

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Optimización y diseño de un sistema de ordenamiento de
empaques de insecticidas agroquímicos y productos varios, en
una planta de producción en Guatemala**

Trabajo de graduación presentado por Freddy José Ruíz Gatica para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Mecatrónica

Guatemala,

2019

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



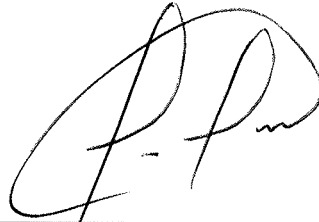
**Optimización y diseño de un sistema de ordenamiento de
empaques de insecticidas agroquímicos y productos varios, en
una planta de producción en Guatemala**

Trabajo de graduación presentado por Freddy José Ruíz Gatica para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Mecatrónica

Guatemala,

2019

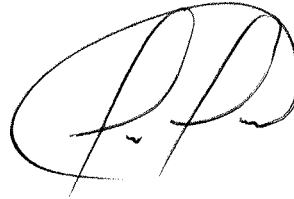
Vo.Bo.:



(f)

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza

Tribunal Examinador:



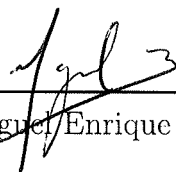
(f)

Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza



(f)

MSc. Carlos Esquit



(f)

Ing. Miguel Enrique Zea Arenales

Fecha de aprobación: Guatemala, 6 de diciembre de 2018.

Quiero agradecer a mis padres y abuelos, por todo el apoyo que me han dado. Realmente no encuentro las palabras para poder describir lo agradecido que estoy. Muchas gracias por estar siempre presentes, en todos mis éxitos y fracasos por haber creído en mí y haberme dado su apoyo incondicional. No estaría aquí sin ustedes, así que este éxito es compartido y quiero que sepan que todo ese sacrificio y esfuerzo valió la pena.

También, quiero agradecer a mis amigos ya que fueron una pieza fundamental durante estos años de estudios. Los llevaré siempre en mi corazón y atesoraré todos los momentos que compartimos juntos. Agradezco también a mi novia Sofía por todo el amor y comprensión que me dio durante este tiempo. En serio gracias por estar pendiente de mí y levantarme los ánimos siempre que lo necesitaba, mi último año no hubiera sido igual sin a verte visto casi a diario.

Por último, quiero darle las gracias a mi mamá, por ser la mujer luchadora que es y enseñarme que todo se logra trabajando duro y dando la milla extra, te admiro mucho madre. Gracias por tratar de darme todo lo que necesito. Disculpame si alguna vez no lo supe valorar o no logré corresponderte como querías. En serio gracias por tu entrega hacia mí y a mi hermana, es invaluable todo el amor y las enseñanzas que me has dado, te amo con todo mi corazón.

Prefacio	v
Lista de figuras	XIII
Lista de cuadros	XV
Resumen	XVII
Abstract	XIX
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
2.1. Antecedente local	3
2.2. Antecedente global	4
3. Justificación	7
4. Objetivos	9
4.1. Objetivo general	9
4.2. Objetivos específicos	9
5. Alcance	11
6. Marco teórico	13
6.1. Transportadores con bandas flexibles:	13
6.2. Transmisión de potencia con bandas de sincronización	14
6.2.1. Tipos de bandas	14
6.2.2. Dimensiones básicas y terminología	15
6.2.3. Cálculo y selección de bandas	16
6.3. Tipos de perfiles estructurales	21
6.4. Materiales	23
6.4.1. Acero estructural	23
6.4.2. Acero 304	23

6.5. Uniones no permanentes:	24
6.5.1. Uniones cargadas en forma estática con precarga	26
6.5.2. Uniones cargadas en cortante:	28
6.6. Soldadura:	30
6.6.1. Esfuerzos en soldadura a flexión:	30
6.6.2. Selección del electrodo:	31
6.7. Cojinetes de desplazamiento lineal	33
6.7.1. Cálculos para la selección del modelo de cojinetes lineales Rexroth:	33
6.8. Sistemas de movimiento lineal	35
6.8.1. Tipos de sistemas:	36
6.9. Elementos neumáticos	36
6.9.1. Válvulas distribuidoras	36
6.9.2. Cilindros neumáticos	37
6.9.3. Cálculo de fuerza de avance y retroceso para cilindros neumáticos:	39
6.9.4. Longitud del vástago:	39
6.10. Sensores de proximidad fotoeléctricos	41
7. Metodología	45
7.1. Requerimientos funcionales	45
7.2. Distribución de espacio	46
7.2.1. Tamaño de bolsas	46
7.3. Tamaños de cajas seleccionados	47
7.4. Diagrama de flujo del sistema	47
7.5. Comparación entre sistemas y propuesta	48
7.6. Componentes de la máquina y señales	49
7.7. Diseño de la máquina	50
7.7.1. Composición modular de la máquina	50
7.7.2. Definición del área de trabajo y movimiento biaxial	51
7.7.3. Estructura	54
7.7.4. Cálculo de uniones permanentes:	56
7.7.5. Cálculo de uniones no permanentes:	57
7.7.6. Entrada y verificación	59
7.7.7. Posicionamiento	66
7.8. Verificación de resultados	69
7.8.1. Verificación de estructura	69
7.8.2. Verificación de la máquina	70
8. Conclusiones	73
9. Recomendaciones	75
10. Bibliografía	77
11. Anexos	78
11.1. Fichas técnicas de los materiales	79
11.2. Banda transportadora y soportes	82
11.3. Sensor Fotoeléctrico	89
11.4. Sensor Fotoeléctrico	90
11.5. Servo Motor	92

11.6. Cojinetes lineales	99
11.7. Manual de usuario	104
11.8. Planos mecánicos	111
11.9. Cilindro neumático	137

Lista de figuras

1. Máquina obtenida por la fase 1	4
2. Máquina obtenida por la fase 2	4
3. Identificación de las partes de la máquina de conteo	5
(a). Primera sección de elementos	5
(b). Segunda sección de elementos	5
4. Definición de las partes de la máquina de conteo	5
5. Partes del mecanismo ordenador	5
6. Banda flexible con mesa deslizante [1]	13
7. Ejemplos de soportes para bandas [1]	14
(a). Banda con cilindros de apoyo	14
(b). Banda con cilindros cóncavos	14
8. Transmisión de potencia por banda de sincronización [2]	15
9. Terminología común de una banda de sincronización [2]	15
10. Paso estándares de bandas de sincronización [4]	16
11. Algunos factores de seguridad [2]	16
12. Diagrama de cuerpo libre banda	17
13. Selección del paso de la banda [2]	18
14. Largos estándares de bandas [2]	19
15. Poleas estándares [2]	20
16. Potencia por ancho para bandas H [2]	20
17. Factor de engrane F [2]	21
18. Perfiles estructurales comunes [5]	23
19. Propiedades mecánicas del acero A36	23
20. Propiedades mecánicas del acero inoxidable A304 [8]	24
21. Fallas por cortante	29
22. Tipos de soldadura [4]	30
23. Propiedades flexionantes soldadura [4]	31
24. Carga permisible en soldadura	32
25. Tamaño mínimo soldadura	32
26. Factor de vida	34
27. Factor de dureza para cojinetes lineales rexroth	34
28. Factor de temperatura para cojinetes lineales rexroth	34

29. Cojinete eline [9]	35
30. Sistemas cartesiano XY y XYZ	36
31. Sistema gantry con dos ejes X y dos Y [11]	36
32. Válvulas distribuidoras simbología	37
33. Posiciones y designaciones de válvulas de distribución [12]	37
34. Cilindro doble efecto	38
35. Cilindro simple efecto	38
36. Cilindro guiado	39
37. Cilindro de impacto	40
38. Cilindro de rotación	40
39. Factor de pandeo [12]	41
40. Funcionamiento de sensor de barrera [13]	41
41. Funcionamiento del sensor retro reflectivo [13]	42
(a). Sensor retro reflectivo reflex	42
(b). Sensor retro reflectivo con reflector	42
42. Funcionamiento del sensor retro reflectivo polarizado [13]	42
43. Funcionamiento del sensor difuso reflectivo [13]	42
44. Funcionamiento del sensor convergente reflectivo [13]	43
45. Amplificador de fibra óptica [13]	43
46. Plano ilustrativo del espacio disponible	46
47. Diagrama de flujo del sistema	47
48. Esquema de entrada y distribución del sistema	48
49. Distribución general de la máquina	50
50. Área de trabajo disponible en mm (Plano XY)	51
51. Componentes del carrete (Plano XY)	52
52. Definición del eje X en mm(Plano XY)	52
53. Definición del eje Y en mm (Plano XY)	53
54. Dimensiones finales en mm (Plano XY)	53
55. Junta biaxial repemaker	54
56. Configuración del marco para movimiento biaxial	54
57. Configuración de la estructura	55
58. Verificación de la altura para el paso de banda y caja	56
59. Configuración requerida para la banda	59
60. Componentes del módulo de volteo	61
(a). Primera vista del módulo de volteo	61
(b). Segunda vista del módulo de volteo	61
61. Dimensiones iniciales y configuración de las planchas	62
62. Configuración final de las planchas	62
63. DCL de la plancha superior	64
64. DCL del eslabón menor	65
65. Sensor contrinex	66
66. Ubicación de las fajas y las poleas en la máquina	68
67. Análisis de esfuerzo para la estructura	70
(a). Deformación	70
(b). Esfuerzo normal	70
68. Análisis de esfuerzo para la máquina	71
69. Vistas de la máquina	72

(a). Vista lateral general apoyo	72
(b). Vista superior general	72

Lista de cuadros

1. Dimensiones bolsas	46
2. Cajas magna	47
3. Listado de componentes	50
4. Dimensiones ejes	52
5. Datos tubo cuadrado	55
6. Dimensiones estructura	56
7. Valores de referencia para el cálculo de soldadura	56
8. Datos del electrodo seleccionado	57
9. Resultados para la selección del electrodo	57
10. Resultados para la selección del tornillo a tensión	57
11. Datos para la aplicación	58
12. Datos de la sujeción	58
13. Resultados para la selección del tornillo a cortante	59
14. Datos de la banda transportadora	60
15. Modelos de los soportes	60
16. Componentes adicionales de la banda	60
17. Descripción de los componentes del módulo de volteo	61
18. Datos utilizados para el cálculo de factores y otros valores	63
19. Resultados para la selección del cojinete	63
20. Datos del cojinete seleccionado	63
21. Datos utilizados para el cálculo de torques	64
22. Resultados para la selección del cojinete	64
23. Datos del sensor fotoeléctrico	66
24. Datos utilizados para el cálculo de las fajas	67
25. Resultados para la selección de la faja	67
26. Faja y polea seleccionada eje Y	67
27. Faja y polea seleccionada eje X	67
28. Dimensiones campling plates	68
29. Datos del servo motor	69
30. Datos de la simulación (estructura)	69
31. Masa de cada uno de los componentes	71
32. Datos simulación máquina	71

Este trabajo de investigación y diseño, está compuesto por cinco fases (Investigación, Análisis, Diseño, Comprobación y Recomendaciones). Las cuales describen en su totalidad y con detalle, el proceso que fue seguido para la formulación de la propuesta que resuelve la problemática que se tiene con el proceso de ordenamiento de productos agroquímicos (retardos, pérdidas, etc.) en una planta en Guatemala.

El objetivo del trabajo yace en el desarrollo de una propuesta de diseño para una máquina de embalaje en cajas, de producto agroquímico. La cual cumpla con los requerimientos funcionales solicitados por la empresa y cuenta con las consideraciones pertinentes para su respectivo mantenimiento y construcción. Por lo cual la distribución del trabajo mencionada anteriormente, busca ilustrar el proceso que se llevó a cabo para el desarrollo de la solución.

De la fase de investigación, fue obtenida la información necesaria para comprender la problemática actual. A partir de ello, se determinaron los requerimientos funcionales de la máquina a diseñar. Y seguido, se hace una breve investigación relacionada a soluciones planteadas para problemas de la misma índole. La cual sirvió como punto de referencia y respaldo para el trabajo. Para la siguiente etapa, el problema fue descompuesto, analizado, y fueron propuestas diferentes soluciones. Con el fin de poder tener suficientes opciones para hacer una selección de la propuesta más conveniente, que cumpliera con los criterios solicitados.

Ya definida la solución, en la fase de diseño fueron modeladas en software CAD 3D las piezas del sistema. Realizando posteriormente un análisis de esfuerzos para el sistema completo. Para poder identificar los puntos más críticos y tomar las consideraciones necesarias, para contrarrestar estos puntos de falla (material, grosor, tratamiento térmico, etc). Después de ello se elaboraron los planos neumáticos, mecánicos y eléctricos. Es importante señalar que en esta fase, se selecciona la instrumentación necesaria para el sistema.

Para finalizar, se hicieron las respectivas pruebas que verifican la funcionalidad del sistema y fueron elaborados los respectivos manuales de usuario, así como también el de mantenimiento. En el apartado final del documento están presentadas las recomendaciones respectivas, de la investigación.

This research is composed of five phases (Investigation, Analysis, Design, Verification, and Recommendations). Which describes in detail, the process that was followed to formulate a proposal. To solve the problems in the process of ordering agrochemicals (delays, losses, etc.) in a plant in Guatemala. The objective of the work lies in the development of a design proposal for a machine that package in boxes, agrochemical product. Which must meet the functional, maintenance and construction requirements requested by the company. Therefore, the distribution of the work seeks to illustrate the process that was carried out for the development of the solution.

From the investigation phase, the necessary information was obtained to understand the current problem. Then, the functional requirements of the machine were determined. And later a brief investigation was carried out about solutions proposed for problems of the same nature. To be taken as a point of reference and support for the research. On the next stage, the problem was broken down and analyzed. Different solutions were proposed to have enough options to make a selection of the most convenient proposal, which meets the requested criteria.

Once the solution was defined, the system parts were modeled in 3D CAD software. A stress analysis was realized to identify the most critical points on the machine to counteract points of failure (material, thickness, heat treatment, etc). Subsequently, pneumatic, mechanical and electrical planes were developed. In this last stage, all the necessary instrumentation for the system were selected. Finally, the functionality of the system was verified. And the user manuals were prepared, as well as the maintenance manual. The respective recommendations of the investigation are presented in the final section of the document.

Actualmente, la automatización de procesos industriales es un campo grande y creciente. Donde se plantean diversas soluciones para un mismo problema. Ya que las condiciones en cada caso, varían enormemente. Presentando diferentes necesidades como: condiciones de trabajo, espacio disponible, presupuesto, entre otras. Por tal razón, observamos en el mercado una variedad de máquinas que resuelven la misma problemática.

En este caso, el desarrollo de la máquina se basa en el ordenamiento de producto agroquímico dentro de una caja. El cual puede estar entre los 7g y 2kg. El objetivo de este diseño es poder continuar después del ordenamiento los pasos posteriores en la línea de producción (pesado, embalaje y distribución). Es importante aclarar que apesar que no habían limitaciones económicas, los actuadores, sensores, componentes y otros; Fueron seleccionados y diseñados para tener el menor costo posible.

La máquina puede dividirse en seis áreas principales: Estructura (uso de tubo cuadrado), transmisión de potencia (fajas del tiempo y poleas), movimiento biaxial (X,Y), uniones permanentes y no permanentes (tornillos y soldadura), sensores de proximidad y finalmente neumática la cual se encarga de dejar caer las bolsas en la caja. Al final de este trabajo pueden observarse la respectiva verificación del diseño y elementos seleccionados mediante un análisis de esfuerzos de la estructura y de la máquina en general.

Por último, la solución que se formuló para el problema se basa en dos máquinas. La máquina de conteo de la marca Zen Gram y en el trabajo de graduación de Marcos López. Donde este último habla acerca del movimiento uniaxial a través del uso de bandas de sincronización. También, fue tomado como fuente de inspiración los sistemas gantry en la configuración (XX' - YY'), lo cual hace referencia a la utilización de dos ejes X y dos ejes Y. Finalmente dado a que estos sistemas mueven la carga en el centro. Fue utilizada una configuración especial de los ejes para desplazar la carga. Usando como referencia la junta biaxial que está implementada en la impresora 3D Repemaker.

2.1. Antecedente local

Hace aproximadamente dos años, comenzó la asociación entre la universidad del Valle de Guatemala y la empresa de producto agroquímico en Guatemala. Inicialmente fue requerido por la planta, una solución para el empaqueo de botellas. Ya que este era un proceso lento e ineficiente que no permitía producir, la cantidad de producto deseado por la planta. Por lo cual, como primera iteración fue propuesta la solución a tal problemática en el trabajo "Diseño de sistema que automatice el proceso de embalaje de envases de insecticida agroquímico en una planta de producción en Guatemala". Donde se detalla el esquema general del problema y se divide el mismo en diferentes módulos (sistema neumático, potencia, control, manipulación de botellas y manipulación de cajas). Los cuales se asignaron a cada uno de los integrantes del grupo. Como producto final se obtuvo un modelado CAD de la máquina final.

Pero dado a que el diseño mecánico siempre es iterativo y mejorable, se buscó realizar una segunda fase del trabajo. En esta segunda fase fueron mejorados cada uno de los módulos (e inclusive cambiados por completo) a través de un análisis más profundo del sistema y la propuesta de alternativas más sencillas y baratas. Los resultados de este trabajo, pueden encontrarse bajo el nombre de "Diseño de sistema que automatice el proceso de embalaje de envases de insecticida agroquímico en una planta de producción en Guatemala fase II" una pequeña previsualización de los resultados en las figuras [1](#) y [2](#).

Ahora bien, dado a que las necesidades de la planta cambiaron y se ha tenido una comunicación tumultosa con ellos. La propuesta diseñada por los grupos anteriores no pudo ser implementada tal y como se esperaba. En su lugar, la planta propuso un nuevo proyecto de automatización, de una línea diferente de producción. Esta línea se encarga de embalar producto agroquímico en varias presentaciones, pero tiene las mismas complicaciones anteriormente mencionadas. Por lo cual, este trabajo de investigación toma únicamente como referencia el esquema de trabajo, la distribución de los módulos y la selección de materiales.

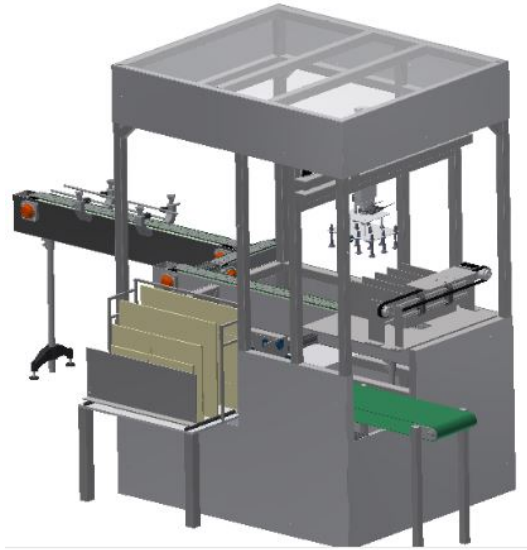


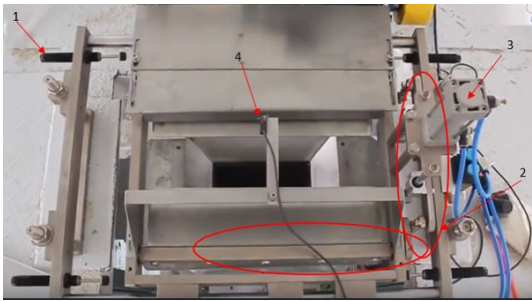
Figura 1: Máquina obtenida por la fase 1



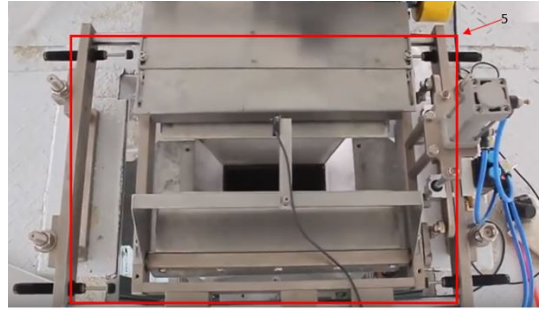
Figura 2: Máquina obtenida por la fase 2

2.2. Antecedente global

Como es de esperarse, en diferentes partes del mundo hay plantas de producción con problemas similares a los que originan este trabajo. Por lo cual, se hizo una investigación de las soluciones propuestas globalmente. Con el fin de tener como punto de partida alguna máquina que realizara la tarea a desempeñar. Tomando como referencia una máquina de conteo de la marca Zengran [Figura 3]. Dado a que no había mucha información relacionada a esta máquina relacionado a su estructura y funcionamiento. Fueron extraídas las partes más relevantes de esta máquina ordenadas y definidas.



(a) Primera sección de elementos



(b) Segunda sección de elementos

Figura 3: Identificación de las partes de la máquina de conteo

No.	Cantidad	Módulo al que pertenece	Nombre	Descripción
1	4	2	Delimitadores	Delimitan el desplazamiento del carrete y suavizan la parada
2	1	1	Sistema manivela corredera	Encargado de sostener y soltar la bolsa del producto
3	1	1	Cilindro normalizado	Encargado de mover el dispositivo manivela corredera
5	1	1	Sensor de proximidad	Detecta la llegada del producto
4	1	2	Marco	Provee la estabilidad y permite el desplazamiento del sistema

Figura 4: Definición de las partes de la máquina de conteo

Dado a que la máquina anterior utiliza un cilindro neumático para mover el carrete a lo largo del eje X. Se utilizó el trabajo de Marcos López "Diseño de ordenador matricial y selección de transporte para envases de insecticida agroquímico en un sistema de embalaje", donde detalla su análisis para la transmisión de potencia por medio de bandas de sincronización. Las cuales son utilizadas para desplazar el ordenador a lo largo de un eje, utilizando un servomotor.

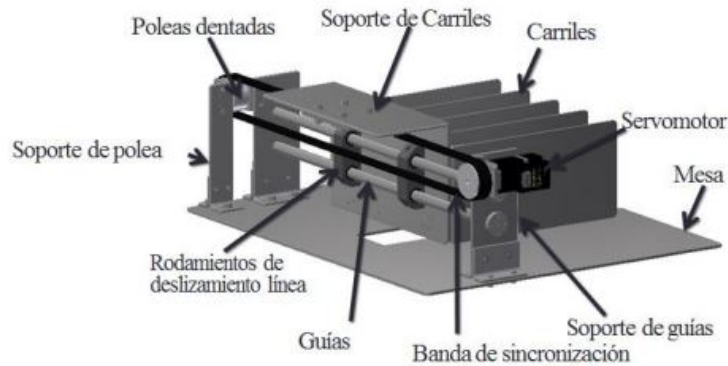


Figura 5: Partes del mecanismo ordenador

Dada la necesidad de automatizar una línea de embalaje de producto agroquímico, donde varias personas están involucradas en el proceso. Se ha producido un cuello de botella donde las limitaciones físicas de los trabajadores, hacen que la máquina llenadora trabaje a una velocidad más baja del máximo de sus capacidades. Ya que el trabajador debe tomar el producto de una mesa rotativa (en la cual el producto se acumula), acomodarlo en la caja hasta llenarla y por último agregar medidoras de producto. Significando para la planta, un retraso en el proceso de producción, dado a que hay diferentes presentaciones de los productos y se utiliza la misma línea para todas. Por consiguiente, la producción diaria de cada presentación es limitada.

Por lo cual, la razón de este trabajo radica en el diseño de una máquina de embalaje para la colocación de productos, en una caja plegable, con el fin de aprovechar el tiempo y agilizar el proceso. Es importante resaltar, que el producto que está siendo empacado es un producto caro. Debido a esto es necesario tener un mayor control en el proceso, para evitar cualquier tipo de inconvenientes que puedan significar para la planta un pérdida monetaria. Por lo tanto, se propone un diseño ergonómico, flexible y seguro para cubrir las necesidades que esta planta tiene. A través, del desarrollo de una máquina de ordenamiento adaptable a diferentes presentaciones, no tan robusta (para el aprovechamiento de espacio) y de fácil mantenimiento, como una alternativa segura para salvaguardar los intereses de la planta.

Ahora bien, el beneficio que trae la solución de esta problemática, es en ambas vías. Dado que me permite cimentar y aplicar los conocimientos obtenidos a lo largo de mi carrera, en un contexto real, donde el diseño debe adaptarse a las posibilidades de la empresa y a la manufactura. Esto me da experiencia para futuros retos laborales y provee la solución, para el problema de la empresa.

4.1. Objetivo general

Diseñar una máquina capaz de ordenar empaques de producto agroquímico en un rango de 7g a 2 Kg en tres tipos de cajas. Mediante el proceso de diseño de ingeniería, que pueda ser elaborada en el futuro, para formar parte de un sistema de automatización de una línea de producción de embalaje de producto agroquímico.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar las diferentes partes del proceso a optimizar así como las entradas y salidas de productos.
- Determinar los requerimientos funcionales y específicos del proceso
- Identificar las principales medidas de seguridad necesarias para salvaguardar al personal de planta
- Definir el tipo de banda transportadora a utilizar, para la entrada del producto
- Determinar, seleccionar y justificar los diferentes actuadores y sensores necesarios para el funcionamiento del mecanismo
- Modelar y realizar los planos del mecanismo con la ayuda de software de modelado 3D
- Realizar un análisis de esfuerzos de la máquina, para identificar sus principales puntos críticos
- Definir el manual de usuario de la máquina así como también su manual de mantenimiento
- Estructurar un mecanismo adaptable para más de dos tipos de empaques
- Definir un listado de señales de control de la máquina

CAPÍTULO 5

Alcance

Este trabajo se limita únicamente al diseño de la máquina ordenadora y a la selección de los componentes estandarizados que compongan al mecanismo. Por lo cual, no se asume la responsabilidad de construirlo y/o prototiparlo físicamente.

6.1. Transportadores con bandas flexibles:

Este es uno de los transportadores más comunes y sencillos. Ya que consiste de una banda transportadora que se mueve sobre dos tambores colocados a los extremos. El tambor que está conectado al motor es conocido como el motriz y el otro es el de reenvío. Es importante tomar en cuenta que la salida del sistema se encuentra del lado del tambor motriz, para garantizar que la banda no pierda su tensión. Y que es necesario contar en la parte inferior de la banda con algún tipo de soporte. Ya que la banda por sí sola no posee la rigidez necesaria para soportar el peso del producto, sobre todo en tramos largos. Usualmente se utiliza una mesa de deslizamiento (entre dos a tres milímetros debajo de la banda), cuando el producto a transportar es pesado y la longitud de la banda es corta [Figura 6]. Para recorridos largos y con una elevada carga total pueden ser utilizados rodillos de apoyo en lugar de mesas deslizantes para reducir la fuerza tangente [Figura 7a]. En casos de transporte de mercancía a granel, pueden ser utilizados rodillos cóncavos [Figura 7b].

Las aplicaciones de este tipo de bandas van desde la industria alimenticia hasta la minería. Por lo cual pueden tener longitudes desde las diez pulgadas (para sistemas secuenciales) hasta mil pies en minas [1].

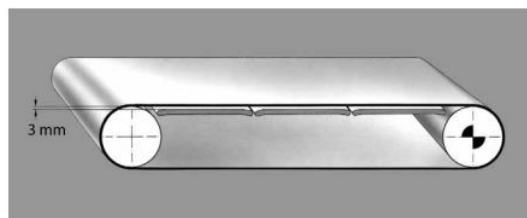
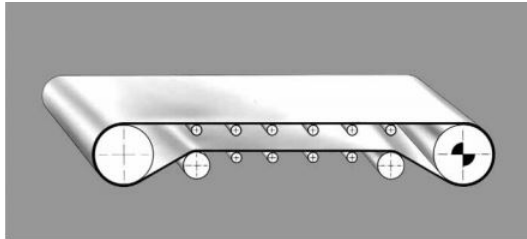
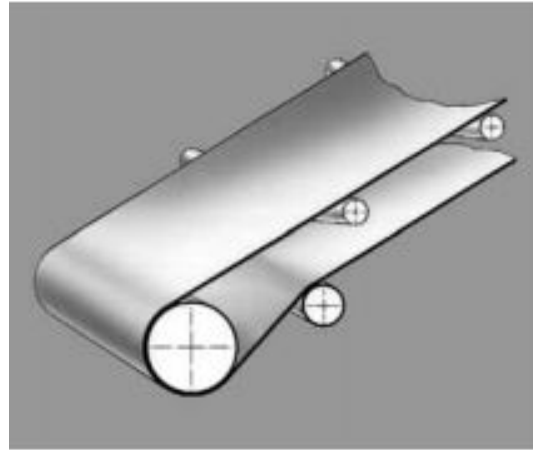


Figura 6: Banda flexible con mesa deslizante [1]



(a) Banda con cilindros de apoyo



(b) Banda con cilindros cóncavos

Figura 7: Ejemplos de soportes para bandas [1]

6.2. Transmisión de potencia con bandas de sincronización

A este tipo de bandas se les conoce como reguladores de tela ahulada y comúnmente se utilizan cuando se requiere sincronizar el eje impulsor con el eje impulsado. Cuentan con alambre de acero, para dar resistencia mecánica y para poder soportar los esfuerzos de tensión. Y poseen dientes en la parte inferior, los cuales engranan con las ranuras de las poleas, permitiendo la transmisión de potencia. Este tipo de bandas no requieren lubricación o tensión inicial, son adecuadas para aplicaciones con transmisión de potencia muy precisas [Figura 8].

Dado a que la transmisión de potencia se da a través de dientes y no por medio de fricción, estas bandas están recubiertas de tela de nylon para evitar deslizamiento. Para mantener constante la sincronía entre ejes y la relación de velocidad angular. Entre sus aplicaciones más comunes se tienen máquinas con movimiento cartesiano XY, impresoras, robots, máquinas-herramientas y máquinas para graficado. Por otra parte una de sus mayores desventajas es su costo [2] [3].

6.2.1. Tipos de bandas

A continuación se da una breve introducción a los tipos de bandas de sincronización más comerciales.

- Bandas de sincronización trapezoidales (de tiempo): Su principal característica es el perfil trapezoidal de los dientes. Este tipo de banda es uno de los más comunes en la industria y tiene una eficiencia entre el 97 y 99 por ciento. Son fabricadas para transmitir potencia desde décimas de kw hasta 75 kw. [2] [3]
- Bandas de sincronización curvilíneas: El perfil utilizado para los dientes es completa-

mente redondos, más profundos y con menor espaciamento entre dientes, comparado con las bandas de tiempo. También son conocidas como banda de sincronización de alto par torsional. [2] [3]

- Bandas de sincronización curvilíneas modificadas: Posee dientes semiredondos achata- dos y son un tipo de banda relativamente nueva, en comparación con las anteriores. [2] [3]

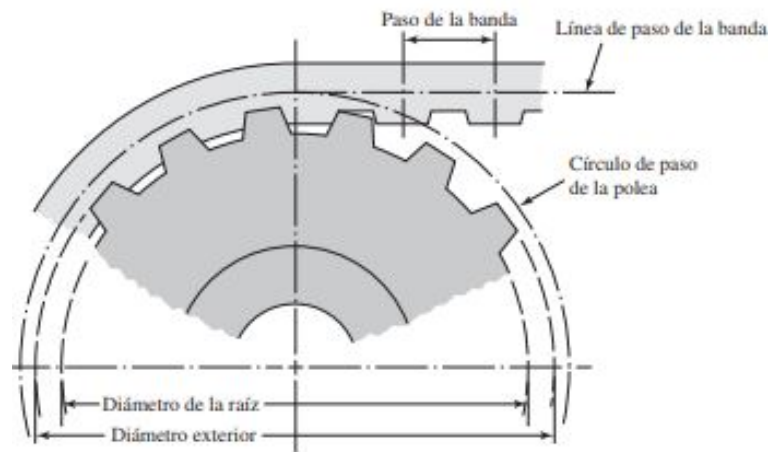


Figura 8: Transmisión de potencia por banda de sincronización [2]

6.2.2. Dimensiones básicas y terminología

- Terminología: Es utilizada para la identificación de la información de la banda de sincronización

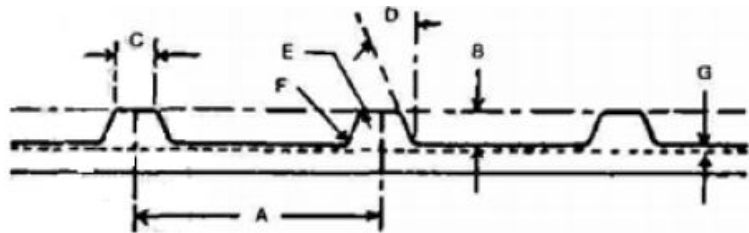


Figura 9: Terminología común de una banda de sincronización [2]

- A Paso de dientes.
- B Profundidad de dientes.
- C Ancho superior del diente.
- D Angulo de presión.
- E Radio en parte interior de los dientes
- F Radio en parte superior de los dientes
- G Diferencia del paso de línea

- Longitud:
Es indicada en la primera parte del identificador de la banda y está en décimas de pulgada. Ej. La longitud que tiene un banda 300 L075 es de 30" [2][3].
- Paso:
Distancia entre centros de dientes adyacentes. Esta medida es identificada por la letra seguida de la designación de longitud. Ej. La banda anterior 300 L075, tiene un paso L equivalente a $3/8$ "

Servicio	Designación	Paso p , pulgadas
Extraligero	XL	$1/5$
Ligero	L	$3/8$
Pesado	H	$1/2$
Extrapesado	XH	$7/8$
Doble extrapesado	XXH	$1\frac{1}{4}$

Figura 10: Paso estándares de bandas de sincronización [4]

- Ancho:
El ancho se indica en la última parte de la designación. Y está en en centésimas de pulgada. Por lo cual una banda de 300 L 075 tiene un ancho de 0.75" [2][3].

Ahora bien, ya que tenemos definido como se designa e interpreta una banda de sincronización. Es necesario recordar, que para cumplir con el objetivo de transmitir potencia, se requieren seleccionar la polea con el paso adecuado para que engrane correctamente con la banda. Para asegurar un correcto funcionamiento y aumentar la vida útil de la banda. [2][3]

6.2.3. Cálculo y selección de bandas

Como se mencionó anteriormente se requiere de hacer una selección precisa de la banda así como también de su polea asociada. Por lo cual, se muestra a continuación los principales cálculos y criterios utilizados para la selección de las mismas.

- Selección del factor de seguridad: Esta selección se hace basado en el tipo de aplicación [Figura 22].

Ejes de línea	1.5	1.7	1.9
Generadores y excitadores	1.6	1.8	2.0
Gruas y elevadores	1.6	1.8	2.0

Figura 11: Algunos factores de seguridad [2]

- Cálculo tensión de la banda: Apartir de la figura [12], es obtenida la ecuación [1], asumiendo que no hay aceleración en el eje z. [3]

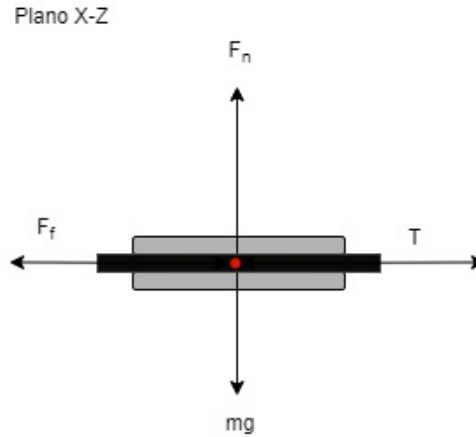


Figura 12: Diagrama de cuerpo libre banda

$$T = m * (a_x + \mu * g) \quad (1)$$

Donde:

m :Masa a transportar (kg)

a_x :Aceleración eje x $\frac{m}{s^2}$

g :Aceleración por gravedad $\frac{m}{s^2}$

μ :Coeficiente de fricción

- Cálculo de potencia nominal: [2](#) [3](#)

$$P = T * w = T * \frac{v}{r} * f_{arranque} \quad (2)$$

Donde:

P :Potencia nominal del sistema (W)

v :Velocidad lineal $\frac{m}{s}$

r :Radio de la polea mayor (m)

T :Torque requerido

$f_{arranque}$:2

- Potencia de diseño: [2](#) [3](#)

$$P_d = P * f_s \quad (3)$$

Donde:

P_d :Potencia de diseño (W)

f_s :Factor de servicio

- Selección de paso de diente: Esto depende del paso de la banda a seleccionar y del catálogo del fabricante. Generalmente se relaciona la potencia de diseño y la velocidad del eje más veloz

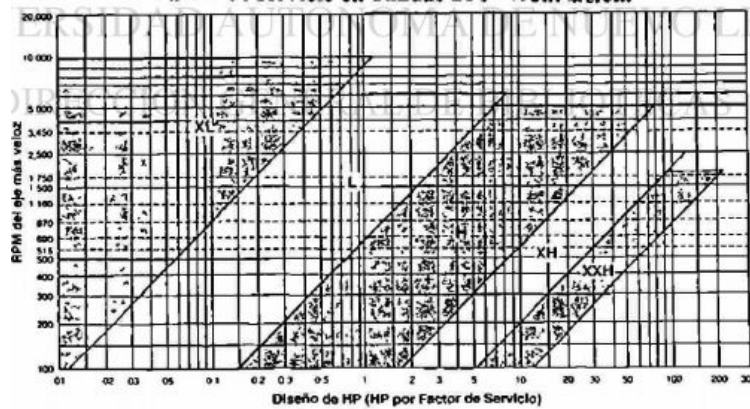


Figura 13: Selección del paso de la banda [2]

- Relación de velocidades: [2] [3]

$$R_v = \frac{n_1}{n_2} \quad (4)$$

Donde:

R_v :Relación de velocidades

n_1 :Velocidad polea menor (rpm)

n_2 :Velocidad polea mayor (rpm)

- Selección de poleas apropiadas: Al igual que el paso de la banda de sincronización, esta puede ser seleccionada según el fabricante.
- Longitud aproximada de la banda:

$$L_{ten} = 2 * C_{ten} + 1.57 * (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4 * C_{ten}} \quad (5)$$

Donde:

L_{ten} :Longitud tentativa de la banda

C_{ten} :Distancia entre centros tentativa de poleas

D_p :Diámetro de paso de la polea mayor

d_p :Diámetro de paso de la polea menor

*Después de hacer este cálculo ya es posible aproximar el tamaño real según el fabricante. Como referencia pueden usarse como referencia la figura [14]

L. Uso Ligero. 9.53 mm (3/8") Disponible en anchos de 12.7 mm (1/2"), 19.0 mm (3/4") y 25.4 mm (1")				H. Uso Pesado. 12.7 mm (1/2") Disponible en anchos de 19 mm (3/4"), 25.4 mm (1"), 38.1 mm (1.5") y 76mm (3")			
Longitud y Designación	Long. Efec.		Número de dientes.	Longitud y Designación	Long. Efec.		Número de dientes.
	mm	Pulg.			mm	Pulg.	
124 L	314	12 3/8	33	240 H	610	24	48
130 L	330	13	35	270 H	686	27	54
150 L	381	15	40	300 H	762	30	60
187 L	478	18 7/5	50	330 H	838	33	66
210 L	533	21	56	360 H	914	36	72
217 L	552	21.75	58	380 H	965	38	78
225 L	572	22.5	60	420 H	1067	42	84
240 L	610	24	64	450 H	1143	45	90
255 L	648	25.5	68	480 H	1219	48	96
270 L	686	27	72	510 H	1295	51	102
285 L	724	28.5	76	540 H	1372	54	108
300 L	762	30	80	570 H	1448	57	114
322 L	819	32.25	86	600 H	1524	60	120
345 L	876	34.5	92	630 H	1600	63	126
360 L	914	36	96	660 H	1676	66	132
367 L	933	36.75	98	700 H	1778	70	140
390 L	991	39	104	750 H	1905	75	150
420 L	1067	42	112	780 H	1930	78	152
450 L	1143	45	120	770 H	1956	77	154
480 L	1219	48	128	800 H	2032	80	160
510 L	1295	51	136	850 H	2159	85	170
540 L	1372	54	144	900 H	2286	90	180
600 L	1524	60	160	1000 H	2540	100	200
XH. Uso Extrapesado. 22.23 mm (7/8") Disponible en anchos de 58.4 mm (2"), 76mm (3") y 101.6 mm (4").				1090 H	2769	109	218
				1100 H	2794	110	220
				1250 H	3175	125	250

Figura 14: Largos estándares de bandas [2]

- Cálculo de la distancia entre centros de poleas real:

$$C = 0.25 * (L - \pi * \frac{D_p - d_p}{2}) * (1 + \sqrt{[1 - \frac{D_p - d_p}{(L - \pi * \frac{D_p - d_p}{2})^2}]}) \quad (6)$$

Donde:

C :Distancia entre centros real (mm)

L :Longitud real de la banda (mm)

D_p :Diámetro de paso de la polea mayor (mm)

d_p :Diámetro de paso de la polea menor (mm)

*Usar la figura [15] como referencia para aproximar a diámetros estándares de poleas

SECCION	PA SO		VELOCIDAD		DIAMETRO DE PASO *		NO DE RANURAS
	mm	Pulgadas	RPM	mm	Pulgadas		
XL	5.1	0.2	3500	19.4	0.764	12 XL	
			1750	16.2	0.637	10 XL	
			1160	16.2	0.637	10 XL	
L	9.5	0.375	3500	48.5	1.91	16 L	
			1750	42.4	1.671	14 L	
			1160	36.4	1.432	12 L	
H	12.7	0.5	3500	80.8	3.183	20 H	
			1750	72.8	2.865	18 H	
			1160	64.7	2.546	16 H	
XH	19.9	0.785	1750	183.9	7.242	26 XH	
			1160	169.8	6.685	24 XH	
			870	155.6	6.127	22 XH	
XHH	31.8	1.25	1750	262.8	10.345	26 XXH	
			1160	242.5	9.549	24 XXH	
			870	222.4	8.754	22 XXH	

* SE PUEDEN USAR DIAMETROS MAS PEQUEÑOS SI ES PERMITIDO UNA REDUCCION EN LA VIDA UTIL DE LA BANDA.

Figura 15: Poleas estándares [2]

- Cálculo de la potencia admisible por ancho de banda: Dependiendo de la banda seleccionada, esta será posible de entregar cierta cantidad máxima de potencia. La cual debe de ser mayor o igual a la potencia de diseño [Figura 16].

