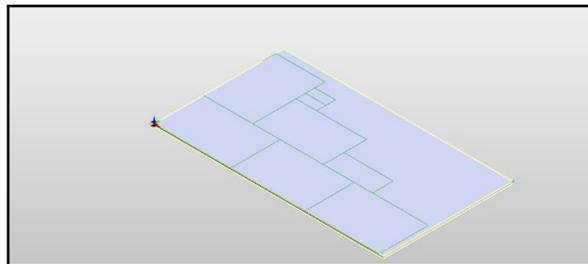
Figura 86: Dibujo en 3D realizado en programa Solidworks



Fuente: Simulación en software Edge Cam

Importar desde el software Edge Cam el dibujo que se hizo en solidworks.

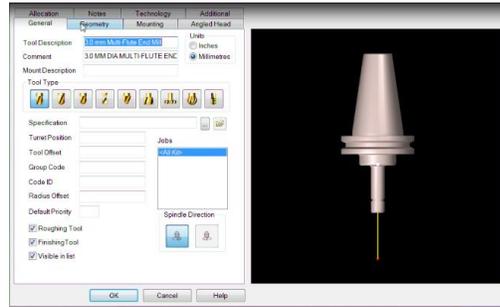
Figura 87: Solido importado desde el software Edge cam



Fuente: Simulación en software Edge Cam

Seleccionar el diámetro y herramienta a utilizar.

Figura 88: Selección de fresa de 3mm de diametro

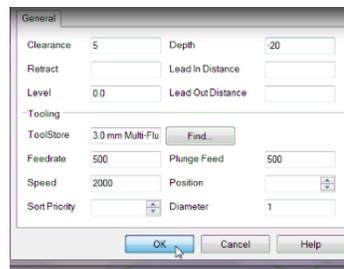


Fuente: Simulación en software Edge Cam

Seleccionar la velocidad, profundidad y el avance requerido.

Velocidad: 5000 RPM. Avance: 400 mm/min.

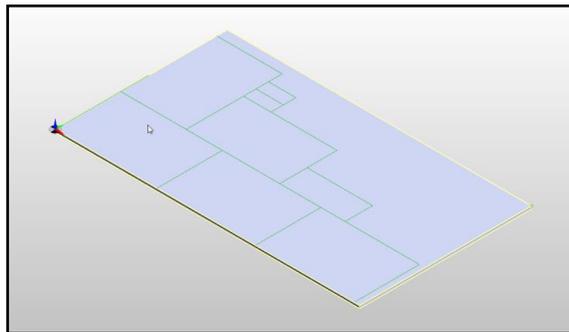
Figura 89: Selección de parametros de corte



Fuente: Simulación en software Edge Cam

Referenciar el punto de inicio de corte, este paso se realiza con la herramienta referenciando la herramienta en la esquina del bloque de madera en función de los tres ejes X, Y, Z.

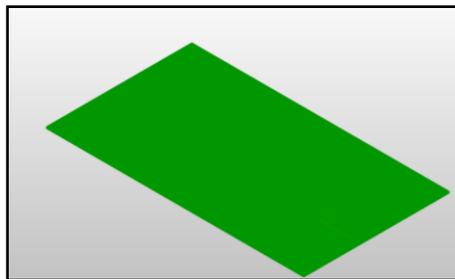
Figura 90: Bloque de madera con el punto de referencia en la esquina del lado



Fuente: Simulación en software Edge Cam

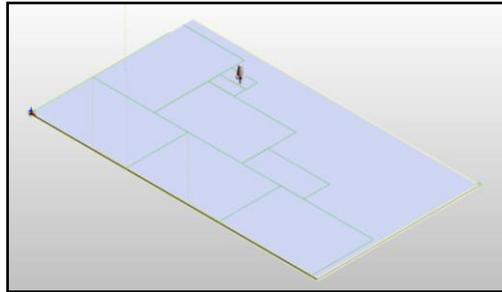
4.8 Simulación de la operación de corte recto de la máquina automatizada propuesta

Figura 91: Bloque de madera melamina



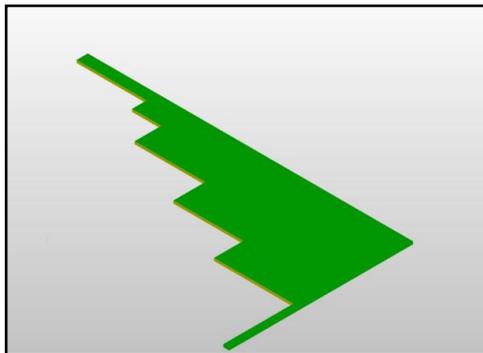
Fuente: Simulación en software Edge Cam

Figura 92: Simulación antes de realizar los cortes en la madera melamina



Fuente: Simulación en software Edge Cam

Figura 93: Parte sobrante despues de realizar la simulación del corte recto en la madera



Fuente: Simulación en software Edge Cam

4.9 Plan de mantenimiento

Para garantizar la durabilidad de la máquina esta requiere de un programa de mantenimiento de acuerdo a sus parámetros de operación establecidos.

Dado el ritmo de trabajo al que está sometida la máquina se procedió a evaluar los componentes que puedan sufrir desgaste durante la producción y los que requieren una revisión constante.

Por ello se programa 3 tipos de mantenimiento:

Mantenimiento Rutinario

Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Total

Los cuales están ordenados de acuerdo a la siguiente tabla:

	Enero-Marzo			Abril-Junio			Julio-Septiembre			Octubre-Diciembre		
Mantenimiento Rutinario	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento Preventivo			■			■			■			■
Mantenimiento Total												■

Mantenimiento Rutinario:

Realizado principalmente por el operario, este se efectúa durante las labores que el realiza ya que son necesarias para mantener el orden durante su jornada.

Las acciones que realiza son:

Limpieza de la máquina.

Calibración de la herramienta de corte.

Cambio de la herramienta de corte.

Con estas acciones garantiza que los trabajos que realizara serán ejecutados correctamente, evitando percances o piezas defectuosas.

Nota: El costo de este tipo de mantenimiento es despreciable ya que se le considera dentro del ciclo de operación de la máquina.

Mantenimiento preventivo:

Realizado dentro de una programación, como su nombre indica su fin es el de prevenir posibles fallas en el equipo y comprende todos sus componentes ya sean físicos o informáticos.

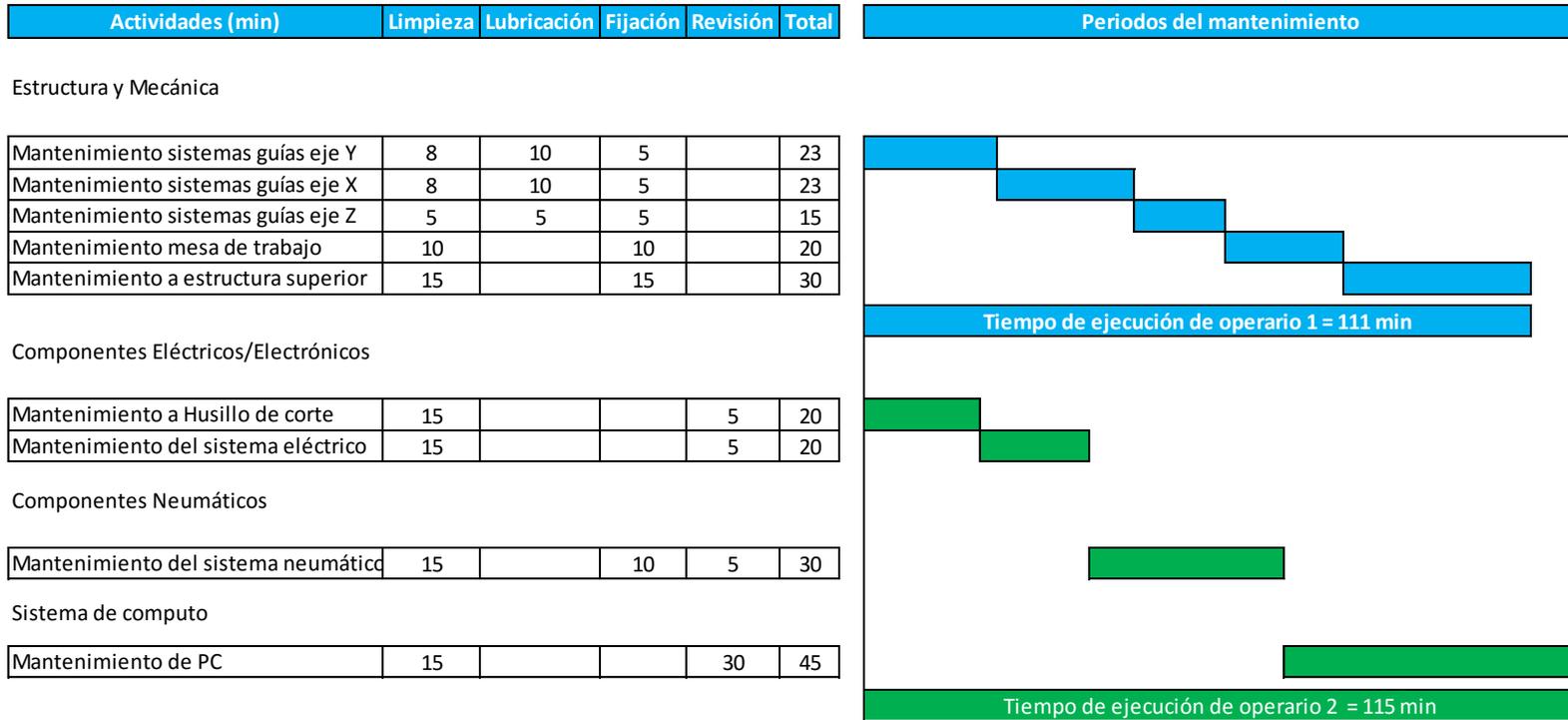
La máquina planteada requiere un mantenimiento preventivo cada trimestre para poder garantizar la operatividad optima de la misma.

Este mantenimiento requiere de la intervención de 2 operarios especializados que conozcan la máquina y la forma adecuada de realizar el mantenimiento.

Se realiza un diagrama de Gantt para mostrar el tiempo de dedicación previsto para el mantenimiento.

El mantenimiento se realiza cada 3 meses para ello hemos programado el mantenimiento al final de tercer mes ya que es la fecha de corte entre periodos y no perjudica la producción o las entregas.

Diagrama de Gantt



El diagrama indica que el tiempo de ejecución del mantenimiento es de 115 min lo equivalente a 1 hora con 55 minutos.

Cálculo del costo de mantenimiento

Es tiempo total empleado por los 2 técnicos es de 226 minutos, equivalente a 3 horas con 46 minutos.

La hora hombre esta valorizada en \$ 2.79

Hora-Hombre mantenimiento \$	10.52
------------------------------	-------

Los materiales a utilizar para el mantenimiento:

Materiales	Cantidad	Costo unitario \$	Total \$
Thinner (KG)	0.5	0.5	0.25
Lubricante	4	5	20
Cintillos de amarre 200 mm x 100 und	1	2	2
Prensaestopas	5	2	10
Jack-RJ-45	2	1.2	2.4
Brocha 1"	4	2	8
Trapo industrial	2	3	6
Aceite omala	3	8	24
Total \$			72.65

Equipos y herramientas a utilizar:

Herramientas y Equipos	Cantidad	Costo unitario \$	Total \$
Taladro	2	6.6	13.2
Sopladora	2	4.4	8.8
Pinza amperimetrica	2	8.8	17.6
Llave Allen "set"	2	2.2	4.4
Llave de boca "set"	2	4.4	8.8
Set de destornilladores "set"	2	2.2	4.4
Alicate	2	0.77	1.54
Total \$			58.74

Resumen:

Hora-Hombre mantenimiento \$	10.52
Materiales \$	72.65
Herramientas y Equipos \$	58.74

Mantenimiento Preventivo \$	141.91
-----------------------------	---------------

El Mantenimiento Preventivo está programado para ejecutarse 3 veces al año, lo que da un total de Mantenimiento Preventivo anual:

Mantenimiento Preventivo Anual \$	425.72
-----------------------------------	--------

Mantenimiento Total:

Es aplicado el final de un periodo se caracteriza por ser más completo que el preventivo ya que en él se aplican cambios de piezas importantes o repotenciación de la máquina dependiendo del ritmo de trabajo que se espera.

El mantenimiento está programado para el último día hábil del periodo ya que es el tiempo en el que la empresa cesa actividades por un tiempo debido a inventarios y cierre contables.

Este mantenimiento requiere de la intervención de 2 operarios especializados que conozcan la máquina y la forma adecuada de realizar el mantenimiento.

Los componentes que se cambian son:

Rodamientos.

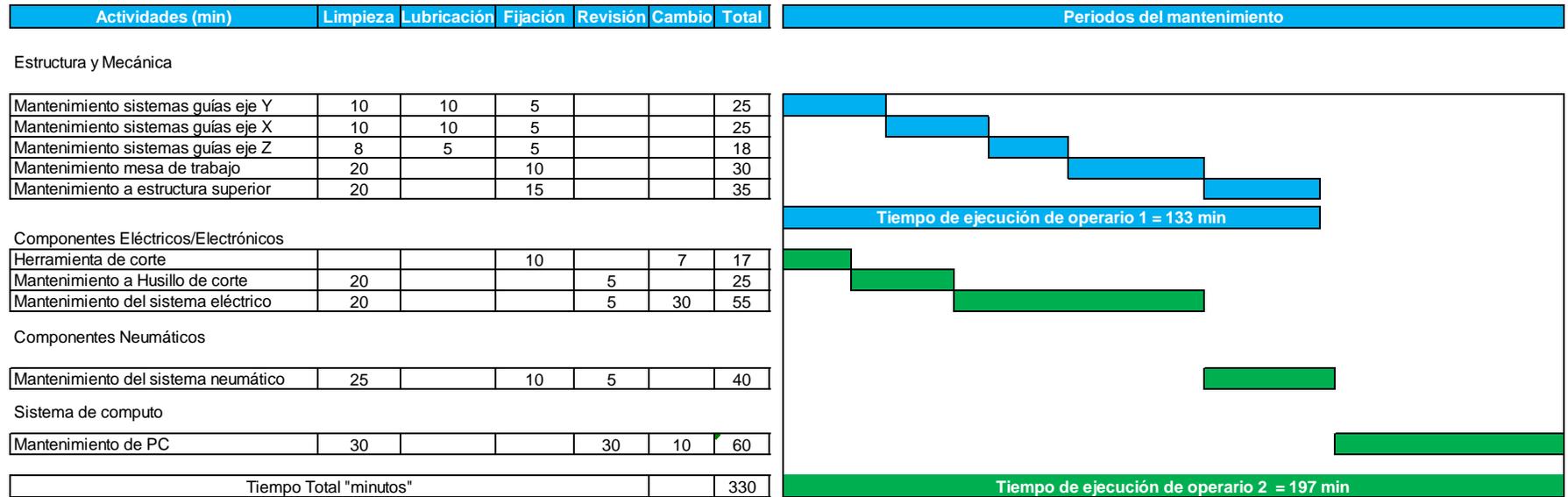
Relés.

Cableado eléctrico.

Sistema neumático (manguera flexible y conectores rápidos).

Se realiza un diagrama de Gantt para mostrar el tiempo de dedicación previsto para el mantenimiento.

Diagrama de Gantt



El diagrama indica que el tiempo mayor de ejecución del mantenimiento es de 197 min lo equivalente a 3 horas con 17 minutos lo cual demuestra la complejidad de este y la razón por la que se realiza 1 vez al año.

Cálculo del costo de mantenimiento

Es tiempo total empleado por los 2 técnicos es de 330 minutos, equivalente a 5 horas con 30 minutos

La hora hombre esta valorizada en \$ 2.79

Hora-Hombre mantenimiento \$	15.35
------------------------------	-------

Los materiales utilizar para el mantenimiento

Materiales	Cantidad	Precio unitario \$	Total \$
Thiner (KG)	0.5	0.5	0.25
Lubricante	4	5	20
Cintillos de amarre 200 mm x 100 und	1	2	2
Prensaestopas	5	2	10
Jack-RJ-45	2	1.2	2.4
Brocha 1"	4	2	8
Relés	3	4	12
Manguera elástica nº 6 x 1m	6	0.5	3
Conector rápido nº 6	30	1.6	48

Cable eléctrico 6 x 4 mts	2	0.5	1
Cable eléctrico 8 x 4 mts	1	0.8	0.8
Cable eléctrico 10 x 4 mts	1	1	1
Cable unipolar de control 18 AWG 5m	1	25	25
Pintura	2	25	50
Rodamiento Guía Lineal A Bolas Recirculantes Cnc Sc12 Uu	6	16	96
Total \$			279.45

Equipos y herramientas a utilizar:

Herramientas y Equipos	Cantidad	Costo unitario \$	Total \$
Taladro	2	6.6	13.2
Sopladora	2	4.4	8.8
Pinza amperimetrica	2	8.8	17.6
Llave Allen "set"	2	2.2	4.4
Llave de boca "set"	2	4.4	8.8
Set de destornilladores "set"	2	2.2	4.4
Alicate	2	0.77	1.54
Pistola de aire pintado	2	6.6	13.2
Total \$			71.94

Resumen

Hora-Hombre mantenimiento \$	15.35
Materiales \$	279.45
Herramientas y Equipos \$	71.94

Mantenimiento Preventivo \$	366.74
-----------------------------	--------

El costo del mantenimiento para un periodo anual es:

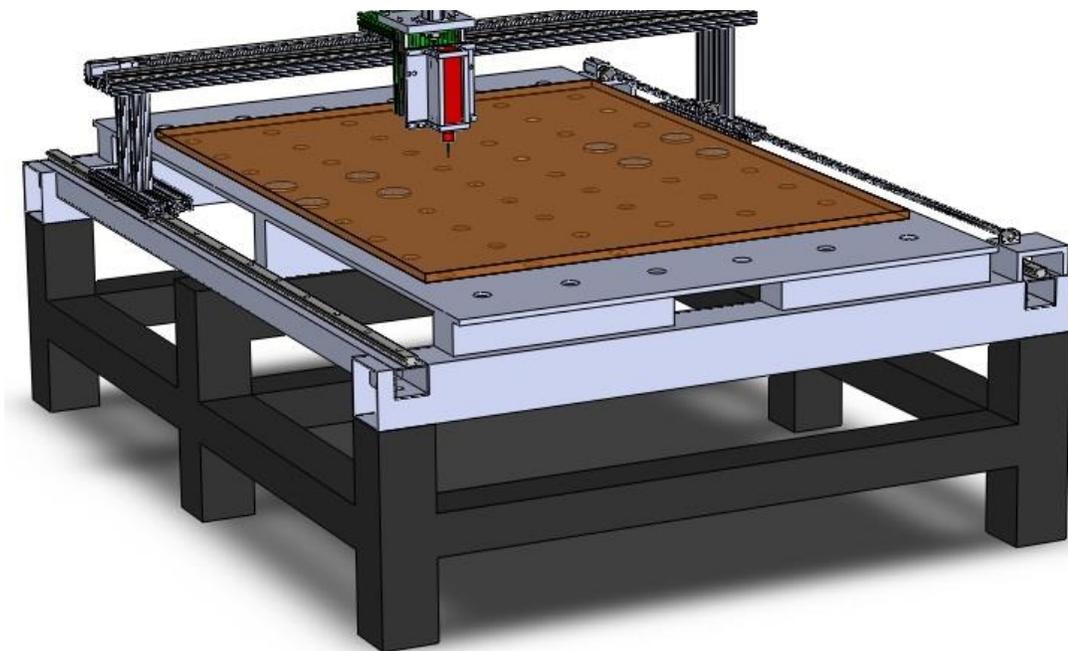
Mantenimiento Preventivo Anual \$	425.72
-----------------------------------	--------

Mantenimiento Total \$	366.74
------------------------	--------

Mantenimiento Anual \$	792.46
------------------------	--------

4.10 Manual de ensamble de la máquina automatizada propuesta

Figura 94: Máquina automatizada



Fuente: Elaboración propia

Primera parte: Montaje de base

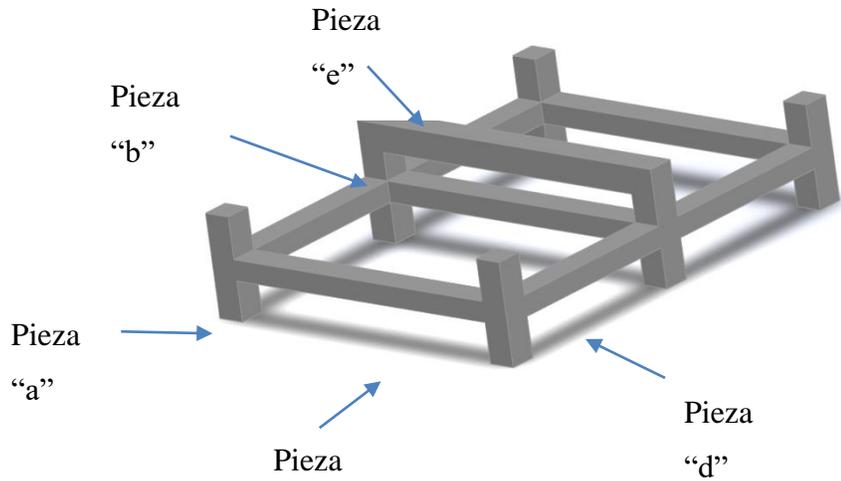


Figura Base principal (Fuente: Elaboración propia)

Los perfiles de acero 200x200 mm se encuentran en la lista de materiales a cortar según las siguientes medidas:

Piezas:

Perfil de acero 200x200x740 mm.....(a) x 4 unidades.

Perfil de acero 200x200x840 mm..... (b) x 2 unidades.

Perfil de acero 200x200x2180 mm..... (c) x 3 unidades.

Perfil de acero 200x200x1365 mm.....(d) x 4 unidades.

Perfil de acero 200x200x2580 mm.....(e) x 1 unidad.

Ángulos de acero 100x100 mm x 32 unidades + pernos.

Ver la figura “Base principal “

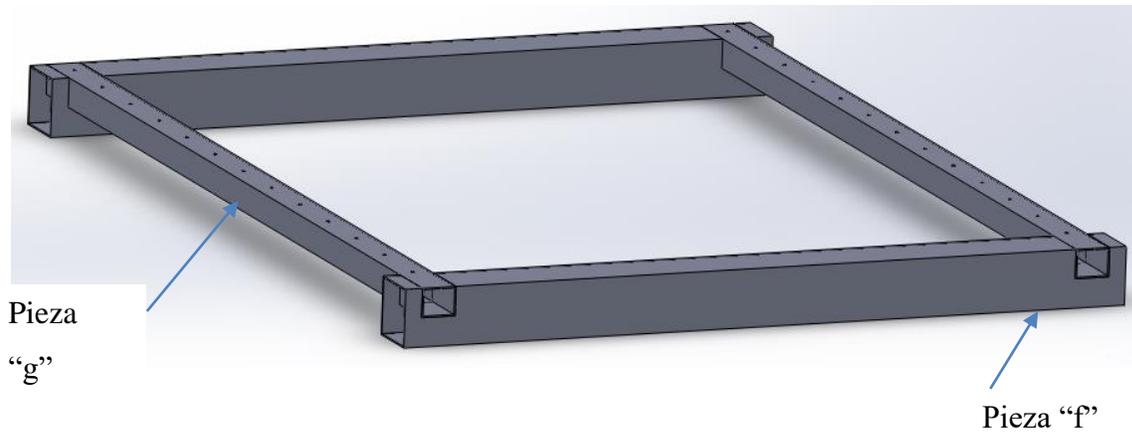


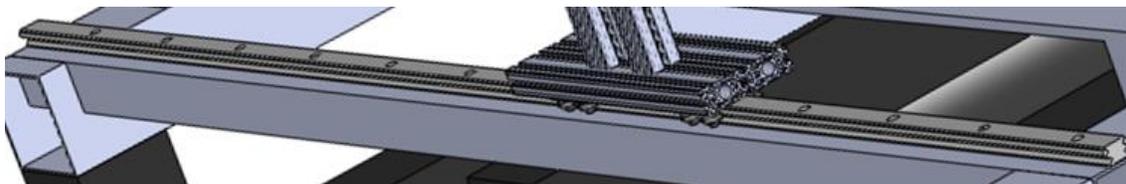
Figura Estructura para ejes guías de desplazamiento (Fuente: Elaboración propia)

Soporte base carrilera 200x200x2250 mm.....(f) x 2 unidades.

Base carrilera 200x200x3330 mm.....(g) x 2 unidades.

Ensamblar según Figura “Estructura para ejes guías de desplazamiento”

Segunda parte: Montaje sistema de desplazamiento en “Y” (Fuente: Elaboración propia)



Sistema de eje guía de desplazamiento

Ejes guías de desplazamiento 3330 mm x 2 unidades.

Colocar ejes guías, sobre estructura para ejes guías de desplazamiento 3330 mm y empernar usando el agujero que se encuentra en la pase inferior de perfil de acero. (Ver figura Montaje del eje guía o riel de desplazamiento).

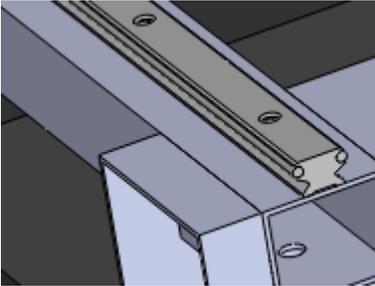


Figura Montaje del eje guía o riel de desplazamiento (Fuente: Elaboración propia)

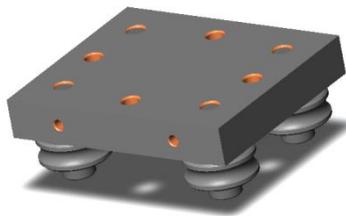
Esta acción se debe realizar para los 2 ejes guías que presenta el eje Y.

Instalación carros de desplazamiento

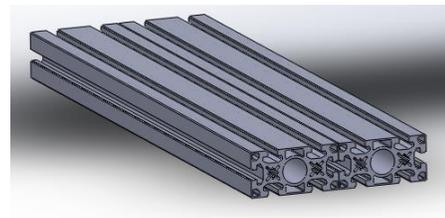
Perfil estructural 45x90x580 mm x 4 unidades.

Carro de desplazamiento x 4 unidades.

Se sujeta 2 perfiles de aluminio estructural y unidos entre sí por la cara de 45 mm ,después sujetar los carros de traslación posicionarlos dentro del carril del eje guía montado en el eje Y. (repetir la acción para los 2 rieles Y).Ver figura montaje de carros.



