Diseño de bisagradora neumática semiautomatizada para colocar bisagras en cajas de puros en Estelí, Nicaragua.

Haniel Ignacio Vanegas Espinoza

ignaciovanegas1106@gmail.com

https://orcid.org/0000-0001-5533-2123

Dany de los Ángeles Laguna Duarte

danyduarte165@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-1089-4725

María José Pérez Castillo

maryp0976@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-4714-8486

Ing. Ramón Antonio Canales Zeas

Resumen

La investigación se realizó en la Carpintería El Crespo en la cuidad de Estelí en el año 2022, en donde se estudió el proceso de la colocación de bisagras en las cajas para empaque de puros, el cual es realizado en una máquina bisagradora neumática, elaborada empíricamente por el gerente propietario de la carpintería. En el estudio se valoró la situación actual de la máquina, funcionamiento y proceso; con la ayuda de los métodos de recolección de datos como , la entrevista y guía de observación, se descubrieron ciertas características de la máquina que no son muy eficientes al realizar el proceso, también se realizó un diagrama de flujo del proceso de la colocación de las bisagras, en el cual se representa cada uno de los pasos para realizar el proceso de colocar las bisagras en las cajas; se conoció la eficiencia productiva de la máquina mediante el indicador OEE; a través de estos cálculos se obtuvo la disponibilidad, calidad y rendimiento de la máquina. El propósito de la investigación es hacer una propuesta de un prototipo de máquina bisagradora neumática semiautomatizada, con la integración de dos cilindros neumáticos, balancines, sistema de bases de aluminio que permitan la regulación de la distancia en la cual se colocaran las dos bisagras y un sistema eléctrico con un interruptor final de carrera para activar electroválvula neumáticas realzando un proceso electroneumático semiautomatizado; para optimizar el proceso de colocar bisagras en las cajas para empaque de puros, de una manera más eficiente disminuyendo los pasos para realizar el proceso en comparación a la maquina actual de

la carpintería, obteniendo también una mayor estandarización en el producto final, disminuyendo la posibilidad de desperdicios de material y tiempo, el cual que es fundamental para cumplir con la demanda del mercado.

Palabras claves: Optimizar, proceso, colocar, bisagras, tiempo, producción, máquina, neumatica.

Abstract

The research was carried out in the El Crespo Carpentry in the city of Estelí in the year 2022, where the process of placing hinges in boxes for cigar packaging was studied, which is carried out in a pneumatic hinged machine, empirically elaborated. by the owner manager of the carpentry. In the study, the current situation of the machine, operation and process was evaluated; With the help of data collection methods such as the interview and observation guide, certain characteristics of the machine that are not very efficient when carrying out the process were discovered, a flowchart of the process of placing the sheets was also made. hinges, in which each one of the steps to carry out the process of placing the hinges in the boxes is represented; the productive efficiency of the machine was known through the OEE indicator; through these calculations the availability, quality and performance of the machine was obtained. The purpose of the investigation is to make a proposal for a prototype of a semi-automated pneumatic hinger machine, with the integration of two pneumatic cylinders, rockers, a system of aluminum bases that allow the regulation of the distance in which the two hinges will be placed and an electrical system with a limit switch to activate pneumatic solenoid valves, enhancing a semi-automated electro-pneumatic process; to optimize the process of placing hinges in boxes for cigar packaging, in a more efficient way, reducing the steps to carry out the process compared to the current carpentry machine, also obtaining greater standardization in the final product, reducing the possibility waste of material and time, which is essential to meet market demand.

Keywords: Optimize, hinged, time, production, machine, pneumatics.

Introducción

La carpintería El Crespo se ubica en la ciudad de Estelí, esta se encarga de la producción de cajas para diferentes fábricas de tabaco; las cuales exportan puros en cajas lo que le agrega un mayor valor. Dentro de todo el proceso que realiza la carpintería, la investigación se centra en la operación y funcionamiento actual de la máquina que coloca las bisagras en las cajas para empaque de puros.

Actualmente cuentan con una máquina que fue construida por el dueño de la carpintería; en donde ve la posibilidad de mejorar el proceso productivo haciéndolos semiautomatizados lo que aumentará la taza de producción

El motivo de realizar este estudio es conocer las fallas que ocurren en la operación de abisagrado y así llegar a presentar una propuesta de prototipo de máquina bisagradora neumática semiautomatizada, por otra parte, en el mercado extranjero existen máquinas que realizan este proceso, pero tienen un costo muy elevado.

Una bisagradora es una máquina diseñada para colocar bisagras, especialmente para cajas de empaque de puros. Esta herramienta se encarga de remachar las bisagras de las cajas, ahorrando tiempo y trabajo manual.

La carpintería será beneficiada con el diseño propuesto, ya que se mejoraría el tiempo de colocar bisagras y aumento de la producción. Con la implementación de esta máquina la carpintería se evitaría gastos aduaneros y la contratación personal capacitado para la instalación de la misma.

El objetivo de este artículo es presentar una propuesta de prototipo de máquina bisagradora neumática semiautomatizada para optimizar la operación de colocar bisagras en las cajas para empaque de puros de la carpintería El Crespo en la cuidad de Estelí.

La neumática es la técnica que se dedica al estudio y aplicación de aire comprimido. En la actualidad en la automatización en los distintos campos de fabricación, así como en el proceso de ensamblado y empaquetado de producto, es común la utilización de esta técnica para llevar a cabo estos procesos. (Moreno, 2016)

La automatización ha venido evolucionando desde el momento en que los procesos manuales se han visto sustituidos por procesos de mecanización, en los que se remplaza la potencia muscular

humana por una fuente exterior de energía que el hombre puede gobernar sin tener que realizar apenas esfuerzo. (1998, pág. 246)

La eficiencia productiva de la maquinaria industrial es una hoja de ruta simple pero poderosa que ayuda a las personas de la administración del piso de producción en una planta a visualizar y eliminar las pérdidas y el desperdicio de equipos. En otras palabras, tiene que ver con la eficiencia y no con la efectividad del equipo (Tecnología para la industria, 2019).

Estos tres conceptos ayudan a interpretar los parámetros a valorar sobre la propuesta a presentar, debido a que la máquina actual con la que cuenta la carpintería solo funciona de manera neumática.

Asimismo, se utilizó un diagrama de flujo para lograr identificar los problemas que presenta la máquina bisagradora neumática al momento de colocar las bisagras en las cajas para empaques de puro. Manene (2011) afirma que: Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo

Por otra parte, la eficiencia productiva es un factor que ayuda a señalar las fallas que existen en la máquina bisagradora neumática. Mediante el indicador OEE (eficiencia general de los equipos) se analizan datos numéricos que permiten conocer el rendimiento actual que desempeña la máquina bisagradora.

Luego de analizar el estado actual de la máquina bisagradora con la que cuenta la carpintería se decide avanzar con la propuesta de diseño de prototipo de maquina bisagradora neumática semiautomatizada.

Como parte de mejora se utilizaron dos grandes fundamentos como son la neumática y la automatización. De igual manera con el programa Autodesk Inventor se realizaron mejoras en el diseño lo que permitirá mejorar el proceso de abisagrado.

Materiales y métodos

El estudio se fundamenta en la propuesta de un prototipo de máquina bisagradora neumática semiautomatizada, de manera que la investigación trasciende a la innovación y por ende a estudios totalmente nuevos.