BANDA H PASO 12.7mm (1/2")																				
Potencia por 25.4 mm (1") de ancho de banda para varias poleas																				
RPM	14 H		16 H		18 H		20 H		24 H		28 H		30 H		36 H		40 H		48 H	
más	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP	KW	HP
100	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	0.9
200	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9	1.3	1.1	1.4	1.3	1.7
300	0.6	0.7	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9	1.3	1.1	1.5	1.2	1.6	1.4	1.8	1.6	2.1	1.9	2.5
400	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9	1.3	1.1	1.4	1.3	1.7	1.5	2.0	1.6	2.1	1.9	2.5	2.1	2.8	2.5	3.4
500	0.9	1.2	1.1	1.4	1.2	1.6	1.3	1.8	1.6	2.1	1.8	2.5	2.0	2.7	2.4	3.2	2.6	3.5	3.1	4.2
600	1.1	1.5	1.3	1.7	1.4	1.9	1.6	2.1	1.9	2.5	2.2	3.0	2.4	3.2	2.8	3.8	3.1	4.2	3.8	5.1
700	1.3	1.7	1.5	2.0	1.7	2.2	1.8	2.5	2.2	3.0	2.6	3.5	2.8	3.7	3.3	4.4	3.7	4.9	4.4	5.9
800	1.5	2.0	1.7	2.3	1.9	2.5	2.1	2.8	2.5	3.4	2.9	3.9	3.1	4.2	3.8	5.1	4.2	5.6	5.0	6.7
900	1.7	2.2	1.9	2.5	2.1	2.9	2.4	3.2	2.8	3.8	3.3	4.4	3.5	4.7	4.2	5.7	4.7	6.3	5.6	7.5
1000	1.8	2.5	2.1	2.8	2.4	3.2	2.6	3.5	3.1	4.2	3.7	4.9	3.9	5.3	4.7	6.3	5.2	7.0	6.2	8.3
1100	2.0	2.7	2.3	3.1	2.6	3.5	2.9	3.9	3.5	4.6	4.0	5.4	4.3	5.8	5.1	6.9	5.7	7.6	6.8	9.1
1160	2.1	2.9	2.4	3.3	2.7	3.7	3.0	4.1	3.6	4.9	4.2	5.7	4.5	6.1	5.4	7.3	6.0	8.0	7.1	9.6
1200			2.5	3.4	2.8	3.8	3.1	4.2	3.8	5.1	4.4	5.9	4.7	6.3	5.6	7.5	6.2	8.3	7.4	9.9
1300			2.7	3.7	3.1	4.1	3.4	4.6	4.1	5.5	4.7	6.4	5.1	6.8	6.0	8.1	6.7	9.0	7.9	10.6
1400			2.9	3.9	3.3	4.4	3.7	4.9	4.4	5.9	5.1	6.8	5.4	7.3	6.5	8.7	7.2	9.6	8.5	11.4

Figura 16: Potencia por ancho para bandas H [2]

- Cálculo del factor de engranaje f: Este factor se calcula a través del número de dientes de la patea que se encuentra en contacto con la banda

$$TIM = \left[180^\circ - \frac{60(D_d - d_p)}{C} \right] * \frac{N_1}{360} \quad (7)$$

Donde:

TIM : Número de dientes engranados

C : Distancia entre centros de poleas real

D_p : Diámetro de paso de la patea mayor (mm)

d_p : Diámetro de paso de la patea menor (mm)

N_1 :N número de dientes de polea menor (mm)

Seguido de obtener el número de dientes engranados (TIM), es empleada la siguiente tabla para determinar el factor de engranaje

CANTIDAD DE DIENTES EN ENGRANAJE (TIM)	FACTOR DE ENGRANAJE F
6 o más	1
5	0.8
4	0.6
3	0.4
2 o más	0.2

Figura 17: Factor de engrane F [2]

- Cálculo de la capacidad de potencia permisible por ancho de la banda:

$$P_b = P_a * f \quad (8)$$

Donde:

P_b :Potencia de diseño por ancho $\frac{KW}{m}$

P_a : Potencia nominal por ancho $\frac{KW}{m}$

F :Factor de engrane

- Cálculo del ancho de la banda:

$$W_t = \frac{P_d}{P_b} * 25.4 \quad (9)$$

Donde:

W_t :Ancho de la banda (mm)

P_d :Potencia de diseño (KW)

P_b :Potencia por ancho de banda $\frac{KW}{mm}$

6.3. Tipos de perfiles estructurales

Perfiles para construcciones metálicas:

Estos son perfiles que tienen cierta geometría en particular, los cuales han sido estudiados y diseñados para cumplir alguna aplicación ingenieril (estructuras metálicas, puentes, construcciones, etc.). Generalmente están hecho de acero duro y son fáciles de soldar. [5]

- Perfil angular: Se designa por la longitud de sus alas a x b y su espesor e. Existe dos tipos de perfil angular, alas desiguales (a != b) o iguales (a=b). Los cuales son utilizados principalmente en talleres de construcción, calderería, carpintería y metálica.

- Perfil en forma de T: Su designación se debe a su forma de T y tiene como dimensiones b (base) y a (altura). El espesor es en función de la medida de la base y altura.
 - Perfil en forma de I (doble T): Las medidas de este perfil son similares a las del perfil T. La única diferencia es que este perfil tiene dos base semejante a la letra I.
 - Perfil en forma de U: Tiene una geometría parecida a una U y se define por sus dimensiones a (altura) y b (ancho de alas), su espesor está en función de dichas dimensiones.
- 5

Perfiles para carpintería metálica: Son perfiles de uso doméstico, de diferentes medidas pero poco espesor. Usualmente se utilizan para soportar elementos livianos y con poca resistencia mecánica. 5

- Tubo de geometría cuadrangular: Está definido por su lado h y el espesor de la pared del tubo (e). Es uno de los más empleado en mobiliario metálico, fabricación de estanterías, etc.
 - Tubo de geometría Rectangular: Este se define por su largo (h), ancho (b) y por su espesor (e). Son utilizados en fabricación de soportes, mobiliario metálico, etc.
 - Tubo de geometría redonda: Son muy utilizados para un sin fin de trabajos de carpintería metálica. Son designados por el diámetro y el espesor del tubo.
- 5

El tubo cuadrado se utiliza generalmente para fines estructurales y de mantenimiento, como la construcción de edificios, barandillas y postes de señalización. Se mide por sus dimensiones exteriores y su grosor, tomando las paredes exteriores (que son del mismo tamaño) y luego el espesor de la pared.

Aunque es muy importante su uso en la construcción y en la industria del transporte, no nos podemos olvidar de la gran cantidad de aplicaciones que tiene el tubo cuadrado en industrias tan dispares como la de mobiliario urbano -bancos, postes, etc.- o doméstico -estanterías, estructuras de sofás, camas, etc.-, señalización, etc. 5

Tubo cuadrado de acero: Al ser una aleación de hierro y carbón, tiene muchas propiedades interesantes. Es un material más pesado que el aluminio (tres veces más), por lo que es especialmente valorado para su uso en estructuras pesadas y/o que requieren resistencia a la corrosión y las temperaturas extremas, como por ejemplo la construcción tanto de viviendas como de grandes estructuras, como puentes, carreteras o plantas petrolíferas o gasísticas.

Ventajas: Es fácil de soldar, y tiene una facilidad de corte, moldeado y mecanizado moderados, ya que se trata de un material muy denso. 6



Figura 18: Perfiles estructurales comunes [5]

6.4. Materiales

6.4.1. Acero estructural

Son aceros con bajo contenido de carbono, laminados en caliente. Que pueden ser encontrados en láminas, perfiles, placas y barras estructurales.

Acero A36: Este es uno de los grado de aceros primarios, para todo tipo de estructuras. Ya que casi todos los perfiles y placas se encuentran disponibles en este tipo de acero, a excepción de las vigas IR, W o H. Fue desarrollado en Estados unidos con el objetivo de mejorar la fabricación de estructuras, atornilladas, remachadas y soldadas. Gracias a este tipo de acero, fueron desplazadas las uniones por remaches [7].

Propiedad		ksi	MPa
Límite Elástico (Yield Strength)	Min	36	250
	Max	---	---
Resistencia a la Tensión (Tensile Strength)	Min	58	400
	Max	80	550
Elongación en 200 mm (%) ⁽⁴⁾	Min	20	
	Max	---	
Elongación en 50 mm (%) ⁽⁴⁾	Min	23	
	Max	---	

Figura 19: Propiedades mecánicas del acero A36

6.4.2. Acero 304

Acero 304:

Este es uno de los aceros inoxidables austeníticos más utilizados, dado que permite lograr

productos con mayor complejidad, ya sea por maquinado o soldado. Ya que cuenta con una alta ductilidad y maquinabilidad. Además, tiene una resistencia mayor a la corrosión en comparación con otros aceros. Sus aplicaciones van desde las industrias químicas hasta el uso aeronáutico. Adicionalmente, la soldadura de este acero puede hacerse por medio de la mayoría de técnicas. Inclusive las más comunes, como la soldadura manual con electrodo, el procedimiento TIG y el MIG. Es importante señalar que existen electrodos específicos para este acero (E308L-16 y E316-L16). [8]

PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		130150 / 180330
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		7088 / 1035
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO		Rm (N/mm ²) 520 - 720 / 540 - 750
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		Rp (N/mm ²) 210 / 230
	ELONGACIÓN (A ₅) MIN		(%) ≥ 45
	RESILIENCIA KCUL / KVL		(J/cm ²) 160 / 180
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	125 / 97 / 93
		RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm ²)	147 / 127 / 107
	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C		σ _{1/10⁵/t (N/mm²)}
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO		(OC) ENFR. RÁPIDO 10081120
	TEMPLADO		NO ES POSIBLE
	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL		(C) 1200 / 925
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE		925 / 840
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD		MUY BUENA
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%
	EMBUTICIÓN		MUY BUENA

Figura 20: Propiedades mecánicas del acero inoxidable A304 [8]

6.5. Uniones no permanentes:

Al momento de unir dos elementos por medio de un perno, se requiere de una fuerza de sujeción inicial para apretar la tuerca, la cual se conoce como precarga. Esta debe haber sido aplicada anteriormente a someter la unión a otra carga externa. Ya que la carga externa se divide entre el número de pernos utilizados para la unión. La ecuación es equivalente a la fracción de carga externa soportada por perno, según las constantes de rigidez del elemento como del perno. [4]

- Rigidez del perno: [4]

La rigidez de un perno o de un tornillo dentro de la zona de sujeción en general consistirá en dos partes, la de la parte del cuerpo sin rosca y la de la parte roscada. Así, la constante de rigidez del perno equivale a la rigidez de dos resortes en serie.

$$k_b = \frac{A_d * A_t * E}{A_d * l_t + A_t * l_d} \quad (10)$$

Donde:

K_b : Rigidez del perno
 A_t : Área de esfuerzo sometida a tensión
 l_t : Longitud de la parte roscada de agarre
 A_d : Área del diámetro mayor del sujetador
 l_d : Longitud de la parte sin rosca en agarre
 E : Módulo de Young

- Rigidez del elemento:

La rigidez de los elementos no puede calcularse fácilmente dado que la distribución de la presión en la interfaz del elemento y el perno se distribuye de manera no uniforme. Para calcular la rigidez de los elementos se empleará una versión simplificada del método de cono de presión

$$k_m = \frac{0.5774 * \pi * E * d}{2 * \ln\left(5 * \frac{0.5574 * l + 0.5 * d}{0.5774 * l + 2.5 * d}\right)} \quad (11)$$

Donde:

K_m : Rigidez de los elementos

l : Espesor de todo el material apretado entre la cara del perno y la cara de la tuerca

d : Diámetro nominal

E : Módulo de Young

- Constante de Rigidez de unión

$$C = \frac{k_b}{k_b + k_m} \quad (12)$$

Donde:

C : Constante de Rigidez de unión

k_b : Rigidez efectiva estimada del perno

k_m : Rigidez del elemento

Basado en la constante de Rigidez de la unión es posible determinar la fracción de fuerza que soporta tanto el perno como los elementos unidos, cuyos valores nos permiten comprobar la resistencia del perno. Ya que la carga soportada tiene que ser menor o igual a la carga máxima que puede soportar el elemento de unión. [\[4\]](#)

- Carga soportada por el perno

$$P_b = C * P \quad (13)$$

Donde:

P_b : Carga soportada por el perno

C :Constante de Rigidez de unión

P : Carga externa aplicada

- Carga soportada por los elementos

$$P_m = (1 - C) * P \quad (14)$$

Donde:

P_m :Carga soportada por los elementos

C :Constante de Rigidez de unión

P : Carga externa aplicada

6.5.1. Uniones cargadas en forma estática con precarga

A partir de la ecuación de esfuerzo de tensión en el perno, es posible determinar el factor de seguridad contra la fluencia. Cuyo valor es cercano a la unidad, dado que la carga del perno está cercana a la resistencia de prueba del mismo. 4

- Esfuerzo de tensión en el perno

$$\sigma_b = \frac{(C * P + F_i)}{A_t} \quad (15)$$

Donde:

σ_b :Esfuerzo de tensión en el perno

C :Constante de Rigidez de unión

P : Carga externa aplicada

F_i : Precarga

A_t : Área de esfuerzo sometida a tensión

- Factor de seguridad contra la fluencia

$$n_p = \frac{(S_p * A_t)}{(C * P + F_i)} \quad (16)$$

Donde:

n_p :Factor de seguridad contra la fluencia

C :Constante de Rigidez de unión

P : Carga externa aplicada

F_i : Precarga

A_t : Área de esfuerzo sometida a tensión

S_p : Resistencia de prueba

- Factor de sobrecarga

$$n_L = \frac{(S_p * A_t) - F_i}{(C * P)} \quad (17)$$

Donde:

n_L :Factor de sobrecarga

C :Constante de Rigidez de unión

P : Carga externa aplicada

F_i : Precarga

A_t : Área de esfuerzo sometida a tensión

S_p : Resistencia de prueba

- Factor de separación de la unión

$$n_0 = \frac{F_i}{(P * (1 - C))} \quad (18)$$

Donde:

n_0 :Factor de separación de la unión

C :Constante de Rigidez de unión

P : Carga externa aplicada

F_i : Precarga

Ahora bien existe una forma de obtener la precarga necesaria según el tipo de unión y se muestra en la siguiente ecuación.

Fórmula para uniones no permanentes

$$F_i = 0.75 * F_p \quad (19)$$

Fórmula para uniones permanentes

$$F_i = 0.90 * F_p \quad (20)$$

Donde:

F_i : Precarga

F_p : carga de prueba del sujetador

La carga de prueba del sujetador puede obtenerse ya sea por tablas o por la siguiente relación.

$$F_p = A_t * 0.85 * S_y \quad (21)$$

Donde:

F_p : carga de prueba del sujetador

A_t : Área de esfuerzo sometida a tensión

S_y : Resistencia a la fluencia

6.5.2. Uniones cargadas en cortante:

Para este tipo de uniones, comúnmente el análisis se basa en siete criterios, los cuales ilustran diferentes formas de fallas ya sea en el elemento a unir o el perno. [4](#)

1. Aplastamiento del perno (todos los pernos participan):

$$\sigma = \frac{S_p}{n_d} \quad (22)$$

Donde:

S_p : Resistencia de prueba

n_d : Factor de diseño

2. Aplastamiento de los elementos (todos los agujeros participan):

$$\sigma = \frac{(S_y)_{elem}}{n_d} \quad (23)$$

Donde:

$(S_y)_{elem}$: Resistencia a la fluencia del elemento

n_d : Factor de diseño

3. Cortante de un perno (a la larga, participan todos los pernos):

$$\tau = 0.577 * \frac{S_p}{n_d} \quad (24)$$

Donde:

S_p : Resistencia de prueba

n_d : Factor de diseño

4. Distinguir entre cortante de la rosca y del cuerpo:

5. Cortante del borde y desgarramiento del elemento (participan los pernos del borde):

$$\tau = 0.577 * \frac{S_p}{n_d} \quad (25)$$

Donde:

S_p : Resistencia de prueba

n_d : Factor de diseño

6. Fluencia por tensión de los elementos a lo largo de los agujeros de los pernos:

$$\sigma = \frac{(S_y)_{elem}}{n_d} \quad (26)$$

Donde:

$(S_y)_{elem}$: Resistencia a la fluencia del elemento

n_d : Factor de diseño

7. Verificación de la capacidad de los elementos:

$$F = \frac{w * t * (S_y)_{elem}}{n_d} \quad (27)$$

Donde:

$(S_y)_{elem}$: Resistencia a la fluencia del elemento

n_d : Factor de diseño

w : Ancho del elemento

t : Espesor del elemento

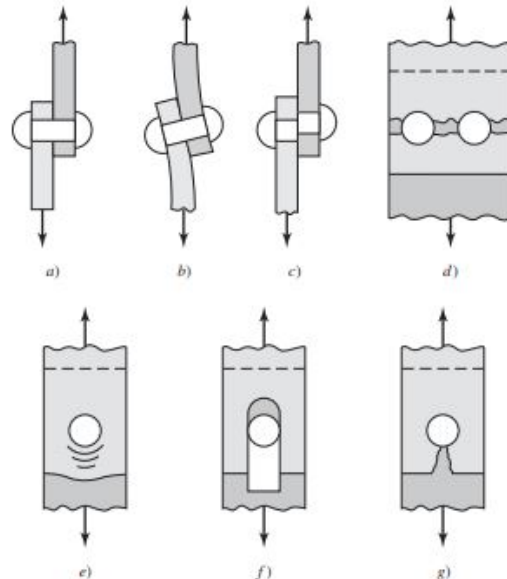


Figura 21: Fallas por cortante: a) carga cortante; b) flexión del remache; c) corte del remache; d) falla de tensión de los elementos; e) apoyo del remache sobre los elementos, o apoyo de los elementos sobre el remache; f) desgarramiento por cortante; g) desgarramiento por tensión

6.6. Soldadura:

Es un tipo de unión permanente que se da entre dos metales, la cual puede ser realizada a través de diferentes técnicas con diferente acabado superficial (MIG, TIG, etc) y formas de soldadura (de cordón, filete, cuadrada, etc). Una de las desventajas que presenta son la pérdida de propiedades importantes en los materiales soldados, por las temperaturas altas que se alcanzan en tiempos cortos. Lo cual afecta en mayor grado a los aceros, provocando un incremento de dureza en la sección soldada, generando una superficial frágil donde se concentran los esfuerzos. [4]









Tipo de soldadura							
Cordón	Filete	Tapón o muesca	Ranura				
			Cuadrada	V	Bisel	U	J
							

Figura 22: Tipos de soldadura [4]

6.6.1. Esfuerzos en soldadura a flexión:

Las soldaduras a flexión generan una fuerza cortante y un momento flexionante. Los cuales a su vez provocan un esfuerzo cortante primario y secundario respectivamente. [4]

- Esfuerzo cortante primario:

$$\tau' = \frac{V}{A} \quad (28)$$

Donde:

V :Fuerza cortante (N)

A : Área total de la garganta (mm^2)

- Esfuerzo cortante secundario:

$$\tau'' = \frac{Mc}{I} \quad (29)$$

Donde:

M :Momento (N)

c : Centro de masa (mm^2)

I : Inercia de la sección (mm^2)

Es importante señalar que el centro de masa, la inercia y el área de la garganta dependen de la forma de la soldadura de filete a realizar. Por lo cual puede utilizarse la siguiente imagen como referencia para determinar tales valores. [4]


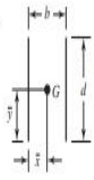
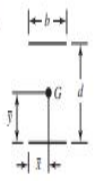
Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
1. 	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
2. 	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
3. 	$A = 1.414hb$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$

Figura 23: Propiedades flexionantes soldadura [4]

- Esfuerzo cortante:

$$\tau = \sqrt{(\tau')^2 + (\tau'')^2} \quad (30)$$

Donde:

τ :Cortante (N)

τ' :Cortante primario (N)

τ'' :Cortante secundario (N)

6.6.2. Selección del electrodo:

Generalmente esto se hace para elegir el electrodo adecuado para los esfuerzos a los que está sometido. Dependiendo del electrodo se obtienen diferentes propiedades y resistencias. Adicionalmente, se busca obtener idealmente una soldadura barata y rápida, por tal razón los materiales de las piezas a soldar deberían de elegirse con aceros más fáciles de soldar aun que se sacrifiquen ciertas propiedades. Ahora bien, existen dos formas de selección del tamaño del cateto por cargas permisibles o por tamaño mínimo de soldadura [Figura 24] y [Figura 25]. [4]

Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete							
Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial							
$r =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal							
$\dagger f =$	12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Tamaño del cateto h, pulg	Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal						
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

* En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AISC-AWS Task Committee.
 $\dagger f = 0.707r_{\text{perm}}$

Figura 24: Carga permisible en soldadura

Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, h		
Esesor del material de la parte unida más gruesa, pulg	Tamaño de la soldadura, pulg	
*Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive	$\frac{1}{8}$	
Mayor que $\frac{1}{4}$ Hasta $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$	
Mayor que $\frac{1}{2}$ Hasta $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	
† Mayor que $\frac{3}{4}$ Hasta $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	
Mayor que $1\frac{1}{2}$ Hasta $2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	
Mayor que $2\frac{1}{4}$ Hasta 6	$\frac{1}{2}$	
Mayor que 6	$\frac{5}{8}$	

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.
 * El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{3}{16}$ pulg.
 † Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{1}{16}$ pulg por cada $\frac{1}{4}$ pulg de material.

Figura 25: Tamaño mínimo soldadura

6.7. Cojinetes de desplazamiento lineal

Los cojinetes lineales son guías lineales para la absorción de todas las fuerzas transversales y axiales. En algunos casos especiales, existen aquellos que pueden absorber torque rotacional a lo largo de los ejes. La principal función de este tipo de cojinetes es únicamente el guiado y posicionamiento de máquinas.

Un modelo de este tipo de cojinetes es el ELINE de la marca rexroth. El cual tiene un diseño compacto y un claro radial reducido. Debido al anillo de metal de soporte que tiene integrado, este modelo no requiere ningún tipo de aseguración axial al ser montado en el agujero. Este modelo tiene dos sellos limpiaparabrisas y la versión normal como la inoxidable, viene engresado de fábrica. [9](#)

6.7.1. Cálculos para la selección del modelo de cojinetes lineales Rexroth:

- Carga dinámica equivalente: Permite determinar la carga soportada por cada rodamiento

$$F_m = \frac{F}{N_r} \quad (31)$$

Donde:

F_m : Carga dinámica equivalente por rodamiento (N)

F : Carga a transportar (N)

- Duración de vida nominal:

$$L = 2 * s * n_s * 60 * L_h \quad (32)$$

Donde:

L : Duración de vida nominal (m)

s : Longitud de carrera (m)

n_s : Frecuencia de carrera (min)

L_h : Duración de vida nominal deseado (h)

Después de haber calculado la duración de vida nominal, de la siguiente tabla se obtiene el factor de vida (f_L)

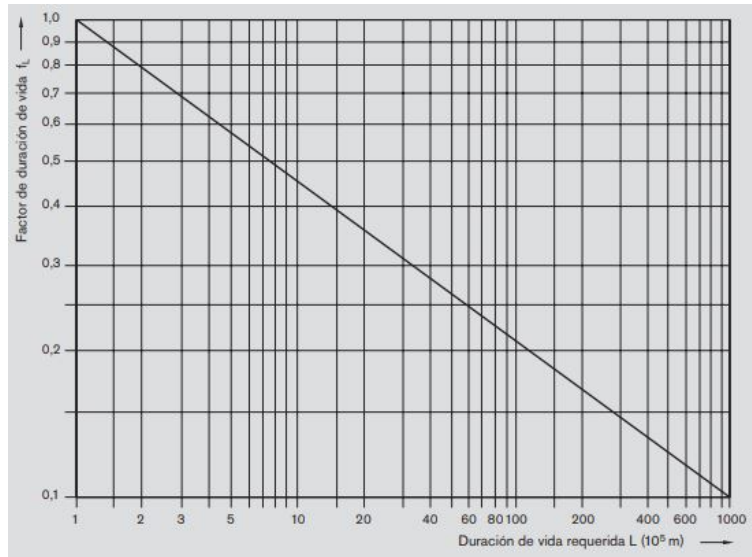


Figura 26: Factor de vida

- Factor de dureza (f_H):

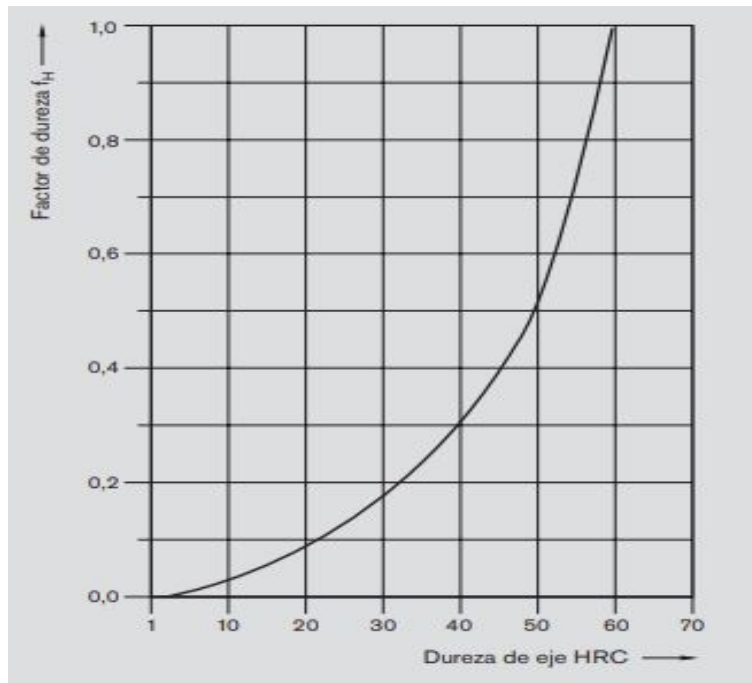


Figura 27: Factor de dureza para cojinetes lineales rexroth

- Factor de temperatura (f_t):

Temperatura del rodamiento (°C)	100	125	150	175	200
Factor de temperatura f_t	1	0,92	0,85	0,77	0,70

Figura 28: Factor de temperatura para cojinetes lineales rexroth

- Factor de carrera corta (f_s): Si la carrera es mayor a tres veces la longitud del rodamiento el factor de carrera es igual a 1. En caso que sea tres veces menor (carrera corta), el tiempo de vida del eje es menor y este factor depende del tipo de cojinete. Por lo cual es necesario revisar la información técnica del mismo. [9]
- Capacidad de carga:

$$C_{req} = \frac{F_m}{f_H * f_t * f_s * f_L} \quad (33)$$

Donde:

C_{req} : Capacidad de carga dinámca requerida (N)

F_m : Carga dinámica equivalente por rodamiento (N)

f_H : Factor de dureza

f_t : Factor de temperatura

f_s : Factor de carrera corta

f_L : Factor de duración de vida

Al calcular la capacidad de carga requerida, se procede a seleccionar al cojinete lineal que cumpla con tal valor. En caso que no se defina la orientación del cojinete, se toman como referencia la capacidad de carga mínima dinámica y estática. [9]



Figura 29: Cojinete eline [9]

6.8. Sistemas de movimiento lineal

Existen muchas formas de construir sistemas lineales para el movimiento en coordenadas cartesianas (x,y y/o z). Generalmente los términos utilizados para referirnos a estos sistemas dependen de la forma en la que los ejes están ensamblados, el posicionamiento de la carga y el tiempo de aplicación del sistema.

6.8.1. Tipos de sistemas:

- Sistemas cartesianos:

Consisten en dos de los tres ejes: X-Y, X-Z o X-Y-Z [Figura 30]. Donde generalmente se provee movimiento lineal (usando steppers) en al menos dos de los tres ejes y se cuenta con un efectos rotacional para la orientación de la carga o de la pieza de trabajo. Su aplicación va desde pick and place, ensamblaje y dispensación de productos.

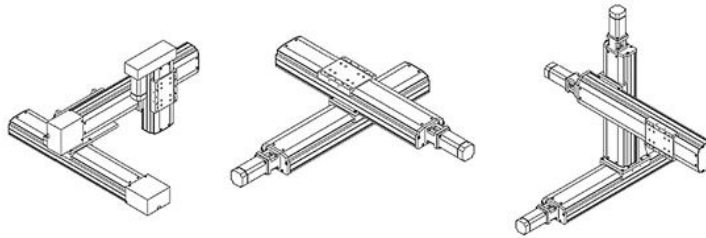


Figura 30: Sistemas cartesiano XY y XYZ

- Sistemas de gantry:

Son utilizados para solucionar el problema de los ejes que causan una carga de momento en los ejes interiores. Para ello se emplean dos ejes X y en ciertas ocasiones dos ejes Y y dos Z [Figura 31]. Dado que generalmente, tienen movimiento en los tres ejes. La mayoría de sus aplicaciones se centran en carreras largas (más de un metro), debido a su capacidad de transportar cargas muy pesadas. Por lo cual, se emplean en transporte aéreo u operaciones de ensamblaje de automóviles. [10]

6.9. Elementos neumáticos

6.9.1. Válvulas distribuidoras

Las válvulas distribuidoras dirigen el aire comprimido hacia varias vías en el arranque, la parada y el cambio del sentido del movimiento del pistón dentro del cilindro. La nomen-



Figura 31: Sistema gantry con dos ejes X y dos Y [11]

clatura que se muestra en la Figura 32 se utiliza para DIN-ISO 1219 y CETOP.

ISO 1219 Alfabética	CETOP Numérica	Función
P	1	Conexión del aire comprimido (alimentación)
A, B, C	2, 4, 6	Tuberías o vías de trabajo con letras mayúsculas
R, S, T	3, 5, 7	Orificios de purga o escape
X, Y, Z	12, 14, 16	Tuberías de control, pilotaje o accionamiento
L	9	Fuga

Figura 32: Válvulas distribuidoras simbología

Ahora bien, estas válvulas pueden ser normalmente cerradas y normalmente abiertas. Donde la primera no deja pasar el aire comprimido al estar en la posición inicial, y la segunda siempre permite el flujo de aire en su posición inicial. Otro tipo de organización de estas válvulas es según su número de vías y posiciones [Figura 33]. O si son de accionamiento manual o eléctrico a través de solenoides.

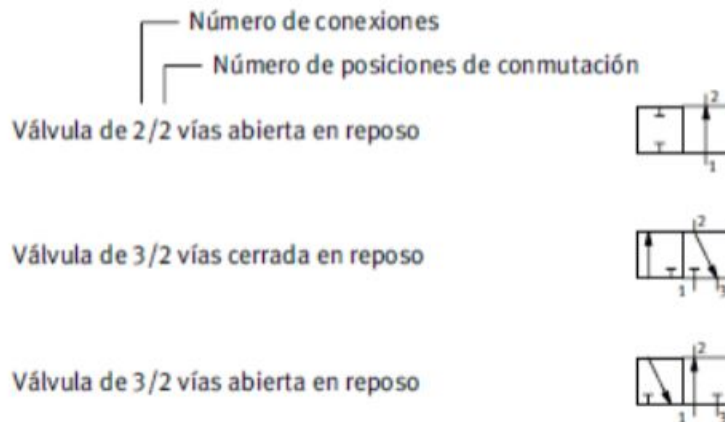


Figura 33: Posiciones y designaciones de válvulas de distribución [12]

Un ejemplo de ello es el siguiente: Electroválvula 4/3 normalmente abierta. Lo cual nos indica que es de accionamiento eléctrico, que tiene 4 vías y 3 posiciones y que su posición de reposo siempre permite el flujo de aire. [12]

6.9.2. Cilindros neumáticos

Básicamente este actuador neumático consiste en un cilindro cerrado que en su interior tiene un pistón. Este puede deslizarse y transmitir movimiento al exterior por medio del vástago. Está compuesto por dos tapas (trasera y delantera), de la camisa, juntas estáticas y dinámicas en el pistón y de un anillo rascador que se utiliza para limpiar el vástago. [12]

- Cilindro neumático de doble efecto: Este tipo de cilindro puede hacer trabajo tanto para adelante (avance) como hacia atrás (retroceso). A través de la alternancia de la

entrada de aire comprimido en la cámara trasera o delantera, según hacia donde se desee mover. [12]

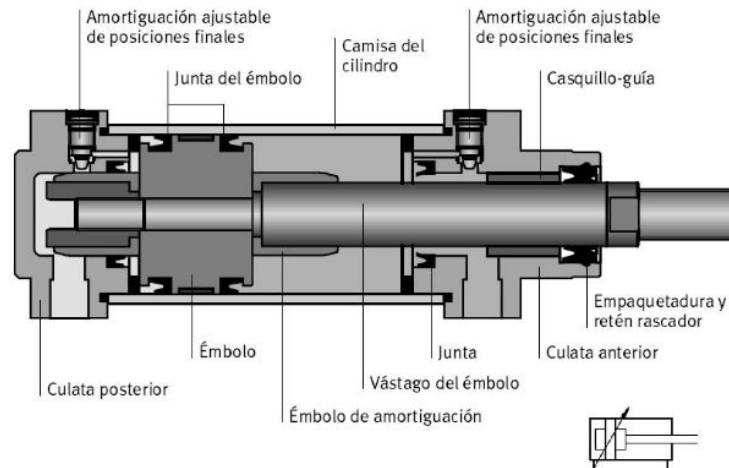


Figura 34: Cilindro doble efecto

- Cilindro neumático simple efecto: Únicamente puede hacer trabajo hacia adelante y regresa por medio de un resorte o la acción del muelle. [12]

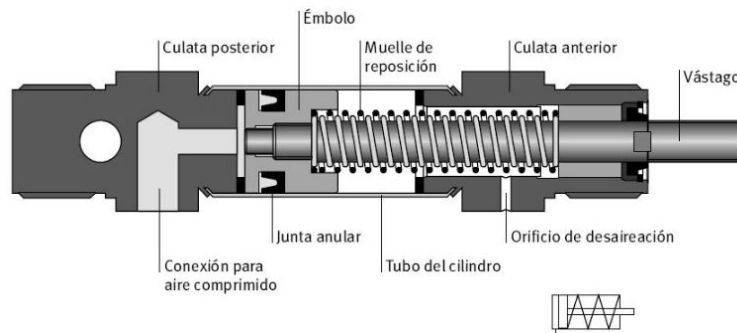


Figura 35: Cilindro simple efecto

- Cilindro neumático guiado: Se emplean dos o más vástagos rígidos guiados, para proporcionar antirotación al mecanismo que se acopla al cilindro. Con el fin de evitar fuerzas radiales y de torsión que se ejercerían en un actuador neumático convencional. Este puede ser de doble o de simple efecto. [12]
- Cilindro neumático de impacto: Es capaz de mover el vástago a una velocidad de diez metros por segundo y usualmente se utiliza en prensas para remaches, embutidos, etc. [12]
- Cilindro neumático de rotación: Permite la rotación gracias a una cremallera que está unida al vástago o a paletas rotativas. [12]

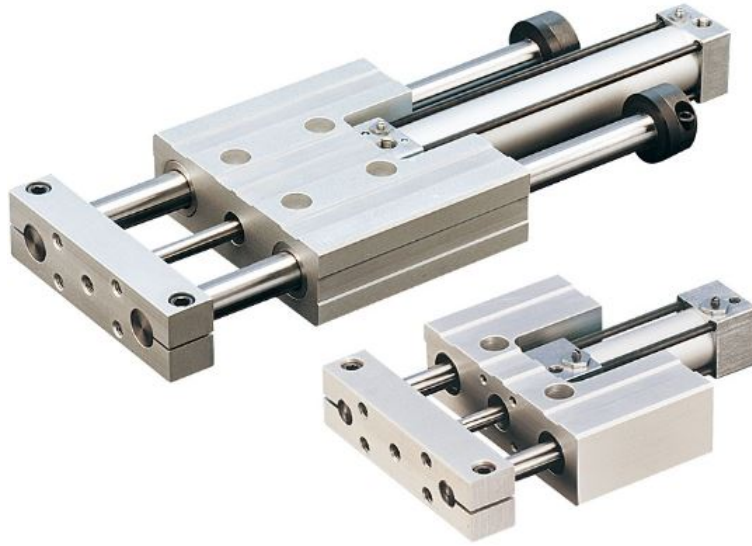


Figura 36: Cilindro guiado

6.9.3. Cálculo de fuerza de avance y retroceso para cilindros neumáticos: 12

$$F_{avance} = \pi * \frac{(D_{cilindro})^2}{40} * P \quad (34)$$

Donde:

F_{avance} : Fuerza de avance (N)

$D_{cilindro}$: Diámetro del cilindro (mm)

P : Presión de aire comprimido (bar)

$$F_{retroceso} = \pi * \frac{(D_{cilindro} - d_{vstago})^2}{40} * P \quad (35)$$

Donde:

$F_{retroceso}$: Fuerza de avance (N)

$D_{cilindro}$: Diámetro del cilindro (mm)

d_{vstago} : Diámetro del vástago (mm)

P : Presión de aire comprimido (bar)

6.9.4. Longitud del vástago:

Esta medida depende del tipo de montaje del cilindro y el riesgo al pandeo del vástago. 12

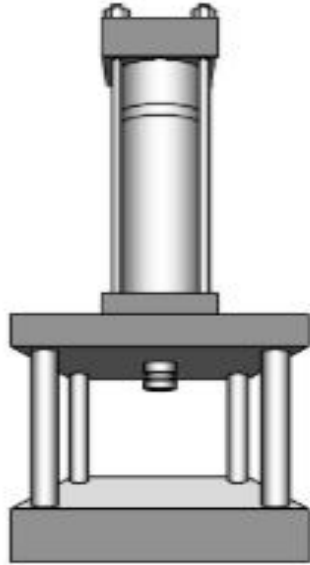


Figura 37: Cilindro de impacto

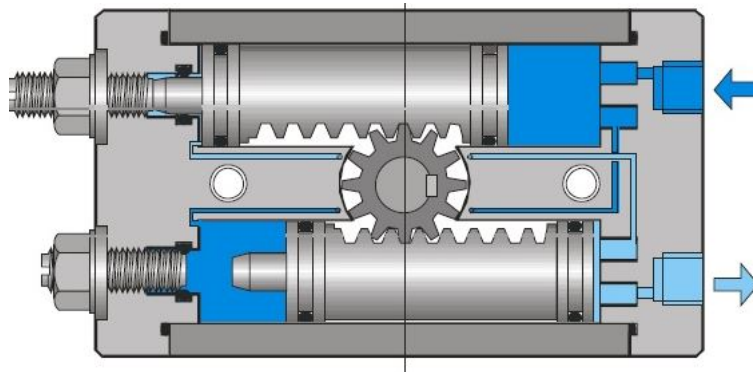


Figura 38: Cilindro de rotación

$$L = C_{act} * F_p \quad (36)$$

Donde:

L : Longitud básica del vástago (mm)

C_{act} : Carrera actual (mm)

F_p : Factor de pandeo

Basándonos en la configuración del cilindro es determinado el respectivo factor de pandeo

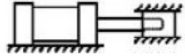
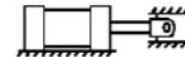

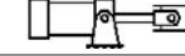

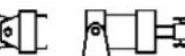
Tipos de montaje	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
Grupos 1 o 3 - Los cilindros de gran longitud de carrera deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y en el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de carteras muy largas	Fijo y guiado rígido	I 	0,5
	Pivote y guiado rígido	II 	0,7
	Soporte sin guiado rígido	III 	2
Grupo 2	Pivote y guiado rígido	IV 	1
	Pivote y guiado rígido	V 	1,5
	Pivote y guiado rígido	VI 	2

Figura 39: Factor de pandeo [12]

6.10. Sensores de proximidad fotoeléctricos

La detección de objetos se da mediante luz visible o invisible. Puede detectar ya sea presencia o alguna característica en particular. Comúnmente se aplican en la detección de tamaños, colores, brillos o presencia. Y se caracteriza por un rango mayor de medición comparado con los sensores capacitivos. [13]

- Barrera (Emisor-Receptor): Detecta al objeto a través de la diferencia de intensidad de luz emitida comparada con la luz que llega al receptor. [13]

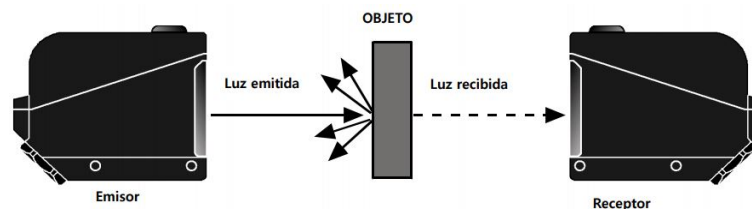


Figura 40: Funcionamiento de sensor de barrera [13]

- Retro reflectivo (reflex, con reflector): A diferencia de los sensores de barrera, estos utilizan un espejo con alta reflectividad para medir la diferencia de cantidad de luz emitida-recibida. Otra característica especial es que el emisor como el receptor están en el mismo cuerpo del sensor. [13]

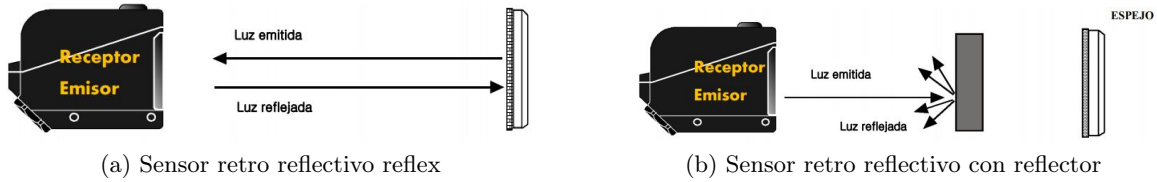


Figura 41: Funcionamiento del sensor retro reflectivo [13]

- Retro reflectivo polarizado: Únicamente recibe luz reflejada que proviene del reflejante, gracias al filtro polarizador. Usualmente tiene aplicación en la detección de objetos con superficies brillantes (piezas con pintura, acrílico, plásticos, etc). El emisor y el receptor están en el mismo cuerpo. [13]

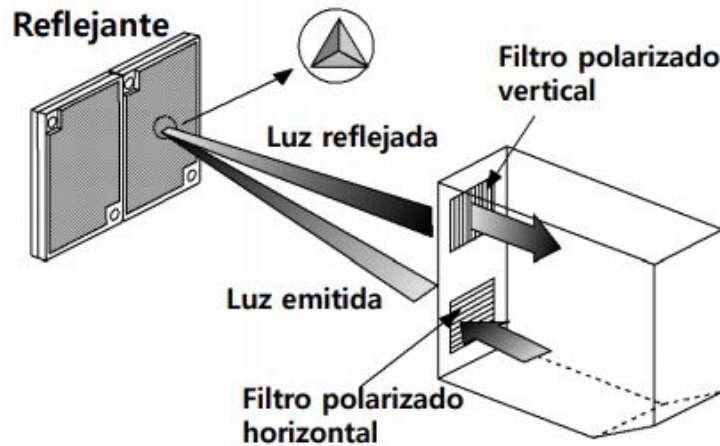


Figura 42: Funcionamiento del sensor retro reflectivo polarizado [13]

- Difuso reflectivo: Detecta recibiendo directamente la luz reflejada del objeto. Emisor y receptor dentro de la misma carcasa. [13]

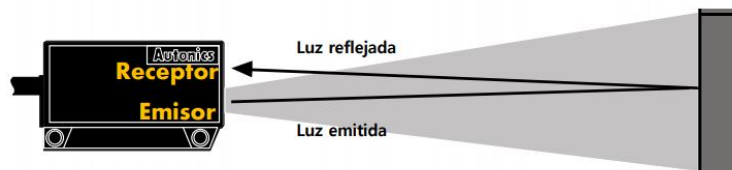


Figura 43: Funcionamiento del sensor difuso reflectivo [13]

- Convergente reflectivo: Tiene un rango de detección limitado y no se ve afectado por el fondo ni el color del objeto a detectar. [13]

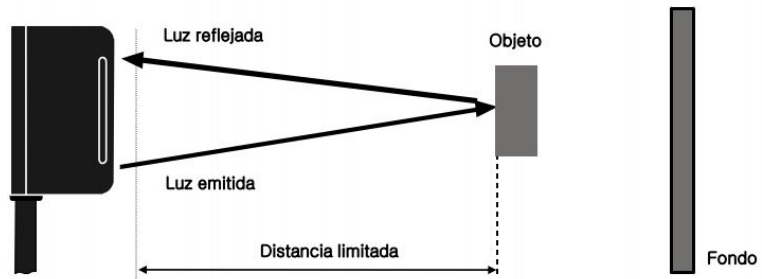


Figura 44: Funcionamiento del sensor convergente reflectivo [13]

- Amplificador de fibra óptica: Sensor fotoeléctrico que tiene separada la electrónica (amplificador) y la óptica (fibra). Detectan objetos pequeños, pueden ser instalados en lugares estrechos y ambientes hostiles. [13]



Figura 45: Amplificador de fibra óptica [13]

7.1. Requerimientos funcionales

1. El sistema debe permitir el ordenamiento de empaques de 7 g a 2 Kg
2. Se debe contar con una banda transportadora para el ingreso del producto al mecanismo
3. El sistema de ordenamiento debe poder alcanzar cualquier punto del área de trabajo
4. La máquina debe ser accesible y de fácil mantenimiento
5. La caída del producto no debe de dañar el producto
6. La estructura de la máquina debe poder fijarse al suelo y permitir el paso de una banda transportadora
7. Las dimensiones de la máquina deben estar enfocadas en el espacio disponible
8. Todas las partes móviles que impliquen un riesgo para el personal deben ser cubiertas

7.2. Distribución de espacio

Después de haber visitado la línea de producción donde se presenta la problemática expuesta anteriormente, fue elaborado el siguiente plano del lugar. El cual tiene como función ilustrar la disponibilidad de espacio que se tiene para trabajar. Y en función de ello, poder dimensionar la máquina así como también la orientación con la que entran los productos y los movimientos axiales (x, y) que esta requiere para poder colocar el producto en la configuración deseada [Figura 46].