**Carro
Perfil estructural**



**de
desplazamiento**

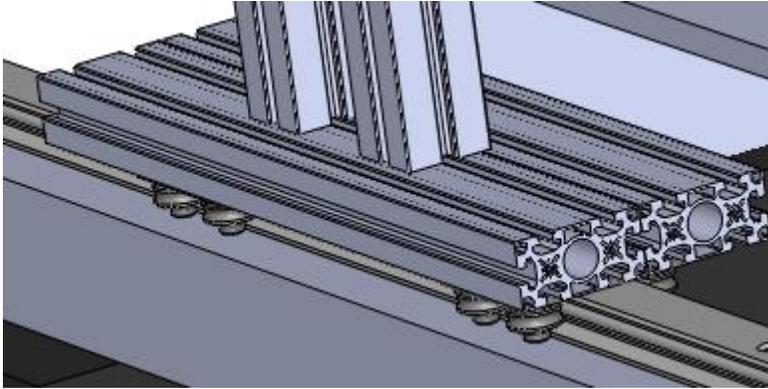
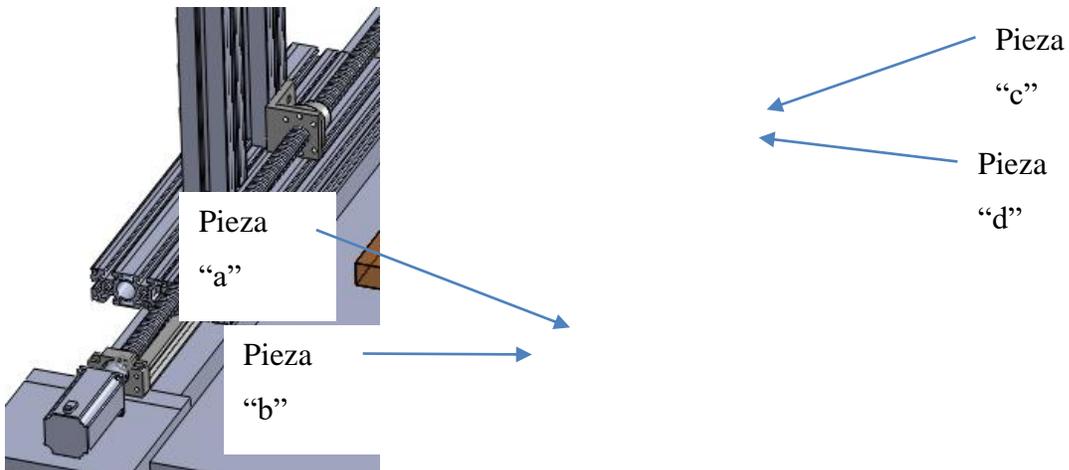


Figura Montaje de carro (Fuente: Elaboración propia)

Sistema de guía roscado (Fuente: Elaboración propia)



Piezas

Eje roscado de bolas recirculantes 3150 mm.....(a) x 1 unidad.

Soporte para eje roscado Ø 25 mm..... (b) x 2 unidades.

Bocina roscada para eje roscado Ø 25 mm.....(c) x 1 unidad.

Angulo para bocina roscada Ø 25 mm.....(d) x 1 unidad.

Posicionar sobre la base del pórtico, en medio de los 2 rieles o ejes guías de desplazamiento el eje roscado con los 2 rodajes y la guía sujeta a los perfiles montados en los carros del eje y (parte inferior).

Tercera parte: Montaje de pórtico

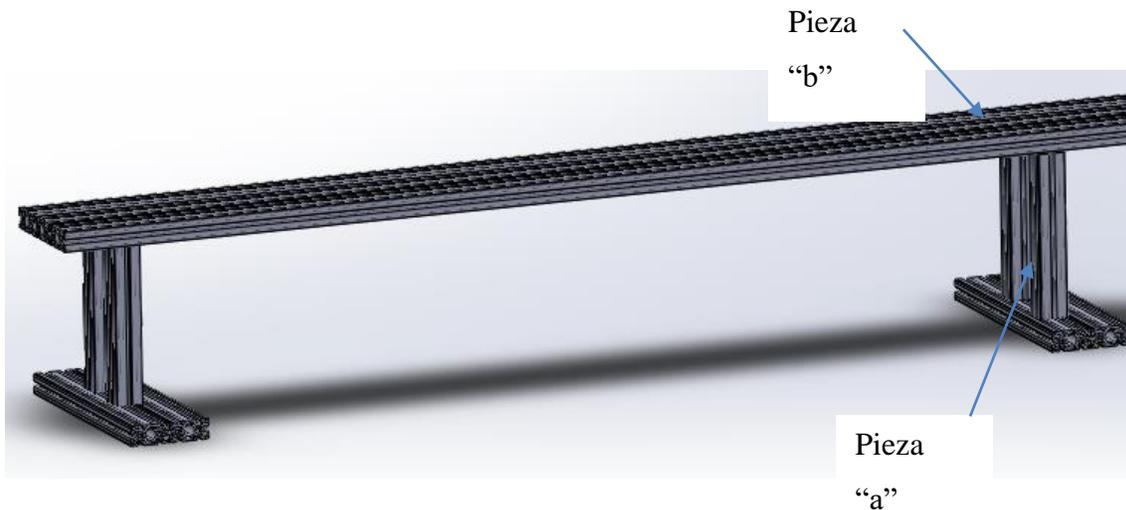


Figura Pórtico móvil (Fuente: Elaboración propia)

Piezas:

Perfil estructural 60x60x370 mm.....(a) x 4 unidades.

Perfil estructural 45x90x2620 mm.....(b) x 3 unidades.

Ángulo para unir perfil de aluminio x 16 unidades + pernos.

Una vez montados los 2 carros de desplazamiento se procede a montar las columnas de aluminio estructural (a) un par de ellas en los extremos de los perfiles que se encuentran en los carros y sujetados por los ángulos (repetir la acción en ambos extremos).

Sujetar 3 perfiles de aluminio estructural (a) entre si y montarlos sobre las columnas y sujetarlos con los ángulos. Ver figura Montaje perfil estructural.

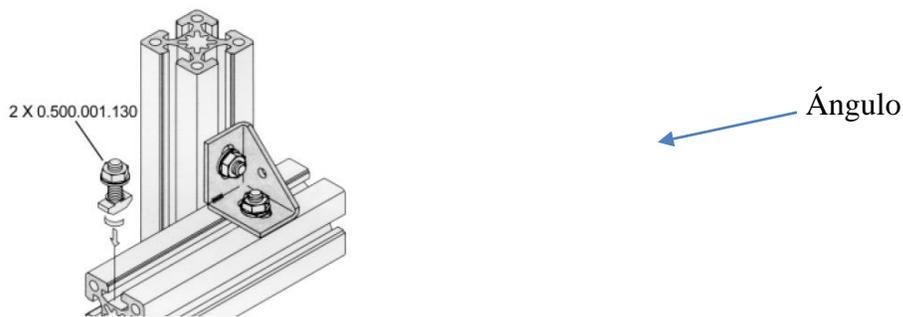
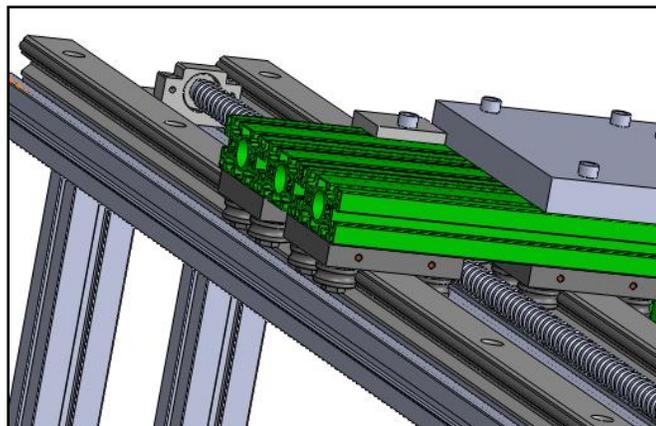


Figura Montaje perfil estructural (Fuente: Elaboración propia)

En la base del eje Y a un lado de las columnas montadas (hacia el interior) posicionar el esparrago roscado con los rodajes en ambos extremos y con lo guía sujeta sobre la base móvil de los carros.

Cuarta parte: Montaje sistema de desplazamiento en "X" (Fuente: Elaboración propia)



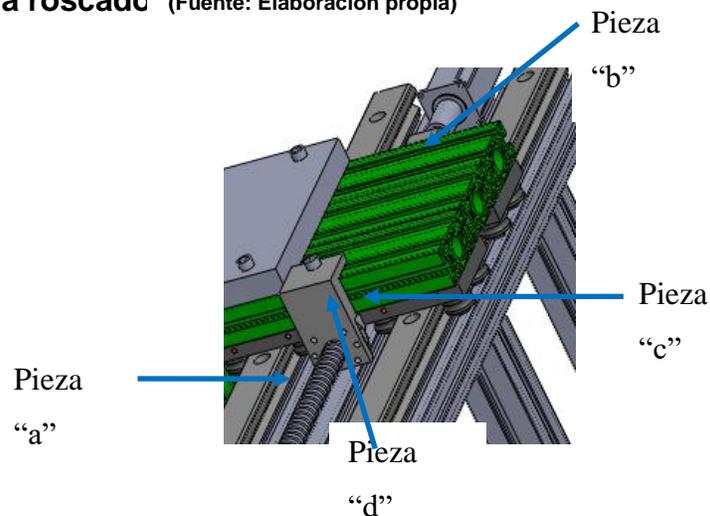
Colocar los 2 ejes guías carrileros sobre la base de aluminio estructural montado y sujetarlo con los pernos asignados.

Se sujetar 3 perfiles de aluminio estructural un par de ellos unidos entre sí por la cara de 45 mm y después sujetar los carros de traslación posicionarlos dentro del carril del eje guía montado en el eje X.

Posicionar sobre la base del pórtico en medio de los 2 rieles o ejes guías de desplazamiento el eje roscado de $\varnothing 25$ mm con los 2 rodajes y la guía sujetada a los perfiles montados en los carro del eje X (parte inferior).

Posicionar los carros dentro del carril del eje guía en el eje X.

Sistema de guía roscado (Fuente: Elaboración propia)



Piezas

Eje roscado de bolas recirculantes 2380 mm.....(a) x 1 unidad.

Soporte para eje roscado Ø 25 mm.....(b) x 2 unidades.

Bocina roscada para eje roscado Ø 25 mm..... (c) x 1 unidad.

Ángulo para bocina roscada Ø 25mm.....(d) x 1 unidad.

Posicionar sobre la base del pórtico en medio de los 2 ejes guías de desplazamiento el eje roscado de con los 2 rodajes y la guía sujetada a los perfiles montados en los carro del eje y (parte inferior).

Quinta parte: Montaje sistema de desplazamiento en “Z”

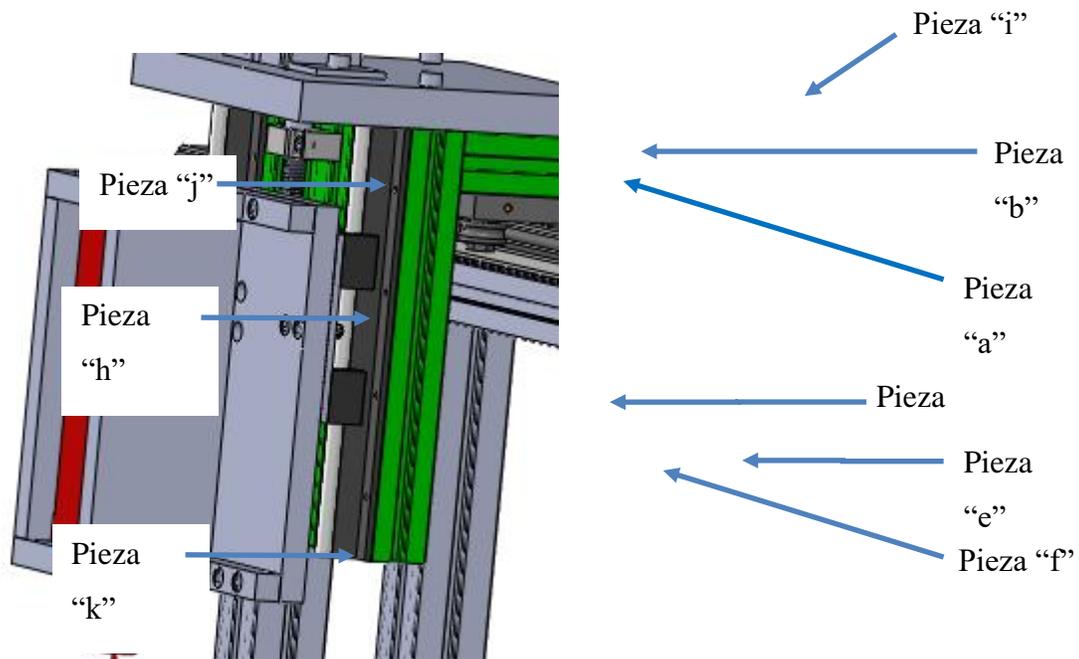


Figura Sistema de desplazamiento en Z (Fuente: Elaboración propia)

Piezas

Eje roscado de bolas recirculantes 320 mm.....(a) x 1 unidad.

Soporte para eje roscado Ø 16 mm..... (b) x 2 unidades.

Bocina roscada para eje roscado Ø 16 mm.....(c) x 1 unidad.

Ángulo para bocina roscada Ø 16 mm.....(d) x 1 unidad.

Perfil estructural 45x90x317 mm.....(e) x 3 unidades.

Eje deslizante 317 mm..... (f) x 2 unidades.

Placa base caja de motor(g)x 1 unidad.

Placa lateral caja de motor.....(h) x 2 unidades.

Base motor de paso eje Z(i) x 1 unidad.

Parte superior caja de motor porta fresa.....(j) x 1 unidad.

Parte inferior caja de motor porta fresa.....(k) x 1 unidad.

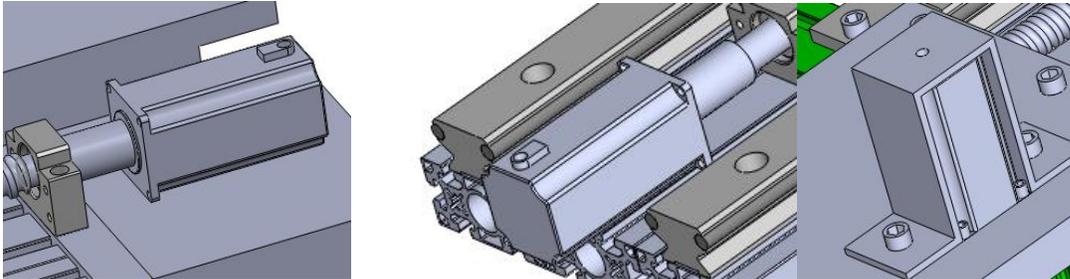
Sujetar 3 perfiles de aluminio estructural y sujetar en forma vertical (cara ancha) sobre la base móvil del eje X y sujetada con los ángulos.

Colocar sobre estos perfiles las guías lineales en ambos extremos y el esparrago roscado en medio de ellos con los rodajes y la guía móvil.

Sujetar la guía móvil del esparrago con las guías lineales mediante las laminas de sujeción como muestra la figura.

Después sujetar la lámina de aluminio para la herramienta de corte, colocar en la parte inferior la pieza e insertar la herramienta después colocar la pieza superior y encerrar la pieza entre esta y al final colocar las laminas de protección en los extremos.

Sexta parte: Montaje de motores paso a paso (Fuente: Elaboración propia)



Moto Y

Motor X

Motor Z

Piezas

Arco de sujeción para motor pasó a paso Z x 1 unidad.

Base inferior para motor Y x 4 unidades.

Bocina de acople Ø 16mm x 1 unidad.

Bocina de acople Ø 25 mm x 1 unidad.

Posicionar los motores de paso a paso y sus accesorios de sujeción como muestra la figura.

Sujetarlos a los espárragos usando las bocinas respectivas dependiendo del diámetros del esparrago.

Séptima parte: Sistema eléctrico

Cablear los motores paso a paso al tablero de control que se encuentra posicionado en la base de la máquina y conectar la línea de control a la tarjeta controladora y la segunda línea a la fuente de poder unida con la llave termo magnética. **(Ver anexo diagrama eléctrico)**

Llevar una línea del cable de poder principal a la caja de control donde se conectarán los botones de inicio y parada de la máquina.

Dejar la línea del cable del controlador libre para la conexión con la PC.

Octava parte: Sistema neumático

Posicionar el cable flexible N° 6 dentro de las bases circulares de separación en la mesa de trabajo usando los conectores rápidos y canalizarlos a las 3 válvulas posicionadas alrededor de la máquina.

Las válvulas actúan para la sujeción del material de corte.

1 válvula controla el extractor de la viruta o aserrín.

Conectar la línea de fuente de aire al compresor, y regular la salida de presión a 10 bares. **(ver anexo diagrama neumático)**

Novena parte: Software

Encender la PC e instalar el software controlador.

Conectar los cables controladores a la PC.

Encender la máquina y esperar la conexión con el sistema.

Correr el programa para reconocimiento de componentes e iniciar el programa de testeo.

Calibrar los sistemas de desplazamiento y los puntos de referencia.

Nota: Para mayor referencia ver diagrama 3D de la máquina. (ver anexo planos)

4.11 Impacto ambiental aplicada a la máquina automatizada propuesta

La máquina automatizada propuesta cumple con los requisitos de la ISO: 14001 con respecto al impacto ambiental.

Cumpliendo con uno de los procedimientos obligatorios de la norma.

Identificación de aspectos ambientales 4.3.1

Para lo cual se desarrolló un listado de los posibles impactos que podría suceder durante el ensamble de la máquina o durante su funcionamiento.

A continuación se listan aspectos observados:

Consecuencias ambientales.

Contaminación del aire.

Residuos generados.

Consecuencias Ambientales

Al tratarse de una máquina cuya fabricación no involucra el uso de agentes químicos o volátiles la emisión de contaminación producida por esta es cero, además los componentes usados para su ensamble cumplen con los requisitos dictados por las normas ISO.

Contaminación de aire

En su proceso de ensamble no se usó soldadura así que la emisión de gas tóxico es cero.

El sistema extractor de residuos evita la dispersión del material en el aire durante la producción.

Residuos generados:

Los residuos generados por la máquina son almacenados en contenedores especiales y reutilizados para la producción de materiales derivados a bajo costo entrando en un ciclo de reciclado.

Conclusiones

Debido al análisis de los aspectos ambientales señalados se llega a la conclusión que la máquina cumple con el requisito de la norma lo cual la hace apta para entrar en un proceso de auditoria en la cual la empresa que la adquiera tenga la seguridad de aprobarla.

4.12 Ergonomía aplicada a la máquina automatizada propuesta

Una de las ventajas que presenta la máquina es la protección a la salud del trabajador.

Antecedentes:

Las máquinas semi – automáticas usadas para este tipo de actividad son las seccionadoras verticales.

Las cuales ejercen tensión en el operario ya que este tiene que estar realizando esfuerzos para el traslado del material como en la operación de la máquina.

A continuación listaremos los esfuerzos realizados:

Traslado de material 1

Las planchas de melamina tienen un peso aproximado de 55 kg y con una dimensión de 1.83 x 2.44 metros lo cual la hace que su traslado sea difícil y conlleva esfuerzos incluso para 2 personas. (Ver figura Traslado de material 1)

Figura 95: Traslado de material 1



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro.

Operación de máquina

Durante la operación el operario tiene que estar sosteniendo la herramienta y ejerce esfuerzo sobre la misma para llevarla por las líneas de corte, en si el esfuerzo no es muy grande pero el monoteísmo y la tensión que ejerce para no cometer error genera mucho estrés en el cuerpo. (Ver figura “Operación de corte”)

Figura 96: Operación de corte



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro.

Consecuencias:

Estas actividades pueden generar daños a la columna y a las articulaciones de brazos y piernas.

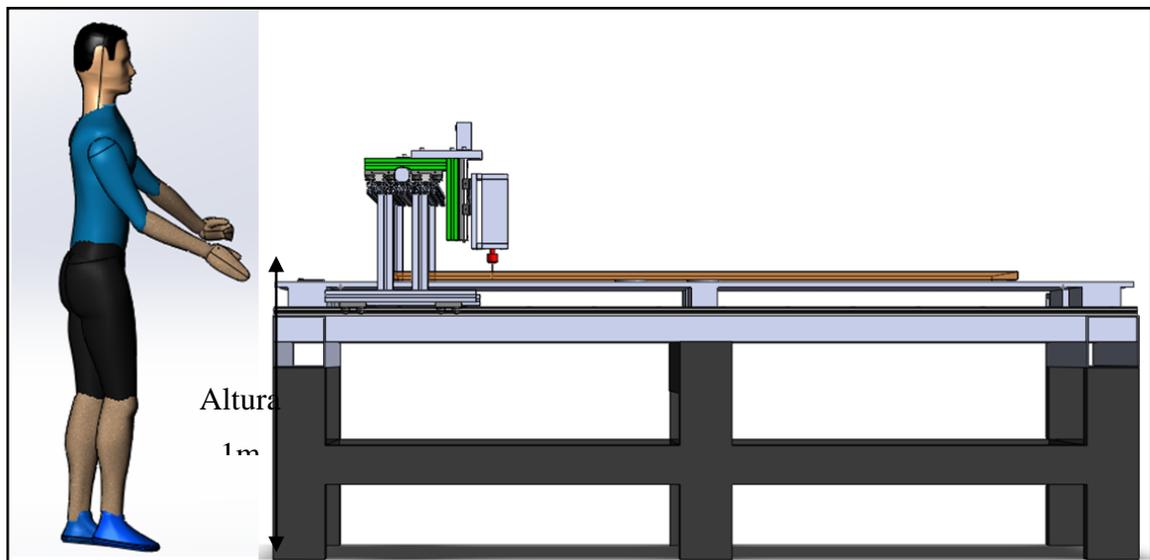
Solución:

Los beneficios de la máquina se centran en su diseño ergonómico, el cual proporciona al operario una posición ergonómica frente a la máquina y no necesita de la presencia del operario durante todo el trabajo.

Siguiendo con los puntos clave mostraremos las mejoras.

A continuación se mostrara la imagen de relación operario y la máquina para poder ver las dimensiones: Ancho: 2.58m Largo: 3.33m Altura total: 1.50m

Figura 97: Relación Operario-Máquina



Fuente: Elaboración propia

Traslado del Material 2

El beneficio que se presenta es la posición y la altura a la que se encuentra la máquina.

La máquina tiene una altura de 1 metro de la base a la mesa de trabajo lo que ayuda al operario durante la colocación del material ya que el esfuerzo que realiza no es tan grande ya que el material se encuentra sostenido a una altura aceptable para el cuerpo. (Ver figura Traslado de material 2)

Figura 98: Traslado de material 2



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro.

Operación de Máquina

Ya que la operación es automática la única acción del operario es la de ingresar al material a la máquina y retirar las piezas terminadas.

La tensión originada por sostener la herramienta o cometer error se reducen a cero.

4.13 Seguridad aplicada a la máquina automatizada propuesta

La seguridad del operario es vital por ello la máquina cumple con los estándares de seguridad necesarios para proteger al operario.

Según los requisitos de la Norma: 18001.

Identificación de peligros y evaluación de riesgos 4.3.1

Siguiendo esta norma se identifica los principales peligros o riesgos a los que el operario puede someterse.

Antecedente:

La operación de corte con la máquina semi – automática presenta un problema en su desarrollo.

La posición en la que se coloca el material es vertical con una ligera inclinación para mantener su posición con seguros en la parte inferior.

Al momento en que se realiza un corte horizontal en la parte superior del material este pierde sujeción y tiende a caer por efecto de la gravedad y la vibración de la máquina.

Por ese motivo el operario tiene que tener una mano en el material y la otra en la herramienta de corte. (Ver figura Corte 1)

Figura 99: Corte 1



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro.

Consecuencias:

Esta acción puede traer los siguientes incidentes

Cortes.

Contusiones.

Ante esta situación el operario está en constante estrés ya que tiene que estar alerta de las piezas que se pueden caer. Ver figura Corte 2.

Figura 100: Corte 2



Fuente: Manual de instrucciones de trabajo seguro.

Como se muestra en la figura el operario al notar que la pieza está a punto de caer reacciona de forma instintiva para sostenerla pero suelta la herramienta que no está apagada lo que podría llevar a un accidente.

Ante este problema los desarrolladores de la máquina instalaron pinzas de sujeción en la parte superior para sostener las piezas superiores, el problema radica en que la parte superior de la máquina semi – automática está a una altura de 1m lo cual no es muy útil para el operario.

Solución:

La máquina automatizada propuesta tiene la ventaja por la posición de su mesa de trabajo “Horizontal”, lo que evita la caída del material de corte sobre el operario, el tablero de madera melamina es absorbida y sujeta por las salidas de extracción de aire para que el material se mantenga en posición y pueda absorber el polvo de aserrín.

Estas ventajas protegen al operario de lesiones y exposición al polvo de aserrín.

CAPITULO V: ANÁLISIS ECONOMICO

5.1 Inversión de la máquina automatizada propuesta

I. MATERIALES

Componentes estructurales

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Perfil de aluminio estructurado de 60 x 60 mm x 1mts de longitud	4	\$20.00	\$80.00
Perfil de aluminio estructurado de 45 x 90 mm x 3mts de longitud	5	\$35.00	\$175.00
Perfiles de acero 2580 x 200 x 200 mm	2	\$39.00	\$78.00
Perfiles de acero 3330 x 120 x 100 mm	2	\$50.00	\$100.00
Perfiles de acero 3000 mm	6	\$45.00	\$270.00
Plancha de Aluminio 400 x 600 mm	6	\$30.00	\$180.00
Pines de Aluminio 120mm x 60mm	66	\$5.00	\$330.00
Total			\$1,213.00

Componentes Mecánicos

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Guiado lineal de rodillos INA LF Series 2580 mm eje X	2	\$210.00	\$420.00
Guiado lineal de rodillos INA LF Series 3330 mm eje Y	2	\$210.00	\$420.00
Tornillo Bolas Recirculantes RA2505 x 3051 mm	1	\$1,007.00	\$1,007.00
Tornillo Bolas Recirculantes RA2505 x 320 mm	1	\$187.00	\$187.00
Tornillo Bolas Recirculantes RA2505 x 2310 mm	1	\$844.00	\$844.00
Guías Lineales Sbr 20 Uu Rieles Desplazamientos 317 mm	2	\$33.00	\$66.00
Rodamiento Guía Lineal A Bolas Recirculantes Cnc Sc12 Uu	6	\$16.00	\$96.00
Total			\$3,040.00

Componentes Eléctricos

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Motores Paso a Paso	3	\$300.00	\$900.00
Motor de estator	1	\$120.00	\$120.00
Motor Fresado	1	\$250.00	\$250.00
Cable eléctrico 6 x 4 mts	2	\$0.50	\$1.00
Cable eléctrico 8 x 4 mts	1	\$0.80	\$0.80
Cable eléctrico 10 x 4 mts	1	\$1.00	\$1.00
Cable unipolar de control 18 AWG (5 MTS)	1	\$25.00	\$25.00
Tablero de control	1	\$80.00	\$80.00
Total			\$1,377.80

Componentes Electrónicos

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Driver modular para motores Paso a Paso CNC Router 7.8A	1	\$160.00	\$160.00
Relé 24 v	3	\$4.00	\$12.00
Válvula	3	\$25.00	\$75.00
Total			\$247.00

Elementos de sujeción y accesorios

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Pernos Allen M10 x 50 und	1	\$15.00	\$15.00
Escuadra 48 x 48 mm	14	\$6.00	\$84.00
Ángulos Acero	150	\$6.00	\$900.00
Tornillos 3/16 x 50 und	1	\$4.00	\$4.00
Manguera elástica n° 6 x 1m	6	\$0.50	\$3.00
Conector rápido n° 6	30	\$1.60	\$48.00
Cintillos de amarre 200 mm x 100 und	1	\$2.00	\$2.00
Pernos de sujeción x 50 und	3	\$10.00	\$30.00
Total			\$1,086.00

PC

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Monitor	1	\$350.00	\$350.00
CPU	1	\$600.00	\$600.00
Cable de conexión x metro	4	\$1.50	\$6.00
Switch conexión	1	\$30.00	\$30.00
Estabilizador	1	\$25.00	\$25.00
Total			\$1,011.00

Total Materiales	\$7,974.80
-------------------------	-------------------

Mano de Obra

Descripción	N° de operarios	Costo H-H	Horas x 22 días	Costo Total
Operarios	1	\$2.79	176	\$491.33

Tiempo de ensamblado de Máquina 1 mes equivalente a 22 días hábiles

Costo Total x 3 operarios	\$1,474.00
---------------------------	-------------------

Herramientas y Equipos

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Taladros	3	\$60.00	\$180.00
Sopladora	2	\$40.00	\$80.00
Pinza amperimetrica	2	\$80.00	\$160.00
Llave Allen "set"	3	\$20.00	\$60.00
Llave de boca "set"	3	\$40.00	\$120.00
Set de destornilladores "set"	3	\$20.00	\$60.00
Alicate	3	\$7.00	\$21.00
Pistola de aire pintado	3	\$60.00	\$180.00
Total			\$861.00

Gastos de fabricación

Descripción	Costo
Consumo eléctrico	\$160.00
Varios Oficina	\$80.00
Total	\$240.00

Resumen:

Descripción	Costo
Costo de Materiales \$	\$7,974.80
Costo de Horas - Hombre \$	\$1,474.00
Costo de Herramientas y equipos \$	\$861.00
Gastos de Fabricación \$	\$240.00
Total de Inversión \$	\$10,550

El total que se necesita invertir para la fabricación de la Máquina es de \$ 10,550 con un periodo de ensamble de 1 mes

II. CONSUMO ELÉCTRICO

Se considera 5 días laborales a la semana.

