



**Universidad José Antonio Páez**

**REDISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC  
DELINEADORA DE LÁMINAS DE  
POLIURETANO**

**Autor(es):**  
Juan Lamar

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**REDISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC DELINEADORA DE LÁMINAS  
DEPOLIURETANO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

**INGENIERO MECÁNICO**

**Autor:**

Lamar Pérez Juan Carlos

**Tutor:**

Ing. Freddy Barragán.

San Diego, Mayo 2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

**ACTA DE APROBACIÓN**

**INFORME FINAL DE PASANTÍA**

**TRABAJO DE GRADO**

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: DISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC DELIBERADORA DE LAMINAR DE POLIURETANO

Realizado por el (la) Br. JUAN CARLOS LAMAR PÉREZ

C.I. N° 29.500.365 cursante de la carrera de MECÁNICA


hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

**APROBADO**

**NO APROBADO**

  
Tutor Académico (Coordinador)  
Nombre: FREDDY BARRIOSÁN  
C.I. 11.151678

**El Jurado**

  
Jurado  
Nombre: GIOVANNI PIZZELLI P  
C.I. 4495859

Jurado  
Nombre:  
C.I.:

Fecha: 01/06/2022  
  

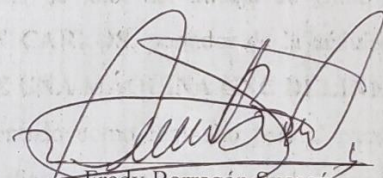



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE MECÁNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL  
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, **Fredy Barragán Suescún**, portador de la cédula de identidad N° **11.151.678**, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano **LAMAR PÉREZ JUAN CARLOS**, portador de la cédula de identidad N° **29.500.365**, titulado **“REDISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC DELINEADORA DE LÁMINAS DE POLIURETANO”** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los once días del mes de mayo del año dos mil veintidós.



Fredy Barragán Suescún  
C.I. 11.151.678



FI N 001 2022-ICR IP

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:  
LAMAR PEREZ, JUAN CARLOS  
29.500.365

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 2-2022 de fecha 15/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

**Diseño de una máquina CNC delineadora de láminas de Poliuretano.**

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:  
Ing. Fredy Barragán Suescún, titular de la cédula de identidad V-11.151.678



Atentamente

**Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.**  
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de grado va dedicado principalmente a mis padres, ellos siempre estuvieron apoyándome desde el día uno que comencé la universidad, estuvieron ahí para mí en los momentos más críticos de mi carrera y nunca dudaron de mí. Les agradezco cada consejo que me dieron durante mi camino, su apoyo incondicional y su fe y sobre todo los valores que me llegaron a inculcar desde pequeño.

También les quiero agradecer a esas amistades que me ayudaron y me impulsaron hacia adelante, cada momento compartido y experiencia sirvieron para llegar a donde estoy ahorita.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecerles a mis padres, y a mi hermano ya que me dieron muchos consejos y maneras de salir adelante, también les quiero agradecer que siempre me apoyaron económicamente, les agradezco su apoyo incondicional y creer en mí en todo momento, así como su empatía a la hora de algún inconveniente. Les quiero agradecer a esas amistades que me ayudaron en todo momento a echarle ganas a la carrera y no quedarme atrás.

Le quiero agradecer a todos esos profesionales que en toda mi carrera me formaron, ya que sin ellos no tendría los conocimientos básicos de la carrera de ingeniería mecánica.

Muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN INFORMATIVO.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO

#### I LA EMPRESA

1.1 Descripción de la Empresa.....	3
1.2 Reseña Histórica.....	3
1.3 Misión, visión y objetivos de la empresa.....	3
1.4 Estructura Organizativa.....	4
1.5 Descripción donde se realiza la pasantía.....	5

#### II EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema.....	7
2.2 Formulación del Problema.....	8
2.3 Objetivos de la Investigación.....	9
2.3.1 Objetivos General .....	9
2.3.2 Objetivo Específicos.....	9
2.4 Justificación.....	9
2.5 Alcance y limitaciones.....	10

#### III MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes.....	11
3.2 Bases Teóricas.....	13

3.2.1	Introducción al mundo CNC.....	13
3.2.2	La evolución de la tecnología NC.....	14
3.2.3	Aplicaciones NC.....	15
3.2.4	Motores de paso (Stepper) para máquinas CNC.....	16
3.2.5	Programa Mach3.....	16
3.2.6	ArtCam.....	16
3.2.7	Automatización industrial máquinas CNC.....	17
3.2.8	Router CNC.....	17
3.2.9	¿Qué materiales puedes cortar con un router CNC?....	18
3.2.10	¿Cómo funciona un router CNC?.....	18
3.3	Bases Legales.....	18
3.3.1	Constitución de la República Bolivariana de Venezuela....	18
3.3.2	Normas ISO.....	20
3.4	Definición de Términos Básicos.....	20

#### **IV MARCO METODOLÓGICO**

4.1	Tipo de investigación.....	21
4.2	Diseño de la investigación.....	21
4.3	Nivel de la investigación.....	22
4.4	Población y muestra.....	22
4.5	Técnicas de recolección de datos.....	22
4.6	Fases metodológicas.....	23

#### **V RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

5.1	Motores de Paso.....	44
5.2	Drivers para los Motores.....	47
5.3	Interfaz CNC.....	50
5.4	Fuente de Poder.....	51

5.5	Costos.....	52
5.6	Programa ArtCam.....	53
5.7	Software MACH3.....	57
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>
	<b>APÉNDICES.....</b>	<b>68</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>pp.</b>
<b>1</b>	CHECLIST.....	26
<b>2</b>	Expertos a entrevistar.....	27
<b>3</b>	Entrevista Estructurada No. 1.....	27
<b>4</b>	Entrevista Estructurada No. 2.....	30
<b>5</b>	Entrevista Estructurada No. 3.....	33
<b>6</b>	Análisis de las entrevistas estructuradas.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PP.</b>
1	Organigrama Frio Borges C.A.....	4
2	Layout Empresa Frio Borges C.A.....	5
3	Máquina CNC de Frio Borges C.A.....	8
4	Motor de paso Nema 23 modelo KL23H286-20 8B.....	45
5	Físicas del motor KL23H286-20-8B.....	46
6	Diagrama del cableado del motor KL23H286-20-8B.....	47
7	Dimensiones físicas de los drivers KL-4030.....	37
8	Interruptores de los drivers KL-4030.....	49
9	Interfaz CNC.....	50
10	Dimensiones de la interfaz CNC.....	51
11	Fuente de poder 12v- 20amp.....	52
12	Medidas de las láminas de poliuretano en ArtCam.....	53
13	Distribución de los cortes en las láminas de poliuretano en ArtCam.....	54
14	Vista en 3D de la lámina de poliuretano.....	54
15	Valores del mecanizado.....	55
16	Herramienta del mecanizado.....	56
17	Configuración del material.....	57
18	Software Mach3.....	59
19	Importación del mecanizado al software Mach3.....	60
20	Vista previa del mecanizado a trazar.....	56

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	pp.
1	7
Desperdicio por obra.....	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>pp.</b>
<b>1</b>	Micropasos.....	48
<b>2</b>	Corriente.....	49
<b>3</b>	Costos.....	52



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

## **REDISEÑO DE UNA MÁQUINA CNC DELINEADORA DE LÁMINAS DE POLIURETANO**

Autor: Juan Lamar

Tutor: Fredy Barragán

Fecha: Noviembre 2021

### **RESUMEN INFORMATIVO**

La presente investigación se desarrolla dentro de la empresa Frio Borges C.A. El objetivo de este trabajo es proporcionar una herramienta que sea capaz de trazar líneas para posteriormente realizar el corte de láminas de poliuretano para la elaboración de ductos de ventilación y así alcanzar una meta de producción por obra, ya que se encontró una pérdida en la materia prima. Debido a esto, es optable una alternativa automatizada como una máquina por control numérico que se encargue solo del trazado de las delimitaciones de los ductos en la lámina de poliuretano para así ahorrar tiempo en los cálculos que realiza el personal que se encarga de la elaboración de los ductos. Se realizará una propuesta de diseño de una máquina CNC para minimizar la pérdida de material en la elaboración de ductos el cual también constará del programa generador de código G y un software que leerá dicho código. Este proyecto también se realizará con la intención de estandarizar las láminas de poliuretano para que cualquiera que no tenga conocimiento en el área de ductería pueda realizar los cortes en las láminas y elaborar ductos de ventilación sin la necesidad de hacer cálculos. Este tema está enmarcado en la línea de la investigación de Tecnología de la información y comunicación, El rediseño constará de los planos mecánicos y de una simulación que demuestre que la máquina funciona.

**Descriptor:** Diseño, CNC, herramienta

## INTRODUCCIÓN

Las máquinas de Control Numérico Computarizado (CNC) son aplicadas en múltiples ramas de la manufactura y son usadas para procesar piezas en la industria del acero, plástico, madera, entre otros. Estas máquinas realizan varias operaciones, de las que se destacan el taladrado, fresado, granallado y corte. En la actualidad, este tipo de maquinaria puede ser encontrado en casi cualquier industria manufacturera e incluso en laboratorios especializados y universidades. El amplio uso de esta tecnología se debe principalmente a que proporcionan un aumento en la productividad, favoreciendo la eficiencia en un factor de 2.5 veces, con sistemas de automatización.

La empresa Frio Borges C.A. de la rama de refrigeración, cuyo objetivo principal es el mantenimiento, fabricación, compra y venta al mayor y al detal de equipos de refrigeración, posee una máquina CNC que se encuentra inoperativa desde que se construyó que se encarga de distribuir los cortes que se les hacen a unas láminas de poliuretano, debido a su inoperatividad optaron con contratar personal que se encarga de distribuir los cortes en dichas láminas. Por lo que se requiere de un nuevo diseño para mejorar el funcionamiento, la optimización y la operación de la máquina para aprovechar al máximo el material de trabajo.

A partir de la información suministrada por la empresa y la información recolectada en el campo de trabajo es importante un nuevo diseño de una máquina CNC para facilitar el trabajo del personal ductero y aprovechar todo el material posible de las láminas de poliuretano. El nuevo diseño de la máquina se realizará en SolidWorks ya que se está más familiarizado con este programa que con cualquier otro, se tienen que sacar planos para dicho diseño y luego realizar un ensamblaje.

Al realizar un diseño de una nueva máquina CNC se puede decir que se tendría el conocimiento de los componentes mecánicos de la máquina que se utilizan en ella, así como también se requiere de un equipo discontinuado de mediados del 2012 ya que la

máquina esta adecuada para operar con un equipo de esta época ya que es una máquina sencilla.

Para lograr este objetivo, dicha investigación está estructurada en cinco (5) capítulos desarrollados de las siguientes maneras:

- **Capítulo I: La Empresa**, donde se explica de manera amplia la conformación de la empresa en la cual se basa la investigación, indicando la información más relevante como su ubicación, una breve descripción de la empresa, los productos que realiza y como es el proceso productivo.
- **Capítulo II: El Problema**, en el cual se muestra el planteamiento de problema, la formulación, además de los objetivos tanto general como específicos de la investigación, justificación, alcance y limitaciones
- **Capítulo III: Marco Teórico**, en este se destacan los antecedentes de la investigación que aportaron información valiosa a la investigación, bases teóricas y legales, así como también la definición de términos que tienen relación con el proyecto.
- **Capítulo IV: Marco Metodológico**, se encuentra el análisis de forma detallada de la parte metodológica de este informe, mencionando el tipo de investigación, y las fases metodológicas
- **Capítulo V: Resultados**, en este se destacan todos los componentes internos de la máquina, así como su costo y los respectivos planos mecánicos y planos del cableado eléctrico de la máquina.

## **CAPÍTULO I**

### **LA EMPRESA**

#### **1.1 Descripción de la empresa**

Frio Borges, C.A., es una empresa con más de 20 años de experiencia en el mercado venezolano de climatización, aplicando técnicas y procesos más vanguardistas en las distintas áreas a las que se dedica. A su vez son conscientes de la realidad ecológica del planeta tierra y por ello se consideran una empresa verde.

#### **1.2 Reseña Histórica**

Frio Borges, C.A., es un concepto que nace con el nombre de INGERFRIO, C.A. el 14/03/1992, siendo en sus inicios una empresa dedicada a la venta instalación y reparación de aires acondicionados, dado a su éxito, y a la constante captación de clientes, y el deseo de desarrollar nuevas líneas de negocio sus socios deciden aperturar una nueva empresa el 25/01/1996 bajo el nombre de Frio Borges, C.A., quien se dedicaría solo al desarrollo y ejecución de nuevos proyectos, sin embargo, su éxito fue tal que Frio Borges, absorbe a INGERFRIO, y se dedica tanto a las áreas tradicionales del negocio de aires acondicionados, como a las nuevas tendencias, pero siempre con apego a la calidad, y en constante búsqueda de establecer relaciones efectivas con los clientes.

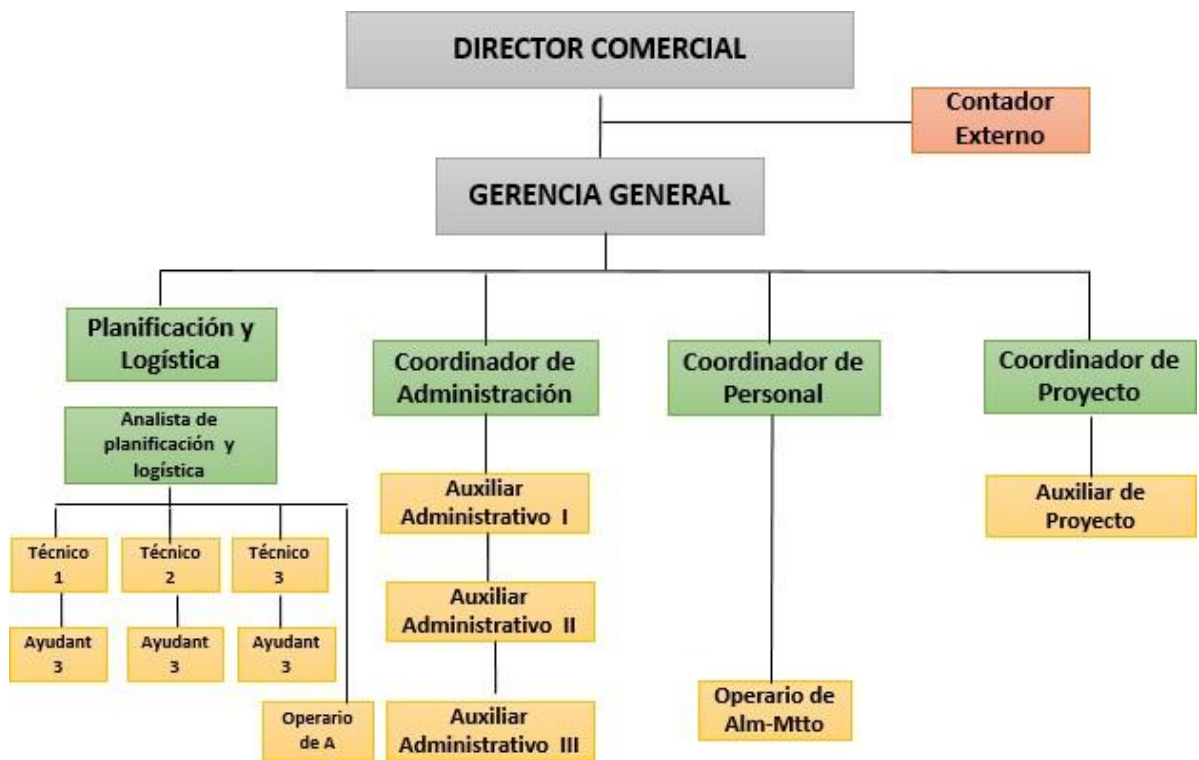
#### **1.3 Misión, Visión y Objetivos de la empresa.**

- Misión: Ser potenciadores de proyectos personales y empresariales con vocación de servicio profesional para incentivar la excelencia de una sociedad.
- Visión: Organización líder a nivel nacional e internacional con expansión a mercados internacionales.
- Objetivos: Ofrecer a sus clientes productos y servicios con la más alta calidad en materiales, equipo y mano de obra, mejorar la calidad de aire interior, con el

fin de contribuir a la salud, higiene, bienestar y comodidad de nuestros clientes, así como mejorar la eficiencia del equipo de aire acondicionado, aumentando la vida útil y reduciendo costos de mantenimiento en equipos, mobiliario y energía.

#### 1.4 Estructura Organizativa

La empresa está estructurada en la cabeza por un director comercial, de ahí deriva un contador externo, luego sigue la gerencia general, continuado de la planificación y logística, coordinación de administración, coordinador personal y el coordinador de proyecto de la manera en que se muestra en el organigrama. (Ver figura 1).

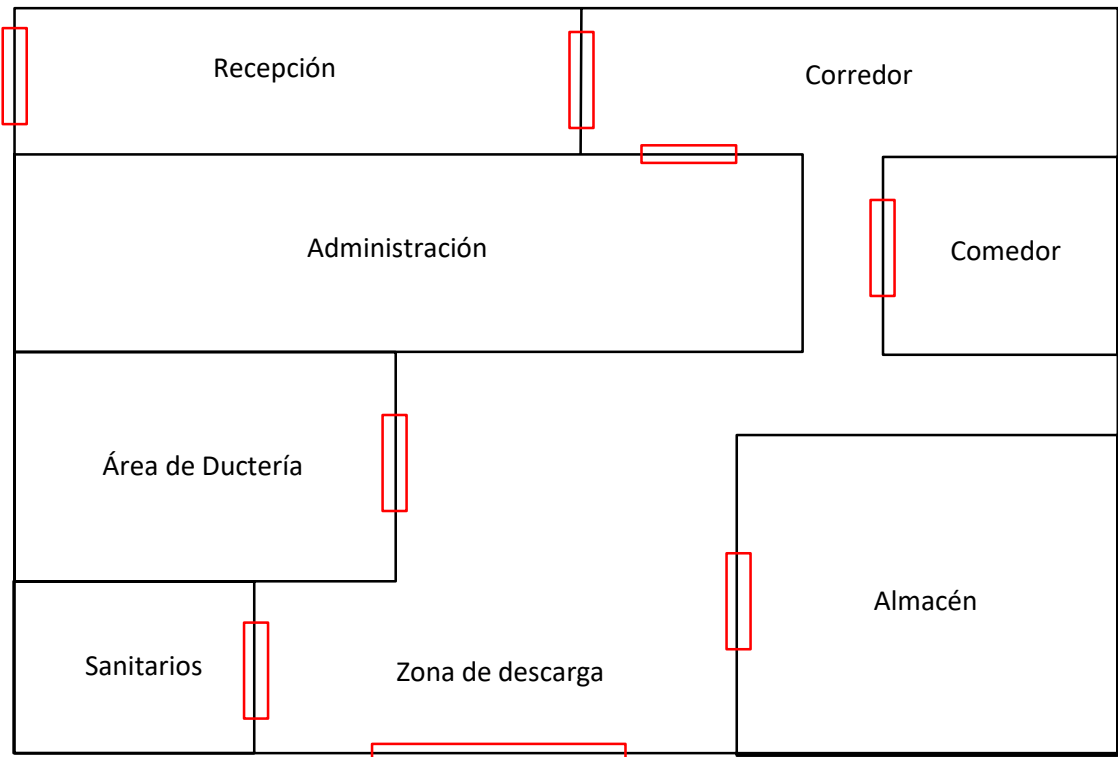


**Figura 1: Organigrama Frio Borges C.A.**

**Fuente:** Lamar, J (2021).

### 1.5 Departamento donde se realiza la pasantía

La empresa consta de varias áreas, entre ellas están: recepción, corredor, administración, comedor, área de ductería, almacén, sanitarios y zona de carga. Las pasantías se realizan en el departamento de proyectos de la empresa de Frio Borges C.A. específicamente en el área de la ductería. (Ver figura 2).