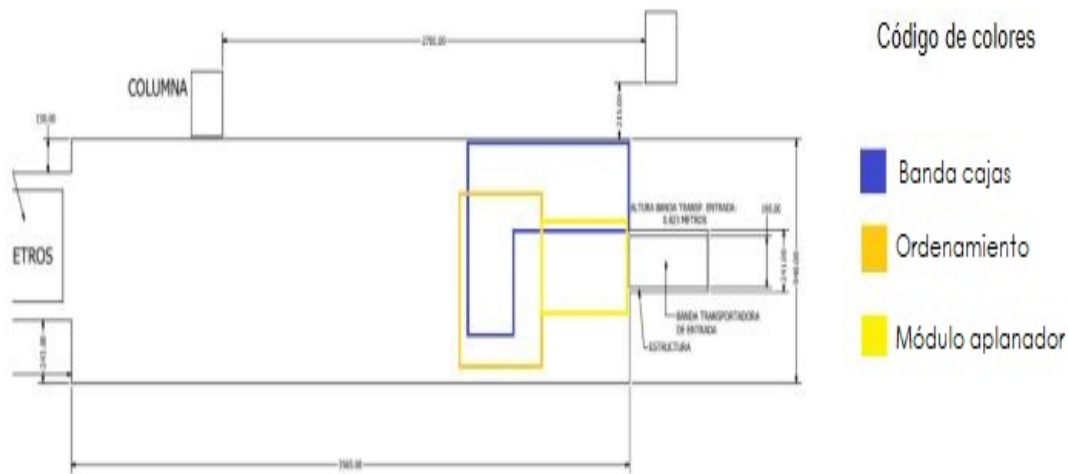


Figura 46: Plano ilustrativo del espacio disponible

7.2.1. Tamaño de bolsas

Tomando en consideración el ancho que tiene la banda transportadora de entrada (198 mm). Fueron determinadas las dimensiones de las bolsas [Cuadro 1] con las que la máquina ordenadora podría trabajar. De esta forma poder definir las dimensiones de la plancha que se encarga de soltar el producto en el lugar deseado.

Tamaño	Largo (mm)	Ancho (mm)
Máximo	198	345
Mínimo	135	108

Cuadro 1: Dimensiones bolsas

Esta selección de tamaños se realizó en función a los tamaños utilizados por la empresa para la cual se trabaja.

7.3. Tamaños de cajas seleccionados

Basado en el estándar de cajas para embalaje y empaque de **MAGNA PRIME CORPORATE PACKING (MPP)**. Fue seleccionada la caja número 4, la cual se muestra en el Cuadro 2 dado su tamaño y capacidad de almacenamiento.

Caja	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
1	30.5	38.1	25.4
2	50.0	38.1	35.6
3	61.0	38.1	35.6
4	61.0	55.8	45.0

Cuadro 2: Cajas magna

7.4. Diagrama de flujo del sistema

Ya que definimos las dimensiones de las cajas y las bolsas con las que se trabajarán. Es necesario ilustrar el proceso de ordenamiento desde una perspectiva general y precisa. En la Figura 47 observamos los elementos que permiten la entrada de productos a la máquina y la salida de la misma hacia el siguiente proceso (empacado de cajas). Ahora bien, en la Figura 48 vemos la orientación con la que entra el producto y su colocación (a través de movimientos [x,y] del carrito [Figura 51]). De esta forma al tener claro los movimientos a desempeñar, es posible definir la propuesta de diseño.

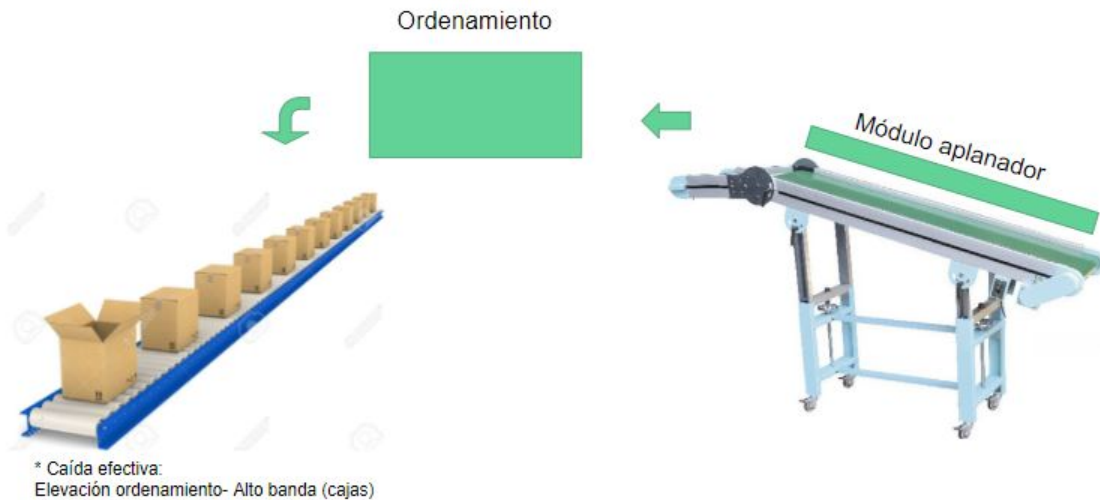


Figura 47: Diagrama de flujo del sistema

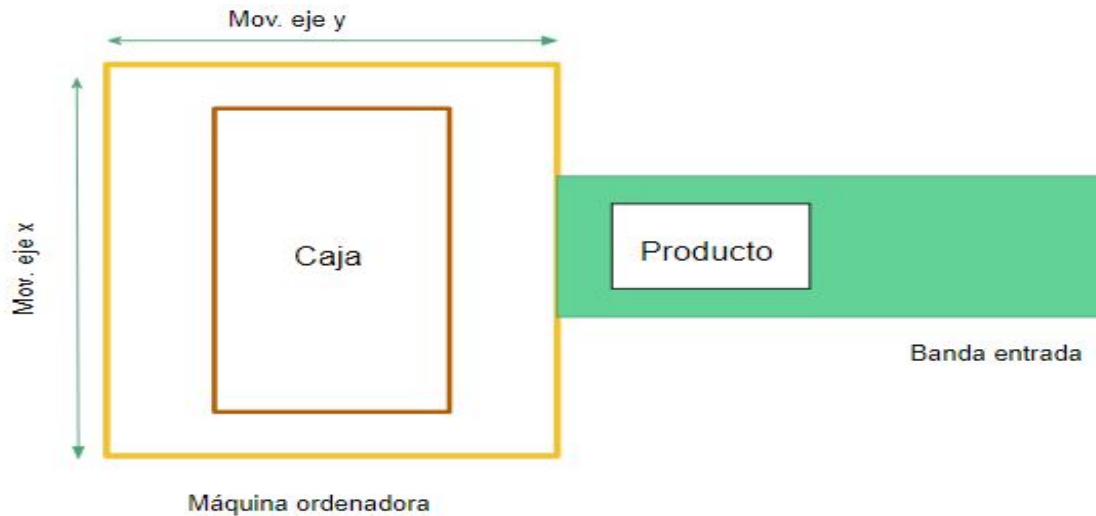


Figura 48: Esquema de entrada y distribución del sistema

7.5. Comparación entre sistemas y propuesta

Como fue mencionado en el apartado de antecedentes, la propuesta de diseño que será presentada a continuación, se origina de dos máquinas encargadas de ordenamiento. La máquina contadora de Zengran y el módulo ordenador de Marcos López. Para ello se da una breve lista de los aspectos más relevantes de cada una.

Diseño 1:

Esta máquina se utiliza para contar y ordenar bolsas de diferentes tipos de productos. Usando un sensor para detectar la presencia de la bolsa cuando llega a la máquina y luego activando el mecanismo neumático de volteo de planchas metálicas. El cual, deja caer producto en la ubicación que se desea, formando una pila de planchas de producto [Figura 3].

Aspectos destacados:

- Diseño sencillo
- Uso de actuadores y sensores
- Colocación de producto en un solo eje
- Adaptabilidad
- Costo alto
- Requiere aire comprimido
- Movimiento uniaxial en el eje X a base de un cilindro neumático
- Ordenamiento de un producto a la vez

Diseño 2: (Módulo ordenador)

El módulo ordenador se basa en cuatro carriles, donde pueden entrar una línea de cuatro

botellas, Por lo cual puede llegar a ordenar hasta 16 botellas. El ordenamiento se da por medio de un desplazamiento en el eje X hasta llenar los cuatro carriles. Este movimiento se da por medio de transmisión de potencia a base de poleas controlado por un servomotor [Figura 5].

Aspectos destacados:

- Movimiento uniaxial en el eje X
- Adaptabilidad limitada y a base de cambios de pernos y carriles
- Demasiadas piezas
- Transmisión de potencia a base de poleas
- Costo bajo
- Ordenamiento de varios productos al mismo tiempo

Diseño nuevo:

El objetivo de esta propuesta de diseño consiste en obtener una máquina que permita el ordenamiento de producto por medio de la adaptación de los diseños seleccionados como referencia. Para obtener una solución que combine los mejores aspectos de ambos, de una forma eficiente y accesible.

- Movimiento biaxial (X,Y)
- Simplicidad en el diseño
- Costo bajo
- Transmisión de potencia a base de poleas
- Adaptabilidad a varias presentaciones
- Uso de actuadores y sensores

7.6. Componentes de la máquina y señales

A continuación se muestra el listado de componentes necesarios para la máquina. Y una breve lista de señales de entradas y salidas.

Entradas:

- Movimiento servo eje x
- Movimiento servo eje y
- Llega del producto
- Señal de inicio/paro/paro de emergencia

No.	Nombre	Cantidad
1	Polea	4
2	Faja	2
3	Ejes	6
4	Estructura de soporte	1
5	Cilindro neumático	1
6	Sensor fotoeléctrico	1
7	Electroválvula	1
8	Elementos de sujeción (pernos)	89
9	Cojinetes	4
10	Mangueras	8 metros
11	Juntas biaxiales	4

Cuadro 3: Listado de componentes

Salidas:

- Error interno

7.7. Diseño de la máquina

7.7.1. Composición modular de la máquina

A continuación se muestra la distribución general de la máquina. Divida en tres áreas principales, las cuales se descomponen en temas asociados y módulos, tal y como se muestra en la figura a continuación.



Figura 49: Distribución general de la máquina

Según la distribución presentada en la figura anterior, serán desarrollados cada uno de los módulos.

7.7.2. Definición del área de trabajo y movimiento biaxial

Después de haber formado el concepto general de la máquina e idear la forma de cumplir los requerimientos funcionales mencionados anteriormente, fue determinada la forma de poder alcanzar cualquier punto del área del trabajo sin importar la presentación de producto a ordenar. Lo que correspondía realizar, era la definición del largo de los ejes, tomando en cuenta las dimensiones del área de trabajo [Figura 50] y las dimensiones de los componentes que forman el carrete igual que las dimensiones del tubo cuadrado de la estructura [Figura 51]. Los cuales reducen el área de trabajo, demandando ejes más grandes a las dimensiones de la caja. Tal y como se muestra en la Figura 53, donde se ilustra cómo el ancho de el armazón lateral, reduce el área a 550 mm x 558 mm. Ahora bien, en esta imagen se observan dos armazones, esto se hizo para ilustrar el carrete completo pegado ya sea a la izquierda o a la derecha de la máquina a lo largo del eje Y, por tal razón los rectángulos que los representan ocupan la dimensión completa en Y del área de trabajo. Las figuras 52 y 53 nos sirven como referencia para determinar cómo el resto de componentes afectan el largo de los ejes.

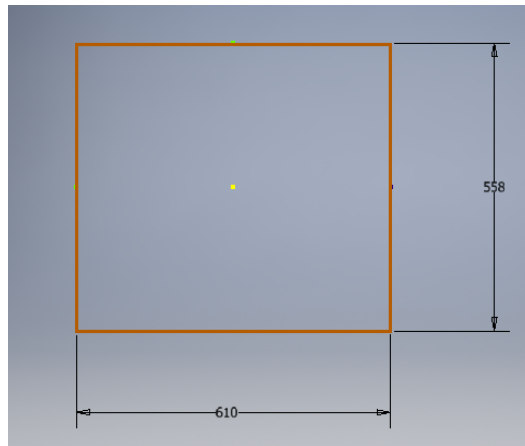


Figura 50: Área de trabajo disponible en mm (Plano XY)

Al tomar en cuenta dichas consideraciones, fue posible definir el largo de los ejes, tal como se muestra en el Cuadro 4. De esta forma aseguramos que las bolsas alcancen cualquier ubicación del área de trabajo 54 la cual termina siendo de 611.5 mm x 513 mm. Es importante señalar que en la figura anterior, se observan dos rectángulos de 60 mm de altura, los cuales ilustran el soporte de las planchas que se encargan de soltar el producto en la ubicación deseada. Estos fueron tomados en cuenta con el fin de dar las dimensiones adecuadas al eje Y, de lo contrario, no sería posible asegurar que el carrete llega a todos los lugares.

Eje	Largo (mm)	Diámetro (mm)
X	850	30
Y	880	30

Cuadro 4: Dimensiones ejes

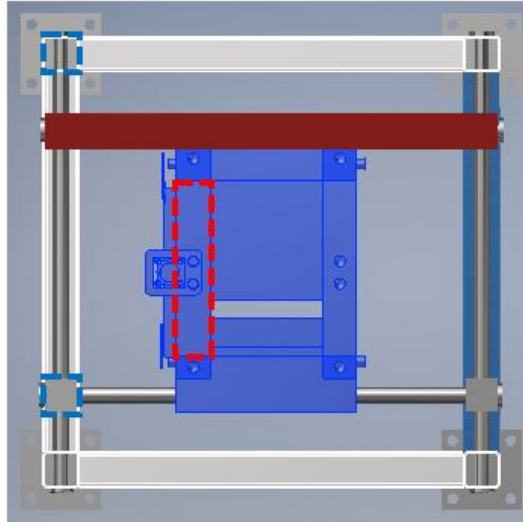


Figura 51: Componentes del carrete (Plano XY)

*En línea punteada roja armazón lateral, en línea punteada azul junta y tubo cuadrado

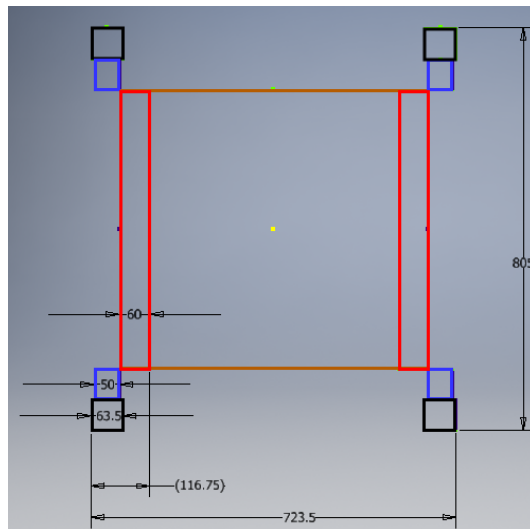


Figura 52: Definición del eje X en mm(Plano XY)

*En rojo armazón laterla, en azul juntas, en negro tubo cuadrado

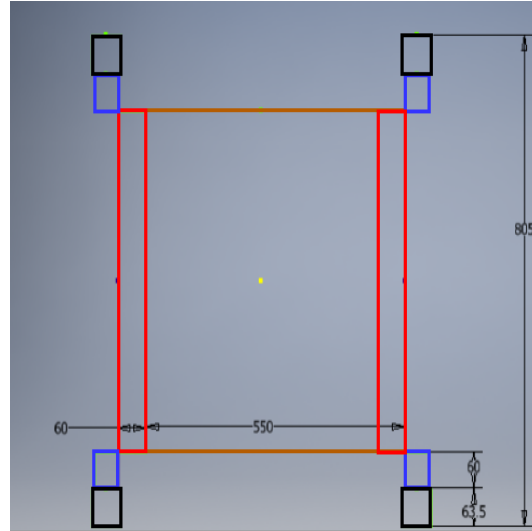


Figura 53: Definición del eje Y en mm (Plano XY)

*En rojo armazón lateral, en azul juntas, en negro tubo cuadrado

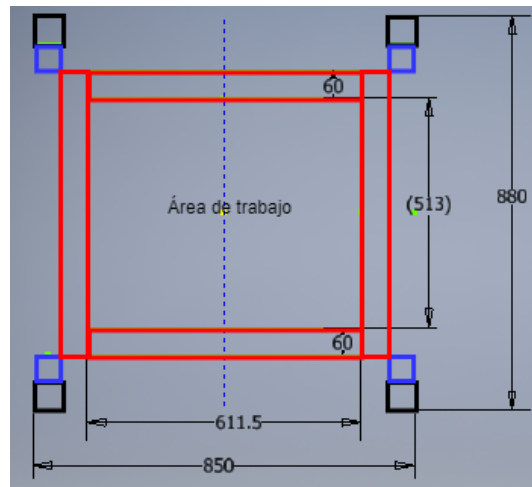


Figura 54: Dimensiones finales en mm (Plano XY)

*En rojo armazón lateral, en azul juntas, en negro tubo cuadrado

Por otra parte, para la solución del problema del movimiento biaxial, fue tomado como inspiración los sistemas gantry en la configuración $XX'-YY'$ [Figura 31]. Los cuales permiten el desplazamiento en dos ejes de una carga colocada en el centro. Dado que en esta aplicación sería implementado un mecanismo de volteo de planchas [Figura 60] para dejar caer el producto en la ubicación deseada. No era posible lograr tal resultado con la configuración de los ejes que usan estos sistemas. Por tal razón fue utilizada una unión biaxial que es utilizada por la impresora REPENAKER [Figura 55]. De lo cual nace la configuración que se muestra en la Figura 56, donde este tipo de juntas fueron utilizadas para permitir el desplazamiento

del carrete en el marco de la máquina.

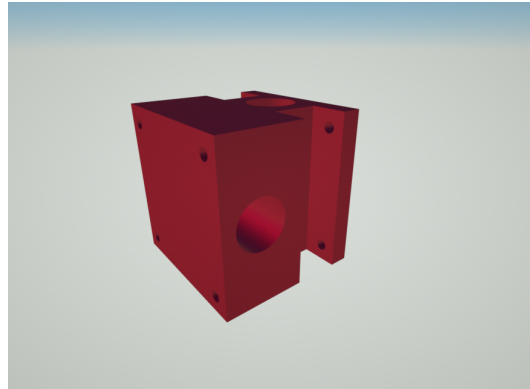


Figura 55: Junta biaxial repemaker

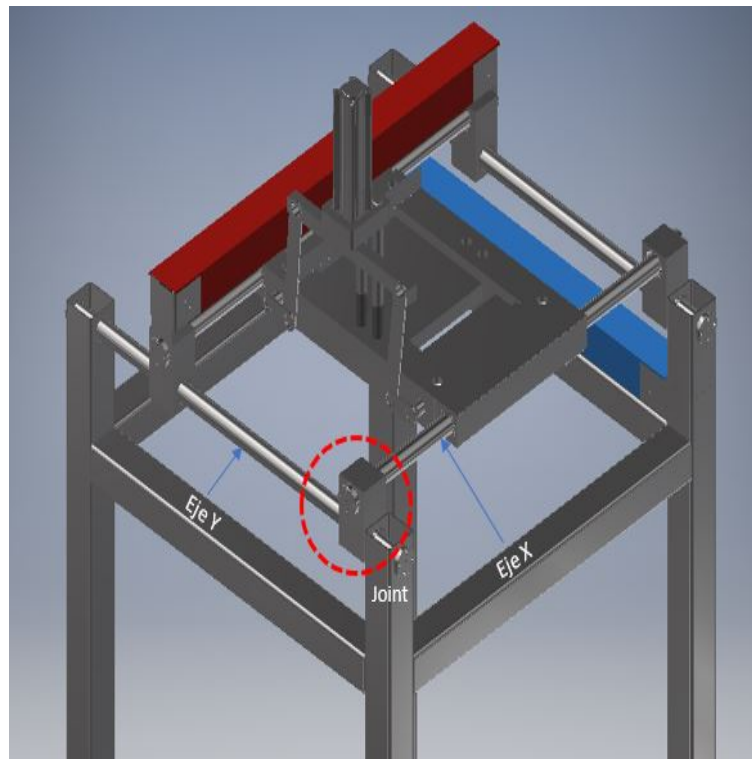


Figura 56: Configuración del marco para movimiento biaxial

7.7.3. Estructura

La estructura de toda máquina, se encarga de organizar y dar soporte a cada uno de los componentes de la misma. Por lo cual, es uno de los temas más importantes y debe tomarse las consideraciones pertinentes al momento de dimensionarla. Con el objetivo de cumplir requerimientos definidos [7.1](#), así como también, sea capaz de resistir los esfuerzos a los que se encuentra sometida.

En este caso fue utilizado tubo cuadrado en la configuración que se muestra en la Figura 57, con las especificaciones del Cuadro 5, tomando como referencia las ventajas que este tipo de perfil estructural presenta 6.3.

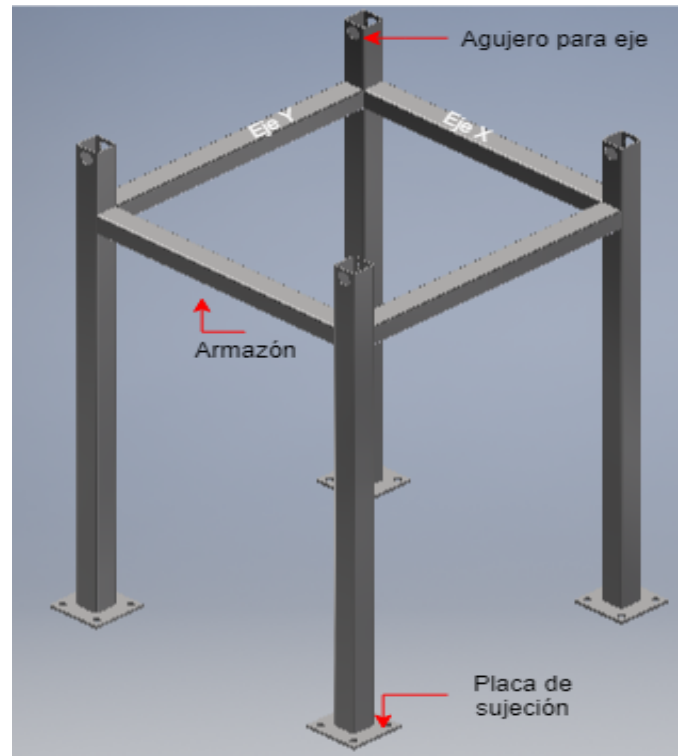


Figura 57: Configuración de la estructura

Nombre	Valor
Material	Acero Estructural (A36)
Dimensiones perfil	2 1/2 pulgada
Chapa	14
Espesor	2 mm
Peso de 3 m	51.04 lb

Cuadro 5: Datos tubo cuadrado

Las dimensiones de la estructura fueron definidas [Cuadro 6], para cumplir los requerimientos funcionales planteados. Con estas dimensiones es posible asegurar un fácil mantenimiento ya que no es necesario que quien lo haga esté agachado o en suelo; La entrada de una banda transportadora de cajas de 0.823m de alto y 0.629 m de ancho, con una caja de 0.45m de alto y 0.558 m de ancho; Una caída efectiva de producto considerable de 0.6 m, medida desde la parte inferior del módulo de volteo a la base de la caja; y la protección de los empleados, dada la ubicación del mecanismo de ordenamiento a 1.5m sobre el suelo. [Figura 58]

Nombre	Descripción
Altura	1.50 m
Ancho	0.85 m
Largo	0.80 m

Cuadro 6: Dimensiones estructura

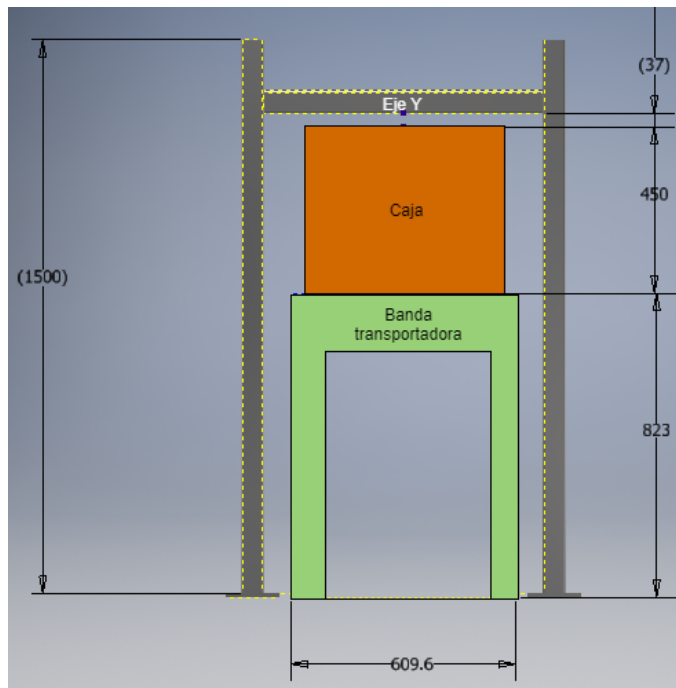


Figura 58: Verificación de la altura para el paso de banda y caja (todas las medidas en mm)

7.7.4. Cálculo de uniones permanentes:

Al haber establecido la configuración de los tubos cuadrados que forman la estructura, fue requerido definir el tipo de fijación que se daría entre perfiles. De lo cual, se llegó a la conclusión que la mejor solución era unirlos, por medio de soldadura. A continuación, se describe el procedimiento realizado, para la elección del electrodo a utilizar.

Nombre	Dimensión
Fuerza cortante	19.6 N
h	6 mm
b	50.8 mm
d	50.8 mm

Cuadro 7: Valores de referencia para el cálculo de soldadura

Resultado	Valor	Referencia utilizada
Área total de la garganta(A)	430.9872 (mm^2)	figura 23
Segundo momento unitario de área(I_u)	65548.256 (mm^3)	Figura 23
Segundo momento unitario de área(I)	278055.702 (mm^4)	Figura 23
Esfuerzo cortante primario (τ)	0.045476989 MPa	Ecuación 28
Esfuerzo cortante secundario(τ'')	1.23 Mpa	Ecuación 29
Tipo de soldadura	3	Figura 23
Esfuerzo cortante (τ)	1.223710809 Mpa MPa	Ecuación 30

Cuadro 8: Datos del electrodo seleccionado

Nombre	Dimensión
Material de aporte	E60XX
Resistencia a la tensión	427 MPa
Resistencia a la fluencia	345 MPa
Elongación porcentual	17-25
Tamaño del cateto	1/4"
Esfuerzo cortante permisible	124.10 MPa
Fuerza unitaria permisible cortante permisible	3.18 kip/pul

Cuadro 9: Resultados para la selección del electrodo

7.7.5. Cálculo de uniones no permanentes:

En la máquina se encuentran una diversidad de piezas que deben ser fijadas de manera no permanente. Y hay casos en esta máquina donde estas uniones se encuentran ya sea en unión o en cortante. Fue tomado el caso más crítico y en base a ello, se estandarizó el tipo de perno a utilizar para cada caso. De esta forma, el proceso de fijación de cualquier pieza, puede darse con el elemento seleccionado.

Elementos a tensión:

Datos utilizados basados en la sujeción requerida y resultados obtenidos de lo mismos.

Resultado	Valor	Referencia utilizada
Rigidez del perno (K_b)	2.37E+05 $\frac{N}{mm^2}$	Ecuación 10
Rigidez del elemento (K_m)	1.28E+06 $\frac{N}{mm^2}$	Ecuación 11
Constante de rigidez (C)	1.56E-01	Ecuación 12
Carga de prueba (F_p)	2.01E+04	Ecuación 19
Precarga requerida (F_i)	1.51E+04 N	Ecuación 19
Factor de sobre carga (n_L)	1.41	Ecuación 17
Factor contra la fluencia (n_p)	105	Ecuación 16
Factor de separación de la unión (n_o)	47	Ecuación 19

Cuadro 10: Resultados para la selección del tornillo a tensión

Nombre	Dimensión
Tipo de rosca	Basta
Diámetro mayor	8 mm
Perfil	M
Paso	1.25 mm
Ajuste	2A y 2B
Sentido de la rosca	Derecho
Logitud de la rosca	22 mm
Espesor arandela	2.3 mm
Longitud total	50 mm
Espesor de todo el material apretado	38.4 mm
Longitud roscada	22 mm
Longitud de parte sin rosca en el agarre	28 mm
Longitud de parte con rosca en el agarre	10.4 mm
Fuerza de tensión	379.1816
Área de parte con rosca	32.8 mm
Área de parte sin rosca	50.26548246 mm
Módulo de young (E)	2.07E+05 MPa
Módulo de elasticidad	2.07E+05 MPa
Resistencia de prueba (S_p)	2.07E+05 MPa
Resistencia mínima a la fluencia (S_y)	720 MPa

Cuadro 11: Datos para la aplicación

Elementos a cortante:

A continuación se muestran los datos utilizados para determinar el diámetro requerido para el tornillo de sujeción, según los criterios de elementos a cortante.

Nombre	Dimensión
Momento (M)	1.67E+05 N*mm
Fuerza (F)	379.1816 N
distancia a los pernos (r)	440 mm
Espesor de la placa (t)	34.4 mm
Factor de seguridad (n)	10
Distancia entre el perno y el borde (a)	26.75 mm

Cuadro 12: Datos de la sujeción

Resultado	Valor	Referencia utilizada
Aplastamiento del perno	31 N/mm ²	Ecuación 22
Diámetro requerido por aplastamiento	0.177 mm	Ecuación 22
Aplastamiento de los elementos	30 N/mm ²	Ecuación 23
Diámetro requerido por aplastamiento elementos	0.18 mm	Ecuación 23
Cortante de un perno	17.887 N/mm ²	Ecuación 24
Diámetro requerido Cortante de un perno	2.6 mm	Ecuación 24
Cortante rosca sin extender	17.887 N/mm ²	Ecuación 24
Diámetro requerido sin extender	3.5 mm	tabla 8-1
Cortante del borde y desgarramiento	16.71 N/mm ²	Ecuación 25
Diámetro requerido por Cortante del borde	0.16 mm	Ecuación 25
Fluencia por tensión de los elementos	3.72E4 N	Ecuación 26
Capacidad de los elementos	4.44E4 N	Ecuación 27

Cuadro 13: Resultados para la selección del tornillo a cortante

7.7.6. Entrada y verificación

Selección de la banda de entrada:

Para determinar la banda de entrada más adecuada, fueron tomadas tres consideraciones. Como primer punto que las dimensiones máximas de la banda se adecuaran a la disponibilidad de espacio (altura inferior, altura superior y ancho). En segundo lugar que la banda fuera inclinable y de altura ajustable. Y como tercer punto, que la banda a seleccionar, pudiera ser conseguida a través de proveedores nacionales. Este último inciso fue uno de los más complicados, ya que se tenía que hacer una investigación del mercado local. Pero al final al haber elegido al proveedor se facilitó el cumplimiento de las otras dos consideraciones.

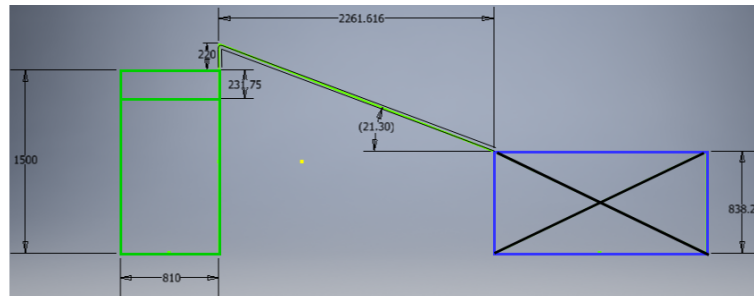


Figura 59: Configuración requerida para la banda

*En verde la estructura, en azul la banda de salida de producto

La banda seleccionada es una tipo C, con dos soportes ajustables (inferior y superior) de la marca Hytrol. La cual es inclinable hasta 45° y su ancho es el adecuado para esta aplicación. Ya que tanto esta banda como la banda de salida de producto estarán alineadas. Toda la información relacionada a la configuración de esta banda puede observarse en el Cuadro 14 y en la Figura 59.

Ahora bien, el proveedor es Contec Industrial, la cual es una empresa con 30 años de respaldo que se dedica a la automatización de equipos de izaje y transportadores.

Nombre	Dimensión
Largo total	7'-5"
Ancho general	20"
Ancho banda	14 "
Potencia Motor	3/4 hp
Capacidad de carga distribuida	250 lb
Inclinación	23.3°

Cuadro 14: Datos de la banda transportadora

La elección de los soportes superior e inferior se hizo basado en la altura de la banda de salida producto (838.2 m o 33 ") que ya está colocada en la línea de producción y la altura a la que está la entrada de producto (1.72 m o 67.8") a la máquina de ordenamiento. De esta forma se puede ajustar dichas alturas para que coincidan y se pueda realizar el trabajo que corresponde.

Soporte	Modelo	Altura mínima	Altura máxima
Soporte Inferior	MS-07	23 $\frac{5}{8}$ "	35 $\frac{5}{8}$ "
Soporte Superior	MS-09	57 $\frac{5}{8}$ "	69 $\frac{5}{8}$ "

Cuadro 15: Modelos de los soportes

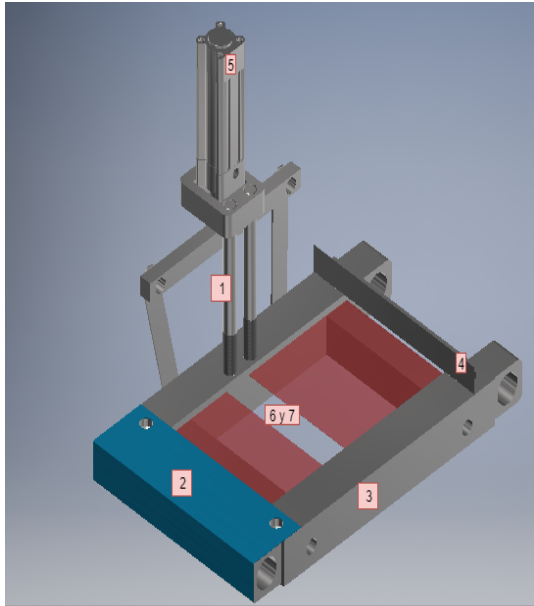
*Adicionalmente es necesario, solicitar al proveedor los siguientes controles eléctricos [Cuadro 16]

Nombre
Switch unidireccional de inicio
Botones para estación
Variador de frecuencia AC

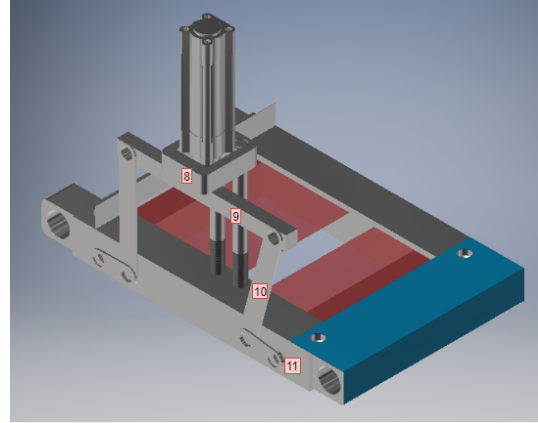
Cuadro 16: Componentes adicionales de la banda

Módulo de volteo:

El módulo de volteo se encarga de soltar los productos, mediante el accionamiento de un cilindro neumático que hace rotar dos placas de metal. Las cuales al girar, se abren y dejan caer el producto, en la posición donde se encuentre el carrete. A continuación, se desglosa cada una de las partes de este módulo.



(a) Primera vista del módulo de volteo



(b) Segunda vista del módulo de volteo

Figura 60: Componentes del módulo de volteo

No.	Nombre	Descripción
8	Base cilindro	Da soporte al cilindro y permite ubicarlo en un lugar adecuado
9	Barra de unión	Mediante ella se transmite la fuerza aplicada por el cilindro al resto de eslabones
10	Eslabón mayor	Transmite la fuerza del cilindro
11	Eslabón menor	Sirve como palanca para provocar la rotación de las planchas

Cuadro 17: Descripción de los componentes del módulo de volteo

Definición de espaciamento entre planchas:

Ahora que ya está definido los componentes del módulo de volteo. Es importante explicar los criterios tomados para la definición del tamaño de las planchas y el espaciamento entre ellas. Dado que estas dimensiones debían estar en función del tamaño máximo, el cual define el largo de las planchas y el tamaño mínimo establece la separación máxima entre ellas. De lo contrario, no cabría la presentación más grande en el módulo y la más pequeña, se caería de las planchas por tener una separación mayor.

En la Figura 61 se ilustra las dimensiones tomadas como referencia inicial para las planchas y en la Figura 62 se muestra la configuración final de las planchas. Donde se toma en cuenta un largo total y una separación un poco mayores, para no trabajar exactamente con las dimensiones exactas de la bolsas y por encaje.

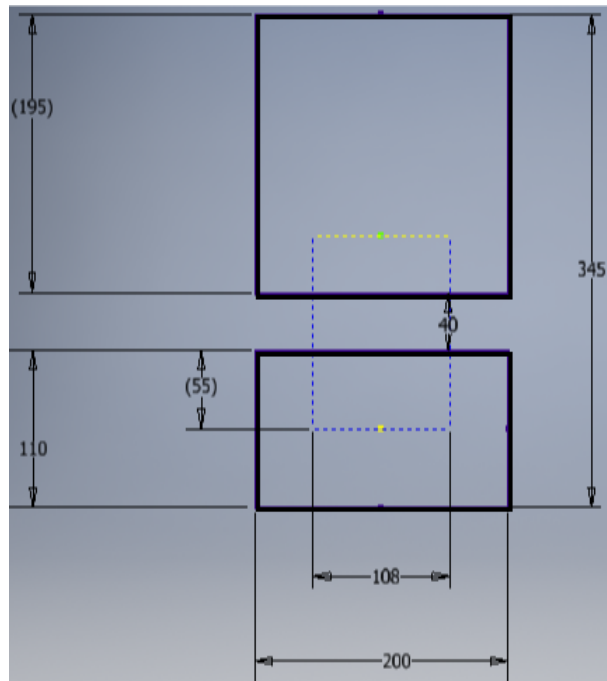


Figura 61: Dimensiones iniciales y configuración de las planchas

*En línea punteada, se ilustra el producto más pequeño

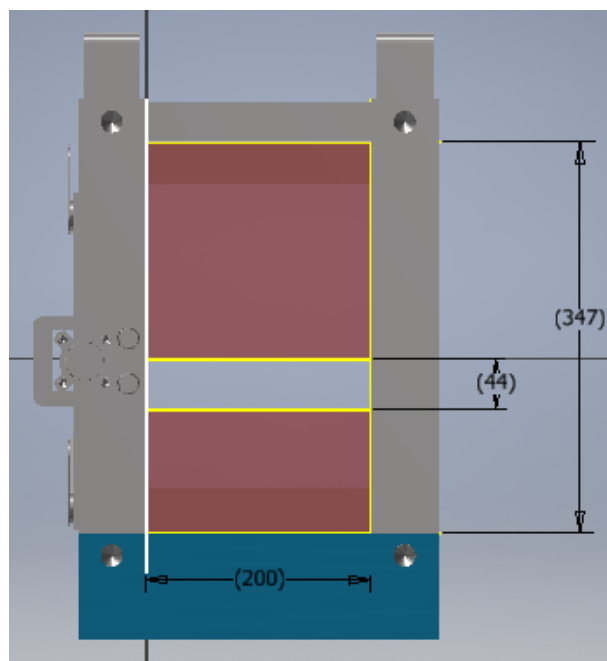


Figura 62: Configuración final de las planchas

Selección de cojinetes lineales:

Fue utilizado el proceso de selección de cojinetes lineales de la Marca Rexroth. El cual puede encontrarse en la sección 6.7 del marco teórico. Por tal razón, en esta parte del trabajo, únicamente se presentarán los datos utilizados y la elección final de cojinete.

Nombre	Dimensión
Carga a transportar (F)	313.6N
Número de cojinetes (N_r)	4
Frecuencia de carrera (n_s)	21 doble/min
Longitud de carera (s)	0.28 m
Horas deseadas de operación (L_h)	8760 h
Capacidad de carga	3060-3250 N
Peso	0.08 kg

Cuadro 18: Datos utilizados para el cálculo de factores y otros valores

Resultado	Valor	Referencia utilizada
Carga dinámica equivalente (F_m)	78.4	Ecuación 31
Capacidad de carga requerida (C_{req})	356.5 N	Ecuación 33
Factor de dureza para ejes (f_H)	1	Ecuación 27
Factor de temperatura (f_t)	1	figura 40
Factor para carrera corta (f_s)	1	Sección 6.7.1
Factor de duración de vida(f_L)	6.18E+06 h	figura 26
Duración de vida(L)	0.22	Ecuación 32

Cuadro 19: Resultados para la selección del cojinete

Nombre	Dimensión
Modelo	R0658 255 44
Diámetro interno	30 mm
Diámetro externo	40 mm
Largo	50 mm
Capacidad de carga	3060-3250 N
Peso	0.08 kg

Cuadro 20: Datos del cojinete seleccionado

Selección de cilindro neumático:

Previo a seleccionar el cilindro neumático, era necesario determinar el diámetro mínimo requerido para el mismo. De manera que este, en conjunto con el mecanismo de volteo, fuera capaz de contrarrestar el torque provocado por el peso de las plancha más el peso del producto. Dado que la plancha con mayor peso es la superior, el análisis del problema se da sobre este elemento [Figura 63] y sobre el eslabón menor que está conectado a la plancha [Figura 65].

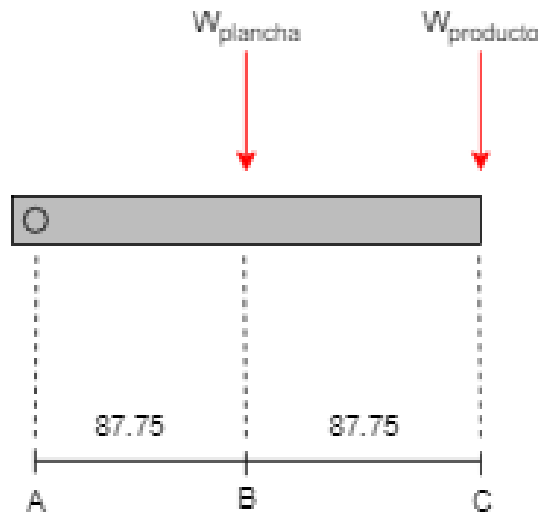
Básicamente el sistema fue modelado como una viga empotrada, tomando los pesos de la plancha y el producto como cargas puntuales en los puntos B y C. Luego mediante la sumatoria de momentos respecto el punto A, se determinó el momento a contrarrestar. Después, el eslabón menor también fue modelado como una viga empotrada con el par torsional obtenido del análisis anterior y apartir de dicho análisis es obtenida la fuerza requerida para contrarrestar el torque inicial. Todos los cálculo obtenidos se muestran en el Cuadro 22. Seguido de ello, fue utilizada la Ecuación 35 despejada para el diámetro del cilindro sustiyendo los valores encontrados. Apartir de dicho resultado, fue determinado el actuador neumático.

Nombre	Dimensión
Peso plancha	33 N
Peso producto	19.6 N
Diámetro vástago	16 mm
Largo vástago	190 mm
Presión disponible	6 bar
Brazo AB	87.75 mm
Brazo AC	175.5 mm
Brazo AD	50 mm

Cuadro 21: Datos utilizados para el cálculo de torques

Resultado	Valor	Referencia utilizada
Torque en el punto A	6.40E3 N*mm	N/A
Fuerza de retroceso del cilindro requerida ($F_{cilindro}$)	1.28E+02 N	N/A
Diámetro del cilindro mínima($D_{cilindro}$)	32.47 mm	Ecuación 35

Cuadro 22: Resultados para la selección del cojinete



*Todas las dimensiones en mm

Figura 63: DCL de la plancha superior

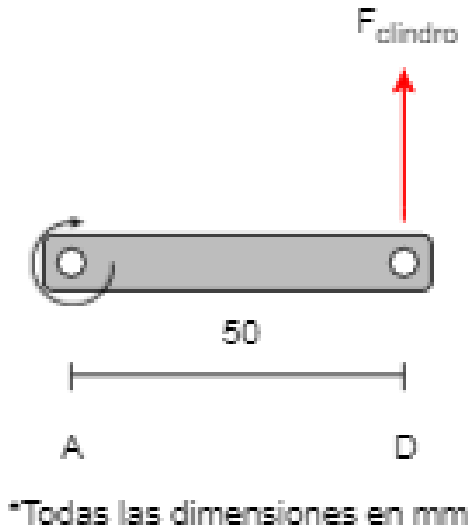


Figura 64: DCL del eslabón menor

Finalmente fue elegido un cilindro de doble efecto con 40 mm de diámetro, con un longitud de vástago de 190 mm y un diámetro de vástago de 16 mm, el cual es de la marca festo.

Selección del sensor fotoeléctrico:

El objetivo principal de este sensor es detectar la presencia del producto al momento que este entre al módulo de volteo. Inicialmente se deseaba implementar un sensor capacitivo pero dado que tiene un rango de medición menor comparado con el del sensor fotoeléctrico fue implementado este último. A continuación se presenta la información general de este sensor y su ubicación en la máquina.

