



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA**

**TEMA:**

**“Repotenciación del equipo CNC Router modelo TS 1325 mediante un  
plan de mantenimiento integral para la empresa Ganetel S.A, de la  
ciudad de Guayaquil – Ecuador”.**

**AUTOR:**

Álvarez Santana, Jorge Antonio

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de**

**INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN  
EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

**TUTOR:**

Ing. Gallardo Posligua, Jacinto Esteban, MAE.

**Guayaquil, Ecuador**

**2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

### **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Jorge Antonio Álvarez Santana como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL.**

### **TUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Jacinto Esteban, Gallardo Posligua, MAE.**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M.Sc.**

**Guayaquil, a los trece días del mes de marzo del año 2019**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Álvarez Santana, Jorge Antonio

#### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Repotenciación del equipo CNC Router modelo TS 1325 mediante un plan de mantenimiento integral para la empresa Ganetel S.A, de la ciudad de Guayaquil – Ecuador**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los trece días del mes de marzo del año 2019**

#### **EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Álvarez Santana, Jorge Antonio**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

## **AUTORIZACIÓN**

Yo, Álvarez Santana, Jorge Antonio

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Repotenciación del equipo CNC Router modelo TS 1325 mediante un plan de mantenimiento integral para la empresa Ganetel S.A, de la ciudad de Guayaquil – Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los trece días del mes de marzo del año 2019**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_

**Álvarez Santana, Jorge Antonio**

# REPORTE URKUND

The screenshot displays the URKUND web application interface. The top navigation bar includes the URKUND logo and the user name 'Jacinto Gallardo Posligua (jacinto\_gallardo)'. The main content area is divided into two sections: 'Documento' and 'Lista de fuentes'. The 'Documento' section shows the following details:

- Documento: [1TESIS JORGE ALVAREZ opcion 5 27-02-2019.docx](#) (D48414272)
- Presentado: 2019-02-27 21:38 (-05:00)
- Presentado por: tupanaker@hotmail.com
- Recibido: jacinto.gallardo.ucsg@analysis.urkund.com
- Mensaje: Trabajo de Titulación Final. [Mostrar el mensaje completo](#)

The 'Lista de fuentes' section contains a table with the following entries:

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">alvarez_tesis2.pdf</a>
	<a href="#">alvarezsantana_jorge_final.docx</a>
	<a href="http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm">http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm</a>
Fuentes alternativas	
	Tesis Fernando Mazorra.pdf
	Propuesta de Manual de Gestión Técnica del Riesgo para los trabajadores de la construcción d...

Below the document details, the main content area displays a list of text coincidences. The first entry is:

Anexo 66 Plan de Mantenimiento Preventivo ITEM OBJETIVO ACTIVIDAD LOGRO RESPONSABLE COSTO MESES  
1 Prevenir accidentes Señalética Mayores niveles de seguridad Técnico externo \$ 80,00 2 Conocer nivel de ruido Aplicación Sonómetro Mantener niveles de ruido adecuados Técnico externo \$ - 3 Reducir polvo Limpieza del panel principal y gabinete de control Equipo limpio con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ 240,00 4 Asegurar lubricación adecuada Verificar nivel de aceite de bomba y rellenar Equipo con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ 60,00 5 Asegurar lubricación adecuada Lubricación de válvulas de distribución Router Equipo con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ 20,00 6 Asegurar funcionamiento adecuado Verificar medida de ejes Equipo con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ - 7 Evitar que polvo afecte lubricación Limpieza de ventilador del motor Equipo con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ 40,00 8 Asegurar funcionamiento adecuado Ajustar y lubricar bandas y mecanismos giratorios Equipo con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ 700,00 9 Asegurar funcionamiento adecuado Ensamblar Equipo con óptimo funcionamiento Técnico externo \$ 200,00 COSTO ANUAL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO \$ 1.340,00

Below this, there is another entry: 'Anexo 77 Reglamento de seguridad del trabajo (Acuerdo No 013)'. The bottom of the screenshot shows the Windows taskbar with the search bar and system tray.

**Conclusión:** La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación de la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 0%.

**Atentamente,**

**Ing. Gallardo Posligua, Jacinto Esteban, MAE.  
DOCENTE-TUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios en mí, Yo Soy, a mi Madre Betty fiel ejemplo de la perseverancia y gratitud, a mis Hijos Rebeca, Jorge, Andrés, Cliffton, Amaraksha los cinco elementos fundamentales que enaltecen y llenan de orgullo mi existencia, a mi Esposa Leuri por su fortaleza, a todos los Compañeros Tecnólogos por contagiarme con su dedicación y perseverancia, a Todos los Docentes de esta prestigiosa UCSG que nos alumbraron con sus excelentes cátedras, en especial a Mi Tutor Ing. Gallardo Posligua Jacinto que me hizo tambalear hasta que pise tierra firme para luego avanzar como el ave Fénix a la octava Superior.

Álvarez Santana Jorge Antonio

## **DEDICATORIA**

A DIOS Todopoderoso, Padre Unimúltiple del Universo, a mi Madre, mi esposa, a mis Hijos, a mis Hermanos y Hermanas, a mi Familia toda.

Álvarez Santana Jorge Antonio



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

### TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. \_\_\_\_\_

**ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS, M.Sc.**  
DECANO

f. \_\_\_\_\_

**ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.Sc.**  
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. \_\_\_\_\_

**ING. HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.**  
OPONENTE





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

## CALIFICACIÓN

---

f. \_\_\_\_\_

ING. GALLARDO POSLIGUA, JACINTO ESTEBAN, MAE.

**TUTOR**

## INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1.....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1.1    Justificación y alcance .....	2
1.2    Planteamiento del problema .....	3
1.3    Objetivos.....	4
1.3.1    Objetivo general .....	4
1.3.2    Objetivos específicos .....	4
1.4    Tipo de investigación .....	4
1.5    Metodología .....	5
PARTE I    MARCO TEÓRICO .....	6
CAPÍTULO 2.....	6
GENERALIDADES .....	6
2.1.    Descripción de la empresa .....	6
2.2.    CNC Router .....	7
2.3.    Partes del Router.....	8
2.4.    Motor paso a paso .....	14
2.4.1.    Clasificación de los motores paso a paso.....	18
2.5.    Seguridad en el Router .....	19
2.5.1.    Prácticas generales de seguridad con la CNC .....	20
2.6.    Riesgo .....	22
2.6.1.    Factores de riesgo.....	23
2.7.    Contaminación con polvo.....	24
2.8.    Contaminación auditiva.....	25
PARTE II    APORTACIONES.....	26
CAPÍTULO 3.....	26
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO .....	26
3.1.    Guía de operación del CNC Router .....	26
3.2.    Normas de Seguridad Industrial en empresas .....	26
3.3.    Entrevistas a expertos .....	29
3.3.1.    Análisis de los resultados de la entrevista .....	30
3.4.    Observación personal.....	32
3.4.1.    Análisis de las observaciones .....	35

3.5.	Situación física de los problemas.....	36
3.6.	Discusión de los resultados .....	37
3.6.1.	Contaminación con polvo .....	38
3.6.2.	Excesivo nivel de ruido.....	39
3.6.3.	Medidas de seguridad .....	39
CAPÍTULO 4.....		41
PROPUESTA DE MANTENIMIENTO INTEGRAL .....		41
4.1.	Plan de Mantenimiento Correctivo .....	41
4.1.1.	Reducción de polvo.....	41
	41	
4.1.2.	Reducción del ruido.....	45
4.1.3.	Manejo de láminas delgadas .....	47
4.2.	Plan de Mantenimiento Preventivo .....	48
4.2.1.	Mantenimiento de la máquina .....	48
4.2.2.	Señalización.....	53
CAPÍTULO 5.....		54
ANÁLISIS ECONÓMICO E IMPACTO DE LA PROPUESTA.....		54
5.1.	Costos generales.....	54
5.2.	Análisis de Impacto.....	56
5.2.1.	Seguridad Industrial .....	57
5.2.1.1.	Protección de boca y nariz .....	58
5.2.1.2.	Protección de oídos.....	60
5.2.2.	Eficiencia operativa del equipo .....	61
CAPÍTULO 6.....		62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		62
6.1.	Conclusiones .....	62
6.2.	Recomendaciones .....	63
BIBLIOGRAFIA.....		64
ANEXOS .....		68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Partes del Router .....	8
Tabla 2.2. Letras para códigos de programación en CNC.....	11
Tabla 2.3: Modelos y motores paso a paso .....	18
Tabla 2.4: Símbolos de condiciones de Seguridad generales .....	19
Tabla 3.1: Niveles sonoros .....	27
Tabla 3.2: Reglas para un lugar de trabajo .....	33
Tabla 3.3: Rango de calificación .....	34
Tabla 3.4: Resultados de cumplimiento de reglas.....	34
Tabla 4.1: Detalles técnicos para CNC Router RTM- 1325 .....	52
Tabla 5.1: Costos aproximados mantenimiento correctivo.....	54
Tabla 5.2: Costos aproximados mantenimiento preventivo .....	55
Tabla 5.3: Escala de valoración de impactos .....	57
Tabla 5.4: Impacto de la propuesta.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: CNC Router .....	7
Figura 2.2: Partes principales del Router .....	9
Figura 2.3: Disposición de la máquina en el espacio .....	10
Figura 2.4: Fresas Cilíndrico-frontales .....	12
Figura 2.5: Elementos eléctricos de una máquina CNC .....	13
Figura 2.6: Motor paso a paso .....	15
Figura 2.7: Esquema básico de funcionamiento de un motor paso a paso ..	16
Figura 2.8: Medidas de seguridad personal .....	21
Figura 3.1: Parámetros de reglas para lugar de trabajo .....	34
Figura 4.1 Extractor acoplado a Router CNC 1325.....	41
Figura 4.2: Router con sistema de aspirado encapsulado con escobilla .....	42
Figura 4.3: Sistemas de extracción de residuos para fresadoras CNC-11kW 2018 .....	43
Figura 4.4: Tubo flexible de poliuretano .....	44
Figura 4.5: Ubicación ducto de extracción .....	44
Figura 4.6: Aplicación Sonómetro .....	46
Figura 4.7: Ventosa para cristal .....	47

Figura 5.1: Respirador tipo mascarilla.....	59
Figura 5.2: Protector auditivo tipo copa.....	60

## **ÍNDICE DE FOTOS**

Foto 2.1: Empresa Peopé .....	6
Foto 2.2: CNC ROUTER TS 1325 con 3 KW / 4 Hp Mesa de Trabajo principal .....	12
Foto 3.1: Ventilador extractor de polvo del equipo .....	36
Foto 3.2: Polvo acumulado en varias partes del equipo .....	37
Foto 4.1: Recolector de polvo adaptado por Peopé .....	42
Foto 4.2: Puntos de lubricación en Router 1325 .....	45
Foto 4.3: Gabinete del Router.....	51

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Consejos para operar un CNC ROUTER.....	68
Anexo 2 Formulario de preguntas para Entrevistas .....	69
Anexo 3 Detalle de calificación de Ficha de observación.....	70
Anexo 4 Parte movable del Router .....	72
Anexo 5 Plan de Mantenimiento Correctivo .....	73
Anexo 6 Plan de Mantenimiento Preventivo .....	74
Anexo 7 Reglamento de seguridad del trabajo (Acuerdo No 013).....	75

## RESUMEN

Como parte de sus actividades, la empresa PEOPE trabaja con la máquina CNC Router, equipo eléctrico empleado para elaborar piezas mediante el sistema de fresado o agujereado de materiales como acrílico o madera. Como producto de esas operaciones se han detectado tres situaciones: la contaminación de polvo, ruido elevado de motores y riesgo considerable al manipular láminas directamente con las manos. Por lo cual se propone como objetivo principal optimizar y realizar el mantenimiento Integral del equipo CNC ROUTER modelo TS 1325, mediante la realización del levantamiento de información y el diagnóstico del estado operativo del equipo, elaboración del plan de mantenimiento correctivo y preventivo, además estimar costos referenciales y posibles impactos de la presente propuesta.

Para dar solución a los problemas encontrados se sugiere que la primera medida a tomar, es realizar el mantenimiento correctivo y preventivo para optimizar el funcionamiento del equipo y proteger al personal de riesgos de seguridad y salud. Este trabajo es de tipo aplicado ya que existe la posibilidad de ejecución práctica, exploratoria y descriptiva porque se enfoca en una realidad y se detallan situaciones particulares. Se aplicaron las entrevistas y observación como técnicas de campo. Finalmente se recomienda supervisar que los operadores del CNC Router usen los equipos de protección y seguridad tanto de la máquina como personal recomendadas por el fabricante, lograr el cumplimiento del plan de mantenimiento correctivo y preventivo propuesta por el autor del presente documento.

**Palabras claves:** optimizar, máquina, seguridad, contaminación, polvo, ruido, salud, mantenimiento correctivo y preventivo.

## ABSTRACT

As part of its activities, the company PEOPE works with the CNC Router machine, electrical equipment used to make parts through the system of milling or drilling of materials such as acrylic or wood. As a result of these operations, three situations have been detected: dust contamination, high engine noise and considerable risk when handling sheets directly with the hands. As a principal objective the optimization and the integral maintenance of the CNC ROUTER machine model TS 1325 has been proposed, through the compilation of information and diagnostic about the operative state of the equipment, the elaboration of the improvement and preventive plan, also the estimation of referential costs and possible impacts of the active proposal.

To solve the problems encountered, it is suggested that the first measure to be taken is the improvement and preventive maintenance to optimize the operation of the machine and protect the personal for risks in security and health. This work is a method in which the possibility of descriptive, explorative and practice execution exists because it focuses in a reality that details a particular situations. Observations and interviews were applied as field techniques. Finally, it is recommended to check that the workers in charge of the CNC Router are using the protection and security equipment for them and for the machine recommended by the fabricant, to achieve the accomplishment of the improvement and preventive maintenance proposed by the author of the actual document.

**Keys words:** optimize, machine, security, pollution, dust, noise, healthcare, improvement and preventive maintenance.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Justificación y alcance

El tema planteado tiene el propósito de precautelar el capital humano, además del equipo por lo que se ha creído conveniente proponer una repotenciación en el CNC ROUTER TS 1325 para optimizar su operatividad realizando algunas mejoras relacionadas con la contaminación del aire (polvo) del ambiente de trabajo, manejo riesgoso de láminas acrílicas con la mano y minimización del ruido que produce el equipo.

Estas mejoras benefician directamente a la Empresa Ganetel S.A. (PEOPE) propietaria del equipo CNC ROUTER TS 1325, ya que además de precautelar por la protección de las personas involucradas directamente con la operación del equipo se protege su funcionamiento debido a que solamente se aplicarían medidas preventivas y menos correctivas. Se beneficia indirectamente la empresa Expomedios que es la proveedora del equipo en estudio, ya que si estas maquinarias reciben el mantenimiento integral adecuado, van a tener mejores resultados productivos y de esa manera el prestigio de la marca será superior.

Si bien es cierto el tema propuesto se enfoca en el funcionamiento de un equipo CNC Router y su mantenimiento integral, se delimita a realizar un diagnóstico aplicable a un modelo en particular, para encontrar innovaciones relacionadas con contaminación ambiental (polvo, ruido) y manipulación de láminas acrílicas por parte de personas que trabajan con un equipo CNC ROUTER TS 1325, ubicado en la ciudad de Guayaquil.



## 1.2 Planteamiento del problema

Dentro del contexto de la seguridad industrial se destacan tres situaciones: la aspiración de polvo producto del maquinado del CNC Router, el nivel de ruido elevado que generan los motores debido a un limitado plan de mantenimiento y riesgo en la manipulación de láminas acrílicas cerca de la herramienta giratoria, exponiendo un corte accidentan en las manos del operador.