**Figura 2: Layout Empresa Frio Borges C.A.**

**Fuente:** Lamar, J (2021).

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

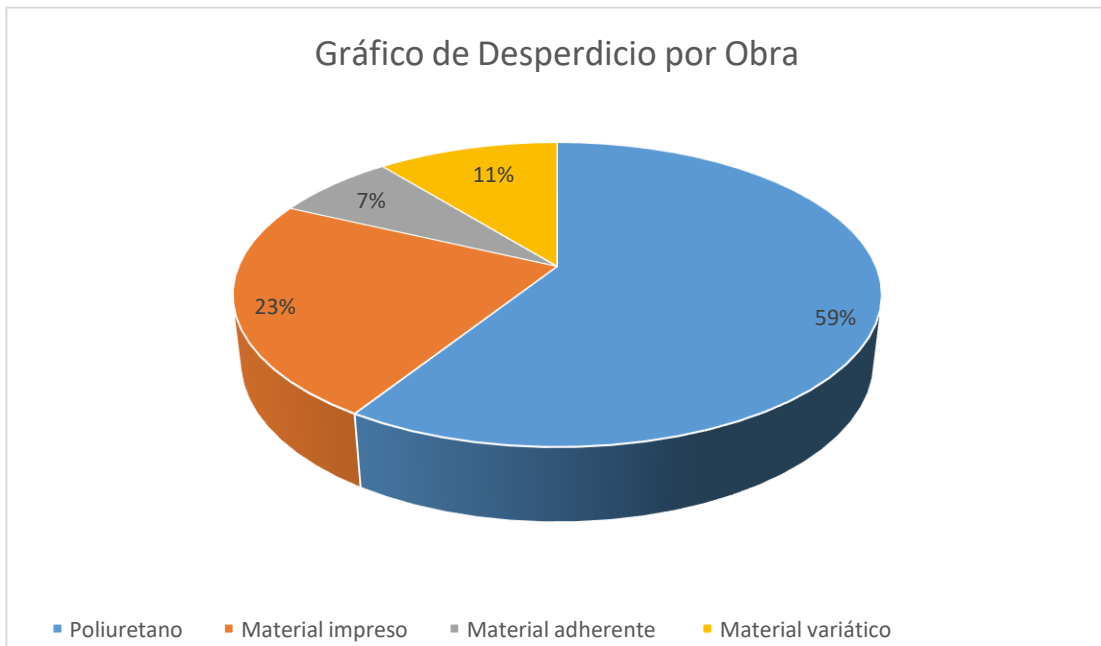
#### **2.1 Planteamiento del problema**

A nivel mundial existen distintos tipos de máquinas CNC (control Numérico por Computadora) que operan de diversas maneras, sirven para facilitar el trabajo de los operadores en un determinado trabajo. El CNC es un sistema que permite el control de la posición de un elemento montado en el interior de una máquina-herramienta mediante un software especialmente diseñado para ello. Su funcionamiento está basado en el posicionamiento sobre los ejes X, Y, Z, gracias a esto, a una misma pieza se le puede taladrar, roscar, fresar, o devastar en todos sus planos de forma totalmente automática y a su vez, estas herramientas poseen un programa que permiten que la maquina sea totalmente automática.

Debido a la crisis por la que atraviesa Venezuela actualmente, es difícil acceder a este tipo de máquina-herramienta, así que algunas empresas han optado por la opción de diseñarlas desde cero, gracias a que el costo de la adquisición de estas máquinas es muy elevado. Así como el caso de Frio Borges C.A. la cual es una empresa con más de 20 años de experiencia aplicando las técnicas y procesos más vanguardistas en el mercado venezolano de la climatización.

Frio Borges C.A. se encarga de la fabricación, instalación, mantenimiento, compra, venta al mayor y detal de aires acondicionados industriales y residenciales. Por lo tanto, requieren del diseño de ductos de ventilación que se realizan en láminas de poliuretano. Para ello, Existe un personal externo a la empresa encargado de hacer cálculos de ductería para la elaboración del trazado y cortado de estas láminas para la elaboración de ductos llamados ducteros, sin embargo, estos no aprovechan todo el material de la lámina ya que ellos realizan la distribución de las láminas a su comodidad, por consecuencia se pierde mucho material, lo cual implica más gastos

para la empresa. Adicional a esto, la empresa quiere aprovechar el funcionamiento de la máquina para estandarizar las láminas y poder venderlas con las líneas de corte ya realizados para que cualquiera que no tenga conocimiento en la realización de cálculos de ductería pueda comprar dichas láminas estandarizadas y elaborar su ducto sin tener un amplio conocimiento en campo de la ductería. (Ver Gráfico 1).



**Gráfico 1:** Desperdicio Por Obra.

**Fuente:** Lamar, J (2021).

El gráfico anterior se construyó con la información recopilada de las entrevistas realizadas al personal de la empresa la cual permitió observar los resultados de desperdicio por cada obra. Si este problema persiste, habrá mucha pérdida económica para Frio Borges C.A. y no sería rentable fabricar ductos de ventilación con láminas de poliuretano, adicionalmente, la empresa cuenta con una máquina CNC mandada a fabricar por ellos mismos y desde que se construyó en el 2012 la máquina nunca ha estado operativa.

También es importante mencionar que cuando el personal ductero realiza los cálculos de ductería pierde tiempo esencial de la obra lo que resulta una pérdida de horas a que si los cálculos ya estuvieran estandarizados e incorporados en una máquina. Sin embargo, el trabajo de ductería al ser realizado con cuchillas de corte en ángulo de 45° es difícil para la máquina realizar de una vez los cortes, por consecuencia la máquina CNC solo se limita a realizar la distribución de los cortes con un trazado leve por encima de una de sus caras indicando en qué áreas se debe de cortar. Por último, es importante mencionar que estos ducteros al trabajar con cuchillas sufren de riesgo de cortadas ralentizando así el trabajo. (Ver figura 3).



**Figura 3:** Máquina CNC de Frio Borges C.A.

**Fuente:** Lamar J (2021)

## **2.2 Formulación del Problema**

Analizando la problemática planteada de la pérdida económica para Frio Borges C.A. en la fabricación de ductos de ventilación con láminas de poliuretano, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo se puede minimizar el desperdicio por obra en el trazado de la fabricación de ductos de ventilación de láminas de poliuretano en la empresa Frio Borges C.A.?

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Rediseñar una máquina CNC de trazado de láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación en la empresa Frio Borges C.A.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación.
- Analizar los requerimientos técnicos y operativos que intervienen en el trazado de las láminas de poliuretano.
- Seleccionar los materiales y equipos necesarios para el sistema de trazado de láminas de poliuretano.
- Elaborar la propuesta de rediseño de una máquina CNC de trazado de láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación en la empresa Frio Borges C.A.

## **2.4 Justificación de la investigación**

Uno de los beneficios de proyecto es que el diseño permitirá maximizar la producción de ductos en láminas de poliuretano debido al aprovechamiento de material ya que esta máquina sería capaz de trazar líneas en las láminas de manera que no se pierda material mejorando así la productividad, también desde la perspectiva económica, le brinda mayor aporte a la empresa, así como también el ahorro de personal ductero que se encarga de distribuir los cortes de las láminas según le parezca. Adicionalmente al ser un proyecto orientado en la parte investigativa de la tecnología permite familiarizarse con el mundo de control numérico por computadora y de la automatización industrial. Esta máquina traerá consigo un amplio trabajo de diseño detrás de este por lo cual será un desafío para alguien nuevo y ajeno al todo lo que tiene

que ver con la automatización y el CNC desarrollando en el investigador experiencia en estas áreas e involucrándolo a estos temas.

## **2.5 Alcance y Limitaciones**

Este proyecto se desarrollará dentro de la empresa de Frio Borges C.A. que se encuentra en calle 8va Transversal CC Carabobo II, PB, Galpón 15 y solo se proporcionará un diseño para esta empresa.

Limitaciones:

- Una de las limitaciones de este proyecto es la falta de planos mecánicos y electrónicos que lleva el modelo de la máquina que se encuentra dentro de la empresa.
- Otra limitación es la falta de una computadora de la época que posea un puerto paralelo para conectar la máquina.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes

En el año 2019, Chevez Sergio y Medina Andrés presentaron en la Universidad de Carabobo en la escuela de ingeniería eléctrica un trabajo especial de grado titulado **“Sistema de control automatizado de bajo costo, para un torno paralelo”**. El principal objetivo planteado en este trabajo fue el de implementar un sistema de control automatizado de bajo costo para un torno paralelo el cual se logró bajo el enfoque planteado. Este proyecto logró sacar información relevante sobre el control automatizado y diversas evaluaciones de costos para dicha máquina, así como también lograr minimizar los costos del diseño.

Siguiendo este orden de ideas, se presenta el estudio realizado en el año 2018 por Josué Arriaga Gordillo y Ernesto Merino titulado: **“Aplicación del Control Numérico Computarizado a las Máquinas Fresadoras”**. Presentado en el Instituto Politécnico Nacional. México Distrito Federal. Dicho estudio tuvo como objetivo conocer el origen y evolución del control numérico y diferencio los sistemas de control de la máquina-herramienta. Donde exponen que hasta ahora la automatización de máquinas y procesos a permitido mejorar la productividad, la disminución de costos y la mejora de localidad de los productos. Este proyecto servirá de ayuda en el presente trabajo para conocer el origen del CNC para así poderse empapar de conocimiento y llegar a conocer un poco más las fresadoras CNC para realizar un diseño en base a una de estas fresadoras.

Un antecedente a considerar es el elaborado en el año 2017, por Sebastián Alejandro Valerio Guerrero quien presentó en la Universidad de Chile en Santiago de Chile en el departamento de Ingeniería Eléctrica, un trabajo en el área de control automático,

titulado **“Diseño e Implementación de una plataforma de desarrollo aplicada a un prototipo de maquina fresadora CNC”** El objetivo del presente trabajo fue el de diseñar e implementar una Plataforma de Desarrollo orientada al área de control automático. Esta plataforma será aplicada a un prototipo de una máquina fresadora CNC, diseñada y construida para el propósito de este trabajo, cumpliendo el rol de controlador de la misma. Este trabajo ayudará a lograr entender el programa de mach3 utilizado en este trabajo para realizar un diseño de la máquina muy sencillo el cual pueda ser utilizado por cualquier personal de la empresa con un poco de conocimiento.

Por otro lado se presenta la investigación realizada en el 2017 por Alfredo Rossini titulada: **“Construcción de una máquina CNC para hacer circuitos impresos”** donde señala que el CNC de este proyecto estaba pensado fundamentalmente para construir prototipos de circuitos impresos, con el cual también se pueden hacer trazados en madera y otros materiales livianos. El proyecto CNC constaba de la máquina propiamente dicha, que tiene tres ejes de movimientos: el plano de trabajo con direcciones X e Y, y el eje vertical Z. Para cada eje de movimiento, tiene un motor paso a paso con un tornillo de paso 1 mm. Este proyecto ayudó a entender cómo funcionan los motores de paso y como estos son generalmente utilizados en máquinas de router CNC para que la herramienta pueda desplazarse en sus 3 ejes.

Por último, se presenta el estudio realizado por Aranda (2017) titulado: **“Consideraciones para el diseño adecuado de una maquina CNC”** a través del cual expone que el diseño adecuado de las estructuras de las máquinas y herramientas requieren el análisis de factores como la forma, materiales de las estructuras, esfuerzos, peso, consideraciones de fabricación y rendimiento. El mejor enfoque para obtener lo último en exactitud de las máquinas y herramientas es el empleo de las mejoras en la rigidez estructural y la compensación de las deflexiones con el uso de controles especiales. Este proyecto ayudó a entender el funcionamiento de un programa generador del código G que lee el software mach3 para generar la distribución de las líneas de corte en las láminas de poliuretano.

## **3.2 Bases Teóricas**

### **3.2.1 Introducción al mundo CNC**

El CNC o control numérico por computadora es un sistema que permite el control de la posición de un elemento montado en el interior de una máquina-herramienta mediante un software especialmente diseñado para ello. Su funcionamiento está basado en el posicionamiento sobre los ejes X, Y, Z. Gracias a lo cual, a una misma pieza se la puede taladrar, cortar, roscar, fresar, o desbastar en todos sus planos de forma totalmente automática. La primera fase del trabajo consiste en el diseño de la pieza que se quiere fabricar. Habitualmente se realiza mediante un programa de dibujo asistido por ordenador CAD.

Una vez diseñada la pieza, se introducirán en la máquina herramienta las instrucciones necesarias para su fabricación. Estas instrucciones son las que forman el programa CNC. Está escrito en un lenguaje específico y estandarizado. Su formato es en forma de código con claves determinadas, que permiten definir cada movimiento o acción de forma secuencial:

Posicionamiento, introduciendo las coordenadas correspondientes con los puntos de trabajo de la herramienta sobre la pieza a mecanizar y su posición con respecto a la máquina-herramienta. Cada punto estará referido a su posición con respecto los ejes X, Y, Z.

- Velocidad de avance.
- Profundidad.
- Arranque o pausa de la herramienta.
- Cambio de herramienta.
- Variables direccionales.
- Arranque o paro.

La programación de cada pieza tiene una cierta complejidad, no solo se tiene que programar la posición de cada punto, sino el trabajo de la herramienta y el tipo de herramienta a usar en cada trabajo. Es necesario introducir los valores correspondientes

a la velocidad de corte, rotación, avance... Cada máquina-herramienta es diferente y está diseñada para diferentes trabajos y por tanto, cada máquina tendrá su propio programa CNC.

El programa de apoyo CAM (fabricación asistida por computadora) en combinación con el programa de dibujo asistido CAD permiten crear automáticamente el programa CNC que será introducido en el módulo de control de la máquina-herramienta.

Esta tecnología ha permitido automatizar los trabajos de máquinas-herramientas como los tornos, convirtiéndolos en equipos de fabricación seriada de gran precisión y rapidez. Gracias a este sistema se han creado los tornos CNC, máquinas-herramientas mucho más precisas y rápidas que los tornos convencionales.

Aunque el sistema CNC es muy conocido en el mundo del mecanizado, no lo es menos en otras aplicaciones como el corte por láser, chorro de agua, aire comprimido o electroerosión, debido a que están basados en el mismo principio de funcionamiento, con la diferencia del sistema de corte empleado.

### **3.2.2 La evolución de la tecnología NC**

Los principios de la fabricación NC se encuentran en la revolución industrial. En los inicios se usó para automatizar la producción en correas transportadoras, poleas y levas. Pero la mayor parte del proceso todavía se hacía de manera manual. Los maquinistas de esos días producían piezas de mayor calidad, pero no a grandes volúmenes. No fue hasta la Segunda Guerra Mundial que la industria se dio cuenta de que se necesitaban ambos requerimientos al mismo tiempo, es decir, calidad y cantidad.

Ahora bien, en 1952, la primera máquina de 3 ejes numéricamente controlada fue creada. El controlador de esta máquina fue el computador Whirlwind desarrollado por el MIT6. En 1954, el control numérico fue anunciado al público. En las primeras generaciones máquinas NC requerían cintas de papel perforadas con el código a ejecutar. Avanzadas investigaciones y desarrollos más complejos trajeron nuevas generaciones de máquinas NC. La consecuente introducción del Control Numérico

Computarizado, donde un computador es usado para controlar la máquina, eliminó la dependencia de las abultadas y frágiles cintas de papel.

Es por ello, que el control numérico directo y el distribuido (DNC) son términos que describen la comunicación hacia la máquina desde un computador remoto. En el NC directo, bloques de instrucciones del programa son enviados a la máquina tan rápido como ella los pueda ejecutar. En el NC distribuido el programa completo o múltiples programas son comunicados a la máquina CNC o varias máquinas CNC, usualmente vía una comunicación serial RS-232. Este proceso fue posible incrementando la capacidad de memoria de los controladores CNC.

### **3.2.3 Aplicaciones NC**

Desde los días de la primera fresadora NC, las aplicaciones de esta tecnología han variado bastante. Algunos ejemplos de éstas se describen a continuación.

- **Máquinas Fresadoras:** Las máquinas CNC fresadoras usan un cortador rotatorio para el movimiento de corte y un movimiento lineal para la alimentación. El material es empujado en el cortador, o el cortador es empujado al material, en caminos rectos o curvos tridimensionales, para producir los elementos deseados de una pieza. La pieza terminada es creada mediante la remoción de todo el material innecesario desde la pieza de trabajo.
- **Tornos.** Los Tornos CNC rotan la pieza de trabajo en contra de un único punto de una herramienta para producir movimiento de corte. La herramienta se alimenta a lo largo o en la pieza de trabajo para producir el movimiento de alimentación.
- **Centros de Mecanizado.** Los centros de mecanizado son máquinas CNC más sofisticadas que frecuentemente combinan las tecnologías de fresado y torneado.
- **Máquinas EDM.** Una máquina de descarga eléctrica o electrical discharge machine (EDM) usa chispas eléctricas para hacer una cavidad en una pieza de metal.

### **3.2.4 Motores de Paso (stepper) para máquinas CNC**

El motor paso a paso (Stepper) conocido también como motor de pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control. El principio de funcionamiento está basado en un estator construido por varios bobinados en un material ferromagnético y un rotor que puede girar libremente en el estator. diferentes bobinados son alimentados uno a continuación del otro y causan un determinado desplazamiento angular que se denomina “paso angular” y es la principal característica del motor. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un conversor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas digitales. Este motor presenta las ventajas de tener precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento. Entre sus principales aplicaciones destacan los robots, drones, radiocontrol, impresoras digitales, automatización, fotocomponedoras, preprensa, etc.

### **3.2.5 Programa Mach3**

Mach3 convierte un ordenador típico en un controlador de máquina CNC. Es muy rico en características y proporciona un gran valor a aquellos que necesitan un paquete de control CNC. Mach3 trabaja en la mayoría de PC,s en Windows para controlar el movimiento de los motores (stepper y servo) procesando G-Code. Aunque incluye muchas características avanzadas, es el software de control CNC más intuitivo disponible. Mach3 es personalizable y se ha utilizado para muchas aplicaciones con numerosos tipos de hardware.

### **3.2.6 ArtCam**

ArtCam permite la creación de relieves 3D, desde relieves asimétricos más complejos hasta las formas simétricas más simples, utilizando un conjunto de herramientas vectoriales de modelado de relieves de uso sencillo. El programa de control numérico se genera automáticamente a partir de los modelos 3D.

Las aplicaciones donde puedes usar ArtCAM Pro son: diseño y manufactura de grabados industriales, troqueles para piel, manufactura de bajo relieves en moldes, logotipos y marcas, joyería, imágenes corporativas, cerámica, decoración de envases, calzado, placas, monedas, moldes para galletas, chocolate.