Características:

- Robusta carcasa metálica
- Detección de objetos exacta e independiente de la velocidad; tiempo de respuesta de 1,0 ms
- Rango de detección hasta 50 m
- Tipos de láser (Clase de protección 2) para la detección precisa de objetivos más pequeños, tiempo de respuesta 0.5 mseg
- Resistente a choques y vibraciones, debido al total encapsulamiento de la electrónica
- Elevada reserva de funcionamiento (ganancia en exceso)
- Aviso de pre-avería (vigilancia de la suciedad)
- Fácil de ajustar (debido al uso de luz roja visible)



Figura 65: Sensor contrinex

Nombre	Dimensión
Modelo	LTK-1180-303
Empaquetado	Acero inoxidable
Voltaje de operación	10 - 36 VDC
Rango de medición	40 - 600 mm
Objeto estándar	200 x 200 mm
Tipo	NPNP
Tecnología de medición	Reflexión directa

Cuadro 23: Datos del sensor fotoeléctrico

Es importante señalar que únicamente fue implementado este tipo de sensor, gracias a que la potencia es impartida por un servo motor. De lo contrario hubiera sido necesario seleccionar dos sensores de finales de carrera para el posicionamiento del carrete.

7.7.7. Posicionamiento

Transmisión de potencia:

Siguiendo el procedimiento mencionado en el apartado de marco teórico y usando la información que se muestra en Cuadro [24](#)

Dato	Valor
Masa del módulo de volteo (m)	69.8 kg
Coefficiente de fricción en los cojinetes(μ)	0.004
Factor de servicio (n_1)	1.9
Velocidad para ordenar 36 ($\frac{paquetes}{min}$)	$0.56 \frac{m}{s}$
Aceleración en el carrete(a_x)	$0.34 \frac{m}{s^2}$
Velocidad polea menor (n_1)	82.65 rpm
Velocidad polea mayor (n_2)	82.65 rpm
Distancia entre centros tentativa de poleas (C_{ten})	686 mm
Diámetro de paso de la polea mayor (D_p)	64.7 mm
Diámetro de paso de la polea menor (d_p)	64.7 mm
Número de dientes polea menor(N_1)	16
Potencia nominal por ancho (P_a)	0.2 KW/mm
Factor de arranque para el cálculo de potencia nominal (P_a)	2

Cuadro 24: Datos utilizados para el cálculo de las fajas

Resultado	Valor	Referencia utilizada
Tensión de la faja (T)	26.48 N	Ecuación 3
Potencia nominal (P)	29.64W	Ecuación 3
Torque necesario (τ)	1.71N*m	Ecuación 3
Potencia de diseño (P_d)	56.32W	Ecuación 3
Relación de velocidades (R_v)	1	Ecuación 4
Paso de la banda	H	Figura 4
Longitud tentativa de la banda (L_{ten})	1575.158 mm	Ecuación 5
Longitud real de la banda (L)	1600 mm	figura 5
Distancia entre centros de poleas real (C)	698	Ecuación 6
Número de dientes engranados (TIM)	8	Ecuación 7
Factor de engranaje (f)	1	figura 18
Potencia admisible por ancho de banda (P_b)	0.2 KW	Ecuación 8
Ancho mínimo de la banda (W_t)	7.15	Ecuación 9

Cuadro 25: Resultados para la selección de la faja

Elemento	Identificador
Faja	630 H/ancho 12.7/126 dientes
Poleas	16 H/64.7 diámetro / 12.7 paso /16 dientes

Cuadro 26: Faja y polea seleccionada eje Y

Elemento	Identificador
Faja	700 H/ancho 12.7/126 dientes
Poleas	16 H/64.7 diámetro / 12.7 paso /16 dientes

Cuadro 27: Faja y polea seleccionada eje X

Ahora bien, para transmitir la potencia de la faja al carrete, se utilizan clamping plates para hacer la sujeción entre faja y junta.

Elemento	Identificador
Largo	40 mm
Ancho	12.7 mm

Cuadro 28: Dimensiones clamping plates

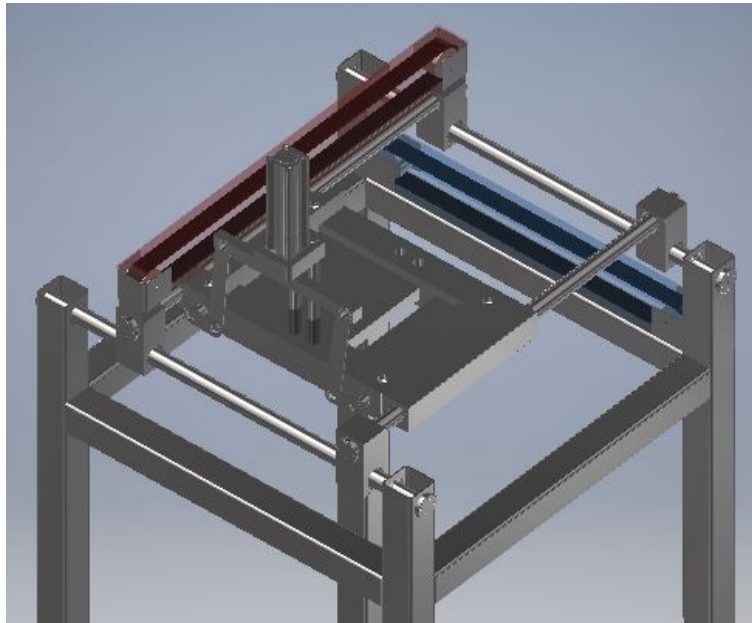


Figura 66: Ubicación de las fajas y las poleas en la máquina

Selección del servo motor:

Basado en el cálculo obtenido de potencia para la banda de transmisión de potencia. Fue elegido el siguiente servomotor, ya que es capaz de proveer el torque necesario para movilizar el carrete completo. Adicionalmente se muestran algunas características relevantes que influyeron en la solución.

La ubicación de los servomotores, puede observarse al final del trabajo.

- Características
- Tamaño compacto
- Modelo de stepper con su respectivo controlador
- Elimina el tiempo de cableado de motor
- Reduce la interferencia (Esta provoca un desempeño menor al óptimo)
- Control preciso y suave del motor

- Poco ruido
- Comúnmente aplicado en cortadoras láser, CNC, Tablas XY, etc

Nombre	Dimensión
Marca	Lead Shine
Modelo	e iST-2320
Voltaje de alimentación	36 VDC
Torque estacionario	2N*m
Peso	1.28 Kg
Resolución de paso	Micro paso

Cuadro 29: Datos del servo motor

7.8. Verificación de resultados

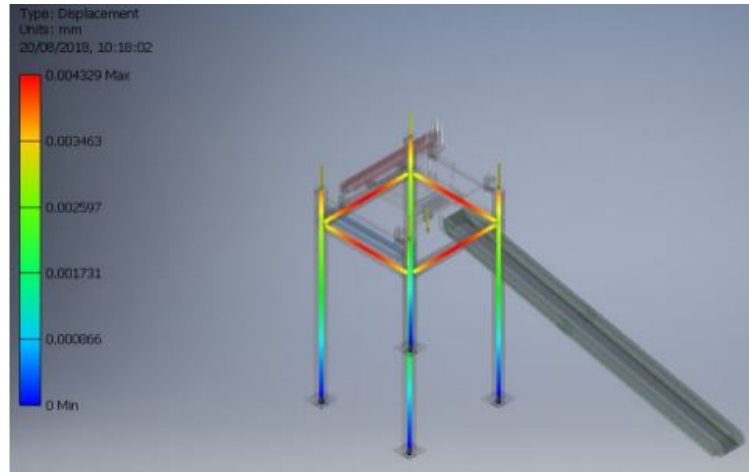
7.8.1. Verificación de estructura

Tal y como se mencionó en el apartado de estructura, este es uno de los componentes críticos de la máquina. Por tal razón, su validación es de lo más importante, para el desempeño general de la máquina y el de la línea de producción. En las siguientes figuras, se muestra el análisis estático de la estructura. El cual se hizo colocando 4 cargas en los apoyos principales, simulando el peso que estos sufrirían por el peso de los ejes, y del módulo de volteo completo.

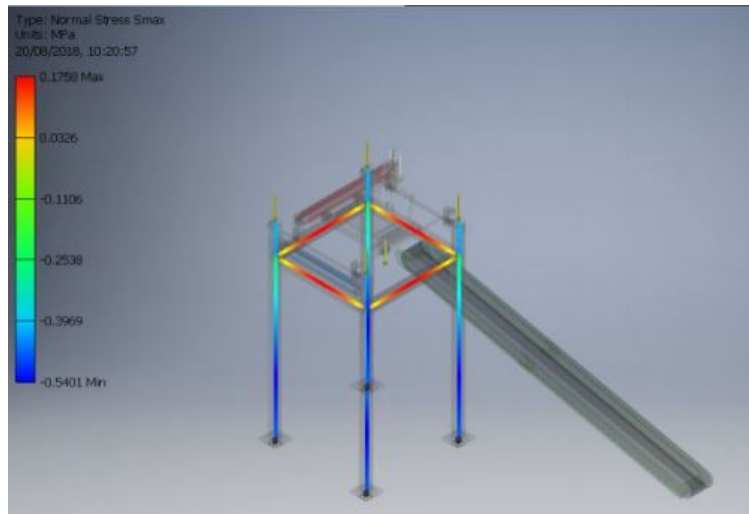
El valor de las cargas utilizadas para esta simulación y los resultados de la misma se muestran en el siguiente cuadro

Nombre	Dimensión
Valor de la carga	19.6 N
Deformación máxima	0.00429 mm
Deformación mínima	0 mm
Esfuerzo normal máximo	0.1758 MPa
Esfuerzo normal mínimo	-0.5401

Cuadro 30: Datos de la simulación (estructura)



(a) Deformación



(b) Esfuerzo normal

Figura 67: Análisis de esfuerzo para la estructura

7.8.2. Verificación de la máquina

Para la verificación del carrete y la estructura de la máquina -a través del software de Inventor, se hizo un análisis estático. Se colocaron cinco cargas; Una sobre las planchas del sistema de volteo simulando el peso del producto y las otras cuatro sobre los apoyos de los ejes. Con el fin de determinar los puntos críticos del sistema.

La carga utilizada para la simulación tenía un valor equivalente a 196N, cuya magnitud se origina de la multiplicación de los 2kg del empaque y la gravedad. Obteniendo como resultado, que la deformación de toda la máquina es despreciable. Lo que nos indica que la dimensiones son adecuadas.

Componente	Cantidad	Unitario (Kg)	Total (Kg)	Peso (N)
Masa armazón	2	13.084	26.168	256.45
Plancha entrada	1	0.36	0.36	3.53
Plancha superior	1	3.441	3.441	33.72
Plancha inferior	1	3.308	3.308	32.42
Eslabones	5	1.083	5.415	53.07
Ejes	1	18.41	18.41	180.42
Cilindro neumático	1	1.036	1.036	10.15
Junta biaxial	4	1.701	6.804	66.68
Clamplng plates	4	0.063	0.252	2.47
Servo motores	2	1.28	2.56	25.09
Esparragos	2	0.57	1.14	11.17
Estructura	1	51.763	51.763	507.28
Total			120.657	1182.44

Cuadro 31: Masa de cada uno de los componentes

Nombre	Dimensión
Valor de la carga	196 N
Esfuerzo de von misses máximo	3.913 MPa
Esfuerzo de von misses mínimo	0 MPa

Cuadro 32: Datos simulación máquina

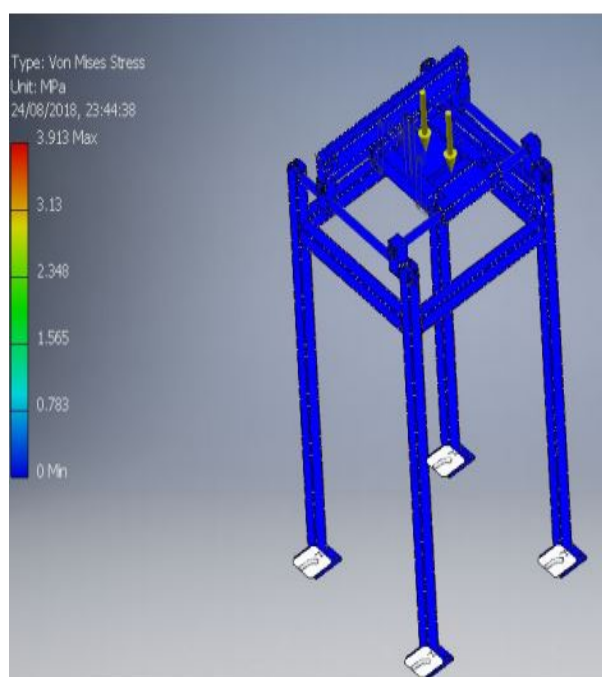
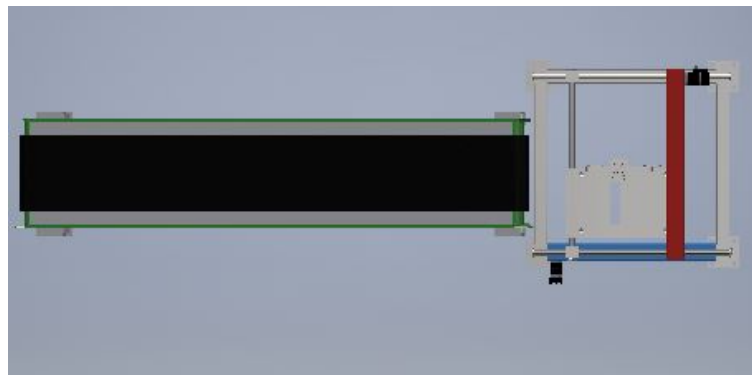


Figura 68: Análisis de esfuerzo para la máquina

Finalmente, en las figuras a continuación se muestra la máquina terminada. Incluyendo todos los componentes que la conforman: banda de entrada de producto, el módulo de volteo, las fajas y poleas utilizadas, el sensor fotoeléctrico, los servomotores y todos los elementos de unión permanente y no permanente.



(a) Vista lateral general apoyo



(b) Vista superior general

Figura 69: Vistas de la máquina

- Se diseñó una máquina adaptable para productos de 7g a 2Kg con dimensiones mínimas de 108 mm x 135 mm y un máximo de 198 mm x 345 mm
- El movimiento en las coordenadas (X,Y) se da a través de la configuración XX'-YY' de los sistemas gantry la junta biaxial de la impresora repemaker
- Esta máquina podrá ser construida en el futuro gracias a que se dispone los planos para el maquinado de las piezas
- Se optimizó el ordenamiento de bolsas a través de un mecanismo de volteo y movimiento biaxial
- Para la entrada de la máquina es utilizada una banda transportadora tipo 'C' de la marca Hytrol
- Como medida de seguridad fueron cubiertas las bandas de sincronización y se dio una altura considerable a la estructura para evitar daños a los trabajadores
- Tal y como se muestra en los análisis de esfuerzos hechos en inventor la máquina puede operar adecuadamente en las condiciones de trabajo
- Cada uno de los sensores y actuadores fueron seleccionados bajo un criterio y explicado el porqué se requieren
- La banda de entrada de producto fue seleccionada usando proveedores guatemaltecos

Recomendaciones

- Definir un esquema de trabajo adecuado para solución del problema.
- Seleccionar actuadores, perfiles, elementos de sujeción, etc. que sean fáciles de encontrar en el país donde se hace el proyecto.
- Buscar la forma de simplificar la solución y de explicar claramente todo el proceso.
- Determinar la ubicación óptica del sensor fotoeléctrico para la detección eficiente del producto.
- Investigar soluciones más baratas que el sensor fotoeléctrico.
- Idear una manera de hacer ajustable la altura de la máquina manteniendo para adaptarse a otras situaciones.
- Determinar otras medidas que pueden tomarse para hacer más segura la máquina.

-
-
- [1] S. transilon, *bandas de transporte y procesamiento*. forbo movement systems, ago. de 2011.
 - [2] J. R. Lozano, *Diseño de elementos flexibles para la transmisión de potencia mecánica mediante el uso de la computadora*, ene. de 2000. dirección: <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/3909>.
 - [3] M. G. López, “Diseño de ordenador matricial y selección de transporte para envases de insecticida agroquímico en un sistema de embalaje”, Tesis doct., 2017.
 - [4] R. G. Budynas, E. M. M. Jesús y J. K. Nisbett, *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, novena edición*. McGraw-Hill Interamericana, 2012.
 - [5] S. M. Gómez, *Fabricación por arranque de viruta*, 2012. dirección: https://books.google.es/books/about/Fabricaci%C3%B3n_por_arranque_de_viruta.html?id=NzDJqMyS9WkC.
 - [6] F. Planes, *El tubo cuadrado: características, fabricación, corte y uso*, dic. de 2017. dirección: <https://ferrosplanes.com/tubo-cuadrado-caracteristicas-fabricacion-corte-uso/>.
 - [7] A. H. de México, *Normas y características a las que se sujetan los aceros fabricados por Altos Hornos de México*, oct. de 2017.
 - [8] C. S. Steel, *FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE*, sep. de 2016.
 - [9] B. R. AG, *Linear bushings*, 2015.
 - [10] D. Collins, *XY tables: How they differ from Cartesian and gantry systems*, ago. de 2017. dirección: <https://www.linearmotiontips.com/xy-tables-how-do-they-differ-from-cartesian-and-gantry-systems/>.
 - [11] E. A. Division, *High Speed Automation*, feb. de 2001.
 - [12] S. A. Creus, *Neumática e hidráulica*. Marcombo, 2007.
 - [13] Autonics, *Sensores Fotoeléctricos*, jul. de 2013.

11.1. Fichas técnicas de los materiales



FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE		SERIE 300	
		Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno
DESIGNACIÓN	TIPO AISI	304	316
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10.5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD) (g/cm³)	7.9	7.95 - 7.98
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (N/mm²)	193,000	193,000
	ESTRUCTURA	AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO
	CALOR ESPECÍFICO A 20C (J/Kg K)	500	500
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C (W/m K)	15 / 16	15 / 16
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C (x 10⁶ C⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5
	INTERVALO DE FUSIÓN (C)	1398/1454	1371/1398
	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO	AMAGNÉTICO	AMAGNÉTICO
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C (µΩm)	0.72 - 0.73	0.73 - 0.74
	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	130150 / 180330	130185 / -
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	7088 / 1035	7085 / -
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO Rm (N/mm²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO Rp (N/mm²)	210 / 230	205410 / -
	ELONGACIÓN (A5) MIN (%)	≥ 45	≥ 45
	RESILIENCIA KCVL / KVL (J/cm²)	160 / 180	160 / 180
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD RP(0.2) A 300C/400C/500C (N/mm²)	125 / 97 / 93	140 / 125 / 105
	RP(1) A 300C/400C/500C (N/mm²)	147 / 127 / 107	166 / 147 / 127
TRATAMIENT. TÉRMICOS	LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C σ1/10⁹t (N/mm²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9	82 / 62 / 20 / 6.5
	RECOCIDO COMPLETO RECOCIDO INDUSTRIAL (OC)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120
	TEMPERADO	NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE
OTRAS PROPIEDADES	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL (C)	1200 / 925	1200 / 925
	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE	925 / 840	925 / 840
OTRAS PROPIEDADES	SOLDABILIDAD	MUY BUENA	MUY BUENA
	MÁQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112	45%	45%
	EMBUTICIÓN	MUY BUENA	BUENA

* Son aceptables tolerancias de un 1%

PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304

APLICACIONES

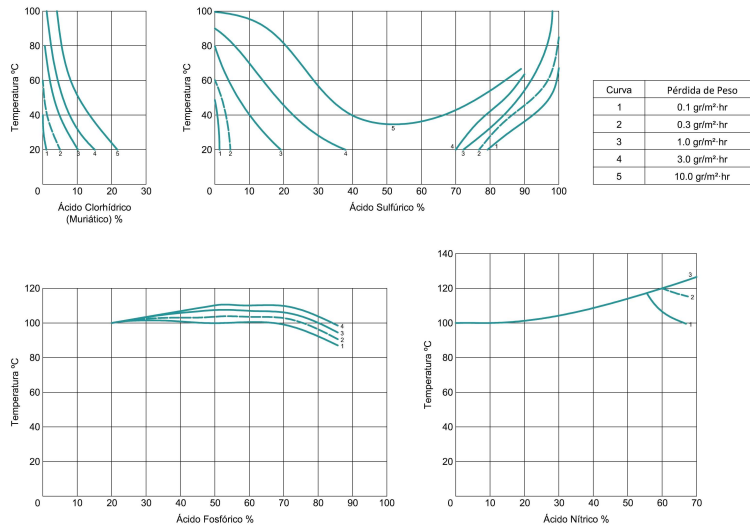
Debido a su buena resistencia a la corrosión, conformado en frío y soldabilidad, este acero es usado extensivamente para arquitectura, industria automotriz y para la fabricación de utensilios domésticos. Además es utilizado en la construcción de estructuras y/o contenedores para las industrias procesadoras de alimentación y para la industria química de producción del nitrógeno.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO AISI 304

Acero inoxidable austenítico, aleado con cromo, níquel y bajo contenido de carbono que presenta una buena resistencia a la corrosión. No requiere un tratamiento posterior al proceso de soldadura; tiene propiedades para embutido profundo, no es templeable ni magnético. Puede ser fácilmente trabajado en frío (por ejemplo doblado, cilindrado, embutido profundo, etc.) Sin embargo, el alto grado de endurecimiento que alcanza por trabajo en frío, comparado con aceros de baja aleación, hacen requerir de mayores esfuerzos para su proceso de conformado.

Resistencia a la corrosión

En los diagramas se observan las pérdidas de peso, determinadas experimentalmente para diferentes probetas atacadas con concentraciones variables para distintos ácidos en función de la temperatura. Las curvas representan la pérdida de peso de 0.1, 0.3, 1.0, 3.0 y 10.0 gr/m²·hr. Generalmente, una pérdida de peso de 0.3 gr/m²·hr (línea segmentada) se considera en el límite tolerable de un acero inoxidable.



Ternium Placa A36

Descripción

Placa de Acero al Carbón, Rolada en Caliente sin decapar, Calidad Estructural.

Composición Química (ASTM A36/A36M-08)

Elemento	Mínimo	Máximo
C ⁽²⁾	---	0.260%
Mn ^{(1), (2)}	---	---
P	---	0.04%
S	---	0.05%
Si ⁽¹⁾	---	0.40%
Cu ⁽³⁾	0.200%	---

(1) El contenido de Manganeso de 0.85 – 1.35% y el contenido de Silicio de 0.15 – 0.40% será requerido para placas de espesor mayor a 75mm o con más de 634 Kg/m.

(2) Para cada reducción de 0.01% debajo de lo especificado como máximo de Carbono, se permite un incremento de 0.06% de Manganeso sobre el máximo especificado, hasta un máximo de 1.35%.

(3) Valor mínimo cuando es especificado el nivel de Cobre.

Propiedades Mecánicas (ASTM A36/A36M-08)

Propiedad		ksi	MPa
Límite Elástico (Yield Strength)	Min	36	250
	Max	---	---
Resistencia a la Tensión (Tensile Strength)	Min	58	400
	Max	80	550
Elongación en 200 mm (%) ⁽⁴⁾	Min	20	---
	Max	---	---
Elongación en 50 mm (%) ⁽⁴⁾	Min	23	---
	Max	---	---

(4) Para placas de ancho mayor a 600mm, los requerimientos de elongación se reduce en dos puntos porcentuales.

(5) La orientación de las piezas para prueba deberán ser acorde a ASTM A6

Tabla de Rango Dimensional, Espesores y Pesos

Espesor		Ancho			Largo		Peso aprox.
mm	plg	pies	plg	m	pies	m	Kg/mt lineal
6.4	1/4	6	72	183	20	6.1	912
7.9	5/16	6	72	183	20	6.1	114.1
9.5	3/8	6	72	183	20	6.1	136.9
12.7	1/2	6	72	183	20	6.1	182.4
15.9	5/8	6	72	183	20	6.1	228.1
15.9	5/8	8	96	2.44	20	6.1	303.9
19.1	3/4	6	72	183	20	6.1	273.7
19.1	3/4	8	96	2.44	20	6.1	364.6
25.4	1	6	72	183	20	6.1	364.9
25.4	1	8	96	2.44	20	6.1	486.1

* Para dimensiones diferentes a las mostradas, favor de contactar a su ejecutivo de ventas.

Ternium proporciona la siguiente información como respaldo para la aplicación de los productos por lo que no se le podrá hacer responsable del mal uso que se le pudiera dar; se recomienda la asesoría de un ingeniero capacitado que verifique la aplicabilidad de la misma.

Ternium bajo ninguna circunstancia será responsable por la instalación y/o accesorios utilizados para la instalación de(l) el(los) producto(s) comercializados.

Ternium expresamente renuncia a cualquier garantía, expresa o implícita. Al hacer disponible esta información Ternium no esta prestando servicios profesionales y no asume deberes o responsabilidades con respecto a persona alguna que haga uso de dicha información. De igual modo Ternium no será responsable por alguna reclamación, demanda, lesión, pérdida, gasto, costo o responsabilidad de algún tipo que en alguna forma surja de o este conectada con el uso de la información contenida en esta publicación, ya sea o no que tal reclamación, demanda, lesión, pérdida, gasto, costo o responsabilidad resulte directa o indirectamente de alguna acción u omisión de Ternium. Cualquier parte que utilice la información contenida en este manual asume toda la responsabilidad que surja de tal uso.

Puesto que existen riesgos asociados con el manejo, instalación o uso del acero y sus accesorios, recomendamos que las partes involucradas en el manejo, instalación o uso revisen los aspectos de seguridad aplicables, normas y reglamentos de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional y otras agencias de gobierno que tengan jurisdicción sobre tal manejo, instalación o uso y otras publicaciones relevantes de prácticas de construcción.

11.2. Banda transportadora y soportes

C

Cleated Incline Belt Conveyor

The Model C handles bags, boxes, cartons and parts. It may be set at any angle from horizontal to 45° for various uses, including floor-to-floor conveying and the transportation of materials from building to truck or box car.

- 4 Belt Widths
- Reversible
- Cleated Roughtop Belt
- Gravity Conveyor Brackets
- Pop-out Roller
- Undertrussed Bed
- Adjustable MS-Type Floor Supports Available

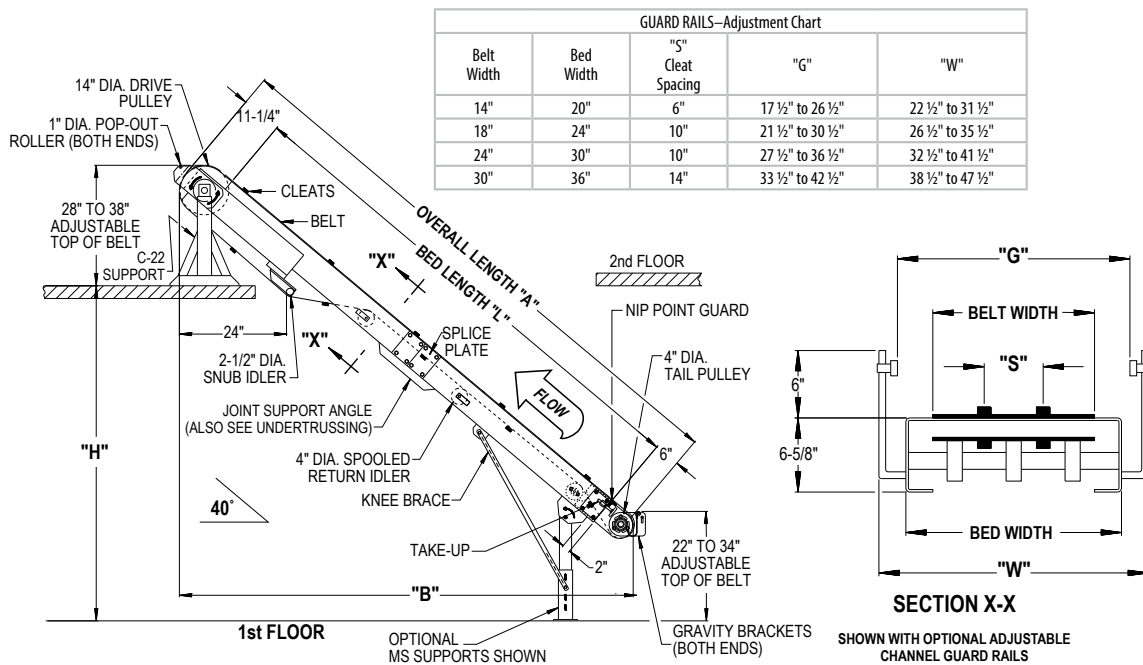


Conveyor shown with optional floor supports

HYTROL CONVEYOR COMPANY, INC.

SIZE TO ORDER Overall Length "A"	Bed Length "L"	"H" @ 40° Infeed @ 30° Discharge @ 30°	"B" @ 40°	14" Belt		18" Belt		24" Belt		30" Belt	
				20" Bed		24" Bed		30" Bed		36" Bed	
				Motor HP	Weight (Lbs.)	Motor HP	Weight (Lbs.)	Motor HP	Weight (Lbs.)	Motor HP	Weight (Lbs.)
7'-5"	6'	-	-	¾	385	¾	585	1 ½	770	1 ½	955
9'-5"	8'	-	-	¾	415	¾	640	1 ½	845	1 ½	1050
11'-5"	10'	-	-	¾	435	1 ½	670	1 ½	880	1 ½	1145
13'-5"	12'	8'-6"	11'-0"	¾	450	1 ½	695	1 ½	910	1 ½	1240
15'-5"	14'	9'-9"	12'-6"	¾	500	1 ½	750	1 ½	985	1 ½	1335
17'-5"	16'	11'-0"	13'-0"	¾	545	1 ½	805	1 ½	1060	1 ½	1430
19'-5"	18'	12'-3"	14'-7"	¾	585	1 ½	860	1 ½	1135	1 ½	1525
21'-5"	20'	13'-6"	16'-1"	1 ½	615	1 ½	915	1 ½	1210	1 ½	1620
23'-5"	22'	14'-9"	17'-7"	1 ½	655	1 ½	970	1 ½	1285	1 ½	1715
25'-5"	24'	16'-0"	19'-2"	1 ½	700	1 ½	1025	1 ½	1360	1 ½	1810
27'-5"	26'	17'-3"	20'-8"	1 ½	730	1 ½	1080	1 ½	1430	1 ½	1905
29'-5"	28'	18'-6"	22'-2"	1 ½	755	1 ½	1135	1 ½	1505	1 ½	2000
31'-5"	30'	19'-6"	23'-9"	1 ½	790	1 ½	1190	1 ½	1580	1 ½	2095
33'-5"	32'	21'-0"	25'-3"	1 ½	825	1 ½	1245	1 ½	1650	1 ½	2190
35'-5"	34'	22'-3"	26'-10"	1 ½	860	1 ½	1310	1 ½	1720	1 ½	2285
37'-5"	36'	23'-6"	28'-4"	1 ½	895	1 ½	1375	1 ½	1790	1 ½	2380
39'-5"	38'	24'-9"	29'-10"	1 ½	930	1 ½	1430	1 ½	1860	1 ½	2475
41'-5"	40'	26'-0"	31'-5"	1 ½	965	1 ½	1495	1 ½	1930	1 ½	2570
43'-5"	42'	27'-3"	32'-11"	1 ½	1000	1 ½	1560	1 ½	2000	1 ½	2665
45'-5"	44'	26'-6"	34'-5"	1 ½	1035	1 ½	1625	1 ½	2070	1 ½	2760

All weights in catalog are conveyor weights only. Accessories, crating, etc., are not included.



• STANDARD SPECIFICATIONS

END DRIVE—Located on discharge end of conveyor.

BELT—Black Trackmate 120 Roughtop with PVC cover. Clipper lacing.

CLEATS—Two 1 ½ in. dia. x 1 in. high hardwood cleats, fastened to belt by ¾ in. elevator bolts spaced every 60 in. Can be supplied less cleats. Specify.

BED—6 ½ in. deep x 12 ga. powder painted, formed steel slider bed. Reinforced with ¾ in. pipe which forms sockets for guard rails. Standard 6 ft., 8 ft., and 10 ft. long sections bolt together with splice plates.

UNDERTRUSSED BED—Undertrussing provided on beds from 20 ft. through 40 ft. long. Others supported by either MS type floor supports or ceiling hangers. Unsupported bed joints are reinforced by joint support angles.

INCLINE—Adjustable from horizontal to 45°.

DRIVE PULLEY—14 in. dia. with 1 in. dia. removable shaft for 20 in. wide bed; 1 ¼ in. dia. removable shaft for 24 and 30 in. wide beds. Crowned and fully lagged.

TAIL PULLEY—4 in. dia. with 1 in. dia. shaft at bearing, machine crowned.



SHOWN WITH OPTIONAL LOWER POWERED FEEDER AND SUPPORTS

SNUB IDLER—Adjustable 2 ½ in. dia. pre-lubricated ball bearings.

RETURN IDLER—Adjustable 4 in. dia. spooled idler to provide clearance for cleats. Pre-lubricated ball bearings.

TAKE-UP—Take-ups at tail pulley. Provides 4 in. of belt take-up.

GRAVITY BRACKETS—Adjustable bars with 1 in. dia. pop-out transfer roller to attach wheel or 1 ¾ in. dia. roller conveyor.

BEARINGS—Sealed, pre-lubricated, self-aligning, ball bearings at tail pulley. Re-lube roller bearings on drive pulley.

MOTOR—Energy efficient motor with brake. See chart.

BELT SPEED—Constant 65 FPM.

CAPACITY—See Load Capacity Chart.

FLOOR SUPPORTS—Now supplied as optional equipment.

HP	BELT WIDTHS TO	LIVE LOAD CAPACITY-40° INCLINE @ 65 FPM		
		LENGTHS UP TO		
		20'	30'	46'
DISTRIBUTED LOAD (LBS.)				
¾	14"	250	240	230
	18"	245	235	220
	24"	240	225	205
	30"	235	220	190
1 ½	14"	520	515	500
	18"	515	505	490
	24"	510	495	475
	30"	505	490	460

• OPTIONAL EQUIPMENT

FLOOR SUPPORTS—MS Type floor supports are available with a wide range of adjustment. Specify top of belt or roller elevation. One support required at every bed joint and ends of conveyor. Holes in feet for lagging to floor. Knee braces recommended above MS-3 support.

BELT—Brown Polymate Roughtop w/Nitrile cover.

BELT SPEED—Other constant speeds available, contact factory.

*NOTE: Capacity affected with speed change.

GUARD RAILS—Adjustable Universal Channel Guard Rail.

LOWER POWERED FEEDER—Chain type driven from pulley of inclined conveyor. NOTE: Conveyor tail pulley is used for belt take-up. When belt tension is adjusted, feeder will have to be moved along with the take-up. NOTE: Capacity affected with this option.

PULLEYS—6 in. dia. tail pulley with 1 ¾ in. dia. shaft at bearing.

FLOOR SUPPORTS—Infeed end (MS type) heights other than standard available, specify elevation. Discharge end (C-22) higher than standard to 48 in., specify elevation.

CEILING HANGERS—½ in. dia. x 8 ft. long unplated rods fully threaded. Other lengths and galvanized rods available.

REMOTE SWITCH CONTROL—Rod running length of conveyor to operate reverse drum switch from both ends. Switch regularly furnished on left side, looking up with drive at top. Specify if required on other side.

MOTORS—1 ½ HP maximum.

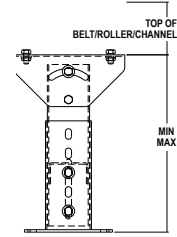
CONVEYING SPEED—Speeds other than 65 FPM will require gear box change (contact factory).

ELECTRICAL CONTROLS—One direction manual start switch, reverse drum switch, non-reversing and reversible magnetic starters, push button stations. AC variable frequency drive.

FLOOR SUPPORTS AND CASTERS

STATIONARY FLOOR SUPPORTS MS, LS, RS, & HS TYPES

- 1) Select support type. Refer to standard specifications on appropriate catalog page per model. RS, LS & MS supports rated for 1500 lbs. maximum. HS rated for 4000 lbs. maximum.
- 2) Model chart will list top of belt/roller/channel for each model.
- 3) Add the dimension shown to the appropriate minimum and maximum elevation from the coordinating floor support chart to the right. This will give you the elevation adjustment for model selected.



Contact Stockyard for available supports.

Example: Model TA uses MS type supports per the specifications on page 5 of this catalog. On the TA model support chart below the dimension is 4 1/8". The chart to the right shows MS-6 support minimum and maximum elevations to be 23 1/16" to 35 1/16". When the 4 1/8" dimension is added to the minimum and maximum elevations, total elevations on a Model TA with MS-6 supports is 27 3/4" to 39 3/4".

MODELS	Top of Roller
SSR, SSRC, SSRS, Ball Transfer In SSR	2 3/4"
SW, SWC, SWS, Ball Transfer In SW	2 13/16"
138-NSP, NSPC, NSPS, NSPSS, 138-NSPEZ	9 3/4"
138-ACC, LRC, LRS, LRSS	6 3/4"

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
LSL-1	2	3	LS-05	19 15/16"	25 15/16"
LSL-2	3	4 3/4"	LS-06	23 15/16"	35 15/16"
LSL-3	4 3/4"	7 3/8"	LS-07	33 15/16"	45 15/16"
LS-01	7 3/16"	9 1/16"	LS-08	45 15/16"	57 15/16"
LS-01.2	8 3/16"	10 1/16"	LS-09	57 15/16"	69 15/16"
LS-01.4	9 3/16"	11 1/16"	LS-10	69 15/16"	81 15/16"
LS-02	10 3/16"	13 3/16"	LS-11	79 15/16"	91 15/16"
LS-03	12 15/16"	15 3/16"	LS-12	91 15/16"	103 15/16"
LS-04	15 15/16"	21 3/16"			

MODELS	Top of Roller
138 NSP Drive	9 3/4"
138 NSPEZ Drive	9 3/4"

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
LSN-01	12 3/16"	13 15/16"	LSN-06	28 11/16"	40 11/16"
LSN-01.2	13 3/16"	14 15/16"	LSN-07	38 11/16"	50 11/16"
LSN-01.4	14 3/16"	15 15/16"	LSN-08	50 11/16"	62 11/16"
LSN-02	15 3/16"	18 3/8"	LSN-09	62 11/16"	74 11/16"
LSN-03	17 13/16"	20 11/16"	LSN-10	74 11/16"	86 11/16"
LSN-04	20 11/16"	26 11/16"	LSN-11	84 11/16"	96 11/16"
LSN-05	24 11/16"	30 11/16"	LSN-12	96 11/16"	108 11/16"

MODELS	Top of Belt or Roller
20-CR, CRC, CRS, CRSS, 19/20-SR, SRC, SRS, Ball Transfer	3 3/4"
TR	4 1/4"
TA	4 1/8"
TL, 190-LR, 190-ACC, LRC, LRS, LRSS, 190-ACZ, ABEZ-Intermediate, C, PC, R-Gear Red, Drive	6 3/4"
199-CRR, CRRC	3 3/4"
TH	5 13/16"
SB, RB	6 7/8"
RB-8" End Drive	10 3/8"
SBI, RBI	7 1/16"
190-NSP, NSPC, NSPS, NSPSS, 190-NSPEZ, NSPEZC	9 3/4"
SC-Intermediate	6 13/16"
SC-Diverter, Center Leg	16 1/16"
PSB, PSBC	7 3/4"
TW	7 3/8"
CCEZ, CCAC	10 1/8"
Prosport Induction	6 7/8"
GAPPER, GAPPER L - INT/TAIL	6 7/8"
GAPPER, GAPPER L - DRIVE MODULE	19 3/8"
190 PREZ	4 3/4"
190 PREZC	4 3/4"
ART	8
199-CREZD	3 3/4"
CRB	4 1/8"

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
MSL-1	2	3	MS-05	19 5/8"	25 5/8"
MSL-2	3	4 3/4"	MS-06	23 5/8"	35 5/8"
MSL-3	4 3/4"	7 3/8"	MS-07	33 5/8"	45 5/8"
MS-01	7	8 3/4"	MS-08	45 5/8"	57 5/8"
MS-01.2	8	9 3/4"	MS-09	57 5/8"	69 5/8"
MS-01.4	9	10 3/4"	MS-10	69 5/8"	81 5/8"
MS-02	10	13	MS-11	79 5/8"	91 5/8"
MS-03	12 3/8"	15 5/8"	MS-12	91 5/8"	103 5/8"
MS-04	15 5/8"	21 3/8"			

MODELS	Top of Belt
TA-8" END DRIVE; TL-8" END DRIVE, CRB	6 1/4"

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
MSD-0-10	3 3/4"	3 3/4"	MSD-03	15 13/16"	18 13/16"
MSD-0-11	4 3/4"	4 3/4"	MSD-04	18 13/16"	24 13/16"
MSD-0-12	5 3/4"	5 3/4"	MSD-05	22 13/16"	28 13/16"
MSD-0-13	6 3/4"	6 3/4"	MSD-06	26 13/16"	38 13/16"
MSD-0-14	7 3/4"	7 3/4"	MSD-07	36 13/16"	48 13/16"
MSD-0-15	8 3/4"	8 3/4"	MSD-08	48 13/16"	60 13/16"
MSD-0-16	9 3/4"	9 3/4"	MSD-09	60 13/16"	72 13/16"
MSD-01	10 3/16"	12 1/16"	MSD-10	72 13/16"	84 13/16"
MSD-01.2	11 3/16"	13 1/16"	MSD-11	82 13/16"	94 13/16"
MSD-01.4	12 3/16"	14 1/16"	MSD-12	94 13/16"	106 13/16"
MSD-02	13 3/16"	16 1/16"			

FLOOR SUPPORTS AND CASTERS

MODELS	Top of Belt
190 NSP, NSPEZ	9 ¾

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
MSN-01	7	8 ¾	MSN-06	23 15/16	35 15/16
MSN-01.2	8	9 ¾	MSN-07	33 15/16	45 15/16
MSN-01.4	9	10 ¾	MSN-08	45 15/16	57 15/16
MSN-02	10	13	MSN-09	57 15/16	69 15/16
MSN-03	12 15/16	15 15/16	MSN-10	69 15/16	81 15/16
MSN-04	15 15/16	21 15/16	MSN-11	79 15/16	91 15/16
MSN-05	19 15/16	25 15/16	MSN-12	91 15/16	103 15/16

MODELS	Top of Roller
25 / 26 SR, SRC - SET LOW	3 ¼
25 / 26 SR, SRC, SRS - SET HIGH	4 ¾
35 SR - SET LOW	4 ¼
35 SR - SET HIGH	4 ¾
25 / 26 CRR, CRRCT	4 ¾
PLEZD	8

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
HSL-01		½	HS-05	16 ¾	19 ¾
HSL-02		½	HS-06	19 ¾	25 ¾
HSL-03		½	HS-07	25 ¾	31 ¾
HSL-04	½	2 ¼	HS-08	31 ¾	43 ¾
HSL-05	2 ¼	6 ½	HS-09	43 ¾	55 ¾
HS-01	6 ¾	7 ¾	HS-10	55 ¾	67 ¾
HS-02	7 ¾	10 ¾	HS-11	67 ¾	79 ¾
HS-03	10 ¾	13 ¾	HS-12	79 ¾	91 ¾
HS-04	13 ¾	16 ¾			

MODELS	Top of Roller
25 - CREZD	4 ¾
25 / 26 CRR, CRRCT	4 ¾

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
HSN-01	6 ¾	7 ¾	HSN-07	25 ¾	31 ¾
HSN-02	7 ¾	10 ¾	HSN-08	31 ¾	43 ¾
HSN-03	10 ¾	13 ¾	HSN-09	43 ¾	55 ¾
HSN-04	13 ¾	16 ¾	HSN-10	55 ¾	67 ¾
HSN-05	16 ¾	19 ¾	HSN-11	67 ¾	79 ¾
HSN-06	19 ¾	25 ¾	HSN-12	79 ¾	91 ¾

MODELS	Top of Belt
WC-DRIVE	8 ¾
WC-TAIL	5 ¾
138 / 190 ACC GATES (SPRING BALANCED)	9 ½
19 / 20 GATES (GAS SPRING)	12 ¾
138 / SW GATES (SPRING BALANCED)	3 ¾
19 / 20 GATES (SPRING BALANCED)	4 ¾