Se considera 1 mes de 22 días laborales.

Máquina actual semi-automática PRE – TEST

CANT.	EQUIPOS Y MAQUINARIAS	kw consumido	HR. AL DIA	KW-HR/DIA	COSTO DEL KWH/HORA	KW AL MES
1	Caladora	1.8	8	14.40	\$0.43	\$136.22
1	Seccionadora Vertical	2	8	16.00	\$0.43	\$151.36
1	Compresora	1.8	8	14.40	\$0.43	\$136.22
1	Máquina colocadora de cantos	1.8	8	14.40	\$0.43	\$136.22
1	PC	0.5	8	4.00	\$0.43	\$37.84
10	Iluminación	0.6	8	4.80	\$0.43	\$45.41

CONSUMO TOTAL	68.00	COSTO TOTAL	\$643.28
----------------------	--------------	--------------------	-----------------

Anual	
COSTO TOTAL	\$7,719

Máquina automatizada propuesta POST – TEST

CANT.	EQUIPOS Y MAQUINARIAS	kw consumido	HR. AL DIA	KW-HR/DIA	COSTO DEL KWH/HORA	KW AL MES
1	Caladora	1.8	8	14.40	\$0.43	\$136.22
1	Máquina CNC	3.2	8	25.60	\$0.43	\$242.18
1	Compresora	1.8	8	14.40	\$0.43	\$136.22
1	Máquina colocadora de cantos	1.8	8	14.40	\$0.43	\$136.22
2	PC	1	8	8.00	\$0.43	\$75.68
10	Iluminación	0.6	8	4.80	\$0.43	\$45.41

CONSUMO TOTAL	81.60	COSTO TOTAL S/.	\$771.94
----------------------	--------------	------------------------	-----------------

Anual	
COSTO TOTAL	\$9,263

Según los resultados mostrados el consumo de energía eléctrica es mayor en la prueba POST – TEST ya que en esta se está usando una máquina automatizada que cuenta

con múltiples motores para la traslación de la herramienta y también cuenta con válvulas y una PC para su control.

5.2 Cálculo de costos

UB = Utilidad Bruta

Máquina actual semi-automática PRE – TEST

Costo de Hora - Máquina:

El siguiente cuadro incluye costos de (consumo eléctrico, mantenimiento, depreciación)

Sub-Estaciones	Tiempo (min)	Eq. en Horas	Costo H-M	Total Máquina
Corte	30	0.5	\$0.86	\$0.43
Colocado de cantos	20	0.3	\$0.77	\$0.23
Perforado	20	0.3	\$0.77	\$0.23
Total	70	1.1		\$0.89

Costo de Hora - Hombre

Sub-Estaciones	Tiempo (min)	Eq. en Horas	Costo H-H	Total Operario
Almacen Dispensador	5	0.1	\$2.79	\$0.28
Corte (2 operarios)	30	1	\$2.79	\$2.79
Colocado de cantos	20	0.3	\$2.79	\$0.84
Perforado	20	0.3	\$2.79	\$0.84
Embalado	20	0.3	\$2.79	\$0.84
Total	95	2		\$5.58

Costo de materia prima:

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Melamina	1	\$60.00	\$60.00
Cintas laterales (1m)	12	\$0.76	\$9.12
Ángulos	10	\$0.38	\$3.80
Tornillos (50 und)	1	\$5.77	\$5.77
Manijas	1	\$1.15	\$1.15
Total			\$79.84

Resumen:

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Costo H-M \$	1	\$0.89	\$0.89
Costo H-H \$	1	\$5.58	\$5.58
Costo Material \$	1	\$79.84	\$79.84
Total			\$86.32

Gastos indirectos de fabricación	\$50.00
---	----------------

Costo total de producción 1 pieza	\$136.32
--	-----------------

Factor de UB (0.4)	\$54.53
---------------------------	----------------

Precio de Venta	\$190.84
------------------------	-----------------

Comentarios

Los resultados muestran que el costo de producir un escritorio con la Máquina Semi – automática tiene un valor de \$ 136.32

El Factor UB “**Utilidad Bruta**” es el margen de ganancia que la Empresa espera obtener con la venta de este escritorio.

El Factor UB actual es de 0.4 = 40%, dando como resultado una utilidad de \$ 54.53

El precio de venta de 1 escritorio es de \$ 190.84

Máquina automatizada propuesta POST – TEST

Costo de Hora - Máquina:

El siguiente cuadro incluye costos de (consumo eléctrico, mantenimiento, depreciación)

Sub-Estaciones	Tiempo (min)	Eq. en Horas	Costo H-M	Total Máquina
Corte CNC	10	0.16	\$1.38	\$0.22
Colocado de cantos	20	0.3	\$0.77	\$0.23
Perforado	20	0.3	\$0.77	\$0.23
Total	50	0.76		\$0.68

Costo de Hora - Hombre

Sub-Estaciones	Tiempo (min)	Eq. en Horas	Costo operario	Total Operario
Almacen Dispensador	5	0.1	\$2.79	\$0.28
Corte (1 operario)	10	0.166	\$2.79	\$0.46
Colocado de cantos	20	0.3	\$2.79	\$0.84
Perforado	20	0.3	\$2.79	\$0.84
Embalado	20	0.3	\$2.79	\$0.84
Total	75	1.166		\$3.26

Costo de materia prima:

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Melamina	1	\$60.00	\$60.00
Cintas laterales (1m)	12	\$0.76	\$9.12
Ángulos	10	\$0.38	\$3.80
Tornillos (50 und)	1	\$5.77	\$5.77
Manijas	1	\$1.15	\$1.15
Total			\$79.84

Resumen:

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Costo H-M \$	1	\$0.68	\$0.68
Costo H-H \$	1	\$3.26	\$3.26
Costo Material \$	1	\$79.84	\$79.84
Total \$			\$83.78

Gastos indirectos de fabricación	\$50.00
---	----------------

Costo total de producción 1 pieza	\$133.78
--	-----------------

Factor de UB (0.4)	\$53.51
---------------------------	----------------

Precio de Venta	\$187.29
------------------------	-----------------

Comentarios

Los resultados muestran que el costo de producir un escritorio con la máquina automatizada propuesta tiene un valor de \$ 133.78

El Factor UB "Utilidad Bruta" es el margen de ganancia que la Empresa espera obtener con la venta de este escritorio.

El Factor UB actual es de 0.4 = 40%, dando como resultado una utilidad de \$ 53.51.

El precio de venta de 1 escritorio es de \$ 187.29

Conclusiones:

El costo de producción de 1 escritorio en la prueba POST-TEST es menor que el resultado de la prueba PRE-TEST.

La diferencia se puede apreciar en el siguiente cuadro.

INDICADOR	PRE – TEST	POST – TEST
Costo x Escritorio	\$136.32	\$133.78
Utilidad	\$54.53	\$53.51

Ahorro

El ahorro obtenido por la implementación de la nueva máquina automatizada propuesta se muestra en la siguiente tabla:

Ahorro costo de producción x unid	\$2.54
Producción diaria (unid)	21
Total ahorro diario	\$53.30

Producción mensual

Días efectivos	22
Total ahorro mensual	\$1,172.60

Total Ahorro Anual	\$14,071.17
--------------------	--------------------

Depreciación de Máquina

La depreciación de la máquina se realiza mediante el método: SDA.

La siguiente tabla muestra los datos a considerar para la depreciación.

Descripción	Datos
Valor residual	10%
Valor del activo	\$10,549.80
Vida útil (Años)	4
Valor de salvamento	\$1,054.98

n (años)	1	2	3	4
d_t	0.40	0.30	0.20	0.10
D_t (\$/año)	\$3,797.93	\$2,848.45	\$1,898.96	\$949.48
VL	\$6,751.87	\$3,903.43	\$2,004.46	\$1,054.98

Valor en libros (VL) para el último periodo: \$ 1,054.98

Valor de Mercado (VM): \$ 1500

Siendo el $VL < VM$

El cálculo de Recupero de la Línea $VRF = VM - (VM - VL) * T$

Siendo $T = 30\%$

Recupero de la Línea (VRF): \$ 1,366.49

Producción

Máquina actual semi-automática PRE – TEST

El cálculo del número de escritorios que la máquina puede producir en 1 día se muestra según el siguiente diagrama de Gantt.

PRODUCCIÓN DIARIA	
Almacén	5
Corte	30
Colocado de cantos	20
Perforado	20
Embalado	20
Total	1º escritorio 95 min 2º pieza 35 min

El diagrama muestra los siguientes datos.

El primer escritorio tiene un tiempo de producción de 95 minutos lo que equivale a 1 hora con 35 minutos.

El segundo escritorio y los sucesivos tienen una salida cada 20 minutos.

La jornada diaria es de 8 horas = 480 minutos.

En Resumen:

La máquina semi –automática produce al día 12 escritorios.

Máquina automatizada propuesta POST – TEST

El cálculo del número de escritorios que la máquina puede producir en 1 día se muestra según el siguiente diagrama de Gantt.

PRODUCCIÓN DIARIA	
Almacén	5
Corte	10
Colocado de cantos	20
Perforado	20
Embalado	20
Total	1 ° escritorio 75 min 2° pieza 20 min

El diagrama muestra los siguientes datos.

El primer escritorio tiene un tiempo de producción de 75 minutos lo que equivale a 1 hora con 15 minutos.

El segundo escritorio y los sucesivos tienen una salida cada 20 minutos.

La jornada diaria es de 8 horas = 480 minutos.

En Resumen:

La máquina automatizada propuesta produce al día 21 escritorios.

5.3 Flujo Efectivo Neto Económico

Se utiliza este flujo ya que la empresa dispone de sus propios fondos

Los cálculos son a nivel de Ahorros

CONCEPTOS	0	1	2	3	4
INGRESO Ahorros		\$14,071.17	\$14,071.17	\$14,071.17	\$14,071.17
INVERSION INICIAL Depreciación	-\$10,549.80	\$5,932.59	\$3,336.14	\$1,876.05	\$1,054.98
TOTAL EGRESOS		\$10,055.69	\$10,055.69	\$10,055.69	\$10,055.69
Mantenimiento		\$792.46	\$792.46	\$792.46	\$792.46
Consumo eléctrico		\$9,263.23	\$9,263.23	\$9,263.23	\$9,263.23
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS (Impuesto 30%)		\$4,015.48	\$4,015.48	\$4,015.48	\$4,015.48
		\$1,204.64	\$1,204.64	\$1,204.64	\$1,204.64
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTO		\$2,810.84	\$2,810.84	\$2,810.84	\$2,810.84
Depreciación		\$5,932.59	\$3,336.14	\$1,876.05	\$1,054.98
Recupero de la Línea					\$1,366.49
F.F.N	-\$10,549.80	\$8,743.42	\$6,146.97	\$4,686.88	\$3,865.82
Saldo anterior:		-\$10,549.80	-\$1,806.38	\$4,340.60	\$9,027.48
Saldo Final de Caja:	\$0.00	-\$1,806.38	\$4,340.60	\$9,027.48	\$12,893.30

5.4 Cálculos VAN, TIR, PRI

Flujo neto de efectivo	-\$10,549.80	-\$1,806.38	\$4,340.60	\$9,027.48	\$12,893.30
Valor acumulado		-\$12,356.18	-\$8,015.58	\$1,011.91	\$13,905.20
Suma de flujos futuros descontados	\$17,533.89	-\$1,642.16	\$3,587.27	\$6,782.48	\$8,806.30

VAN	6,984
TIR	27%
Factor	10%

Periodo de recuperación

PERIODO DE RECUPERACIÓN		
Año	Flujo Neto de Efectivo	Flujo de Efectivo Acumulado
0	-10,550	-10,550
1	-1,806	-12,356
2	4,341	-8,016
3	9,027	1,012
4	12,893	13,905

PRI:

PR	1.85
-----------	-------------

Conclusiones:

VAN

*El resultado muestra que el cálculo del VAN es aceptable y que el proyecto es viable para su ejecución.

TIR

* El resultado muestra que el cálculo del TIR es de 27% lo que indica que el proyecto es rentable ya que la rentabilidad obtenida es mayor a los requisitos mínimos para la solvencia del proyecto.

PRI:

*El resultado muestra que el periodo de recuperación es de 1.85 lo que significa que en aproximadamente 2 años se recupera la inversión.

Los resultados indican que el ahorro obtenido por el uso de la máquina automatizada propuesta es de gran ayuda a la empresa y puede solventar el costo de la Inversión sin tener que llegar a utilizar la utilidad obtenida.

Cabe mencionar que los cálculos para el flujo económico se basaron en ahorros y no en ventas obtenidas por la implementación de la máquina.

5.5 Rentabilidad de la máquina automatizada propuesta

Caso de aplicación:

Se presentó una solicitud de compra de 300 escritorios para la implementación de una sede de instituto de cómputo en un periodo de 15 días hábiles, la empresa Recofy SAC recibió la solicitud.

Se presentara 2 escenarios en el que se puede atender esta solicitud

Máquina actual semi-automática PRE – TEST

La máquina semi – automática tiene una salida de producción diaria de 12 escritorios. Se procede a calcular el número de días que le tomaría poder atender esta solicitud:

Número de escritorios solicitados: 300 unidades

Número de salida de escritorios x días: 12 unidades

Número de días necesarios para atender el pedido: 25 días hábiles

Los resultados muestran que la Empresa no podría cumplir con el pedido dentro del periodo de tiempo solicitado.

Las opciones que tiene son:

1. Pagar horas extras y laborar el fin de semana, lo cual no funcionaría ya que solo cuentan con 1 máquina la cual no podría cumplir con el pedido.

2. Tercerizar parte de la producción para poder cumplir con los tiempos, esta opción sería la más acertada pero elevaría sus costos de producción y no tendría el Factor UB programado.

Máquina automatizada propuesta POST – TEST

La máquina automatizada propuesta tiene una salida de producción diaria de 21 escritorios.

Se procede a calcular el número de días que le tomaría poder atender esta solicitud:

Número de escritorios solicitados: 300 unidades

Número de salida de escritorios x días: 21 unidades

Número de días necesarios para atender el pedido: 14 días hábiles

Los resultados muestran que la Empresa si podría cumplir con el pedido dentro del periodo de tiempo solicitado.

Sin llegar a tener que aumentar sus costos por Tercerizar o pagar horas extras.

Obteniendo los siguientes resultados:

Precio de venta x 1 escritorio \$ 190.84

Número de escritorios solicitado: 300 unidades

Total Venta \$: $300 \times 190.84 = \$ 57,253.45$

Costo de producción \$: 133.78

Número de escritorios producidos: 300 unidades

Total Costos \$: $300 \times 133.78 = \$ 40,133.90$

Total de utilidad 57,253.49 – 40,133.90 = \$ 17,199.56

Conclusiones:

Con esta utilidad obtenida por la venta de escritorios, se puede pagar la inversión de la máquina automatizada la cual tiene un valor de: \$ 10,550

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se lograra la optimización en la operación de corte rectos de melamina, con la cual se obtendra una mayor productividad, esto significa un resultado positivo para cualquier empresa maderera que quisiera automatizar la operación de cortes rectos de melamina.

Los indicadores de análisis de rentabilidad y análisis económico reflejan una disminución en tiempos y costos, permitiendo obtener mayores ganancias para las empresas del sector maderero que implementen sus operaciones con una máquina automatizada.

El diseño ergonómico de la máquina automatizada se basó en el uso de tomas de medidas de diversas máquinas de corte con el objetivo de proteger la integridad física del operario y optimizar la operación de corte de madera.

Se puede concluir que los conocimientos adquiridos durante la carrera nos da la capacidad de proporcionar una alternativa de solución ante un problema que se presenta en una Empresa cualquiera que sea el rubro, ya que somos capaces de diseñar e innovar modelos de máquinas que pueden optimizar la operación o proceso en una Empresa.

Se reducirá al mínimo lo que concierne al tema de contaminación ambiental ya que la máquina automatizada cuenta con una manguera de absorción de polvo de aserrín.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda un buen mantenimiento de acuerdo al manual elaborado para mantener la optimización en los cortes de madera.

Se recomienda utilizar los óptimos parámetros de corte en la programación para obtener buenos resultados de rentabilidad .

Se recomienda capacitar constantemente al operario que va manejar la máquina automatizada para obtener óptimos resultados.

Se recomienda buscar alternativas de mejora cada año, en lo que concierne a implementar nuevos dispositivos para reducir la contaminación ambiental .

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA

7.1 Bibliografía

Fuentes Bibliográficas:

1. Aguirre C. (2009). *"Situación en la industria maderera y forestal"*. Guatemala: Escuela de Agronomía-Universidad San Carlos.
2. Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales (2011). *"Máquinas sector madera"*. España: Manual de Instrucciones de Trabajo Seguro.
3. García E. (1999). *"Automatización de procesos industriales: robótica y automática"*. España: Centro de Formación de Postgrado-CFP-CERES-UFV.
4. Meyers F.(2000). *"Estudios de tiempos y movimientos, para la manufactura, para la manufactura ágil"*. México: Editorial Prentice Hall.
5. Mora R.(2007). *"Análisis para la mejora del proceso de producción de lápices de madera en una empresa mexicana"*. México: Universidad Autónoma de Chapingo división de ciencias forestales.
6. Niebel B.(2005). *"Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo"*. México: Editorial The McGraw-Hill.
7. Peláez M.(2009). *"Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera"*.Ecuador: Escuela de Ingeniería mecánica y ciencias de la producción.
8. Pinto M.(2008). *"Fabricación de muebles de madera"*. España: Guía de buenas practicas en la industria de la madera y el mueble.
9. Rubio J.(2005). *"Manual para la formación de nivel superior en Prevención de Riesgos Laborales"*. España: Ediciones Díaz de Santos.

10. Sanchez R.(2008).”*Diseño y construcción de un router CNC para la fabricación de puertas de MDF*”.Ecuador: Escuela de Ingeniería Electromecánica.

11. Sibile A. (2004).”*Fabricación de muebles de madera*”. Perú: Guía de procesamiento industrial (PROMPEX).

Fuentes Electrónicas:

1. Cáceres M. (2009,6 de enero).Ingeniería Industrial: Automatización. Recuperado el 30 de setiembre de 2012 de:

<http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info5/indus.htm>

2. Conocimientos W. (2007,8 de octubre).Robótica y automatización. Recuperado el 1 de octubre de 2012 de:

<http://www.conocimientosweb.net/descargas/article64.html>

3. Correa J. (2007,17 de agosto).Iniciación en control numérico computarizado. Recuperado el 2 de octubre de 2012 de:

<http://juliocorrea.wordpress.com/2007/08/17/iniciacion-en-control-numerico-computarizado/>

4. Duerto S.(2007,14 de abril).Ropa de protección industrial. Recuperado el 13 de noviembre de 2012 de:

<http://www.duerto.com/normativa/ropa.php>

5. Escalona I. (2011, 9 de febrero). Introducción al Control Numérico Computarizado. Recuperado el 23 de setiembre de 2012 de:

<http://www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml>

6. Guía técnica.(1997,14 de abril).Manual de levantamiento de cargas. Recuperado el 12 de noviembre de 2012 de:

<http://www.valencia.edu/cgt/prevencion/CARGAMAN.htm>

7. Góngora M.(2009,18 de agosto).Monografías ergonomía. Recuperado el 11 de noviembre de 2012 de:

<http://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>

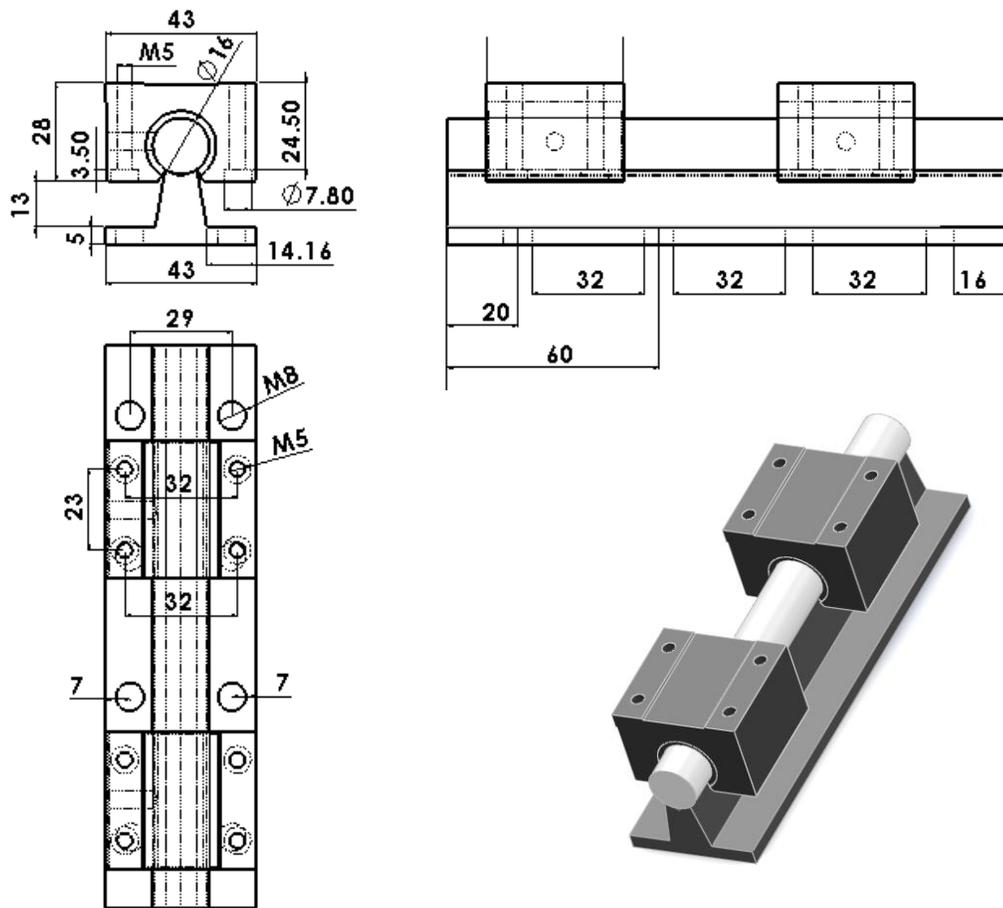
8. Leticia A.(2012,1 de agosto).Malas posturas de trabajo. Recuperado el 11 de noviembre de 2012 de:
<http://ayan-say.blogspot.com/2012/08/estres-malas-posturas-dolor-de-espalda.html>
9. Montanares J.(2009,24 de noviembre).Equipos de protección personal. Recuperado el 13 de noviembre de 2012 de:
http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm
10. Motores paso a paso.(2008,20 de junio). Tutorial sobre motores paso a paso. Recuperado el 2 de octubre de 2012 de:
<http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>
11. Nieto N.(2011,24 de marzo).Estudios de métodos y tiempos en el trabajo. Recuperado el 14 de noviembre de 2012 de:
<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/estudios-metodos-tiempos-trabajo.htm>
12. Ruiz F.(2011,9 de junio).Aire comprimido. Recuperado el 9 de noviembre de 2012 de:
<http://es.scribd.com/doc/64029886/Aire-comprimido>
13. Trabajo y promoción del empleo.(2012,25 de abril).Reglamento de seguridad y salud. Recuperado el 12 de noviembre de 2012 de:
http://www.mintra.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2012-04-25_005-2012-TR_2254.pdf
14. Washington J.(2005 12 de abril).Diseño y construcción de motores paso a paso. Recuperado el 4 de octubre de 2012 de:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4058/1/T-ESPEL-0091.pdf>
15. Wikipedia.(2012,7denoviembre).Control Numérico. Recuperado el 29 de setiembre de 2012 de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Control_num%C3%A9rico
16. Wikipedia.(2012,7denoviembre).Compresor de aire. Recuperado el 8 de noviembre de 2012 de:
[http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))
17. Wikipedia.(2010,7denoviembre).Aplicación y propiedades del relay. Recuperado el 9 de noviembre de 2012 de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

18. Wikipedia.(2011,7de octubre).Manual de válvulas neumáticas. Recuperado el 10 de noviembre de 2012 de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>
19. Wikipedia.(2009,7de julio).Limitador de carrera. Recuperado el 10 de noviembre de 2012 de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera
20. Wikipedia.(2008,7de mayo).Seguridad industrial. Recuperado el 13 de noviembre de 2012 de:
<http://definicion.de/seguridad-industrial>
21. Wikipedia.(2010,7de octubre).Equipos de seguridad industrial. Recuperado el 13 de noviembre de 2012 de:
<http://www.equipodeseguridadindustrial.net/>
22. Wikipedia.(2011,7de julio).Equipos de protección personal. Recuperado el 14 de noviembre de 2012 de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Equipo_de_protecci%C3%B3n_individual