### **3.2.7 Automatización Industrial Máquinas CNC**

La automatización industrial funciona para optimizar la producción, mejorar el rendimiento de los recursos y que todos los procesos se coordinen para aumentar la calidad del producto final son los objetivos principales que toda industria persigue para hacer frente a la competitividad en el mercado. Para ello, es necesario contar con la innovación necesaria para poder adaptarse a las necesidades del mercado y, en este sentido, la automatización industrial es el factor clave para programar procesos productivos más veloces, precisos y adaptativos.

Todo esto también implica priorizar otros elementos claves en una industria, como son crear espacios de trabajo seguros y que faciliten la colaboración y coordinación entre máquinas y humanos, sobre todo para la realización de tareas de supervisión y control de la producción. Para este tipo de tareas, las máquinas de control numérico (CNC) son las herramientas claves que facilitan que este sistema de control se aplique a diferentes robots industriales, contando con la ventaja de que son fácilmente reprogramables y adaptables para operar con diferentes tipos de máquinas y sistemas periféricos y actuar como guías de visión.

### **3.2.8 Router CNC**

Para realizar cortes que permitan piezas en 2 o 3 dimensiones, se requieren de herramientas especiales automatizadas, de esta manera es posible acelerar el proceso de corte del material y, con ello, tener una mayor precisión a la que se tendría si se realiza a mano. Una de estas herramientas, utilizadas para el corte de materiales blandos como la madera, PVC, o algunos tipos de metales no ferrosos es el Router CNC.

El Router CNC de control numérico es una herramienta muy útil al momento de cortar materiales como madera y una amplia variedad de materiales blandos, como

pueden ser el acrílico, el MDF o algunos metales tales como el aluminio, latón, bronce, entre otros. Durante mucho tiempo, el corte y grabado con el apoyo de un Router CNC se ha utilizado para la fabricación de muebles, tallado de maderas, perfilado de cantos y corte de materiales.

### **3.2.9 ¿Qué materiales puedes cortar con un Router CNC?**

El Router CNC consiste en un eje vertical manipulado por motores, los cuales, como mencionamos, siguen patrones preestablecidos. Por ello, es considerada una de las máquinas más versátiles para el corte en tres y dos dimensiones sobre cualquier tipo de superficie. Permite la materialización de diseños e ideas que anteriormente sólo se quedaban plasmados en el papel, por la falta de las herramientas para el corte en ciertos detalles.

### **3.2.10 ¿Cómo funciona un Router CNC?**

La limitante de los diseños que puede realizar un Router CNC es prácticamente inexistente, puesto que realiza cortes en los distintos ejes. Para trabajar con esta máquina, tan sólo es necesario crear el diseño deseado en un software compatible con la programación por control numérico.

La versatilidad y sistema de última tecnología del Router CNC permite el uso de diseños realizados en programas como Indesign e Illustrator, de la suite de Adobe; también AutoCAD, FreeHand, Rhinoceros, Inventor, Google Sketchup, entre otros. El único requerimiento es que estén diseñados en vectores. Los diseños son traducidos por un programa de generación en código, los cuales lo convierten en un lenguaje que será leído por el Router CNC.

## **3.3 Bases Legales**

### **3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

**Artículo 127:** Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica,

los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia. Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

### **3.3.2 Normas ISO**

**ISO 14955-1, Máquinas herramienta. Evaluación ambiental de máquinas herramienta - Parte 1:** Metodología de diseño para máquinas herramientas energéticamente eficientes, aborda la eficiencia energética de las máquinas herramienta durante su vida útil. Identifica las funciones principales y los componentes de la herramienta de máquina que son responsables de la demanda de energía durante la fase de uso. Estos componentes se comparan luego con los componentes anteriores o con el estado de la técnica para su mejora futura.

**ISO 14955-2, Máquinas herramienta. Evaluación ambiental de máquinas-herramienta. Parte 2:** Métodos para medir la energía suministrada a máquinas herramienta y componentes de máquina herramienta. Soporta la metodología de diseño de ahorro de energía de acuerdo con ISO 14955-1 proporcionando métodos prácticos para medir la energía suministrada a las máquinas herramientas.

### **3.4 Definición de Términos Básicos.**

**Ductero:** Es el personal encargado de realizar los cálculos para cortar las láminas de la materia prima para realizar los ductos de ventilación.

**Poliuretano:** El poliuretano es un material plástico que se puede ver en diferentes formas para usos distintos. Si hablamos desde el conocimiento químico se trata de polímeros y esto consiste en pequeñas moléculas conectadas entre sí, una unión bastante fuerte que da estabilidad a este material cada vez más utilizado.

**Stepper:** La palabra Stepper es una palabra en el idioma de inglés que significa  
“De paso”

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Tipo de Investigación**

Según Balestrini (2002), los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas u otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer. Este proyecto se basa en una investigación de tipo campo, la cual forma parte del desarrollo del mismo, en este capítulo se dictan un conjunto de fases o pasos a seguir en forma secuencial, lo que permitirá la extracción, clasificación y la organización de la información necesaria para obtener la solución al proyecto planteado.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de investigación es de campo y documental debido a que este se utiliza cuando los grupos de estudio no se pueden seleccionar porque ya están formados de manera natural. En ese caso, la manipulación de las variables es menor y, por tanto, disminuye el grado de confiabilidad del estudio. Por ejemplo, al hacer una investigación sobre comportamientos de adolescentes de dos países con idiomas diferentes. De acuerdo a Arias (2006), “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables algunas”, de acuerdo a este concepto, esta es una investigación de campo, debido a que se hizo la recolección de información directamente.

### **4.3. Nivel de la investigación**

Este es un proyecto de nivel descriptivo. Citando de nuevo a Balestrini (2002), los proyectos descriptivos, describen con mayor precisión las singularidades de una realidad estudiada, destacando el contenido de los objetivos y requerimientos de un esquema de investigación con un grado de confiabilidad. De la misma manera, para Arias (2006), la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

### **4.4. Población y muestra**

Tamayo y Tamayo (2007), destaca el siguiente concepto de población: “Representa la totalidad de un fenómeno de estudio; incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”. Las poblaciones en este trabajo de investigación vendrían siendo las máquinas CNC que están situadas en la empresa de Frio Borges C.A. Y la muestra, la máquina CNC delineadora de láminas de poliuretano.

### **4.5 Técnicas de Recolección de Datos**

Según la Universidad La Concordia (2020) “Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos metodológicos y sistemáticos cuyo objetivo es garantizar la operatividad del proceso investigativo”. Mientras tanto Fariñas A (2010) alega “Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”. Tamayo y Tamayo (2007) manifestó que “la entrevista al igual que la observación, es de uso bastante común en la investigación, ya que en la investigación de campo buena parte de los datos obtenidos se logran a través de las entrevistas”. Se puede decir que la entrevista es la relación directa establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales. La técnica de recolección de datos de este trabajo de investigación se fundamentó en las

entrevistas y la observación directa, ya que de esta manera fue más fácil la obtención de datos directos relacionados con el desperdicio por obra y las intenciones de planes a futuro al tener la máquina operativa.

#### **4.6 Fases metodológicas**

**Fase I: Diagnóstico de la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación.** En esta primera fase se evaluó todo lo referente al lugar de trabajo de la máquina y sus condiciones, así como también se recolectó información con todo lo concierne al trazado y herramientas de trazado de láminas de poliuretano

- Se evaluaron las condiciones del área de trabajo de la máquina.
- Se verificó si existe herramienta trazadora.

**Fase II: Análisis de los requerimientos técnicos y operativos que intervienen en el trazado de las láminas de poliuretano.** Aquí es donde se realizaron todos los requerimientos que intervienen en el trazado de láminas ya sean de carácter técnico u operativo, esto permitió desarrollar un análisis del funcionamiento de máquinas CNC así como también sus componentes tanto internos como externos.

- Se analizaron los equipos que intervienen en la automatización industrial.
- Se analizó el funcionamiento de cada uno de los componentes electrónicos y equipos.

**Fase III: Selección de los materiales y equipos necesarios para el sistema de trazado de láminas de poliuretano.** En esta fase se seleccionó los materiales del diseño de la maquina CNC así como también sus costos y su disponibilidad.

- Se clasificó y seleccionó los componentes que se requieren para la construcción de la máquina CNC.

**Fase IV: Elaboración la propuesta de rediseño de una máquina CNC de trazado de láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación en la empresa Frio Borges C.A.** Por último, en esta fase es donde se realizó el diseño, los planos y la simulación de la máquina CNC en el programa [SolidWorks](#) para comprobar su funcionamiento respectivo.

- Se realizó el diseño de la maquina CNC en el programa SolidWorks.
- Se realizaron los planos de la máquina CNC.
- Se elaboró una simulación respectiva de la máquina.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta el análisis de la información recabada para esta investigación, mediante la herramienta de recolección de datos además de presentar con detalle las diferentes fases de la elaboración de este proyecto. En este capítulo también se hablará de las diferentes recomendaciones, así como también las conclusiones de este trabajo de investigación.

**Fase I:** Diagnóstico de la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación. En esta primera fase se evaluó todo lo referente al lugar de trabajo de la máquina y sus condiciones, así como también se recolectó información con todo lo concierne al trazado y herramientas de trazado de láminas de poliuretano

- Se evaluaron las condiciones del área de trabajo de la máquina.
- Se verificó si existe herramienta trazadora.

Para esta fase de diagnóstico se realizaron dos técnicas de recolección de datos, una fue la observación directa para la cual se elaboró un checklist en el cual especifica de manera rápida y directa las condiciones del área de trabajo de la máquina, así como también verificar si existe herramienta trazadora. Y otra técnica de recolección de datos fue la entrevista, la cual trata sobre recolectar información de los expertos en la supervisión de fabricación de ductos sobre todo lo concierne a el trazado de láminas para fabricación de ductos de ventilación.

**CUADRO 1: CHECKLIST**

<b>ÍTEMS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	El área de ductería, ¿existe conexiones eléctricas de 110v?	X		
2	¿Existen al menos dos metros de espacio para movilidad del operador al momento del funcionamiento de la máquina?		X	
3	En el área de ductería, ¿Existe un computador con características de software y hardware para manejar el programa MACH3?	X		
4	En el área de ductería, ¿Se cuenta con herramientas para manipular y trazar las láminas de poliuretano?		X	
5	¿Se cuenta con información relativa a planos eléctricos, electrónicos y mecánicos referente a la delineaadora CNC?		X	
6	¿Existe un manual de normas de seguridad y uso de la máquina delineaadora CNC de láminas de poliuretano?		X	
7	¿Existe algún tipo de soporte en la máquina delineaadora CNC para colocar un computador?	X		
8	¿Existe información referente a las láminas de poliuretano?	X		
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	
<b>% POR ÍTEMS</b>		<b>50</b>	<b>50</b>	

Fuente: Lamar, J. (2022).

## CUADRO 2

### EXPERTOS A ENTREVISTAR

N#	Nombre y apellido	Cargo
1	Pedro Borges	Director Comercial
2	Luis Parra	Gerente General
3	Carolina Borges	Coordinador de Personal

**Autor:** Lamar, J (2022)

## CUADRO 3

### ENTREVISTA ESTRUCTURADA No.1

RESULTADOS DE LA ENTREVISTA		
N.º	Experto: 1	Fecha: 04/04/2022
	PREGUNTAS	RESPUESTAS
1	<b>¿Con que finalidad planteó la idea de tener una maquina CNC?</b>	La idea principal por la cual se decidió mandar a construir esa máquina fue porque se vió la posibilidad de mejorar la eficiencia al momento de hacer obras que requieran ductos de ventilación, ya que, se perdía mucho tiempo de trabajo al disponer del tiempo de otra persona que en este caso era el ductero.
2	<b>¿Quién o quiénes serán los encargados de la operación de la maquina CNC?</b>	Yo quiero que esta máquina la opere la menor cantidad de personas posible, para que una o dos personas se encarguen netamente de la máquina, de su mantenimiento y una que otra cosa del almacén, tengo pensado que el que la va a operar va a ser el operario de almacenamiento y mantenimiento, por eso quiero también que este se capacite para que este pueda entender bien cómo funciona la máquina y como esta se manipula. Claro que también una sola persona que sepa operar la máquina no nos beneficia así que se necesita también que el auxiliar de proyecto sepa manipularla en caso que la otra persona no se encuentre.

**Continuación cuadro 3**

3	<p><b>¿Por qué se realizan los ductos en láminas de poliuretano?</b></p>	<p>Principalmente porque para realizar ductos es excelente ya que el poliuretano es un aislante térmico. Las obras se realizan en láminas de poliuretano también porque son más fáciles de manipular al momento de realizar ductos que otros materiales, al ser un material muy liviano cuando se vayan a instalar en algún establecimiento va a ser más fácil para el técnico trabajar por el peso, claro que nosotros también tenemos la ventaja de poseer un proveedor que nos venda las láminas de poliuretano ya listas para ser usadas.</p>
4	<p><b>¿Cómo considera usted que se pudo evitar la inoperatividad de la máquina?</b></p>	<p>Esta máquina al ser comprada no vino con una herramienta trazadora por lo que no poseía herramienta, por lo que estuvo parada y su operatividad pasó a segundo plano. Esto se pudo evitar diseñando una herramienta que sirviera para la tarea que se deseaba realizar y no dejarla en segundo plano.</p>
5	<p><b>¿Cómo se realizan las obras de ductos de ventilación sin la máquina CNC?</b></p>	<p>Lo que ha estado pasando acá en la empresa desde hace varios años es que un ductero es el que se encarga de todo eso, nosotros les damos las láminas y le damos datos específicos de la obra para que este se destaque realizando los cálculos y los cortes en dichas láminas, este según los datos que le proporcionemos va a distribuir los cortes según sus cálculos y va a pegar los ductos con un aditivo especial.</p>

**Continuación cuadro 3**

<p><b>6</b></p>	<p><b>En función a su experiencia en la supervisión del ramo de ductería, ¿Cómo se pudiera minimizar los desperdicios de poliuretano por obra?</b></p>	<p>Bueno, lo más lógico es que esté la máquina operativa ya que al tenerla funcionando nosotros veremos de manera más concreta como distribuir los cortes en las láminas a través de un programa por computadora y si hay algún desperfecto se acomoda y modifica para que el desperdicio por lámina se reduzca.</p>
<p><b>7</b></p>	<p><b>En función a la rama de ductería ¿Cuáles funciones adicionales a la delineación de láminas propondría usted incluir en la máquina CNC para aprovecharla al máximo?</b></p>	<p>Bueno, la idea principal de esa máquina era tener un router CNC para que sirviera como fresadora, de hecho, a nosotros nos la vendieron sin el router CNC, pero al momento de traerla a empresa no se consiguió este raouter y se pospuso su compra y con el tiempo se fue dejando de lado hasta el estado en el que esta ahorita, pero si se le pudiera adaptar un router CNC para que sirve como fresadora se le adapta.</p>
<p><b>8</b></p>	<p><b>En función a la versatilidad comercial en el ramo de la ductería, ¿Qué otro tipo de rentabilidad pudiera ofrecer la maquina CNC?</b></p>	<p>Mi idea adicional de la fabricación de ductos al tener esta máquina operativa, era también la de empezar un nuevo negocio de ventas de láminas de poliuretano previamente delineada para su corte con la finalidad que cualquiera que no sea ductero y desconozca de los cálculos pueda comprar dichas láminas delineadas y realizar su ducto.</p>

**Autor:** Lamar, J (2022)

**CUADRO 4****ENTREVISTA ESTRUCTURADA No.2**

<b>RESULTADOS DE LA ENTREVISTA</b>		
<b>N.º</b>	<b>Experto: 2</b>	<b>Fecha: 04/04/2022</b>
	<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPUESTAS</b>
<b>1</b>	<b>¿Con que finalidad se planteó la idea de tener una maquina CNC?</b>	Esta máquina se pensó para que al momento de realizar una obra se pierda el menor material posible de poliuretano.
<b>2</b>	<b>¿Quién o quiénes serán los encargados de la operación de la maquina CNC?</b>	Según tengo entendido el personal operario de almacenamiento y mantenimiento va a ser el encargado de manipular esa máquina, primero se le capacita y luego él va a ser el encargado de manejarla.
<b>3</b>	<b>¿Por qué se realizan los ductos en láminas de poliuretano?</b>	Al tener nosotros un proveedor que nos proporciona dichas láminas de poliuretano tenemos una enorme ventaja contra la competencia, ya que este es un material resistente practico y liviano y como siempre hemos trabajado con este tipo de material se nos hace más fácil la fabricación de ductos en este material.

**Continuación cuadro 4**

<b>4</b>	<b>¿Cómo considera usted que se pudo evitar la inoperatividad de la máquina?</b>	Esto se pudo evitar de manera simplificada poniéndola a trabajar y llevar un control de su uso para su mantenimiento.
<b>5</b>	<b>¿Cómo se realizan las obras de ductos de ventilación sin la máquina CNC?</b>	Estas obras se realizan mediante cálculos los cuales son los que determinan las dimensiones de los ductos según las especificaciones del equipo del cliente, luego se cortan los ductos para que cuando se doblen estos tengas las dimensiones previamente calculadas y se pegan para que queden listos para ser instalados.
<b>6</b>	<b>En función a su experiencia en la supervisión del ramo de ductería, ¿Cómo se pudiera minimizar los desperdicios de poliuretano por obra?</b>	Lo ideal sería tener la máquina lista para usar, para así monitorear el área de desperdicio por lámina y tratar de minimizar ese problema del desperdicio de poliuretano.

**Continuación cuadro 4**

<p><b>7</b></p>	<p><b>En función a la rama de ductería ¿Cuáles funciones adicionales a la delineación de láminas propondría usted incluir en la máquina CNC para aprovecharla al máximo?</b></p>	<p>Por ahora que la máquina sirva como delineadora de las láminas tenemos una gran ventaja, pero si la misma máquina pudiera cortar las láminas de poliuretano con su ángulo de corte de 45° tendríamos una máquina súper eficiente y eficaz.</p>
<p><b>8</b></p>	<p><b>En función a la versatilidad comercial en el ramo de la ductería, ¿Qué otro tipo de rentabilidad pudiera ofrecer la maquina CNC?</b></p>	<p>Según tengo entendido, la otra finalidad es estandarizar los ductos de forma que los cálculos de la ductería queden de lado, es decir, las láminas serán vendidas con líneas que indiquen donde se van a cortar para que se corte previamente con sus respectivas cuchillas y se realice el armado del ducto.</p>

**Autor:** Lamar, J (2022)

**CUADRO 5****ENTREVISTA ESTRUCTURADA No.3**

<b>RESULTADOS DE LA ENTREVISTA</b>		
<b>N.º</b>	<b>Experto: 3</b>	<b>Fecha: 04/04/2022</b>
	<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPUESTAS</b>
<b>1</b>	<b>¿Con que finalidad planteó la idea de tener una maquina CNC?</b>	La finalidad de tener una máquina CNC era que facilitara el trabajo de las obras, mejorando la productividad de la fabricación de ductos respecto al tiempo.
<b>2</b>	<b>¿Quién o quiénes serán los encargados de la operación de la maquina CNC?</b>	El operario más apto para esta tarea puede ser cualquier personal que se le instruya el funcionamiento de la máquina pero considero que le vendría como anillo al dedo al operario de almacenamiento y mantenimiento ya que el mismo se puede encargar del mantenimiento de la misma.
<b>3</b>	<b>¿Por qué se realizan los ductos en láminas de poliuretano?</b>	Bueno, estos se realizan en este tipo de material porque es un material liviano y fácil de manejar. Aparte realizarlo de láminas galvanizadas se hace más engorroso y dificultoso el trabajo.
<b>4</b>	<b>¿Cómo considera usted que se pudo evitar la inoperatividad de la máquina?</b>	Lo principal era haberle realizado un mantenimiento adecuado y tener a alguien que se encargara de esta función.