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
RS-01	6 ¾	8 ¾	RS-06	22 15/16	34 15/16
RS-01.2	7 ¾	9 ¾	RS-07	32 15/16	44 15/16
RS-01.4	8 ¾	10 ¾	RS-08	44 15/16	56 15/16
RS-02	9 ¾	12 ¾	RS-09	56 15/16	68 15/16
RS-03	11 15/16	14 15/16	RS-10	68 15/16	80 15/16
RS-04	14 15/16	20 15/16	RS-11	78 15/16	90 15/16
RS-05	18 15/16	24 15/16	RS-12	90 15/16	102 15/16

MODELS	Top of Belt
PCA	2 ¾

OVERHEAD DRIVE

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
PCAS-01	6 ¾	8 ¾	PCAS-06	22 15/16	34 15/16
PCAS-01.2	7 ¾	9 ¾	PCAS-07	32 15/16	44 15/16
PCAS-01.4	8 ¾	10 ¾	PCAS-08	44 15/16	56 15/16
PCAS-02	9 ¾	12 ¾	PCAS-09	56 15/16	68 15/16
PCAS-03	11 15/16	14 15/16	PCAS-10	68 15/16	80 15/16
PCAS-04	14 15/16	20 15/16	PCAS-11	78 15/16	90 15/16
PCAS-05	18 15/16	24 15/16	PCAS-12	90 15/16	102 15/16

UNDERSIDE DRIVE

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
PCASU-04	14 15/16	20 15/16	PCASU-09	56 15/16	68 15/16
PCASU-05	18 15/16	24 15/16	PCASU-10	68 15/16	80 15/16
PCASU-06	22 15/16	34 15/16	PCASU-11	78 15/16	90 15/16
PCASU-07	32 15/16	44 15/16	PCASU-12	90 15/16	102 15/16
PCASU-08	44 15/16	56 15/16			

MODELS	Top of Channel
PCH	8 ¾

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
PCHS-01	6 ¾	7 ¾	PCHS-07	25 ¾	31 ¾
PCHS-02	7 ¾	10 ¾	PCHS-08	31 ¾	43 ¾
PCHS-03	10 ¾	13 ¾	PCHS-09	43 ¾	55 ¾
PCHS-04	13 ¾	16 ¾	PCHS-10	55 ¾	67 ¾
PCHS-05	16 ¾	19 ¾	PCHS-11	67 ¾	79 ¾
PCHS-06	19 ¾	25 ¾	PCHS-12	79 ¾	91 ¾

MODELS	Top of Side Channel
PCX	7 ¼

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
PCXSL-01	2	3	PCXS-05	19 ¾	25 ¾
PCXSL-02	3	4 ¾	PCXS-06	23 ¾	35 ¾
PCXSL-03	4 ¾	7 ¾	PCXS-07	33 ¾	45 ¾
PCXS-01	7	8 ¾	PCXS-08	45 ¾	57 ¾
PCXS-01.2	8	9 ¾	PCXS-09	57 ¾	69 ¾
PCXS-01.4	9	10 ¾	PCXS-10	69 ¾	81 ¾
PCXS-02	10	13	PCXS-11	79 ¾	91 ¾
PCXS-03	12 ¾	15 ¾	PCXS-12	91 ¾	103 ¾
PCXS-04	15 ¾	21 ¾			



FLOOR SUPPORTS AND CASTERS

MODELS	Top of Belt
PROSORT 400 - DRIVE	38 ½
PROSORT 400 - INTER / TAIL	21 ½
PROSORT 400 - INDUCTION DRIVE	17 ¾
PROSORT 400 - INDUCTION	6 ¾
PROSORT 100 - DRIVE	29 ¾
PROSORT 100 - DRIVE (Low Elev. 75' Lq or Less)	19 ¾
PROSORT 100 - INTER / TAIL	14 ¾
PROSORT 100 - INDUCTION DRIVE	6 ¾
EXPRESSWAY	8 ¾

Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
MHS-01	6 ¾	7 ¾	MHS-07	25 ¾	31 ¾
MHS-02	7 ¾	10 ¾	MHS-08	31 ¾	43 ¾
MHS-03	10 ¾	13 ¾	MHS-09	43 ¾	55 ¾
MHS-04	13 ¾	16 ¾	MHS-10	55 ¾	67 ¾
MHS-05	16 ¾	19 ¾	MHS-11	67 ¾	79 ¾
MHS-06	19 ¾	25 ¾	MHS-12	79 ¾	91 ¾

MODELS	Top of Roller
25 LRA	—
25 LREZ	—

INTERMEDIATE		DRIVE AND TAIL	
Support	NON-Adj.	Support	NON-Adj.
LRA5-12	12	—	12
LRA5-13	13	LRA5-13	13
LRA5-14	14	LRA5-14	14
LRA5-15	15	LRA5-15	15
LRA5-16	16	LRA5-16	16
LRA5-17	17	LRA5-17	17
LRA5-18	18	LRA5-18	18
LRA5-19	19	LRA5-19	19
LRA5-20	20	LRA5-20	20
LRA5-21	21	LRA5-21	21
LRA5-22	22	LRA5-22	22
LRA5-23	23	LRA5-23	23
LRA5-24	24	LRA5-24	24
LRA5-25	25	LRA5-25	25
LRA5-26	26	LRA5-26	26
LRA5-27	27	LRA5-27	27
LRA5-28	28	LRA5-28	28
LRA5-29	29	LRA5-29	29
LRA5-30	30	LRA5-30	30

MODELS	Top of Chain
DC-60	—
DCEZ-60	—
DC-63	—
DCEZ-63	—
DC-82	—
DCEZ-82	—
DC-83	—
DCEZ-83	—

INTERMEDIATE / TAIL			INTERMEDIATE / TAIL			DRIVE AND TAIL		
Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
DCS-01	11	12	DC35-01	11	12	---	---	---
DCS-02	13	15	DC35-02	13	15	---	---	---
DCS-03	15	17	DC35-03	15	17	DCDS-03	16	18
DCS-04	17	19	DC35-04	17	19	DCDS-04	17	19
DCS-05	19	21	DC35-05	19	21	DCDS-05	19	21
DCS-06	21	23	DC35-06	21	23	DCDS-06	21	23
DCS-07	23	25	DC35-07	23	25	DCDS-07	23	25
DCS-08	25	27	DC35-08	25	27	DCDS-08	25	27
DCS-09	27	29	DC35-09	27	29	DCDS-09	27	29
DCS-10	29	31	DC35-10	29	31	DCDS-10	29	31

MODELS	Top of Slat
SL	—

Support	NON-Adj.	Support	NON-Adj.
SLS-25	25	SLS-25	25
SLS-26	26	SLS-26	26
SLS-27	27	SLS-27	27
SLS-28	28	SLS-28	28
SLS-29	29	SLS-29	29
SLS-30	30	SLS-30	30
SLS-31	31	SLS-31	31
SLS-32	32	SLS-32	32
SLS-33	33	SLS-33	33
SLS-34	34	SLS-34	34
SLS-35	35	SLS-35	35
SLS-36	36	SLS-36	36
SLS-37	37	SLS-37	37
SLS-38	38	SLS-38	38
SLS-39	39	SLS-39	39
SLS-40	40	SLS-40	40
SLS-41	41	SLS-41	41
SLS-42	42	SLS-42	42

MODELS	Top of Roller
36 CRRH-36-CREZD	5 ¾
36 SR -Set High	5 ¾
36 SR -Set Low	4 ¾

Support	NON-Adj.	Support	NON-Adj.
HSF-09	4	HSF-20	14 ¾
HSF-10	4 ¾	HSF-21	15 ¾
HSF-11	5 ¾	HSF-22	16 ¾
HSF-12	6 ¾	HSF-23	17 ¾
HSF-13	7 ¾	HSF-24	18 ¾
HSF-14	8 ¾	HSF-25	19 ¾
HSF-15	9 ¾	HSF-26	20 ¾
HSF-16	10 ¾	HSF-27	21 ¾
HSF-17	11 ¾	HSF-28	22 ¾
HSF-18	12 ¾	HSF-29	23 ¾
HSF-19	13 ¾	HSF-30	24 ¾



FLOOR SUPPORTS AND CASTERS

MODELS	Top of Chain
CT-3000	12
CT-4000	14

Support	NON-ADJ.
CTS-01	1
CTS-02	2
CTS-03	3
CTS-04	4
CTS-05	5
CTS-06	6

MODELS	Top of Belt/Roller/Conveyor
A - Drive	11 1/4
A - Tail	4 1/2

DRIVE			DRIVE AND TAIL		
Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
RSAD-01	15	16 7/16	MSAT-01	11 1/2	13 1/4
RSAD-02	16 7/16	17 7/8	MSAT-02	12 1/2	14 1/4
RSAD-03	17 11/16	19 7/8	MSAT-03	13 1/2	15 3/4
RSAD-04	18 3/16	20 7/8	MSAT-04	14 1/2	17 1/2
RSAD-05	19 13/16	21 7/8	MSAT-05	17 1/8	20 1/8
RSAD-06	20 11/16	23 11/16	MSAT-06	20 1/8	26 1/8
RSAD-07	23 3/16	26 3/16	MSAT-07	24 1/8	30 1/8
RSAD-08	26 3/16	32 3/16	MSAT-08	28 1/8	40 1/8
RSAD-09	30 3/16	36 3/16	MSAT-09	38 1/8	50 1/8
RSAD-10	34 3/16	46 3/16	MSAT-10	50 1/8	62 1/8
RSAD-11	44 3/16	56 3/16	MSAT-11	62 1/8	74 1/8
RSAD-12	56 3/16	68 3/16	MSAT-12	74 1/8	86 1/8
RSAD-13	68 3/16	80 3/16	MSAT-13	84 1/8	96 1/8
RSAD-14	80 3/16	92 3/16	MSAT-14	96 1/8	108 1/8
RSAD-15	90 3/16	102 3/16	—	—	—
RSAD-16	102 3/16	114 3/16	—	—	—

MODELS	Top of Belt/Roller/Conveyor
R	11 1/4

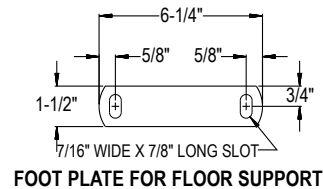
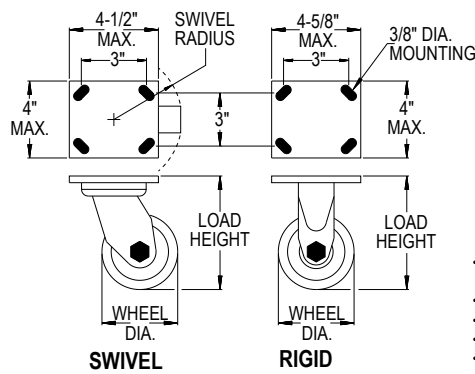
Support	MIN	MAX	Support	MIN	MAX
RSR-01	13 1/8	14 1/8	RSR-09	28 3/16	34 3/16
RSR-02	14 9/16	16	RSR-10	32 3/16	44 3/16
RSR-03	15 13/16	17 1/8	RSR-11	42 3/16	54 3/16
RSR-04	16 13/16	18 1/8	RSR-12	54 3/16	66 3/16
RSR-05	17 13/16	19 1/8	RSR-13	66 3/16	78 3/16
RSR-06	18 13/16	21 13/16	RSR-14	78 3/16	90 3/16
RSR-07	21 3/16	24 3/16	RSR-15	88 3/16	100 3/16
RSR-08	24 3/16	30 3/16	RSR-16	100 3/16	112 3/16

- 4 in. Caster**
- 4 in. dia. steel or rubber wheel
 - Swivel or rigid
 - Load height—5 3/8 in.
 - Swivel radius—3 3/8 in.
 - Available with brakes or floor locks



Caster shown with optional Brake. Available with Swivel Caster only. 4 in. Caster shown.

Casters are easily bolted to conveyor floor supports for portable applications. Steel or rubber wheels available in either rigid or swivel type.



- 6 in. Caster**
- 6 in. dia. steel or rubber wheel
 - Swivel or rigid
 - Load height—7 1/2 in.
 - Swivel radius—5 in.
 - Available with brakes or floor locks



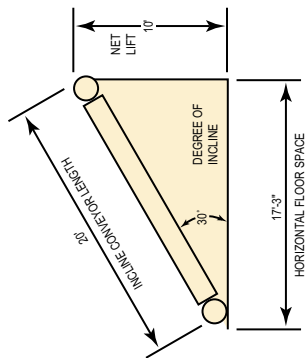
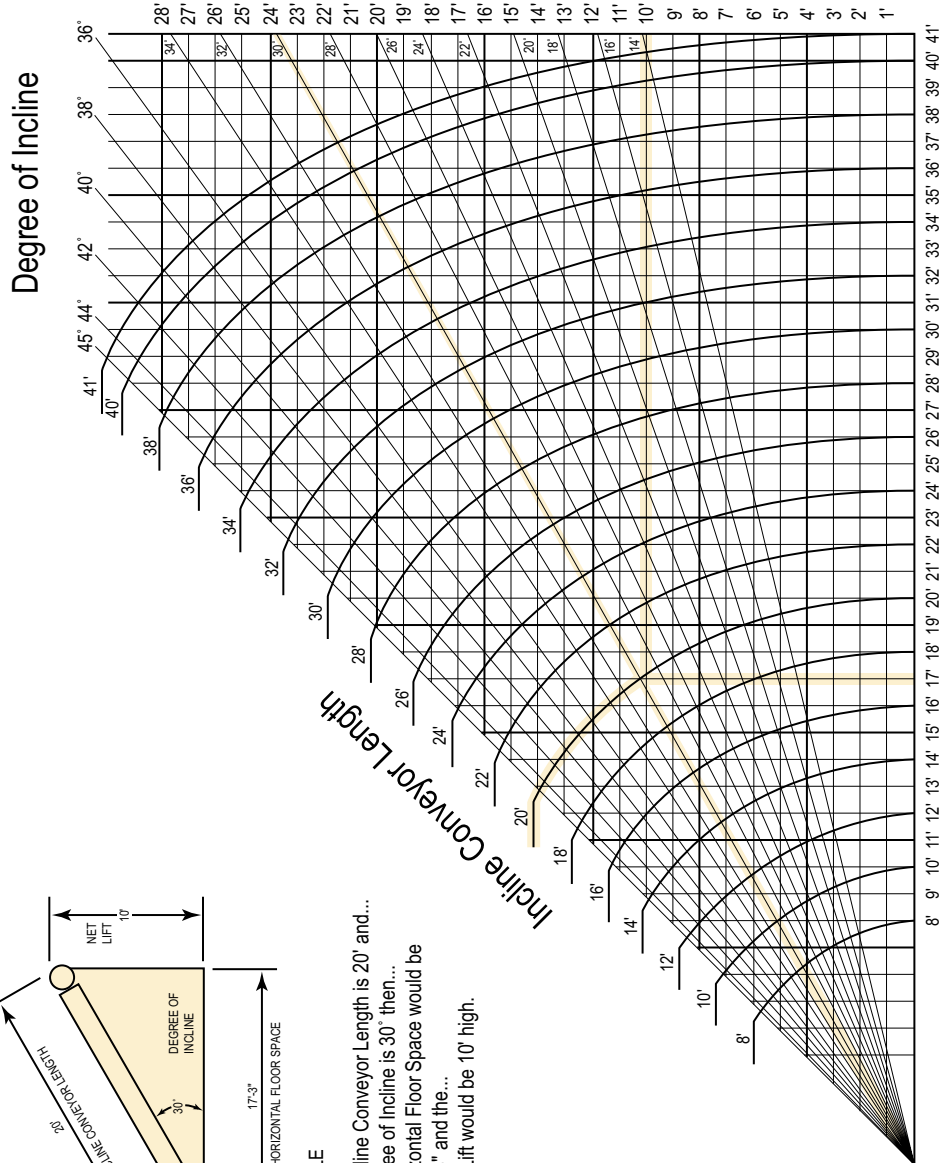
Caster shown with optional Floor Lock.

NOTE: Casters can limit overall capacity of conveyor.

INCLINE LIFT GUIDE

INCLINE LIFT GUIDE POWERED BELT CONVEYORS

Net Lift



EXAMPLE

- A. If Incline Conveyor Length is 20' and...
- B. Degree of Incline is 30° then...
- C. Horizontal Floor Space would be 17'-3" and the...
- D. Net Lift would be 10' high.

Horizontal Floor Space

HYTROL CONVEYOR COMPANY, INC.



11.3. Sensor Fotoeléctrico



data sheet

Photoelektrischer Näherungsschalter Décteur de proximité photoélectrique Photoelectric proximity switch



LR □ - 1180 - 30 □

	Durchmesser Diamètre Diameter	M18	Schaltabstand Portée Operating distance	2'000 mm
Reflexions-Lichtschranken	Cellules à réflexion sur réflecteur	Reflex sensors		
Wichtigste Eigenschaften:	Caractéristiques principales:	Main features:		
– Grosser Schaltabstand: 2'000 mm	– Portée élevée: 2'000 mm	– Long operating distance: 2,000 mm		
– Hohe Schaltfrequenz: 1000 Hz	– Fréquence de commutation élevée: 1000 Hz	– High switching frequency: 1000 Hz		
– Schaltzustands- und Funktionsreserve- anzeige durch 2 eingebaute LEDs. Bei Steckertypen zusätzliche 4-Loch-LED im Stecker	– Affichage de l'état de la sortie et de la réserve de fonctionnement par 2 LEDs. LED supplémentaire à 4 trous pour les types à connecteur	– 2 built-in LEDs for output state and excess light indication. Additional 4-hole LED on connector models		
– Polarisiertes Rotlicht	– Boîtier métallique robuste et court: 50 mm (câble) / 63,5 mm (connecteur)	– Short and robust metal housing: 50 mm (cable) / 63.5 mm (connector)		
– Robustes Metallgehäuse mit kurzer Baulänge: 50 mm (Kabel) / 63,5 mm (Stecker)	– Lumière rouge polarisée visible	– Visible polarized red light		
– Fenster aus Glas	– Fenêtre en verre	– Glass window		
Technische Daten: (gemäss IEC 60947-5-2 / DIN 44030)	Caractéristiques techniques: (selon CEI 60947-5-2 / DIN 44030)	Technical data: (acc. to IEC 60947-5-2 / DIN 44030)		
Bemessungsschaltabstand s_n	Portée nominale s_n	Rated operating distance s_n	2'000 mm	
Hysterese	Hystérèse	Hysteresis	$\leq 10\% s_n$	
Normmessplatte	Cible normalisée	Standard target	Reflekt./reflect./reflect. LXR-0000-084	
Sender (polarisiertes Licht)	Emetteur (lumière polarisée)	Emitter (polarized light)	LED polari. 660 nm rot / rouge / red	
Modulationsfrequenz	Fréquence de modulation	Modulation frequency	15 kHz	
Spannungsbereich U_B	Tension de service U_B	Supply voltage range U_B	10 ... 36 VDC	
Zulässige Restwelligkeit	Ondulation admissible	Max. ripple content	$\leq 20\%$	
Ausgangsstrom	Courant de sortie	Output current	≤ 200 mA	
Spannungsabfall an Ausgängen	Chute de tension aux sorties	Output voltage drop	$\leq 2,0$ V bei / à / at 200 mA	
Leerlaufstrom	Courant hors-charge	No-load supply current	≤ 15 mA	
Sperstrom der Ausgänge	Courant résiduel	Leakage current	$\leq 0,1$ mA	
Schaltfrequenz	Fréquence de commutation	Switching frequency	≤ 1000 Hz	
Schaltzeit	Temps de commutation	Switching time	$\leq 0,5$ msec	
Bereitschaftsverzögerung	Retard à la disponibilité	Time delay before availability	20 msec	
Fremdlichtgrenze Halogenlicht	Lumière ambiante max., halogène	Max. ambient light, halogen	5'000 Lux	
Fremdlichtgrenze Sonnenlicht	Lumière ambiante max., soleil	Max. ambient light, sun	10'000 Lux	
Empfindlichkeitseinstellung	Réglage de la sensibilité	Sensitivity setting	-	
LEDs: Schaltzustand (gelb)	LEDs: état de la sortie (jaune)	LEDs: output state (yellow)	eingebaut / intégrée / built-in	
Funktionsreserve (grün)	réserve de fonctionnement (vert)	excess-gain indication (green)	eingebaut / intégrée / built-in	
Umgebungstemperaturbereich	Plage de température ambiante	Ambient temperature range	-25 ... + 55 °C	
Temperaturkoeffizient von s_n	Dérive en température de s_n	Temperature drift of s_n	0,5 % / °C	
Kurzschlusschutz	Protection contre les courts-circuits	Short-circuit protection	eingebaut / intégrée / built-in	
Verpolungsschutz	Protection contre les inversions	Voltage reversal protection	eingebaut / intégrée / built-in	
Induktionsschutz	Protection contre tensions induites	Induction protection	eingebaut / intégrée / built-in	
Schocken und Schwingen	Chocs et vibrations	Shock and vibration	IEC 60947-5-2 / 7.4	
Leitungslänge	Longueur du câble	Cable length	300 m max.	
Gewicht	Poids	Weight	LRK-... 121 g / LRS-... 53 g	
Schutzart	Indice de protection	Degree of protection	IP 67	
EMV-Schutz:	Protection CEM:	EMC protection:		
IEC 60255-5	CEI 60255-5	IEC 60255-5	1 kV	
IEC 61000-4-2	CEI 61000-4-2	IEC 61000-4-2	Level 2	
IEC 61000-4-3	CEI 61000-4-3	IEC 61000-4-3	Level 3	
IEC 61000-4-4	CEI 61000-4-4	IEC 61000-4-4	Level 3	
Gehäusematerial	Matériau du boîtier	Housing material	Messing verchromt / laiton chromé / chrome-plated brass	
Fenstermaterial	Matériau de la fenêtre	Window material	Glas / verre / glass	
Anschlusskabel (Typ LRK)	Câble de raccordement (type LRK)	Connection cable (model LRK)	PVC 3x0,34mm ² / 7 x 0,25 mm Ø	
Anschlussstecker (Typ LRS)	Type de connecteur (type LRS)	Connector type (model LRS)	S12 4p.	

CONTRINEX AG Industrial Electronics

Phone: 800.894.0412 - Fax: 888.723.4773 - Web: www.clrwr.com - Email: info@clrwr.com

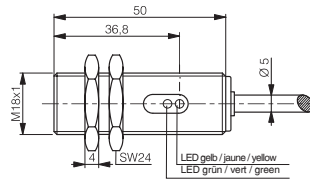
11.4. Sensor Fotoeléctrico



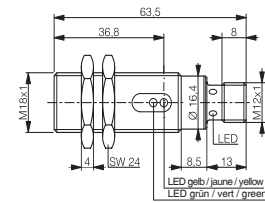
data sheet

Abmessungen / Dimensions / Dimensions:

Diese Zeichnungen lassen sich aus dem Internet (www.contrinex.ch) herunterladen.
 Ces dessins peuvent être téléchargés depuis Internet (www.contrinex.ch).
 These drawings can be downloaded from the Internet (www.contrinex.ch).

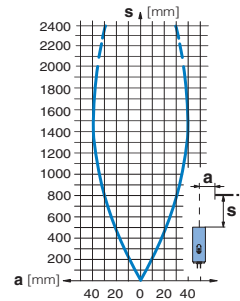


LRK-1180-30#

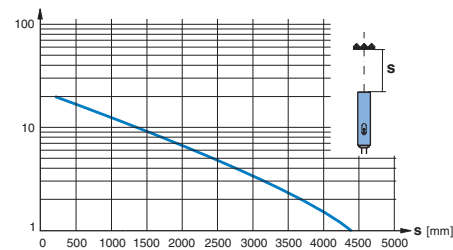


LRS-1180-30#

Ansprechkurve* / Courbe de réponse* / Response diagram*

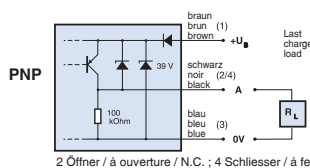


Funktionsreserve* / Réserve de fonctionnement* / Excess gain*

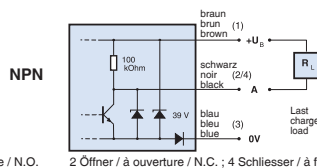


* typische Werte / valeurs typiques / typical values

Anschlussschemen / Schémas de raccordement / Wiring diagrams

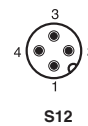


2 Öffner / à ouverture / N.C.; 4 Schliesser / à fermeture / N.O.



2 Öffner / à ouverture / N.C.; 4 Schliesser / à fermeture / N.O.

Steckerbelegung (Gerät) / Attribution des pins (appareil) / Pin assignment (device)



Typenspektrum / Types disponibles / Available types:

Artikelnummer Numéro d'article Part number	Bezeichnung désignation type reference	Schaltung polarité polarity	Anschluss raccordement connection	Ausgänge sorties outputs
620 200 409	LRK-1180-301	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PVC	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 413	LRK-1180-303	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PVC	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 410	LRK-1180-302	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PVC	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)
620 200 414	LRK-1180-304	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PVC	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)
620 200 411	LRS-1180-301	NPN	Stecker / connecteur / connector	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 415	LRS-1180-303	PNP	Stecker / connecteur / connector	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 412	LRS-1180-302	NPN	Stecker / connecteur / connector	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)
620 200 416	LRS-1180-304	PNP	Stecker / connecteur / connector	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)

Der Einsatz dieser Geräte in Anwendungen, wo die **Sicherheit von Personen** von deren Funktion abhängt, ist **unzulässig**. Änderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten. Ces détecteurs **ne peuvent être utilisés** dans des applications où la **protection** ou la **sécurité de personnes** est concernée. Sous réserve de modifications et de possibilités de livraison. These proximity switches **must not be used** in applications where the **safety of people** is dependent on their functioning. Terms of delivery and rights to change design reserved.

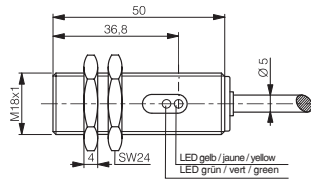
1180_LR.indd / page 2-3 / rev.11/09.05.06/MDM-GS

CONTRINEX AG Industrial Electronics

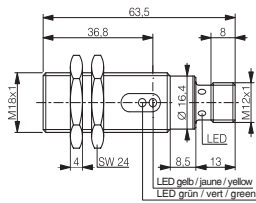
Phone: 800.894.0412 - Fax: 888.723.4773 - Web: www.clrwtr.com - Email: info@clrwtr.com

Abmessungen / Dimensions / Dimensions:

Diese Zeichnungen lassen sich aus dem Internet (www.contrinex.ch) herunterladen.
 Ces dessins peuvent être téléchargés depuis Internet (www.contrinex.ch).
 These drawings can be downloaded from the Internet (www.contrinex.ch).

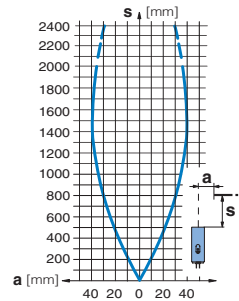


LRK-1180-30#

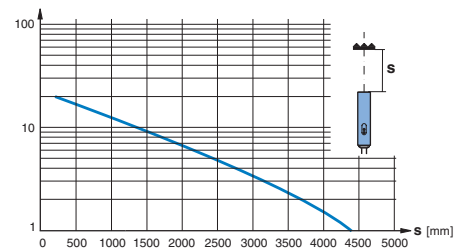


LRS-1180-30#

Ansprechkurve* / Courbe de réponse* / Response diagram*

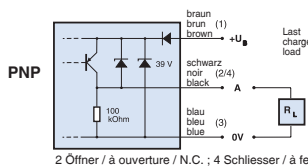


Funktionsreserve* / Réserve de fonctionnement* / Excess gain*

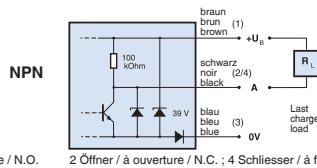


* typische Werte / valeurs typiques / typical values

Anschlussschemen / Schémas de raccordement / Wiring diagrams

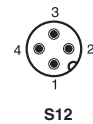


2 Öffner / à ouverture / N.C. ; 4 Schliesser / à fermeture / N.O.



2 Öffner / à ouverture / N.C. ; 4 Schliesser / à fermeture / N.O.

Steckerbelegung (Gerät) / Attribution des pins (appareil) / Pin assignment (device)



Typenspektrum / Types disponibles / Available types:

Artikelnummer Numéro d'article Part number	Bezeichnung désignation type reference	Schaltung polarité polarity	Anschluss raccordement connection	Ausgänge sorties outputs
620 200 409	LRK-1180-301	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PVC	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 413	LRK-1180-303	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PVC	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 410	LRK-1180-302	NPN	Kabel / câble / cable 2 m PVC	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)
620 200 414	LRK-1180-304	PNP	Kabel / câble / cable 2 m PVC	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)
620 200 411	LRS-1180-301	NPN	Stecker / connecteur / connector	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 415	LRS-1180-303	PNP	Stecker / connecteur / connector	hellschaltend / commutation en réception / light-ON (N.C.)
620 200 412	LRS-1180-302	NPN	Stecker / connecteur / connector	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)
620 200 416	LRS-1180-304	PNP	Stecker / connecteur / connector	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON (N.O.)

Der Einsatz dieser Geräte in Anwendungen, wo die **Sicherheit von Personen** von deren Funktion abhängt, ist **unzulässig**. Änderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten. Ces détecteurs **ne peuvent être utilisés** dans des applications où la **protection** ou la **sécurité de personnes** est concernée. Sous réserve de modifications et de possibilités de livraison. These proximity switches **must not be used** in applications where the **safety of people** is dependent on their functioning. Terms of delivery and rights to change design reserved.

11.5. Servo Motor



Datasheet of the integrated stepper motor iST-23xx

IST-23xx Integrated Stepper Motor

Motor + Drive, 18-50VDC, NEMA23, 0.9-2.0Nm



Features

- Integrated compact size for saving mounting space & setup time, and reducing electrical interference
- Anti-Resonance provides optimal torque and nulls mid-range instability
- Motor auto-identification and parameter auto-configuration technology
- Multi-Stepping allows a low resolution step input to produce a higher micro step output
- Smooth motor movement with no vibration
- Input voltage from 18 to 50 VDC (20-36VDC recommended)
- Motor current programmable, from 0.5A to 6.0A. It can also be set via DIP switches.
- 0.9-2.0Nm (126-285oz-in) holding torque stepper motor with NEMA 23 frame size installation
- 15 micro step resolution options via DIP switches; or any value from 200-51,200 (increased by 1) via software configuration
- Soft-start with no “jump” when powered on
- Automatic idle-current reduction (Reduction rate can be software configured)
- Isolated control inputs of Pulse, Direction and Enable
- Pulse input frequency can be 200K or 500K (Software-configured)
- Pulse input mode can be PUL/DIR or CW/CCW (Software-configured)
- Fault outputs to external motion controllers for complete system controls.
- Over voltage and over-current protection

Descriptions

Leadshine's iST-23xx integrated stepper is a NEMA 23 stepper motor integrated with an advanced DSP stepper drive. At very compact size and with all components integrated, the iST-23xx can save mounting space, eliminate motor wiring time, reduce interference, and cut/reduce cable and labor costs. By adopting Leadshine's latest current control technology, the drive of the iST-23xx can drive the stepper motor with high precision, smooth movement, and extra low noise at low speed movement with no obvious resonance area.

Applications

Leadshine's iST-23xx can be used in various applications such as laser cutters, laser markers, high precision X-Y tables, labeling machines, CNC router, etc. Its unique features make the iST-23xx an ideal choice for applications that require both low-speed smoothness and small mounting space.

Specifications

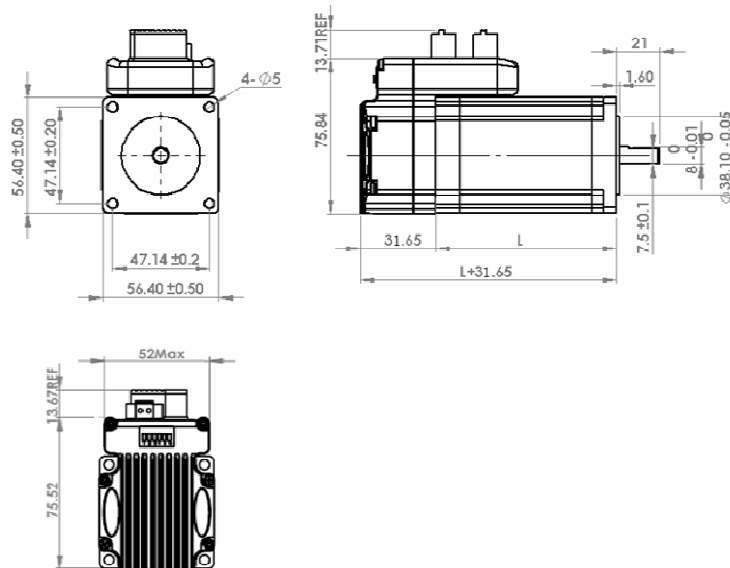
Electrical Specifications of Drive

Parameter	Min	Typical	Max	Unit
Input Voltage	18	36	50	VDC
Output Current	0.5	4.8(Peak)	6.0(Peak)	A
Pulse Input Frequency	0	200	500	kHz
Pulse Voltage	3.3	5	24	V
Logic Signal Current	7	10	16	mA
Isolation Resistance	100	-	-	MΩ

Operating Environment

Cooling	Natural Cooling or Forced cooling	
Operating Environment	Environment	Avoid dust, oil fog and corrosive gases
	Ambient Temperature	0°C — 40°C (32°F — 104°F)
	Humidity	40%RH — 90%RH
	Operating Temperature (Heat Sink)	70°C (158°F) Max
Storage Temperature	-20°C — 65°C (-4°F — 149°F)	

Mechanical Specifications

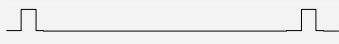



Mechanical Specifications (Continued)

Part Number	Holding Torque	Motor Length (L)	Length of Motor + Drive	Weight
iST-2309	0.9Nm	56mm	87.65mm	0.84kg
iST-2320	2.0Nm	80mm	111.65mm	1.25kg

Protection Indications

The green light turns on when the iST-23xx is powered on and functions normally. In any case that drive protection is activated, the red LED blinks periodically (in every 4 seconds) to indicate the error type. In each blink, red light is on for 0.2 second and then off for 0.3 second.

Priority	Time(s) of Blink	Sequence wave of red LED	Description
1st	1		Over-current protection activated when peak current is greater than 18A
2nd	2		Over-voltage protection activated when drive working voltage is greater than 60±2 VDC

Connectors and Pin Assignment

Leadshine's iST-23xx has three connectors, a connector for power connections, a connector for control signals connections and a connector for RS232 communication connections.

Power Connector			
Pin	Name	I/O	Description
1	+Vdc	I	Power Supply Input (Positive) 20-36VDC recommended, leaving reasonable reservation for voltage fluctuation and back-EMF during deceleration.
2	GND	GND	Power Ground (Negative)

Connectors and Pin Assignment (Continued)

Control Signal Connector			
Pin	Name	I/O	Description
1	PUL+	I	<u>Pulse signal</u> : In single pulse (pulse/direction) mode, this input represents pulse signal, active at each rising or falling edge (software configurable). In double pulse mode (software configurable), this input represents clockwise (CW) pulse, active both at each high level and low level. 4.5-24V for PUL-HIGH, 0-0.5V for PUL-LOW. For reliable response, pulse width should be longer than 2.5 μ s for 200K MAX input frequency or 1 μ s for 500K MAX input frequency.
2	PUL-	I	
3	DIR+	I	<u>Direction Signal</u> : In single-pulse mode, this signal has low/high voltage levels, representing two directions of motor rotation. In double-pulse mode (software configurable), this signal is counter-clock (CCW) pulse, active both at high level and low level. For reliable motion response, DIR signal should be ahead of PUL signal by 5 μ s at least. 4.5-24V for DIR-HIGH, 0-0.5V for DIR-LOW. The motor direction can also be changed by DIP switch S5.
4	DIR-	I	
5	ENA+	I	<u>Enable signal</u> : This signal is used for enabling/disabling the drive board. By default, high level (NPN control signal) for enabling the drive board and low level for disabling the drive board. It is usually left UNCONNECTED (ENABLED) . Please note that the PNP and Differential control signals are on the contrary, namely Low level for enabling. The active level of ENA signal is software configurable.
6	ENA-	I	
7	PED+	-	Not connected.
8	PED-	-	
9	ALM+	O	<u>Alarm Signal</u> : OC output signal, activated when one of the following protection is activated: over-voltage and over current error. They can sink or source MAX 20mA current at 24V. By default, the impedance between ALM+ and ALM- is low for normal operation and becomes high when any protection is activated. The active impedance of alarm signal is software configurable.
10	ALM-	O	

RS232 Communication Connector			
Pin	Name	I/O	Description
1	5V	O	+5V power output (Note: Do not connect it to PC's serial port)
2	Tx	O	RS232 transmit.
3	GND	GND	Ground.
4	Rx	I	RS232 receive.
5	NC	-	Not connected.

Default Current Setting

Default motor current setting of iST-23xx is 4.8A peak and it reduces to 50% automatically 400ms after the last pulse.

DIP Switch Settings

Micro Step Resolution (S1-S4)

Micro step resolution of the iST-23xx can be configured via DIP switch S1-S4 or Leadshine's tuning software ProTuner. When all S1-S4 are at "ON" positions, the drive will take the micro step resolution setting set by the software (4000 by default). In this case, a user can re-configure the resolution to any value between 200 and 512,000 (increased by 1) through software. If any bit of S1-S4 is at "OFF" position, the integrated drive board will take micro step resolution setting determined by bit positions of S1-S4. Use the following table for their resolution settings via the DIP switch.

Micro Step Resolution

Steps/Revolution	S1	S2	S3	S4
Software Configured(Default 400)	On	On	On	On
800	Off	On	On	On
1600	On	Off	On	On
3200	Off	Off	On	On
6400	On	On	Off	On
12800	Off	On	Off	On
25600	On	Off	Off	On
51200	Off	Off	Off	On
1000	On	On	On	Off
2000	Off	On	On	Off
4000	On	Off	On	Off
5000	Off	Off	On	Off
8000	On	On	Off	Off
10000	Off	On	Off	Off
20000	On	Off	Off	Off
40000	Off	Off	Off	Off

Motor Shaft Direction (S5)

DIP switch S5 is used for changing motor shaft rotation direction. Changing position from "ON" to "OFF", or "OFF" to "ON" will reverse rotation direction of the iST-23xx.

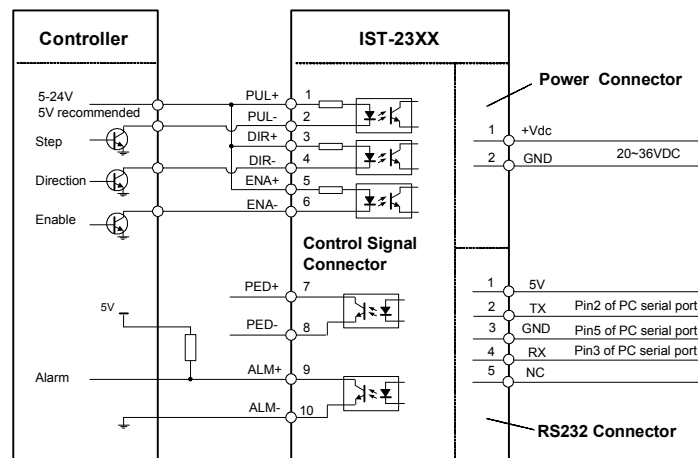
Self-Test (S6)

By default, DIP switch S6 is OFF (Normal Mode) and the iST-23xx responds to any pulse input. If it is turned ON, the iST-23xx goes into self-test mode. In self-test mode, the motor shaft rotates 1 revolutions CW and then 1 revolutions CCW. The self-motion repeats until S6 is turned OFF (the motor shaft will stop immediately). Note that you are unable to communicate with the iST-23xx via the RS232 port when it is in self-test mode.

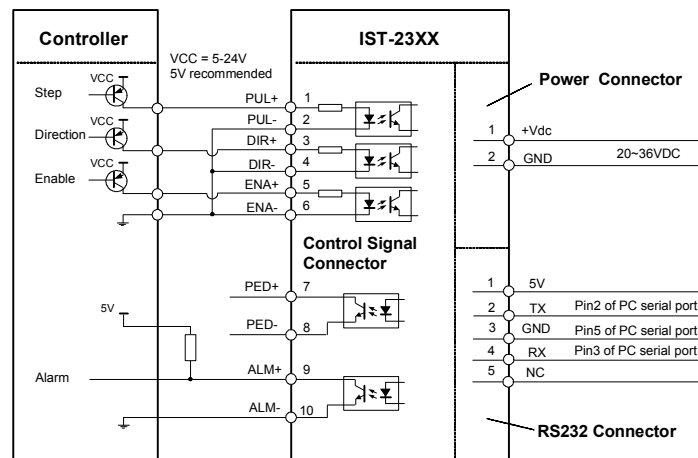
Fine Tuning

Leadshine already loads default current-loop parameters for the iST-23xx. Those default parameter values have been optimized. They should be good enough for most industrial applications, and there is no need to tune them. However, if you want to fine tune the iST-23xx for best performance for your applications, Leadshine also offers tuning software, ProTuner, which allows you to adjust those current-loop parameters.

Typical Connections

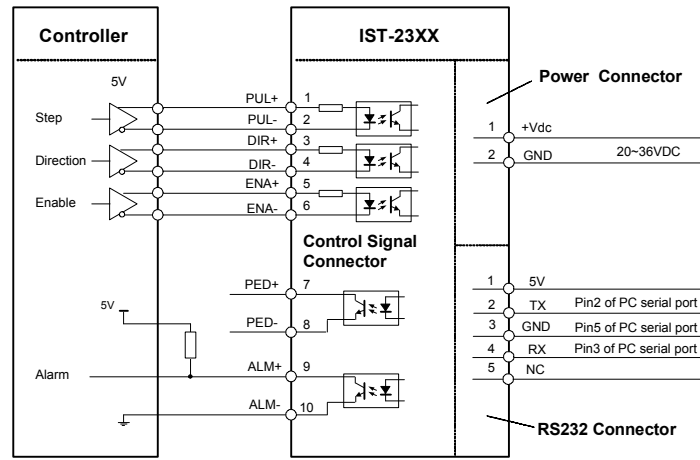


Connect IST-23XX to controller of sinking output



Connect IST-23XX to controller of sourcing output

Typical Connections (Continued)

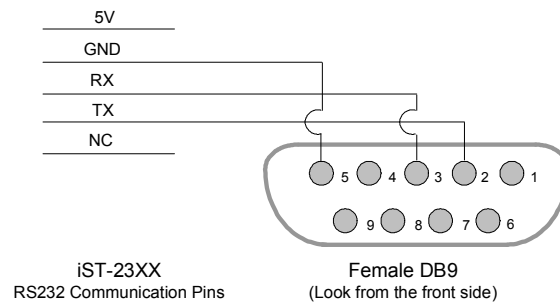


Connect iST-23XX to controller of differential output

RS232 Communication Cable Connections

Note1: The RS232 communication port is not isolated. Please use an isolated power supply for the iST-23xx when the PC's serial port is not isolated.

Note2: Do not plug or unplug the connector when power is on.