El CNC Router de PEOPE objeto de estudio, cuenta con un Manual de manejo, además de que sus operadores recibieron la capacitación oportuna de parte de la empresa proveedora, sin embargo, no se han estado aplicando ciertas recomendaciones y como producto de ello se han originado problemas que permiten la elevación del nivel de riesgos de accidente y enfermedades laborales. Cabe indicar que como parte del instructivo correspondiente se dedica un espacio para describir precauciones ante daños a personas.

Considerando la delimitación del tema de estudio, se destacan varias causas de contaminación y amenazas. El equipo cuenta con un ventilador extractor de alto rendimiento para absolver el polvo hacia una tolva por medio de una manguera flexible de tres pulgadas, pero al parecer la forma de absorber el polvo no es la más adecuada; el ruido del extractor es muy elevado; existe inseguridad del operador al sujetar los acrílicos con la mano cuando estos son muy delgados; el Router no dispone de un mantenimiento preventivo programado y la ubicación de la consola no permite acceder a los controles de manera fácil.

De no solucionarse oportunamente los problemas detectados, puede traer como consecuencia que exista afectación de las vías respiratorias y del sistema auditivo del personal que se encuentra en los alrededores, o se produzca un accidente, con desmembramiento de manos o parte de ellas, todo esto con los efectos laborales subsiguientes; que se deteriore el equipo y exija un mantenimiento correctivo costoso; o que disminuya la capacidad productiva del equipo.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Optimizar y proponer el mantenimiento Integral del equipo CNC ROUTER modelo TS 1325.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Realizar levantamiento de información y diagnosticar el estado operativo del equipo CNC Router modelo TS 1325.
2. Elaborar la propuesta de un plan de mantenimiento correctivo y preventivo.
3. Estimar costos referenciales y posibles impactos de la propuesta.

### **1.4 Tipo de investigación**

La presente tiene características de ser una investigación aplicada, ya que luego de culminada, es decir, que los resultados posiblemente pueden ser aplicados de manera práctica con las sugerencias que se crean convenientes. Es exploratoria porque se enfoca en una visión general de cierta realidad, que luego permite una aproximación al conocimiento del problema (Ñaupás, 2013).

Asimismo, es de tipo descriptiva porque detalla situaciones o acontecimientos de un determinado fenómeno en particular, enfocándose en especificar propiedades relevantes, ya que se “pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refieren” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006, p. 102).

La optimización del funcionamiento de un equipo, tema del presente trabajo se enfoca también como investigación documental y de campo, ya que se pretende determinar los problemas de funcionamiento actuales desde el punto de vista de seguridad industrial y productividad, para poder llegar a

determinar posibles soluciones viables y sustentables. Es documental porque se acuden a información disponible en fuentes primarias y secundarias y de campo al utilizar cuestionarios para recabar información actualizada de primera mano.

## **1.5 Metodología**

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en descomponer un todo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Con este método se conoce más del objeto de estudio, con lo cual se puede explicar, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Limon, 2007)

La investigación se desarrolla bajo un método analítico - experimental, pues conforme al tema propuesto se delimita a la optimización del funcionamiento de un equipo, mediante la propuesta de implementación de medidas viables, logrando con ello la protección personal e incremento de la productividad, además de la preservación de la maquinaria. Para ello el investigador sugiere modificar de manera progresiva las condiciones del uso del equipo para lograr los resultados esperados.

Para este trabajo se aplica la entrevista como técnica de investigación, la misma que se realiza a tres expertos relacionados con el tema y se usa como instrumento un cuestionario con preguntas idóneas, de tipo abiertas, con el propósito de receptar criterios autorizados, que conjuntamente con la información teórica, ayudan al investigador a tomar mejores decisiones de solución. También se aplicó la Observación ejecutada por el investigador a través de un formulario dirigido a operadores.

## PARTE I MARCO TEÓRICO

### CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

#### 2.1. Descripción de la empresa

La empresa Ganetel S.A, con nombre comercial Peopé, es una división de CNC, Comunicación integradas, con una presencia en el mercado de aproximadamente 15 años, en el campo de la publicidad y asesorando a las principales marcas nacionales. Esta empresa publicitaria ofrece una gran variedad de servicios, entre los cuales se encuentran la señalización, la elaboración de exhibidores, display, diseño creativo, artículos promocionales, por lo que para ello cuenta con el apoyo de varios equipos mecanizados como el CNC Router (Peopé, 2019), el cual fue vendido por la empresa Expomedios S.A, que le brinda asistencia técnica y reparación cuando así lo requiere, ya que cuenta con técnicos especializados en equipos para impresiones en gran formato, señalización vial, substratos rígidos, display, lonas, vinilos y neón (Expomedios, 2018).



**Foto 2.1: Empresa Peopé**  
Fuente: (Peopé, 2019)

## 2.2. CNC Router

El CNC Router es un sistema de control numérico por computadora el cual se constituye en una máquina- herramienta muy útil cuando se trata de esculpir, fresar, cortar materiales como madera y una amplia variedad de materiales blandos, tales como acrílicos, MDF o ciertos metales como el aluminio, pvc, latón, bronce, cartón, entre otros. Una manera práctica muy utilizada es el corte y grabado con en la fabricación de muebles, perfilada de cantos, y tallada de maderas (Sideco , 2018 ).



**Figura 2.1: CNC Router**  
Fuente: (JIN ZHI YIN, 2019)

El CNC Router consiste en un eje de accionamiento vertical que sujeta un motor rotador o tupi movido por 3 motores ubicados de tal forma que le permita moverse en los ángulos x, y, z los cuales como mencionamos, siguen patrones preestablecidos. Debido a ello, es catalogada como una de las máquinas más versátiles para el corte en dos y tres dimensiones sobre

cualquier tipo de superficie. Se logra diseños e ideas ejecutados que antes solo era posible en papel o mediante un trabajo artesanal que toma mucho tiempo (Sideco , 2018 ).

Su funcionamiento lo realiza como una máquina de fresado conformada con un motor principal que actúa como tupi routeador y tres motores de paso-paso en cada uno de sus ejes los mismos que son controlados por una computadora mediante un control numérico –CNC-. Para entender de mejor forma, hay que imaginar la imagen de un cubo, donde las líneas que unen los vértices de un cubo consta con una las coordenadas, X (largo), Y (ancho), y Z (profundidad) por lo que El Router CNC sigue las líneas de los vectores (Morales, 2012). Las coordenadas de posición de un punto específico lo realizan mediante un software a través de un conjunto de órdenes, que hacen posible controlar las coordenadas de posición de un punto específico, referenciado a una posición inicial la cual es el (0, 0, 0) del artefacto.

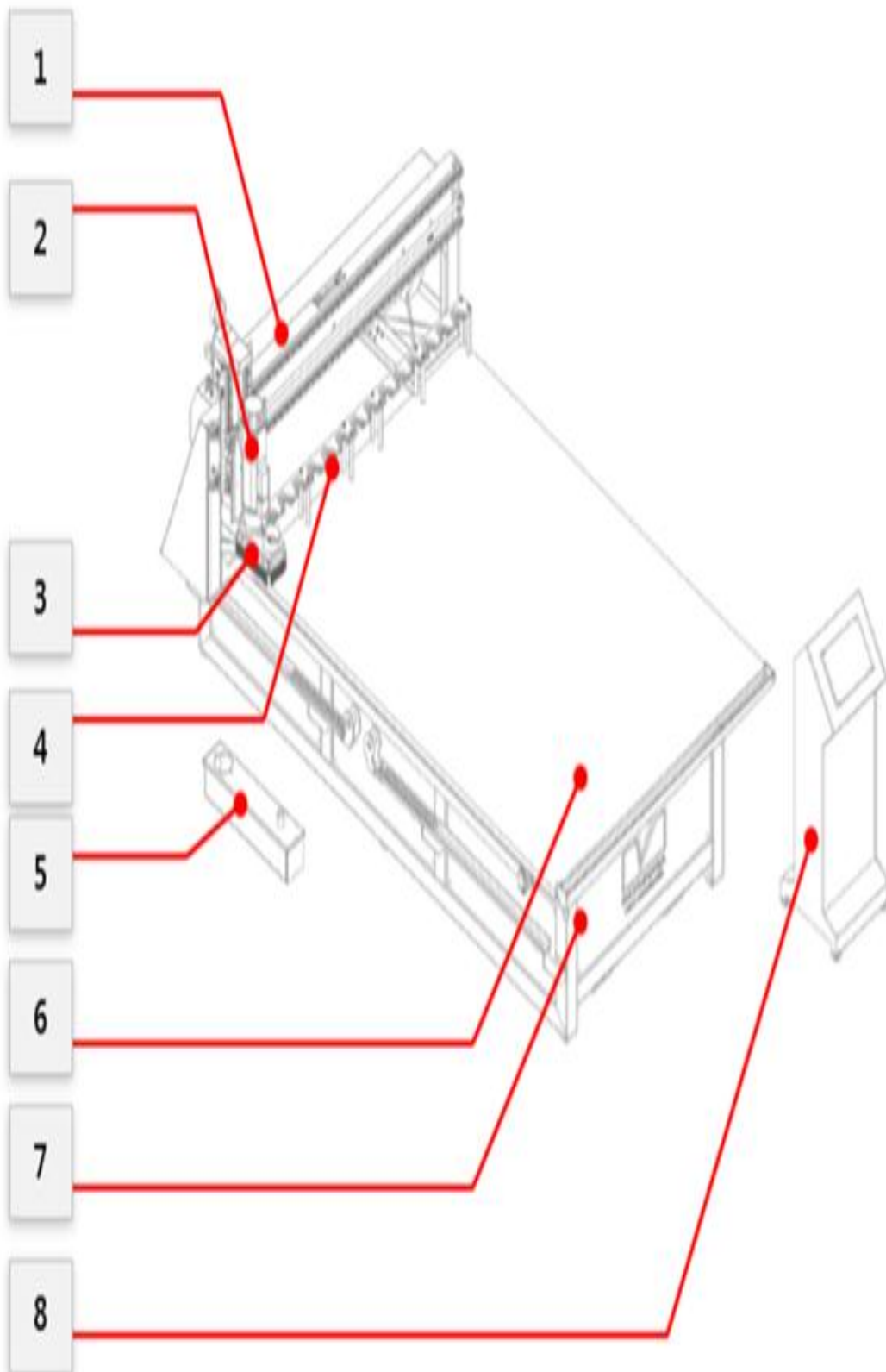
### 2.3. Partes del Router

Las partes más importantes de un CNC Router son las siguientes de acuerdo con la tabla 1.

**Tabla 2.1: Partes del Router**

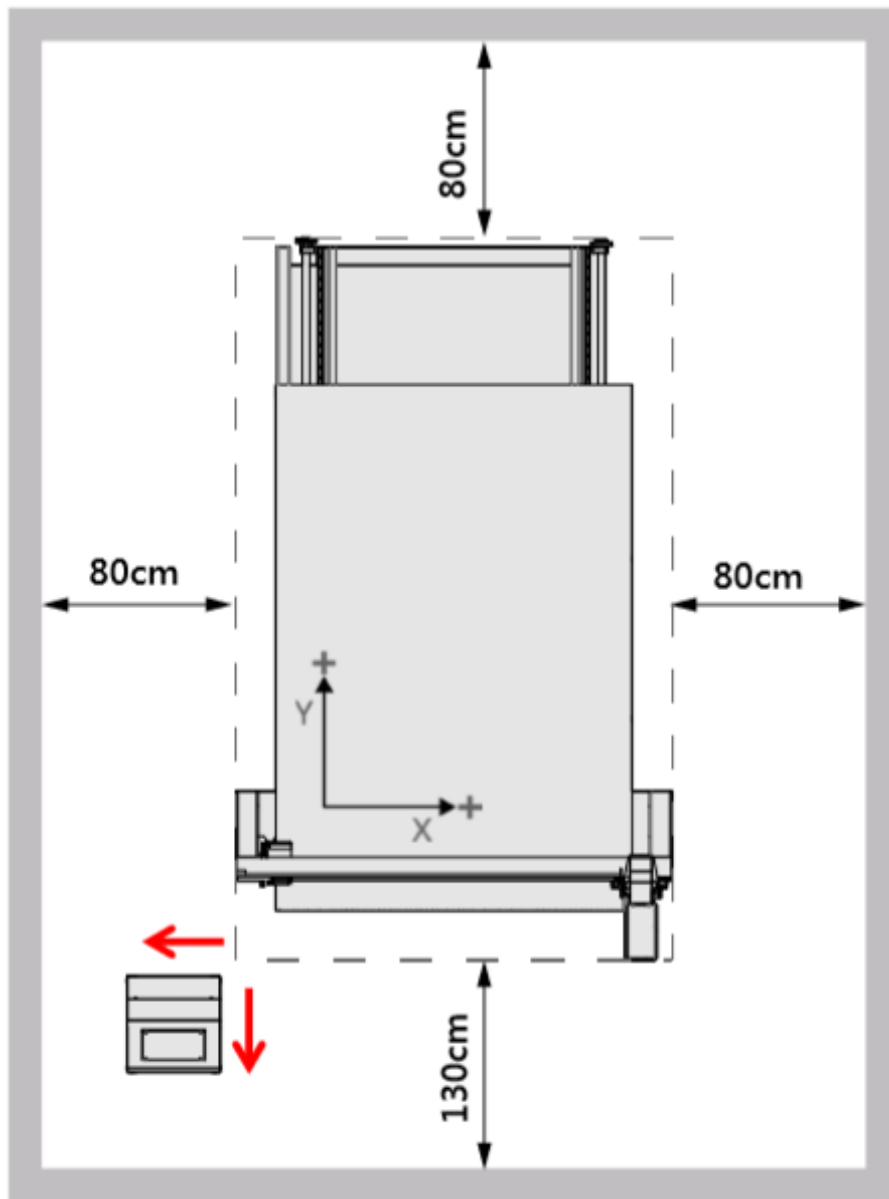
<b>N°</b>	<b>Denominación</b>
<b>1</b>	Puente Y
<b>2</b>	Husillo
<b>3</b>	Cepillos de Aspiración (opcional)
<b>4</b>	Rack porta herramientas (opcional)
<b>5</b>	Tanque inmersión líquida (opcional)
<b>6</b>	Mesa
<b>7</b>	Base
<b>8</b>	Tablero de control

*Fuente: (Patagonia CNC Machines, 2015)*



**Figura 2.2: Partes principales del Router**  
Fuente: (Patagonia CNC Machines, 2015)

A la hora de colocar el equipo en el espacio de trabajo, los fabricantes sugieren respetar las dimensiones mínimas descritas en la siguiente figura.



**Figura 2.3: Disposición de la máquina en el espacio**  
Fuente: (Morales, 2012).

Para poder aplicar un programa informático es necesario seguir un formato de programación. La mayoría de los parámetros importantes como las instrucciones del mecanizado se designan con el denominado código G, con el que se inicia la unidad de operación de la máquina, con G70 para pulgadas o G71 para milímetros (Maldonado, 2015). En la Tabla 1, en la siguiente tabla se muestran las principales letras para códigos de programación en CNC utilizadas para designar parámetros o funciones específicas.



**Tabla 2.2. Letras para códigos de programación en CNC**

N	Número de Secuencia
G	Funciones Preparatorias
X	Comando del Eje X
Y	Comando del Eje Y
Z	Comando del Eje Z
R	Radio desde el Centro Especificado
A	Ángulo contra los punteros del reloj desde el vector +X
I	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje X
J	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje Y
K	Desplazamiento del Centro del Arco del Eje Z
F	Tasa de alimentación
S	Velocidad de Giro
T	Número de la Herramienta
M	Función Miscelánea

*Fuente: (Maldonado, 2015).*

Las herramientas que realizan el mecanizado de diferentes materiales son las fresas, las cuales son sometidas a movimientos giratorios.