**Continuación cuadro 5**

5	<p><b>¿Cómo se realizan las obras de ductos de ventilación sin la máquina CNC?</b></p>	<p>Las obras de ductería se realizan mediante medidas, luego se trazan las medidas en la lámina contando las medidas de los dobles para luego ser cortada con sus respectivas cuchillas para esta tarea con su respectivo ángulo para hacer el armado del ducto, luego estos extremos llamados dobles se pegan entre si formando el ducto</p>
6	<p><b>En función a su experiencia en la supervisión del ramo de ductería, ¿Cómo se pudiera minimizar los desperdicios de poliuretano por obra?</b></p>	<p>Estos se pueden minimizar haciendo un monitoreo en el trabajo ductero ya que al realizar ductos en láminas con unas medidas específicas no siempre se aprovecha la mayor parte de la lámina y a veces queda mucha área de desperdicio por lámina y si los llevamos a obras el desperdicio es mayor</p>
7	<p><b>En función a la rama de ductería ¿Cuáles funciones adicionales a la delineación de láminas propondría usted incluir en la máquina CNC para aprovecharla al máximo?</b></p>	<p>Si la máquina pudiera servir para otro tipo de cosa sería fenomenal pero que con solo ahorita trace las láminas para ahorrar material nos está ayudando en el ahorramiento de material como no tienes una idea.</p>

**Continuación cuadro 5**

<b>8</b>	<b>En función a la versatilidad comercial en el ramo de la ductería, ¿Qué otro tipo de rentabilidad pudiera ofrecer la maquina CNC?</b>	Tengo entendido que también se usará la máquina con otro negocio que no es solo fabricar ductos de ventilación sino también para vender las láminas ya trazadas para su corte para que quien no sepa cómo distribuir los cortes pueda realizar el armado de los ductos.
----------	---	---

**Autor:** Lamar, J (2022)

**CUADRO 6**

**ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS**

<b>ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS</b>		
N.º	PREGUNTAS	RESPUESTAS
<b>1</b>	<b>¿Con que finalidad se planteó la idea de tener una maquina CNC?</b>	Los expertos coincidieron en que la máquina se pensó construir debido a que se vio la posibilidad de mejorar la eficiencia y la productividad ahorrando el mayor material posible

**Continuación cuadro 6**

2	<p><b>¿Quién o quiénes serán los encargados de la operación de la maquina CNC?</b></p>	<p>Los expertos consideraron que el mejor operador para dicha tarea sería el operario de almacenamiento y mantenimiento ya que este se puede encargar del uso de la máquina así como de su mantenimiento y esta máquina se encuentra en el área de ductería justo al lado de almacén, claro que también coincidieron en que este personal debe ser capacitado para el manejar la máquina.</p>
3	<p><b>¿Por qué se realizan los ductos en láminas de poliuretano?</b></p>	<p>Todos los expertos comentaron que se realizan ductos en láminas de poliretano ya que un material liviano y fácil de manipular, además que ellos cuentan con un proveedor de poliuretano y siempre han realiza ductos en este material, demás que un experto mencionó que como es un aislante térmico este material sirve perfecto para realizar estos ductos. Al ser los ductos fabricados en láminas galvanizadas una máquina de corte por plasma sería más eficiente que una delineadora.</p>
4	<p><b>¿Cómo considera usted que se pudo evitar la inoperatividad de la máquina?</b></p>	<p>Uno de los expertos mencionó que había que colocar operativa la máquina desde un principio, otro mencionó que al ser adquirida no vino con una herramienta trazadora y con este inconveniente la operatividad de la máquina paso a segundo plano.</p>

**Continuación cuadro 6**

<p><b>5</b></p>	<p><b>¿Cómo se realizan las obras de ductos de ventilación sin la máquina CNC?</b></p>	<p>Todos los expertos estuvieron de acuerdo en que primeo se realizan cálculos de ductería para conservar el caudal de aire para luego delinear las láminas y ser cortadas para ser armados los ductos, básicamente esos son los pasos para realizar ductos sin la máquina CNC, claro que las láminas se les da los ducteros y estos la utilizan a su comodidad dependiendo de los parámetros de la obra.</p>
<p><b>6</b></p>	<p><b>En función a su experiencia en la supervisión del ramo de ductería, ¿Cómo se pudiera minimizar los desperdicios de poliuretano por obra?</b></p>	<p>Estos se pueden minimizar haciendo un monitoreo en el trabajo ductero ya que al realizar ductos en láminas con unas medidas específicas no siempre se aprovecha la mayor parte de la lámina y a veces queda mucha área de desperdicio por lámina y si los llevamos a obras el desperdicio es mayor.</p>
<p><b>7</b></p>	<p><b>En función a la rama de ductería ¿Cuáles funciones adicionales a la delineación de láminas propondría usted incluir en la máquina CNC para aprovecharla al máximo?</b></p>	<p>Uno de expertos propuso la idea de poder instalar un router CNC en la misma, por otro lado el experto numero 2 propuso que si se pueden cortar las láminas directamente se aprovecha más el tiempo de producción, mientras que otro experto solo se limitó a que la máquina funcione.</p>

### Continuación cuadro 6

<b>8</b>	<b>En función a la versatilidad comercial en el ramo de la ductería, ¿Qué otro tipo de rentabilidad pudiera ofrecer la maquina CNC?</b>	Todos los expertos coincidieron en que la máquina también tendrá otro negocio el cual será vender estas láminas de poliuretano ya delineadas para su respectivo corte, ahorrando así tiempo, esfuerzo y conocimiento a quien vaya a construir un ducto desde cero.
----------	---	--

**Autor:** Lamar, J (2022)

**Fase II:** Análisis de los requerimientos técnicos y operativos que intervienen en el trazado de las láminas de poliuretano. Aquí es donde se realizaron todos los requerimientos que intervienen en el trazado de láminas ya sean de carácter técnico u operativo, esto permitió desarrollar un análisis del funcionamiento de máquinas CNC así como también sus componentes tanto internos como externos.

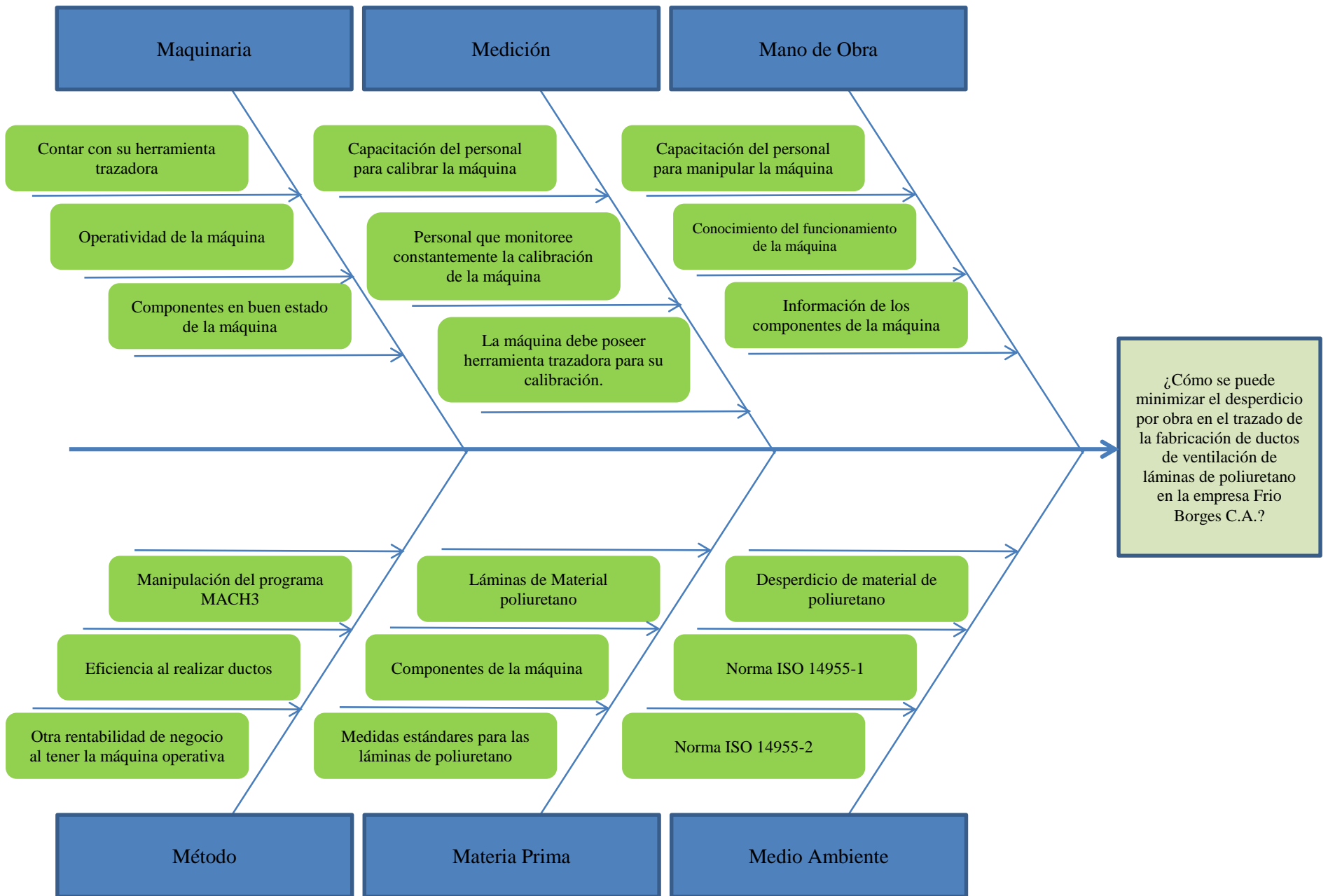
- Se analizaron los equipos que intervienen en la automatización industrial.
- Se analizó el funcionamiento de cada uno de los componentes electrónicos y equipos.

Para realizar esta fase de análisis se realizó un diagrama de Ishikawa explicando las diferentes razones por las cuales la máquina CNC delineadora de láminas de poliuretano no se encuentra operativa. Por lo que, según el análisis de las preguntas de la entrevista, se elaboró dicho método de análisis para observar, de manera más directa, las diferentes causas y subcausas que se tiene al no tener la máquina operativa.

Este análisis, llamado “Diagrama de Ishikawa”, “Diagrama Causa-Efecto” o “Diagrama de las 6M”, consiste en identificar las causas raíces de un problema, analizando todos los factores involucrados en la ejecución de un proceso. El

problema, también llamado de efecto, puede ser cualquier comportamiento o resultado indeseado. Por ejemplo, las faltas constantes de un colaborador o un reclamo específico de un cliente importante.

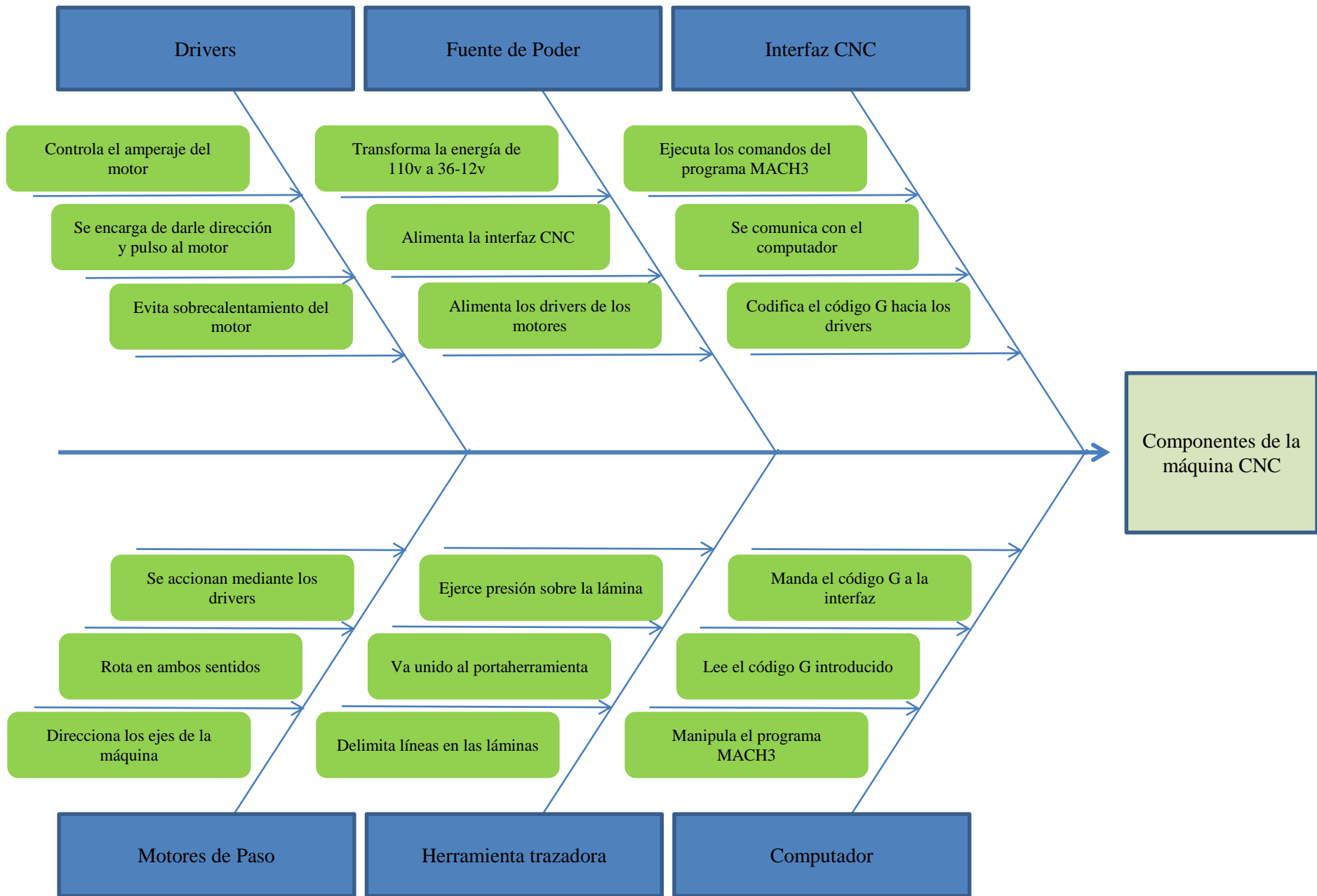
A continuación, se mostrará el diagrama de Ishikawa indicando las variables de la problemática actual de la operatividad y futuro manejo de la máquina CNC:



Para obtener datos de la interrogante se analizó la situación del trazo de láminas a través de un diagrama de Ishikawa o diagrama de las 6 M, el cual nos indica más que para resolver la interrogante de la formulación del problema se tiene que tener un personal capacitado para manipular la operatividad de la máquina así como también manipular sus componentes tanto internos como externos para los mantenimientos preventivos de la misma. También se puede visualizar que la máquina tiene que tener componentes en buen estado y que brinden mayor eficiencia a la hora de trazar láminas de poliuretano.

Esto requiere analizar y conocer el funcionamiento de cada uno de los componentes internos de la máquina, debido a que, al conocer cómo funciona y para qué sirve cada componente se puede tener mayor información a la hora de intervenir en cualquiera de ellos. Cada componente interno realiza una determinada función para que la máquina opere de manera adecuada, en consecuencia, el personal que vaya a operar dicha máquina tendrá que ser instruido con esta información para monitorear su respectivo mantenimiento e intervenir en él.

Se realizará un diagrama de las 6 M donde indique las características de cada uno de los componentes internos de la máquina.



Este segundo diagrama consiste, de manera más detallada, en analizar los componentes internos y externos de la máquina, por lo que se puede decir que cada componente marca un papel fundamental en el funcionamiento de la máquina. Cada uno de los componentes tiene una determinada función; que, en conjunto, hacen posible que la máquina funcione correctamente. Por ejemplo:

- Drivers: Son los que controlan el amperaje del motor y son los que mandan la dirección de rotación del motor
- Fuente de poder: es la que da el voltaje necesario a la interfaz CNC para que pueda trabajar adecuadamente.
- Motores de paso: son los que mueven y direccionan los ejes de la máquina.
- Computador: es el que tendrá el programa y el que leerá el código G para que la máquina se mueva en sus ejes.
- Interfaz CNC: Es la tarjeta madre de la máquina y la que manda las señales de dirección y pulso a los drivers de los motores.
- Herramienta trazadora: Esta herramienta será que hará contacto con las láminas de poliuretano.

**Fase III:** Selección de los materiales y equipos necesarios para el sistema de trazado de láminas de poliuretano. En esta fase se seleccionó los materiales del diseño de la máquina CNC así como también sus costos y su disponibilidad.

- Se clasificó y seleccionó los componentes que se requieren para la construcción de la máquina CNC.

En esta fase se hablará sobre los distintos componentes que se usarán en la máquina CNC y el porqué de su selección, así como también de su costo. Esto para lograr una mayor optimización de acuerdo a las características necesarias para poner operativa la máquina y tener un mayor control de los gastos de mantenimiento al momento de reemplazar piezas para su correcto uso

### **5.1. Motores de paso**

Estos son los motores que utilizará la máquina, debido a que son motores que 1 motor paso a paso necesita un circuito de control exterior para energizar por separado cada electroimán y encender el eje del motor. Cuando el electroimán es impulsado por energía, atrae los dientes del equipo y los sostiene, algo desplazado del siguiente electroimán 'B'. Cuando se apaga 'A' y se enciende 'B', el aparato gira ligeramente para alinearse con 'B' y en todo el círculo, con cada electroimán alrededor del aparato energizándose y desenergizándose a su vez para hacer una rotación. Cada revolución de un electroimán al siguiente se denomina 'paso' y, por lo tanto, el motor puede activarse mediante ángulos de paso predefinidos exactos a través de una rotación completa de 360°.

Estos motores se utilizan en dos variedades, unipolar o bipolar. Los motores bipolares son el tipo de motor más sólido y generalmente tienen 4 u 8 conductores. Tienen dos conjuntos de bobinas electromagnéticas en el interior, y el escalonamiento se logra alterando la dirección de la corriente en las bobinas. Los motores unipolares son reconocibles por tener 5 cables, 6 cables o incluso 8 cables, también tienen 2 bobinas, pero cada uno tiene una toma central. Estos motores pueden avanzar sin tener que ir en dirección opuesta a la corriente en las bobinas, lo que simplifica la electrónica.