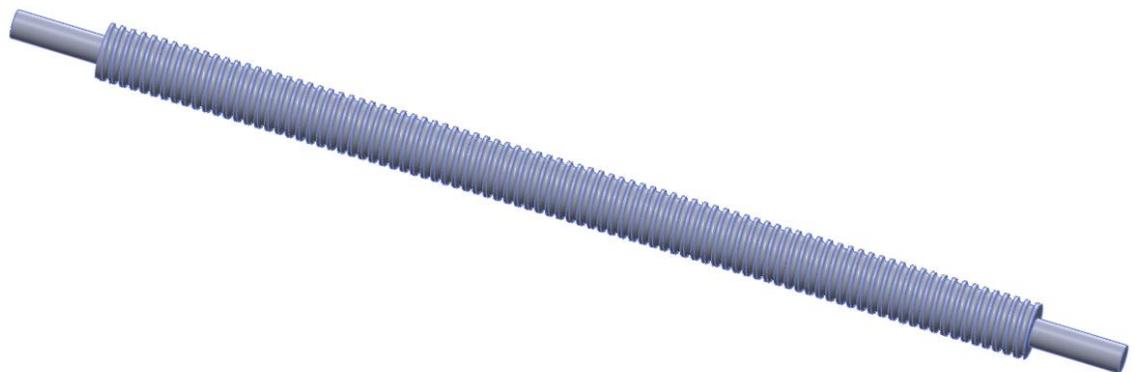
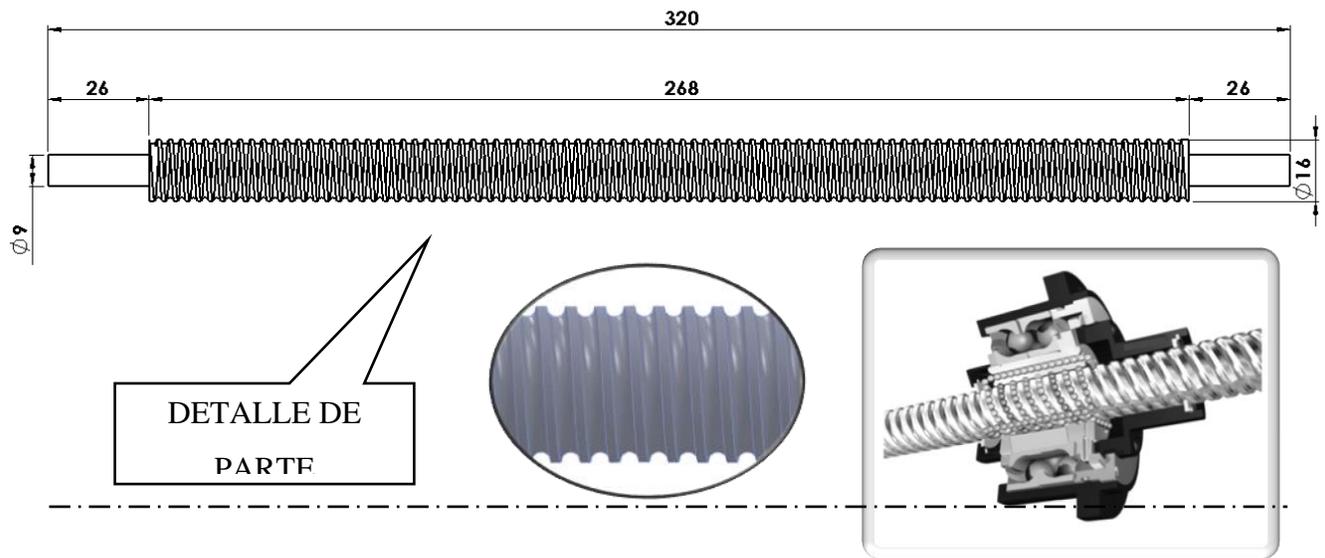
ANEXOS

PLANOS Y DIAGRAMAS

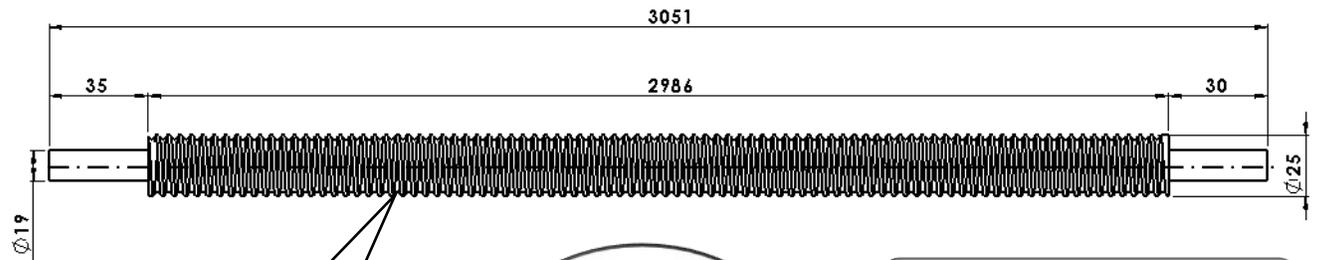
Planos de componentes de la máquina



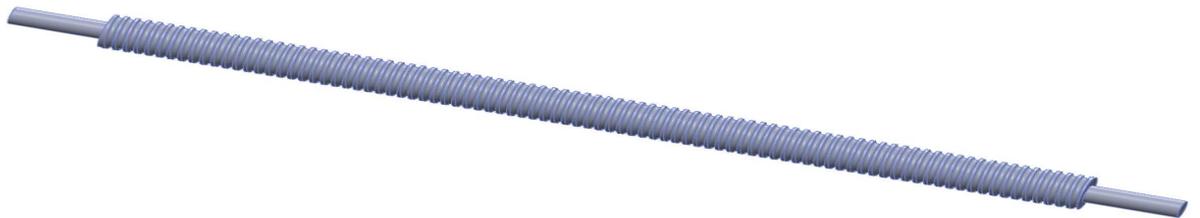
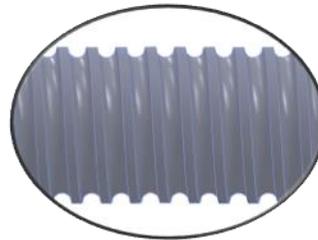
1	2	Eje Deslizante	Ø16x317mm	mm	± 0.1mm	Acero 42CrMo4-NF	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	EJE DESLIZANTE				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	1:5
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					



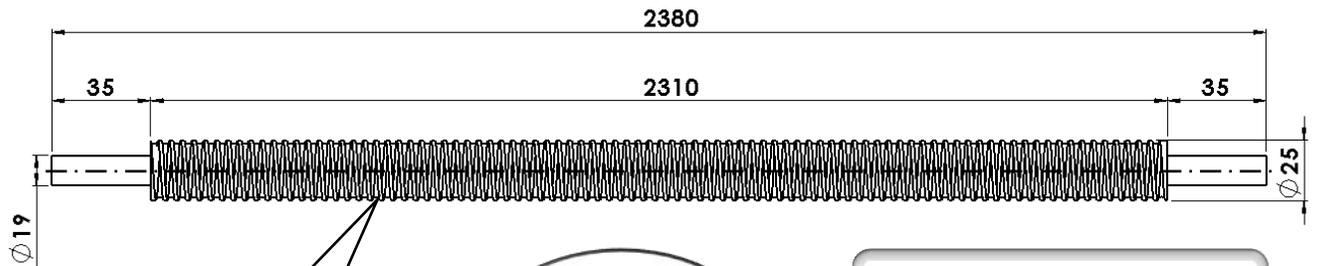
2	1	Eje Roscado de bolas recirculantes	Ø16 x 320mm	mm	± 0.1mm	Acero 42CrMo4-NF	9h7
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	EJE ROSCADO DE BOLAS RECIRCULANTES				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					



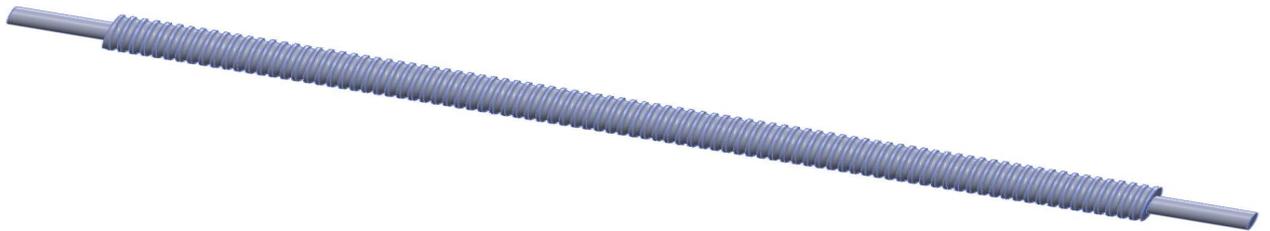
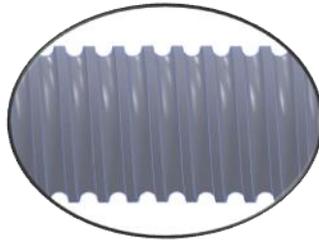
DETALLE DE PARTE



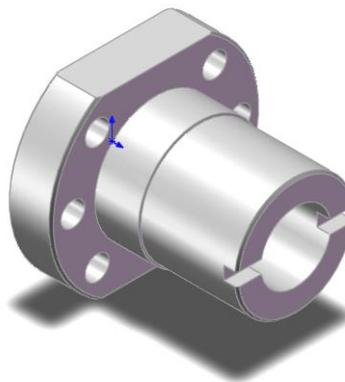
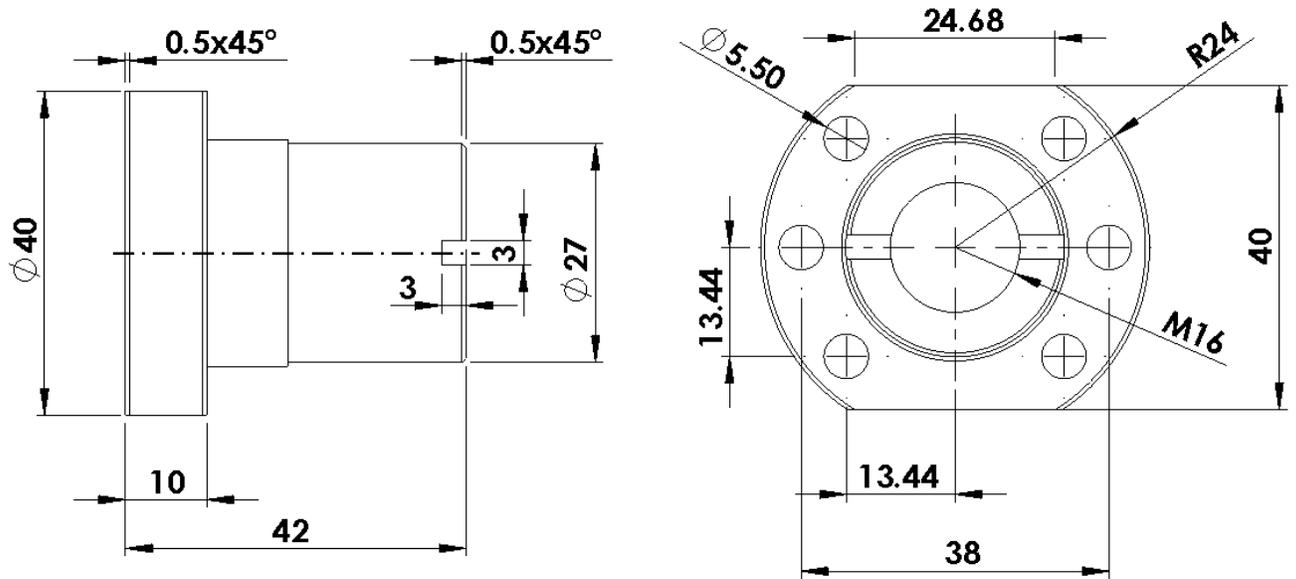
3	1	Eje Roscado de bolas recirculantes	Ø25x3051mm	mm	± 0.1mm	Acero 42CrMo4-NF	19h7
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	EJE ROSCADO DE BOLAS RECIRCULANTES				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					



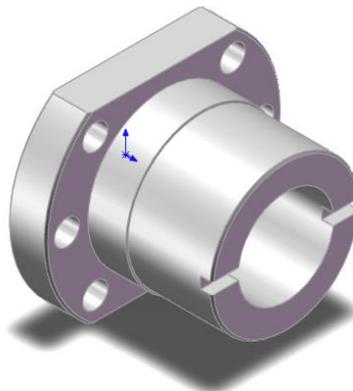
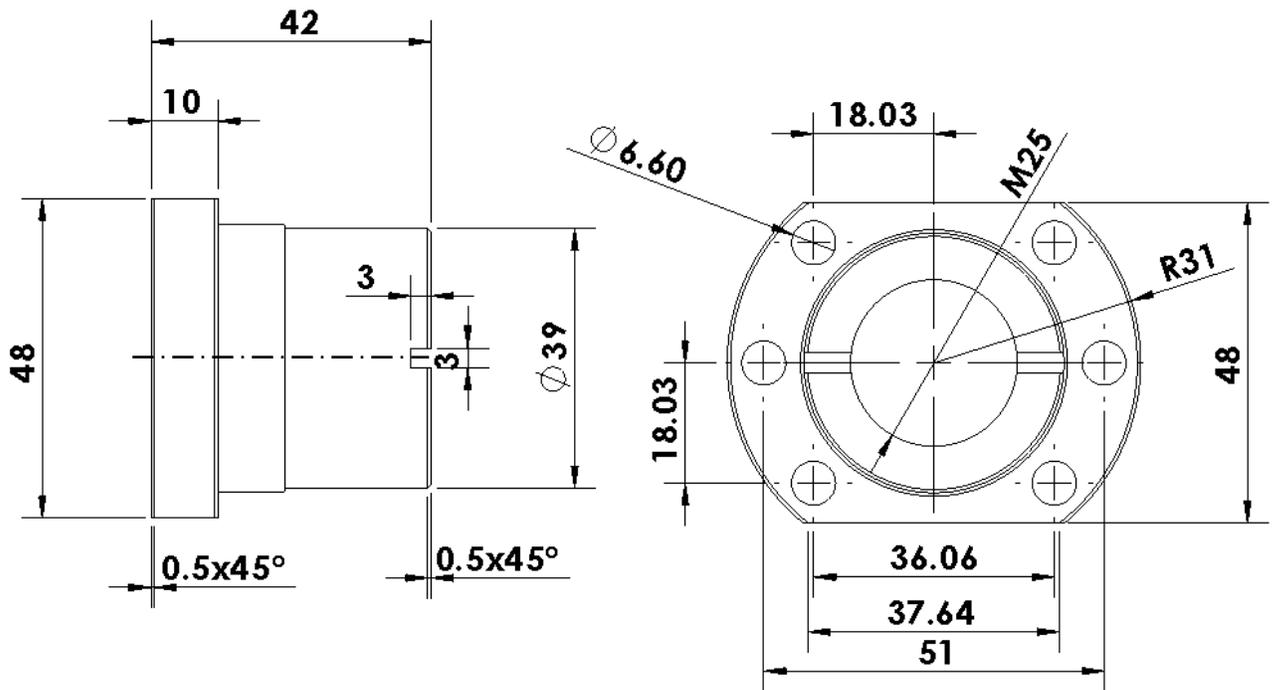
DETALLE DE PARTE



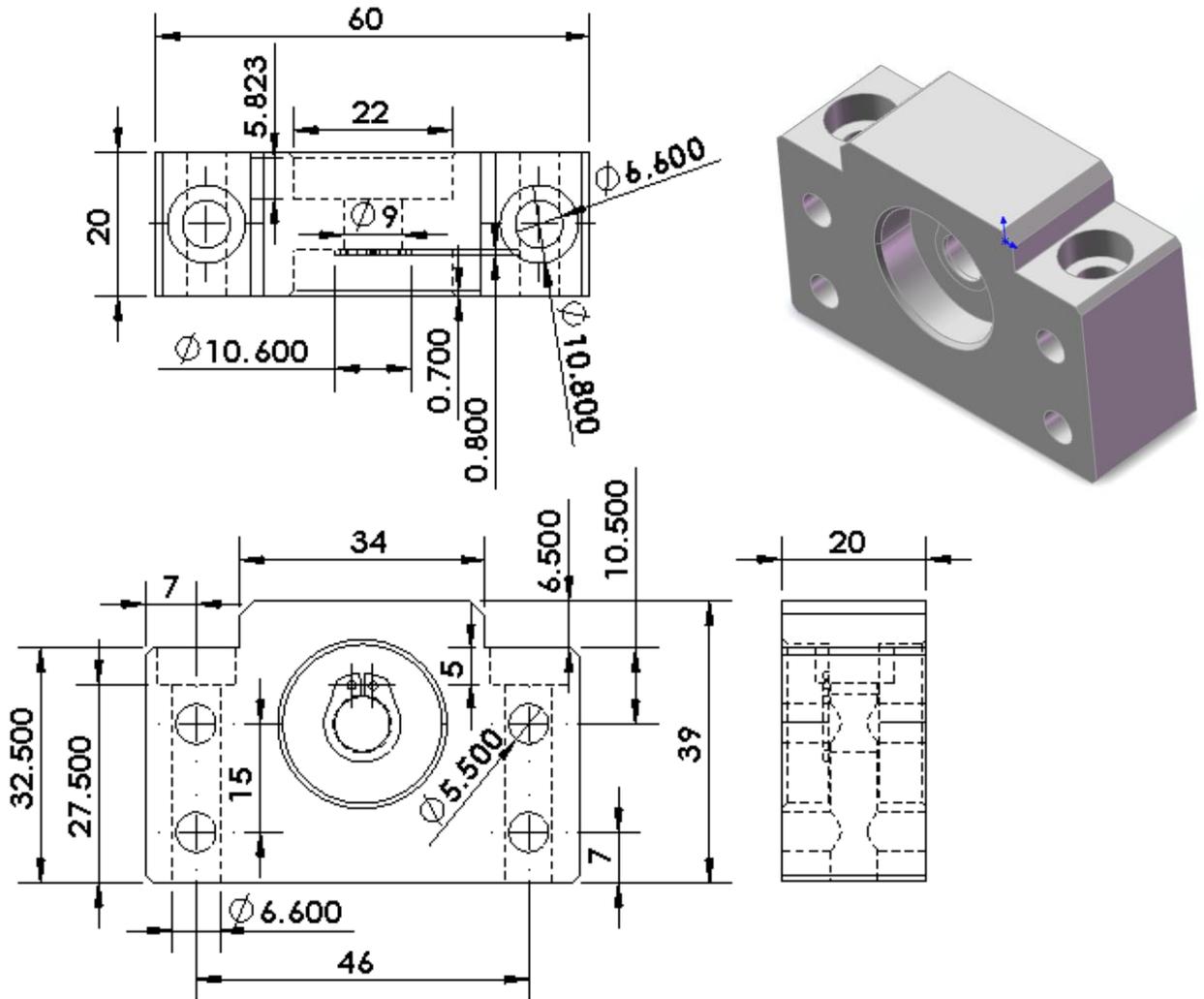
4	1	Eje Roscado de bolas recirculantes	Ø25x2380mm	mm	± 0.1mm	Acero 42CrMo4-NF	19h7
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	EJE ROSCADO DE BOLAS RECIRCULANTES				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012	



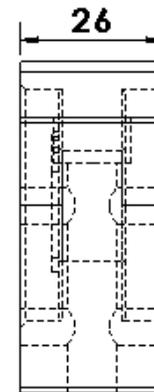
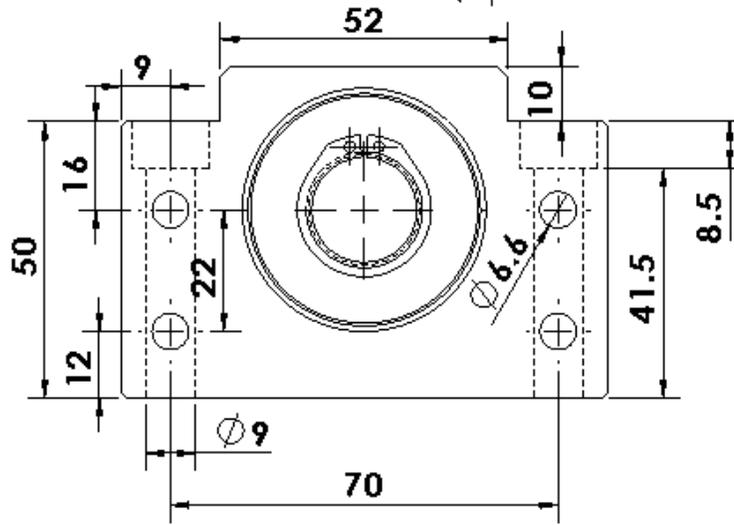
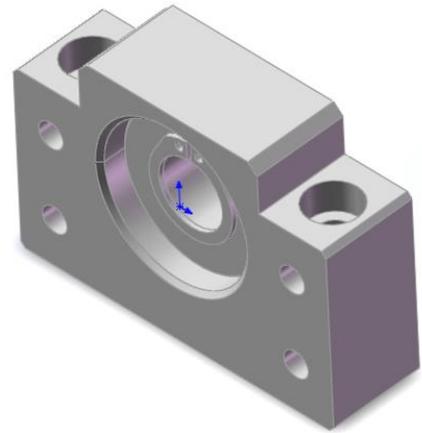
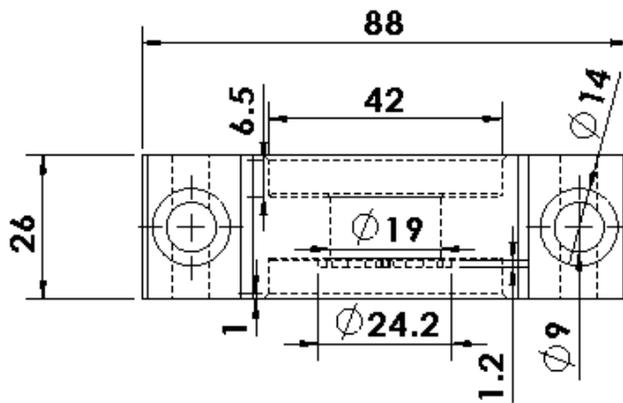
5	1	Bocina roscada para eje de ϕ 16mm	ϕ 40 x 42mm	mm	\pm 0.1mm	Acero Cr6-NFA	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	BOCINA ROSCADA PARA EJE ROSCADO DE ϕ 16mm				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					



6	1	Bocina roscada para eje de $\varnothing 25\text{mm}$	$\varnothing 48 \times 42\text{mm}$	mm	$\pm 0.1\text{mm}$	Acero Cr6-NFA	Ninguna	
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES	
		BOCINA ROSCADA PARA EJE ROSCADO DE $\varnothing 25\text{mm}$				Nombre	Fecha	Escala
					Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	1:1
						Rodolfo Jesús		
					Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012						



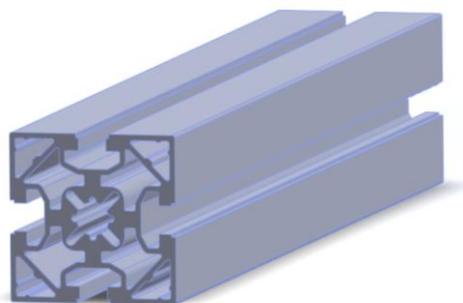
7	2	Soporte para eje roscado de $\varnothing 16\text{mm}$	60 x 39 x 20mm	mm	$\pm 0.1\text{mm}$	Acero AISI440C	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	SOPORTE PARA EJE ROSCADO DE $\varnothing 16\text{mm}$				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	1:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					



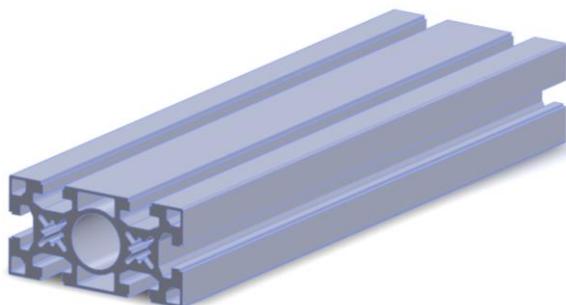
8	2	Soporte para eje roscado de \varnothing 25mm	88 x 60 x 26mm	mm	\pm 0.1mm	Acero AISI440C	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	SOPORTE PARA EJE ROSCADO DE \varnothing 25mm				Nombre	Fecha	Escala 1:2
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					

Tabla de detalles y cantidades a pedir según perfil estructural requerido
(60 x 60 mm – 45 x 90 mm)

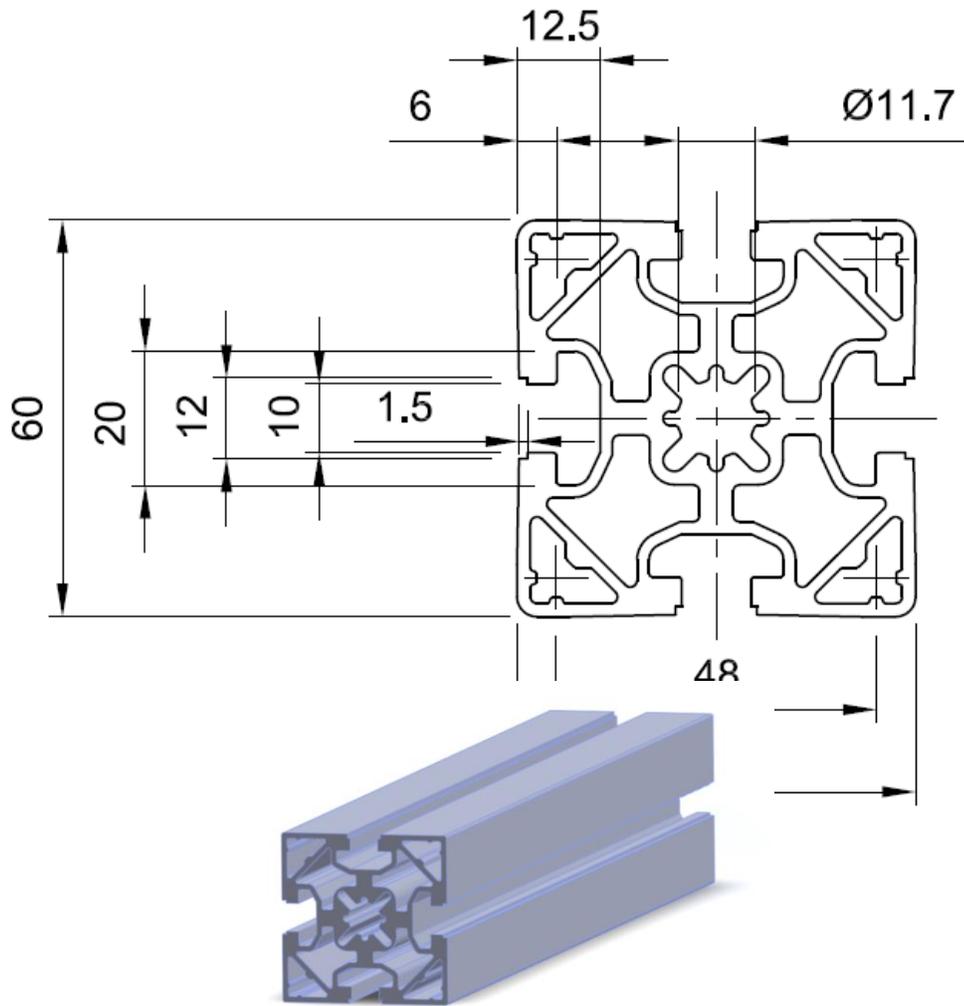
PIEZA	CANTIDAD	Perfil Estructural	Largo
9-12	4	60x60	370mm
13-16	4	45x90	580mm
17-19	3	45x90	2620mm
20-25	6	45x90	317mm