Generalmente son fabricadas en acero rápido HSS, pero también hay herramientas de mayor tamaño, que poseen un cuerpo de acero templado con alto grado en carbono y en la parte cortante disponen de cuchillas o dientes de acero para velocidades altas que fluctúan entre 15000 y 30000 revoluciones por minuto (insertos de corte) las cuales pueden ser permanentes o intercambiables (López & Parra, 2016).

En la siguiente Figura, se muestra diversos tipos de herramientas de corte cilíndrico frontales, que se utilizan en el trabajo de mecanización de madera y plástico



**Figura 2.4: Fresas Cilíndrico-frontales**  
Fuente: (Sandwick , 2017)

EL Sistema CNC ROUTER TS 1325 en estudio, cuenta con los siguientes equipos y elementos de accionamientos comunes:

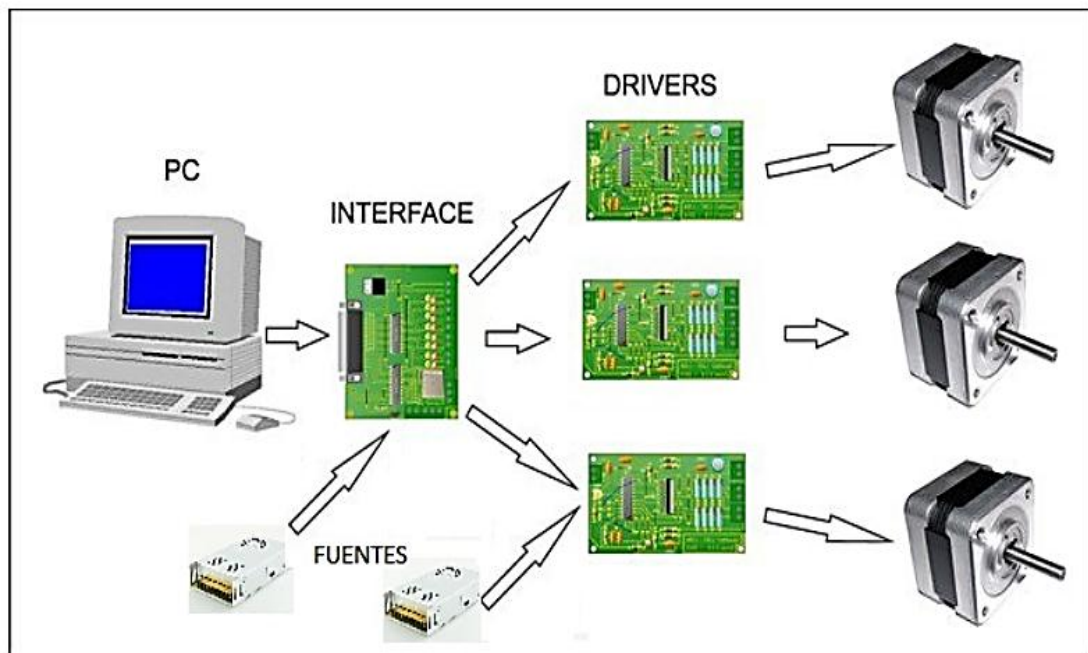


**Foto 2.2: CNC ROUTER TS 1325 con 3 KW / 4 Hp Mesa de Trabajo principal**  
Fuente: (El Autor, 2019)

Este equipo cuenta con cuatro motores, el motor del Router de 4 Hp y tres motores uno para cada cuadrante X, Y, Z , localizados de la siguiente manera uno para el desplazamiento lateral del puente principal sobre la mesa de trabajo, otro para el desplazamiento transversal sobre el puente y finalmente uno para el desplazamiento vertical del Router.

### 2.3.1. Componentes eléctricos de la máquina CNC

Dentro de lo que corresponde a los componentes eléctricos de una máquina CNC, los ubica como los encargados de coordinar el trabajo de la máquina, interactuar con el usuario, recibir y enviar datos.



**Figura 2.5: Elementos eléctricos de una máquina CNC**  
Fuente: (CNC DIY, 2017)

Los elementos eléctricos más importantes de una CNC son (CNC DIY, 2017):

- Unidad de control de la máquina (MCU).
- Drives.
- Motores.
- Fuente de poder.

La unidad de control de la máquina es el centro del sistema CNC y tiene dos subunidades la de procesamiento de datos (DPU) y la unidad de bucle de control (CLU). Cuando se recibe la programación del trabajo a realizar una pieza, la DPU interpreta y codifica transformándolo en códigos internos de la máquina para luego calcular las posiciones del movimiento en términos de BLU (Basic length Unit) que corresponde a la longitud de unidad más pequeña que puede ser manejada por el controlador. Los datos de la DPU se convierten en señales eléctricas que sirven para accionar y realizar los movimientos necesarios (CNC DIY, 2017).

Los Drivers, son elementos que se encargan de recibir señales del controlador y luego de estabilizarlas retransmitirlas directamente a los motores, considerando que sólo se debe usar un Drive por cada motor. De esta manera se envía la corriente suficiente a los motores, lo cual permite controlar la velocidad de movimiento y dirección de giro (CNC DIY, 2017).

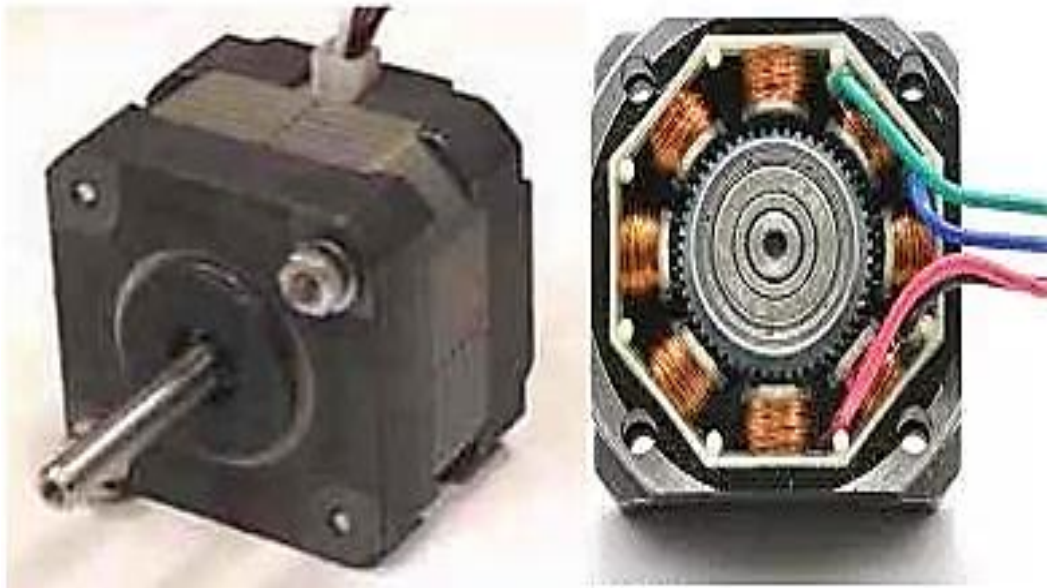
Los motores, son los encargados de mover los varios ejes de la máquina CNC.

Fuente de poder, sirve para proveer corriente eléctrica tanto a la interfaz, como a los motores. La mayoría de las interfaces disponibles en el mercado funcionan con 5 V y los Drivers funcionan desde los 12 hasta los 80 V dependiendo de la marca y modelo por lo que se puede usar una, dos o más fuentes (CNC DIY, 2017).

## **2.4. Motor paso a paso**

Entre los elementos que se encuentra en el CNC Router como parte de su funcionamiento son los motores (Figura 8) motor paso a paso, este es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en movimientos angulares, lo que hace posible girar El CNC Router, consiste en un eje de accionamiento vertical que sujeta un motor rotador o tupi desplazado por tres motores ubicados de tal forma que le permita moverse en los ángulos x, y, z los cuales como mencionamos, siguen patrones preestablecidos.

Debido a ello, es catalogada como una de las máquinas más versátiles para el corte en dos y tres dimensiones sobre cualquier tipo de superficie. Se logra diseños e ideas ejecutados que antes solo era posible en papel o mediante un trabajo artesanal que toma mucho tiempo (Sideco, 2018). Determinado valor en grados (paso o medio paso) de acuerdo a la orden recibida como entradas de control (Mecafenix , 2017).



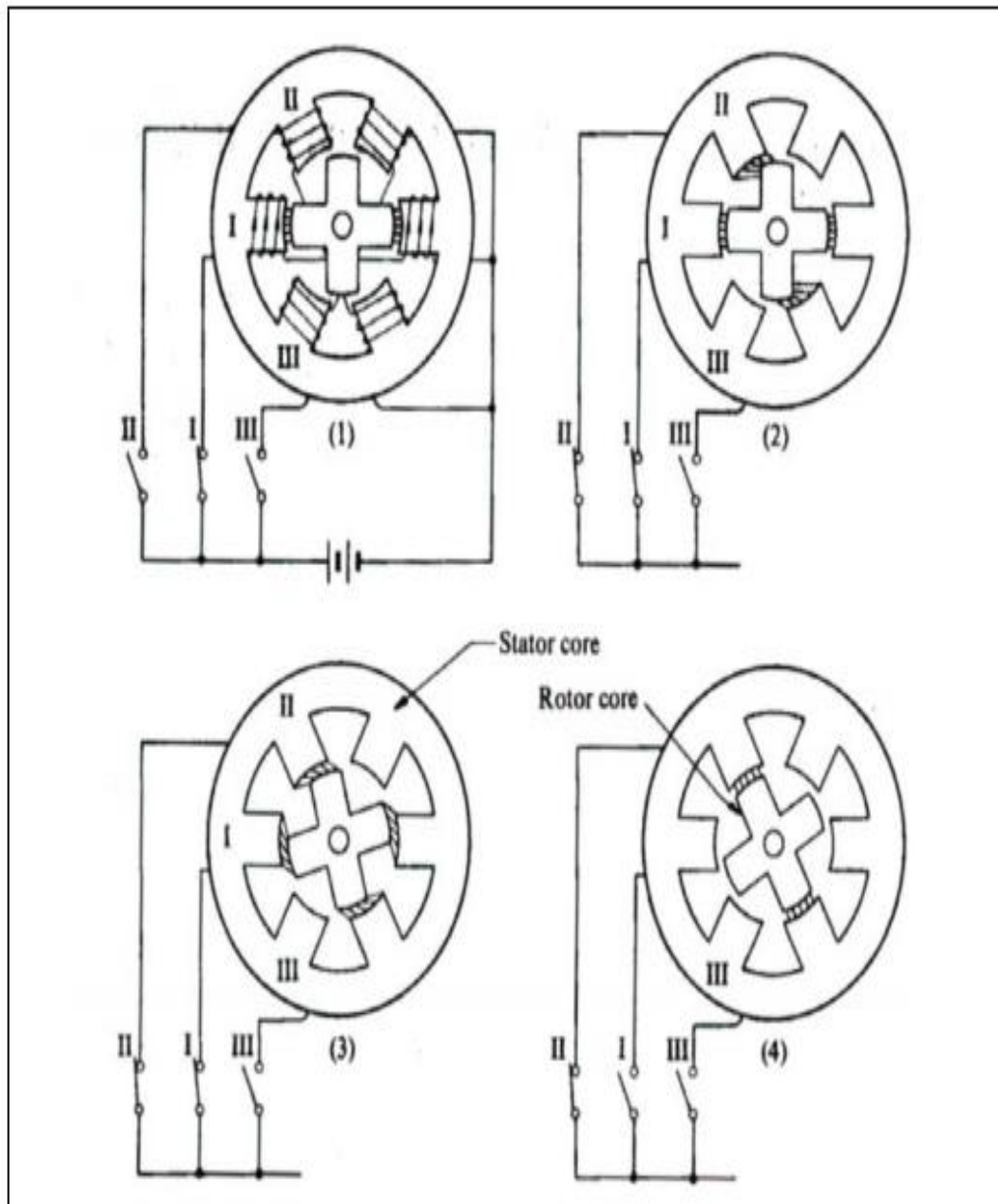
**Figura 2.6: Motor paso a paso**  
Fuente: (Mecafenix , 2017).

Este tipo de motores son modelos que buscan adaptarse a ciertos mecanismos que requieren movimientos de precisión, caracterizándose por la acción de poder desplazar un paso a la vez cada vez que se aplica un pulso. Estos pasos son muy utilizados ya que a través de un microcontrolador es posible ejecutar desde  $90^\circ$  hasta reducidos desplazamientos de  $1,8^\circ$  (Mecafenix , 2017). Ello significa que, requieren ejecutarse 4 pasos para girar  $90^\circ$  y 200 para llegar a  $1,8^\circ$ , y de esta manera completar se ha completado un giro de  $360^\circ$ .

El estator dispone de seis polos salientes, mientras que el rotor dispone solo de cuatro. Tanto el estator como el rotor están usualmente construidos en material de acero blando. Los devanados del estator han sido bobinados para formar tres fases, cada una de las cuales tiene dos bobinas conectadas

en serie, y situados de manera física en polos opuestos. La carga de corriente es aplicada desde una fuente de potencia DC utilizando los interruptores I, II y III (UPNA, 2014).

La siguiente figura representa la sección de un motor de paso en su funcionamiento detallado.



**Figura 2.7: Esquema básico de funcionamiento de un motor paso a paso**  
Fuente: (UPNA, 2014)

A continuación, se describe de manera sencilla el funcionamiento de esta máquina esquematizada en la Figura anterior.

Cuando el motor se ubica en el estado (1) es la fase I que está excitada, lo que origina “un flujo magnético que cruza el entrehierro (ver flechas en el gráfico estado 1). En este punto los dos polos del estator (fase I) se encuentran alineados con dos de los cuatro polos del rotor, en posición de equilibrio” (UPNA, 2014, pág. 7).

El estado (2) (ver figura 2.7) muestra cómo se cierra el interruptor II. Primero “se establece el flujo representado en (2), creándose un par en sentido anti-horario, a causa de las tensiones Maxwell, esto obliga al rotor a alcanzar la posición de equilibrio del estado (3), girando  $15^\circ$ ” (UPNA, 2014, pág. 7)

Por cada apertura que se realiza o cada cierre de un interruptor se produce un giro de  $15^\circ$  de rotor. Conociéndose a este ángulo fijo como ángulo de paso y es una característica fundamental de los motores de este tipo (UPNA, 2014).

Para el diseño de motores paso a paso con una gran variedad de ángulos de paso se tomará en cuenta la mayor o menor resolución requerida. Si se abre el interruptor I, el rotor alcanza la posición de equilibrio graficada el estado (4).

Si se sigue una secuencia correcta de control de la apertura y cierre de los interruptores, se puede girar el rotor “en el sentido y a la velocidad que se desee sin requerirse realimentación, además el error de posición que puede tener este tipo de motores no es acumulativo y tiende a cero en cuatro pasos, es decir cada  $360^\circ$  eléctricos” (UPNA, 2014, pág. 7).

La precisión de estos motores en el posicionado lo caracteriza, lo cual es un factor que determina su calidad, tomando en cuenta que cada cuatro pasos el rotor vuelve a la trayectoria del flujo y a la misma posición con respecto a la polaridad magnética.

### 2.4.1. Clasificación de los motores paso a paso

Actualmente en el mercado se pueden encontrar, los siguientes modelos y motores como se detalla en la tabla 3.