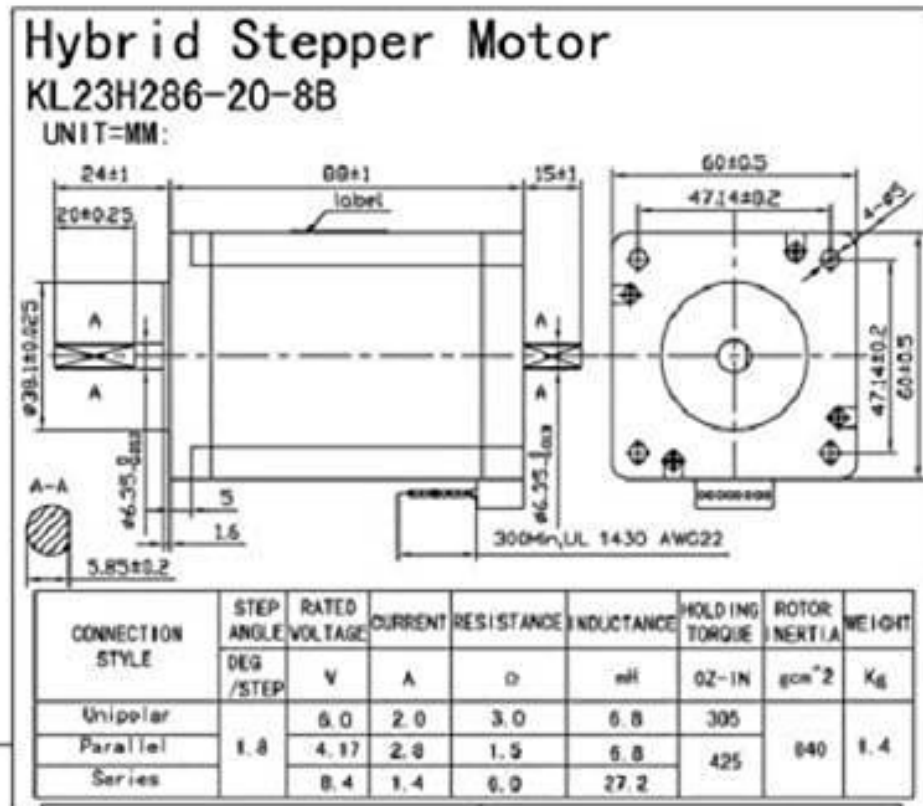
Pero, debido a que este grifo se usa para fortalecer solo la mitad de cada bobina a la vez, normalmente tienen menos torque que los bipolares.

En este proyecto se seleccionarán motores de paso Nema 23 modelo “KL23H286-20-8B” los cuales son híbridos, y poseen un ramal de 8 cables, estos motores también poseen un alto torque por lo cual son capaces de mover más de 12kg de peso, lo cual viene perfecto ya que el motor que va situado en el eje Y tiene que mover una pieza de gran tamaño y volumen, por cual es el tipo de motor adecuado para esta tarea.



**Figura: 4:** Motor de paso Nema 23 modelo KL23H286-20-8B

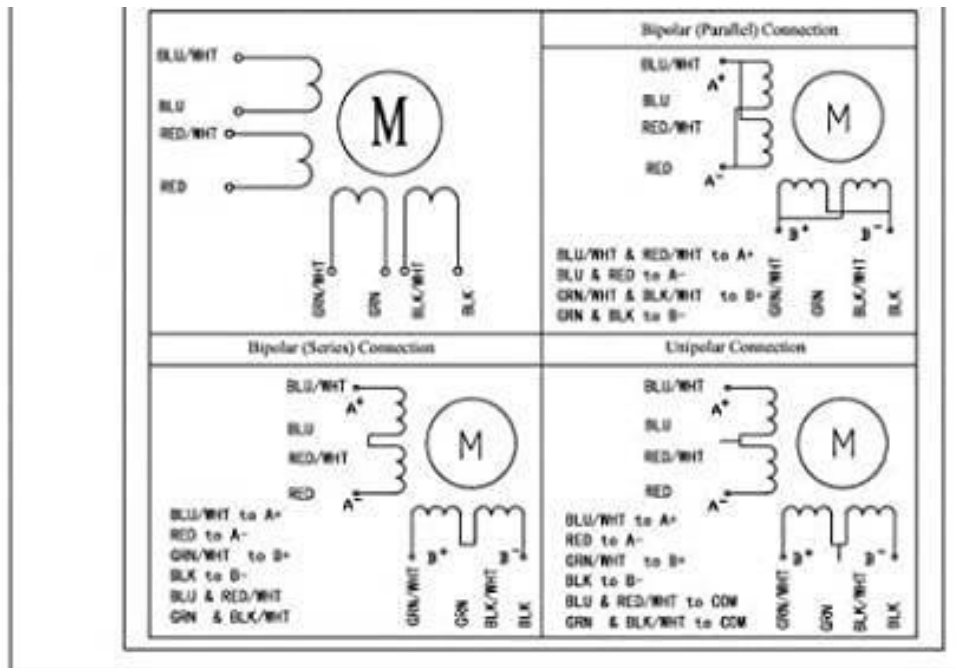
**Fuente:** Amazon (2019)



**Figura 5:** Físicas del motor KL23H286-20-8B

**Fuente:** Amazon (2019)

Es importante también mencionar que estos motores serán conectados en serie, ya que los drivers de los motores de paso solo poseen ranuras para 4 cables del motor; por lo cual, como indica en el diagrama (ver figura 6), será conectado de manera bipolar (en serie). Este motor tiene un costo de alrededor de 100 dólares americanos (moneda de referencia).



Wiring Diagram for motor wire color

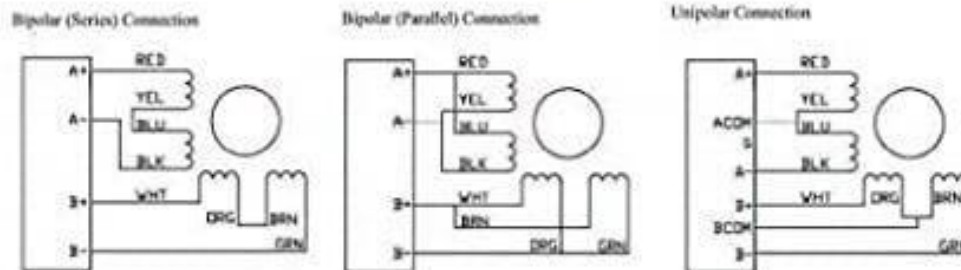


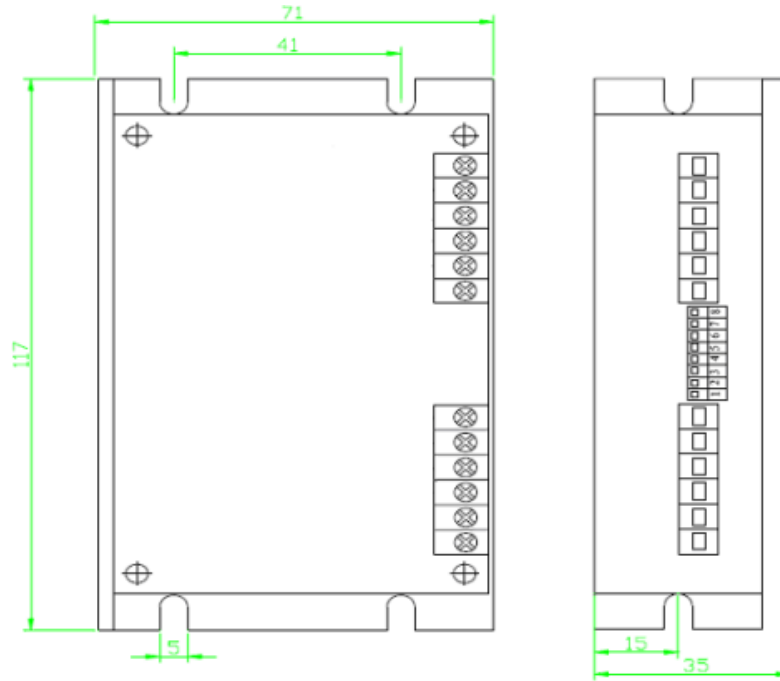
Figura 6: Diagrama del cableado del motor KL23H286-20-8B

Fuente: Amazon (2019)

## 5.2 Drivers para los motores

Un driver para motores es un circuito que permite controlar los motores de corriente continua de una forma muy simple. Estos controladores permiten manejar los voltajes e intensidades a los que se está suministrando al motor para así controlar la velocidad de giro. Además, sirven como método de protección para evitar que la electrónica de los motores pueda resultar dañada limitando la corriente que circula (chopping).

Para esta máquina se utilizarán Drivers modelo KL-4030 ya que son los drivers más adecuados para controlar motores modelo KL, por lo que posee capacidad de manipular eficientemente la corriente que pasa a los motores, además que este driver trabaja de manera correcta con motores Nema 17 y Nema 23.



**Figura 7:** Dimensiones Físicas de los drivers KL-4030.

**Fuente:** Kelingin, M (2010)

**Tabla 1: Micropasos**

Microstep	M1	M2	M3
—	0	0	0
1	1	1	1
1/2	0	1	1
1/4	1	0	1
1/8	0	0	1
1/16	1	1	0
1/32	0	1	0
1/64	1	0	0

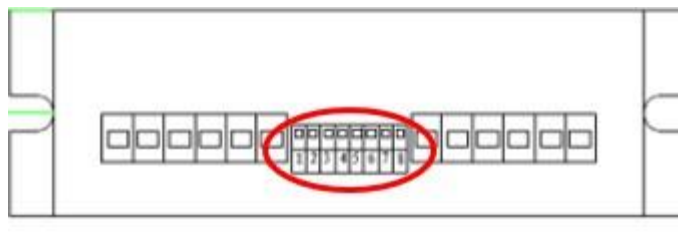
**Fuente:** Kelingin, M (2010)

**Tabla 2:**

Current	M5	M6	M7
0.9	0	0	0
1.2	0	0	1
1.5	0	1	0
1.8	0	1	1
2.1	1	0	0
2.4	1	0	1
2.7	1	1	0
3.0	1	1	1

**Fuente:** Kelingin, M (2010)

Los drivers poseen unos ocho interruptores en el lateral, los cuales según las especificaciones del motor van a ir activados a desactivados y para ello se visualiza en la tabla 1 y tabla 2 (Ver tabla 1 y 2), como se escogió unos motores de modelo KL23H286-20-8B su micropaso es de un valor de  $\frac{1}{4}$  y su corriente es de 2.8 Amp por lo que el interruptor M1 estará de manera encendida, M2 desactivado, M3 activado, M4 desactivado (esto debido a que no cuenta en las tablas al igual que M8), M5 activado, M6 activado, M7 desactivado y M8 al igual que M4 estará desactivado.



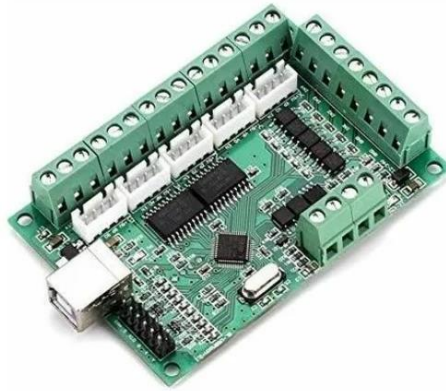
**Figura 8:** Interruptores de los drivers

**Fuente:** Lamar, J (2022)

El costo de estos drivers se verá triplicado al igual que los motores ya que para que los motores puedan funcionar adecuadamente se requieren tres drivers para los tres motores. El costo individual de cada uno de los tres drivers ronda los 150 dólares americanos (moneda de referencia).

### 5.3 Interfaz CNC

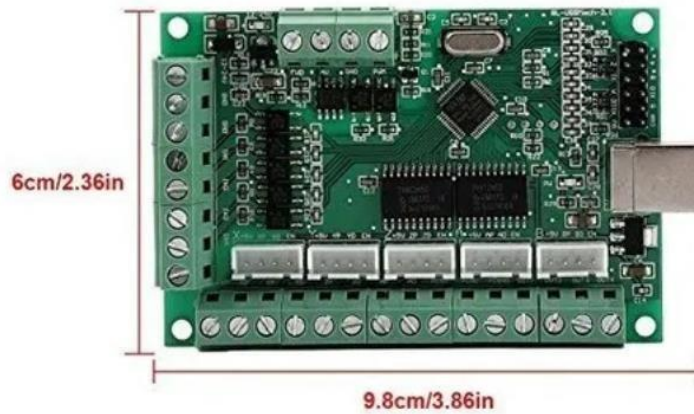
Esta es la tarjeta madre que controla todos los datos digitales para transferirlos al plano físico para realizar las tareas que se le indique desde el software. Este es el componente electrónico más importante de la máquina por lo que su precio es elevado. En este proyecto se utilizará una interfaz CNC de Mach3 por lo que al comprar dicha interfaz viene un manual y un disco el cual viene el programa Mach3 para instalar en el computador.



**Figura 9:** Interfaz CNC

**Fuente:** MercadoLibre (2022)

Su precio es de aproximadamente 160 dólares americanos (moneda de referencia) este artículo al ser un poco más común que los otros componentes se puede encontrar en Venezuela en la página de compra-venta llamada Mercado libre por lo que los costos de envío se verán reducidos.



**Figura 10:** Dimensiones de la Interfaz CNC

**Fuente:** MercadoLibre (2022)

Esta interfaz funciona a través de un puerto USB por lo cual en la actualidad cualquier tipo de computadora que tenga puerto USB puede usarse para manipular la máquina CNC, esto supone una ventaja para el rediseño ya que no se tienen que buscar computadores con determinadas características para el correcto funcionamiento del Mach3.

#### **5.4 Fuente de Poder**

La función principal de una fuente de poder es brindar el suministro de energía a cada componente del sistema, alimentando no solo a la tarjeta madre, sino que también le suministra energía a los otros dispositivos complementarios que son insertados en la máquina CNC. Su función es la de un transformador, que modifica la corriente alterna en un flujo directo, y lo realiza a través de fusibles y reguladores que filtran la electricidad. Se seleccionará una fuente de poder de 12v 20amp y su costo ronda los 15 dólares (moneda de referencia) por lo que es el componente interno más barato de la máquina CNC.



**Figura 11:** Fuente de poder 12v-20amp.

**Fuente:** MercadoLibre (2022)

### 5.5 Costo

A continuación, se mostrará una tabla la cual tendrá el costo total del rediseño de los componentes internos de la máquina CNC, la cual según diferentes fuentes y sitios web de confianza se estima un precio estipulado mostrado en la siguiente tabla (Ver tabla 9).

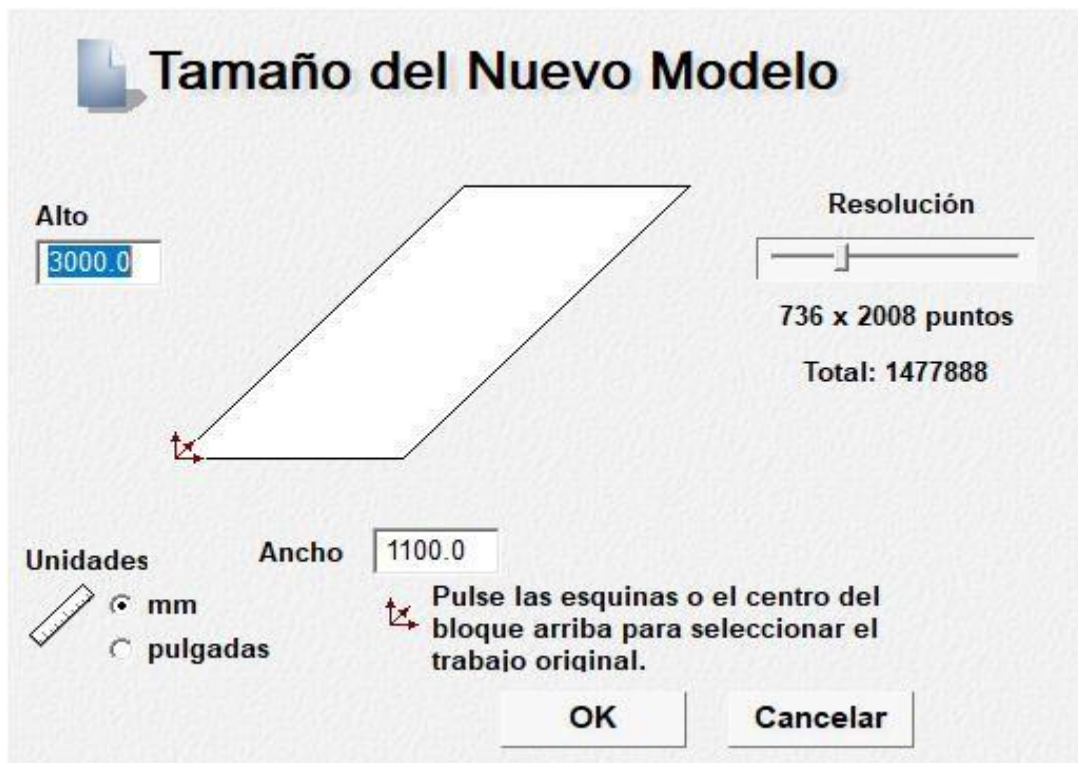
**Tabla 9:** Costos

Componente	Precio
Motor Nema 23 eje X	100\$
Motor Nema 23 eje Y	100\$
Motor Nema 23 eje Z	100\$
Driver Eje X	120\$
Driver Eje Y	120\$
Driver Eje Z	120\$
Interfaz CNC	160\$
Fuente de poder	15\$
<b>Total</b>	<b>835\$</b>

**Fuente:** Lamar, J. (2022)

## 5.6 Programa ArtCAM

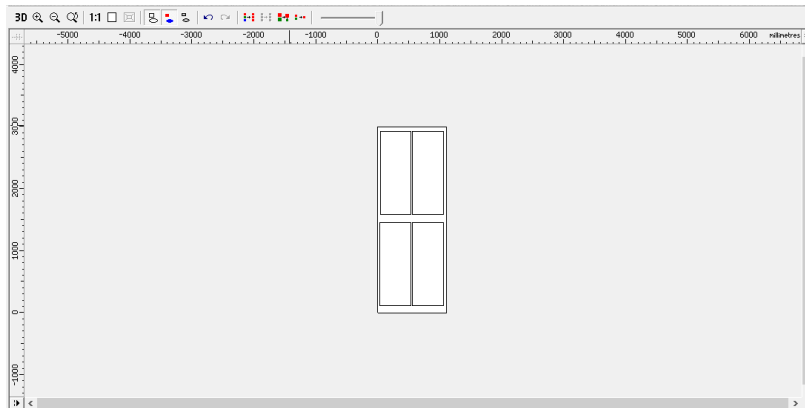
ArtCAM es un completo paquete de programas de CAD/CAM orientado al diseño de productos artísticos y su fabricación con herramientas de máquina CNC o de grabado láser. Puede crear diseños de 2D importando imágenes o generándolas con vectores y bitmaps. También puede crear diseños de 3D importando relieves o generándolos a partir de vectores y bitmaps. Después de crear el diseño de 2D o 3D, puede seleccionar una trayectoria de mecanizado para transformar el diseño en un producto. Una vez que ArtCAM ha calculado y generado la trayectoria, puede simularla, guardarla y exportar los datos a la máquina. Estos datos tendrán que ser importados al programa Mach3 con el formato de archivo “.tap” ya que este formato es el que leerá el programa Mach3 como un código G.