El tipo de investigación es mixta, en donde predomina más el método cuantitativo basado en la recolección de datos mediante etapas consecutivas lógica. Solís (2019) afirma que: metodológicamente, el enfoque cuantitativo de investigación se caracteriza por privilegiar la lógica empírico-deductiva, a partir de procedimientos rigurosos, métodos experimentales y el uso de técnicas de recolección de datos estadísticos.

De igual forma se utilizarán las variables cualitativas en donde se obtendrán datos característicos en la investigación. Según Santander (2021) el método cualitativo implica recopilar y analizar datos no numéricos para comprender conceptos, opiniones o experiencias, así como datos sobre experiencias vividas, emociones o comportamientos, con los significados que las personas les atribuyen. Por esta razón, los resultados se expresan en palabras.

Las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron la entrevista de acuerdo con Ortiz (2019) la entrevista es, en esencia, una conversación bien planificada. En ella, el investigador plantea una serie de preguntas o temas de debate a una o varias personas, con el fin de obtener información específica.

La observación es una técnica que consiste precisamente en observar el desarrollo del fenómeno que se desea analizar. Este método puede usarse para obtener información cualitativa o cuantitativa de acuerdo con el modo en que se realiza. (Ortiz Ramirez, 2019)

Esta técnica es de mucha utilidad en este estudio ya que se observó factores externos con el cual la carpintería se presenta día a día. En la guía de observación se utilizaron ocho ítems y seis preguntas con respuestas libres en la entrevista.

El universo de la investigación fue de 10 personas, en donde se incluyeron todos los trabajadores del área de producción de cajas para empaque de puros; la muestra tomada es de 3 conformada por la máquina, el operador de la misma y el dueño de la carpintería.

Resultados y discusión

Para la recolección de datos se utilizó la entrevista, la cual se destinó al dueño de la carpintería con fin de conocer el funcionamiento de la máquina y como herramienta la guía de observación (observación participante) la que permitió aclarar ciertos indicadores de la entrevista. De igual

forma, se realizó una ficha de recolección de datos para anotar los parámetros de tiempo, calidad y disponibilidad, que fueron necesarios para determinar la productividad de la máquina.

En este apartado, se presentan, analizan y se explican los resultados obtenidos de la investigación realizada; con el tema propuesto prototipo de máquina bisagradora neumática semiautomatizada para optimizar la operación de abisagrado de cajas para empaque de puros en la carpintería El crespo.

Se realizó un diagnóstico de la máquina bisagradora neumática existente en la carpintería El Crespo.

Para conocer el funcionamiento de la máquina actual se analizó y observó la operación de abisagrado, mediante la entrevista y guía de observación se logró realizar un flujograma, el cual detalla cada una de las operaciones que realiza la máquina.

Con la ayuda del flujograma, se afirma que la máquina realiza un doble proceso al colocar las bisagras de la caja, esto se debe a que solo posee un pintón; ingresando una bisagra por pedaleada, este proceso se repite para colocar la bisagra del otro extremo.

Determinar la eficiencia productiva de la máquina actual

Para obtener un mejor resultado sobre el desempeño de la máquina se efectuó un estudio con el indicador OEE (Eficacia Global de Equipos Productivos) ya que muestra el nivel de eficiencia de los equipos, a partir de estos cálculos se puede conocer cuánto tiempo se dedica realmente a la operación de abisagrado y mejorar los procesos productivos.

En esta primera tabla se muestra la información recopilada a través de la ficha de recolección de datos:

Tabla 1: Información general para el cálculo del OEE

Información de jornada laboral diaria		
Jornada laboral	9	horas
Comida	30	minutos
Descanso 1	15	minutos
Descanso 2	15	minutos
Tiempos muertos	128	minutos
Velocidad Ideal	2	piezas/minutos
Piezas Totales terminadas	540	piezas
Piezas no Conformes	10	piezas

A partir de esta información se calculó el tiempo planeado de producción; mediane este estudio se conoció el tiempo que realmente está operando la máquina.

Tabla 2: Cálculos

Cálculos		
Tiempo Planeado Producción:	8.00	horas
Tiempo Operativo:	5.88	horas
Piezas Buenas:	530.00	piezas

- Para calcular el tiempo planeado de producción se utilizó la jornada laboral sustrayendo los 60 minutos de descansos y comida del operador.

- El tiempo operativo es el dedicado exactamente a la operación de abisagrado. En este se toma las 8 horas que es el tiempo planeado para la producción menos los tiempos muertos.

- Las piezas buenas corresponden a las piezas que cumple con calidad requerida. Piezas totales producidas menos piezas no conformes.

Vinculado a esta información, se aplicará el indicadore OEE que se calcula a partir de tres factores, lo cuales son porcentajes: OEE = Disponibilidad*Desempeño*Calidad

Cálculos del indicador OEE

Tabla 3: Cálculos del OEE

Cálculos del OEE		
Disponibilidad:	73.4%	
Desempeño:	76.6%	
Calidad:	98.1%	
OEE:	55.2%	

- La disponibilidad corresponde a la relación de tiempo planeado para la producción con el que realmente se estuvo produciendo. Se debió haber trabajado 8 horas, pero solo se trabajaron 5.88 horas.

- El desempeño hace referencia a la capacidad real de la máquina en relación a la producción realizada en el tiempo operativo. Cabe mencionar que si la máquina trabaja en un tiempo ideal de

60 minutos se tendría un total de 704 piezas realizando 2 cajas/minutos, sin embargo, por las pérdidas de tiempo solo se lograron producir 540 cajas al día.

- Para obtener el promedio de calidad se debe restar el total de piezas producidas menos las piezas rechazadas.

- Obteniendo los porcentajes de disponibilidad, desempeño y calidad se multiplican para conocer la eficiencia productiva de la máquina.

Comparación mundial del indicador OEE

Tabla 5: cuadro comparativo del OEE

Comparativa OEE		
	Clase Mundial	**Mi OEE**
Disponibilidad:	90.0%	73.4%
Desempeño:	95.0%	76.6%
Calidad:	99.9%	98.1%
OEE:	85.0%	55.2%

Mediante este análisis se observa que el porcentaje de eficiencia está bajo el nivel mundial, lo que quiere decir que la máquina no está trabajando de manera óptima, ya que la disponibilidad para producir en la máquina es poca y el rendimiento no es el deseado, debido a que se producen menos cajas de las planificadas.

Conforme se analiza con estos datos numérico y gracias a la ayuda del indicador del OEE se tiene como resultado una máquina bisagradora neumática trabajando de manera deficiente debido a un mal diseño estructurado como principal punto, es por ello que se hace la propuesta de un nuevo diseño de máquina bisagradora neumática semiautomatizada.

Diseño propuesto para máquina bisagradora neumática semiautomatizada.