**Tabla 2.3: Modelos y motores paso a paso**

Tipo	Descripción
<i>Motores de reluctancia variable</i>	Cuenta con un estator enrollado laminado, y un rotor multi polar de hierro, rota cuando los dientes del rotor son atraídos a los dientes del estator electromagnéticamente energizados. La inactividad en el rotor es reducida y la solución es muy rápida, pero la inacción permitida de la carga es insignificante.
<i>Motores de imán permanente</i>	Dispone de un dúo distinto de cero al momento que el motor no está potencializado. La construcción de este tipo de motor le permite obtener movimientos angulares de distintas medidas: 7.5, 11.25, 15, 18,45 o en ángulo de noventa grados. El ángulo de giro, vuelta está definido por la cantidad de polos en el estator.
<i>Motores híbridos</i>	En el estator y en el rotor se encuentran dientes, y junto al rotor se hace presente un imán magnético de forma concéntrica alrededor del eje. La configuración de este motor obedece a la combinación de reluctancia variable y sus tipos así como un imán permanente, con una alta precisión y alto par, es decir, que se puede configurar especialmente para un paso angular tan reducido como 1.8 °.
<i>Motores de imanes permanentes</i>	Esta clase de mecanismo permite conservar un distinto par de cero cuando la máquina no está energizado, Necesitando de la construcción del motor se logra con pasos angulares de 7.7, 11.25, 15, 18, 45 o 90 °. La rotación que indica el ángulo se determina de acuerdo a la cantidad de polos en el estator.

Fuente: (Bertomeu, García, Gardonio, Gomez, & Granados, 2014)



## 2.5. Seguridad en el Router

La prevención de accidentes que podrían ocasionar serias lesiones a personas y evitar daños a un equipo como el CNC Router es posible si se lee detenidamente y se pone en práctica las medidas de seguridad que trae consigo los Manuales de operación que entrega el fabricante. Es usual observar instrucciones respecto a que un equipo sólo podrá repararlo personal autorizado. Por ello es responsabilidad del propietario del equipo asegurarse que todos los que interviene tanto en la instalación como en la operación del mismo, conozcan todas las medidas de precaución a tomarse. Entre las instrucciones relacionadas con seguridad del CNC Router, se observan las siguientes:

**Tabla 2.4: Símbolos de condiciones de Seguridad generales**

Símbolo	Descripción
 PRECAUCIÓN	Significa que solo personal autorizado y entrenado puede operar el equipo; por lo que aquellas personas que no tengan entrenamiento previo representan un potencial peligro a ellos mismos y a la máquina en sí.
IMPORTANTE	No operar la máquina sin antes haber leído las advertencias, precauciones e instrucciones.
 PELIGRO	Evitar o prevenir el ingreso a personal no autorizado en el área de trabajo de la máquina cuando esta se encuentra en movimiento, para evitar el causar daños serios o incluso la muerte.
	Utilizar protectores de visuales correspondientes para evitar posibles impactos en los ojos.
	Utilizar protección auditiva. Someterse a los ruidos provocados ocasionados por el husillo puede causar lesiones graves en el sistema auditivo.
	El desmontaje o modificación no autorizada puede ocasionar incendio, descargas eléctricas o la ruptura de la máquina
	Leer las instrucciones de seguridad para prevenir peligro eléctrico.

Fuente: (Patagonia CNC Machines, 2015)

### **2.5.1. Prácticas generales de seguridad con la CNC**

La mayoría de los maquinistas de CNC Router se desenvuelve con confianza sin lesiones graves, ya que con el tiempo aprenden a ser cuidadosos y metódicos. La experiencia les proporciona una actitud de seguridad y respeto por el equipo. Las máquinas CNC son generalmente más seguras que otro tipo de máquinas herramienta manuales, ya que, por lo general, son sistemas cerrados, lo que reduce el riesgo de contactos peligrosos con motores u otros mecanismos, el riesgo proviene de las herramientas giratorias o cuando estas se rompen. Las herramientas de corte, y las virutas que producen, tiene filos agudos, estas cuando son expulsadas de la máquina pueden causar lesiones oculares (Autodesk Cam, 2014).

Es importante que los operadores de las máquinas sigan los instructivos de operación, y las reglas sobre seguridad industrial de manera estricta. Eso los mantendrá al operador y demás compañeros seguros. De todas maneras, los talleres mecánicos son de alguna manera lugares peligrosos donde se pueden ocasionar accidentes ante cualquier descuido, o negligencia (Autodesk Cam, 2014).

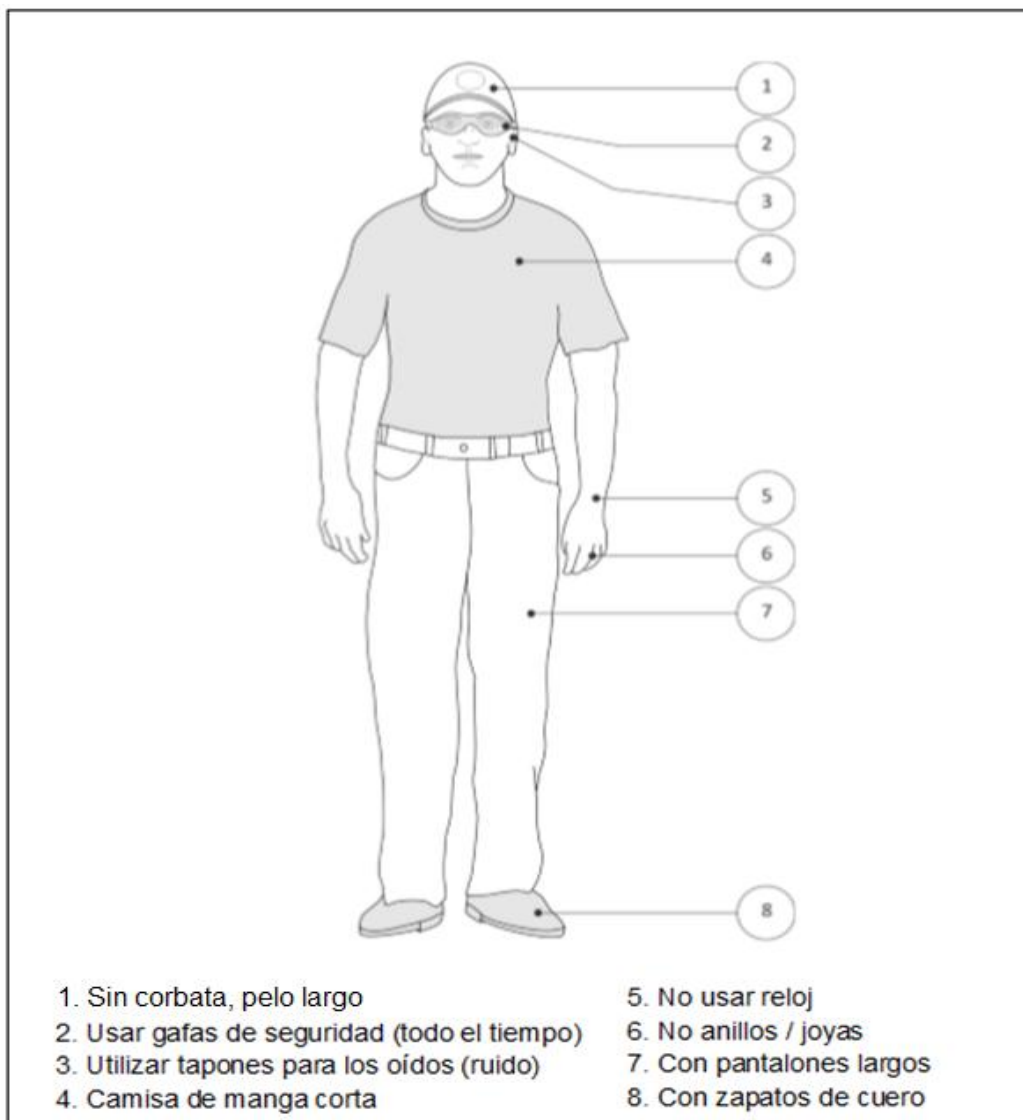
#### **Protección personal**

Según Bertomeu y otros (2014), se deben tomar las siguientes precauciones:

- Debe usar gafas de seguridad en todo momento, no solo cuando esté en la máquina, y de preferencia deben ser con protecciones laterales aprobados por ANSI.
- Si las operaciones de mecanizado son ruidosas, use protección auditiva
- Se debe usar zapatos de cuero sin punta de acero. No se debe usar sandalias.
- No es aconsejable usar camisas de manga larga, ya que podrían quedar atrapadas en el equipo. Usar camisas mangas cortas o camisetas.

- Antes de operar el equipo es necesario retirar anillos y reloj.
- Hay que trabajar con pantalones largos y resistentes, como pantalones de mezclilla.
- Si el operador tiene cabello largo, este debe estar atado hacia atrás o debajo de un sombrero para evitar que se enganche en el eje de la máquina.
- Nunca usar guantes ya que pueden quedar atrapados en la máquina. Los guantes de látex son aceptables.

Para una mejor observación de las medidas de protección personal a seguir, se grafican las partes del cuerpo humano que deben ser protegidas.



**Figura 2.8: Medidas de seguridad personal**

Fuente: (Autodesk Cam, 2014).

## 2.6. Riesgo

De acuerdo con el criterio de Romero y Andrew (2013), se define a la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, daños materiales, afectación a la o catástrofe dentro del ambiente) como “riesgo” y es la consecuencia de las interacciones entre advertencia de riesgo de tipo natural o antropogénicas y en situaciones de vulnerabilidad.

Riesgo se entiende también como la probabilidad que la peligrosidad, existente en una actividad determinada durante cierto período de tiempo, provoque consecuencias factibles por el incidente de ser consideradas. Se puede entender también cómo, el potencial de pérdidas que puede asociarse a una operación productiva, cuando ocurren cambios de manera no planeada las condiciones definidas como estándares (Muñoz, 2009, pág. 6).

La Gestión del Riesgo es un conjunto de decisiones administrativas, organizacionales y conocimientos técnicos, desarrollados por sociedades y/o comunidades con el propósito de implementar estrategias, políticas, y fortalecer sus capacidades, para minimizar el impacto de amenazas naturales y tecnológicas (Vargas, 2013).

Conforme lo señala Lavell (2004), la presencia de riesgo y las particularidades específicas, que se hacen presente por determinadas circunstancias de riesgo, los mismos que se presentan como causas de amenaza y causas de vulnerabilidad.

Una amenaza se refiere a la posibilidad de que ocurra un evento físico que potencialice la causa potencial de un mal (Miño, 2008 ). Vulnerabilidad es la propensión de un elemento (o de un conjunto de ellos) a sufrir ataques y afectación en caso de presencia de fenómenos dañinos y/o a generar condiciones propicias a su ocurrencia o agravamiento (Wilches Chaux, 2013).

Desde otro punto de vista Gormaz González (2007) manifiesta que los

riesgos se deben diferenciar de acuerdo a los agentes causantes de daño por lo que los riesgos pueden clasificarse en:

Riesgos derivados de la actividad. - Se destacan como riesgos, los hurtos internos, incendios provocados, sabotajes, espionaje industrial, desfalco, etc. dentro del propio ambiente o instalación interna.

Riesgos técnicos. - Son riesgos que se suscitan en las instalaciones del establecimiento y pueden desencadenarse como riesgos de incendio y explosiones o averías en instalaciones (Gormaz, 2007, pág. 405).

### **2.6.1. Factores de riesgo**

De acuerdo a Henao (2009) en su obra: Condiciones de trabajo y salud, los factores de riesgo y condiciones de los medios ambientales de trabajo que afectan a las personas no solamente en su salud integral, física y mental, sino que también incide en su productividad, por lo que una de las clasificaciones más cercanas, es la siguiente:

Factores de riesgo físico, corresponde a aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden incidir de manera adversa a la salud en proporción a la intensidad, exposición y concentración de los mismos. Estos factores pueden ser:

- Ruido y vibraciones
- Presiones anormales
- Temperaturas anormales (altas y bajas)
- Radiaciones no ionizantes (iluminación, radiaciones ultravioletas, infrarrojas, rayos láser, rayo máser, ultrasonido).
- Radiaciones ionizantes (rayos x, gamma, material particulado, radiación alfa, beta, protones) (Henao, 2009, págs. 5-6)

Factores de riesgo químico, es todo componente orgánico e inorgánico, natural o sintética durante su mecanización, utilización, traslado, acumulación o uso, puede incorporarse al ambiente con apariencia de polvos, humos, gas

o vapor, con efectos inflamatorios., asfixiantes, corrosivos, o tóxicos (Henao, 2009, págs. 5-6). Para que ello se manifieste como un riesgo deberá estar presente en cantidades que sobrepasen el límite soportable de tal manera que exista la posibilidad de lesionar la salud de las personas que hayan tenido contacto con ellas.

## **2.7. Contaminación con polvo**

Los contaminantes atmosféricos se clasifican normalmente en: partículas en suspensión (polvo, nieblas, humos), contaminantes gaseosos (gases y vapores) y olores. En el caso de las partículas en suspensión, además de sus efectos respiratorios corrosivos, irritantes y cancerígenos, y destructores del medio ambiente vegetal, producen también daños materiales como acumulación de suciedad, interferencia con la luz del sol y otras (Spiegel & Maystre, 2014).

Entre los contaminantes atmosféricos, se puede diferenciar entre la fracción sedimentable y la fracción de partículas en suspensión (suspended particulate matter, SPM). La primera se conforma con “partículas grandes que se depositan en el suelo por su tamaño y grosor. La segunda corresponde a las partículas dispersas en la atmósfera de manera casi estable y homogénea, por lo que se mantienen en suspensión durante un cierto tiempo” (Spiegel & Maystre, 2014, pág. 14).

Campanas y tuberías del sistema de ventilación de forman parte del sistema global de control de la contaminación un área de trabajo. “Los sistemas de extracción localizada son preferibles debido a que no diluyen los contaminantes y se dispone de una corriente de gas concentrado más fácil de depurar antes de liberarlo al medio ambiente (Spiegel & Maystre, 2014, pág. 24).

Un equipo CNC Router produce gran cantidad de partículas que se esparcen por el ambiente, por lo que este equipo debe ser instalado en un ambiente que posea un sistema de ventilación y extracción, para evacuar las partículas indeseables que se generan durante el proceso del maquinado. Hay

que considerar que no solamente afecta a las personas, sino que también afecta a las tarjetas electrónicas debido al polvo generado por el tallado.

## **2.8. Contaminación auditiva**

El ruido se define como sonoridad no deseada, que se traslada como ondas en el aire, ocasionando vibración en el tímpano, órgano que transmite vibraciones a minúsculos diminutos localizados en el oído medio, estos a su vez propagan las vibraciones al fluido que está localizado en el oído interno (cóclea), para luego enviar señales en forma de estímulos nerviosos que van al cerebro donde que se analiza como ruido o sonido (Meira, Santana, & Ferrite, 2015).

De acuerdo a Romo Orozco y Gómez Sánchez (2012, pág. 274) el ruido es provocado por distintas fuentes que pueden de acuerdo a los elevados niveles ocasionando daño el órgano auditivo o con niveles más bajos creando molestia y/o afectan la salud psicosomática del individuo.

En ese sentido, es conveniente establecer la diferencia entre sonido y ruido, porque cada actividad ocasiona o provoca mayor o menor nivel grado con un efecto sonoro como consecuencia. Para diferenciar ambas definiciones hay que considerar que está relacionada a la subjetividad y al entorno. El sonido a diferencia del ruido tiene una armonía, un mensaje y un tiempo, mientras el ruido carece de estos elementos. El ruido perturba al ser humano lo que repercute en las actividades cotidianas (Rodríguez, 2015, pág. 3).