**Figura 12:** Medidas de las láminas de poliuretano en ArtCam

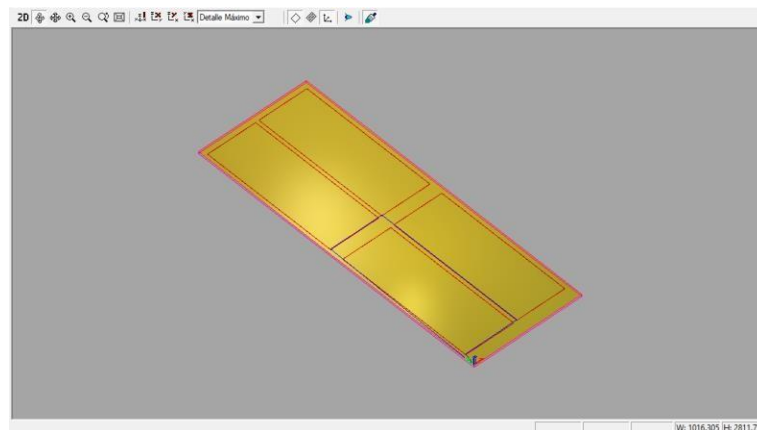
**Fuente:** Lamar, J. (2022)

Para realizar los ductos en las láminas de poliuretano, primero debemos hacer la distribución de los cortes dentro del programa ArtCam (generador de código G), por lo que se procede a insertar las medidas de las láminas de poliuretano, en este caso en la empresa Frio Borges C.A. las medidas de las láminas son de 3m x 110m y se insertan en el programa como indica la figura 12 (ver figura 12). Aquí también se escogerá las medidas que se usarán para trabajar, se tiene en pulgadas (medidas inglesas) y en milímetros (medidas internacionales), en este caso se utilizarán los milímetros.



**Figura 13:** Distribución de los cortes en las láminas de poliuretano en ArtCam.

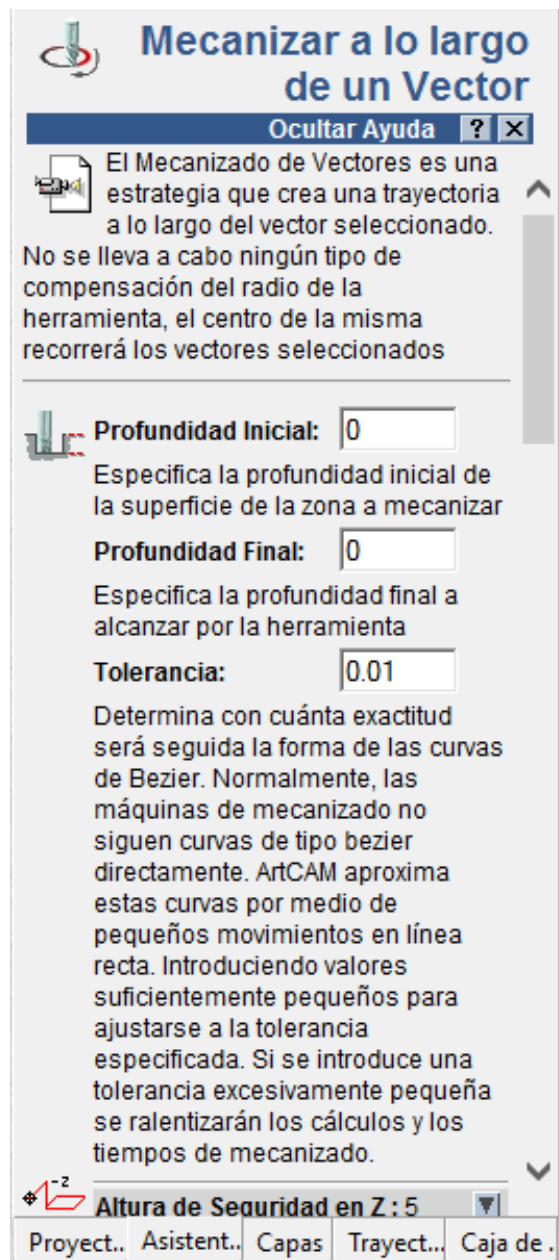
**Fuente:** Lamar, J. (2022)



**Figura 14:** Vista en 3D de la lámina de poliuretano

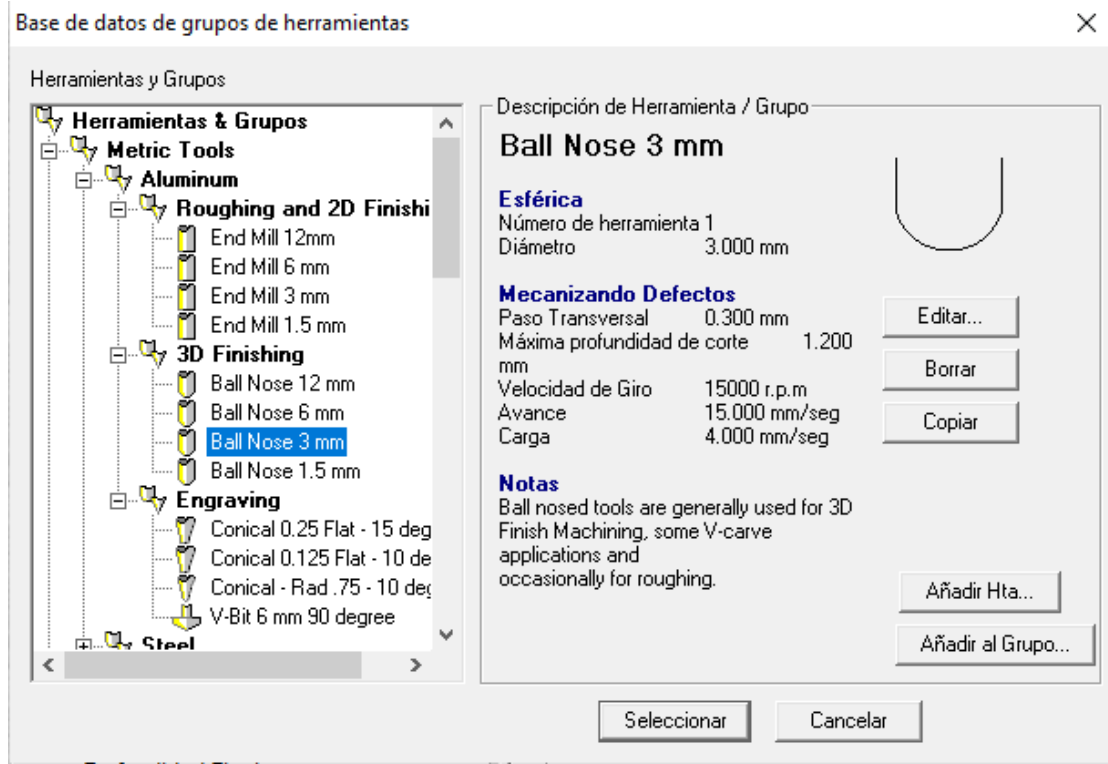
**Fuente:** Lamar, J. (2022)

Al realizar la distribución de los cortes en las láminas de poliuretano como se muestra en la figura 13 (ver figura 13), se procede a meter los valores del mecanizado como la profundidad inicial, profundidad final, tolerancia y herramienta a utilizar.



**Figura 15:** Valores del mecanizado

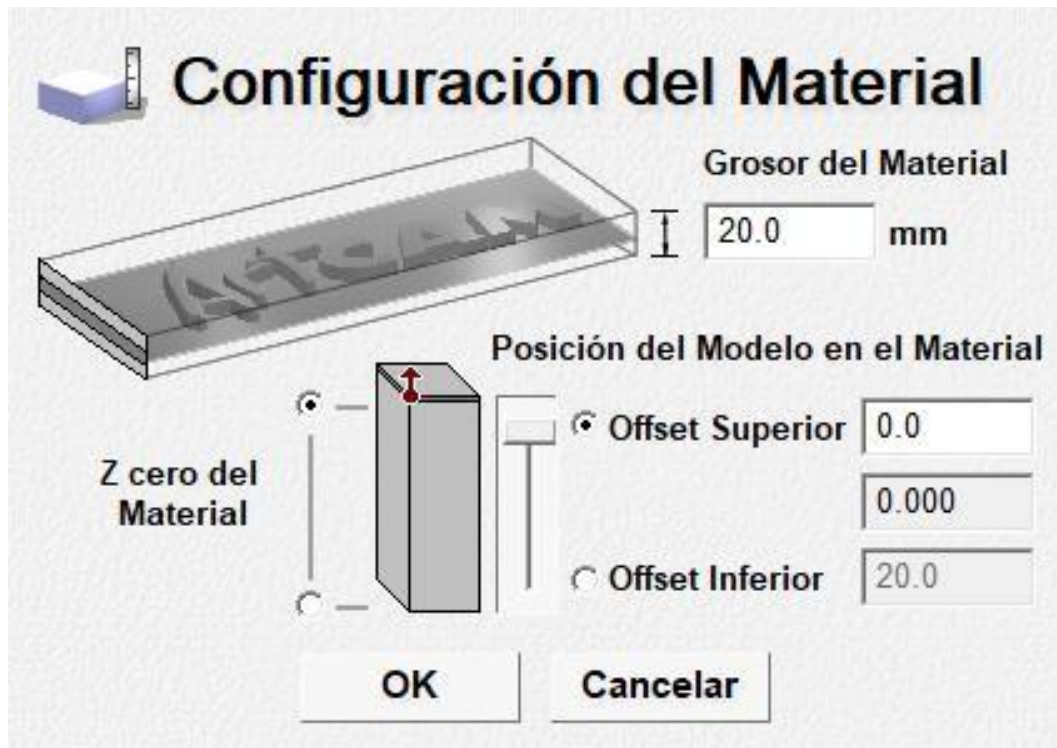
**Fuente:** Lamar, J. (2022)



**Figura 16:** Herramienta del mecanizado.

**Fuente:** Lamar, J. (2022)

En este caso se escogió una herramienta de mecanizado de nariz de bola de unos 6mm como se indica en la figura 16 (ver figura 16). Luego se procede a introducir la configuración del material como se indica en la figura 17. (ver figura 17).



**Figura 17:** Configuración del material.

**Fuente:** Lamar, J. (2022)

Una vez realizado todo este proceso del mecanizado, se procede a guardar la trayectoria del mecanizado, esto es una parte muy importante ya que aquí es donde se seleccionará el tipo de archivo y en este caso tendrá que ser guardado como un archivo “.tap” para que el programa Mach3 pueda leer el código G correctamente.

### 5.7 Software MACH3

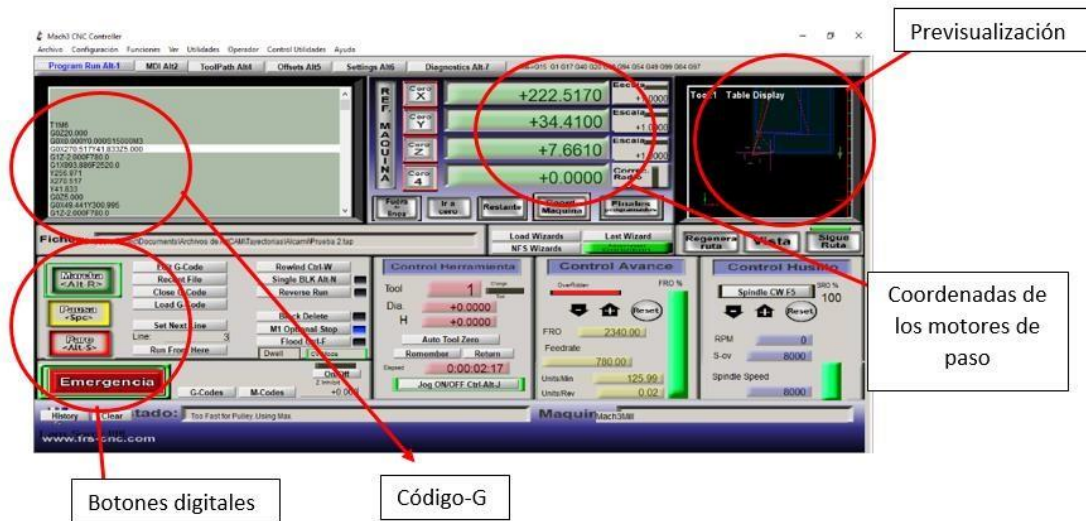
Es un software que convierte un computador en un controlador CNC de hasta 6 ejes Mach3 es muy rico en funciones y proporciona un gran valor para aquellos que necesitan un paquete de software de control CNC. Mach3 funciona en la mayoría de las PC con Windows para controlar el movimiento de los motores (paso a paso y servo) mediante el procesamiento de G-Code. Aunque incluye muchas características avanzadas, es el software de control CNC más intuitivo disponible. Mach3 es

personalizable y se ha utilizado para muchas aplicaciones con numerosos tipos de hardware.

Principales características:

- Convierte una PC estándar en un controlador CNC de 6 ejes con todas las funciones
- Permite la importación directa de archivos DXF, BMP, JPG y HPGL a través de LazyCam
- Visualizador de código visual
- Genera Gcode a través de LazyCam o ArrCam
- Interfaz totalmente personalizable
- Códigos M y Macros personalizables usando VBscript.

Este software es el que se va a utilizar para la creación de ductos de poliuretano ya que es un controlador CNC. Es el controlador CNC más intuitivo de usar en comparación con Arduino, debido a esto, este software tiene mayor eficacia al momento de capacitar personal ya que es un programa que es fácil de entender y fácil de manipular.

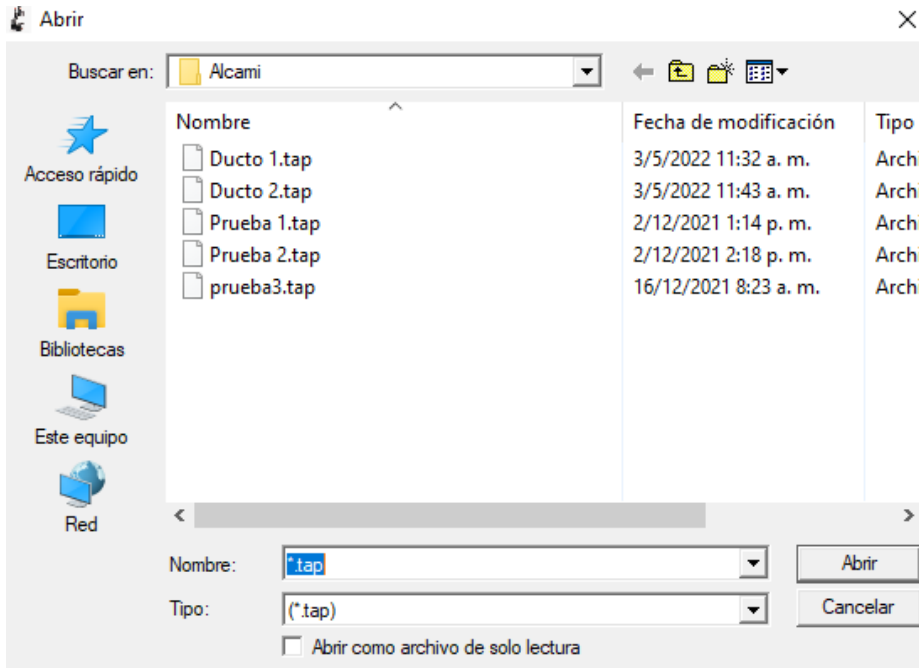


**Figura 18:** Software Mach3

**Fuente:** Lamar, J. (2022)

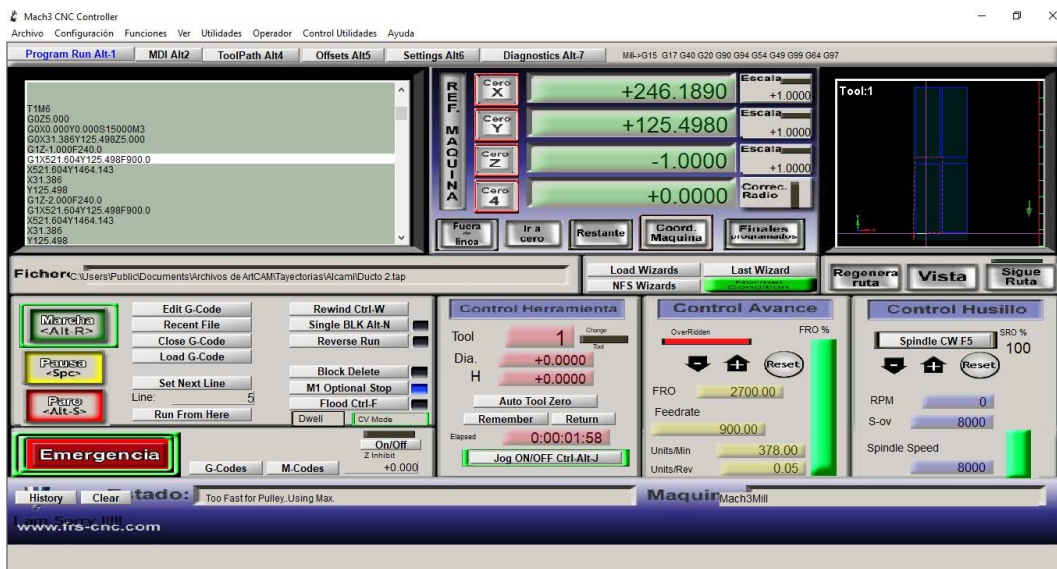
Este software lee un código G creado previamente en el programa ArtCam (como se observó anteriormente (ver figuras 12, 13, 14, 15, 16 y 17) por lo que se importa a este software y se leerá el código G para pasarle esos datos a la interfaz CNC, luego a los drivers para que luego los ejes de la maquina hagan su trabajo y realicen la distribución de los cortes de los ductos de ventilación.

Como se puede observar en la figura 19 (ver figura 19), el tipo de archivo ha de ser “.tap” para que pueda ser importado correctamente el mecanizado a trabajar



**Figura 19:** Importación del mecanizado al software Mach3

**Fuente:** Lamar, J. (2022)



**Figura 20:** Vista previa del mecanizado a trazar.

**Fuente:** Lamar, J. (2022)

Finalmente, en la figura 20 (ver figura 20) se puede observar cómo se importó correctamente nuestra prueba número uno de la distribución de los cortes de ductos de ventilación en láminas de poliuretano. De aquí en adelante se deja la máquina funcionar y que termine el mecanizado, lo que se denomina carrera. Si se da la circunstancia de que no se pueda completar la carrera debido a un factor externo a la máquina se tiene un botón de emergencia dentro del mismo tablero del Mach3 el cual al oprimirse detiene la carrera instantáneamente.

Al momento de instalar los nuevos componentes a la máquina existe un error muy frecuente, y este es la calibración. Para corregir estos errores de calibración de los ejes el software Mach3 tiene su propia herramienta de calibración muy sencilla y fácil de utilizar, para ello cuando entremos al Mach3 nos vamos a dirigir a la pestaña de “Settings” (configuraciones) o presionando los botones “Alt+6”. Una vez dentro de esta pestaña, oprimiremos el botón que dice “Set steps per units” y luego se selecciona el eje que se desea calibrar, a continuación, nos va a preguntar cuántos milímetros deseamos mover la herramienta. Es importante mencionar que se tiene que colocar un instrumento de medición en la mesa de trabajo de manera que se pueda visualizar de manera más precisa cuántos milímetros se mueve la herramienta. Luego de haber seleccionado los milímetros que se desea mover la máquina empezará a moverse y cuando se detenga va a preguntar cuántos milímetros se movió la herramienta, se introduce el número de milímetros que recorrió y ya estaría calibrado, estos pasos se repiten con todos los ejes de la máquina.