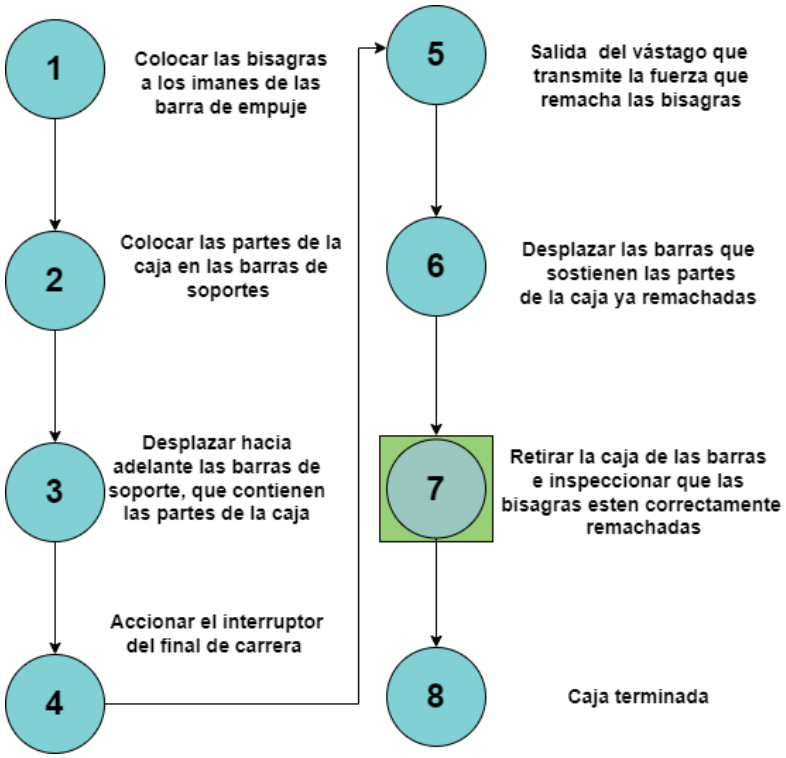
Esta propuesta está centrada en el proceso de abisagrado de cajas para empaque de puros de la carpintería El Crespo en la ciudad de Estelí; se realizó un nuevo diseño estructural, que cuenta con la integración de dos cilindros neumáticos, sistema eléctrico y neumático, lo que hace que la operación de colocar bisagras en las cajas sea de forma semiautomatizada; en donde se pretende evitar los problemas de la máquina actual, aumentando la productividad, reduciendo gastos y mejorar el tiempo de la operación.

La máquina actual posee un solo cilindro neumático, lo que hace que el proceso se repita dos veces por caja, ya que al impulsar el pedal neumático se coloca la bisagra de un extremo y se deberá de hacer el mismo proceso para la otra bisagra; al realizar la operación de forma individual hay un mayor margen de error, daños a la materia prima (caja), aumento de tiempo y baja producción.

Esta máquina pretende aumentar la productividad y ofrecer un mejor producto final; para lograr estos, es importante contar con maquinaria eficiente, que permita realizar el proceso sin pérdida de materiales y en el menor tiempo; ya que ninguna empresa es rentable, cuando existe demoras o productos defectuosos.

En la siguiente figura se estará representando el proceso del prototipo de la maquina bisagradora mediante un diagrama de proceso.

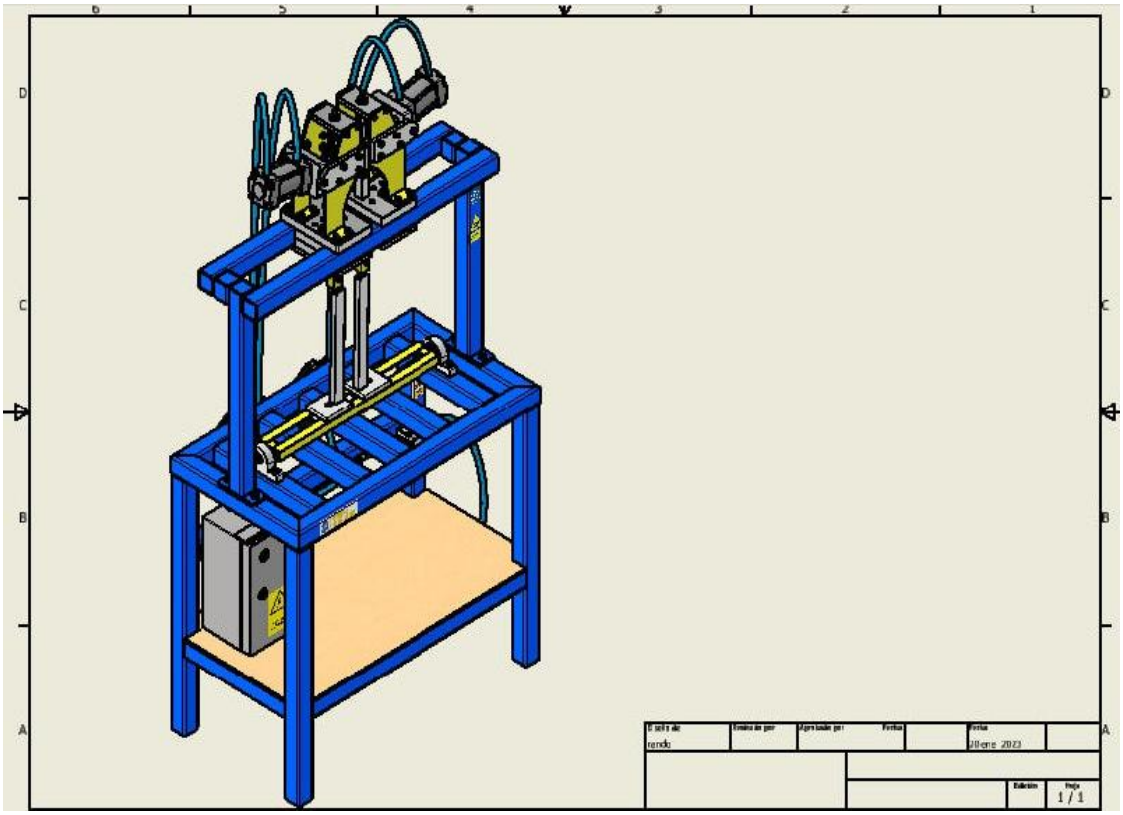
Imagen 1: Flujo de proceso de la operación de abisagrado de cajas



Fuente: Elaboración propia

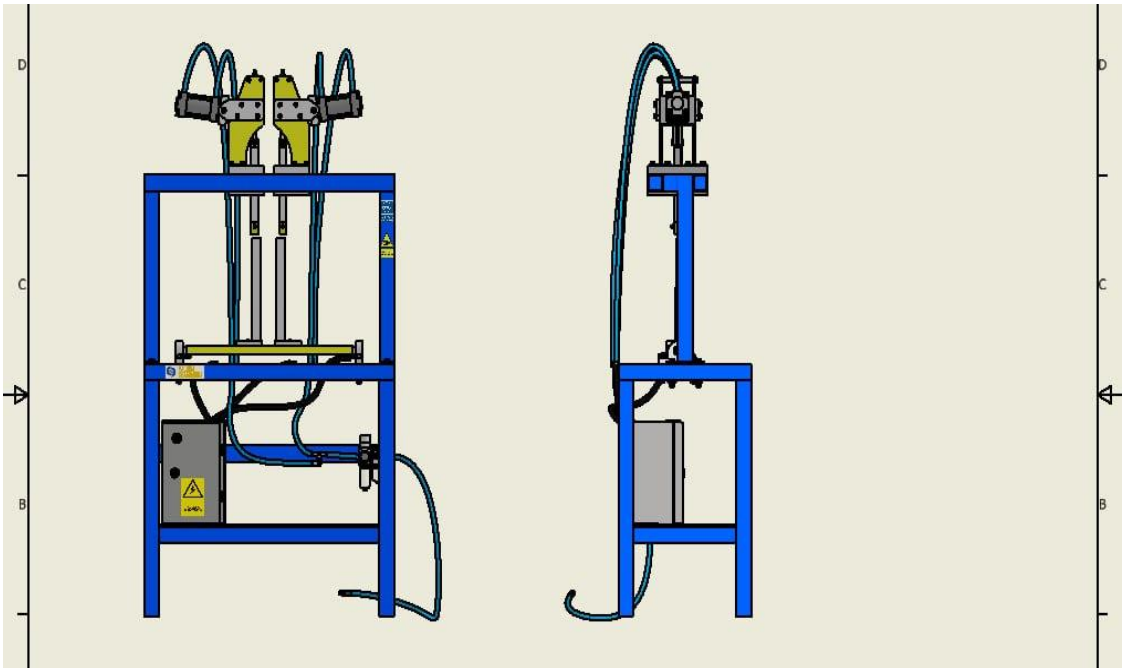
El diseño de la máquina propuesta fue realizado en el programa Autodesk inventor; a continuación, los planos de la misma:

Imagen 2: Vista general 3D de propuesta de máquina bisagradora semiautomatizada



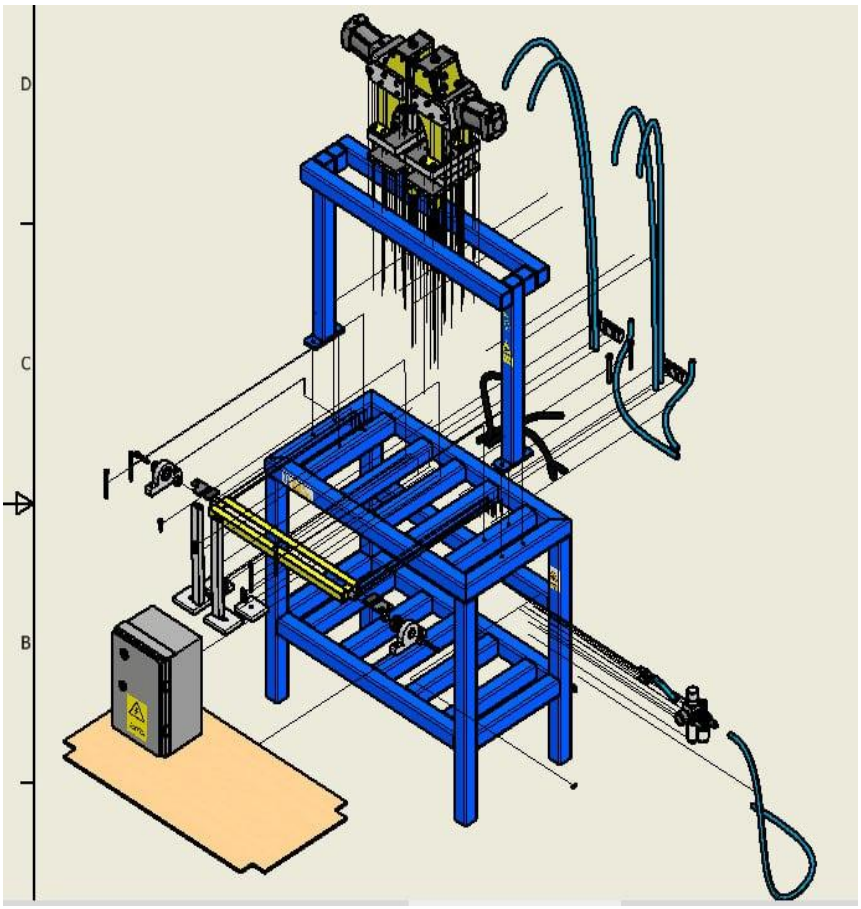
Fuente: Elaboración propia

Imagen 3: Vista frontal y lateral de propuesta de maquina bisagradora semiautomatizada