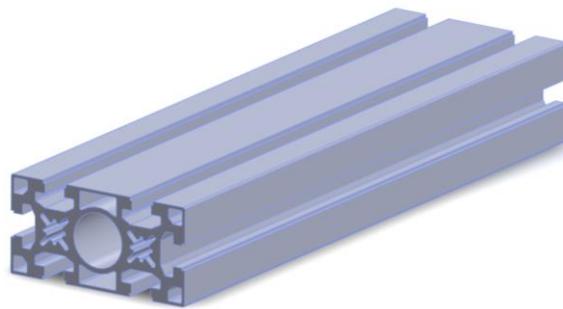
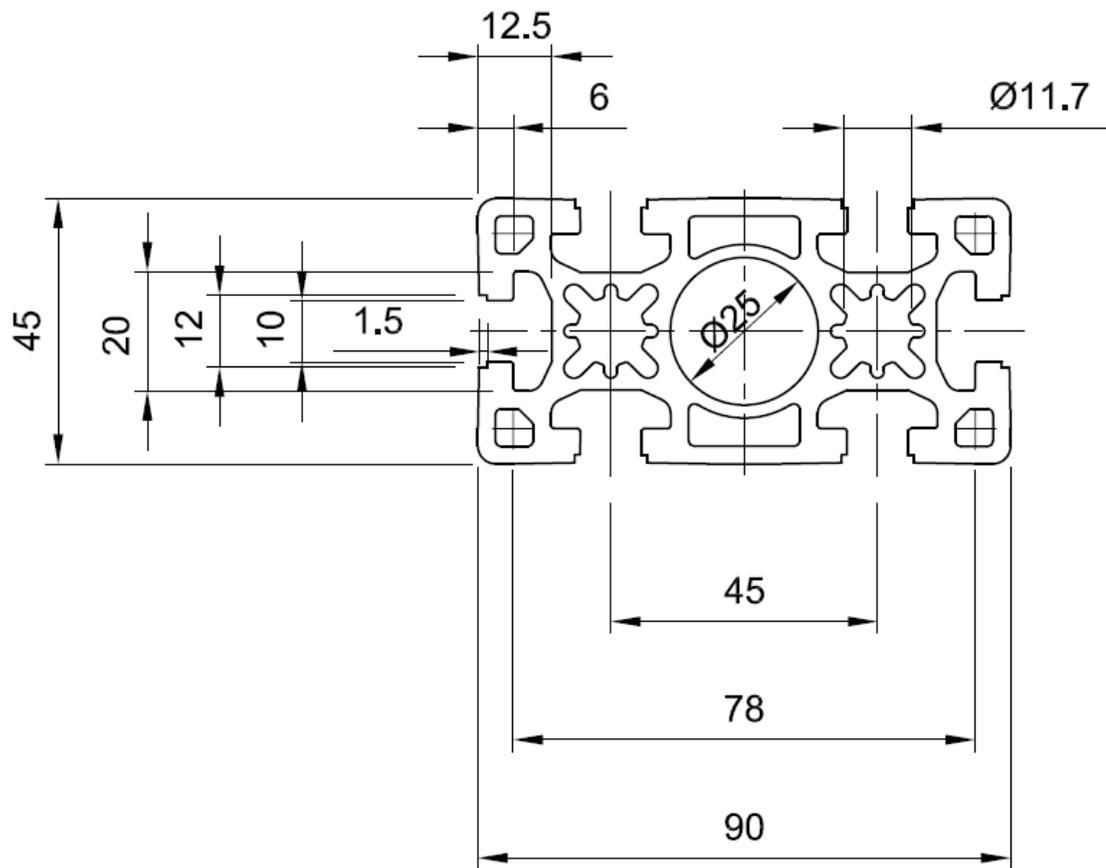
Perfil 60 x 60



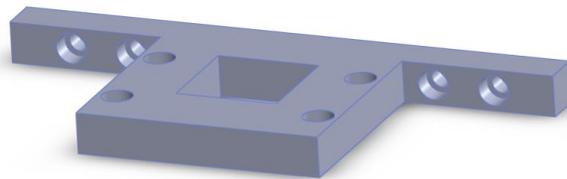
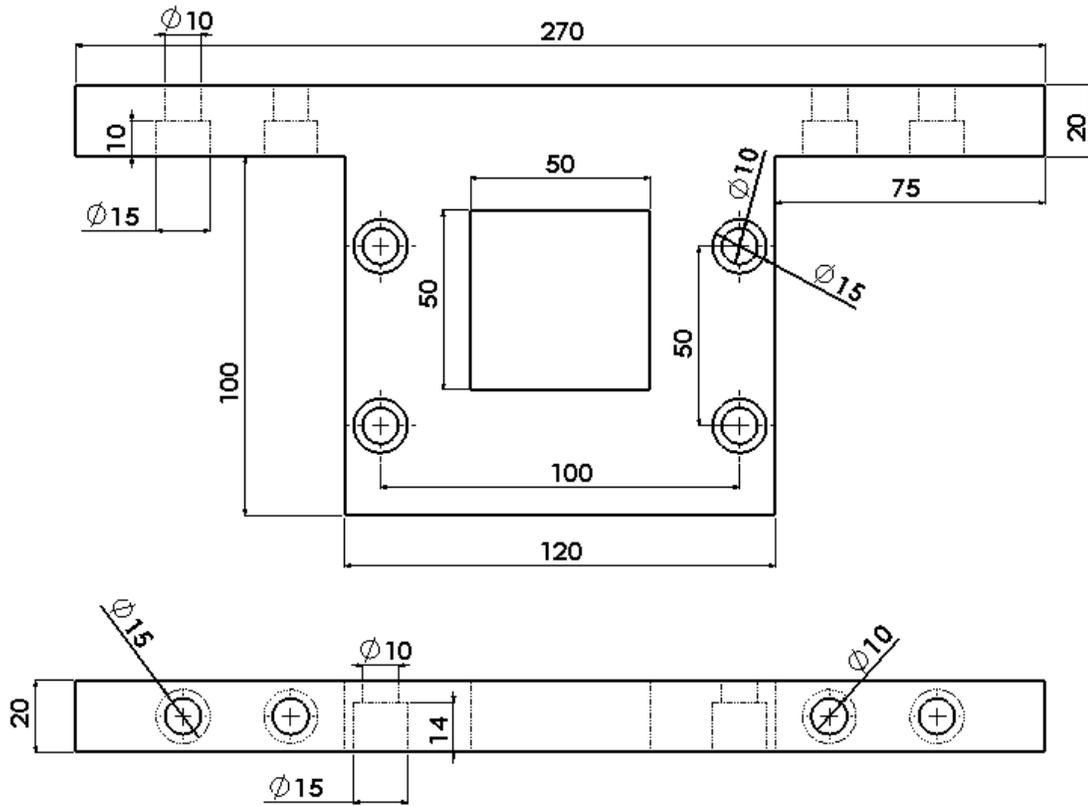
Perfil 45 x 90



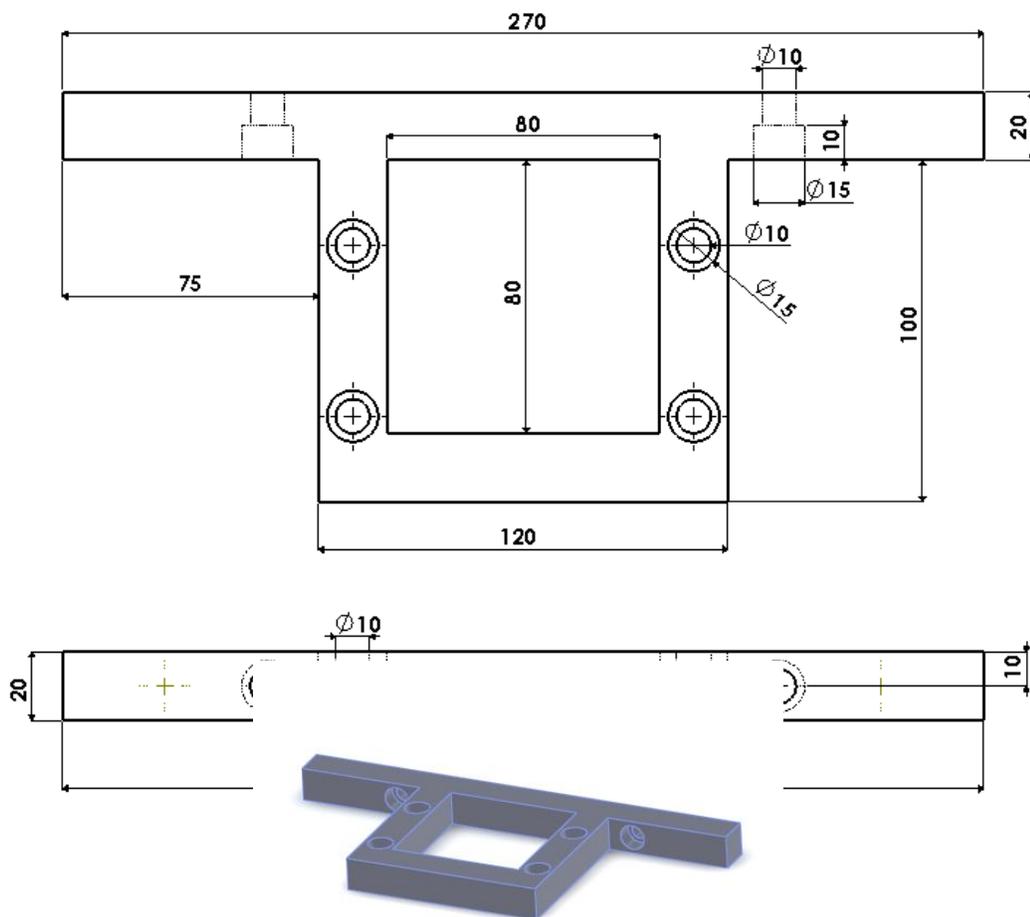
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES	
		Perfil Estructural de 60x60mm	Ver en tabla de detalle de perfiles	mm	± 0.1mm	Aluminio Mg-Si 6060 T5	Ninguna	
	PERFIL ESTRUCTURAL DE 60x60mm				Nombre	Fecha	Escala	
					Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	02/08/2012	1:10
					Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
					Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012	



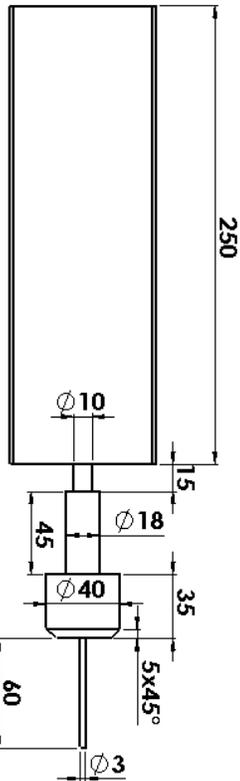
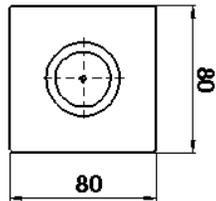
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
		Perfil Estructural de 45x90mm	Ver en tabla de detalle de perfiles	mm	± 0.1mm	Aluminio Mg-Si 6060 T5	Ninguna
		PERFIL ESTRUCTURAL DE 45x90mm			Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	02/08/2012	1:10
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012	



26	1	Tapa inferior de caja de motor de husillo para portafresa	270 x 120 x 20mm	mm	± 0.1mm	Aluminio Mg-Si 6060 T5	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	TAPA INFERIOR DE CAJA DE MOTOR DE HUSILLO PARA PORTAFRESA				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					

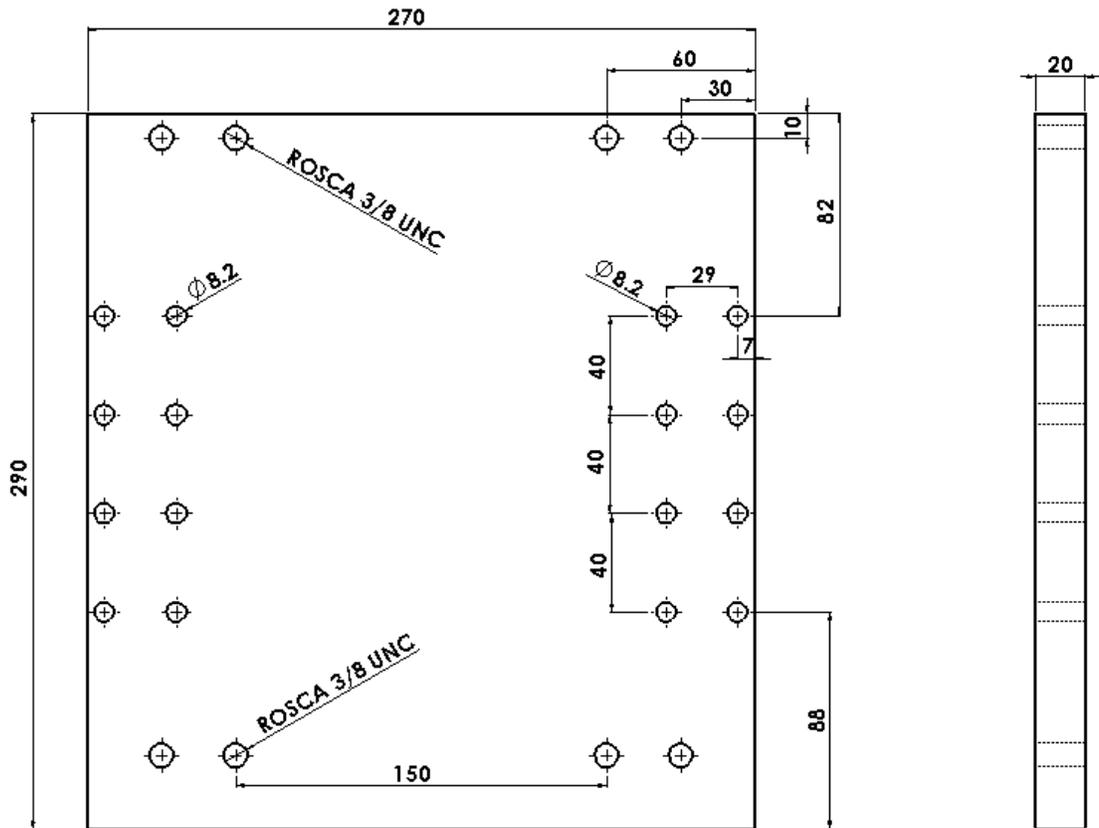


27	1	Tapa superior de caja de motor de husillo para portafresa	270 x 120 x 20mm	mm	± 0.1mm	Aluminio Mg-Si 6060 T5	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	TAPA SUPERIOR DE CAJA DE MOTOR DE HUSILLO PARA PORTAFRESA				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					

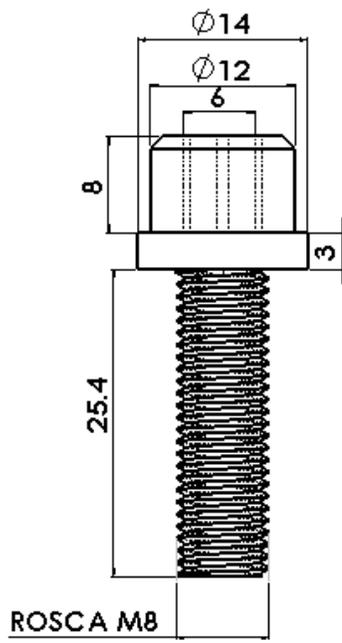
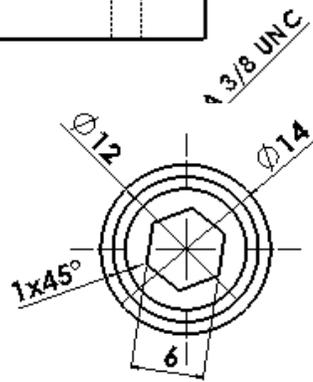
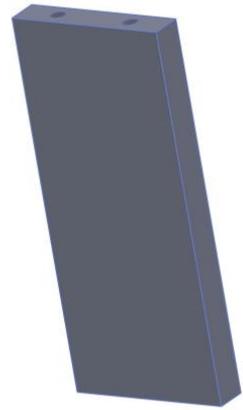
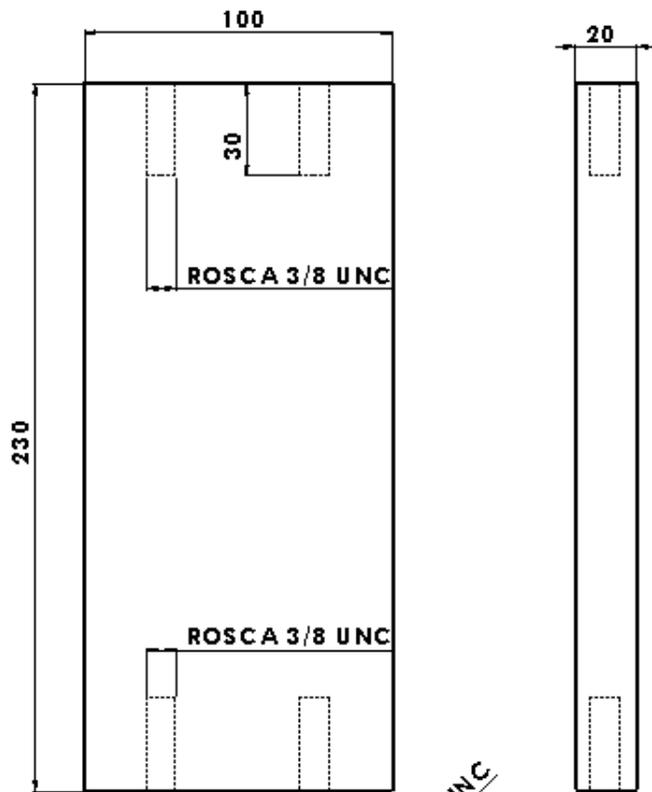


28	1	Moto
PZA	CANT	
		

ENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
FRESA		Nombre	Fecha	Escala
	Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	
		Rodolfo Jesús		
	Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012		



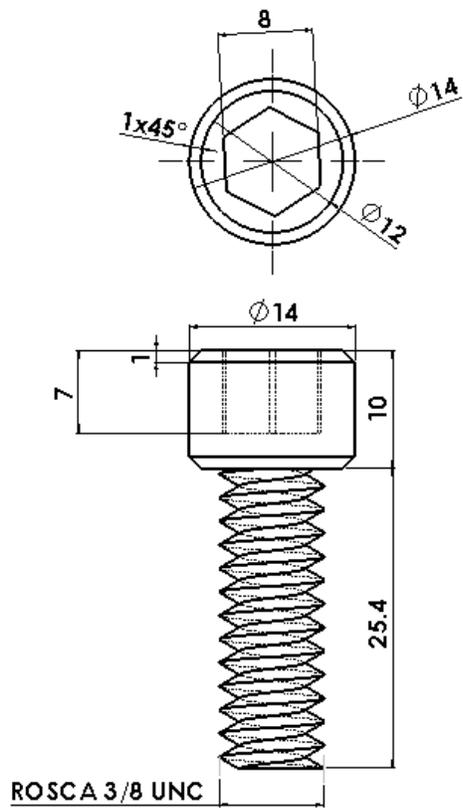
29	1	Placa base de caja de motor de husillo para portafresa	290 x 270 x 20mm	mm	± 0.1mm	Aluminio Mg-Si 6060 T5	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	PLACA BASE DE CAJA DE MOTOR DE HUSILLO PARA PORTAFRESA				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	1:2
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					



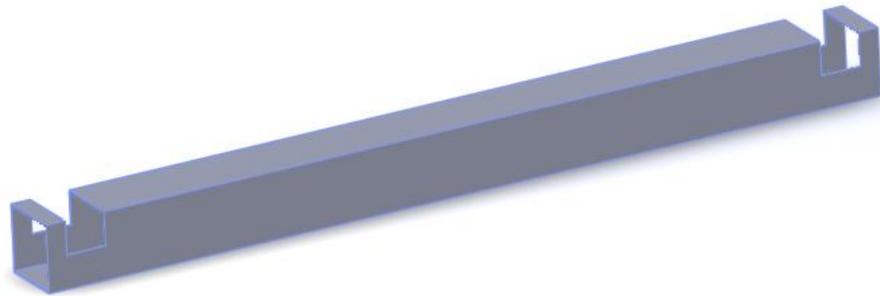
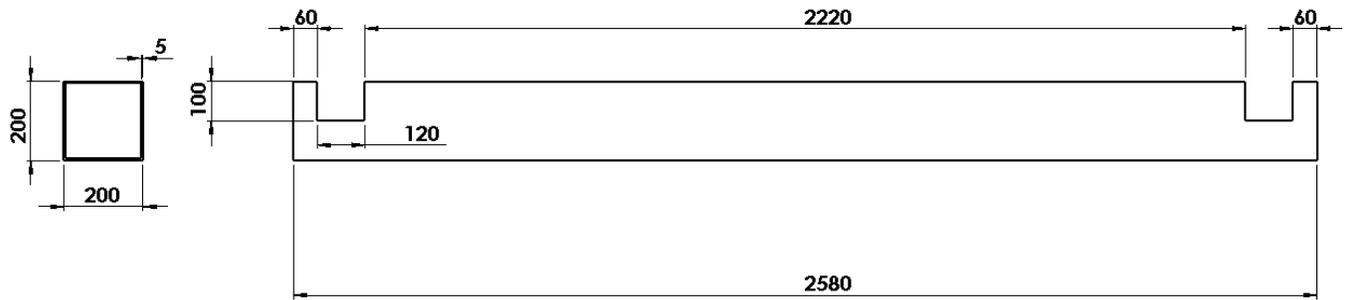
30	2	Placa lateral de caja de motor de husillo para portafresa
PZA	CANT	DENOMINACIÓN
		PLACA LATERAL DE CAJA DE MOTO



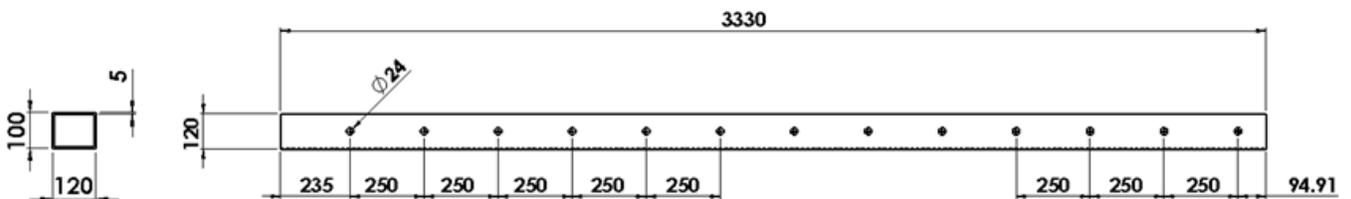
31	16	Tornillo Allen	Ø 8 x 25.4mm	mm	± 0.1mm	Acero	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	TORNILLO ALLEN				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	2:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					

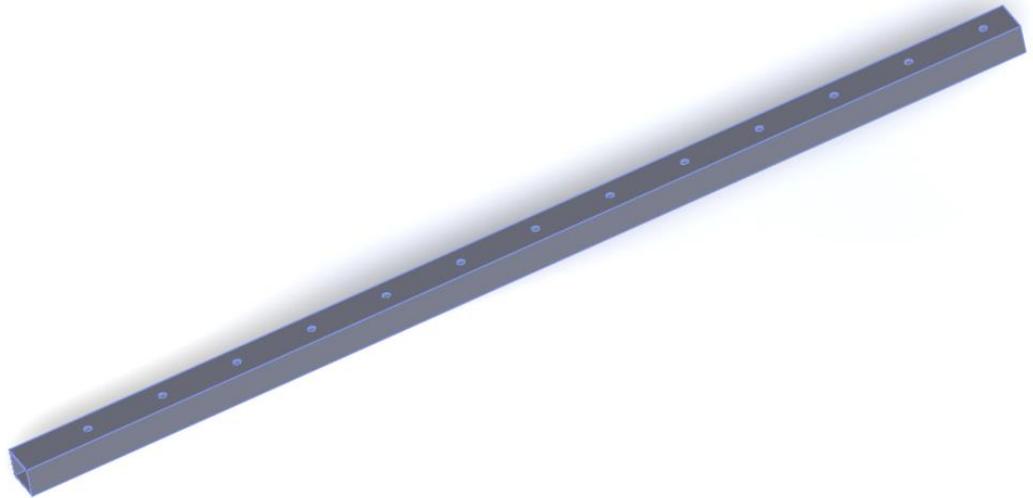


32	16	Tornillo Allen	$\phi 9.5 \times 25.4\text{mm}$	mm	$\pm 0.1\text{mm}$	Acero	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	TORNILLO ALLEN				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	2:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012					

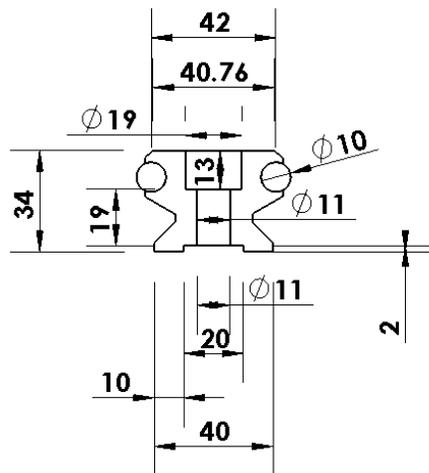
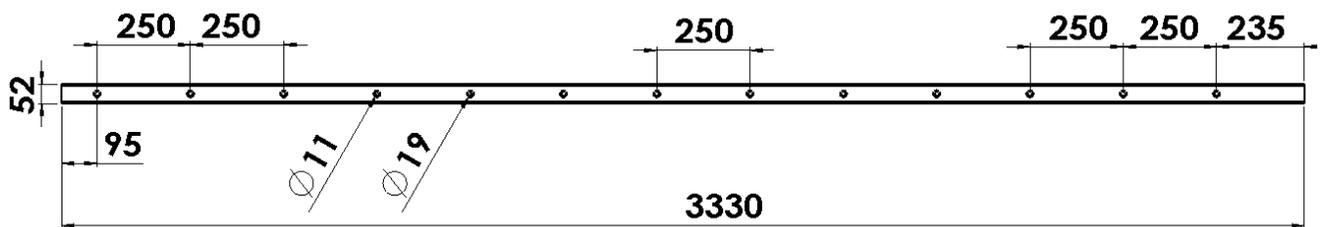