11.6. Cojinetes lineales

Ayuda para la selección de rodamientos lineales

Requisitos	Tipo de rodamiento lineal								
	Compacto/ eLINE	Super A/B	Super H/ SH	Estándar	Segmen- tario	Radial	Par de giro	Movimiento de rotación y traslación	
Frecuencia de utilización	+++	+++	+	++	++	+	+	+	+
Bajos costes	+++	++	+	++	+++	+	+	+	+
Montaje especialmente sencillo	+++	++	+	++	++	+	+	++	
Dimensiones reducidas	+++	+	+	+	+++	-	+	+	
También versión inoxidable	+++	-	-	+++	+++	-	-	-	
Cargas altas	+	++	+++	+	+	+++	++	+	
Compensación de errores de alineación	-	+++ ¹⁾	+++	-	-	-	-	-	
Deslizamiento especialmente suave	++	+++	+	++	++	++	++	++	
Alta temperatura > 100 °C	-	-	-	+++	-	-	-	-	
Suciedad gruesa	-	-	-	+++	-	-	-	-	
Entorno húmedo/muy húmedo	++	-	++	+++	++	-	-	-	
Con lubricantes de refrigeración acuosos	++	-	-	+++	++	-	-	-	
Adecuado para vacío	-	-	-	+++	-	-	-	-	
Transferencia de par de giro	-	-	-	-	-	-	+++	-	
Movimientos de rotación y traslación	-	-	-	-	-	-	-	+++	

- 1) Solo Super A +++ Excelente + Satisfactorio
 ++ Muy bien - Suficiente (no recomendable)

Datos técnicos		Tipo de rodamiento lineal								
		Compacto/ eLINE	Super A/B	Super H/ SH	Estándar	Segmen- tario	Radial	Par de giro	Movimiento de rotación y traslación	
Capacidad de carga dinámica $C_{m\max}^{1)}$	(N)	5 680	12 060	23 500	21 000	3 870	54 800	9 250 ⁴⁾	21 000	
Diámetro d	(mm)	8 hasta 50	10 hasta 50	20 hasta 60	3 hasta 80	12 hasta 40	30 hasta 80	12 hasta 50	5 hasta 80	
Coefficiente de fricción $\mu^{2)}$	(-)	0,001 hasta 0,004	0,001 hasta 0,004	0,001 hasta 0,004	0,001 hasta 0,0025	0,001 hasta 0,004	0,001 hasta 0,002	0,001 hasta 0,004	0,001 hasta 0,0025	
Velocidad $v_{m\max}$	(m/s)	5	3	5	2,5	3	2	3	2,5	
Aceleración $a_{m\max}$	(m/s ²)	150	150	150	100	150	50	150	100	
Temperatura de servicio	(°C)	-10 a 80 ³⁾								

- 1) La capacidad de carga depende de la dirección de carga. ➔ Capítulo "Datos técnicos" del rodamiento lineal correspondiente
 2) Los valores son válidos sin junta. Bajo cargas elevadas, la fricción es mínima. Con cargas muy pequeñas también puede ser mayor que el valor indicado.
 3) Los rodamientos lineales estándar sin juntas también pueden utilizarse a temperaturas por encima de 100 °C.
 4) El valor es válido para rodamientos lineales antigiro con 1 o 2 ranuras guía; versión con 4 ranuras guía hasta 36 600 N


Sinopsis del producto

Del amplio programa de sistemas de guiado con rodamientos lineales, en este catálogo encontrará la mejor solución para cada aplicación.

El **rodamiento lineal eLINE** se caracteriza por sus reducidas dimensiones y por tener un **juego radial reducido**. Gracias a los anillos de sujeción de metal integrados, no es necesaria la tradicional fijación axial en el alojamiento. El rodamiento eLINE posee dos retenes integrados y se suministra **lubricado de fábrica**, en versión normal o anticorrosiva.







El **rodamiento lineal compacto** básicamente es igual al rodamiento lineal eLINE. Se suministra con juego radial normal y está disponible con y sin retenes integrados en versiones normal y anticorrosiva.

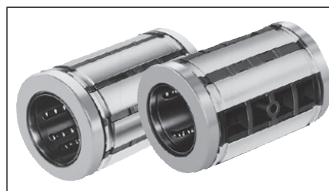
El **rodamiento lineal Super**  compensa automáticamente los errores de alineación de hasta 0,5 grados que se generan entre la carcasa y el eje sin una reducción de la capacidad de carga por presión en los extremos. Las causas de estas alineaciones incorrectas son, por ejemplo, las flexiones de ejes por altas cargas o imprecisiones en la construcción de la conexión. La autoalineación permite que las bolas entren en la zona de carga sin ninguna dificultad, repartiendo la carga uniformemente en toda la hilera de bolas. Otras características de estos rodamientos son la suavidad de funcionamiento, la gran capacidad de carga y la duración de vida.





Para grandes cargas o carreras de gran longitud existen los rodamientos lineales Super en ejecución abierta, para la utilización con soportes de ejes.

El **rodamiento lineal Super**  sin autoalineación es la solución para aplicaciones donde se utilice un solo rodamiento por eje y el rodamiento no pueda oscilar en el eje.

Los **rodamientos lineales Super**  y  están equipados, en comparación al rodamiento lineal Super  existente y probado desde hace tiempo, con aún más insertos de acero templado e hileras de bolas.



Las elevadas capacidades de carga  y las muy elevadas capacidades de carga  permiten mover masas especialmente altas con plena compensación de errores de alineación.

Gracias a su jaula de acero, el **rodamiento lineal estándar** es robusto y adecuado para aplicaciones con mucha suciedad, por ejemplo, en la industria de la madera. Está disponible cerrado, ajustable y abierto. Para la utilización con temperaturas muy elevadas hay disponibles rodamientos lineales estándar sin retenes.



La ejecución cerrada también se suministra en acero anticorrosivo y es especialmente adecuada para aplicaciones con vacío y en la industria alimenticia.

El **rodamiento lineal Segmentario** es, por su jaula robusta de plástico, el rodamiento lineal más económico. También puede suministrarse en versión anticorrosiva para aplicaciones donde se utilizan elementos anticorrosivos o sujetas a grandes exigencias de limpieza, por ejemplo, en el procesamiento de productos alimenticios, la fabricación de semiconductores o la técnica médica.



Rodamientos lineales compactos, eLINE

Sinopsis del producto

Las ventajas

- Rodamiento lineal muy económico para requerimientos generales.
- Dimensiones reducidas para construcciones especialmente compactas.
- Anillos de sujeción de metal integrados con un diámetro exterior con un sobredimensionamiento de aprox. 0,1 mm (diámetro de ejes de 12 a 50), para un asiento seguro en el taladro de la carcasa.
- Montaje sencillo: simplemente presionar, no requieren una fijación adicional.
- Alta capacidad de carga y larga duración de vida gracias a los segmentos de acero templado con lubricación de las bolas en la rodadura.
- Alta velocidad (5 m/s).
- Muchos espacios internos como depósitos de grasa que permiten largos intervalos de lubricación o una lubricación de por vida.
- Los espacios internos también sirven para retener la suciedad que haya podido entrar, evitando que los rodamientos lineales se atasquen.
- Retenes integrados, retenes adicionales o sin retenes.
- También anticorrosivos para la industria médica, química y alimentaria.
- Sets lineales con carcasa de aluminio.
- Lubricados de por vida (eLINE).



R0658

Página 32

Diámetro de eje 8 y 10



R0658

Página 32

Diámetro de eje de 12 a 50

Aclaración de la abreviación

Ejemplo de rodamiento lineal:

Rodamiento lineal eLINE
KBC-12-DD-RT-NR-G

Definición de la abreviación		KB	C	12	DD	RT	NR	G
Tipo	Rodamiento lineal	=	KB					
Serie	Compacto	=	C					
Diámetro de eje		=		12				
Juntas	con 2 juntas	=			DD			
	con 1 junta	=			D			
	sin junta	=						
Juego radial	juego radial reducido (rodamiento lineal eLINE)	=				RT		
	juego radial normal (rodamiento lineal Compacto)	=						
Versión del rodamiento lineal	Anticorrosivo	=					NR	
	Normal	=						
Lubricación del rodamiento lineal	Engrasado	=						G
	No engrasado	=						

Rodamientos lineales compactos, eLINE

Rodamientos lineales eLINE, R0658**Construcción**

- Jaula de guiado POM.
- Con retenes integrados.
- Bolas de acero de rodamientos.
- Segmentos de acero templados.
- Anillos de sujeción de metal (desde diámetro de eje 12)
- Con juego radial reducido para aplicaciones en las que se desean alojamientos **sin juego** con taladro H7.
- Lubricación inicial con Dynalub 510.
- También en versión anticorrosiva: Segmentos de acero de 1.4037. Bolas de 1.3541.

Rodamientos lineales Compactos, R0658**Construcción**

- Con juego radial **normal**.
- No engrasado
- Con o sin retenes integrados.

Diámetro de eje 8 y 10

Eje Ø d (mm)	Referencia sin retenes		Peso (kg)
	Rodamientos lineales compactos normal KBC- ..	anticorrosivos KBC- .. -NR	
8	R0658 008 00	R0658 008 30	0,011
10	R0658 010 00	R0658 010 30	0,014
12	R0658 012 00	R0658 012 30	0,016
14	R0658 014 00	R0658 014 30	0,018
16	R0658 016 00	R0658 016 30	0,025
20	R0658 020 00	R0658 020 30	0,028
25	R0658 025 00	R0658 025 30	0,058
30	R0658 030 00	R0658 030 30	0,080
40	R0658 040 00	R0658 040 30	0,140
50	R0658 050 00	R0658 050 30	0,170

Diámetro de eje de 12 a 50

Eje Ø d (mm)	Referencia con 2 retenes integrados				Peso (kg)
	Rodamientos lineales eLINE (juego radial reducido, con lubricación)		Rodamientos lineales compactos ¹⁾ (juego radial normal, sin lubricación)		
	KBC- .. -DD-RT-G normal	KBC- .. -DD-RT-NR-G anticorrosivos	KBC- .. -DD normal	KBC- .. -DD-NR anticorrosivos	
8	R0658 262 44	R0658 262 34	R0658 208 40	R0658 208 30	0,011
10	R0658 261 44	R0658 261 34	R0658 210 40	R0658 210 30	0,014
12	R0658 251 44	R0658 251 34	R0658 212 40	R0658 212 30	0,016
14	-	-	R0658 214 40	R0658 214 30	0,018
16	R0658 252 44	R0658 252 34	R0658 216 40	R0658 216 30	0,025
20	R0658 253 44	R0658 253 34	R0658 220 40	R0658 220 30	0,028
25	R0658 254 44	R0658 254 34	R0658 225 40	R0658 225 30	0,058
30	R0658 255 44	R0658 255 34	R0658 230 40	R0658 230 30	0,080
40	R0658 256 44	R0658 256 34	R0658 240 40	R0658 240 30	0,140
50	-	-	R0658 250 40	R0658 250 30	0,170

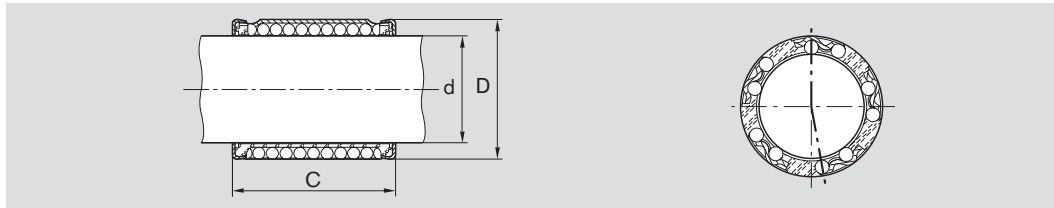
¹⁾ Con un retén integrado: R0658 1.. 40 o R0658 1.. 30.

Ejemplo de aclaración de abreviación

KB	C	12	DD	RT	G
Rodamiento lineal	Compacto	Ø12	Con 2 juntas	Juego radial reducido	Engrasado

Encontrará más información acerca de la abreviación en Página 28.

Medidas



Medidas (mm)			Hileras de bolas	Juego radial (µm)		Capacidades de carga (N)							
Ø d	D	C		Eje/taladro		normal		estát. C ₀		inoxidable		estát. C ₀	
		±0,2		eLINE h6/H7	Compacto h6/H7	min	din. C máx	min	máx	min	din. C máx	min	máx
8	15	24	4	+5 -18	+25 +2	500	580	350	500	350	410	280	400
10	17	26	5	+5 -18	+25 +2	600	720	410	600	420	500	330	480
12	19	28	5	+8 -24	+32 0	730	870	420	620	510	610	340	500
14	21	28	5	-	+32 0	760	900	430	630	530	630	340	500
16	24	30	5	+8 -24	+32 0	950	1120	500	730	660	780	400	580
20	28	30	6	+9 -25	+33 -1	1120	1410	610	900	780	990	480	720
25	35	40	6	+12 -24	+36 0	2330	2930	1310	1950	1630	2050	1050	1560
30	40	50	6	+12 -24	+36 0	3060	3250	1880	2790	2140	2700	1510	2230
40	52	60	6	+18 -25	+42 -1	5040	6380	3140	4650	3520	4470	2510	3720
50	62	70	6	-	+42 -1	5680	7180	3610	5350	3970	5030	2890	4280

El cálculo de la capacidad de carga dinámica se basa en 100 000 m de carrera.
Si se basa en 50 000 m, se deberán multiplicar los valores C según la tabla por 1,26.

11.7. Manual de usuario



Manual de usuario y mantenimiento

Máquina de ordenamiento biaxial - 2018

[18 Av. 11-95 zona 15 Vista
Hermosa III, Guatemala]

Fax. [(502) 2507-1515]

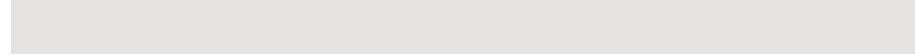
[rui14592@uvg.edu.gt]
[www.uvg.edu.gt]

Tabla de contenido

I.	Introducción	2
II.	Descripción de la máquina	2
	Estructura general	
	Descripción de las áreas y módulos	
	Diagrama de flujo de funcionamiento	
	Señales de control	
III.	Control neumático	5
IV.	Mantenimiento preventivo	6

Introducción

El presente manual describe a groso modo el funcionamiento general de la máquina de ordenamiento. Tomando como punto de partida la forma en la que se ensambla la máquina con su respectivo listado de piezas. Seguido es mostrado el diagrama general y el de flujo de la máquina, sus señales de control y el circuito neumático implementado. Por último, se muestran las consideraciones de mantenimiento preventivo para los elementos que lo necesitan.



Descripción de la máquina

La figura mostrada a continuación, ilustrar la manera correcta de ensamblaje de la máquina en general.

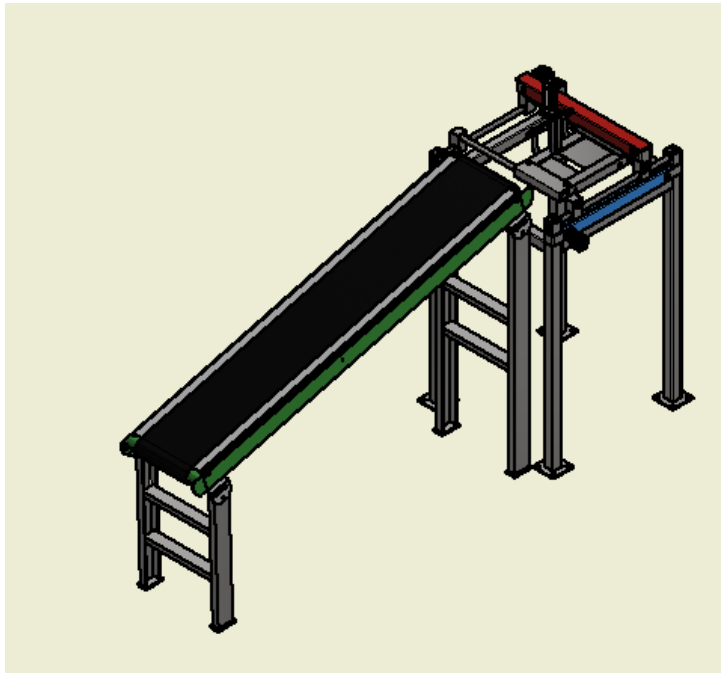


Figura 1. Ensamble de la máquina

Estructura general

La máquina de ordenamiento puede dividirse en tres áreas principales, y estos mismos en módulos. Cuya estructura permiten el funcionamiento correcto.

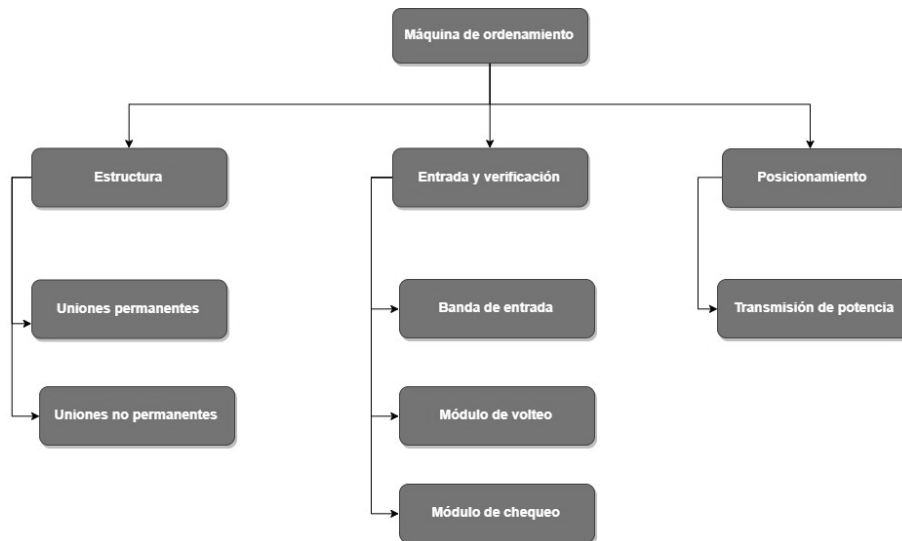


Figura 2. Descripción general de la máquina de ordenamiento

Descripción de las áreas y módulos

id	Área	Descripción
1.0	Estructura	Se encarga de dar soporte a todos los componentes de la máquina y de unir, ya sea componentes entre sí o componentes a la estructura metálica. Todo esto por medio de uniones de tornillos para el caso de las no permanentes y soldadura para las permanentes (uniones de perfiles).
2.0	Entrada y verificación	Soporta y detecta al producto previo a su colocación
2.1	Módulo de volteo	Recibe el producto sobre dos láminas de acero y mediante un actuador neumático y eslabones, las hace girar para dejar caer el producto.
2.2	Módulo de chequeo	Verifica la entrada de producto a la máquina por medio de un sensor fotoeléctrico
3.0	Posicionamiento	Mueve el carrete completo a la posición adecuada mediante desplazamientos xy

Cuadro 1. Descripción general

Diagrama de flujo de funcionamiento

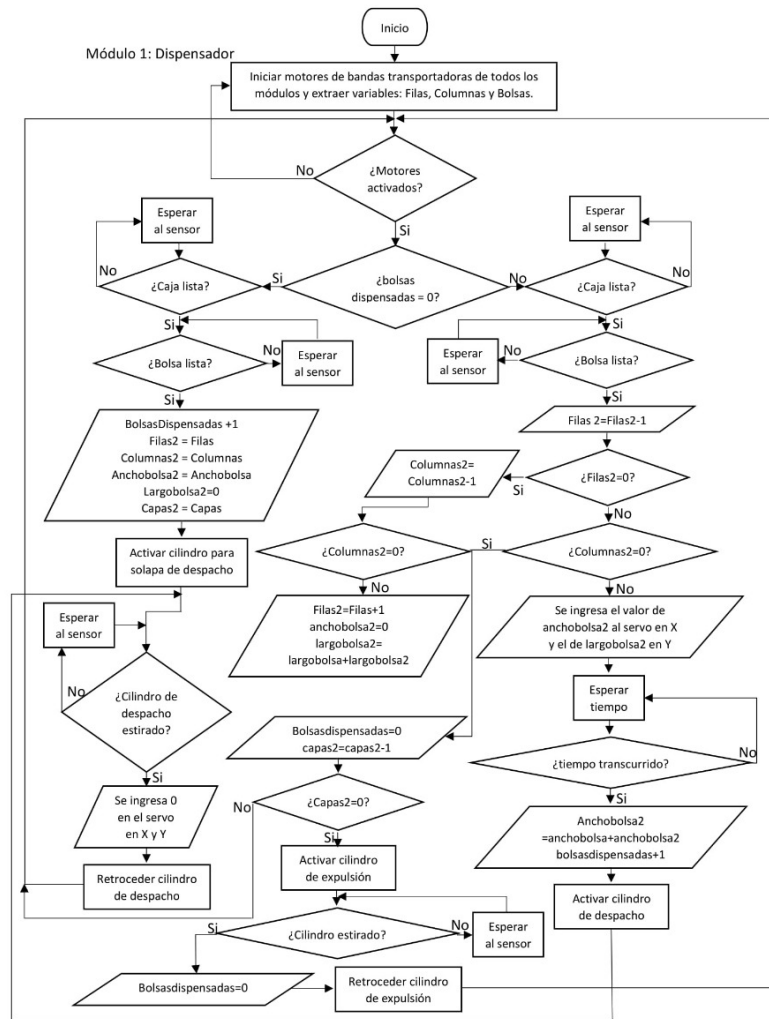


Figura 3. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo presentado incluye el control de la banda transportadora de entrada para poder controlar el flujo de entrada de producto y evitar acumulación. De lo contrario, únicamente sería necesario verificar que haya producto en la máquina, posicionar el producto en la ubicación deseada y activar el cilindro, luego retraerlo.

Señales de control

Entrada	Salida
Movimiento servo eje X	Error interno
Movimiento servo eje Y	
Llega de producto	
Señales de paro	

Cuadro 2. Señales de entrada y salida

Control neumático

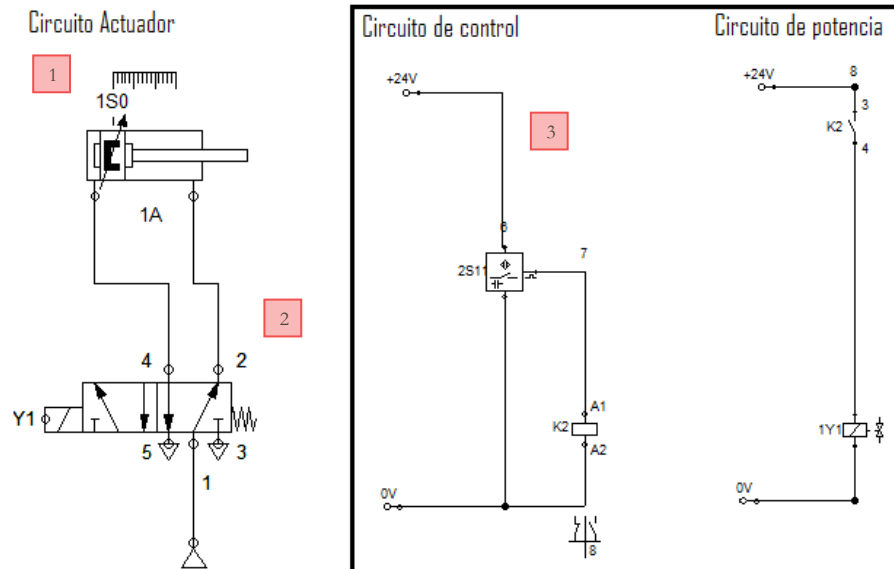


Figura 4. Diagrama neumático

No.	Nombre	Modelo	Cantidad
1	Cilindro neumático	Cilindro normalizado DSBC 40 (Festo)	1
2	Electroválvula 5/2	VSVA-B-M52...A2	1
3	Sensor fotoeléctrico	CONTRINEX	2
4	Manguera	Estándar	Varía

Cuadro 3. Listado de componentes neumáticos y eléctricos

Mantenimiento preventivo

Cilindro neumático	<p>Es necesario hacer una limpieza preventiva del cilindro para evitar cualquier tipo de fallo en el módulo de volteo. Dado que no puede asegurarse que la limpieza del aire a presión sea del 100 %</p> <p>A continuación, se provee el enlace de mantenimiento proporcionado por Festo.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=Ee--ZFrGGdE&feature=youtu.be</p>
Válvula distribuidora	Al igual que el cilindro neumático es necesario hacer una limpieza de este componente por la calidad de aire a utilizar.
Elementos de sujeción	<p>Es necesario verificar la sujeción y en caso de que se necesite volver a aplicar la precarga.</p> <p>También hay que observar la rosca de estos elementos.</p>
Soldadura	Verificación del cordón de soldadura
Cojinetes lineales	<p>Dado a que este tipo de cojinetes ya viene lubricado de fábrica pueden ser utilizados sin lubricar. En este caso la lubricación debe darse en periodos extensos de uso con grasa K2K o KP2K (para cargas elevadas).</p> <p>Es importante llevar el control de horas de operación de los cojinetes para cambiarlos cuando corresponda.</p>

Cuadro 4. Listado de componentes y su mantenimiento respectivo

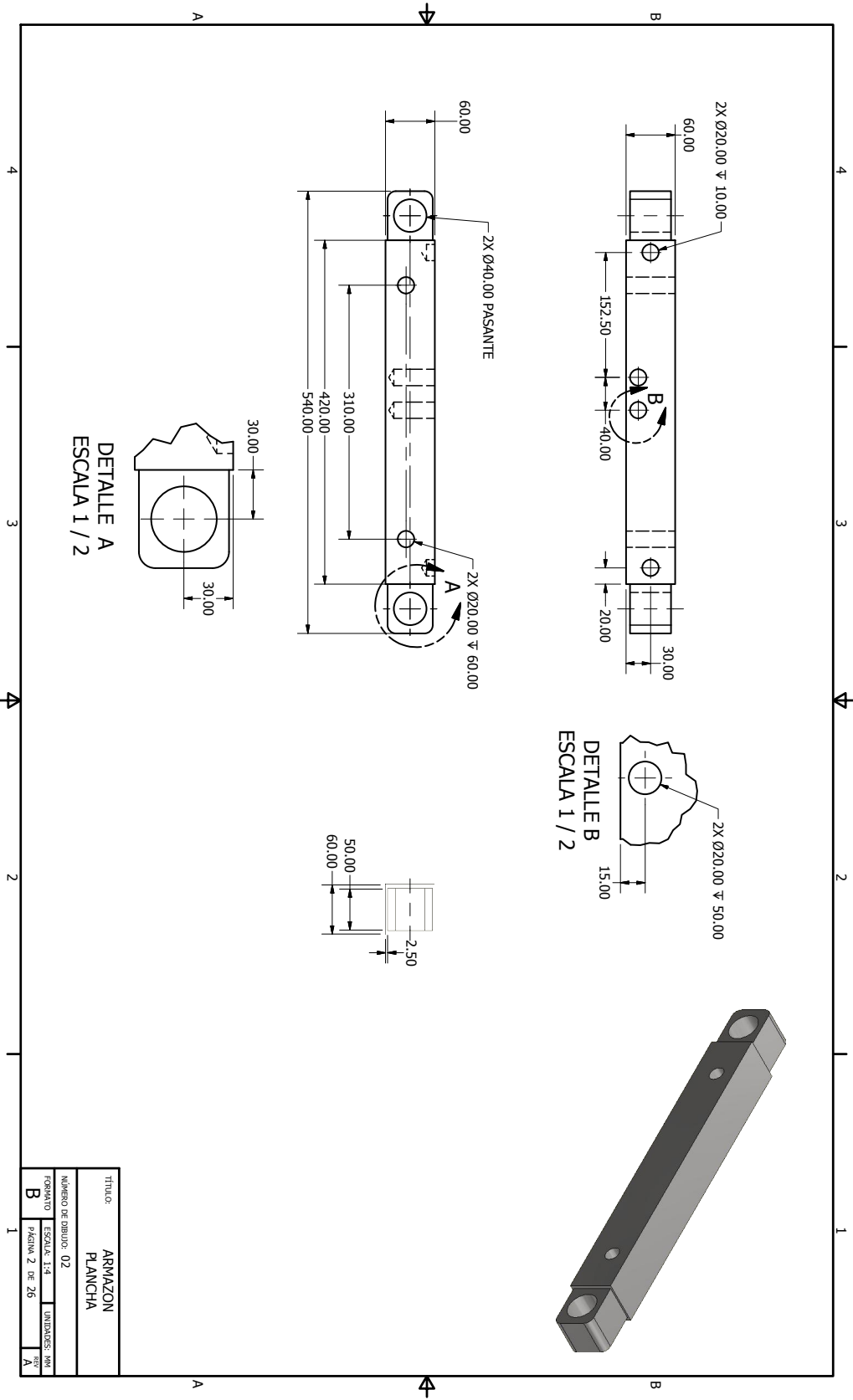


Este mantenimiento debe de ser riguroso y aplicado 3 veces al año es decir cada 4 meses, para poder asegurar el desempeño de correcto de la máquina.

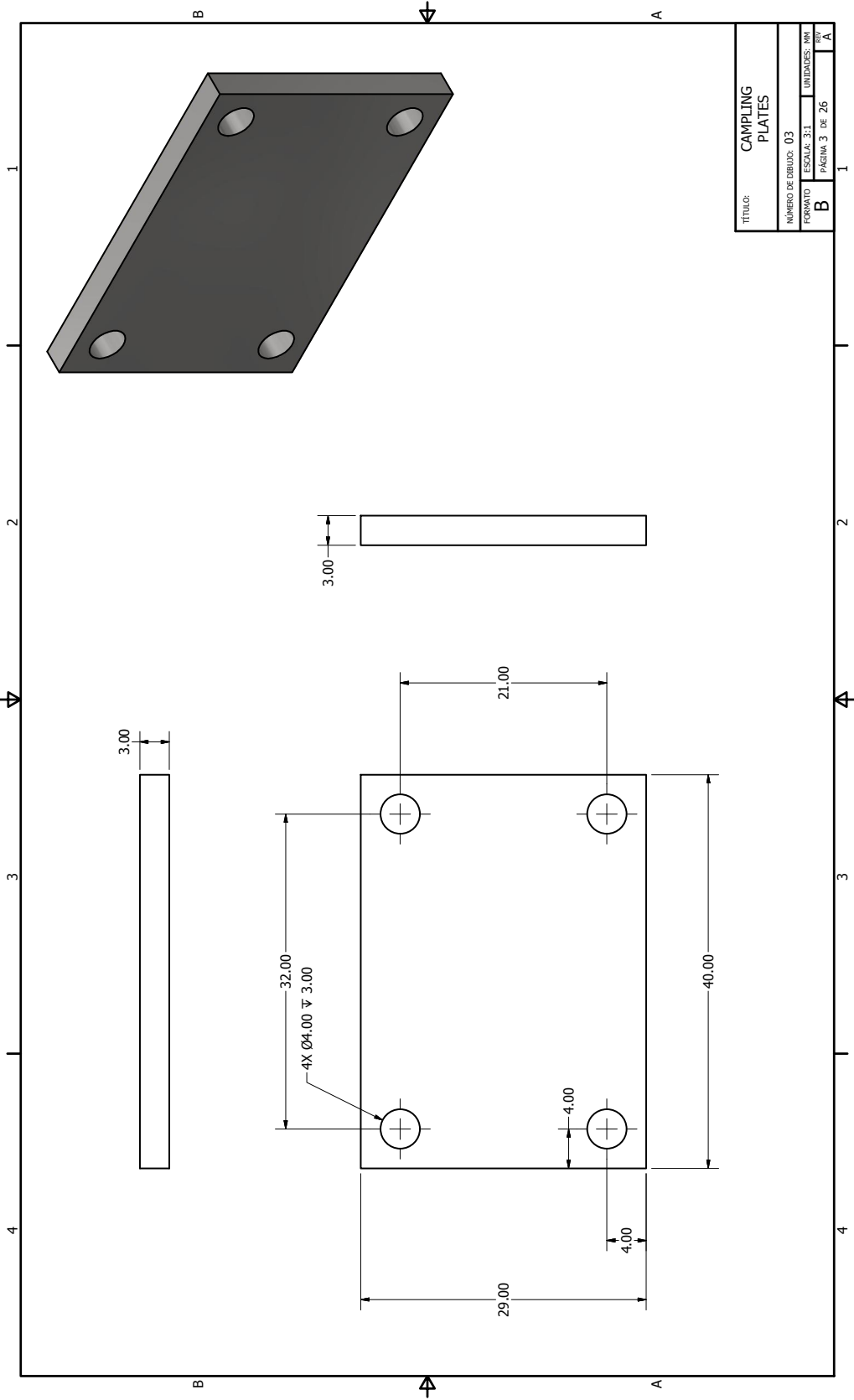
11.8. Planos mecánicos

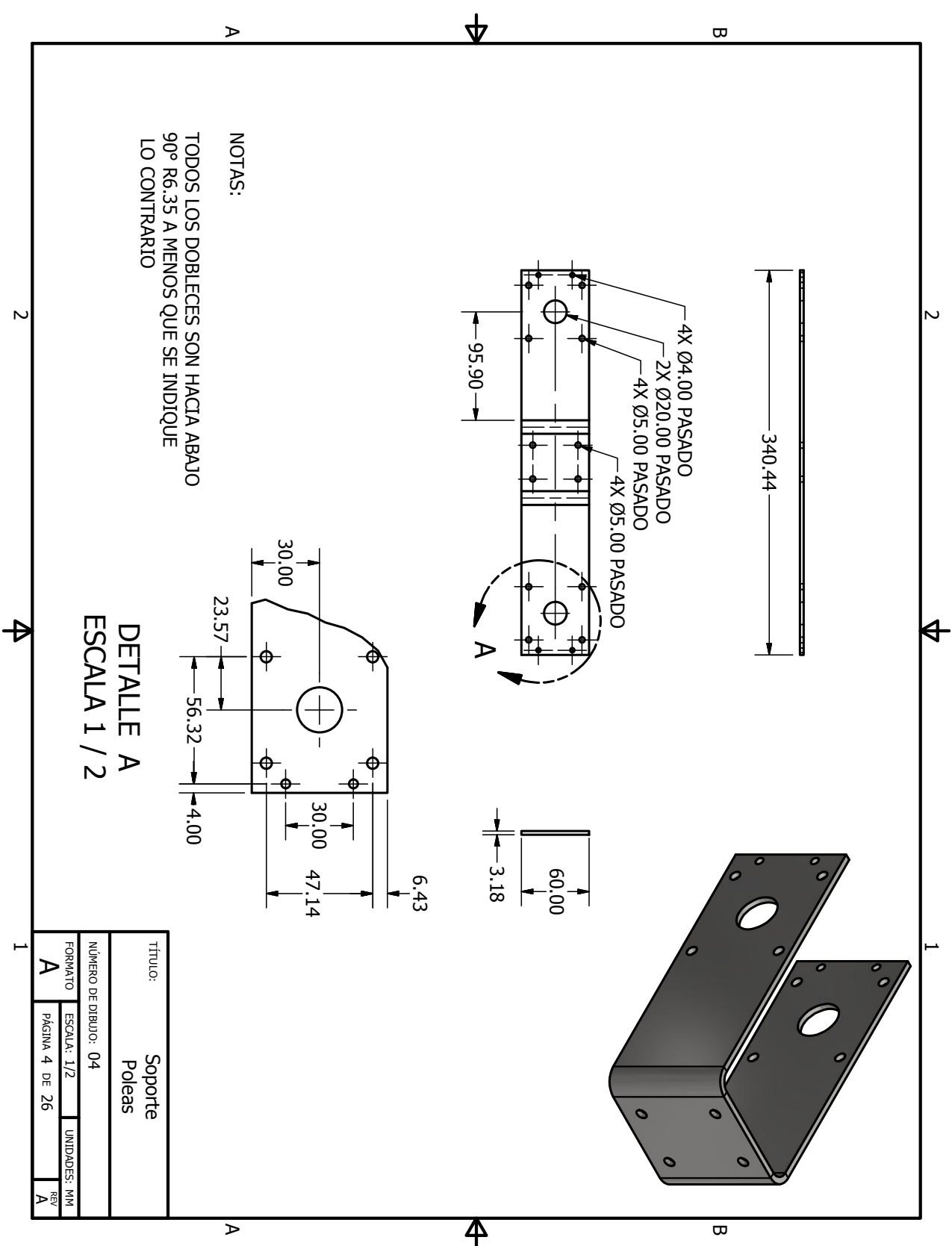
ELEMENTO	CIDAD	MATERIAL	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION
1	6000.000	ACERO A36	AISC - 2 1/2 x 2 1/2 x 1/8 - 59.055	TUBO CUADRADO
2	1491.000	ACERO A36	AISC - 2 1/2 x 2 1/2 x 1/8 - 29.35	TUBO CUADRADO
3	1551.000	ACERO A36	AISC - 2 1/2 x 2 1/2 x 1/8 - 30.531	TUBO CUADRADO
4	4	ACERO A304	PLACABASE-ESTRUCTURA	
5	1	ACERO A304	EJE Y1	
6	1	ACERO A304	EJE Y2	
7	1	ACERO A304	EJE X1	
8	1	ACERO A304	EJE X2	
9	4	ACERO A304	UNTA BIAXIAL	
10	8	FABRICANT ELINE		Cojinetes lineales
11	4	ACERO A36	CLAMPING PLATES	
12	4	ACERO A36	SOPORTE POLEA EJE Y	
13	8	ACERO A36	SOPORTE PARA EJES	
14	1	ACERO A36	EJE PARA POLEA	
15	2	ACERO A36	CASE X	
16	2	ACERO A304	ARMAZON PLANCHAS	
17	2	ACERO	UNI 5909 - M20 x 190	ESPARRAGO
18	1	ACERO	D58C-40-80-PPSA-N3	CILINDRO D58C ESTANDAR
19	2	ACERO A36	ESLABON LARGO	
20	2	ACERO A36	ESLABON CORTO	
21	1	ACERO A36	BLANCA	
22	1	ACERO A36	BASE CILINDRO	
23	2	ACERO A36	LIMITADOR	
24	2	ACERO A304	PLANCHA	
25	2	ACERO A304	LAMINA PLANCHA	
26	4	ACERO A304	SUPERIOR	
27	2	Steel, Mild	POLEA	
28	2	Genérico	FAIRCHILD SERVO MOTOR	1e IST-2320

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATIMALA	UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATIMALA
Escuela de Ingeniería Industrial	Escuela de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería	Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica	Departamento de Ingeniería Mecánica
Nombre del Proyecto: MAQUINA	Nombre del Proyecto: MAQUINA
Ordenamiento	Ordenamiento
Fecha: 01/05/2018	Fecha: 01/05/2018
Autores: FREDDY RUIZ, LUIS MONTEGRO	Autores: FREDDY RUIZ, LUIS MONTEGRO
Proyecto: 14592	Proyecto: 14592
Asesor: [Blank]	Asesor: [Blank]
Fecha de Entrega: [Blank]	Fecha de Entrega: [Blank]
Estado: [Blank]	Estado: [Blank]
Hoja: 1 de 26	Hoja: 1 de 26



TITULO:	ARMAZON PLANCHA		
NUMERO DE SERIOS:	02		
FORMATO:	ESCALA: 1:4	UNIDADES: MM	PER: A
B	PAGINA 2 DE 26		

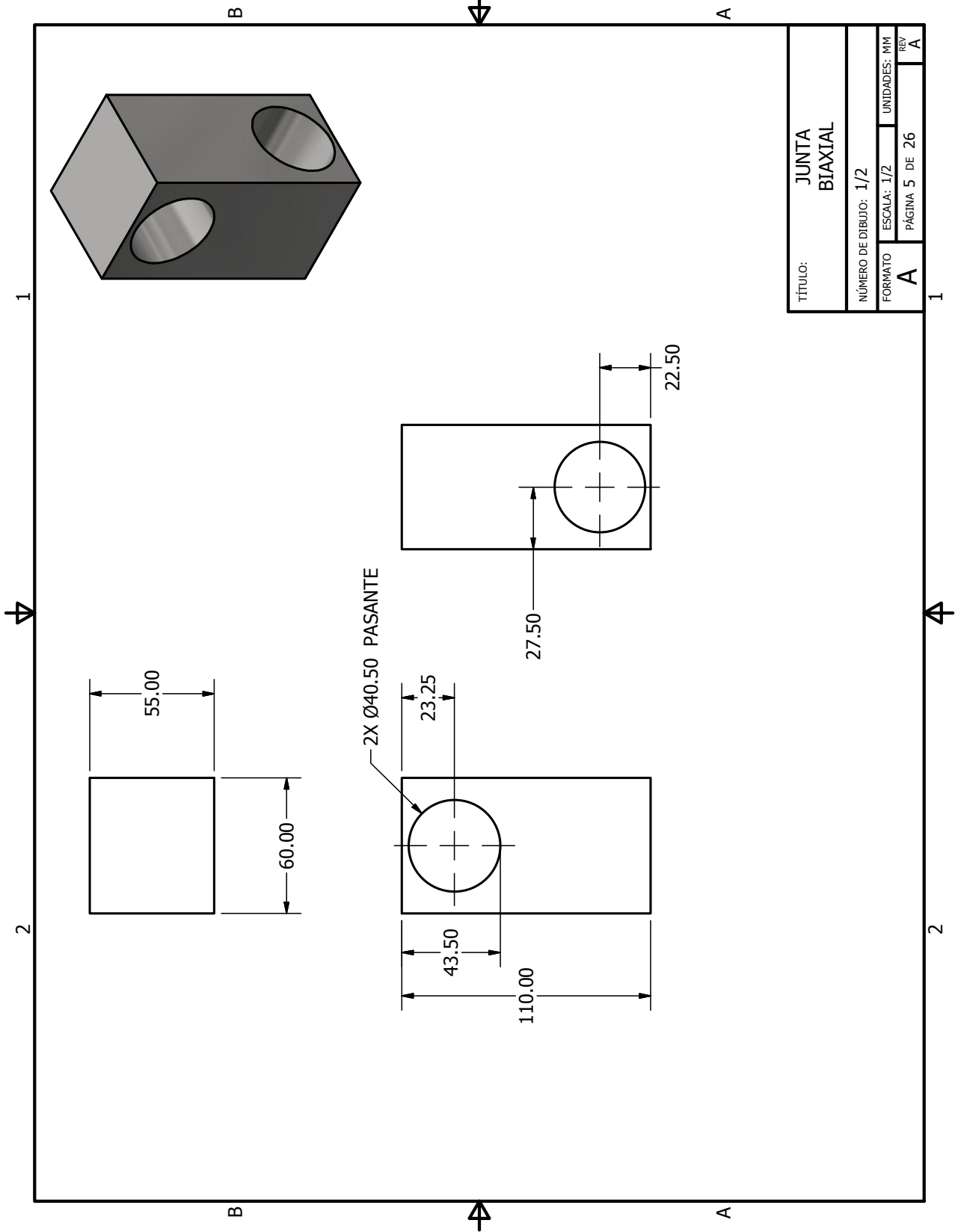




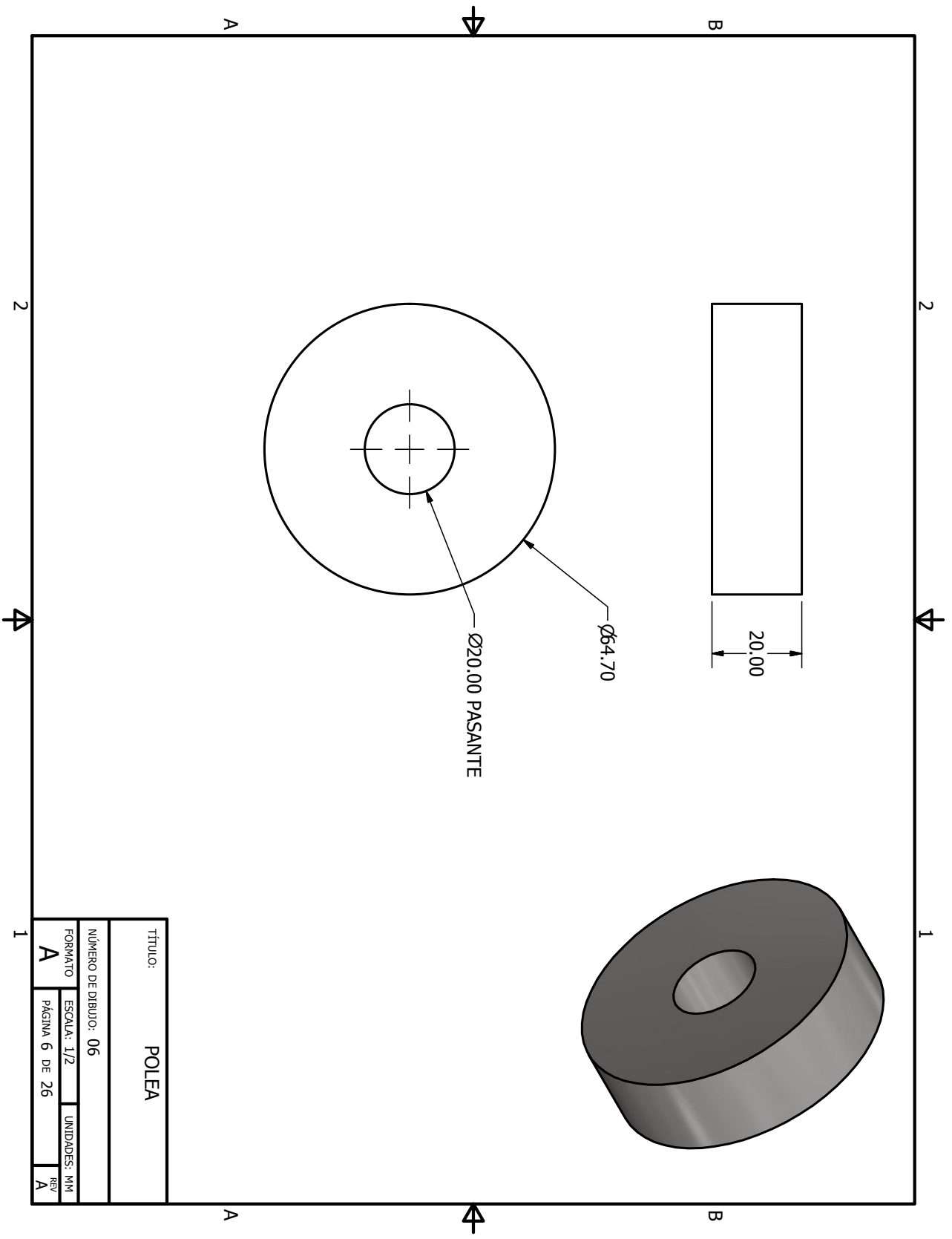
NOTAS:
 TODOS LOS DOBLECES SON HACIA ABAJO
 90° R6.35 A MENOS QUE SE INDIQUE
 LO CONTRARIO