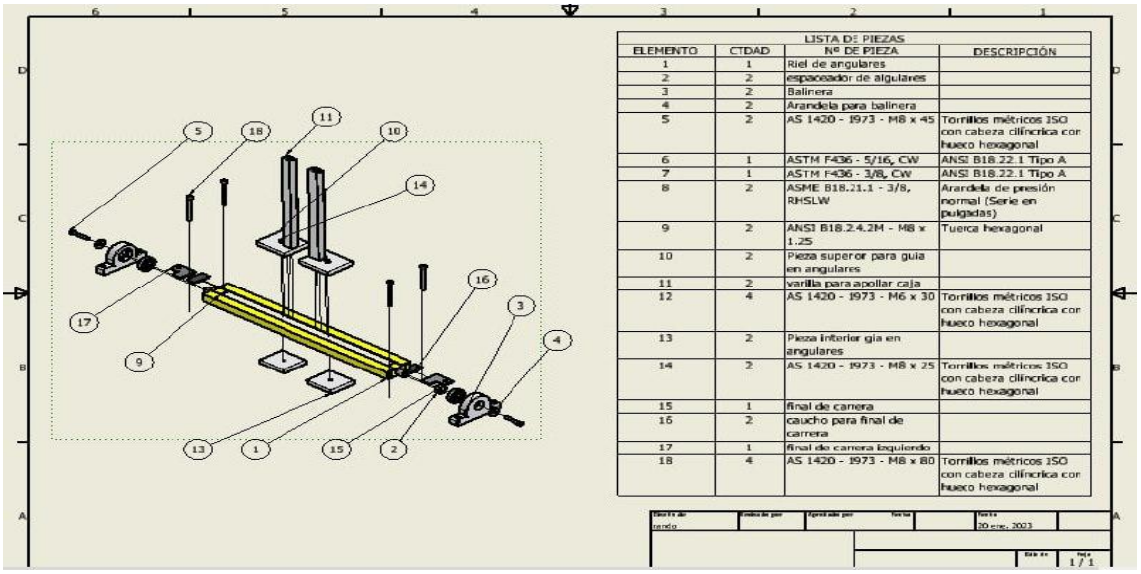
Fuente: Elaboración propia

Imagen 4: Vista general de ensamble de propuesta de maquina bisagradora



Fuente: Elaboración propia

Imagen 5: Descripción de rieles, soportes y lista de materiales

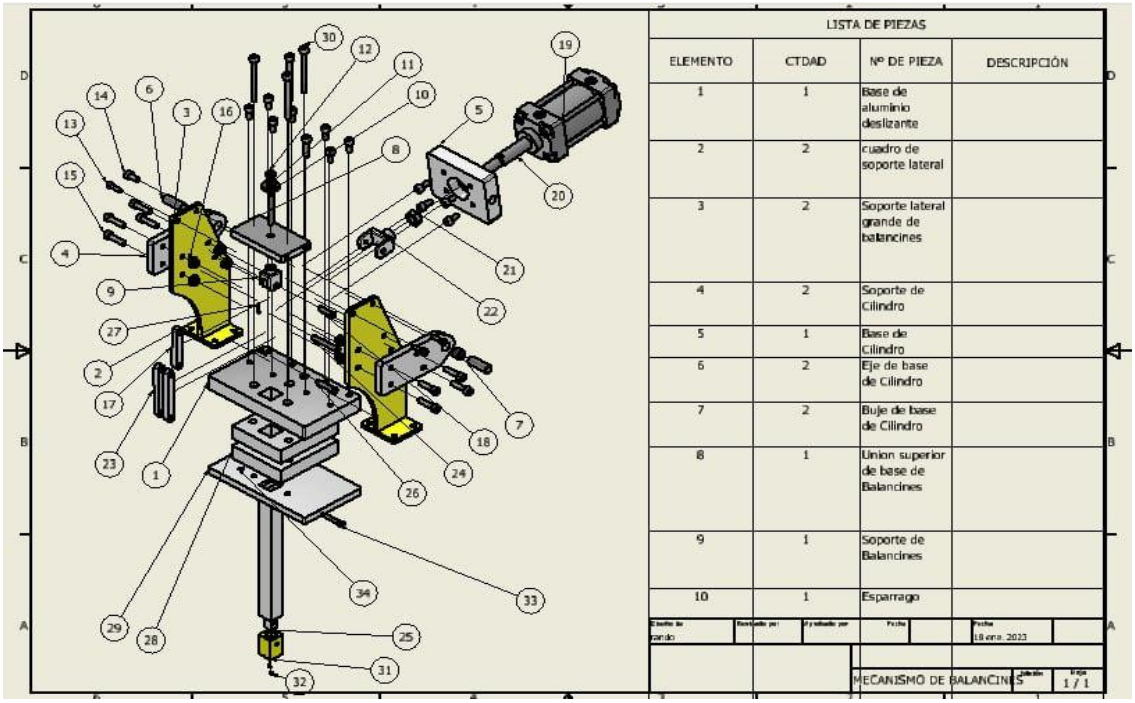


LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Riel de angulares	
2	2	espaceador de algulares	
3	2	Balinera	
4	2	Arandela para balinera	
5	2	AS 1420 - 1973 - M8 x 45	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíncrica cor hueco hexagonal
6	1	ASTM F436 - 5/16, CW	ANSI B18.22.1 Tipo A
7	1	ASTM F436 - 3/8, CW	ANSI B18.22.1 Tipo A
8	2	ASME B18.21.1 - 3/8, RHSLW	Arandela de presión normal (Serie en pulgadas)
9	2	ANSI B18.2.4.2M - M8 x 1.25	Tuerca hexagonal
10	2	Pieza superor para guia en angulares	
11	2	varilla para apollar caja	
12	4	AS 1420 - 1973 - M6 x 30	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíncrica cor hueco hexagonal
13	2	Pieza interior gia en angulares	
14	2	AS 1420 - 1973 - M8 x 25	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíncrica cor hueco hexagonal
15	1	final de carrera	
16	2	caucho para final de carrera	