Los instrumentos que pueden utilizarse en una evaluación higiénica de ruido son:

- Sonómetro integrador-promediador
- Dosímetro personal
- Calibrador acústico (Naf, 2013, pág. 40)

## **PARTE II APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 3**

#### **LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DIAGNÓSTICO**

##### **3.1. Guía de operación del CNC Router**

El CNC Router, en gran cantidad disponible en el mercado tiene el mismo principio de operación, por lo que las siguientes sugerencias son aplicadas a la mayoría de las máquinas disponibles. Estas recomendaciones están orientadas a guiar en todos los aspectos que permitan un adecuado manejo del equipo ya sea en el aspecto mecánico, informático, medidas de protección personal, y mantenimiento, entre otros aspectos importantes. (ver anexo 1).

##### **3.2. Normas de Seguridad Industrial en empresas**

Las empresas tienen el compromiso tanto con la seguridad como con la salud en el área de trabajo, y que ello se aplique en el medio laboral, de acuerdo a lo dispuesto por la normativa laboral en temas de seguridad y salud; por lo que se requiere conocer la normativa vigente.

Independientemente del tipo de actividad económica, las prácticas de acciones preventivas empresariales son necesarias para que disminuyan notoriamente el riesgo de accidentes en el espacio de trabajo.

De acuerdo al Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo en temas relacionados con riesgos del trabajo y la protección del seguro general se consideraran enfermedades profesionales aquellas causadas por ruido, enfermedades del sistema respiratorio entre otras (IESS, 2016).

Conforme el Art. 55 relacionado con Ruidos y vibraciones dispuestos en el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, en relación a prevención de ruidos y vibraciones



se efectuará según lo que indica el Art. 53 apartado 4: En los procesos industriales donde existan o se liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud (...), se utilizarán los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante” (Reglamento de Seguridad, 1986)

El anclaje de máquinas y aparatos que produzcan ruidos o vibraciones se efectuará mediante las técnicas que garanticen un logro óptimo equilibrio estático y dinámico, y que permitan el aislamiento de la estructura o empleo de soportes anti vibratorios.

Las máquinas que produzcan ruidos o vibraciones se situarán en lugares alejados o separados si claro el proceso de fabricación lo permite, y serán objeto de mantenimiento a través de un programa que reduzca de ser posible la emisión de contaminantes físicos.

Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, que son medidos en el sitio destinado a la cabeza del trabajador de manera habitual, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo.

Para la situación de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" se recomienda una posición lenta, con el objeto de relacionarlos con el tiempo de exposición según la siguiente tabla:

**Tabla 3.1: Niveles sonoros**

Nivel sonoro/dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

Fuente: (Reglamento de Seguridad, 1986)

Los distintos niveles sonoros y sus correspondientes tiempos de exposición permitidos antes indicados, son exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

En el caso de exposición intermitente a ruido continuo, se debe considerar el efecto combinado de aquellos niveles sonoros iguales o que excedan de 85 dB (A).

Para este propósito se propone el cálculo de la Dosis de Ruido Diaria (D) es mediante la fórmula siguiente que debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{Cn}{Tn}$$

Donde:

C = Tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico.

T = Tiempo total permitido a ese nivel.

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo (Reglamento de Seguridad, 1986)

El Art. 180 (protección de vías respiratorias) del mismo Reglamento de Seguridad en el numeral 1, señala que en todos aquellos lugares de trabajo en que se constate contaminación en un ambiente, y la presencia de concentraciones superiores a las permitidas, se debe disponer el uso obligatorio de equipos de protección personal de vías respiratorias (Reglamento de Seguridad, 1986)

La elección del equipo adecuado depende de las circunstancias, por lo que de acuerdo con el tipo específico de trabajo con la CNC Router se deberá implementar protección con elementos que sirvan para un entorno con presencia de contaminantes tóxicos, bien sean gaseosos y partículas o únicamente partículas (Reglamento de Seguridad, 1986)

### 3.3. Entrevistas a expertos

Las entrevistas fueron aplicadas a personas profesionales que realizan funciones de asesores para la instalación, mantenimiento o provisión de máquinas entre las cuales se encuentra el CNC Router en estudio. Los expertos consultados son:

- Ing. Iván Correa Mantilla.  
Ingeniero de Producción en la empresa PEOPE propietaria del Router
- Ing. Francisco Miranda.  
Actualmente ejecuta funciones de asesor de instalación y mantenimiento de equipos rotativos en la empresa Expomedios, proveedora de PEOPE
- Ing. Juan Correa L.  
Trabaja independientemente en servicios profesionales de equipos Router

El formato de entrevista a expertos consta en los anexos (ver anexo 2).

### Preguntas

- Pregunta 1 ¿Qué opina usted respecto a los problemas que tiene el CNC Router TS 1325, en lo que a seguridad industrial se refiere?
- Pregunta 2 ¿De existir problemas de seguridad industrial como los mencionados anteriormente en la pregunta 1, que medidas sugiere tomar al respecto?
- Pregunta 3 ¿Usted cree que los problemas que se observan por el funcionamiento del Router afectan la productividad de la máquina?
- Pregunta 4 ¿Puede darnos algún criterio respecto al mantenimiento de la máquina?.

### **3.3.1. Análisis de los resultados de la entrevista**

Resumen de la pregunta 1: Problemas que tiene el CNC Router TS 1325, en el campo de la seguridad industrial.

Según criterio de las personas entrevistadas, se desprende que lo más importante a considerar es la posibilidad latente de cualquier contacto físico con una herramienta giratoria resultará en cortes serios o de mayor complejidad. Es importante tomar en cuenta que si estas herramientas son capaces de cortar metal, puede cortar la piel y los huesos con la misma facilidad, por ello hay que poner especial atención, cuando se refiere al material especialmente acrílico a la cuchilla utilizando directamente las manos.

Otro aspecto importante es la emisión de polvo como residuo de la maquina luego de ejecutar cortes, ya que a pesar de existir un extractor apropiado para ello no se logra aspirar toda la cantidad que envía la máquina, y gran parte del polvo se dispersa en el ambiente, lo cual está mal.

Se observa también que el ruido de los motores es muy alto, lo cual evidencia una falta de mantenimiento, porque de lo que se conoce, este equipo no debería funcionar de esa manera, ya que incide en el ambiente, causando molestia a las personas que se encuentran cercanas.

Resumen de la pregunta 2: medidas de seguridad industrial a tomar.

De lo observado el sistema de aspirado de polvo muestra huellas de descuido lo que se comprueba con la suciedad acumulada, por lo que se recomienda pensar en una reubicación de la tolva que recoge dicho material, preferible a un lugar en los exteriores y para disminuir el ruido se haga mantenimiento a los motores.

Otra sugerencia, es que a pesar del interés en innovar a la máquina y sus partes, también se debe prestar atención al trabajador, es decir, de

manera importante, dicho individuo debe utilizar todo el tiempo ropa y accesorios de protección personal, como gafas, orejeras, zapatos y prendas de vestir adecuadas considerando las características del trabajo que se realiza.

En ese sentido, se señala que es necesario elaborar instructivos orientados a minimizar los riesgos y consejos, por ejemplo: no interrumpir al operador de la máquina, porque podría hacer que cometan un error; limpiar siempre la maquina una concluya la utilización.; que se coloque herramientas y equipos donde los haya encontrado.

Finalmente se comenta que se debe partir de la premisa, que es mejor prevenir que lamentar.

Resumen de la pregunta 3: funcionamiento del Router y su incidencia en la productividad de la máquina.

Para entender productividad hay que considerar dos factores el uno que es la maquinaria donde se produce un determinado producto y otro las personas que están al frente de esa máquina o que operan esa máquina. De tal manera que si la máquina no funciona bien puede bajar la productividad y si el operador no trabaja bajo condiciones de confort o tranquilidad no va tampoco a desempeñarse adecuadamente.

Por eso se requiere que la máquina se encuentra en óptimo estado y que el operador también trabaje bajo condiciones adecuadas en cuanto al ruido nivel de ruido protección de sus vías respiratorias buena iluminación y que disponga de accesorios personales de protección como gafas orejeras si es del caso de zapatos guantes porque de no cumplir todo eso con el trabajador y ofrecer con unas condiciones al trabajador puede ocurrir en el peor de los casos accidente y un menor de los casos una enfermedad profesional progresiva lo cual resulta más costoso a la larga que invertir en prevención.

Resumen de la pregunta 4: mantenimiento de la máquina.

Como medidas inmediatas para disminuir los posibles riesgos de seguridad de trabajo, las personas entrevistadas opinan que se debe realizar un mantenimiento a la máquina, que comprenda las partes mecánicas, eléctricas y electrónicas. El mantenimiento debe ser planificado preventivo y no correctivo. En la parte mecánica se debe abrir ciertos mecanismos factibles de hacerlo con el propósito de limpiar la suciedad acumulada, como producto de residuos de la máquina. Luego se debe lubricar partes del sistema.

En lo compete a la parte eléctrica y electrónica los expertos recomiendan limpiar residuos de suciedad de contactos y tarjetas electrónicas dañadas por acción del polvo.

### 3.4. Observación personal

Tomando como referencia lo descrito anteriormente en este capítulo se ha elaborado un listado de condiciones que debe reunir todo lo observado dentro del área del CNC Router objeto de investigación. Para ello se aplicó un listado de observaciones las cuales fueron aplicadas a los operadores de la máquina y calificando lo que se encontró con un puntaje de:

5	4	3	2	1
<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>Nunca</b>

El detalle de calificación de la ficha de observación se puede ver en el anexo 3.

A continuación en la tabla 3.2, se listan las reglas recomendadas para un lugar de trabajo seguro (Autodesk Cam, 2014). Tomadas en consideración para aplicar la observación personal.

**Tabla 3.2: Reglas para un lugar de trabajo**

Descripción	Puntaje	%
<b>Conocimiento de la máquina</b>		<b>90,00%</b>
La persona a cargo está capacitada para operar el CNC.	5	100,00%
El operador conoce para que sirve cada botón o comando del equipo.	5	100,00%
El operador tiene cuidado al manipular las herramientas de corte.	4	80,00%
El operador conoce la parada de emergencia en la máquina.	4	80,00%
<b>Orden y limpieza</b>		<b>66,67%</b>
El espacio de trabajo está ordenado	4	80,00%
El espacio de trabajo está limpio	3	60,00%
El operador comprueba que dentro del espacio destinado al trabajo se encuentre totalmente despejada antes de iniciar su funcionamiento	3	60,00%
<b>Medidas de precaución</b>		<b>55,00%</b>
El operador comprueba que la pieza esté bien ubicada antes de presionar el botón de arranque en la máquina	4	80,00%
El operador alerta a personas presentes antes de encender	2	40,00%
Cuando el operador está con otra persona en la máquina, comunica claramente que trabajo y categoría está ejecutando	3	60,00%
El operador impide que otra persona toque algún control, mientras que el está trabajando en la máquina.	3	60,00%
El operador utiliza pinzas u accesorios para manipular las láminas de trabajo	2	40,00%
El operador usa un pincel para quitar las virutas afiladas de la herramienta de corte.	2	40,00%
El operador usa una manguera de aire para la limpieza de las virutas de la máquina.	4	80,00%
El operador almacena los trapos sucios o aceitosos en un recipiente a prueba de fuego	2	40,00%
El operador levanta pesos manejables de manera cómoda utilizando la fuerza de sus piernas	3	60,00%
El operador apaga la máquina en marcha cuando se ausenta del lugar	2	40,00%
Antes de apagar, el operador retira cualquier herramienta desde el eje.	3	60,00%
El operador evita contacto directo del refrigerante con su piel.	3	60,00%
<b>Medidas de protección personal</b>		<b>46,67%</b>
El operador utiliza protectores de oídos	3	60,00%
El operador utiliza protección para vías respiratorias	3	60,00%
El operador utiliza zapatos de cuero	2	40,00%
El operador utiliza gorra para ordenar su cabello	2	40,00%
El operador utiliza camisa manga corta	2	40,00%
El operador utiliza pantalón jean	2	40,00%
<b>Medidas generales</b>		<b>68,00%</b>
El sistema de extracción de polvo funciona adecuadamente	3	60,00%
El nivel de ruido es inferior a los límites tolerables	4	80,00%
El operador dispone de bitácora donde reporta novedades cada vez que trabaja en la máquina	3	60,00%
El área de trabajo dispone de señalética de seguridad	3	60,00%
La máquina tiene mantenimiento programado	4	80,00%
<b>PROMEDIO GENERAL</b>		<b>65,27%</b>

Fuente: Observación personal

**Tabla 3.3: Rango de calificación**

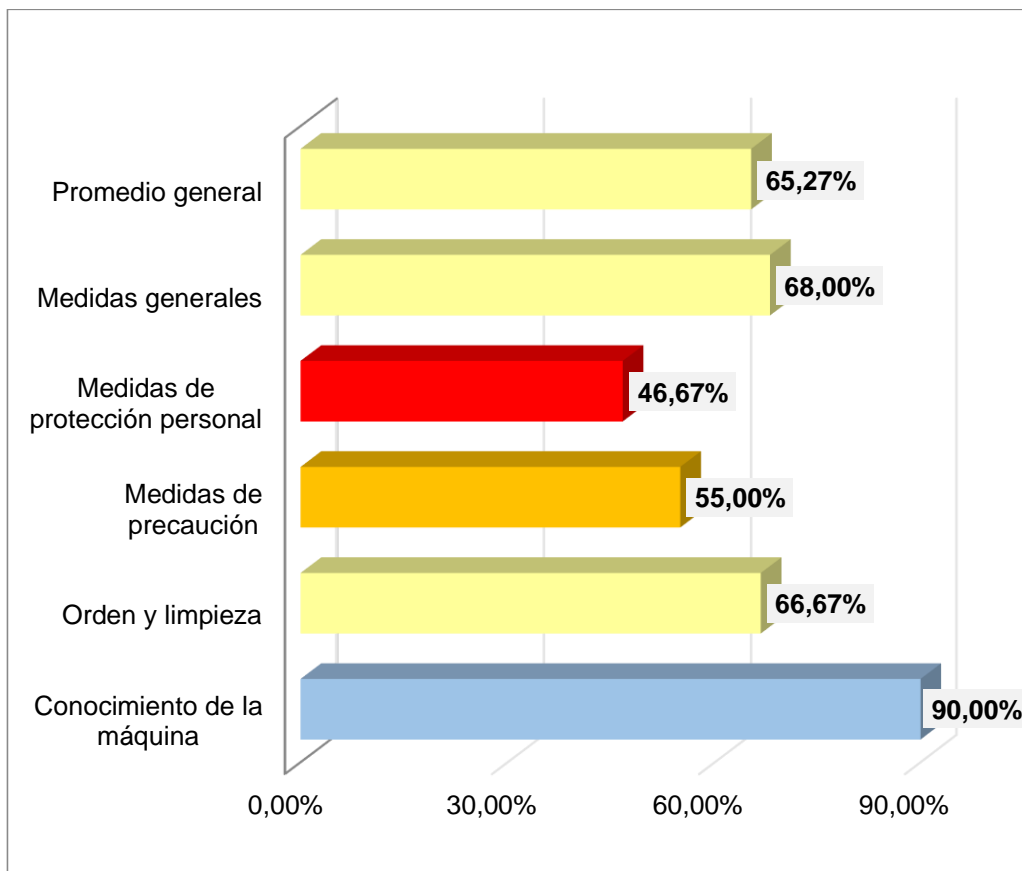
Intervalo	Eficiencia	Riesgo
100% > Calificación ≥ 90%	Muy alta	Muy bajo
90% > Calificación ≥ 80%	Alta	Bajo
80% > Calificación ≥ 65%	Media	Medio
65% > Calificación ≥ 50%	Baja	Alto
50% > Calificación	Muy baja	Muy alto

Fuente: Autor

**Tabla 3.4: Resultados de cumplimiento de reglas**

Dimensión	Calificación	Eficiencia	Riesgo
Conocimiento de la máquina	90,00%	Muy alta	Muy bajo
Orden y limpieza	66,67%	Media	Medio
Medidas de precaución	55,00%	Baja	Alto
Medidas de protección personal	46,67%	Muy baja	Muy alto
Medidas generales	68,00%	Media	Medio
Promedio general	65,27%	Media	Medio

Fuente: Datos de Observación



**Figura 3.1: Parámetros de reglas para lugar de trabajo**

Fuente: Observación de campo



### 3.4.1. Análisis de las observaciones

Luego de realizada la observación de campo por parte del investigador y obtenido los resultados correspondientes, se puede deducir que en cuanto a conocimientos de la máquina los operadores a cargo tienen muy claro respecto de su manejo. Se observa esto en el gráfico representado como un 90%, lo cual indica que la mayoría de los operadores conocen de la marcha de la CNC Router.