33	2	soporte de base carrilera	∠380 X 200 X 200mm	mm	± 0,1mm	ACERO SAE 1010 LAL	ninguna	
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES	
	SOPORTE DE BASE CARRILERA					Nombre	Fecha	Escala
					Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	1:10
					Revisado	Rodolfo Jesús	26/09/2012	
					Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012	

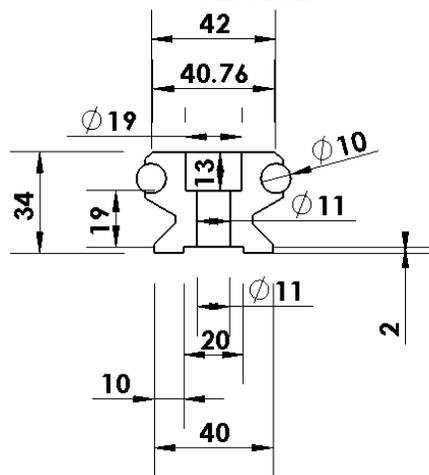
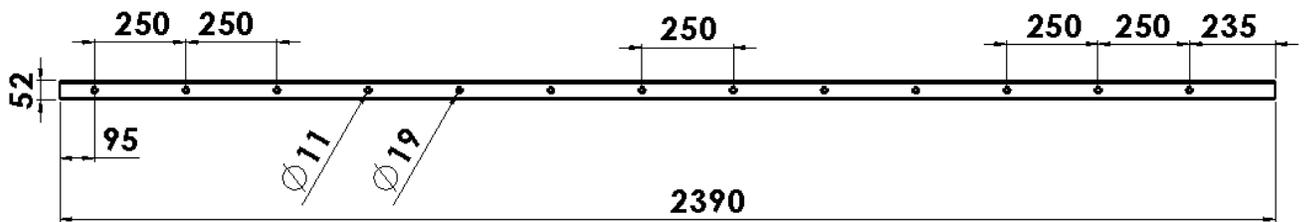




34	2	Base carrilera	3330 x 120 x 100mm	mm	± 0.1mm	Acero SAE 1010 LAC	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	BASE CARRILERA				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	02/08/2012	1:10
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	26/09/2012	
	Aprobado	Saúl Santivañez	29/10/2012				



**DETALLE DE VISTA
LATERAL**

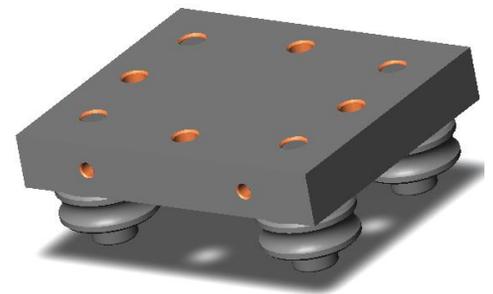
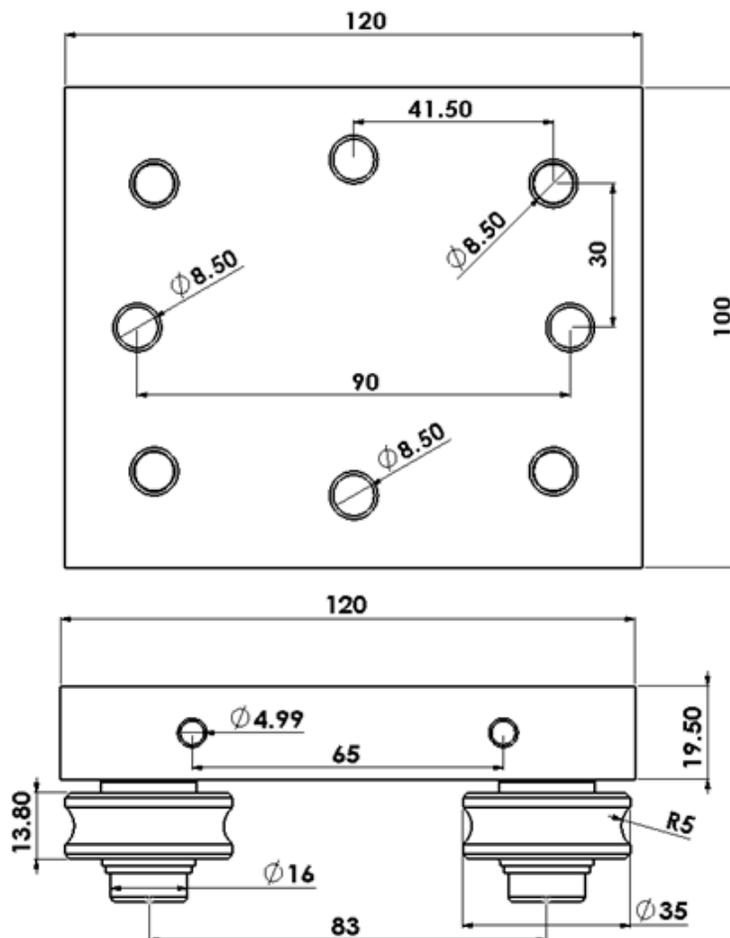


35	2	Eje guia de desplazamiento de carros	3330 x 52mm	mm	± 0.1mm	
			DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	
DESPLAZAMIENTO DE CARROS					Nombre	
					Dibujado	Steve Palma
					Revisado	Saúl Santivañez
					Aprobado	Saúl Santivañez

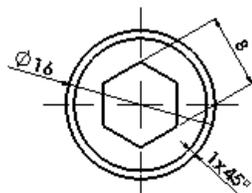
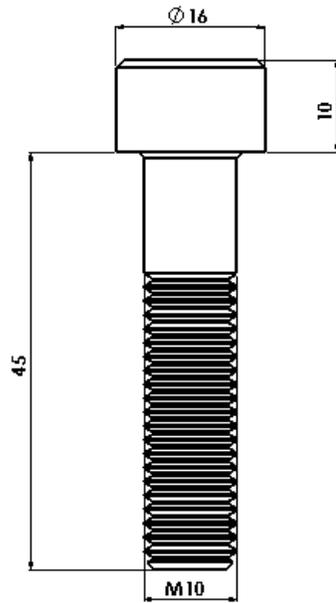
DETALLE DE VISTA LATERAL



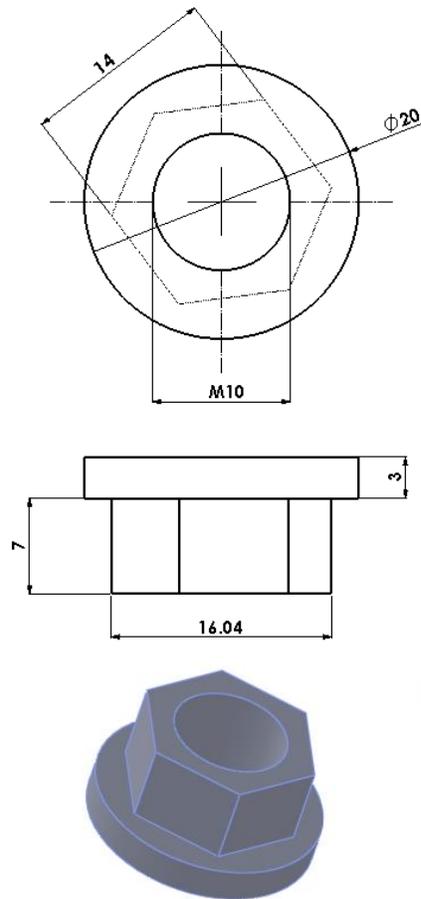
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL
 EJE GUIA DE DESPLAZAMIENTO DE CARROS				mm	± 0.1mm
					Nombre
				Dibujado	Steve Palma
				Revisado	Rodolfo Jesús
				Aprobado	Saúl Santivañez



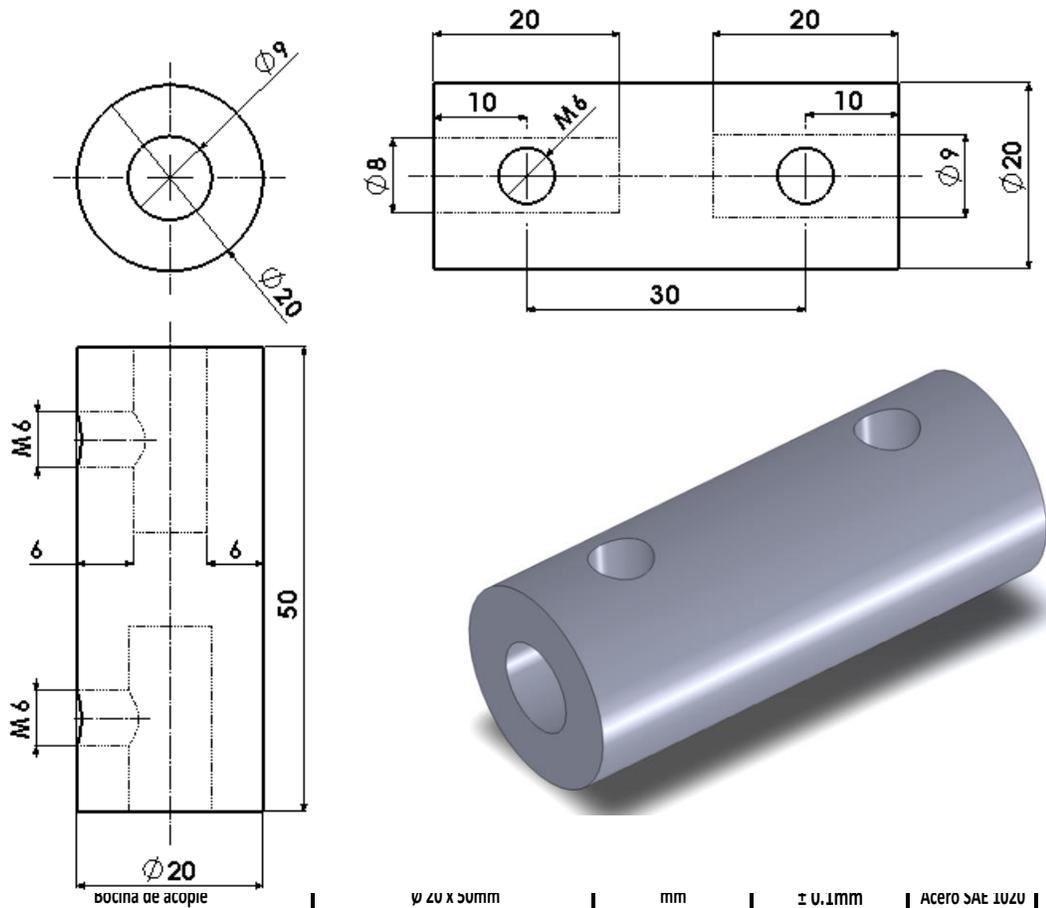
37	8	Carrito de desplazamiento	120 x 100 x 19.50mm	mm	± 0.1mm	Acero Cr-Mo-V	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	CARRITO DE DESPLAZAMIENTO				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	1:2
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	30/10/2012	



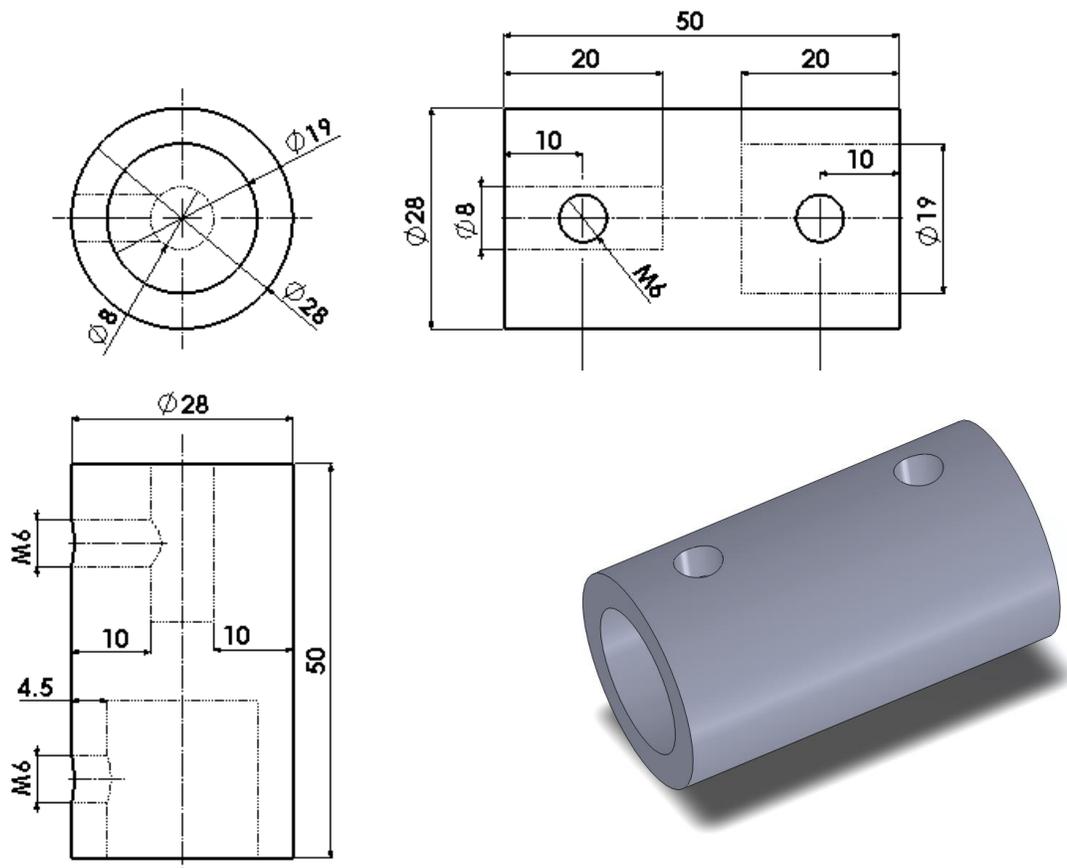
38	26	Tornillo Allen	Ø 10 x 45mm	mm	± 0.1mm	Acero	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	TORNILLO ALLEN				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	2:1
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	30/10/2012	
							



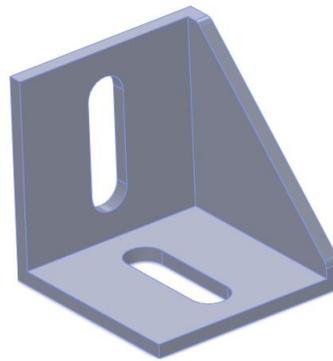
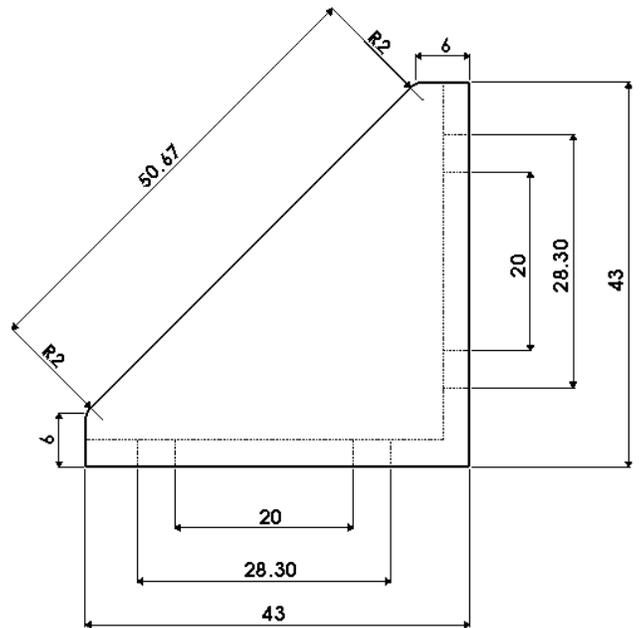
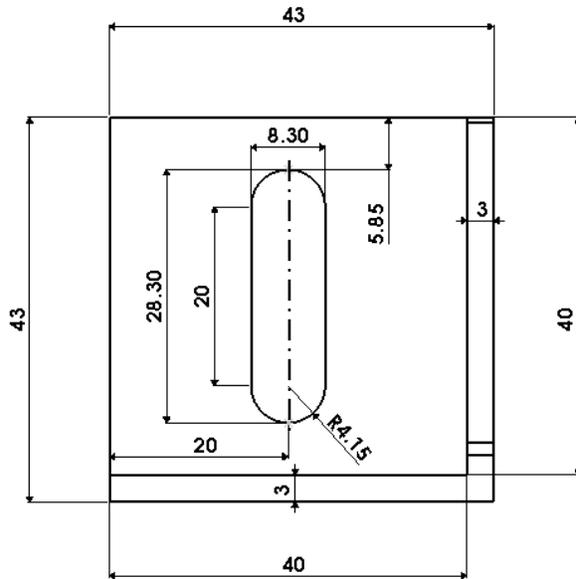
39	26	Tuerca para tornillo Allen M10	Ø 10 x 10mm	mm	± 0.1mm	Acero	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	TUERCA PARA TORNILLO ALLEN M10				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	2:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	30/10/2012	



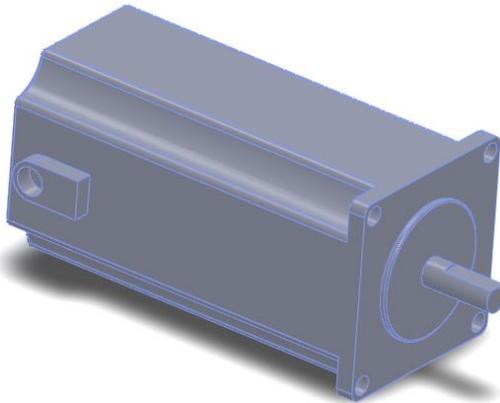
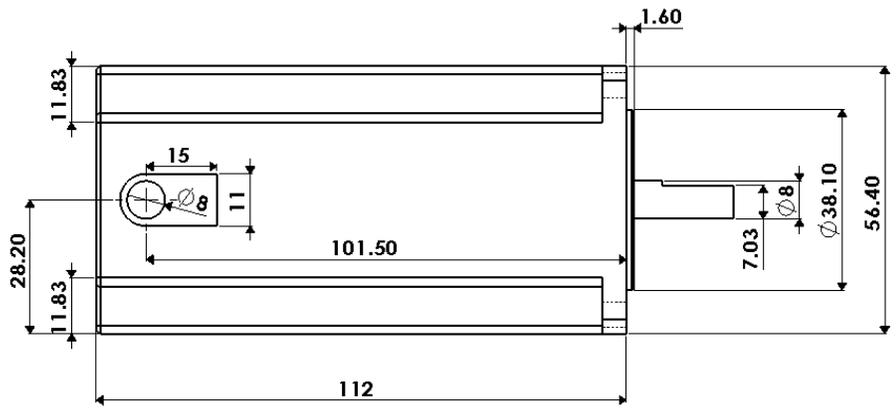
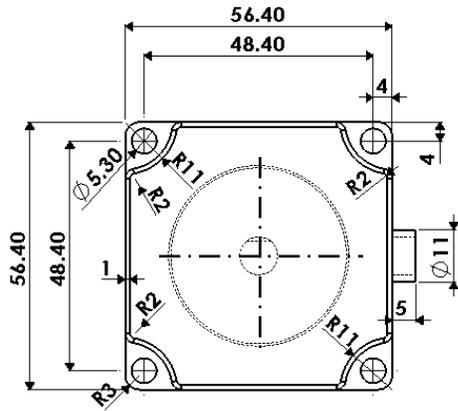
40	1	bocina de acople	Ø 20 x 50mm	mm	± 0.1mm	Acero SAE 1020	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	BOCINA DE ACOPLÉ				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	1:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	



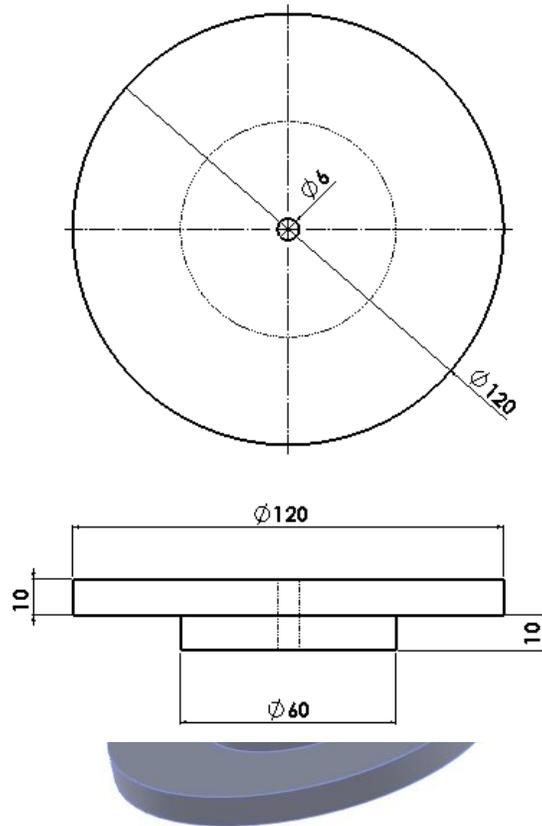
41	2	Bocina de acople	Ø 28 x 50mm	mm	± 0.1mm	Acero SAE 1020	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	BOCINA DE ACOPLÉ				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	1:1
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	
							



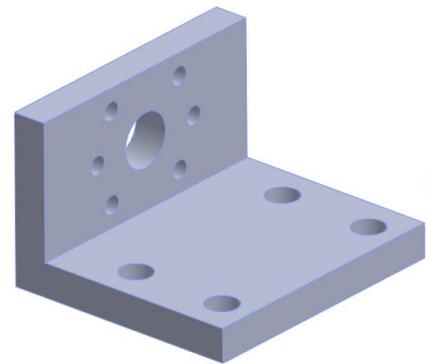
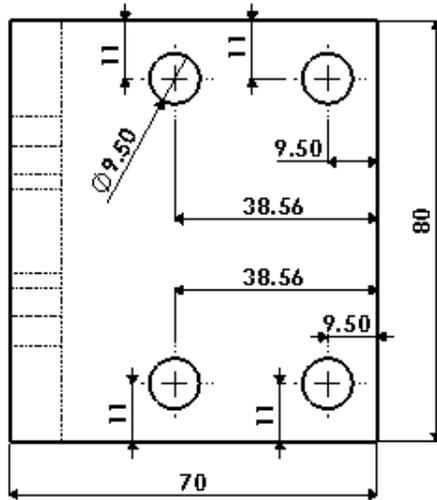
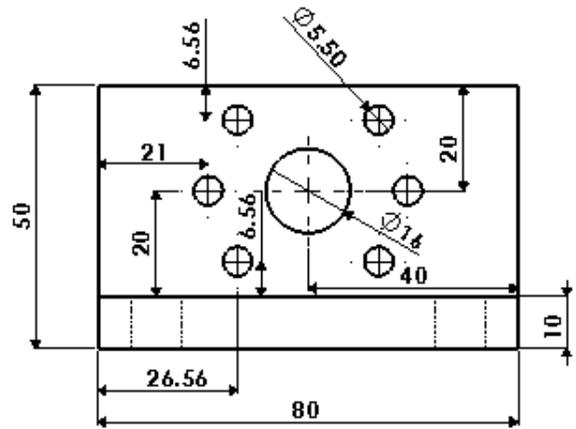
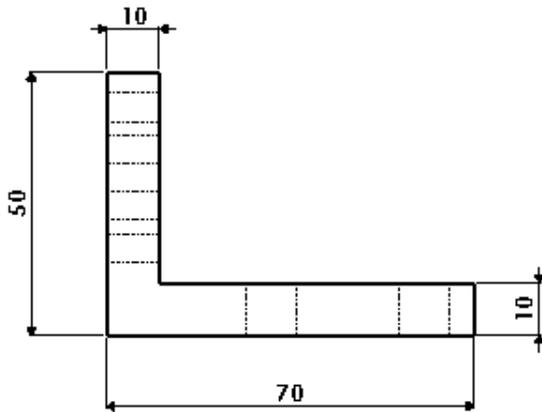
42	150	Angulo para unir perfiles de aluminio	43 x 43 mm	mm	± 0.1mm	Aluminio Mg-Si 6060 T5	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	ANGULO PARA UNIR PERFILES DE ALUMINIO				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	1:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012					



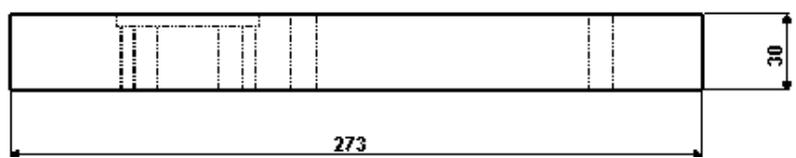
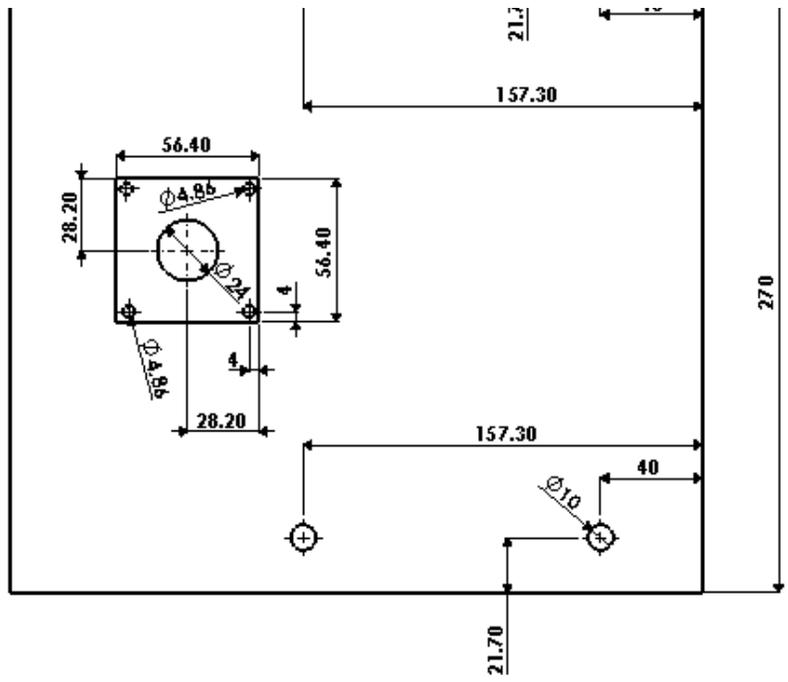
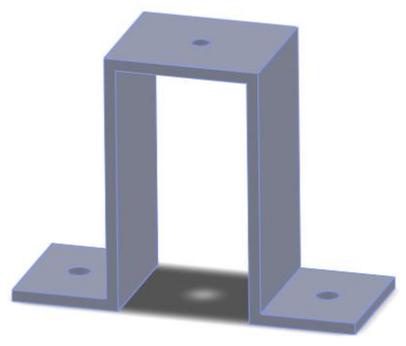
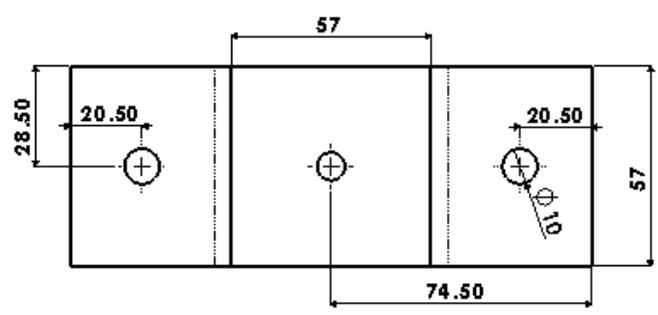
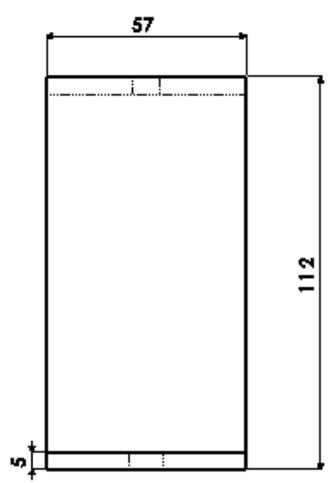
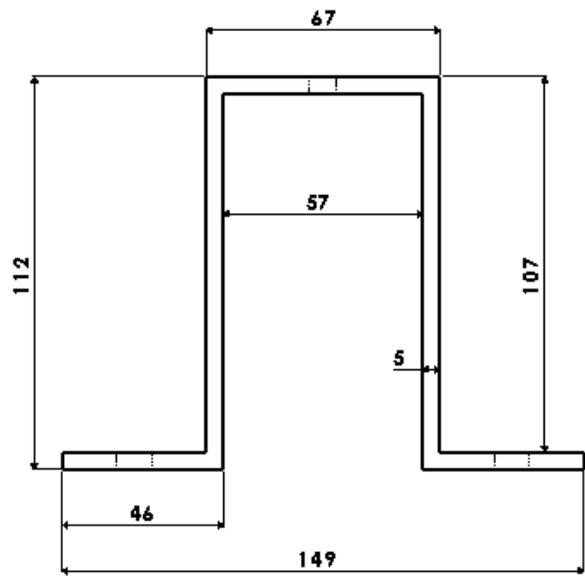
43	3	Motor paso a paso	112 x 56.40 mm	mm	± 0.1mm	Aluminio	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	MOTOR PASO A PASO				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	1:2
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	