17	1	final de carrera izquierdo	
18	4	AS 1420 - 1973 - M8 x 80	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíncrica cor hueco hexagonal

Fuente: Elaboración propia

Imagen 6: Descripción de mecanismos, ejes de soportes y cilindro neumático



LISTA DE PIEZAS

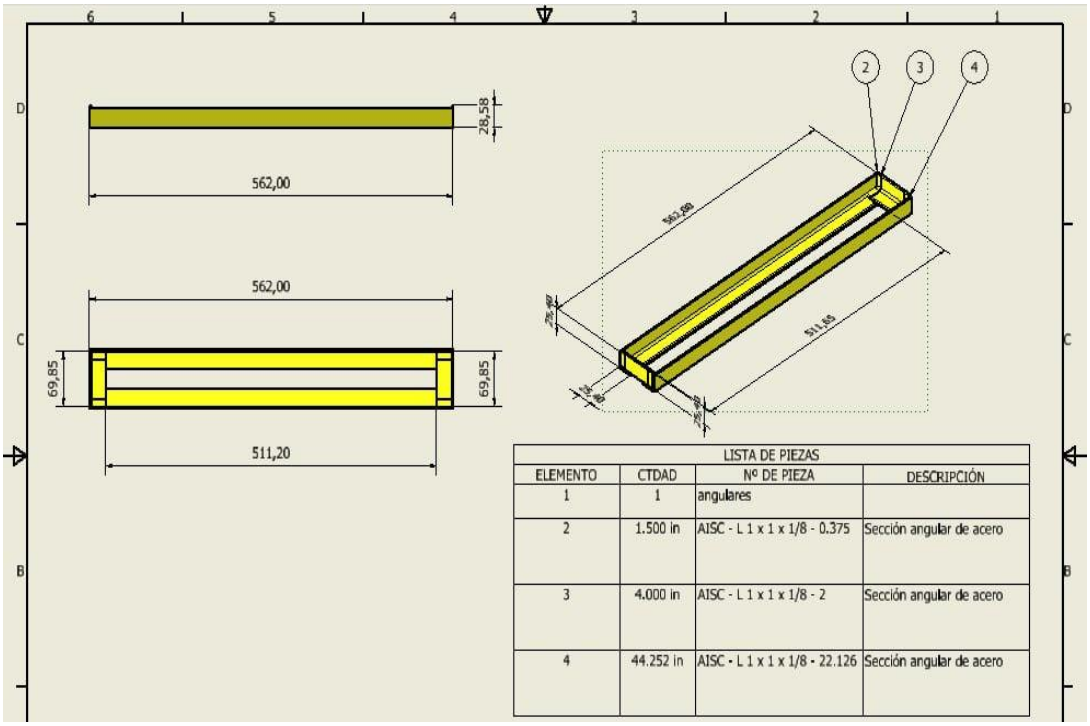
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Base de aluminio deslizante	
2	2	cuadro de soporte lateral	
3	2	Soporte lateral grande de balancines	
4	2	Soporte de Cilindro	
5	1	Base de Cilindro	
6	2	Eje de base de Cilindro	
7	2	Buje de base de Cilindro	
8	1	Union superior de base de Balancines	
9	1	Soporte de Balancines	
10	1	Esparrago	

Diseño de grando | Revisado por: | Aprobado por: | Fecha | Fecha 18 ene. 2023

MECANISMO DE BALANCINES | Tolerancia | Hoja 1 / 1

Fuente: Elaboración propia

Imagen 7: Descripción de los rieles de angulares

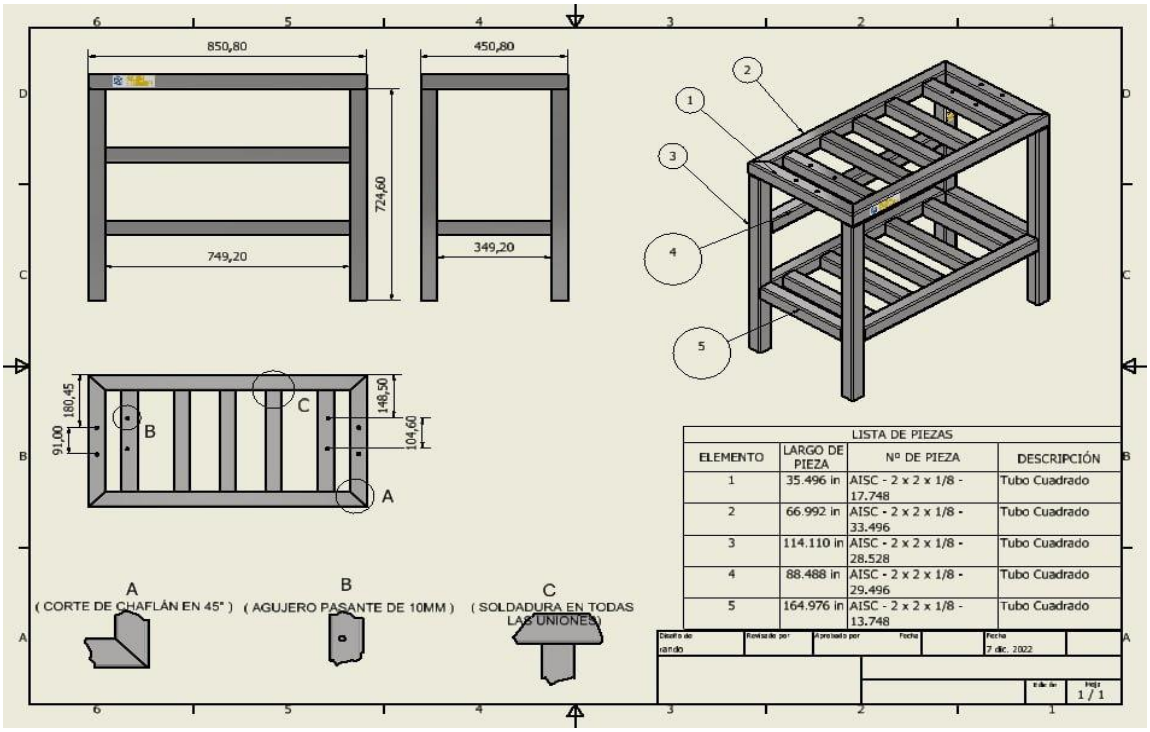


LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	angulares	
2	1.500 in	AISC - L 1 x 1 x 1/8 - 0.375	Sección angular de acero
3	4.000 in	AISC - L 1 x 1 x 1/8 - 2	Sección angular de acero
4	44.252 in	AISC - L 1 x 1 x 1/8 - 22.126	Sección angular de acero