**Fase IV:** Elaboración la propuesta de rediseño de una máquina CNC de trazado de láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación en la empresa Frio Borges C.A. Por último, en esta fase es donde se realizará el diseño, los planos y la simulación de la máquina CNC en el programa SolidWorks para comprobar su funcionamiento respectivo.

- Se realizó el diseño de la maquina CNC en el programa SolidWorks.

- Se realizaron los planos de la máquina CNC.
- Se elaboró una simulación respectiva de la máquina.

En esta fase se anexarán los planos de cada uno de los componentes mecánicos de la máquina, así como también los planos de la herramienta trazadora; desarrollados en SolidWorks. En los anexos estarán ubicados dichos planos, específicamente en la sección de planos mecánicos. En cambio los planos de las conexiones eléctricas se encontrarán en la sección de planos de cableado eléctrico.

## CONCLUSIONES

Para concluir, es importante conocer la situación actual del trazado de láminas de poliuretano para lograr estandarizar las medidas de los ductos de ventilación en función a las dimensiones de las láminas de poliuretano, esto para crear un mayor control sobre el desperdicio de poliuretano por obra que se pueda tener, además de brindar información acerca de los componentes de la máquina.

Por ello, es fundamental conocer cómo se manipula el software Mach3 para poder realizar la distribución exacta de los cortes para la fabricación de ductos de ventilación, así como también saber cómo se manipula el programa generador de código G llamado Autodesk ArtCam.

Por otro lado, es indispensable brindar información al personal encargado de la máquina para que este conozca el funcionamiento de los componentes tanto internos como externos para la intervención en el mantenimiento. Así mismo, la máquina se puede modificar para que se le sea instalado un router CNC para que funcione como fresadora CNC para realizar otro tipo de trabajos ligados al grabado por arranque de viruta en otro tipo de materiales.

Por último, al elaborar un rediseño de la máquina existente se estandarizarán las medidas de los ductos de ventilación, esto otorga otro tipo de rentabilidad que se le pueda sacar a la máquina CNC además de la fabricación de ductos de ventilación, ya que, las láminas de poliuretano con las medidas previamente delineadas se podrían vender para que las personas puedan realizar sus ductos sin la necesidad de saber de cálculo de ductería.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa Frio Borges lo siguiente:

- brindar conocimiento acerca de todo lo referente al uso y manejo de la máquina CNC delineadora de láminas de poliuretano.
- Comprar un computador con buenas características de software y hardware para un correcto funcionamiento del Mach 3 a la hora de mecanizar las láminas de poliuretano.
- Realizar mantenimiento preventivo para evitar paradas a la hora de la elaboración de una obra de ductería.
- Realizar una inspección al mes de la calibración de la máquina para evitar desperfectos en las obras.
- Guardar los archivos de distribución de corte de los ductos en archivos “.tap” para que el código G pueda ser leído correctamente por el software Mach3
- Inspeccionar la máquina antes de realizar cualquier tipo de mecanizado.

## BIBLIOGRAFÍAS

- Alquino G y Placid S (2017). **Diseño de una Maquina CNC Para la Elaboración de Circuitos Electricos.** Universidad de Carabobo.
- Amazon (2019) “NEMA23 425oz/en 2.8 A Motor Paso a Paso ¼ "doble eje (kl23h286 – 20 – 8B)” recuperado el 1 de mayo del 2022 <https://www.amazon.com/-/es/NEMA23-425oz-2-8-Motor-doble-kl23h286/dp/B07541RTHY>
- Aranda R (2017). **Consideraciones para el diseño adecuado de una maquina CNC.** Universidad Santiago Mariño.
- Arriaga G y Merino G (2018) **Aplicación del Control Numérico Computarizado a las Máquinas Fresadoras.** Instituto Politécnico nacional de México.
- Arias, F (2006) **El Proyecto de Investigación. Introducción a la investigación Científica.** 5ta Edición. Caracas: Venezuela.
- Balestrini M. (2002). “**Como se Elabora el Proyecto de Investigación**”
- Brewer A y Combellas R (1999) Constitución De la República Bolivariana. Derechos Ambientales. Recuperado el 10 de noviembre del 2021.  
<https://venezuela.justia.com/federales/constitucion-de-la-republica-bolivariana-de-venezuela/titulo-iii/capitulo-ix/#articulo-127>
- Chevez S y Medina A (2019) **Sistema de control automatizado de bajo costo, para un torno paralelo.** Universidad de Carabobo.
- Fariñas A. (2010). “Técnicas de Recolección de Datos” Recuperado el 8 de noviembre del 2021  
<https://bloquemetodologicodelainvestigacionudo2010.wordpress.com/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>

Fernández Y (2020) Puerto Paralelo. Recuperado el 09 de noviembre de 2021 de <https://www.xataka.com/basics/puerto-paralelo-que-sirven>.

Keiling CNC (2010) “KL-4030” Recuperado el 1 de mayo del 2022 <http://www.kelinginc.net/KL-4030.pdf>

MercadoLibre (2022) “Mach3 Interfaz Usb Cnc Control Movimiento Breakout Board” recuperado el 2 de mayo del 2022 [https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-710010764-mach3-interfaz-usb-cnc-control-movimiento-breakout-board-JM#position=7&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=ac06eeda-75a3-4bed-a403-11ea5fe70063](https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-710010764-mach3-interfaz-usb-cnc-control-movimiento-breakout-board-JM#position=7&search_layout=stack&type=item&tracking_id=ac06eeda-75a3-4bed-a403-11ea5fe70063)

MercadoLibre (2022) “Fuente Poder Transformador 12v 20amp Camaras Cctv Luces 8694” recuperado el 1 de mayo del 2022 [https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-529762193-fuente-poder-transformador-12v-20amp-camaras-cctv-luces-8694-JM#reco\\_item\\_pos=0&reco\\_backend=machinalis-seller-items&reco\\_backend\\_type=low\\_level&reco\\_client=vip-seller-items-above&reco\\_id=94c10d0a-96aa-46ce-b112-c6fcbda5a22a](https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-529762193-fuente-poder-transformador-12v-20amp-camaras-cctv-luces-8694-JM#reco_item_pos=0&reco_backend=machinalis-seller-items&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller-items-above&reco_id=94c10d0a-96aa-46ce-b112-c6fcbda5a22a)

Rincones L (2018) “CNC - Control Numérico Computacional” recuperado el 20 de noviembre del 2021 <HTTP://R-LUIS.XBOT.ES/CNC/INDEX.HTML>.

Tamayo y Tamayo. (2007). “**Proceso de la Investigación Científica**”. Cuarta edición Universidad La Concordia. (2020). “Conoce 4 Tecnicas de Investigacion que son Ideales para Universitarios” recuperado el 8 de noviembre del 2021 <https://universidadlaconcordia.edu.mx/blog/index.php/tecnicas-de-investigacion/#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20son,conocimiento%20para%20resolver%20nuestras%20preguntas>.

Valerio G (2017) **Diseño e Implementación de una Plataforma de Desarrollo Aplicada a un Prototipo de Máquina Fresadora CNC**. Universidad de Chile en Santiago.

## **APÉNDICES**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ESTIMADO PROFESOR (A): Donato Romanello**

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Empresa Frio Borges C.A., ubicada en Calle 8va Transversal CC Carabobo II, PB, Galpón 15, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos va a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación., de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que solicitamos a usted sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industrial.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

**AUTOR**

Lamar, Juan.

**TUTOR:**

Barragán, Fredy

### CUADRO TÉCNICO METODOLÓGICO

**OBJETIVO GENERAL:** “Rediseñar una máquina CNC de trazado de láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación en la empresa Frío Borges C.A.”

OBJETIVO ESPECÍFICO	VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADORES	ÍTEMS
Diagnosticar la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación.	Trazado de láminas de poliuretano	Es un proceso mediante al cual se delimitan mediante cálculos los límites de corte de una lámina de poliuretano, para la elaboración de ductos de ventilación.	Eficacia	1-4
			Operación	2-7
			Rentabilidad	3-8
			Funcionamiento	5
			Desperdicio	6



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

A continuación, se le mostrará las preguntas de la entrevista para su respectiva visualización y aprobación:

Ítem	Preguntas
1	¿Por qué se realizan los ductos en láminas de poliuretano?
2	¿Quién o quiénes serán los encargados de la operación de la maquina CNC?
3	¿Con que finalidad se planteó la idea de tener una maquina CNC?
? 4	¿Cómo considera usted que se puede mejorar la eficacia productiva al realizar cálculos y obras completas de ductería?
5	¿Cómo se realizan las obras de ductos de ventilación sin la máquina CNC?
6	En función a su experiencia en el ramo de ductería, ¿Cómo se pudiera minimizar los desperdicios de poliuretano por obra? ??
7	En función a la rama de ductería ¿Cuáles funciones adicionales a la delineación de láminas propondría usted incluir en la máquina CNC para aprovecharla al máximo?
8	En función a la versatilidad comercial en el ramo de la ductería, ¿Qué otro tipo de rentabilidad pudiera ofrecer la maquina CNC?

3

2

1

→ Manual  
caracter

4

4

??



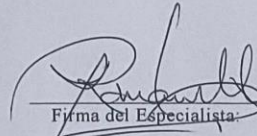
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1		X		X		
2		X		X		
3		X		X		
4			X		X	
5		X		X		
6		X		X		
7			X	X		
8	X			X		

Fecha: 30/03/2022

  
Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Mejoran y reagrupen las preguntas.
--	------------------------------------



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**ESTIMADO PROFESOR (A): Alicia de Pizzella**

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Empresa Frio Borges C.A., ubicada en Calle Sva Transversal CC Carabobo II, PB, Galpón 15, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos va a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación., de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que solicitamos a usted sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industrial.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

**AUTOR**

Lamar, Juan.

**TUTOR:**

Barragán, Fredy




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X			X		
8	X			X		

Fecha: 30/03/2022

  
Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	<i>Ingeniero Mecánico Msc Enseñanza de los Matemáticos Doctorando en Ciencias Educativas</i>
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ESTIMADO PROFESOR (A): Ana Avedaño**

Seguidamente se le presenta un guión de entrevista que va dirigido a un panel de expertos de diferentes áreas de trabajo en la Empresa Frio Borges C.A., ubicada en Calle Sva Transversal CC Carabobo II, PB, Galpón 15, para un total de tres (03) personas; las respuestas que se obtendrán de la aplicación de este instrumento de recolección de datos va a permitir dar respuesta al objetivo específico número uno (01) de la investigación, que se denomina: Diagnosticar la situación actual del trazado en las láminas de poliuretano para la fabricación de ductos de ventilación., de tal manera que permita obtener información de una fuente confiable. Por lo que solicitamos a usted sus buenos oficios para la validación de este instrumento dada su formación académica y experiencia en el ramo industrial.

A tal efecto se anexa el cuadro técnico metodológico, el guión de entrevista y el formato de validación.

**AUTOR**

Lamar, Juan.

**TUTOR:**

Barragán, Fredy



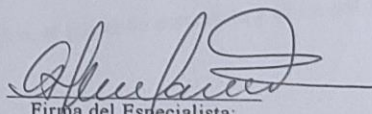
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X			X		
8	X			X		

Fecha: 30/03/2022

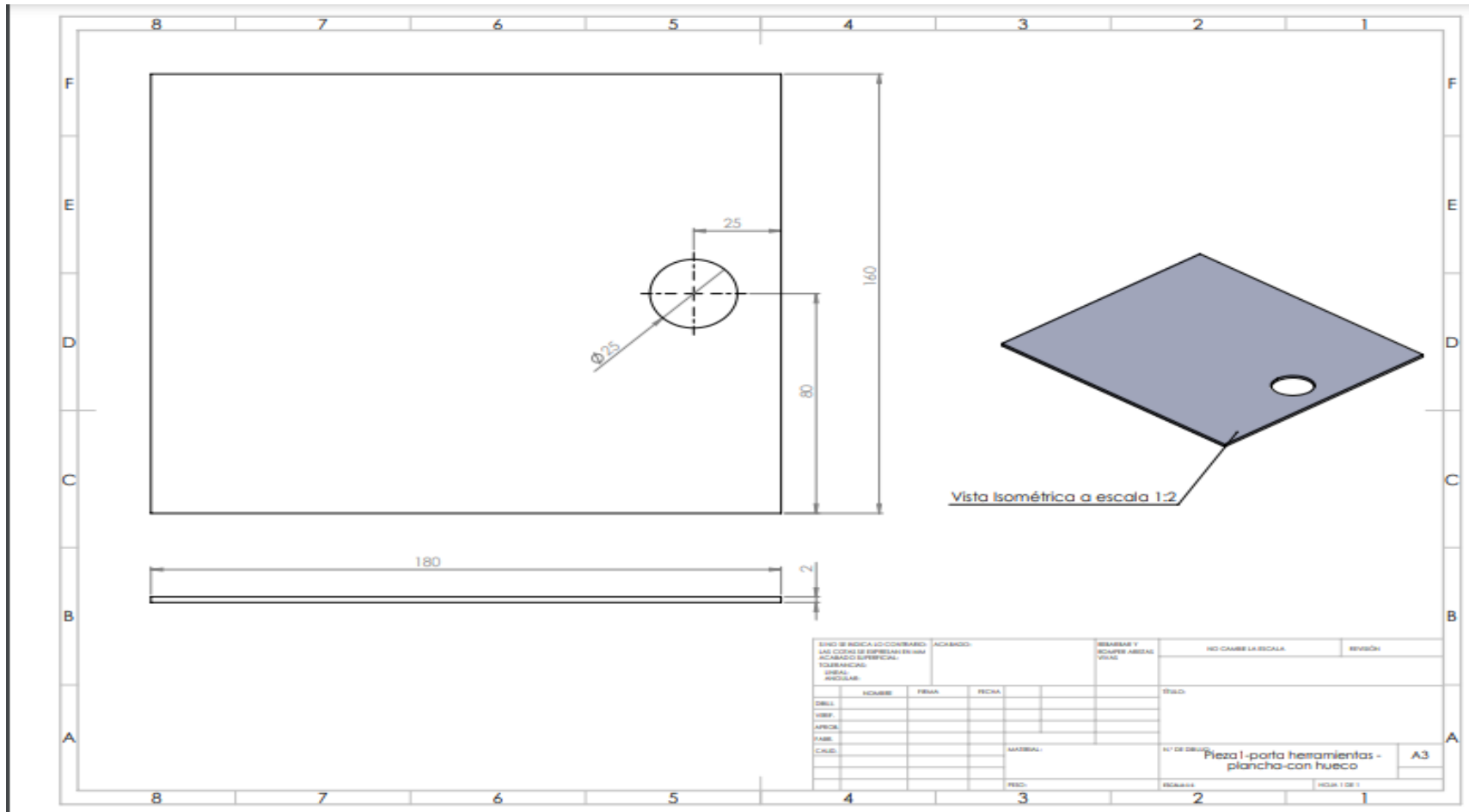
  
Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ing. Industrial. Especialista en Geotecnia.
--	---