DETALLE A
 ESCALA 1 / 2

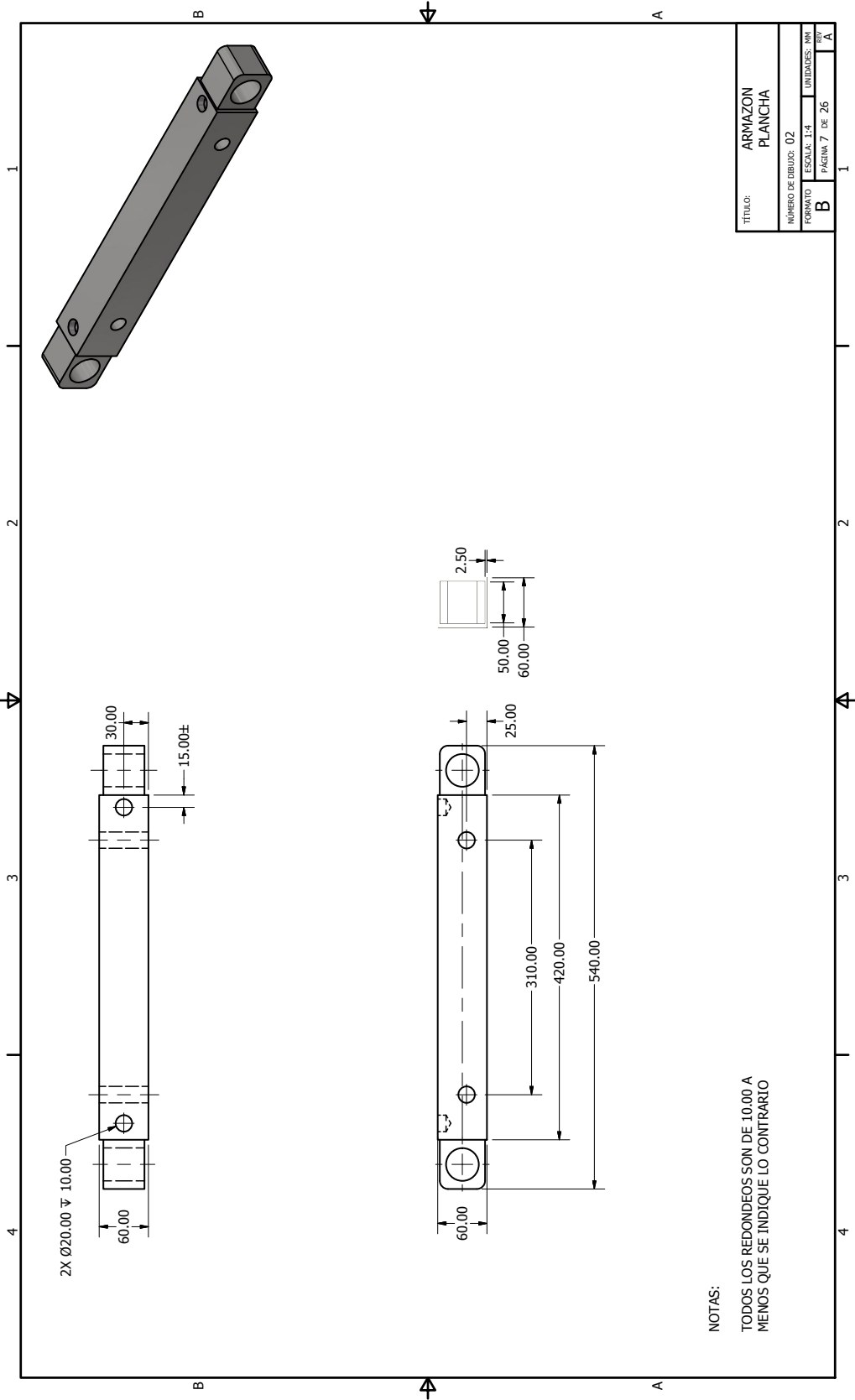
TÍTULO:		Soporte Poleas	
NÚMERO DE DIBUJO:		04	
FORMATO	ESCALA:	UNIDADES:	MM
A	PÁGINA 4 DE 26	REV	A

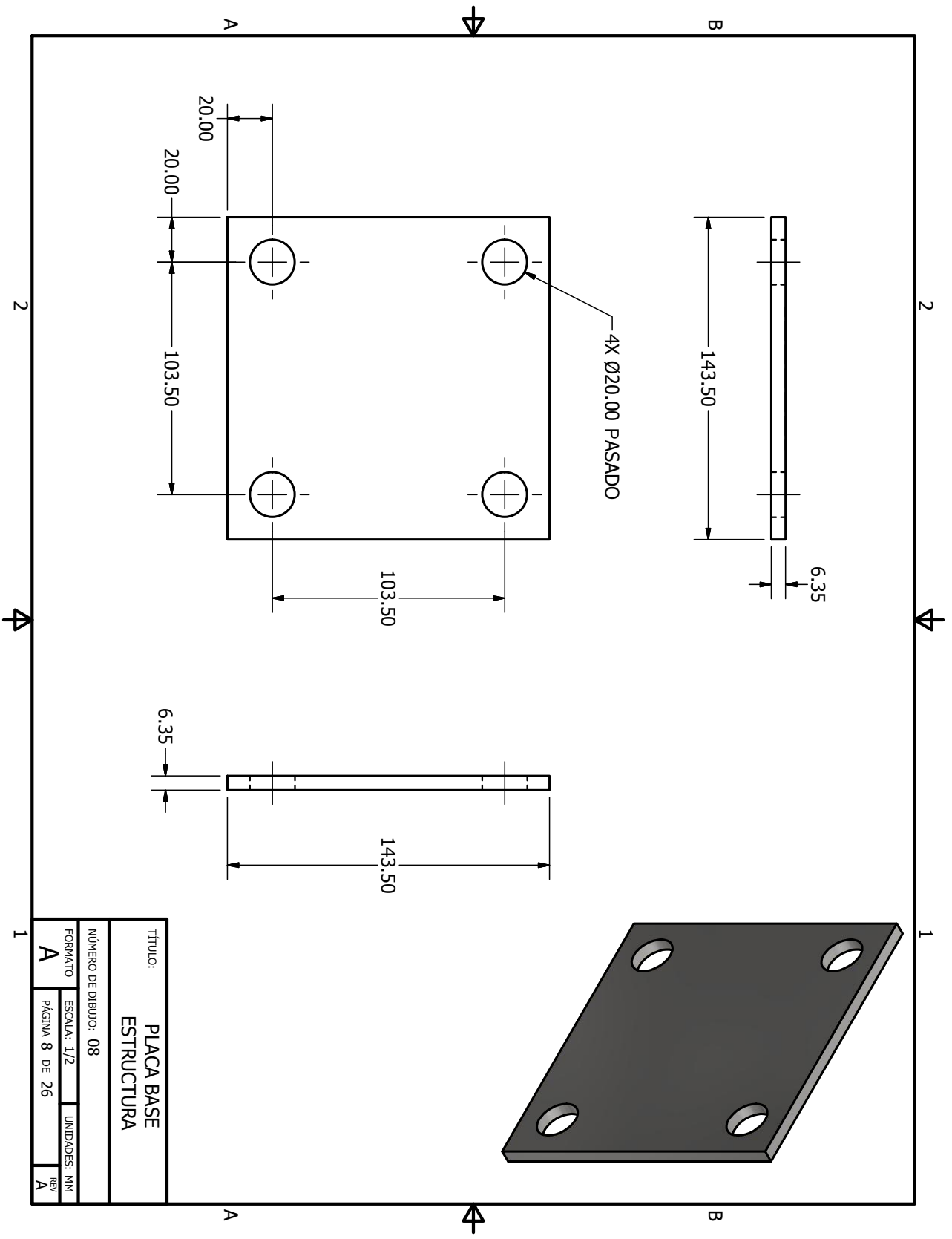


TÍTULO:		JUNTA BIAXIAL	
NÚMERO DE DIBUJO: 1/2			
FORMATO	ESCALA: 1/2	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 5 DE 26		A

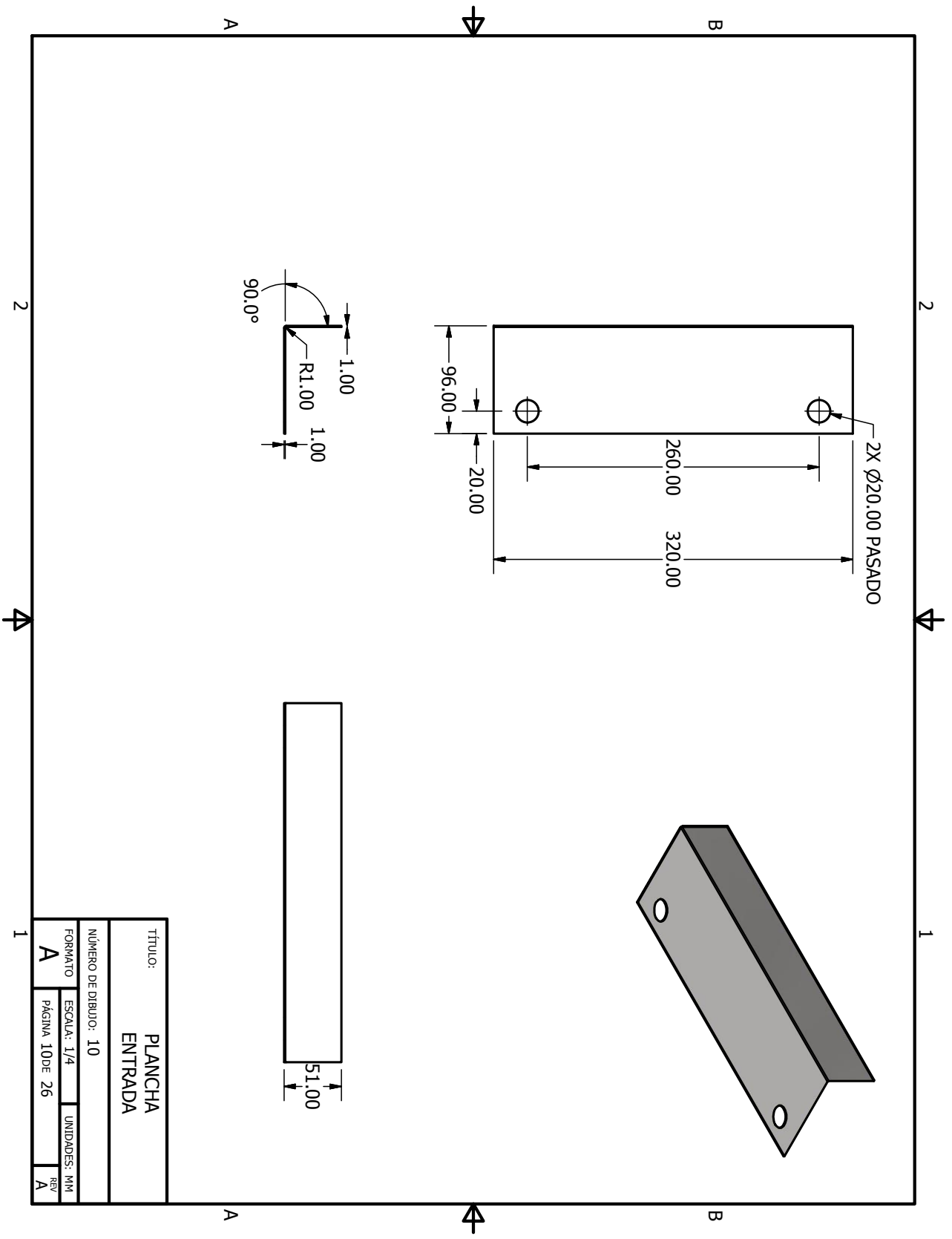


TÍTULO: POLEA			
NÚMERO DE DIBUJO: 06			
FORMATO	ESCALA: 1/2	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 6 DE 26		A





TÍTULO:		PLACA BASE ESTRUCTURA	
NÚMERO DE DIBUJO:		08	
FORMATO	ESCALA:	1/2	UNIDADES: MM
A	PÁGINA:	8 DE 26	REV A



2X Ø20.00 PASADO

320.00

260.00

96.00

20.00

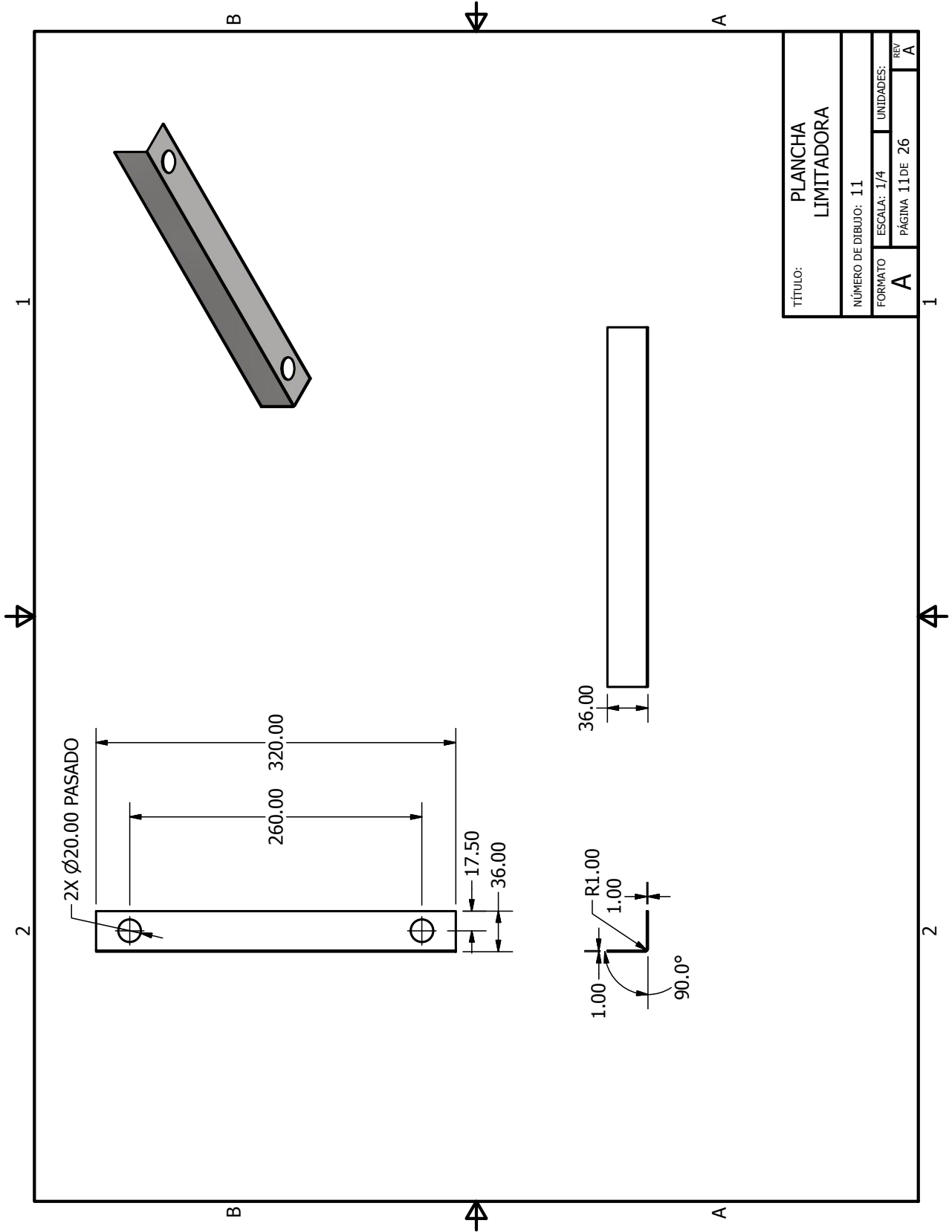
1.00

R1.00

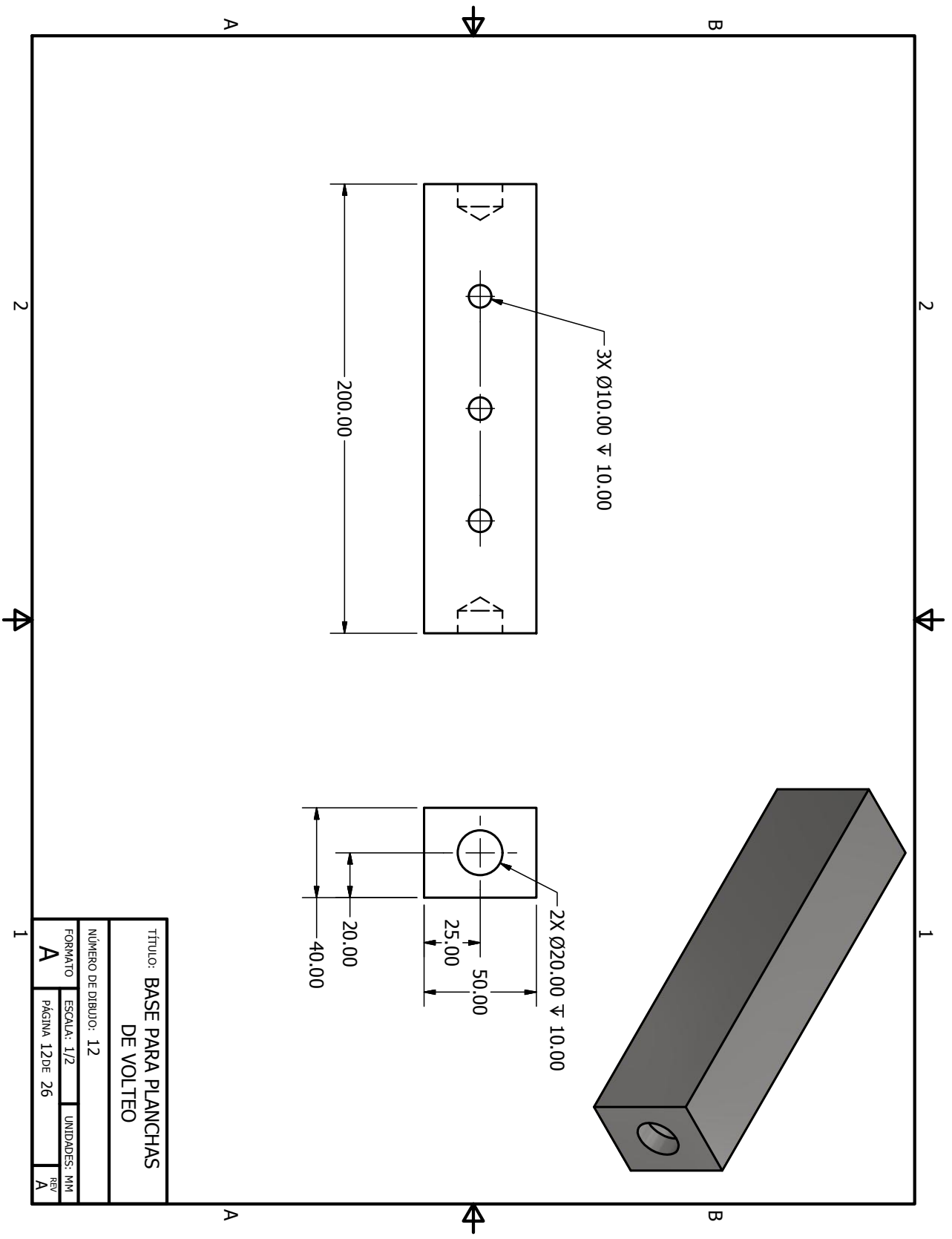
90.0°

51.00

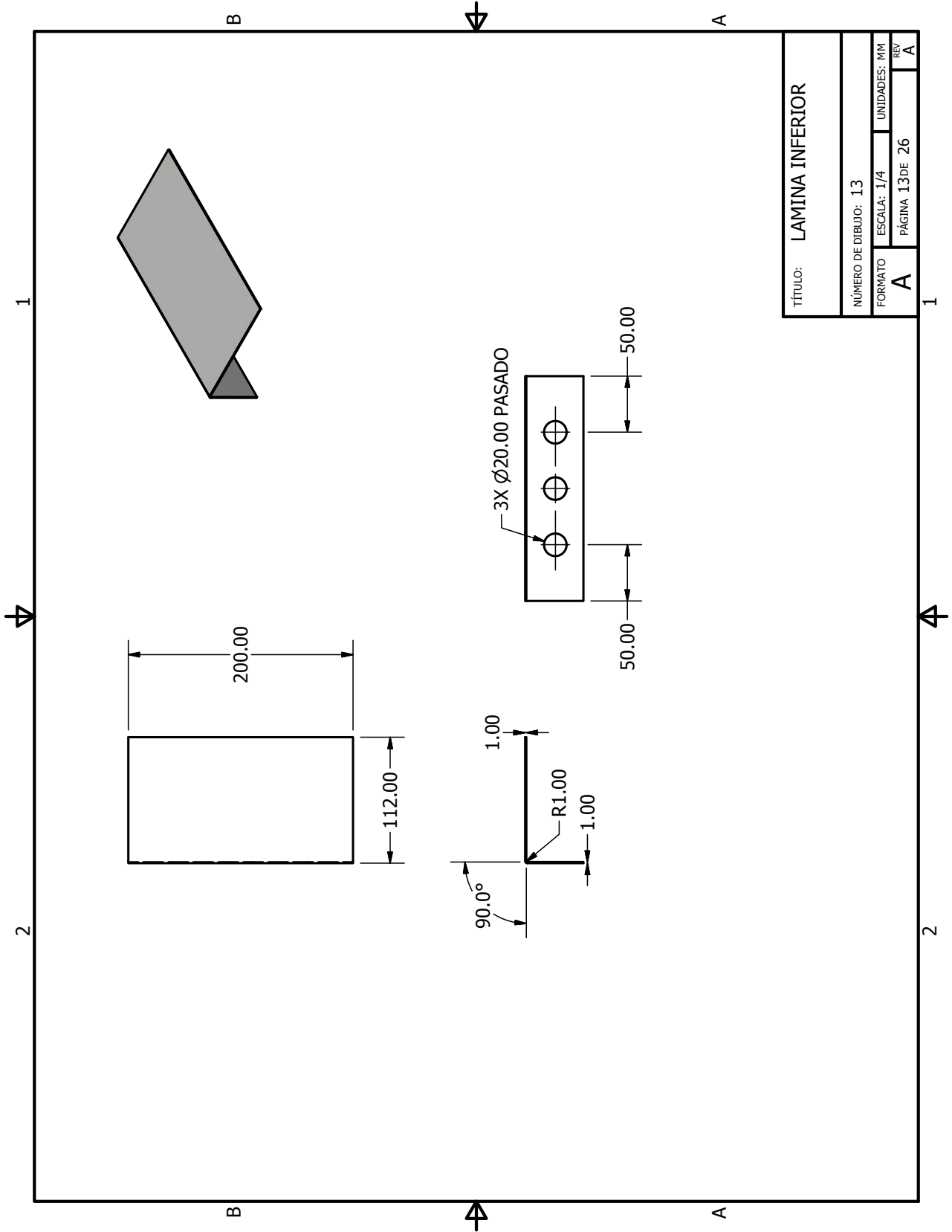
TÍTULO:		PLANCHA	
ENTRADA		ENTRADA	
NÚMERO DE DIBUJO: 10			
FORMATO	ESCALA: 1/4	UNIDADES: MM	
A	PÁGINA 10 DE 26	REV	A



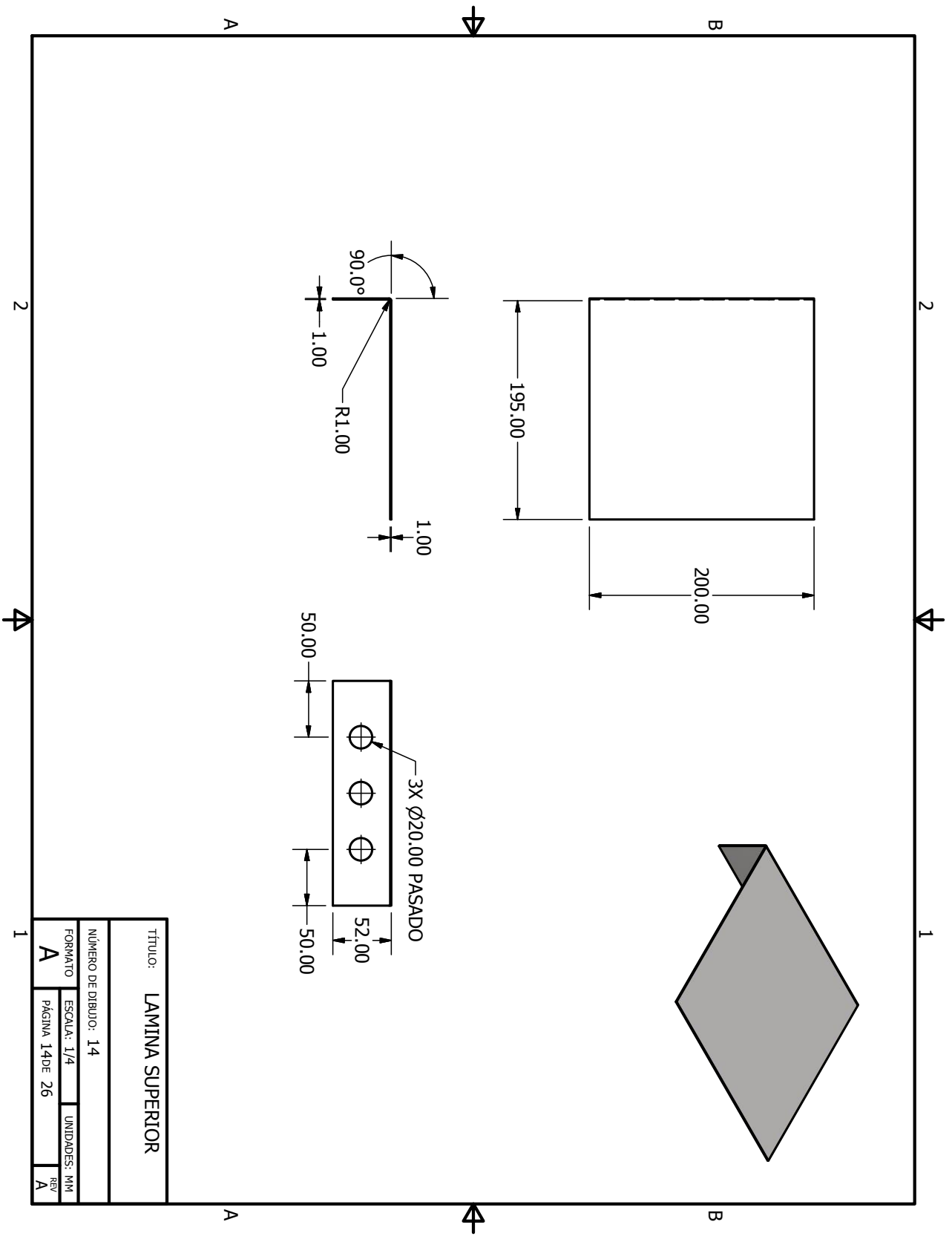
TÍTULO:		PLANCHA LIMITADORA	
NÚMERO DE DIBUJO:		11	
FORMATO	ESCALA:	UNIDADES:	REV
A	1/4	PÁGINA 11 DE 26	A

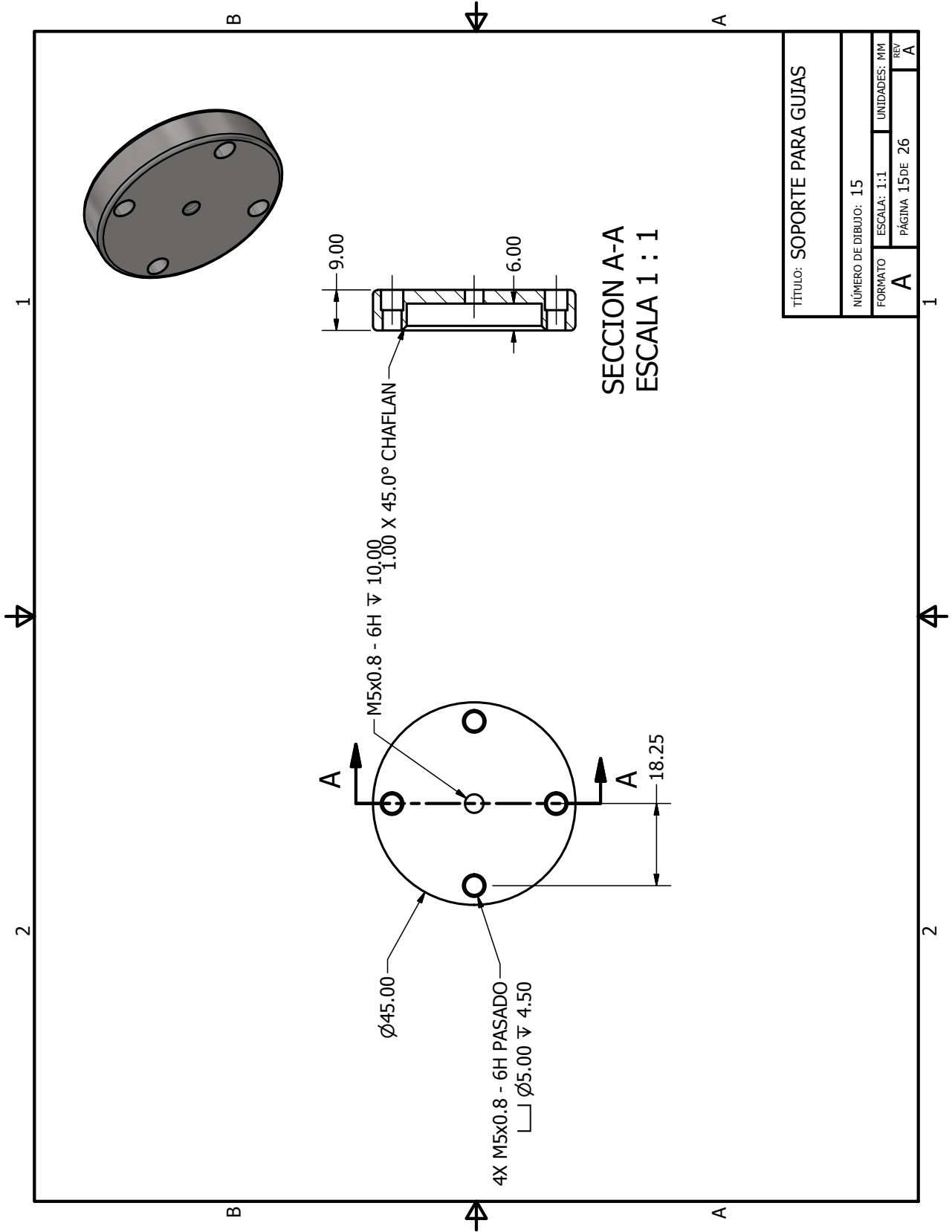


TÍTULO: BASE PARA PLANCHAS DE VOLTEO			
NÚMERO DE DIBUJO: 12			
FORMATO	ESCALA: 1/2	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 12 DE 26		A

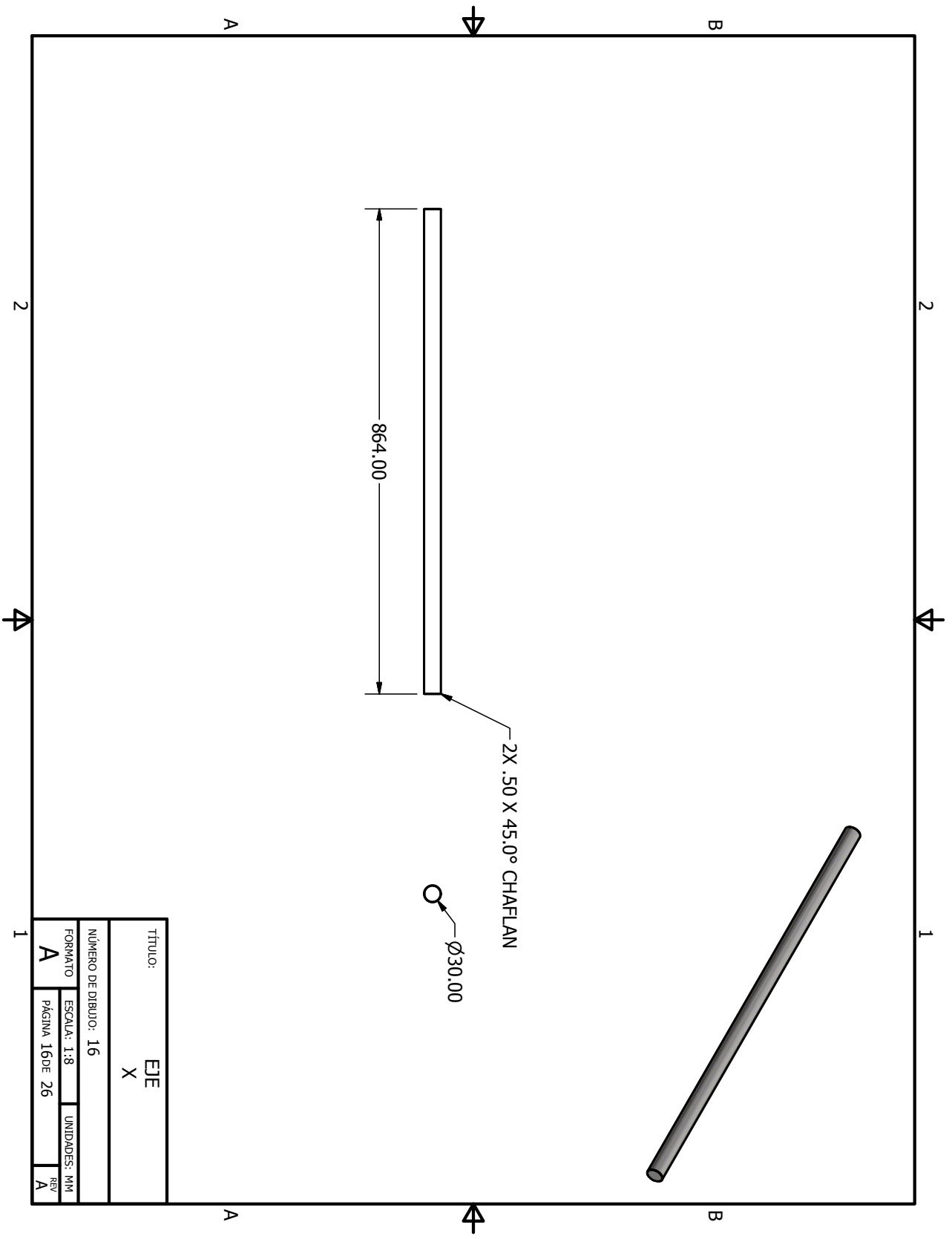


TÍTULO: LAMINA INFERIOR			
NÚMERO DE DIBUJO: 13			
FORMATO	ESCALA: 1/4	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 13 DE 26		A

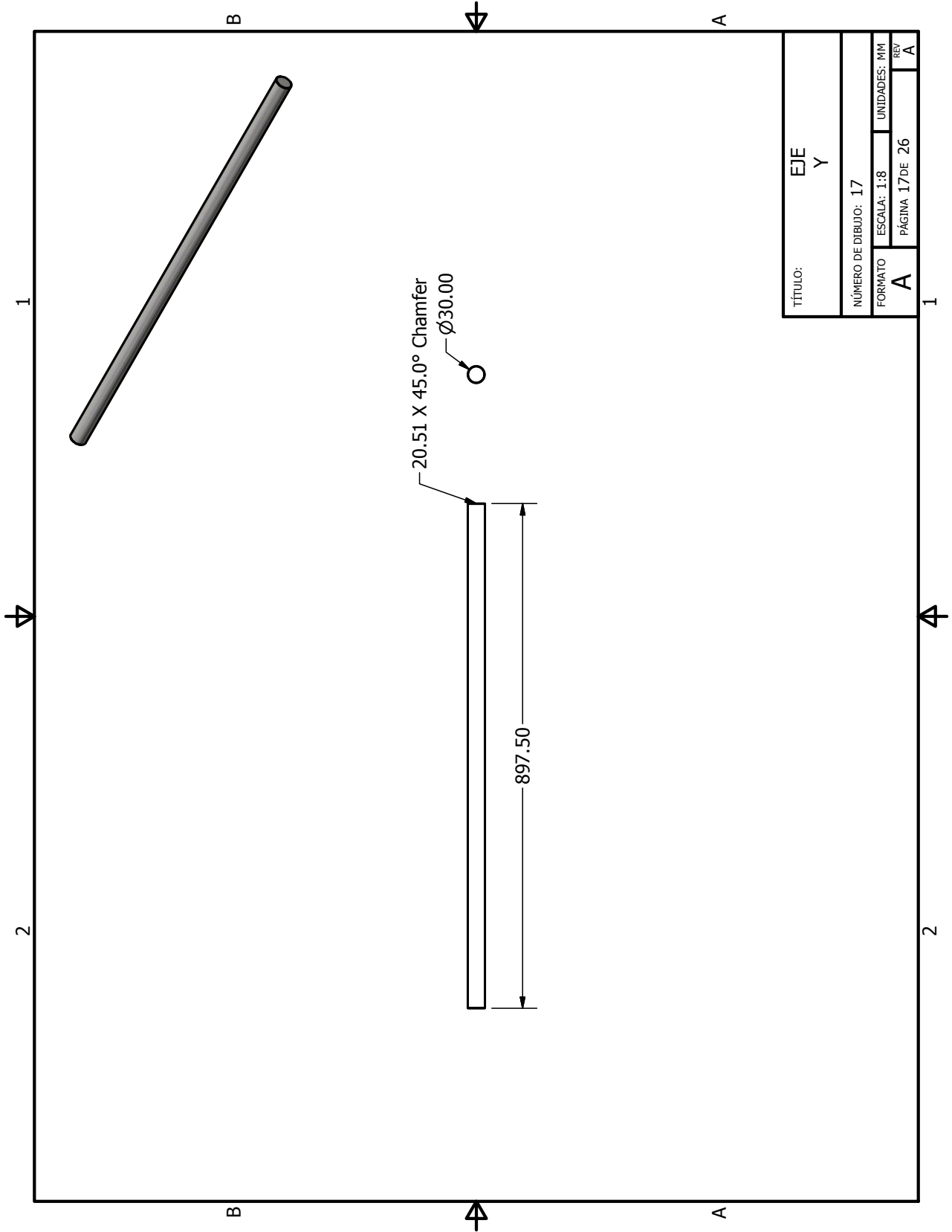




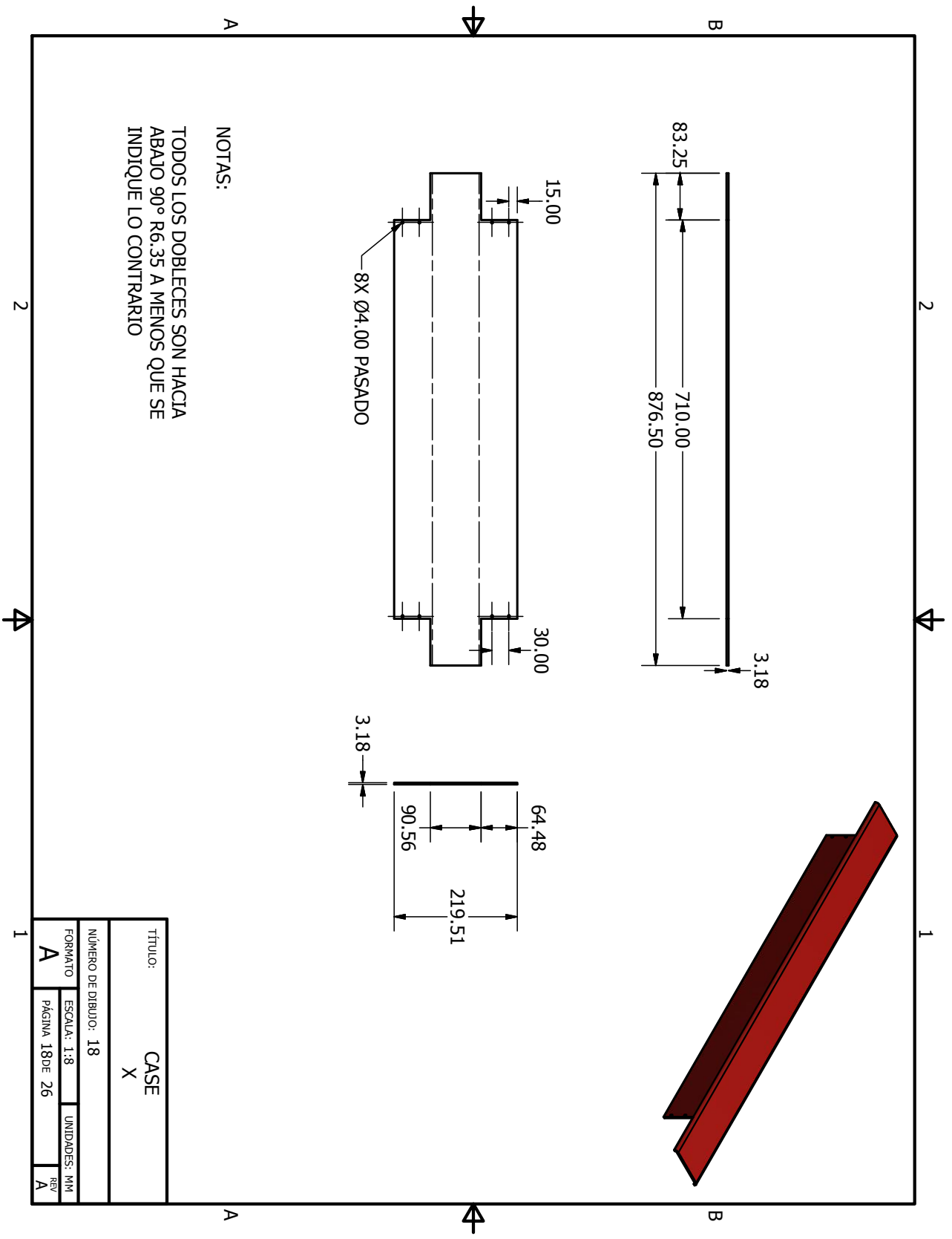
TÍTULO: SOPORTE PARA GUIAS			
NÚMERO DE DIBUJO: 15			
FORMATO	ESCALA: 1:1	UNIDADES: MM	REV
A		PÁGINA 15 DE 26	A



TÍTULO:		EJE	
X			
NÚMERO DE DIBUJO: 16			
FORMATO	ESCALA: 1:8	UNIDADES: MM	
A	PÁGINA 16 DE 26		
REV			A



TÍTULO:		EJE	
		Y	
NÚMERO DE DIBUJO: 17			
FORMATO	ESCALA: 1:8	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 17 DE 26		A