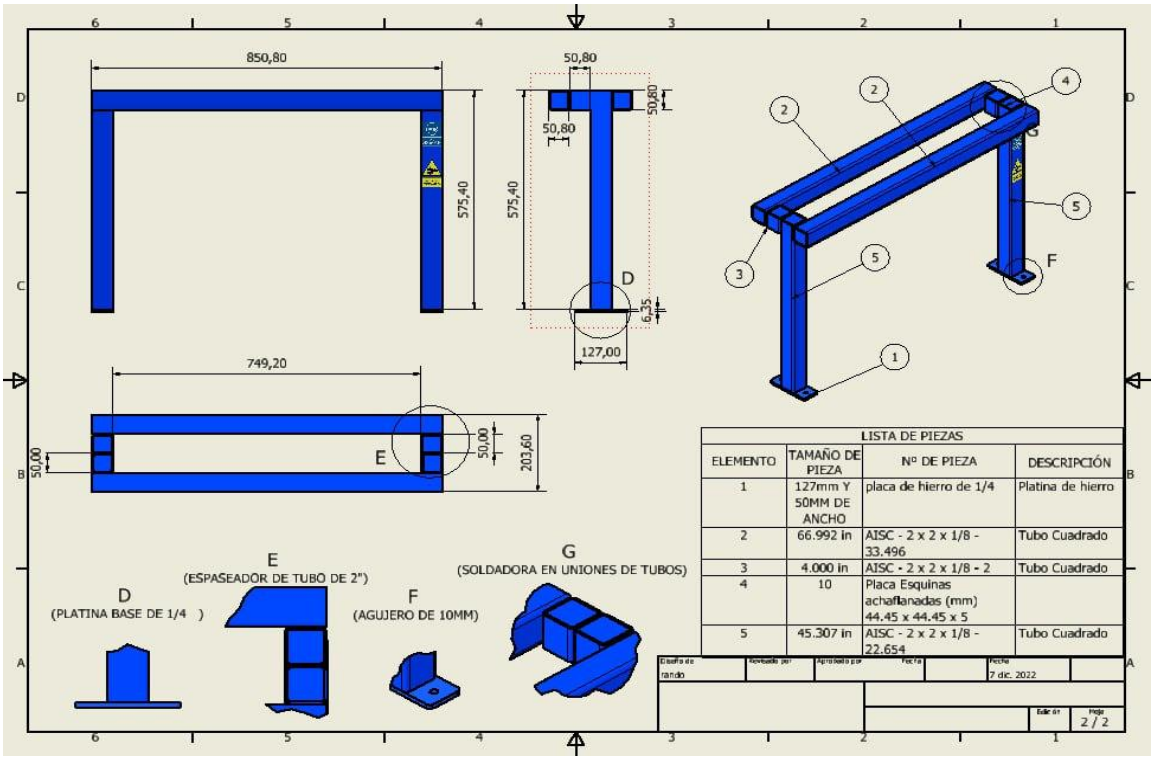
Fuente: Elaboración propia

Imagen 8: Descripción de la base estructural



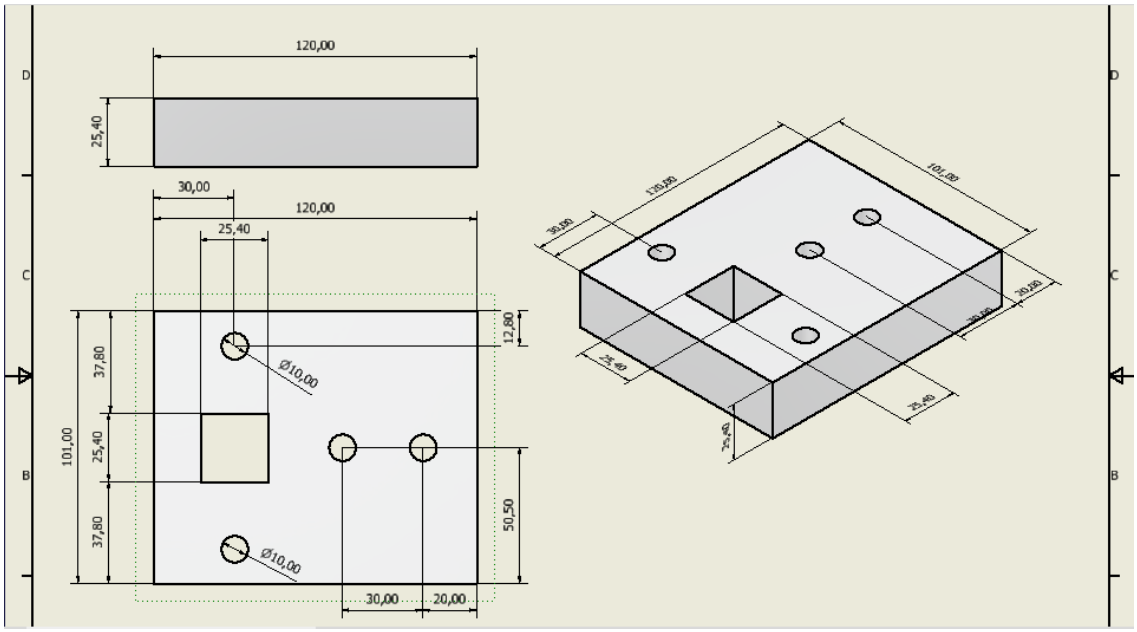
Fuente: Elaboración propia

Imagen 9: Descripción de estructura metálica superior



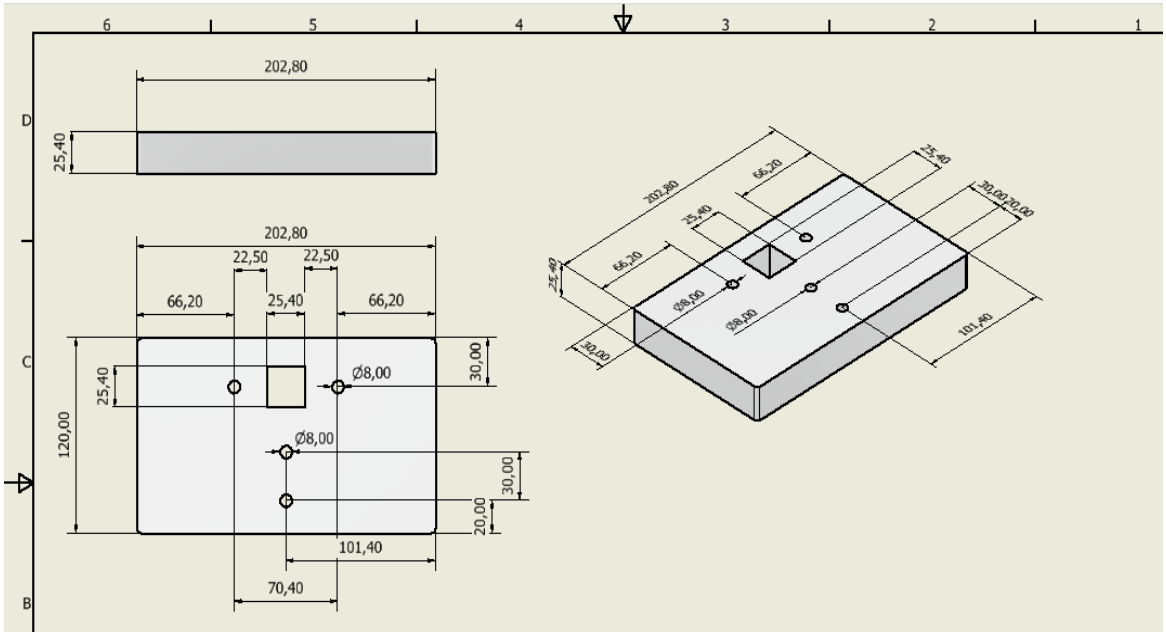
Fuente: Elaboración propia

Imagen 10: Vista lateral, superior y 3D de espaciador doble que va colocado entre la bese deslizante superior e inferior del mecanismo de balancines y cilindro neumático



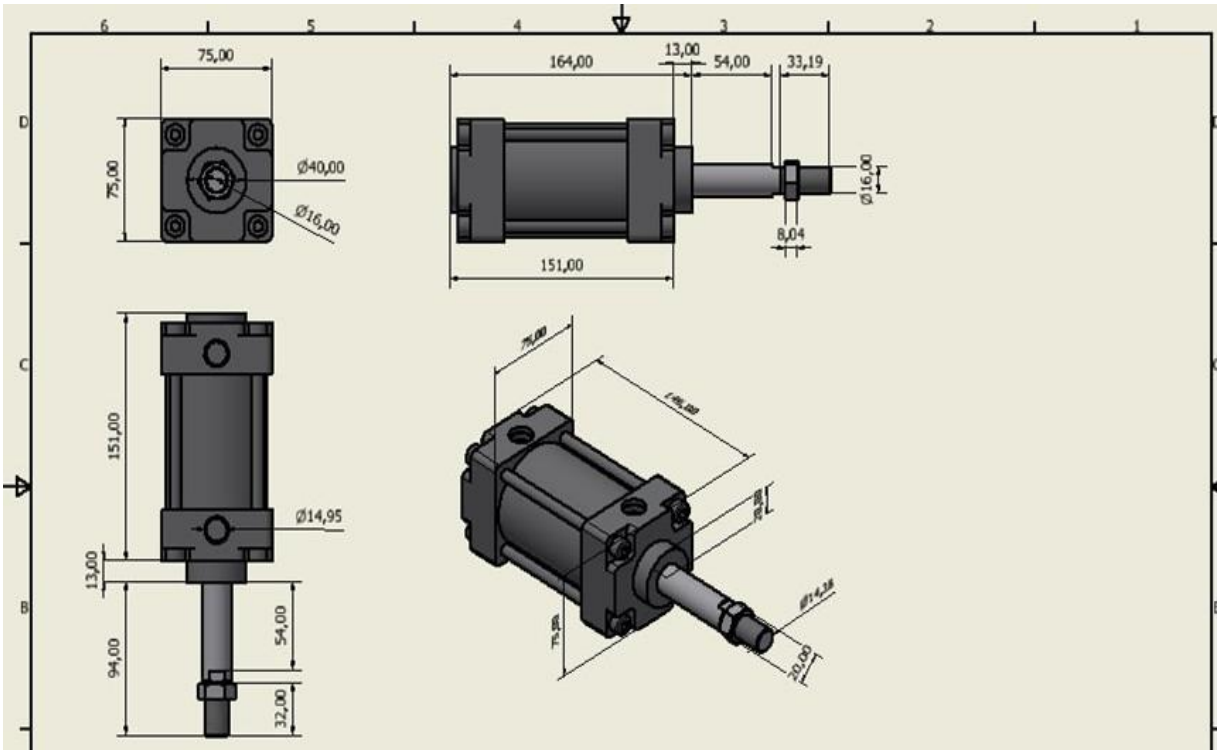
Fuente: Elaboración propia

Imagen 11: Vista lateral, superior y 3D de base deslizante inferior del mecanismo de balancines y cilindro neumático