## **ANEXOS**

# PLANOS MECÁNICOS

## ANEXO A-1

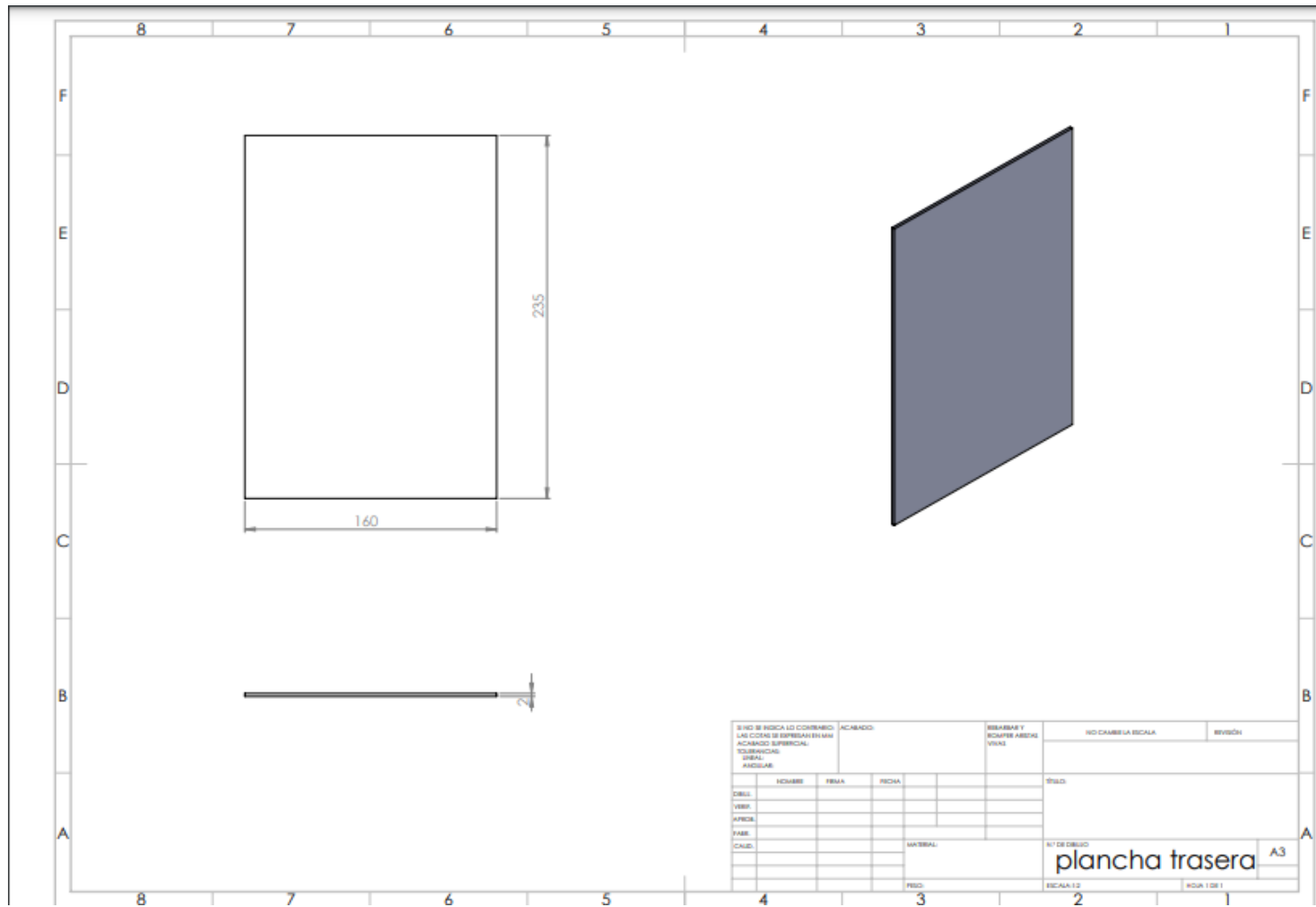




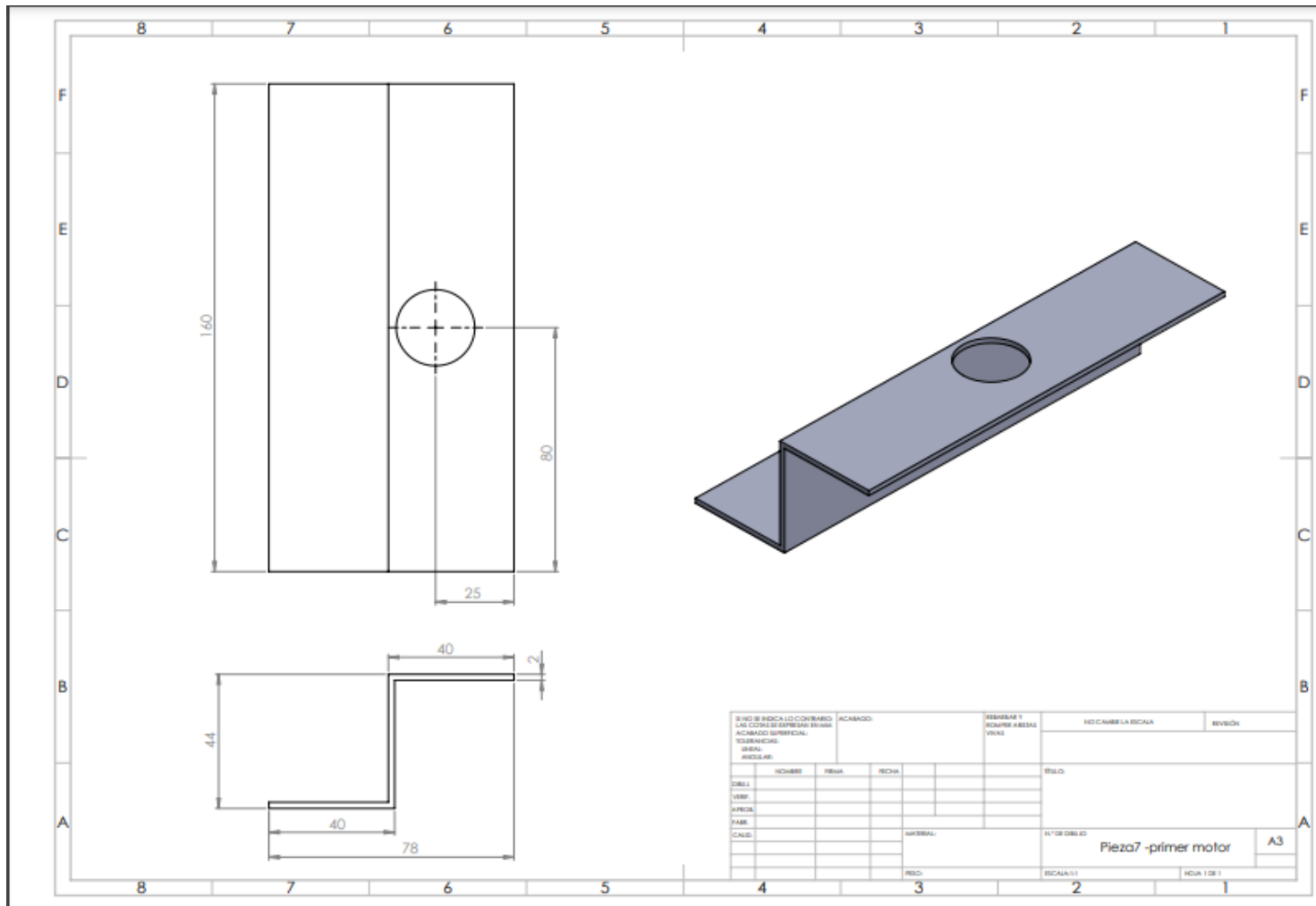




## ANEXO A-

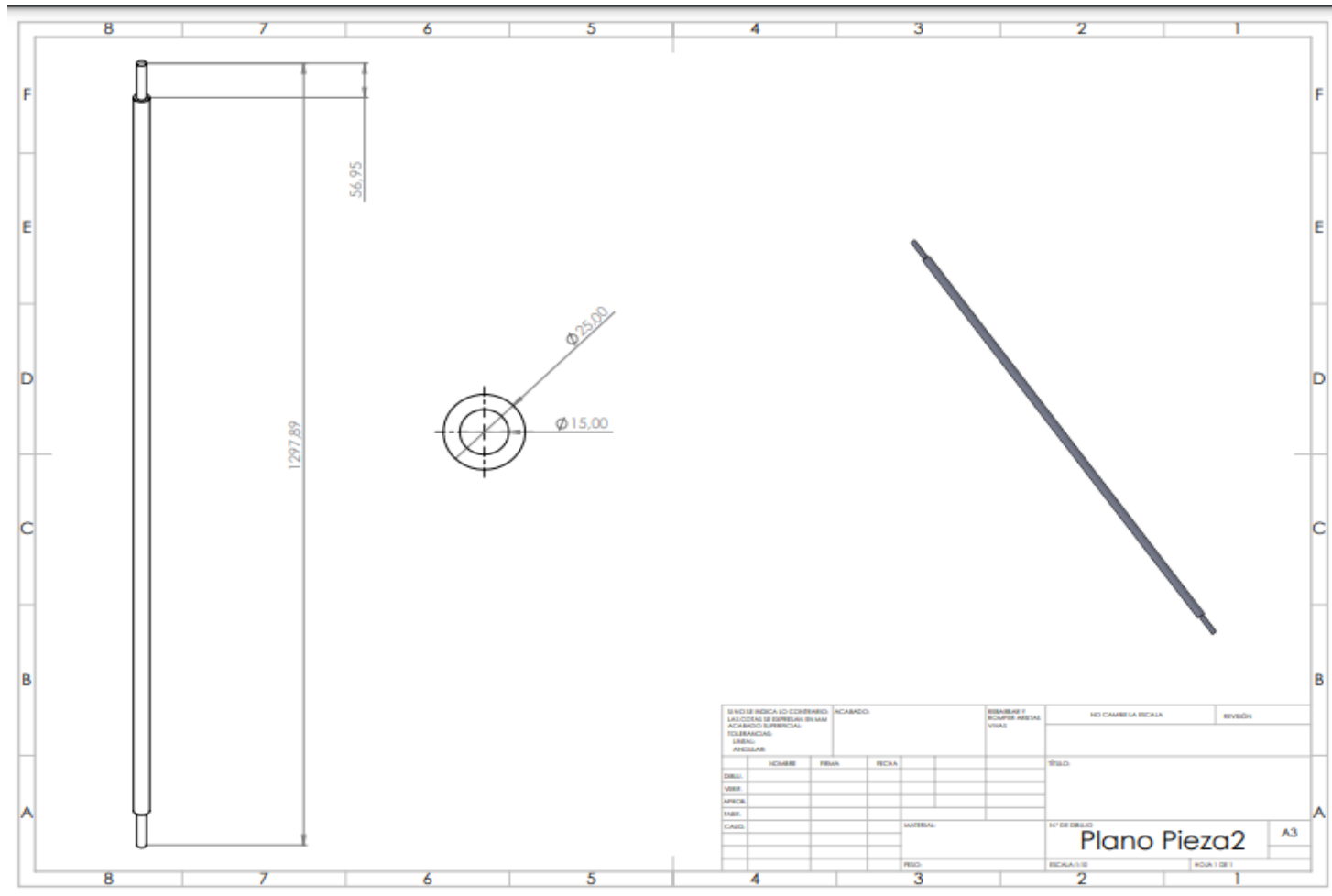


## ANEXO A-



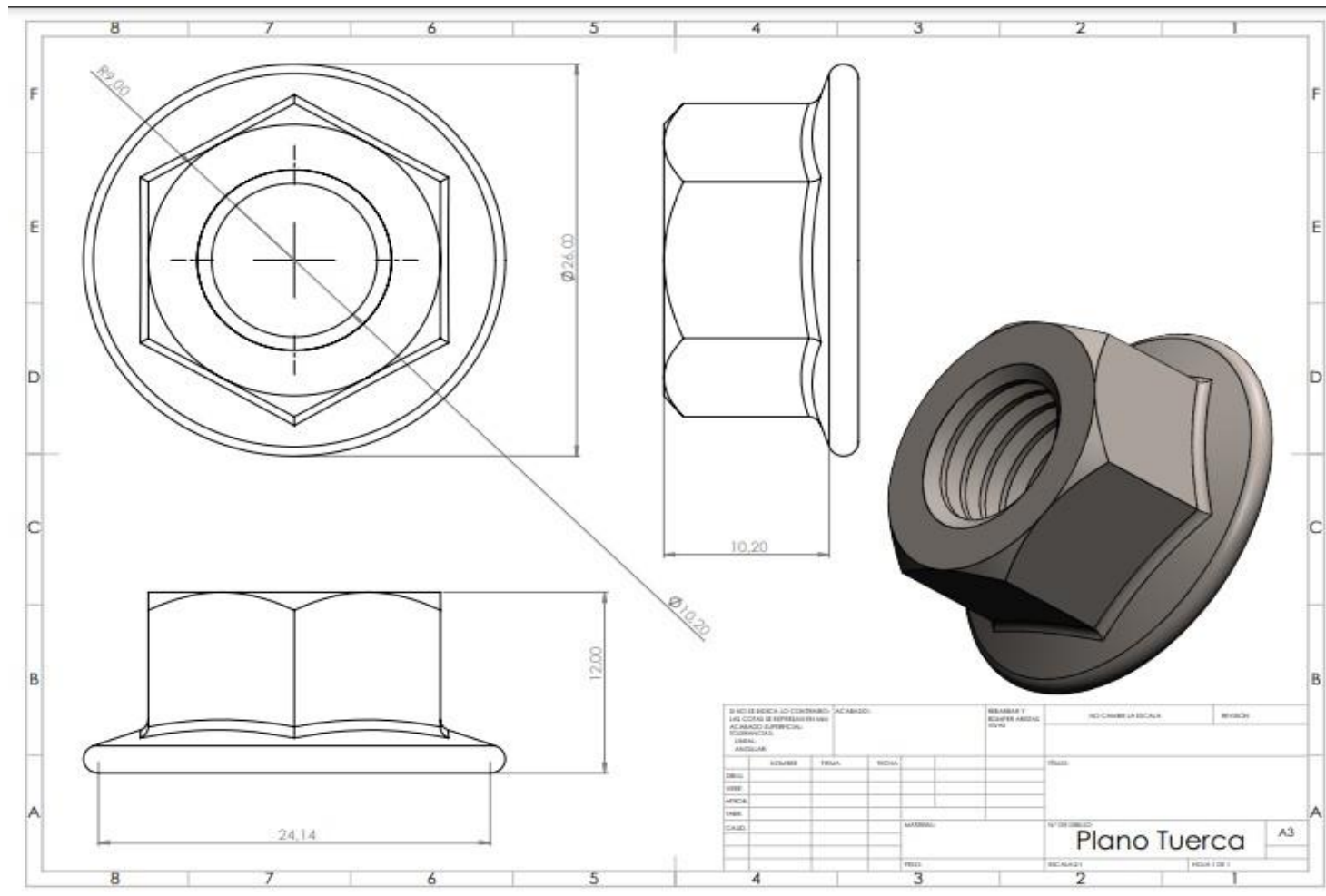


## ANEXO A-

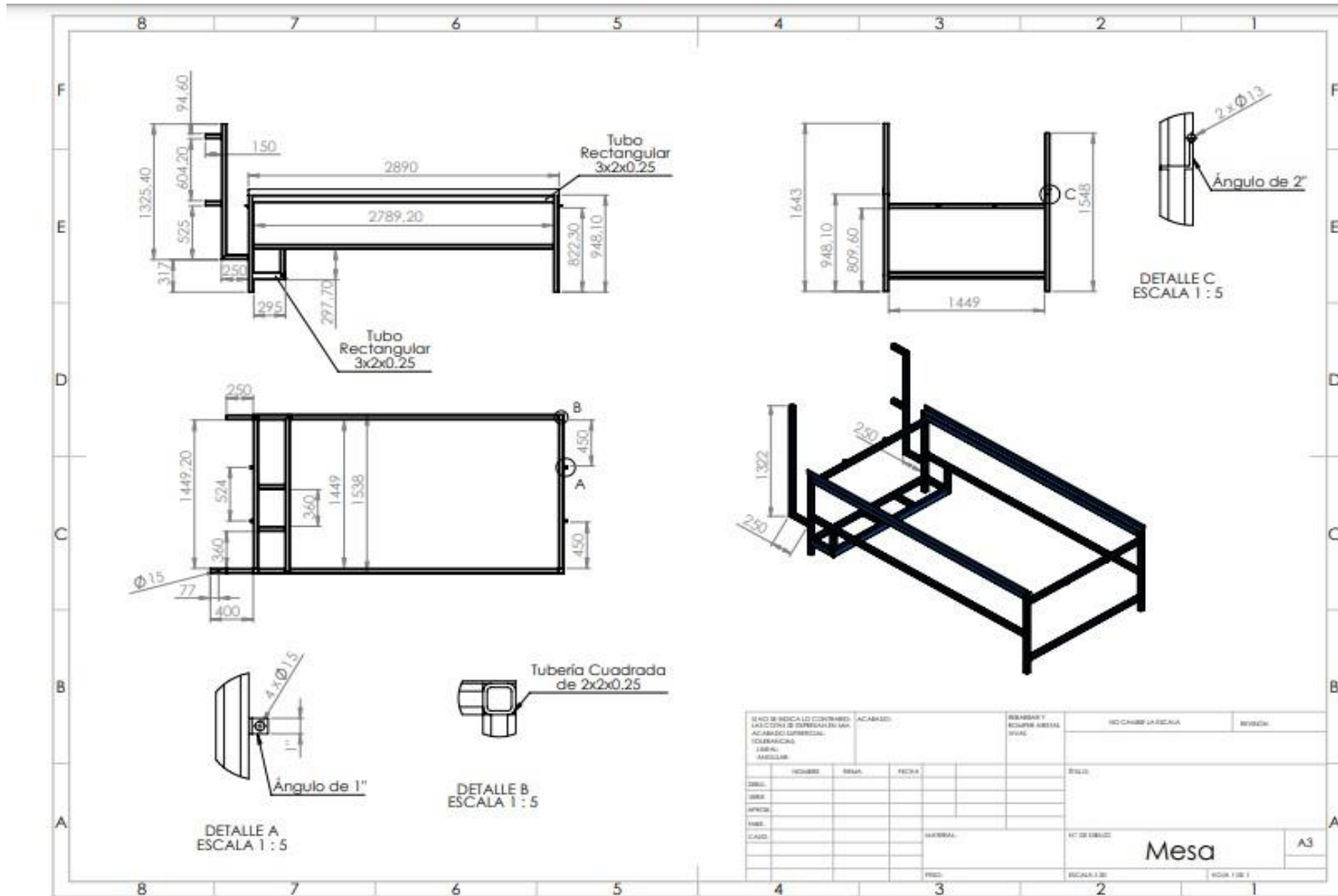




## ANEXO A-87



## ANEXO A-88



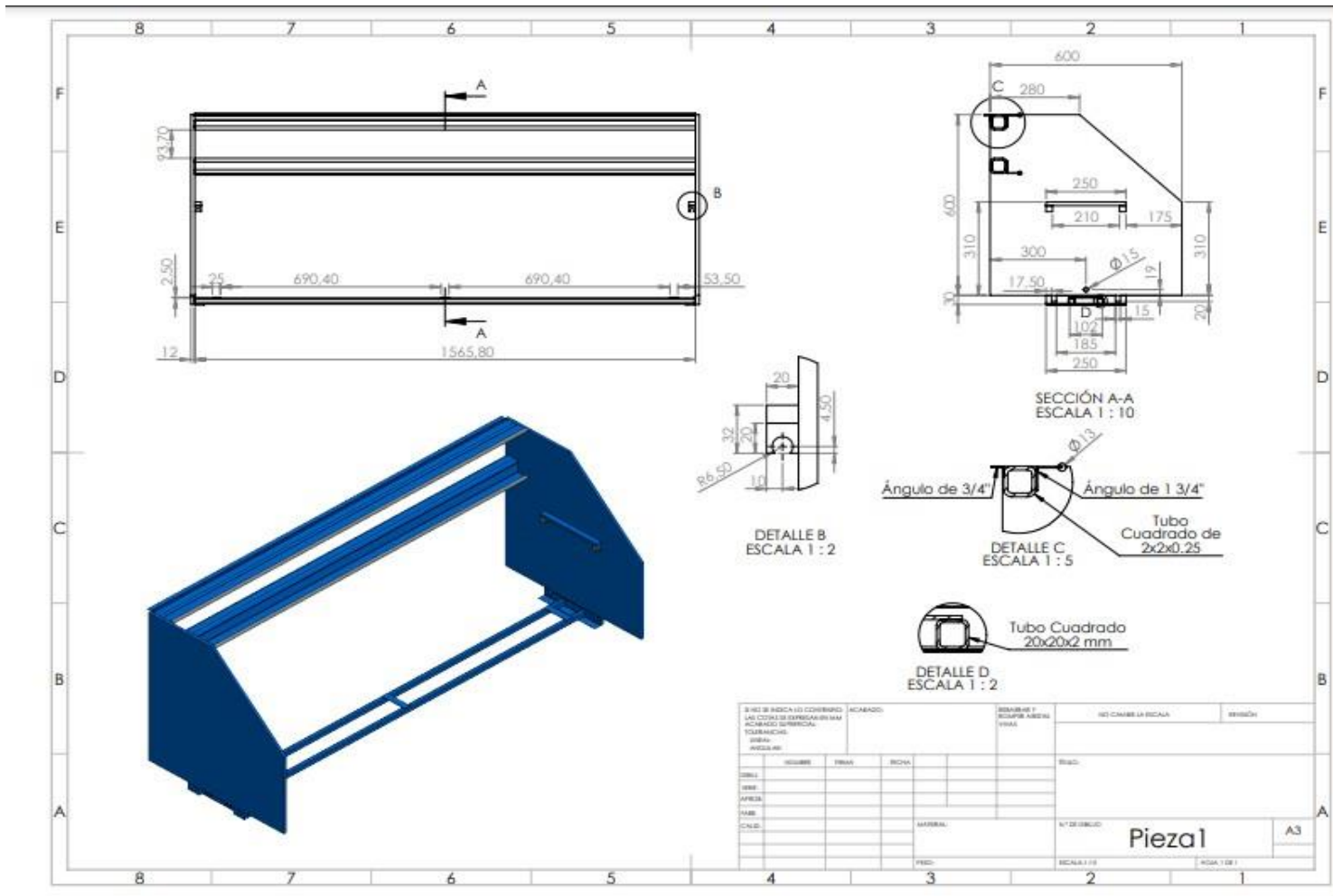
8 NO SE INDICA LO CONTRARIO. ACABADO: MANTENIMIENTO SUPERFICIALES EN ACABADO SUPERFICIAL QUIMICAS LUBRIL ANTIHUEMO		REPARAR Y EQUIPO ANTE EL USAR	NO CAMBIAR LA ESCALA REVISAR
DISEÑO DISEÑO DISEÑO DISEÑO DISEÑO	NOMBRE NOMBRE NOMBRE NOMBRE NOMBRE	FECHA FECHA FECHA FECHA FECHA	ESTILO ESTILO ESTILO ESTILO ESTILO
MESA		MATERIAL:	Nº DE DISEÑO:
PREC:		ESCALA 1:5	HOJA 1 DE 1

Mesa

A3



## ANEXO A-90





## ANEXO B

### PLANOS DEL CABLEADO ELÉCTRICO