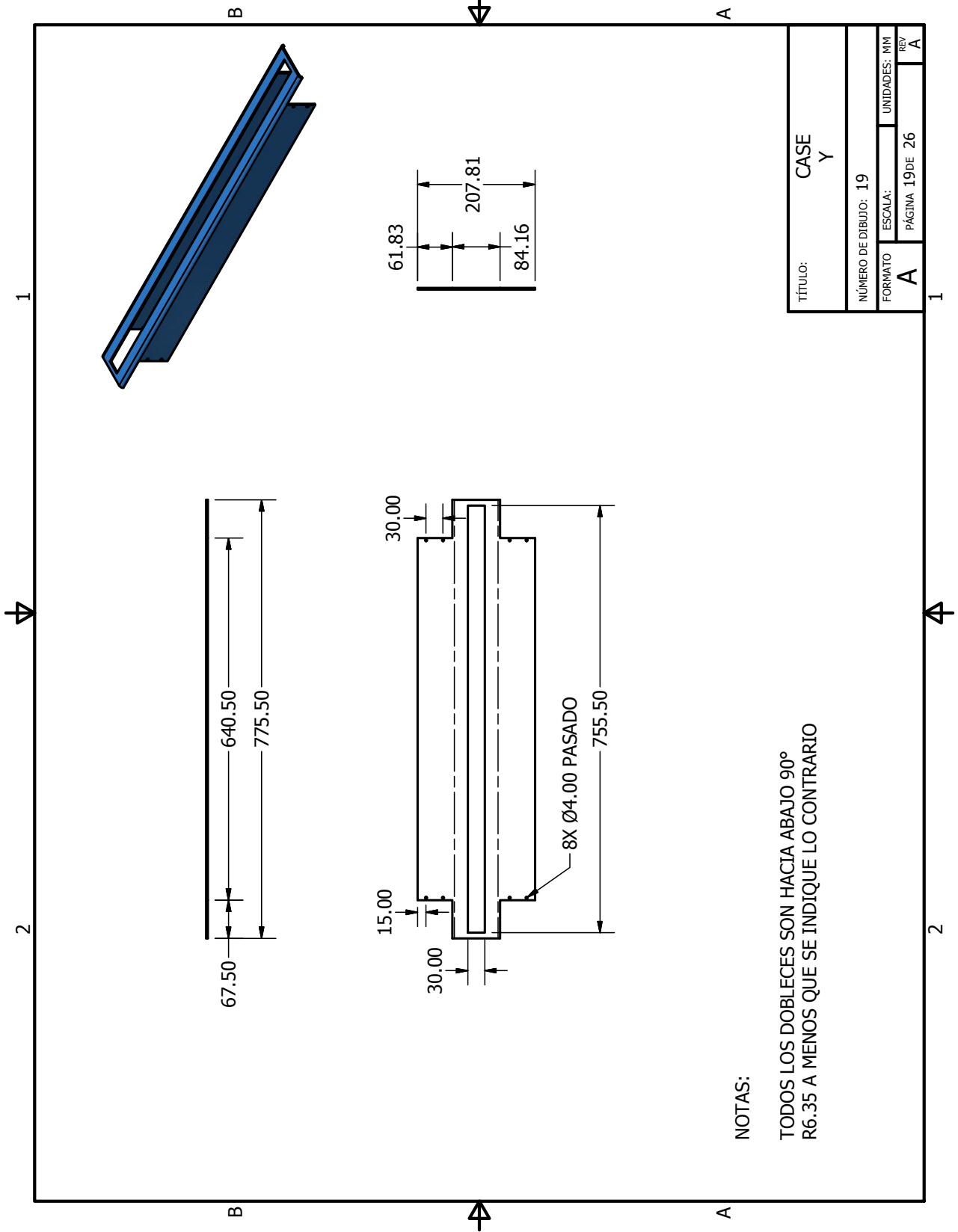


83.25
710.00
876.50
3.18

15.00
30.00
8X Ø4.00 PASADO
64.48
219.51
90.56
3.18

NOTAS:
 TODOS LOS DOBLECES SON HACIA
 ABAJO 90° R6.35 A MENOS QUE SE
 INDIQUE LO CONTRARIO

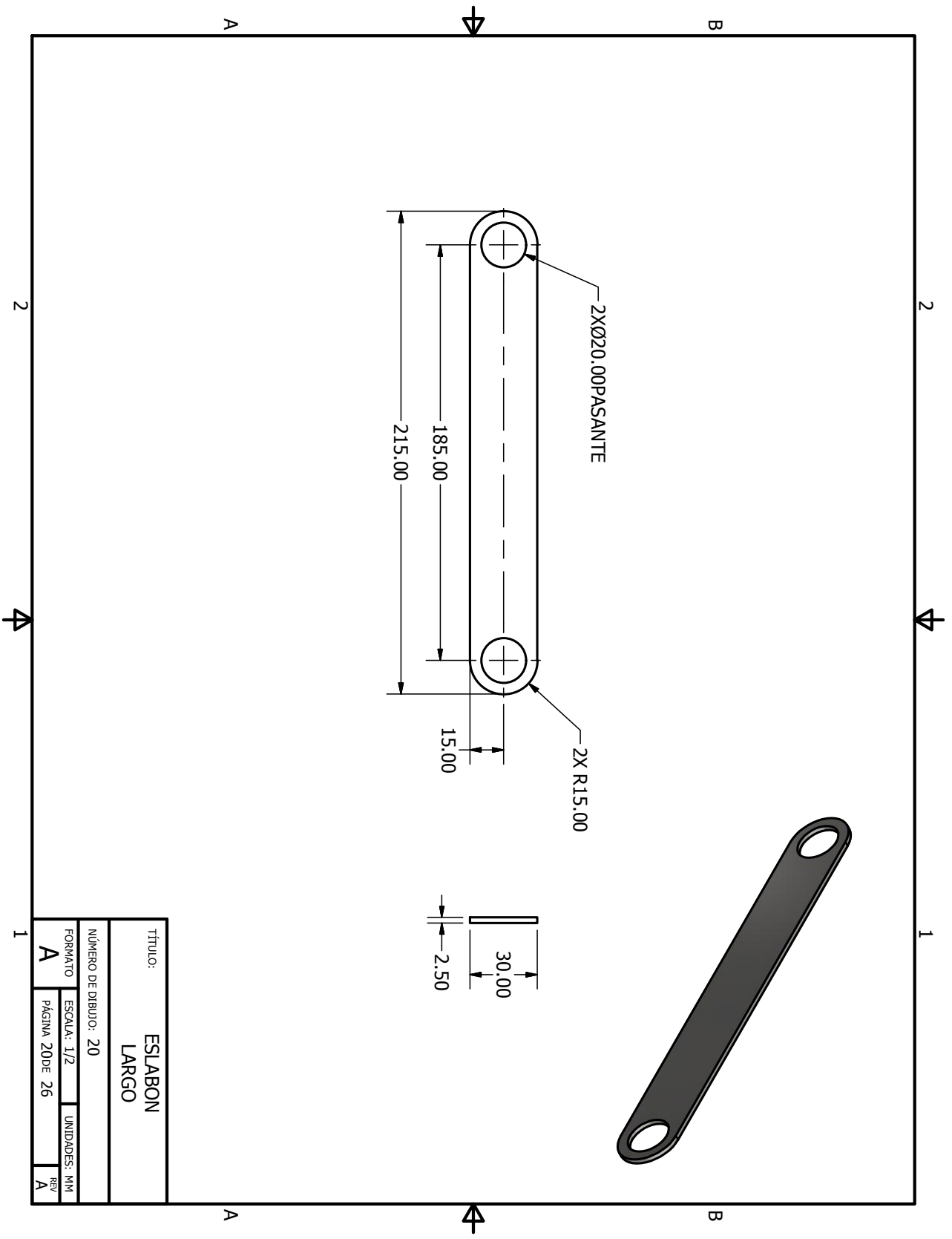
TÍTULO:		CASE	
NÚMERO DE DIBUJO:		18	
FORMATO:		A	
ESCALA:	1:8	UNIDADES:	MM
PÁGINA:	18 DE 26	REV	A



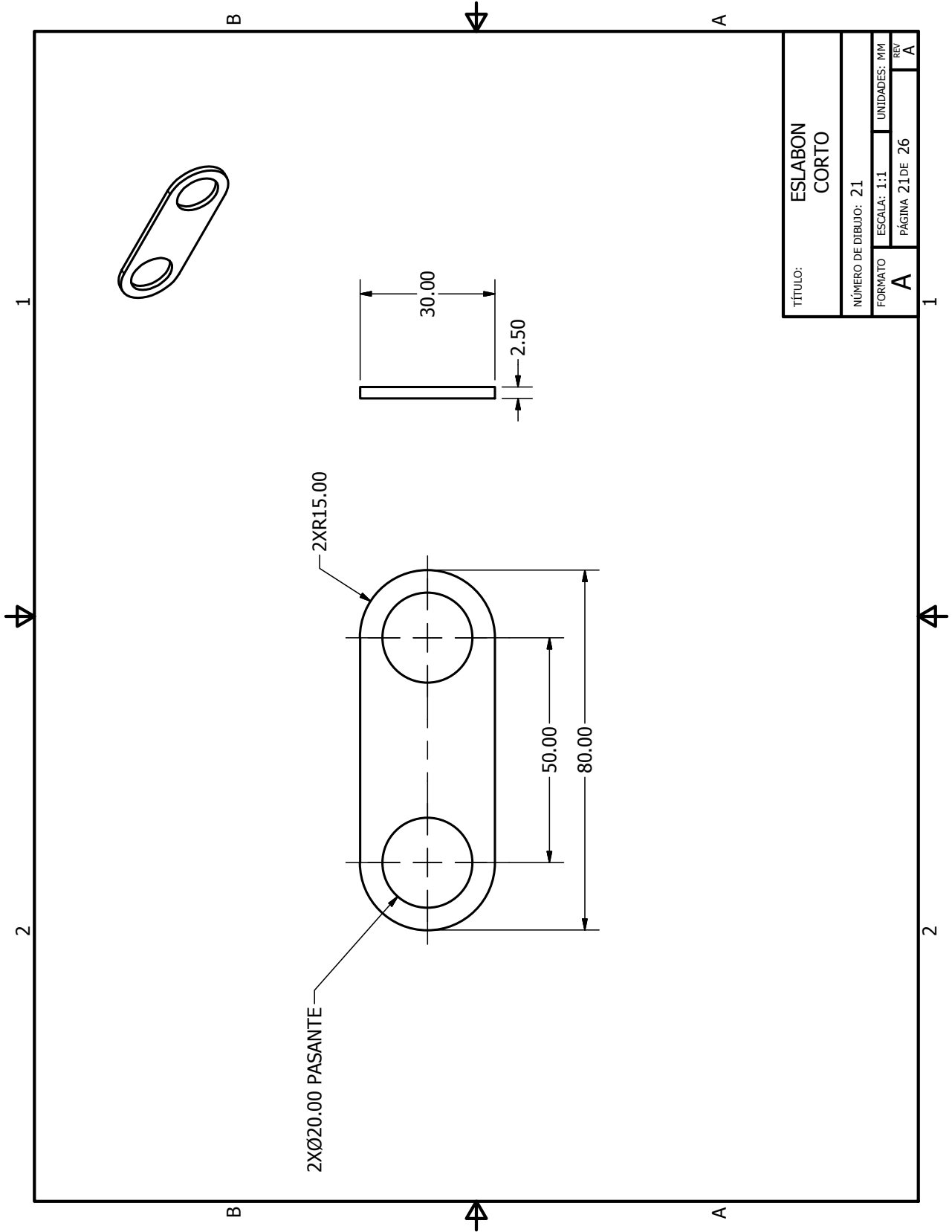
NOTAS:

TODOS LOS DOBLES SON HACIA ABAJO 90°
R6.35 A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

TÍTULO:		CASE Y	
NÚMERO DE DIBUJO: 19			
FORMATO:	ESCALA:	UNIDADES: MM	REV
A		PÁGINA 19 DE 26	A



TÍTULO:			
ESLABON LARGO			
NÚMERO DE DIBUJO: 20			
FORMATO	ESCALA: 1/2	UNIDADES: MM	
A	PÁGINA 20 DE 26	REV	A



TÍTULO:		ESLABON CORTO	
NÚMERO DE DIBUJO: 21			
FORMATO	ESCALA: 1:1	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 21 DE 26		A

2XØ20.00 PASANTE

2XR15.00

30.00

2.50

50.00

80.00

1

2

B

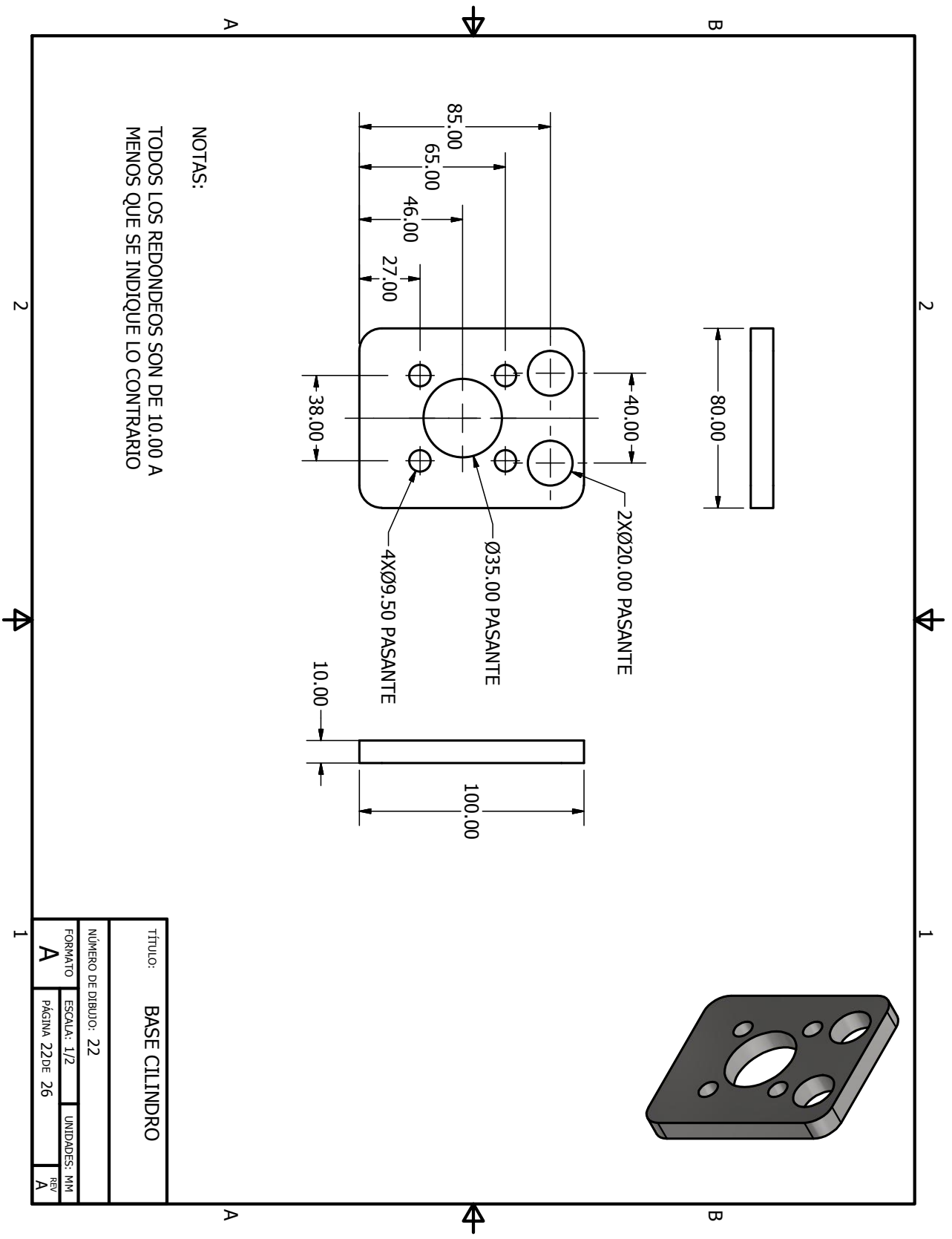
A

B

A

1

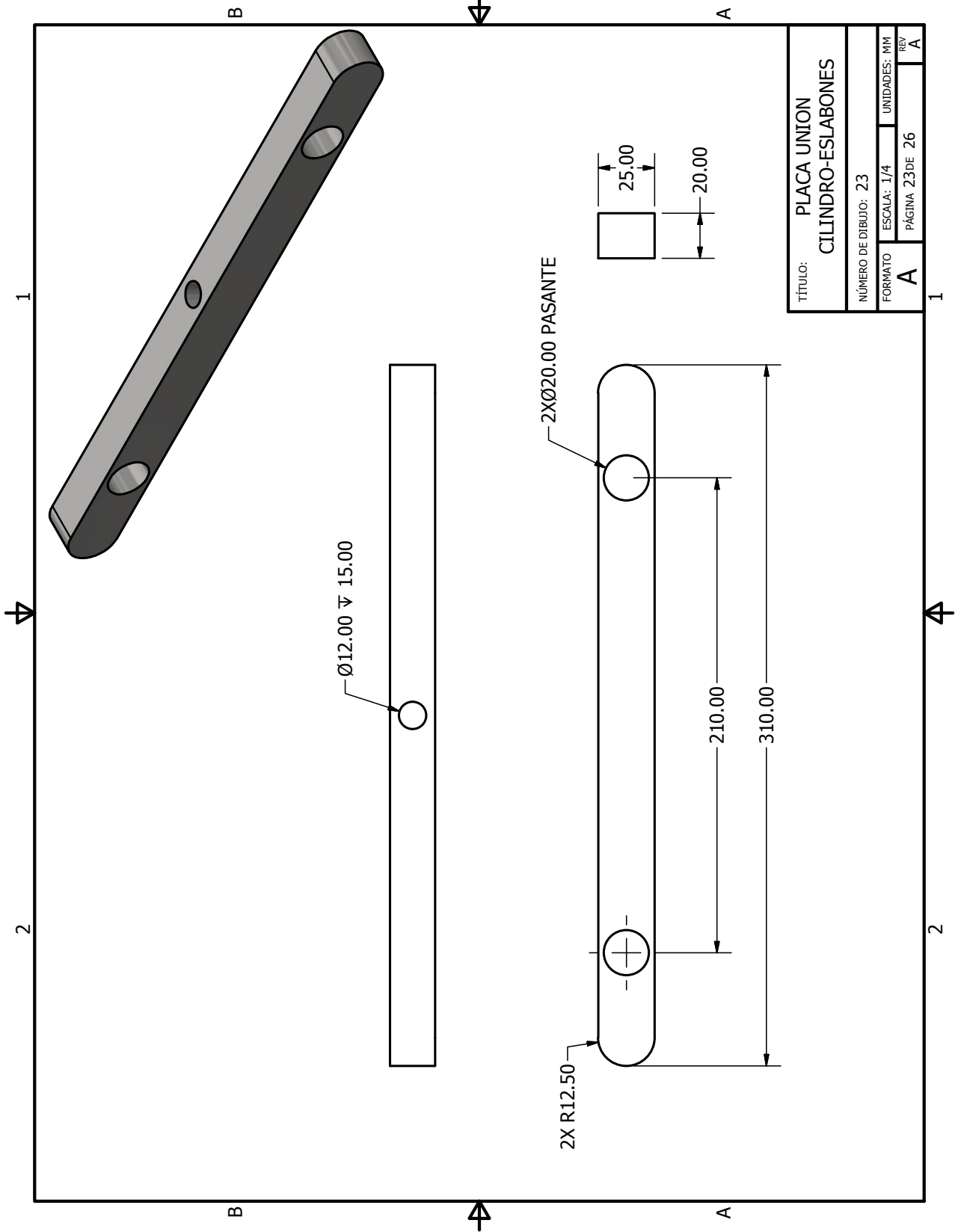
2



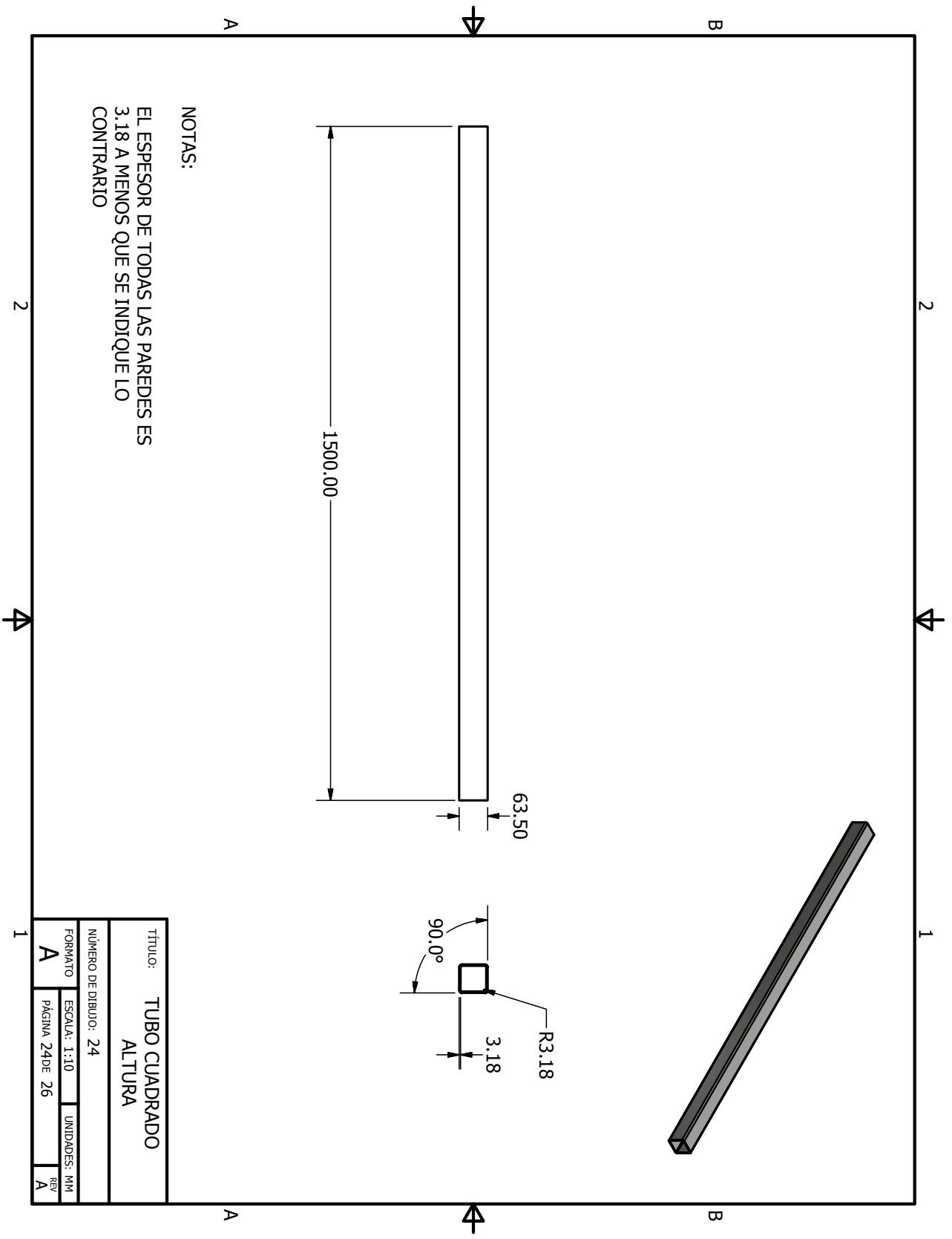
NOTAS:

TODOS LOS REDONDEOS SON DE 10.00 A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

TÍTULO: BASE CILINDRO			
NÚMERO DE DIBUJO: 22			
FORMATO	ESCALA: 1/2	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 22 DE 26		A

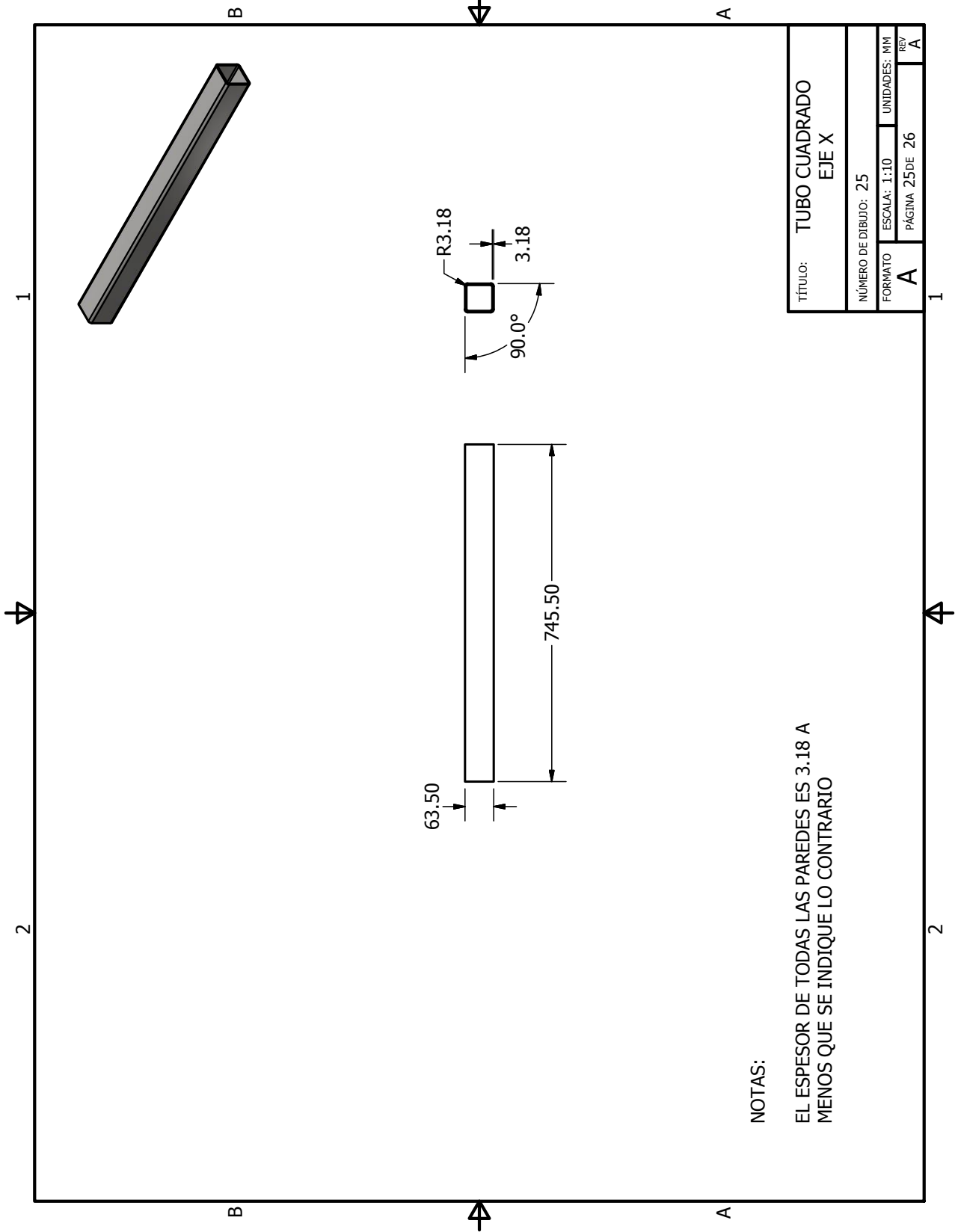


TÍTULO:		PLACA UNION	
		CILINDRO-ESLABONES	
NÚMERO DE DIBUJO: 23			
FORMATO	ESCALA:	UNIDADES:	MM
A	1/4		
		PÁGINA	23 DE 26
		REV	A



NOTAS:
 EL ESPESOR DE TODAS LAS PAREDES ES
 3.18 A MENOS QUE SE INDIQUE LO
 CONTRARIO

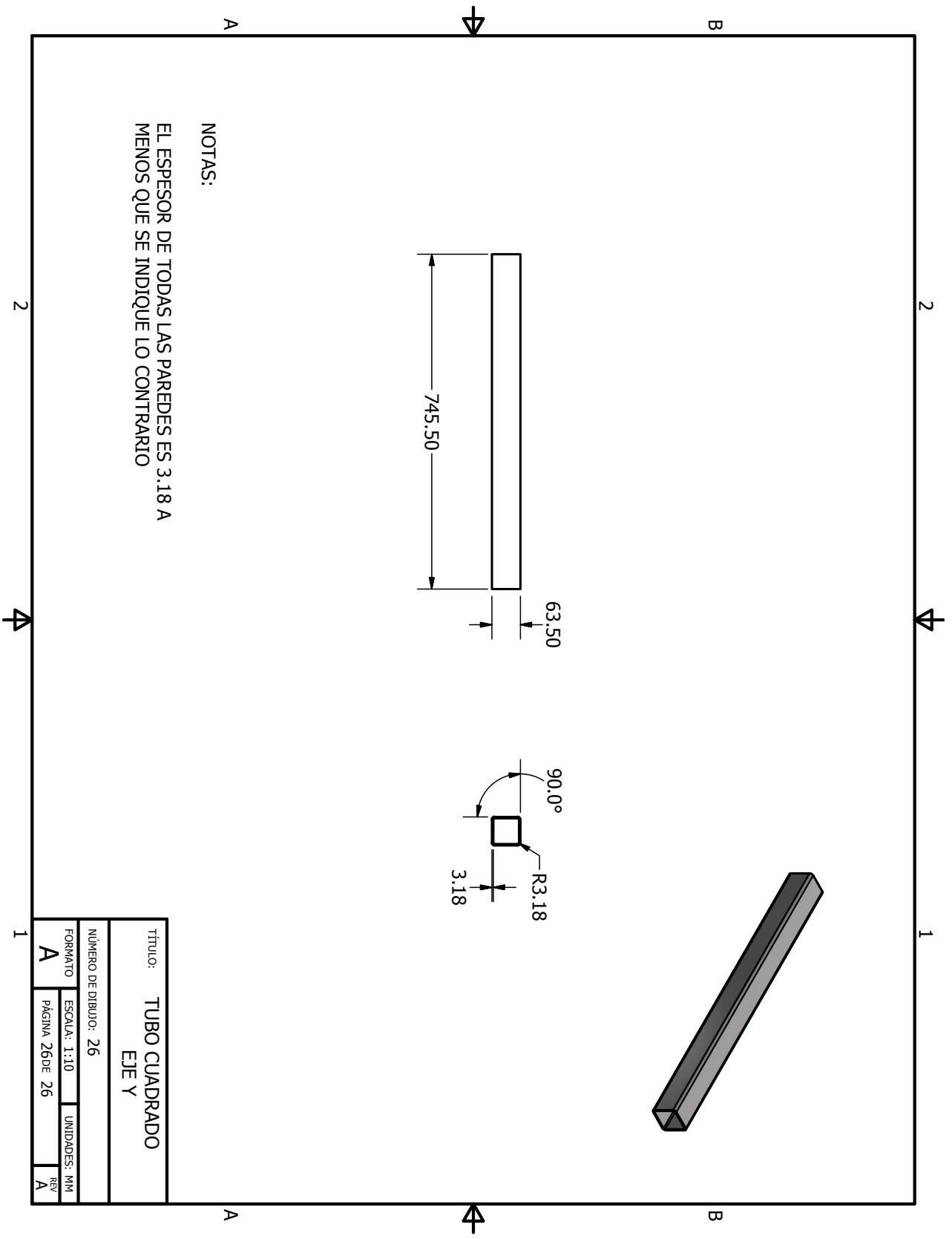
TÍTULO:		TUBO CUADRADO	
ALTIMETRO:		ALTURA	
NÚMERO DE DIBUJO:		24	
FORMATO	ESCALA:	UNIDADES:	MM
A	PÁGINA 24 DE 26	REV	A



NOTAS:

EL ESPESOR DE TODAS LAS PAREDES ES 3.18 A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

TÍTULO: TUBO CUADRADO EJE X			
NÚMERO DE DIBUJO: 25			
FORMATO	ESCALA: 1:10	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 25 DE 26		A



NOTAS:
 EL ESPESOR DE TODAS LAS PAREDES ES 3.18 A
 MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

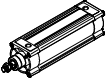
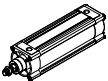
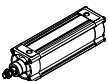
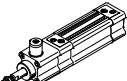
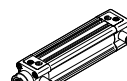
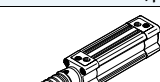
TÍTULO: TUBO CUADRADO			
EJE Y			
NÚMERO DE DIBUJO: 26			
FORMATO	ESCALA: 1:10	UNIDADES: MM	REV
A	PÁGINA 26 DE 26		A

11.9. Cilindro neumático

Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

Cuadro general de los productos

FESTO

Función	Ejecución	Tipo	Diámetro del émbolo	Carrera	Vástago doble	Vástago con rosca interior	Ranura para sensores en tres lados	Amortiguación			
			[mm]	[mm]				T	F	D3	P
De doble efecto	DSBC-...										
		DSBC-...	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	1 ... 2800							
	DSBC-...-Q – Con seguridad torsional										
		DSBC-...-Q	32, 40, 50, 63, 80, 100	1 ... 1500							
	DSBC-...-L/-U/-L1 – Con propiedades de movimiento especiales										
		DSBC-...-L	32, 40, 50, 63, 80, 100	1 ... 2800	-						
		DSBC-...-U	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	1 ... 2800	-						
		DSBC-...-L1	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	10 ... 1000	-						-
	DSBC-...-C – Con unidad de bloqueo, plantilla de taladros normalizada										
		DSBC-...-C	32, 40, 50, 63, 80, 100, 125	10 ... 2000							
DSBC-...-E1/-E2/-E3 – Con bloqueo de la posición final, plantilla de taladros normalizada											
	DSBC-...-E1/-E2/-E3	32, 40, 50, 63, 80, 100	10 ... 2000								
DSBC-...-P2 – Con fuelle, plantilla de taladros normalizada											
	DSBC-...-P2	32, 40, 50, 63, 80, 100	10 ... 500								

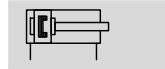
Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

FESTO

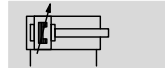
Hoja de datos

Función

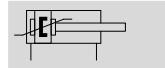
Amortiguación por topes elásticos



Amortiguación PPV



Amortiguación PPS



Diámetro
32 ... 125 mm

Carrera
1 ... 2800 mm

www.festo.com



Especificaciones técnicas generales								
Diámetro del émbolo		32	40	50	63	80	100	125
Forma constructiva	Émbolo/vástago/tubo perfilado							
Conexión neumática	Doble efecto							
Toma de pilotaje								
DSBC-...		G1/8	G1/4	G1/4	G3/8	G3/8	G1/2	G1/2
DSBC-...-C		M5	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8
Rosca del vástago		M10x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5	M20x1,5	M20x1,5	M27x2
Carrera								
DSBC-...	[mm]	1 ... 2800						
DSBC-...-Q	[mm]	1 ... 1500						-
DSBC-...-L1	[mm]	10 ... 1000						
DSBC-...-C	[mm]	10 ... 2000						
DSBC-...-E1/-E2/-E3	[mm]	10 ... 2000						-
DSBC-...-P2	[mm]	10 ... 500						-
DSBC-...-E	[mm]	1 ... 2000						
DSBC-...-L	[mm]	1 ... 2000						
Amortiguación								
DSBC-...-P		Amortiguación por topes elásticos/placa a ambos lados						
DSBC-...-PPV		Amortiguación neumática regulable en ambos lados						
DSBC-...-PPS		Amortiguación neumática autorregulable en ambos lados						
Carrera de amortiguación								
DSBC-...-PPV	[mm]	17	19	22	22	31	31	45
DSBC-...-E1/-E2/-E3	[mm]	17	19	15	15	15	15	-
Detección de la posición		Para sensores de proximidad						
Tipo de fijación		Con rosca inferior/accesorios						
Posición de montaje		Indistinto						

Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

FESTO

Hoja de datos

Condiciones de funcionamiento y condiciones del entorno								
Díámetro del émbolo		32	40	50	63	80	100	125
Medio de funcionamiento	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]							
Nota sobre el fluido de trabajo/mando	Admite aire comprimido lubricado (lo que requiere seguir utilizando aire lubricado)							
Presión de trabajo								
DSBC-...	[bar]	0,6 ... 12		0,4 ... 12			0,2 ... 10	
DSBC-...-L ¹⁾	[bar]	0,3 ... 12	0,25 ... 12		0,2 ... 12		0,15 ... 12	-
DSBC-...-U ¹⁾	[bar]	0,1 ... 12			0,05 ... 12		0,05 ... 10	
DSBC-...-L1 ¹⁾	[bar]	0,3 ... 12	0,25 ... 12		0,2 ... 12		0,15 ... 12	0,1 ... 10
DSBC-...-C ²⁾	[bar]	1,5 ... 10						
DSBC-...-E1/-E2/-E3	[bar]	2,5 ... 12		1,5 ... 12			-	
DSBC-...-T3/-A2	[bar]	1 ... 12						1 ... 10
DSBC-...-A3	[bar]	1,5 ... 12		1 ... 12	0,6 ... 12		0,6 ... 10	
DSBC-...-A6	[bar]	2 ... 12	1,5 ... 12		1,5 ... 10			
Temperatura ambiente ³⁾								
DSBC-...	[°C]	-20 ... +80						
DSBC-...-L/-U	[°C]	+5 ... +80						
DSBC-...-L1	[°C]	0 ... +60						
DSBC-...-A1	[°C]	0 ... +80						
DSBC-...-A6	[°C]	-20 ... +80						
DSBC-...-T1-A6	[°C]	0 ... +120						
DSBC-...-T3-A6	[°C]	-40 ... +80						
DSBC-...-T4-A6	[°C]	0 ... +150						
DSBC-...-C	[°C]	-10 ... +80						
DSBC-...-T1	[°C]	0 ... +120						
DSBC-...-T3	[°C]	-40 ... +80						
DSBC-...-T4	[°C]	0 ... +150						
DSBC-...-P2	[°C]	-10 ... +80						-
DSBC-...-EX4	[°C]	-20 ... +60						
Clase de resistencia a la corrosión CRC								
DSBC-...		2 ⁴⁾						
DSBC-...-R3		3 ⁵⁾						

1) Los valores son válidos para las carreras ≤ 500 mm y después de 10 carreras dobles.

En combinación con la amortiguación PPV/PPS, los datos solo son válidos fuera de la amortiguación

2) Prestar atención a la presión mín. de liberación → página 19

3) Tener en el margen de aplicación de los detectores de proximidad

4) Clase de resistencia a la corrosión CRC 2 según norma de Festo FN 940070

Componentes con moderado riesgo de corrosión. Aplicación en interiores en caso de condensación. Piezas exteriores visibles con características esencialmente decorativas en la superficie que están en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales.

5) Clase de resistencia a la corrosión CRC 3 según norma de Festo FN 940070

Alto riesgo de corrosión. Exposición a la intemperie bajo condiciones corrosivas moderadas. Piezas exteriores visibles en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales y con características principalmente funcionales en la superficie.

Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

FESTO

Hoja de datos

Pesos [g]							
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
DSBC-...							
Peso con carrera de 0 mm	465	740	1190	1740	2660	3665	6611
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	2245
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63
DSBC-...-Q							
Peso con carrera de 0 mm	503	755	1241	1821	2717	3827	-
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	25	30	51	57	87	95	-
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	115	170	332	391	757	890	-
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	8	11	20	20	31	31	-
DSBC-...-C							
Peso con carrera de 0 mm	745	1175	1940	2920	5075	6965	12860
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	25	35	56	62	95	103	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	160	290	540	620	1200	1425	3035
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63
DSBC-...-E1/-E2/-E3							
Peso con carrera de 0 mm							
DSBC-...-E1	505	780	1312	1862	3018	4023	-
DSBC-...-E2	485	760	1251	1801	2839	3844	-
DSBC-...-E3	485	760	1251	1801	2839	3844	-
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	-
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	-
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	-
DSBC-...-T							
Peso con carrera de 0 mm	581	924	1523	2103	3243	4353	7450
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	34	50	81	86	133	141	214
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	181	339	613	684	1292	1516	3084
Masa en movimiento por 10 mm de carrera	18	32	50	50	78	78	126

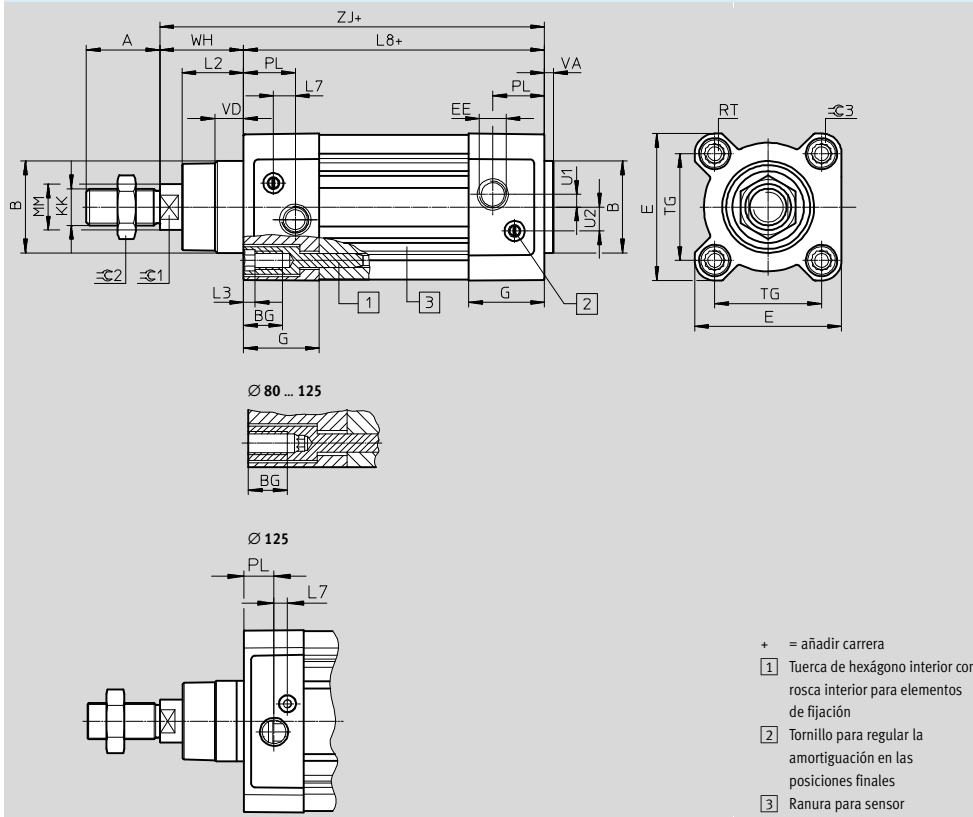
Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

Hoja de datos



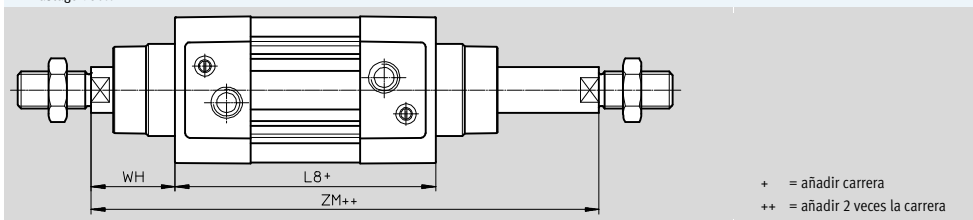
Dimensiones

Datos CAD disponibles en www.festo.com



Variante

T - Vástago doble



Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

FESTO

Hoja de datos

∅	A	B	BG	E	EE	G	U2	U1	KK
[mm]	-0,5	∅ d11	Mín.	+0,5		-0,2	±0,1	±0,1	
32	22	30	16	45	G1/8	28	5,7	5,25	M10x1,25
40	24	35	16	54	G1/4	33	8	4	M12x1,25
50	32	40	16	64	G1/4	33	10,4	5,5	M16x1,5
63	32	45	16	75	G3/8	40,5	12,75	6,25	M16x1,5
80	40	45	17	93	G3/8	43	12,5	8	M20x1,5
100	40	55	17	110	G1/2	48	13,5	10	M20x1,5
125	54	60	20	136	G1/2	44,7	13	8	M27x2

∅	L2	L3	L7	L8	MM	PL	RT	TG
[mm]		Máx.		±0,4	∅	±0,1		±0,3
32	18 _{-0,2}	5	6,5	94	12	19,5	M6	32,5
40	21,3 _{-0,2}	5	7,5	105	16	22,5	M6	38
50	26,8 _{-0,2}	5	9,5	106	20	22,5	M8	46,5
63	27 _{-0,2}	5	9	121	20	27,5	M8	56,5
80	34,2 _{-0,2}	-	11	128	25	30	M10	72
100	38 _{-0,2}	-	7,5	138	25	31,5	M10	89
125	45,5 _{-0,3}	-	10	160	32	22,5	M12	110

∅	VA	VD	WH	ZJ	ZM	≈G1	≈G2	≈G3
[mm]		+0,5	+2,2	+1,8	+1			
32	4 _{-0,2}	10	25	119,1	146,1	10	16	6
40	4 _{-0,2}	10,5	28,7	133,9	164,8	13	18	6
50	4 _{-0,2}	11,5	35,6	141,8	179,8	17	24	8
63	4 _{-0,2}	15	35,9	157,1	195,4	17	24	8
80	4 _{-0,2}	15,7	45,4	173,6	221	22	30	6
100	4 _{-0,2}	19,2	49,3	187,5	238,8	22	30	6
125	6 _{-0,3}	20,5	64,1	225	290	27	41	8