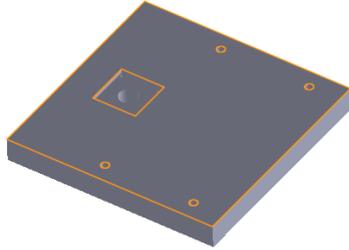
44	1	Disco de absorción	Ø 120 x 20 mm	mm	± 0.1mm	Aluminio	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	DISCO DE ABSORCIÓN				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	1:2
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	



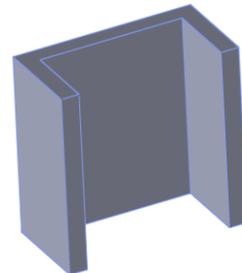
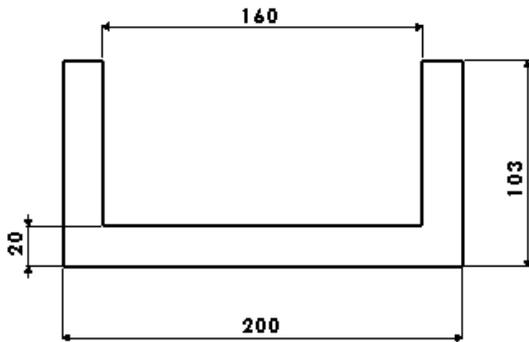
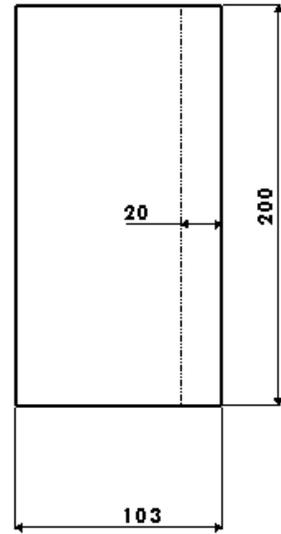
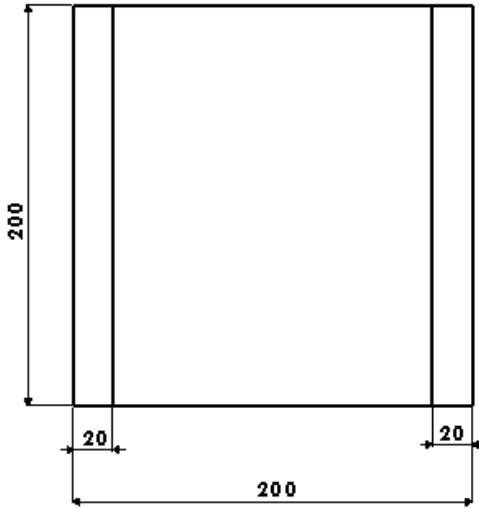
45	1	Angulo para bocina roscada de \varnothing 16mm	80 x 70 x 50 mm	mm	± 0.1 mm	Acero SAE 1020	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	ANGULO PARA BOCINA ROSCADA DE \varnothing 16mm				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	1:1
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012					

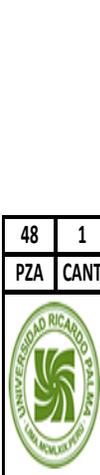


46	1	Arco de sujeción de motor paso a paso eje z
PZA	CANT	DENOMINACIÓN
		ARCO DE SUJECIÓN DE MOTOR

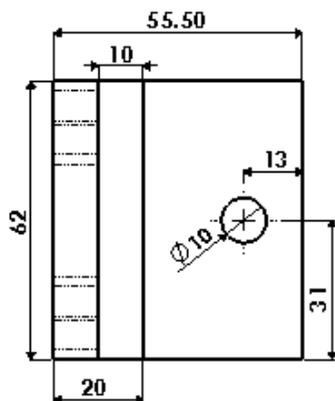
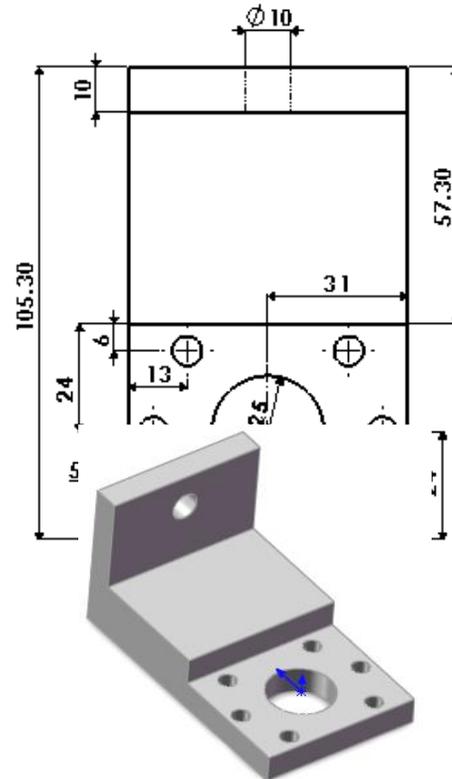
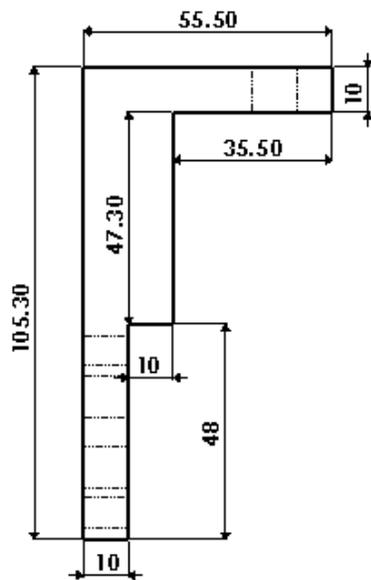


47	1	Base de motor paso a paso eje z	270 x 273 x 30 mm	mm	± 0.1mm	Acero	
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MA	
		 BASE DE MOTOR PASO A PASO EJE Z			Nombre	F	
			Dibujado			Steve Palma	03/0
						Rodolfo Jesús	
			Revisado			Saúl Santivañez	27/0
		Aprobado			Saúl Santivañez	02/1	

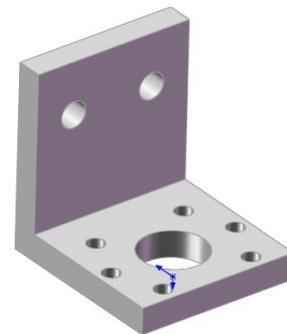
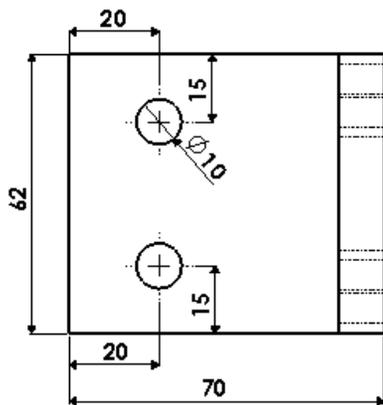
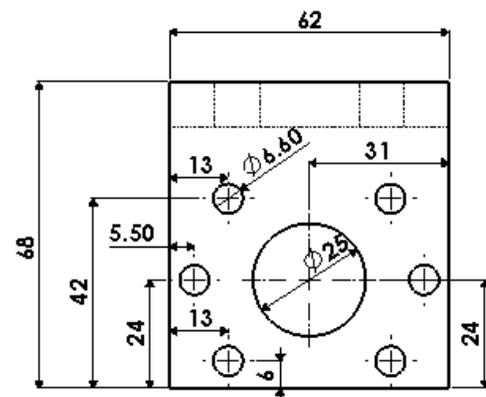
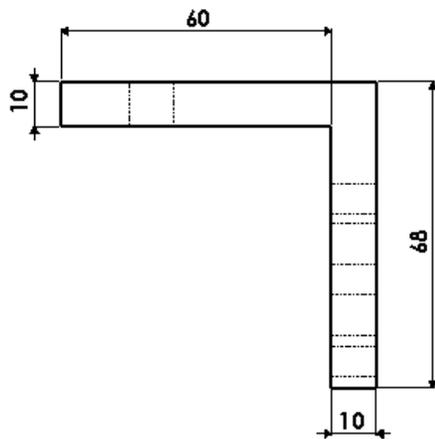




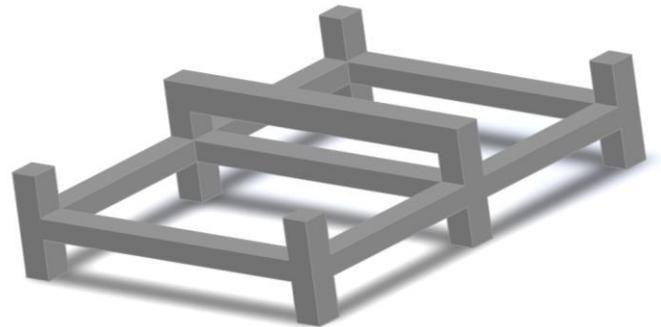
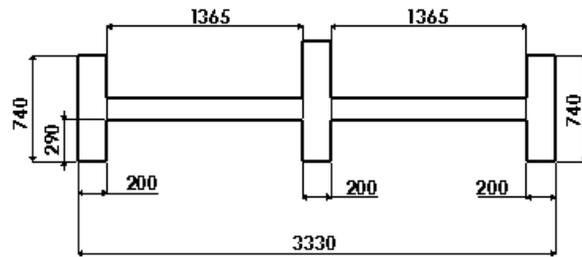
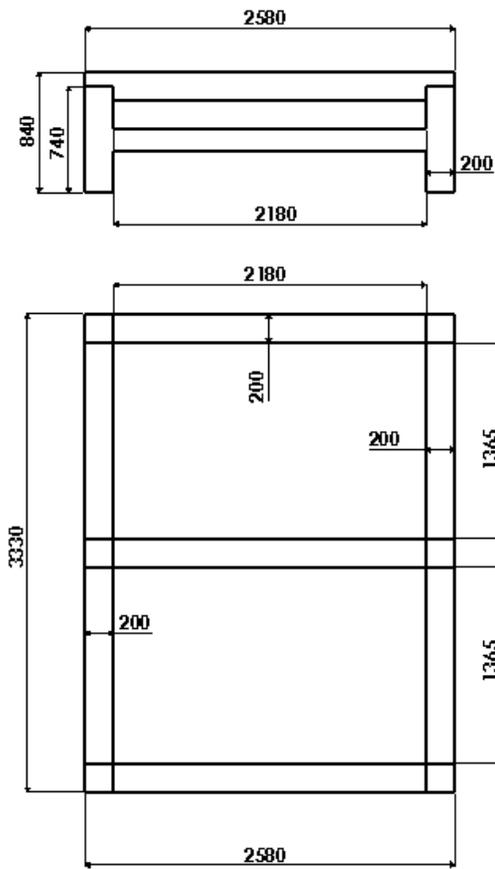
48	1	Base inferior para motor paso a paso eje y	200 x 103 x 20 mm	mm	± 0.1mm	Acero SAE 1020	Ninguna	
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES	
		 BASE INFERIOR PARA MOTOR PASO A PASO EJE Y			Nombre	Fecha	Escala	
			Dibujado			Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	1:3
			Revisado			Saúl Santivañez	27/09/2012	
			Aprobado			Saúl Santivañez	02/11/2012	



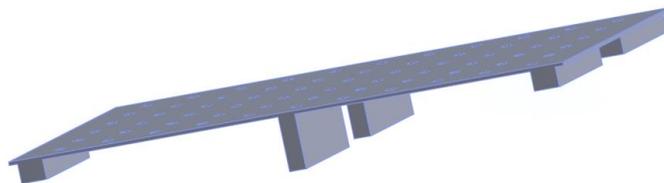
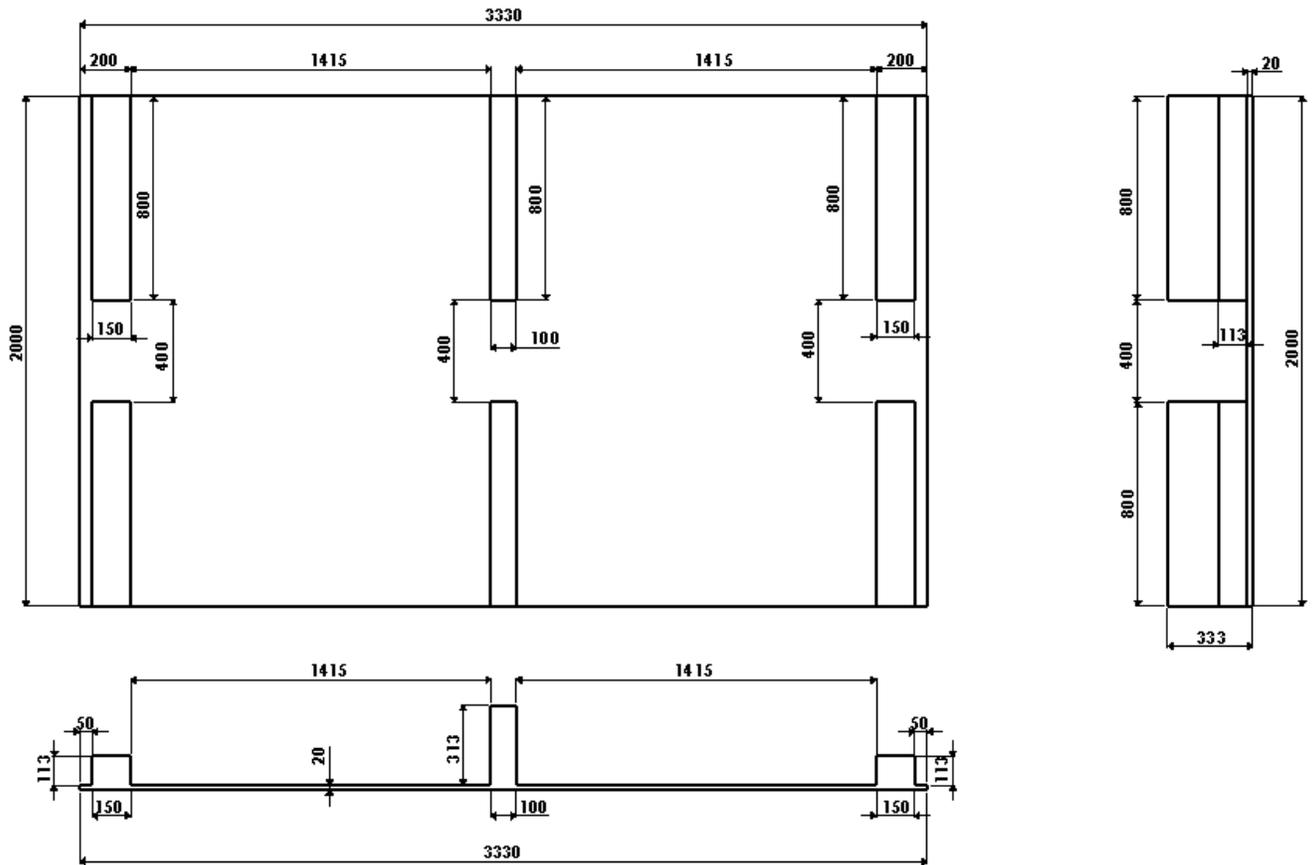
49	2	Angulo para bocina roscada de \varnothing 25mm (Eje X)	200 x 103 x 20 mm	mm	± 0.1 mm	Acero SAE 1020	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	ANGULO PARA BOCINA ROSCADA DE \varnothing 25mm (Eje X)				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	1:2
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
				Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	



50	1	Angulo para bocina roscada de \varnothing 25mm (Eje Y)	200 x 103 x 20 mm	mm	± 0.1 mm	Acero SAE 1020	Ninguna
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES
	ANGULO PARA BOCINA ROSCADA DE \varnothing 25mm (EJE Y)				Nombre	Fecha	Escala
				Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	1:2
					Rodolfo Jesús		
				Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012					



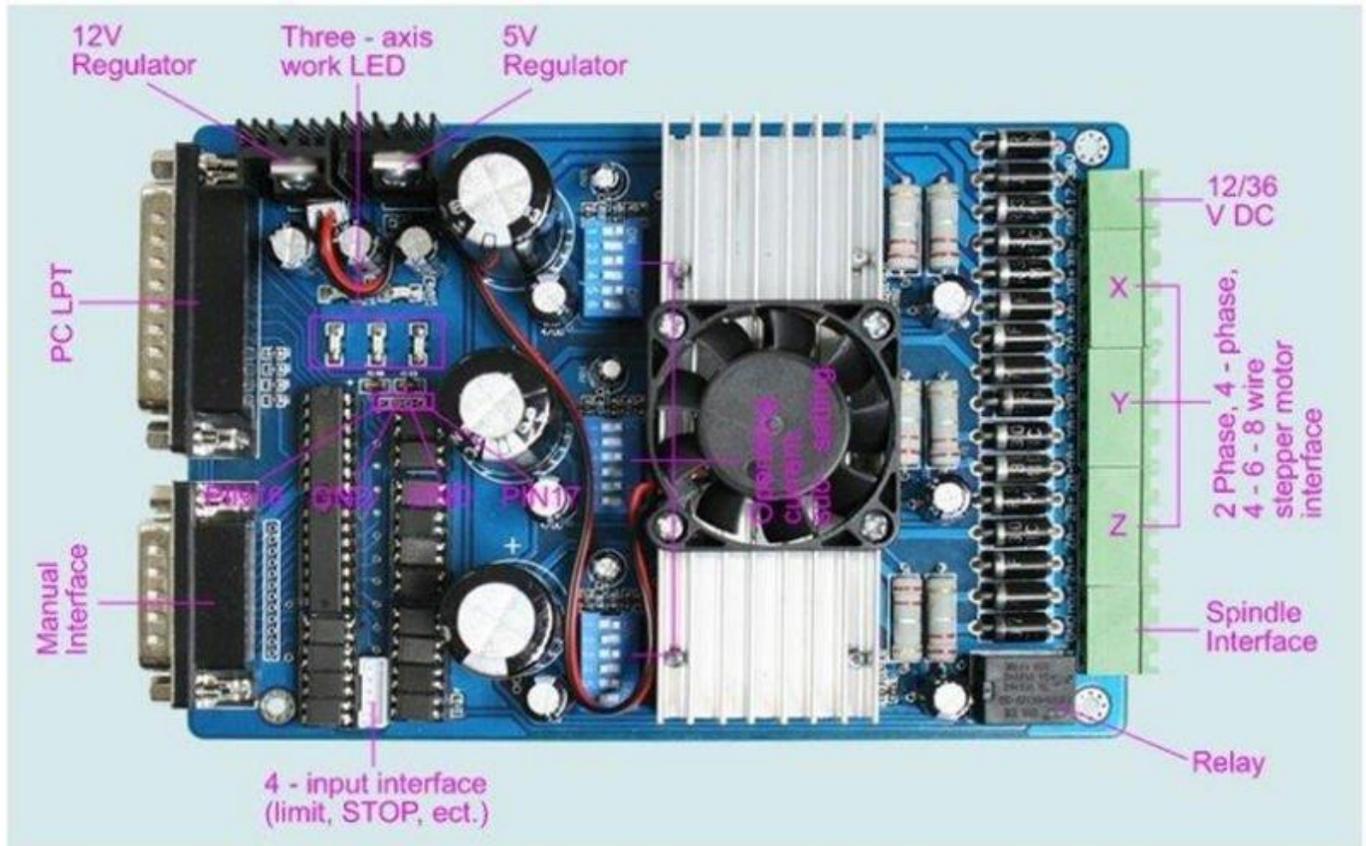
51	1	Base principal	3330 x 2580 mm	mm	± 0.1mm	Acero SAE 1010 LAC	Ninguna	
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES	
		BASE PRINCIPAL				Nombre	Fecha	Escala
					Dibujado	Steve Palma	03/08/2012	1:10
						Rodolfo Jesús		
					Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
					Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	

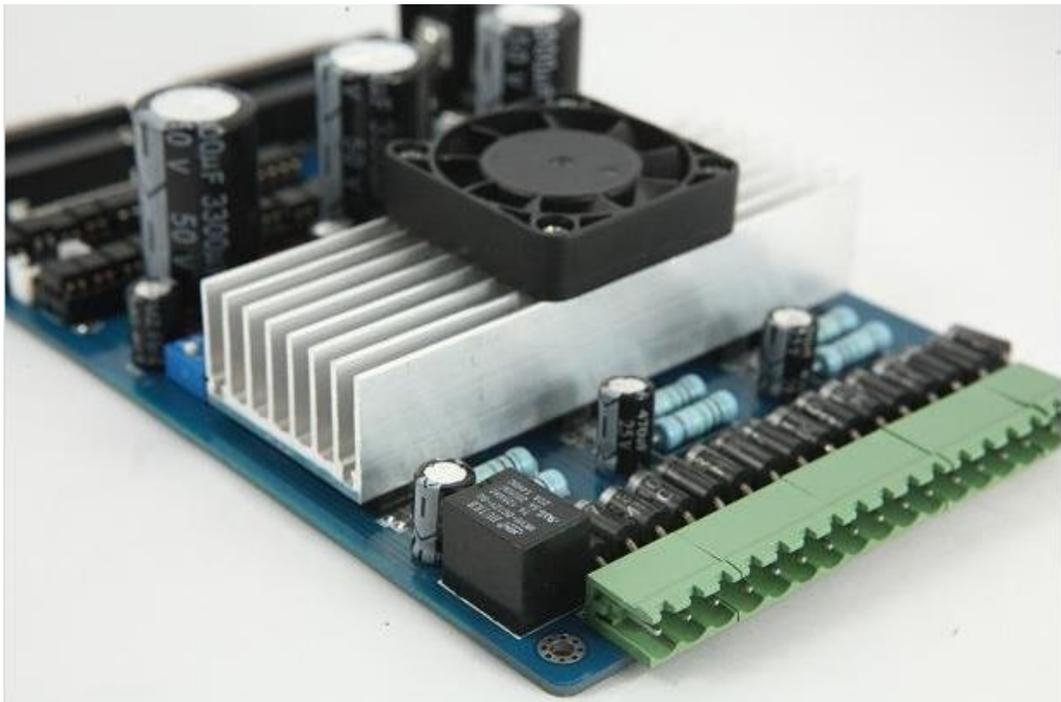


52	1	Mesa de trabajo	3330 x 2000 x333 mm	mm	± 0.1mm	Acero SAE 1010 LAC	Ninguna	
PZA	CANT	DENOMINACIÓN	DIMENSIÓN	UNID.DIMENSIONAL	TOLER.GENERAL	MATERIAL	OBSERVACIONES	
		MESA DE TRABAJO			Nombre	Fecha	Escala	
					Dibujado	Steve Palma Rodolfo Jesús	03/08/2012	1:10
					Revisado	Saúl Santivañez	27/09/2012	
					Aprobado	Saúl Santivañez	02/11/2012	