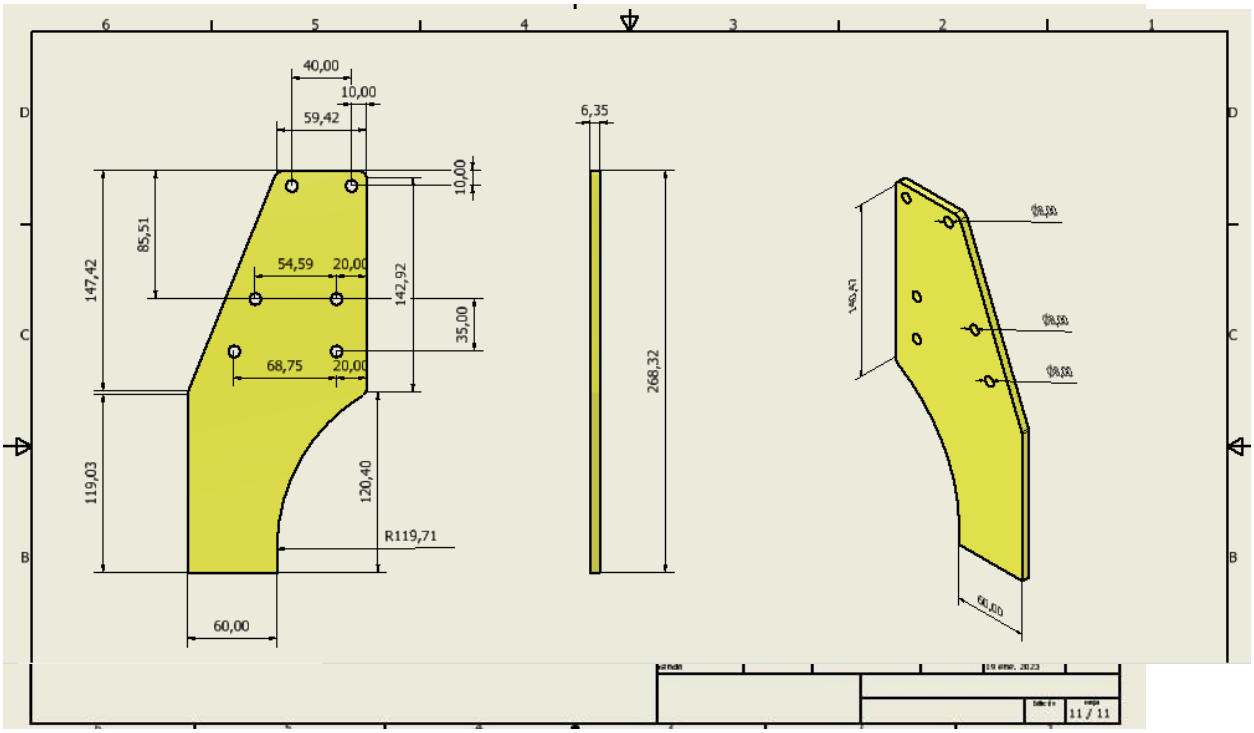
Fuente: Elaboración propia

Imagen 12 Vista laterales, superior y 3D de cilindro neumático de volumen 65x50



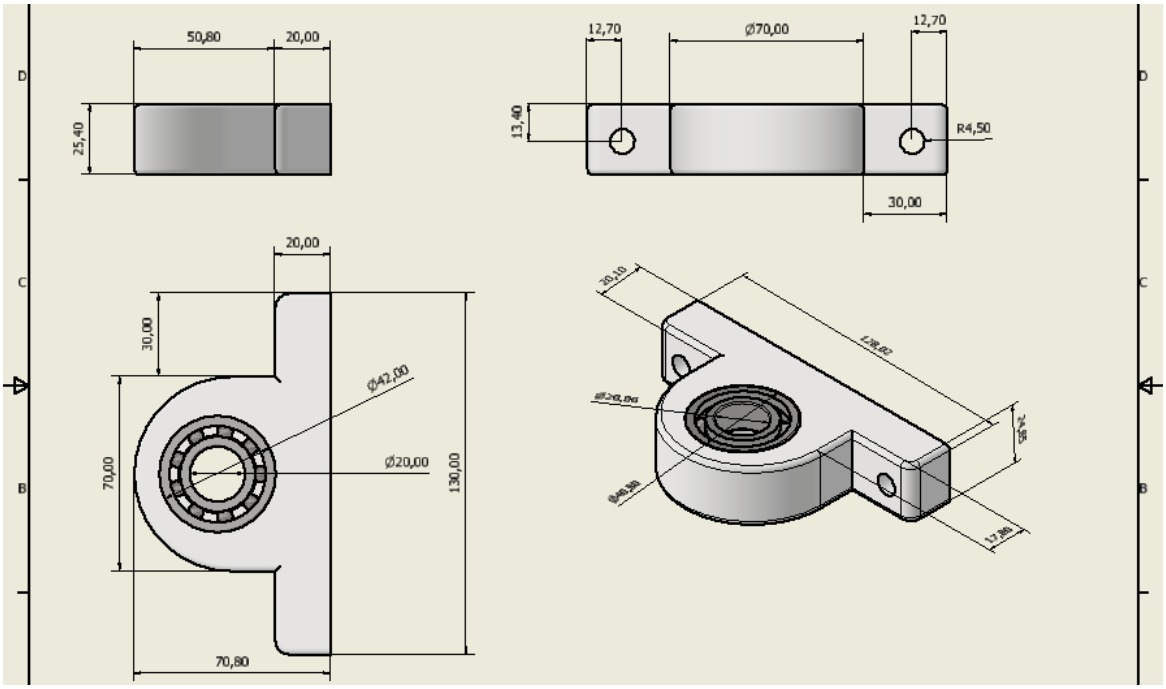
Fuente: Elaboración propia

Imagen 13: Vista frontal, lateral y 3D de soporte lateral de balancines y cilindro neumático



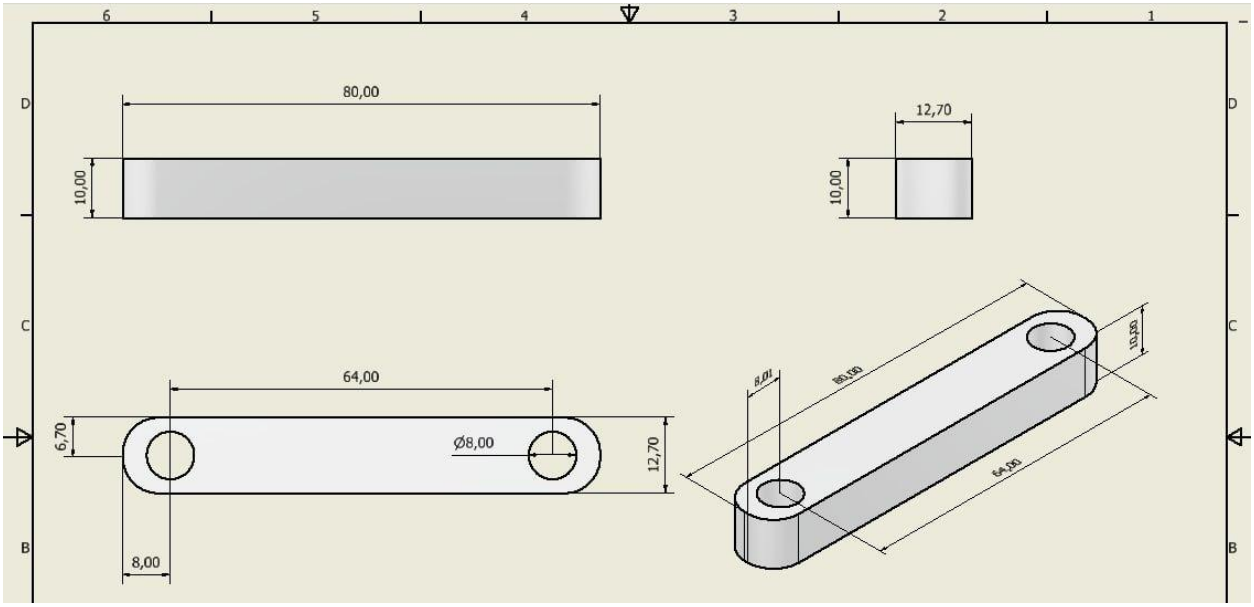
Fuente: Elaboración propia

Imagen 14: Vista lateral, superior, frontal y 3D de base con balinera para riel de angulares



Fuente: Elaboración propia

Imagen 15: Vista lateral, superior y 3D de balancín



Fuente: Elaboración propia

Conclusión

En definitiva, la ingeniería ha formado papel importante en el desarrollo de nuevas tecnologías en el trabajo y vida diaria del ser humano. A consecuencia de esto, se ha venido estudiando el diseño de una máquina bisagradora neumática que fue realizada en la carpintería El Crespo de la ciudad de Esteli.

Se realizó un diagnóstico de la máquina bisagradora neumática mediante los métodos de investigación la entrevista y la guía de observación para notar que la máquina que se encuentra en la carpintería le hacen falta componentes para mejorar el proceso productivo de abisagrado de cajas para empaque de puros.

En relación con el estudio del diseño de la maquina existente se analizó mediante una guía de observación el funcionamiento del proceso de abisagrado y así obtener las fallas que contiene la máquina, en este caso al contar con un solo pistón que remache las bisagras conlleva a un doble proceso otra falla frecuente se basan en: descontrol de la presión, desajuste en los terminales, falta de lubricación en el sistema neumático y mecánico; ocasionando paros productivos.

Mediante la aplicación del indicador OEE se determinó la productividad de la máquina, se conocieron los factores de: disponibilidad, rendimiento y calidad; obteniendo que los paros son significativos de acuerdo al tiempo operativo, lo que afecta de gran manera la producción y rendimiento de la máquina, en cuanto a la calidad son pocas las unidades que no cumplen los parámetros deseados.

Finalmente es necesario obtener esta información con el propósito de presentar una propuesta de prototipo de máquina bisagradora neumática semiautomatizada mejorando el proceso de colocar bisagras en las cajas para empaque de puros en un menor tiempo ya que se debe incorporar un nuevo cilindro neumático y que el operario utilice la máquina de manera semiautomática.