Entre los parámetros o variables verificadas también se destaca la de medidas de protección personal. Ello significa que de acuerdo a los manuales de manejo como el criterio de varios autores se señala, que en toda actividad bajo principios de seguridad industrial es necesario además de las medidas del entorno se deben tomar medidas de protección personal, lo cual incluye gafas, orejeras, zapatos, y ropa especial, tal como se ha indicado anteriormente. También es preocupante las medidas de precaución del entorno que son las condiciones más numerosas, ya que en resumen corresponde a todas las precauciones que debe tener el operador para un trabajo seguro, eso comprende la presencia de otras personas en el área, limpieza del equipo, o aditamentos que no forman parte del trabajo y que se encuentran sobre la mesa, además de precauciones para prender y apagar la máquina, entre las más destacadas.

En definitiva y de acuerdo a la tabla de calificación al rango de puntaje propuesto por el investigador, se puede decir en porcentajes que el promedio general que corresponde a un 65,27%, la operación de manejo del mecanismo que está integrado por: *Conocimiento del mismo, Orden y limpieza, Medidas de precaución, Medidas de protección personal, y Medidas generales*; dispone de un eficiencia media y un riesgo medio, lo cual crea la necesidad de tomar medidas relacionadas primeramente con la protección del trabajador y segundo precautelar el bien material que es la máquina Router, para ello habrá que tomar medidas de dotación de equipo de seguridad personal, para disminuir el impacto que tenga sobre los trabajadores, tanto a nivel del sistema respiratorio como en el medio auditivo y la implementación de accesorios que

eviten la manipulación directa del operador con láminas delgadas ya que de no tomarse medidas adecuadas puede causar daños a la persona.

### 3.5. Situación física de los problemas

A continuación, se describe los problemas observados por acumulación de polvo en parte de la herramienta, que sumada a la escasa protección de los trabajadores pueden ser el causante de problemas mayores.



**Foto 3.1: Ventilador extractor de polvo del equipo**  
Fuente: (El Autor, 2019)

El ventilador extractor cuenta con un motor de 2,2 Hp de alto rendimiento para absorber el polvo hacia una tolva por medio de una manguera flexible de tres pulgadas.

La foto 3.1 muestra que ventilador extractor tiene acumulación de polvo en exceso.



**Foto 3.2: Polvo acumulado en varias partes del equipo**  
Fuente: (El Autor, 2019)

A pesar de existir el extractor de polvo existe mucho material de desecho acumulado en varias partes del artefacto, con lo cual urge un cambio en el modo de realizar la extracción.

### **3.6. Discusión de los resultados**

Para el desarrollo de este capítulo hay que mencionar los antecedentes anteriores respecto lo que se señala en la parte teórica y el análisis de la situación presente a través de un trabajo de campo utilizando técnicas como la entrevista a expertos, y la observación directa (investigador). Con la entrevista que es a través de cinco preguntas, se obtuvieron varios criterios los cuales han servido para sugerir soluciones a los problemas detectados. Con la Observación directa, aplicada a los operadores de la máquina, se logró detectar las virtudes y falencias en cuanto a la operación del Router en estudio.

En cuanto a la observación personal realizada por el investigador y luego de aplicar un listado de preguntas, al cual se le aplicó un puntaje de acuerdo a las condiciones ideales esperadas, permitió evaluar las condiciones actuales en las que trabajan los operadores, en el manejo del Router TS 1325. El formulario diseñado, fue elaborado tomando en cuenta lineamientos básicos para operar la máquina, y se compuso de cinco dimensiones principales;

conocimiento de la máquina; orden y limpieza; medidas de precaución; medidas de protección personal, y medidas generales.

Con los resultados obtenidos desde dos puntos de vista distintos (expertos y operadores), ha sido posible distinguir que toda la problemática radica en los tres aspectos dentro de lo que compete a la seguridad industrial y Es así que de esa manera se han podido determinar:

- Contaminación con polvo
- Elevada cantidad de ruido (motores de Router)
- Manejo inadecuado de láminas con las manos (Operador)

### **3.6.1. Contaminación con polvo**

La emisión de polvo como residuo del trabajo de la máquina, produce contaminación del aire del ambiente, aunque existe un extractor instalado como parte del sistema, este no absorbe toda la cantidad que queda como residuo.

Conforme las sugerencias de expertos, para minimizar la acumulación de polvo en el ambiente se deberían reubicar el tramo final de la tolva que recoge el polvo, reubicándola preferentemente en los exteriores de las edificaciones, donde el personal que labora en la planta no se encuentre laborando dentro del área contaminada. De esa manera resultará más fácil realizar limpieza cada cierto período de tiempo

Respecto al emanación de polvo Spiegel y Maystre (2014, pág. 14) señalan que los sistemas de extracción localizada son los más recomendados ya que disponen de una corriente, en este caso, de aire localizado en un ducto que arrastra al polvo conduciéndolo a un sitio más adecuado antes de liberarlo al exterior.

Lo ideal entonces es reubicar el terminal del extractor en un lugar donde se lo pueda concentrar el polvo, para luego ser recogido.

### **3.6.2. Excesivo nivel de ruido**

Los motores del equipo en condiciones normales produce un ruido tolerable, por debajo del máximo permitido como límite máximo (70 dB), sin embargo, al no aplicarse un mantenimiento preventivo, los residuos de polvo y otros contaminantes sólidos del ambiente, ocasionan la formación de depósitos sobre las demás partes de la máquina, especialmente en lugares donde existe puntos de lubricación y sobre tarjetas electrónicas que se encuentran en el panel de mando, ocasionando posibles desperfectos de conexión eléctrica.

Si se produce acumulación de polvo en sitios con aceite o grasa, los deslizamientos se dificultan, ocasionando fricciones que se manifiestan como ruido elevado. De no solucionarse el problema del polvo y un limitado mantenimiento, se ven afectados los equipos y de igual forma las personas, tanto más sino utilizan protectores de oídos y gafas de seguridad.

Tal como lo manifiesta Naf (2013, pág. 40) En cuanto al ruido lo ideal es que la empresa disponga de instrumentos que evalúan el ruido como el sonómetro, o dosímetro personal.

### **3.6.3. Medidas de seguridad**

En este punto de la discusión de resultados se destaca por sobre todo la seguridad industrial y como parte de ella en lo que a la operación de la máquina Router CNC se refiere, se destacan la contaminación con polvo producto del desbastado de la máquina.

Aunque estas máquinas aparentemente son más seguras que otras similares debido a que funcionan con un sistema cerrado, no obstante, el material sólido que se desprende suele tener filos agudos, que luego de ser expulsados pueden afectar directamente a los ojos del operador, por lo que para ello se justifica el uso de las gafas de seguridad y en el caso del mecanizado con mucho ruido de debe usar protección para oídos.

Resulta importante analizar que las normativas de seguridad vigentes (ver Anexo 7). ( Ministerio de trabajo) protegen por sobre todo al trabajador y no sin antes haber adoptado medidas de seguridad primarias, como la implementación de extractores de aire, la disponibilidad de medidores de nivel de ruido, y las medidas de mantenimiento adecuado, no se considera la dotación de protección personal (Naf, 2013, pág. 40).

## CAPÍTULO 4

### PROPUESTA DE MANTENIMIENTO INTEGRAL

Una vez determinados los problemas a solucionar se presentan alternativas de Mantenimiento Integral, tanto de carácter Correctivo como Preventivo que son necesarios para:

- Mantener el equipo en condiciones de uso optimizando su funcionamiento.
- Proteger al personal contra los riesgos que amenazan su salud y seguridad en el trabajo.

#### 4.1. Plan de Mantenimiento Correctivo

Con el fin de lograr la repotenciación del equipo CNC Router y mejorar su capacidad para tener un mayor rendimiento sin hacer una gran inversión, se propone un plan de mantenimiento correctivo con las mejoras a realizar en el equipo. (ver anexo 5).

##### 4.1.1. Reducción de polvo

La reducción de polvo es uno de los puntos claves del plan de mantenimiento correctivo y necesario ejecutar. (ver detalle en anexo 5).



**Figura 4.1** Extractor acoplado a Router CNC 1325  
Fuente: (ShanDong, 2019)

Este sistema de extracción acoplado mediante un ducto, va conectado directamente al cabezal del Router, con el propósito de optimizar el trabajo de extracción y luego de conectar a un ducto el polvo será transportado hacia el exterior del edificio.



**Figura 4.2: Router con sistema de aspirado encapsulado con escobilla**  
Fuente: (samycastelo2014, 2014)



**Foto 4.1: Recolector de polvo adaptado por Peopé**  
Fuente: (El Autor, 2019)



Con el sistema de extracción cerrada provista de escobilla (ver figura 16), se consigue que al mismo tiempo que va limpiando va recogiendo el polvo acumulado, el cual ayudado por el aire impulsado por un motor permite conducir los residuos hacia el exterior.

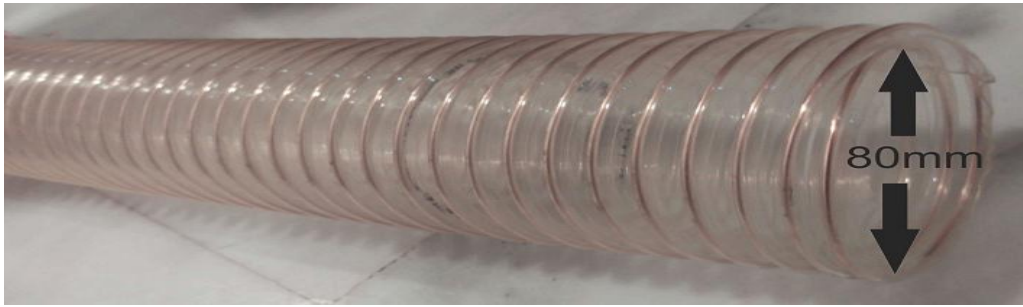
#### Descripción del producto

Colector de polvo para utilizar en máquina de grabado CNC Router, diámetro 80mm. Ofrece protección al husillo contra polvo de carpintería CNC a prueba de polvo. Permite conexión al colector de polvo con la tubería de recolección de polvo (samycastlelo2014, 2014)



**Figura 4.3: Sistemas de extracción de residuos para fresadoras CNC-11kW 2018**  
Fuente: (Radelcal Machines, 2018)

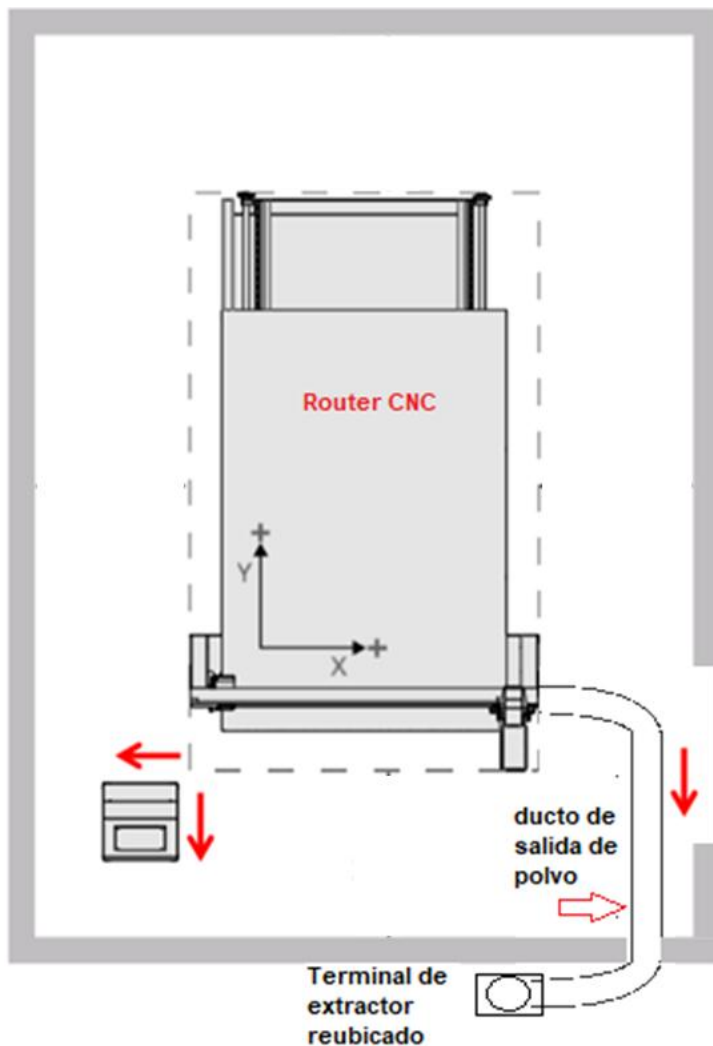
En la figura anterior se aprecia un sistema que puede servir para recibir los desechos en la parte exterior de la edificación. Éste consiste en un sistema compuesto por un motor eléctrico y una aspiradora potente que separa los desechos sólidos y los coloca en un recipiente de metal, donde se depositará el polvo, bajo el principio de funcionamiento de una aspiradora industrial.



**Figura 4.4: Tubo flexible de poliuretano**  
Fuente: (Aspiración centralizada, 2019)

El tubo flexible viene fabricado en poliuretano, 5 veces más resistente que el PVC, reforzada con espiral metálica y el más indicado para aspiraciones, o ventilación de humos, esto facilita su ubicación (Fig. 4.4).

#### Plano ubicación del terminal del ducto de extracción



**Figura 4.5: Ubicación ducto de extracción**  
Fuente: (El Autor, 2019)

#### 4.1.2. Reducción del ruido

Como se mencionó anteriormente cuando el equipo funciona en condiciones estándar de acuerdo en los requerimientos del fabricante, se produce un ruido estable por debajo del límite máximo, no obstante, cuando no se le da el mantenimiento preventivo bajo cierta planificación, en lo que respecta a lubricación en partes giratorias, y la verificación de niveles de aceite y líquido refrigerante, entonces el equipo sufrirá desperfectos por resequedad y sobrecalentamiento, presentándose dificultad para girar las piezas y desestabilización de las bandas de transmisión, lo cual incide en la elevación del ruido.



**Foto 4.2: Puntos de lubricación en Router 1325**  
Fuente: (El Autor, 2019)

Es por ello que además de una planificación de mantenimiento preventivo, es factible medir de vez en cuando el nivel que emiten los motores o las partes móviles de la máquina cada cierto tiempo y ello es factible mediante aplicaciones gratuitas para teléfonos inteligentes, que permiten medir adecuadamente el nivel de ruido, aunque no sean tan precisos como un

instrumento destinado para el efecto. Sin embargo, permite conocer cómo está funcionando la máquina.