CONEXIÓN DE MOTORES PASO A PASO

Placa Interface para motores PAP 3 ejes M-TB3DV-N





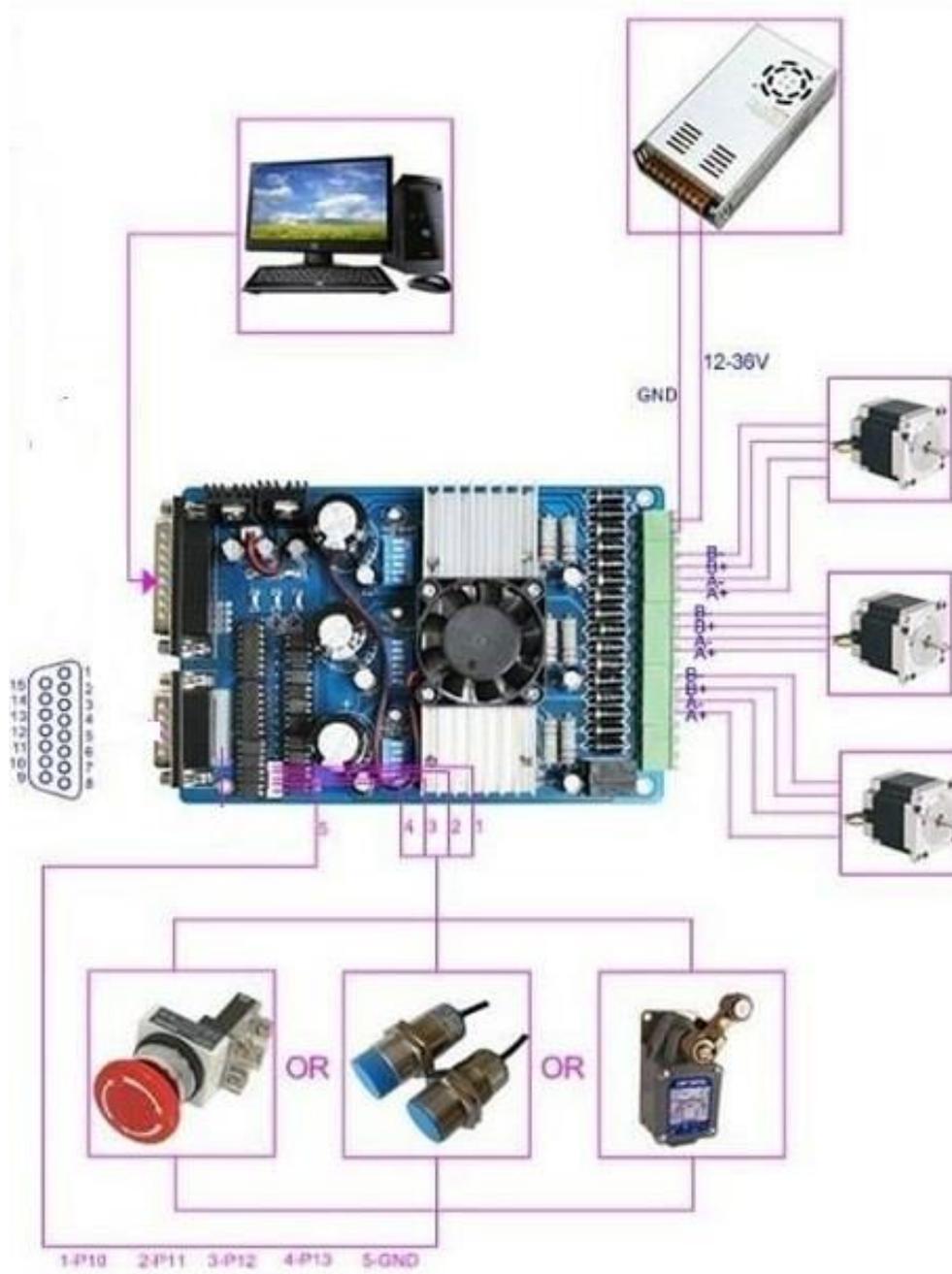
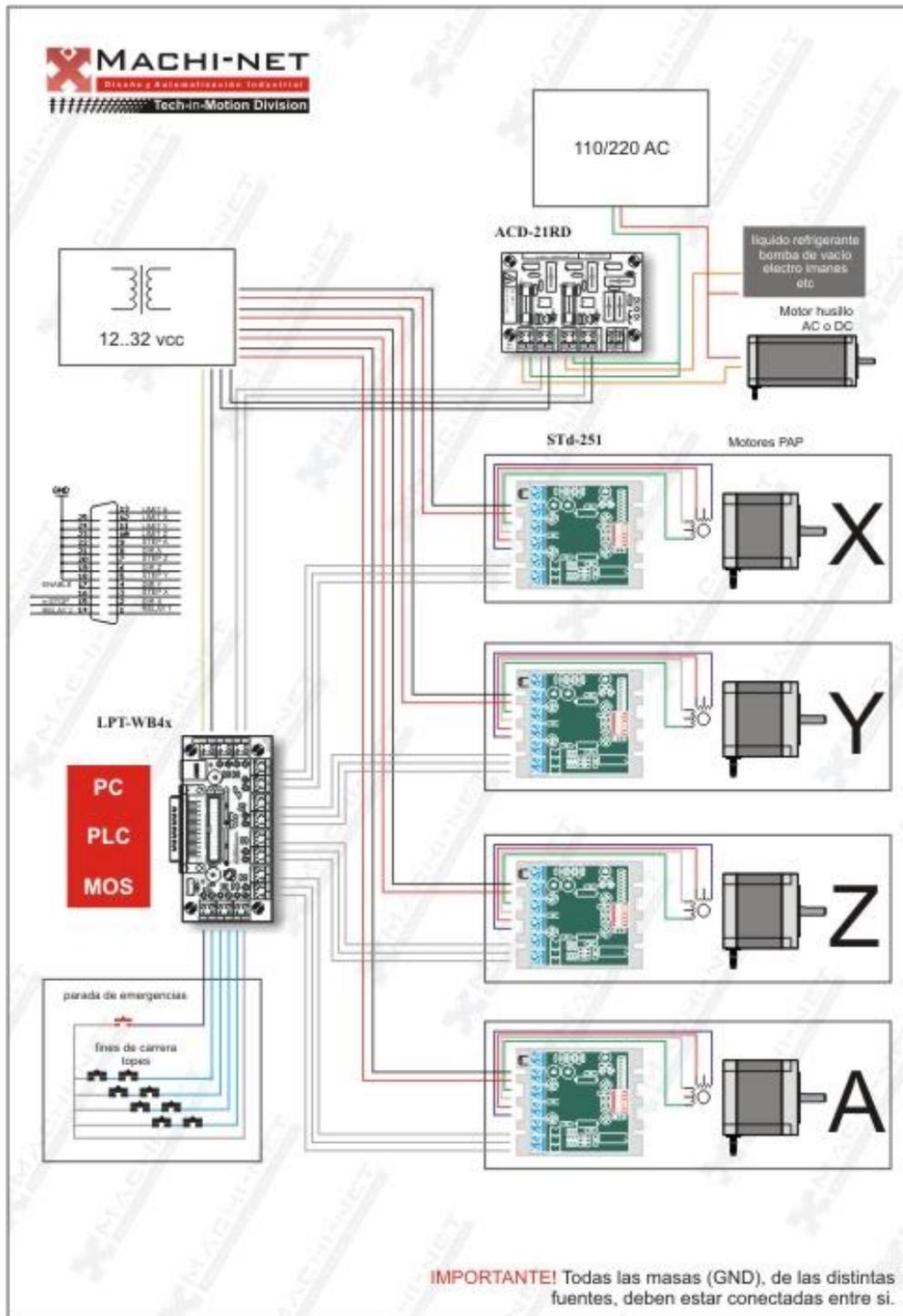


DIAGRAMA DE CONEXIÓN



CONEXIÓN NEUMÁTICA: MESA DE VACIO

Materiales

Manguera flexible de 6 mm	6 m
Manguera flexible de 8 mm	3 m
Adaptador manguera de 6 – 8 mm	3 und
Válvulas entradas 6mm	3 und
Conectores rápido 6mm	30 und
Compresora con regulador de presión	
Disco de absorción 66 unidades	

Instalación

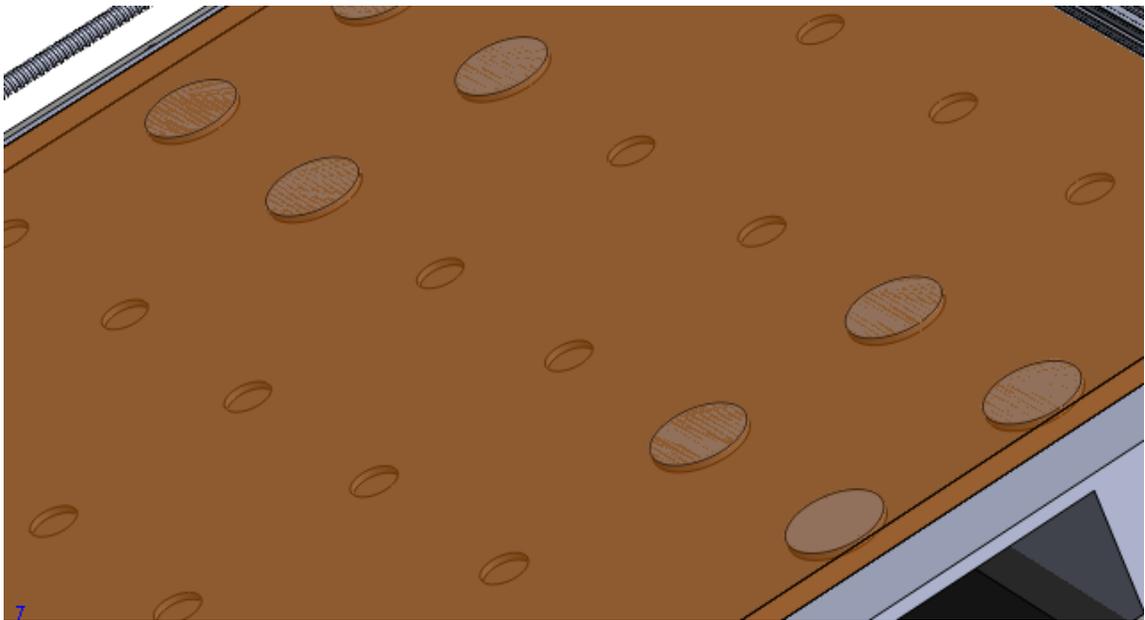


Figura: Mesa de vacío

Posicionar la compresora debajo de la mesa de trabajo e instalar la manguera flexible de 8mm Ver figura Compresora

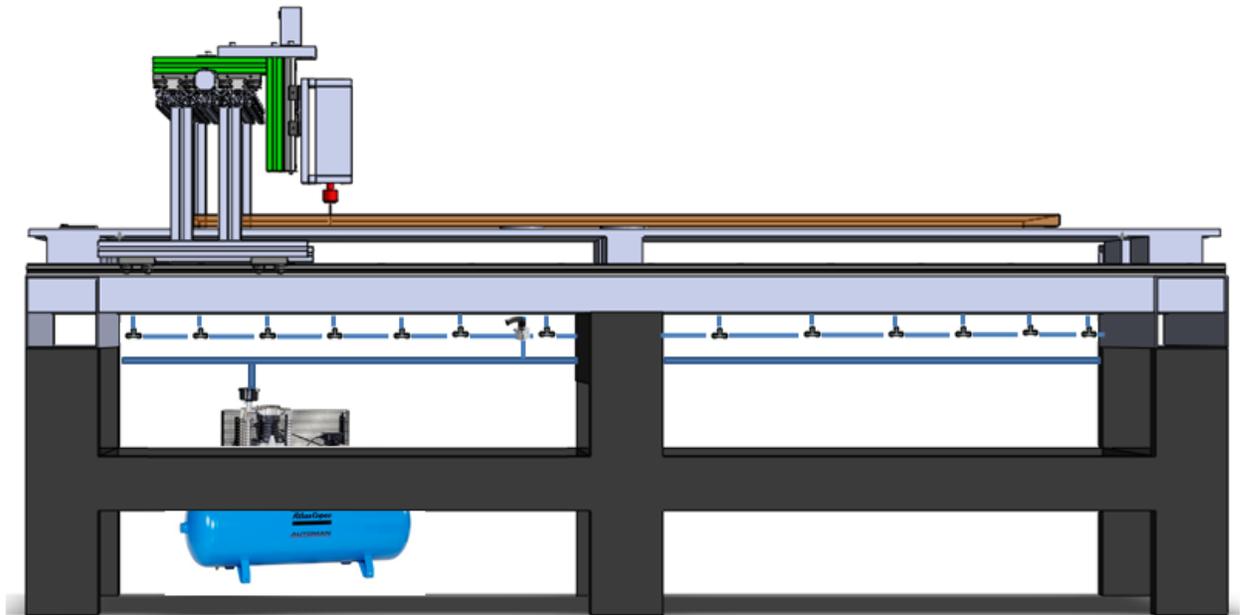


Figura: Compresora

Llevar las mangueras de 8 mm y con la ayuda del conector acoplar a las válvulas de 6mm ubicadas en 3 extremos de la mesa de trabajo. **Ver figura: válvulas de presión**



Adaptador 6 – 8 mm



Mangueras y conectores rápidos

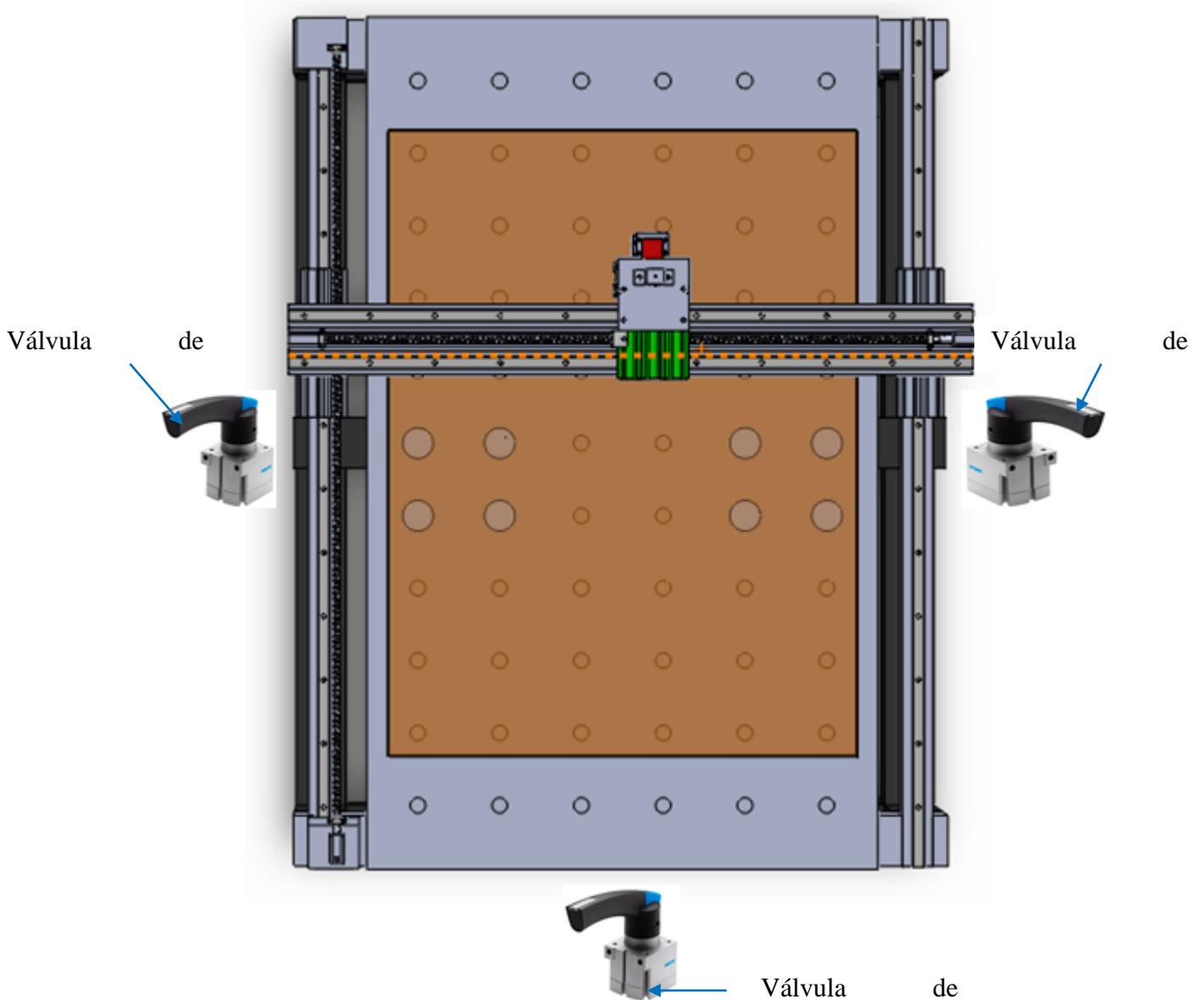


Figura: Válvulas de presión

Llevar las mangueras a los discos de absorción para que estos puedan sujetar el material a cortar **Ver Figura: Conexión de disco de absorción**

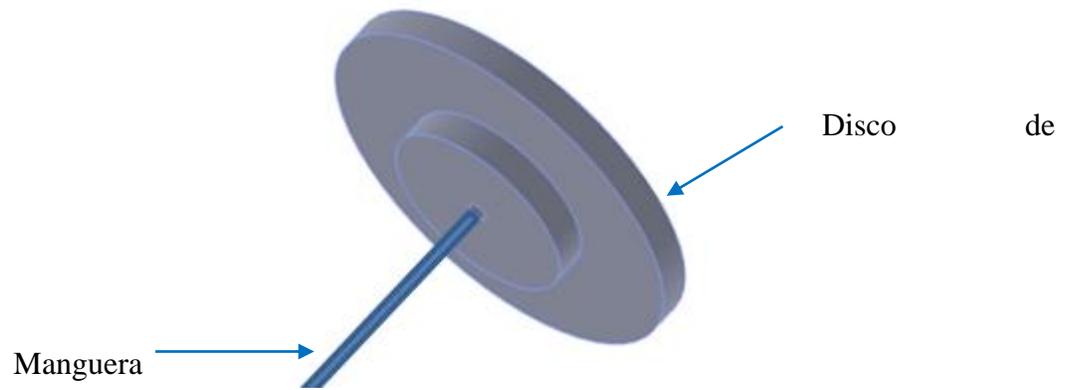


Figura: Conexión de disco de absorción

Continuar la conexión con todos los discos y realizar pruebas de succión.

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

MÁQUINA ACTUAL SEMI AUTOMATICA PRE – TEST

Tiempo minutos	Actividad	Hombre		Máquina		
		Situación	Tiempo	Situación	Tiempo	Tiempo
1	Coge el tablero de melamina	Preparación		5	Ocio necesario	5
2	Traslada tablero de melamina a la mesa de trabajo					
2	Sujeta el tablero de melamina a la mesa de trabajo,y enciende máquina					
11	Realiza 10 cortes con respecto al eje X	Trabajo		30	Trabajo	11
2	Detiene la herramienta				Ocio necesario	2
11	Realiza 10 cortes con respecto al eje Y				Trabajo	11
2	Detiene la herramienta					
2	Coge las 10 piezas cortadas					
2	Traslada las 10 piezas cortadas al almacén de cantos	Descarga		2	Ocio necesario	6

RESUMEN	Tiempo de ciclo	Tiempo de Acción	Tiempo de Ocio	Porcentaje de utilización
Hombre	37	37	0	100%
Máquina	37	22	13	59%

Conclusión: Mediante el Diagrama Hombre –Máquina se puede observar los tiempos muertos o tiempos ocios.

Se puede observar que al utilizar una máquina semi-automática el trabajo del operario es total ya que la máquina se detiene para que el operario realice los ajustes necesarios para realizar los cortes de melamina.

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA

MÁQUINA AUTOMATIZADA PROPUESTA POST – TEST

Tiempo minutos	Actividad	Hombre			Máquina		
		Situación		Tiempo	Situación		Tiempo
1	Coge el tablero de melamina	Preparación		5	Ocio necesario		5
2	Traslada tablero de melamina a la mesa de trabajo						
2	Posiciona el tablero de melamina mediante el sistema de sujeción a la mesa de trabajo						
8	Realiza los cortes (10 piezas)	Ocio innecesario		8	Trabajo		8
1	Coge las 10 piezas cortadas	Trabajo		1	Ocio necesario		2
1	Traslada las piezas cortadas al almacén de cantos	Descarga		1			

RESUMEN	Tiempo de ciclo	Tiempo de Acción	Tiempo de Ocio	Porcentaje de utilización
Hombre	15	7	8	47%
Máquina	15	8	7	53%

Conclusión: Al ser una máquina automatizada el trabajo del operario presenta tiempos de ocio ya que la máquina realiza todo el trabajo. La diferencia radica en el tiempo de la operación que es más corto y por ello el tiempo de ocio de operario no perjudica el proceso, ya que la máquina automatizada realiza todos los cortes.

DIAGRAMA BIMANUAL

MÁQUINA ACTUAL SEMI AUTOMATICA PRE – TEST

A continuación se mostrara el proceso de corte del tablero de melamina en relación a las actividades que realiza el operario con sus manos y la máquina actual.

	DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
		M. I.	M. D.	
1	Va hacia el almacén de tableros de melamina			Va hacia el almacén de tableros de melamina
2	Coge el tablero de melamina			Coge el tablero de melamina
3	Traslada tablero de melamina a mesa de trabajo			Traslada tablero de melamina a mesa de trabajo
4	Sostiene tablero de melamina a la mesa de trabajo			Sostiene tablero de melamina a la mesa de trabajo
5	Posiciona tablero de melamina a la línea de corte con respecto al eje X			Traslada la herramienta al punto de corte
6	Sostiene el tablero de melamina			Enciende la herramienta
7	Sostiene el tablero de melamina			Realiza el corte
8	Sostiene el tablero de melamina			Detiene la herramienta
9	Posiciona tablero de melamina a la línea de corte con respecto al eje y			Traslada la herramienta al punto de corte
10	Sostiene el tablero de melamina			Enciende la herramienta
11	Sostiene el tablero de melamina			Realiza el corte
12	Sostiene el tablero de melamina			Detiene la herramienta
13	Coge la pieza cortada de melamina			Coge la pieza cortada de melamina
14	Traslada la pieza cortada al almacén de cantos			Traslada la pieza cortada al almacén de cantos
15	Deja pieza cortada			Deja pieza cortada
16	va hacia la mesa de corte			va hacia la mesa de corte

NOTA: El Diagrama Bimanual mostrado solo está basado en el corte de una sola pieza, para el caso de un escritorio que consta de 10 piezas solo se tendrá que multiplicar por la cantidad de piezas.

En el siguiente cuadro mostraremos el resumen de las actividades:

RESUMEN	M.I.	M.D.
	5	9
	4	6
	0	0
	7	1
TOTAL	16	16

El Diagrama Bimanual mostrado anteriormente, solo está basado en el corte de una sola pieza, para el caso de un escritorio que consta de 10 piezas solo se tendrá que multiplicar por la cantidad de piezas.

Si tenemos 10 piezas cortadas el nuevo total de actividades para todo el proceso de corte sería:

RESUMEN	M.I.	M.D.
	50	90
	40	60
	0	0
	70	10
TOTAL	160	160

DIAGRAMA BIMANUAL
MÁQUINA AUTOMATIZADA PROPUESTA POST – TEST

A continuación se mostrara el proceso de corte del tablero de melamina en relación a las actividades que realiza el operario con sus manos y la máquina automatizada propuesta.

	DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
		M. I.	M. D.	
1	Va hacia el almacén de tableros de melamina			Va hacia el almacén de tableros de melamina
2	Coge el tablero de melamina			Coge el tablero de melamina
3	Traslada tablero de melamina a mesa de trabajo			Traslada tablero de melamina a mesa de trabajo
4	Posiciona el tablero de melamina para el encendido de sistema de sujeción a la mesa de trabajo			Posiciona el tablero de melamina para el encendido de sistema de sujeción a la mesa de trabajo
5	Programar mediante software el número de piezas a cortar(10 piezas)			Programar mediante software el número de piezas a cortar(10 piezas)
6	Encender la compresora			Encender la compresora
7	Enciende la herramienta			Enciende la herramienta
8	Inicio de corte de piezas			Inicio de corte de piezas
9	Esperar a que terminen los cortes			Esperar a que terminen los cortes
10	Detener la herramienta			Detener la herramienta
11	Detener la compresora			Detener la compresora
12	Coger las piezas cortadas			Coger las piezas cortadas
13	Trasladar las piezas cortadas al almacén de cantos			Trasladar las piezas cortadas al almacén de cantos
14	Dejar piezas cortadas			Dejar piezas cortadas
15	va hacia la mesa de corte			va hacia la mesa de corte

NOTA: El Diagrama Bimanual mostrado está basado en el corte de 10 piezas.

En el siguiente cuadro mostraremos el resumen de las actividades:

RESUMEN	M.I.	M.D.
	10	10
	4	4
	1	1
	0	0
TOTAL	15	15

Como se observa el número de actividades realizadas con la máquina automatizada propuesta es mucho menor ya que la acción de corte es automática y no hay intervención del operario hasta el término de la misma.

Preguntas relacionadas al tema:

¿Cuál es la diferencia fundamental entre los compresores de desplazamiento positivo y los de émbolo, de tornillo, reciprocantes, rotativo helicoidal?

La diferencia fundamental entre los compresores de desplazamiento positivo y los de émbolo, de tornillo, reciprocantes, rotativo helicoidal es que son de dimensiones fijas, son compresores de flujo intermitente que basan su funcionamiento en tomar volúmenes sucesivos de gas para confinarlos en un espacio de menor volumen, logrando con este efecto el incremento de la presión.

El ambiente que se prevé va ser defectuoso en iluminación, ventilación, las máquinas son ruidosas,etc.¿Cuál es la relación con la seguridad e higiene industrial?

Respecto a los temas de iluminación, ventilación son recomendaciones que damos dependiendo del lugar donde se instale la máquina automatizada, ya que el tema de tesis es una propuesta de diseño para la fabricación de una máquina automatizada, por lo tanto esta propuesta se presentara a empresas madereras que deseen mejorar sus proceso de corte de madera mediante la implementación de una máquina automatizada, por lo tanto recomendamos tener una buena iluminación y buena ventilación ya que son factores fundamentales para un buen desempeño del trabajo que se desee desarrollar.

La máquina automatizada no es ruidosa, pero debido a los temas de seguridad que se tienen que tener presente en una empresa para evitar multas se tiene que tomar en

cuenta los equipos de protección personal para este caso equipo de protección auditivo, equipo de protección nasal y equipo de protección visual.

En cuanto a la relación con la seguridad e higiene industrial, es un aspecto muy importante que toda empresa debe considerar cualquiera que sea el rubro, con esto se beneficiara no solo a la Organización sino también cuidando la integridad de los trabajadores.

Es así que se mencionan una serie de recomendaciones o sugerencias que las empresas pudieran adoptar como pilares de desarrollo en el aspecto de la seguridad de sus trabajadores, pudiendo además establecer procedimientos documentados a partir de los mismos, a fin de ir consolidando el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de acuerdo a la norma OHSAS 18001.

Para los trabajos que se prevé que se realizarán con las máquinas automatizadas ¿Cuál es el procedimiento o método más seguro? Igualmente ¿Cuál es la relación con la ergonomía?

El procedimiento más seguro, es utilizar los equipos recomendados para realizar el proceso de corte de la madera melamina, mediante la máquina automatizada.

Para el traslado del tablero de melamina del almacén a la máquina automatizada, se puede realizar de dos formas:

- ❖ Mediante un pato hidráulico.
- ❖ Mediante dos operarios.

Cuando se levante el tablero de melamina, el operario debe doblar las rodillas y pegar el tablero a su cuerpo, para evitar lesiones en la columna al momento de cargar el tablero de melamina.

Durante el proceso de corte el operario debe utilizar los equipos de seguridad recomendados, con el fin de cuidar su integridad física.

El operario tendrá relación directa con la máquina automatizada, al programar el número de piezas a cortar y al finalizar los cortes de las piezas programadas, por lo cual disminuye el riesgo de un accidente frente a la máquina.

La relación con la ergonomía es directa ya que el diseño de la máquina automatizada se basó en el uso de tomas de medidas de diversas máquinas de corte con el objetivo de proteger la integridad física del operario y optimizar la operación de corte de madera.

El operario va a realizar un buen desempeño de su trabajo ya que no va a tener posturas incómodas que retrasen el desarrollo de su trabajo.

Para el trabajo de corte de melamina con las máquinas automatizadas. ¿Cuáles deberían ser los procesos a emplear para alcanzar buenos niveles de eficiencia y/o productividad?

Para obtener buenos niveles de eficiencia y/o productividad se debe seguir lo siguiente:

- ❖ Capacitación constante del operario sobre el uso de la máquina automatizada.
- ❖ Regular bien los parámetros de corte a fin de mejorar los tiempos de corte.
- ❖ Realizar un buen mantenimiento de acuerdo al plan establecido de mantenimiento.
- ❖ Diseñar un habilitador de tablero de melamina automatizado, a fin de poder mejorar la eficiencia y productividad en la obtención del número de piezas a cortar.