A continuación, se describe brevemente cómo funciona una aplicación para teléfonos con sistema operativo Android



**Figura 4.6: Aplicación Sonómetro**  
Fuente: Google Play, 2019

Para medir la intensidad se puede utilizar Sonómetro (o SPL), la cual es una aplicación para teléfono que funcionan bajo el sistema operativo Android, y sirve para medir el ruido ambiental. Como resultado muestra valores en decibelios (dB) de diversas formas, ya sea observando como resultado gráfico ordenado, o de forma numérica en decibelios, similar a la lectura como un manómetro.

El sonómetro tiene las siguientes características:

- Muestra la referencia de ruido actual
- Tiene una pantalla min / avg / max valores en decibelios
- Puede medir las veces que desee
- No se puede medir por sobre los 90 Db

#### 4.1.3. Manejo de láminas delgadas

Para solucionar el problema del mayor riesgo al manipular láminas muy cerca de la herramienta giratoria con las manos, se sugiere la utilización de ventosas muy sencillas que usualmente sirven para movilizar láminas de vidrio o como en este caso de acrílico. Estas ventosas serían colocadas en el extremo del material a mover, lo cual le permitirá al operador tener sus manos a una distancia prudente de la herramienta giratoria. De esa manera con la utilización de dos ventosas (una por cada mano) el trabajo se facilitará y se evitaría el riesgo de un posible accidente.



**Figura 4.7: Ventosa para cristal**  
Fuente: (Amazon , 2019)

Su Descripción técnica es: ventosa para sujetar láminas delgadas, con un asa de liberación rápida. Es de fácil localización, fabricado en material de alto impacto, ideal para trabajar en Router.

Se utiliza generalmente para el transporte de ventanas, espejos, puertas, y más paneles de elevación de vidrio y láminas de plástico, metal y otras superficies lisas.

- Material: plástico resistente y goma
- Nivel de succión: 50 kg, vertical: 35 kg de succión
- Color: Negro

Para su utilización se debe colocar el extractor dejando los mangos en la posición hacia abajo, cuando se mueven los mangos hacia arriba entonces la succión se activa.

## **4.2. Plan de Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación del equipo, mediante la realización de revisión o inspección periódica para localizar posibles daños sufridos por el tiempo de uso, para prevenir la suspensión de las actividades por imprevistos se propone un plan de mantenimiento preventivo. (ver anexo 6).

### **4.2.1. Mantenimiento de la máquina**

En cuanto al mantenimiento que se deba realizar considerando que se realicen las innovaciones del caso y aplicando una limpieza y mantenimiento periódico al equipo será posible minimizar la presencia de polvo

Al optimizar los generadores de problemas se está optimizando la productividad desde el punto de vista del funcionamiento de la maquinaria, así como la actividad que realiza el operario que está a cargo de este equipo, es decir, si la máquina no funciona bien disminuye la productividad y si la persona a cargo no trabaja dentro de las condiciones adecuadas no va a haber resultados motivadores. Por eso se requiere que tanto la persona como maquinaria se encuentren en las mejores condiciones tanto de confort, como

de funcionamiento al máximo, respectivamente, para de esta manera obtener una mejor rentabilidad con sustentabilidad para la empresa.

Finalmente se hacen comentarios puntuales respecto al mantenimiento de la máquina en sí que comprende partes mecánicas y electrónicas, considerando siempre que el mantenimiento sea preventivo y no correctivo por lo que será necesario mantener un programa previamente aprobado

### **Tipo de mantenimiento de CNC que se requiere**

Para tener un equipo funcionando óptimamente hay que tener en cuenta ciertas sugerencias de mantenimiento las mismas que se describen a continuación.

1. Realizar limpieza del panel principal y gabinete de control empleando productos específicos que se utilizan para la limpieza con tarjetas y elementos electrónicos, realizando después un soplado con aire seco.

Tiempo: Cuatrimestral.

2. Revisar que la bomba de lubricación esté con un nivel especificado, el cual se puede observar con referencia de una línea impresa en el equipo, considerando además las especificaciones del aceite.

Tiempo: Cada vez que se requiera cuando se observe disminución de nivel.

Producto: TONNA oíl 68

3. Verificar que las válvulas distribución no tengan depósitos de polvo, retirar los protectores y verificar en toda el área, que las guías se encuentra bien lubricadas y dispongan de un movimiento adecuado.

Tiempo: Cada seis meses.

4. Verificar la medida de ejes y comprobar con el manual que cumplan los requerimientos.

Tiempo: Cada seis meses

5. Ejecutar una limpieza de todo el equipo, especialmente en el ventilador del motor para evitar elevaciones de temperatura en el Encoder y niveles de ruido fuera de lo normal en el husillo.

Tiempo: Cada seis meses.

6. Cambiar las bandas de las transmisiones, para impedir la generación de ruidos y pérdida de potencia del husillo, así como para evitar que haya variaciones en los ejes.

Tiempo: Cada seis meses.

#### **Observaciones antes de realizar labores de mantenimiento.**

1. Comprobar el estado de las válvulas y cambiarlas si es del caso, para evitar daño en las guías para que el Router no tenga saltos en ejes.
2. Es necesario ajustar las tuercas de los ejes con el propósito de minimizar el desfase de las medidas.
3. Revisar permanentemente la lubricación y si se requiere, nivelar el aceite agregando más.
4. Observar el nivel de refrigerante y cambiarlo cada tres meses ya que demasiado tiempo dentro de la máquina puede oxidar la mesa y sus componentes mecánicos.
5. Planificar mediante reporte, la siguiente inspección o mantenimiento





**Foto 4.3: Gabinete del Router**  
Fuente: (El Autor, 2019)

En la figura anterior se muestra el gabinete de control del Router, pudiéndose apreciar la disposición de sus partes (tarjetas) electrónicas. La sugerencia es que, de no proceder la reubicación del terminal de evacuación de polvo por extracción, este gabinete sea reubicado de tal forma que no reciba polvo del ambiente.

A continuación, se muestran las especificaciones del Router, las cuales sirven como guía para un mantenimiento adecuado.

**Tabla 4.1: Detalles técnicos para CNC Router RTM- 1325**

<b>Especificaciones</b>	<b>Router 1325</b>
Distancias de trabajo X/Y	130cm / 250cm
Área de trabajo efectiva	3,25m <sup>2</sup>
Desplazamiento eje Z	16cm
Tipo de transmisión en ejes X – Y – Z	Tornillos de bolas y guías lineales tipo H marca Hiwin
Diámetro tornillos X/Y/Z	20mm / 20mm / 25mm
Tipo servomotores motores X – Y – Z	Yaskawa 850W / 1000W
Cantidad de motores por eje X – Y – Z	'1 / 2 / 1
Motor husillo	HSD ó A plus 7.5kW ER32
Tipo de refrigeración de husillo	Aire forzado, opcional liquido
Rango diámetro de herramientas	1mm a 20mm
Rango revoluciones husillo	2.000rpm a 18.000rpm
Revoluciones nominales husillo (máximo torque)	14.000rpm
Cambio de herramienta del husillo	Manual, opcional automático
Variador de frecuencia	Siemens G120 7.5kW (10HP)
Velocidad de avance en vacío	20.000mm/min
Voltaje de alimentación	3 fases 220V más polo a tierra
Consumo de potencia / corriente	12kW / 30 <sup>a</sup>
Peso	1800kg
Dimensiones externas máquina (largo x ancho x alto)	297cm x 230cm x 142cm
Dimensiones externas gabinete de control (largo x ancho x alto)	45cm x 70cm x 140cm
Espacio físico mínimo requerido para operar	3m x 4m
Control	Basado en PC core i3 y software Mach3
Licencias de software incluidas	Windows 7 Profesional y Mach3

Fuente: (El Autor, 2019)

## 4.2.2. Señalización

Corresponde a símbolos de señalética convencionales que indiquen de manera clara la acción a tomar y con ello se eviten tomar riesgos: las figuras que correspondan e instrucciones serán ubicadas en el tamaño y lugar apropiado, por lo que se sugiere tomar las siguientes observaciones:

- Colocar símbolos de peligro
- De ser posible imprimir placas con instrucciones específicas de “solo personal autorizado”, “no tocar”, y otros requeridos
- Instrucciones resumidas a seguir en caso de emergencia.
- Identificación de partes de la máquina

Los símbolos más adecuados a colocar son:



PRECAUCIÓN

Este símbolo será colocado sobre sectores de elementos mecánicos en movimiento. De ser el caso agregar la advertencia de: peligro partes en movimiento.



PELIGRO

Esta advertencia será colocado sobre productos que se utiliza para el mantenimiento (líquidos refrigerante, limpiador de tarjetas, y otros).



Este símbolo debe estar visible tanto en lugares dentro del área de funcionamiento de la máquina así como en zonas circundantes, con el propósito de que tenga un alcance tanto para el operador así como de otros trabajadores.



La advertencia para uso de gafas protectoras es de uso obligatorio para los operadores del Router, por lo que debe estar colocado en un lugar visible.



Debido a que la máquina funciona con un sistema eléctrico, se requiere, poner el símbolo en todas las partes donde existan presencia de energía eléctrica.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS ECONÓMICO E IMPACTO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se analiza el beneficio económico e impacto en la seguridad industrial con la implementación de la propuesta.

#### 5.1. Costos generales

Para estimar los costos se establece los valores económicos de los accesorios electrónicos, eléctricos, materiales utilizados, ensamble y actividades realizadas para suponer la puesta en marcha del mantenimiento correctivo como el preventivo propuesto.

La inversión requerida para implementar la propuesta es 1.511,00 dólares conforme el detalle que se expone a continuación.

**Tabla 5.1: Costos aproximados mantenimiento correctivo**

<b>Mantenimiento Correctivo</b>				
<b>Q</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor/unit</b>	<b>Total</b>
10	Metros	Tubo acordeón de plástico	<b>15,00</b>	<b>150,00</b>
1	c/u	Sistema para recoger polvo al final del ducto	<b>350,00</b>	<b>350,00</b>
10	c/u	Ventosas	<b>12,50</b>	<b>125,00</b>
1	c/u	Breaker p/riel C60N 3x20Amp	<b>25,00</b>	<b>25,00</b>
1	c/u	Contactador 25 A LCD1D25 Telematic	<b>78,00</b>	<b>78,00</b>
1	c/u	Luz piloto Telematic Roja C/LED 24VAC/DC XB4-BVB4	<b>27,00</b>	<b>27,00</b>
2	c/u	RIEL DIN 35MM Acero perforado 1 mt	<b>3,00</b>	<b>6,00</b>
1	c/u	Aditamento acoplado al cabezal de herramienta giratoria	<b>50,00</b>	<b>50,00</b>
1	c/u	Mano de obra	<b>700,00</b>	<b>700,00</b>
			<b>Suman</b>	<b>1.511,00</b>

Fuente: (El Autor, 2019)

El costo anual para el mantenimiento preventivo es 1.340,00 dólares.

**Tabla 5.2: Costos aproximados mantenimiento preventivo**

<b>Mantenimiento Preventivo</b>					
<b>Q</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor/unit</b>	<b>Total</b>	<b>Anual</b>
10	c/u	Señalética	8,00	80,00	80,00
1	c/u	Aplicación Sonómetro	0,00	0,00	0,00
1	c/u	Limpieza del panel principal y gabinete de control		80,00	240,00
1	c/u	Verificar nivel de aceite de bomba y rellenar		0,00	60,00
1	c/u	Lubricación de válvulas de distribución Router	10	10,00	20,00
1	c/u	Verificar medida de ejes		0,00	0,00
1	c/u	Limpieza de ventilador del motor		0,00	40,00
1	c/u	Ajustar y lubricar bandas y mecanismos giratorios	350	350,00	700,00
1	c/u	Ensamblajes	100	100,00	200,00
			<b>Suman</b>	<b>\$ 620,00</b>	<b>\$1.340,00</b>

Fuente: (El Autor, 2019)

Con la implementación se obtendrá un incremento del 10% en la productividad ya que la máquina funcionará óptimamente, y con sistema de seguridad y fijación el personal operará el equipo con mayor agilidad; en consecuencia habrá un ahorro de 10% en los costos asociados a la operación del equipo Router de la empresa Ganetel S.A., por lo que el ahorro anual será.

$$10\% * 29.500 \text{ dólares} = 2.950 \text{ dólares (Peopé, 2019)}$$

Aplicando el criterio de beneficio y costo se tiene que la empresa en el primer año recuperará la inversión y costo de mantenimiento.

Inversión + costo de mantenimiento	= \$1.511 + \$1.340	= \$2.851,00
Beneficio	= \$29.500 * 10%	= \$2.950,00
<b>Beneficio neto año 1</b>		<b>= \$ 99,00</b>

Los siguientes años en beneficio neto, considerando invariables los ingresos y costos, sería.

Costo de mantenimiento	= \$1.340	= \$1.340,00
Beneficio	= \$29.500*10%	= \$2.950,00
<hr/>		
Beneficio neto año 1		= \$ 1.610,00

En consecuencia se establece que la propuesta generaría un impacto económico positivo para la empresa Ganetel S.A.

## 5.2. Análisis de Impacto

El instrumento utilizado para establecer el impacto generado si se implementa la propuesta es la Matriz de Acción y Efecto, que compara las acciones implementadas y el posible efecto que éstas generan (Gómez, 2016, pág. 45).

La valoración del impacto es cualitativa, pero se asigna una magnitud en base a la información recabada, con esto y escalas definidas se trata de minimizar la subjetividad en la interpretación y análisis (Gómez, 2016, pág. 53).

Los factores que se consideran para medir los impactos son:

- Intensidad I del impacto producido en los factores.
- Extensión EX se relaciona al ámbito de influencia; en este caso puntual porque se trata de una empresa.
- Momento MO, tiempo en que aparece el impacto.
- Persistencia PS, tiempo que permanece el impacto.
- Periodicidad PR, frecuencia del impacto; irregular, periódica o continua.
- Acumulación AC, permanencia e incremento de la intensidad del impacto.
- Efecto EF incidencia sobre el factor; directo o indirecto. (Gómez, 2016, pág. 56)

Para valorar los impactos, se emplea la siguiente escala.

**Tabla 5.3: Escala de valoración de impactos**

Caracterización	Valor
<b>Bajo</b>	<b>1</b>
<b>Moderado</b>	<b>2</b>
<b>Medio</b>	<b>3</b>
<b>Alto</b>	<b>4</b>
<b>Irrelevante</b>	<b>-1</b>
<b>Moderado</b>	<b>-2</b>
<b>Severo</b>	<b>-3</b>
<b>Crítico</b>	<b>-4</b>

Fuente: (Dewey, 2010)

### **5.2.1. Seguridad Industrial**

En concreto podemos establecer que a la hora de hablar de la seguridad industrial se hace necesario especificar que la misma se desarrolla de manera específica para poder prevenir las posibles situaciones y riesgos que se den en ámbitos donde se trabaja con electricidad y equipos.

La innovación tecnológica, la repotenciación de maquinaria, la capacitación de los trabajadores y los controles habituales son algunas de las actividades vinculadas a la seguridad industrial, no puede obviarse que, muchas veces, las empresas deciden no invertir en seguridad para ahorrar costos, lo que pone en riesgo la vida de los trabajadores.

El impacto en la seguridad industrial es.

**Tabla 5.4: Impacto de la propuesta**

	<b>Factor</b>	<b>Impacto</b>	<b>Justificación</b>
1	Disminución de polvo	<b>Alto 4</b>	Disminuyen enfermedades respiratorias en los empleados, por lo tendrán una mejor calidad de vida y una mayor productividad. Disminuye contaminación ambiental, lo que favorece a toda la sociedad.
2	Disminución de ruido	<b>Medio 3</b>	Disminuye la emanación de ruido, con lo que los empleados mejoran su audición y evitan enfermedades de trabajo, con lo que mejora su calidad de vida. Disminuye contaminación ambiental sonora, lo que favorece al entorno inmediato.
3	Fijación de material de trabajo	<b>Medio 3</b>	Disminuye riesgos de accidentes de trabajo, los empleados tienen mayor seguridad y mayor productividad, lo que favorece económicamente a la empresa.
	Promedio	<b>Medio 3,33</b>	

Fuente: (Dewey, 2010)

De implementarse la propuesta, ésta generará un impacto positivo medio en la seguridad industrial de la empresa Ganetel S.A.

#### **5.2.1.1. Protección de boca y nariz**

Respirar un aire limpio es fundamental para mantener la salud respiratoria, desde muy antiguo conocemos que la inhalación de determinadas sustancias en el lugar de trabajo puede provocar enfermedades específicas como la silicosis, asbestosis, asma o incluso cáncer de pulmón.



La EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica) es una enfermedad frecuente y prevenible que se caracteriza por la presencia de síntomas respiratorios persistentes como tos, expectoración y dificultad para respirar producida por una exposición significativa a partículas o gases nocivos. Los estudios realizados en diferentes partes del mundo permiten establecer en más del 15% la proporción de casos de que esta enfermedad puede ser atribuida a la exposición al polvo, humo y gases durante la jornada laboral.

En el capítulo 3 como parte del diagnóstico actual se determinó que los factores internos o endógenos como es la contaminación con polvo (3.6.1) requiere pronta solución, es por esto que poner en marcha esta propuesta de mantenimiento correctivo en el equipo CNC ROUTER TS 1325 tendría un impacto significativo para disminuir el riesgo de padecer la enfermedad profesional EPOC.

De igual manera el uso adecuado de equipo de protección como es el respirador minimiza los riesgos cuando se está expuesto a una atmósfera contaminada.



**Figura 5.1: Respirador tipo mascarilla**  
Fuente: (samycastelo2014, 2014)

### 5.2.1.2. Protección de oídos

La exposición prolongada a niveles de ruido de más de 85 dB(A) es potencialmente peligrosa. Sin embargo, el nivel del ruido no es el único factor a tener en cuenta, ya que el tiempo de exposición también determinará el alcance del daño.

La hipoacusia o la pérdida auditiva provocada por la exposición a niveles de ruido excesivos, es la enfermedad profesional más frecuente en Europa, es un proceso irreversible provocado por lesiones de las células ciliadas de la cóclea que forma parte del oído interno y representa aproximadamente una tercera parte de las enfermedades de origen laboral, por delante de los problemas de la piel y el sistema respiratorio.

Como parte del diagnóstico se determinó que los factores internos o endógenos como es el excesivo nivel de ruido (3.6.2), requiere una inmediata solución, con la puesta en marcha del plan de mantenimiento correctivo y preventivo en el equipo CNC ROUTER TS 1325 tendría un impacto para disminuir el ruido causante de esta enfermedad profesional.

Además, la utilización de protectores auditivo tipo copa protege al oído de niveles de presión sonora mayor a 80 dBA en diferentes frecuencias, están cubiertos de material elástico para asegurar un confortable ajuste alrededor del oído. Este recubrimiento actúa como obturados y ayuda a amortiguar las vibraciones.



**Figura 5.2: Protector auditivo tipo copa**  
Fuente: (samycastelo2014, 2014)

### **5.2.2. Eficiencia operativa del equipo**

La ejecución oportuna de la propuesta del plan de mantenimiento correctivo y preventivo permitirá mantener operable el equipo CNC Router TS 1325 dentro de las condiciones óptimas de funcionamiento.

En consecuencia, un buen mantenimiento integral puede resumirse en calidad, seguridad, eficiencia, eficacia y rentabilidad. Logrando:

- Maximizar la productividad y eficiencia.
- Satisfacer los requisitos de calidad de la empresa.
- Cumplir con todas las normas de seguridad y medio ambiente.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1. Conclusiones**

1. Es necesario realizar la optimización del equipo mediante el mantenimiento correctivo del equipo y mantener su operatividad mediante los respectivos mantenimientos preventivos.
  
2. El análisis de costos concluye que el beneficio de los impactos de la ejecución del proyecto es mayor que el costo que genera al realizar los cambios, a continuación, se detallan los siguientes beneficios:
  - Disminución de la contaminación por polvo con la reubicación de extractor y reubicación y alargamiento de cámara de extracción.
  
  - Disminución de la contaminación ruido, mediante la construcción de cámara isonora.
  
  - Disminuir el riesgo durante el manejo manual de material acrílico delgado, mediante la adaptación de pivotes con resortes para mantener presionados las láminas delgadas.

## **6.2. Recomendaciones**

1. Garantizar Supervisar que los operadores del CNC Router utilicen los equipos de protección y seguridad tanto de la máquina como personal recomendadas por el fabricante.
2. Garantizar el cumplimiento del mantenimiento correctivo y preventivo propuesta por el autor del presente documento mediante la aplicación de políticas, reglamentos y sanciones pertinentes para la correcta ejecución.
3. Llevar los respectivos registros y estadísticas para verificar el cumplimiento de las mejoras y el impacto respecto a la aplicación del mantenimiento correctivo y preventivo.

## BIBLIOGRAFIA

- Ali express. (2011). Obtenido de Router con sistema de aspirado encapsulado con escobilla: <https://es.aliexpress.com/item/Diameter-80mm-CNC-Rouner-Vacuum-Cleaner-Spindle-Dust-Cover-Dust-protection-for-CNC-woodworking-engraving-machine/32493541744.html>
- Amador, C. (22 de abril de 2019). Recuperado el 20 de enero de 2019, de 10 Cosas que todo principiante de un Router CNC necesita saber para tener éxito: <http://fabricatupropioroutercnc.com/blog/10-cosas-que-todo-principiante-de-una-maquina-cnc-necesita-saber-para-tener-exito.html>
- Amazon . (2019). Obtenido de Ventosa para cristal : <https://www.amazon.es/Ventosa-para-cristal-elevador-transporte/dp/B01DPAED6S>
- Aspiración centralizada. (2019). Obtenido de Tubo flexible de poliuretano 2019 : <http://aspiracion-centralizada.com/tienda/tuberia-flexible/flexible-80-mm/>
- Autodesk Cam. (2014). *Autodesk Cam Fundamentals of CNC Machine* . USA: Desk copy.
- Bertomeu, J., Garcia, J., Gardonio, S., Gomez, M., & Granados, F. (2014). *Motor Paso A Paso* . Buenos Aires: Universidad Técnica Nacional, Maquinas e Instalaciones Eléctricas . Obtenido de [http://www1.frm.utn.edu.ar/mielectricas/docs2/PaP/MOTOR\\_PaP\\_FIN AL.pdf](http://www1.frm.utn.edu.ar/mielectricas/docs2/PaP/MOTOR_PaP_FIN AL.pdf)
- CNC DIY. (09 de abril de 2017). *Introducción a las máquinas CNC*. Recuperado el 18 de enero de 2019, de Componentes eléctricos de una máquina: <https://cncdiyblog.wordpress.com/2017/04/09/partes-de-un-sistema-cnc/>
- Dewey, A. (2010). *Evaluación de los impactos potenciales de proyectos*. San José de Costa Rica: IICA.
- Expomedios. (2018). Obtenido de Perfil de la empresa: <http://www.expomedios.net/quienessomos.php>
- Gómez, O. D. (2016). *Evaluación de impactos en entornos socio económicos 4ta. Ed.* Madrid: Mundi Prensa Editores.
- Gormaz, I. (2007). *Técnicas y Procesos en las instalaciones singulares en los edificios. Instalaciones electrotecnias*. Buenos Aries Argentina: Editorial Paraninfo.
- Henao, F. (2009). *Condiciones de trabajo y salud*. Bogotá, CO:: Ecoe Ediciones.

- IESS. (2016). *IESS Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Quito: Resolución del IESS 513 Registro Oficial Edición Especial 632 de 12-jul.-2016.
- JIN ZHI YIN. (2019). *CNC de alta velocidad*. Obtenido de CNC Router TS 1325: <https://es.aliexpress.com/item/High-Speed-cnc-wood-cutter-1325-cnc-router-for-wood-furniture-machine-with-water-cooling/32820418414.html>
- Jorge Alvarez. (2019).
- Lavell, & Alan. (2004). *Sobre la gestión del Riesgo: Apuntes hacia una definición*. Tegucigalpa, Honduras: CIDBIMENA Centro de Información Sobre Desastres Y Salud.
- Limon, R. R. (2007). *Enciclopedia Virtual*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>
- López, Á. A., & Parra, P. R. (2016). *Diseño de una Fresadora Router CNC*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral .
- Maldonado, F. (2015). *Diseño de una Máquina Fresadora CNC para mecanizado de prototipos*. Guayaquil: ESPOL.
- Mecafenix . (20 de abril de 2017). Recuperado el 20 de enero de 2019, de Que es un motor paso a paso: <http://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/motor-paso-a-paso/>
- Meira, T., Santana, V., & Ferrite, S. (2015). Gender and other factors associated with the use of hearing protection devices at work. *Saude Publica*. 2015, 2(49). doi:S0034- 89102015000100259
- Miño, J. (2008 ). *Seguridad un enfoque integral*. Quito: Cámara Ecuatoriana del Libro.
- Morales, H. A. (2012). *Diseño Mecánico de la Estructura de un Router CNC*. México: Grado de: Maestro en Ingeniería.
- Muñoz, V. B. (2009). *Prevención de riesgo - Implantación de un sistema efectivo de control de riesgo*. Córdoba, AR: : El Cid Editor | apuntes.
- Naf, R. (2013). *Guía Práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial*. Madrid: Fremap .
- Ñaupas, H. M. (2013). *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Orozco, R., & Gómez, J. (2012). La percepción social del ruido como contaminante. En M. Aguilar, E. Delgado, V. R. Vázquez, & (coords.), *Ordenamiento territorial y participación social: problemas y*

*posibilidades*, . México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Patagonia CNC Machines. (2015). *PCNC Router de mecanizado*. Buenos Aires: Patagonia, Manual del usuario.

Peopé. (2019). Obtenido de Empresa de publicidad:  
<https://peope.online/content/4-sobre-nosotros>

Radelcal Machines. (2018). Recuperado el 28 de enero de 2019, de Sistemas de extracción de metales para fresadoras CNC - 11kW:  
<https://www.radecalmachinesales.com/metal-extraction-systems-cnc-routers-11kw/amp/>

Reglamento de Seguridad. (1986). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo* . Quito: Decreto 2393 publicado en el Registro Oficial N° 565 del 17 noviembre 1986.

Rodríguez, F. (2015). Ruido ambiental, comunicación y normatividad en la Ciudad de México. *Razón y Palabra*, 19(91).

Romero, G., & Andrew, M. (2013). *Los desastres no son naturales: Como entender los desastres naturales*. 4ta. Ed. . Bogotá: La Red. .

samycastelo2014. (2014). Obtenido de Equipos de proteccion:  
<https://sites.google.com/site/samycastelo2014/equipos-de-proteccion-personal/3---proteccion-de-boca-y-nariz>

Sandwick . (2017). Obtenido de Herramientas rotativas :  
[https://www.sandvik.coromant.com/es-es/pages/search15products.aspx?tpcleaf=ROTBUR\\_COR&q=rotativas](https://www.sandvik.coromant.com/es-es/pages/search15products.aspx?tpcleaf=ROTBUR_COR&q=rotativas)

ShanDong. (2019). Obtenido de ShanDong KyMi Machine Co., Ltd. :  
[https://es.made-in-china.com/co\\_kymimachine/product\\_1325-CNC-Router-Woodworking-Engraving-Machine\\_eiyyngeey.html](https://es.made-in-china.com/co_kymimachine/product_1325-CNC-Router-Woodworking-Engraving-Machine_eiyyngeey.html)

Sideco . (2018 ). *Sistemas de corte*. Obtenido de ¿Qué es un Router CNC? :  
<https://sideco.com.mx/que-es-un-router-cnc/>

Spiegel, J., & Maystre, L. (2014). Control de la Contaminación Ambiental . *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* , 1-59.

UPNA. (2014). *Control de un motor paso a paso*. Navarra: Universidad Pública de Navarra . Recuperado el 18 de enero de 2019, de Motor paso a paso: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3547/577435.pdf?sequence=1>

Vargas, J. (2013). *Políticas públicas de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio naturales* 4ta. Ed. . Santiago de Chile: CEPAL.



Wilches Chau, G. (2013). *Los desastres no son naturales: Vulnerabilidad Global 3ra. Ed.* Bogotá: La Red.

## ANEXOS

### Anexo 1 Consejos para operar un CNC ROUTER

Sugerencia	Descripción
Facilidad de movimiento motriz	Tener la capacidad de conducir su CNC como si fuera una fresadora manual con manutención eléctrica con movimiento de cada eje.
Manejo de Código G	Se hace necesario la comprensión del código G. Para hacer eso, debe tener conocimientos de CAD / CAM. Utilizar los planteamientos que dispone la máquina y si lo cambia debe ser comunicado.
Utilizar buenos cortadores	Se debe elegir cortadores de condición útil, en razón de ello es importante conseguirlos de una principio confiable frente a precios adecuados. Se recomienda utilizar cortadores de carburo ya que estos tienen una gran cantidad de usos.
Usar equipo de protección personal	Es muy importante recordar que durante toda la operación de fresado se debe usar anteojos de protección, ya que se destruirá algunos cortadores y pueden saltar astillas.
Disponer de un kit de sujeción.	Se debe tomar en cuenta la sujeción de cada parte de trabajo en el Router CNC. Al no contar con una aceptable retención, la pieza de trabajo se moviera. Se necesita un kit de sujeción, en base a la rutina de trabajo y una forma de articular el tornillo de banco a través de las ranuras en T de la mesa.
Dar mantenimiento constante al sistema de aspirado de la viruta	Se previene con este paso la presencia de suciedad en las guías del aparato y las cremalleras o husillos.
Precaución con el módulo del cortador	Es importante que antes de iniciar el trabajo de fresado, debe hacerlo considerando el cortador en alto cuando se muevan los ejes X e Y, sin que se destruya el cortador.
Disponer de una calculadora que cuente con registro de avances y velocidades	Es importante utilizarla cuando se están haciendo los primeros cortes, y entender el comportamiento de los materiales en función a la velocidad de rotación del cortador y al avance del mismo.
Usar el aparato de medición de altura Z para establecer las longitudes de herramienta.	Disponer de un aparato de medición de altura Z y usarlo. Consiste en aplicar una aguja, se pone abajo la herramienta hasta un punto y se pone en cero la aguja.
Guiar los husillos de Router CNC en forma adecuada.	En el teclado de operación, los ejes Y y Z los podrá mover con las teclas de flechas para los ejes XY y "Re Pág." o "Av. Pág." para el eje Z. Presionando las teclas en la dirección deseada de movimiento.
Empezar con materiales blandos	Si el operador se está iniciando, debe considerar la ejecución de los cortes en los materiales: madera, mdf, acrílico, pvc, posterior a ello proseguir con lámina de aluminio o latón, para finalmente pasar a lámina de acero dulce.

Fuente: (Amador, 2019)

## **Anexo 2 Formulario de preguntas para Entrevistas**

### **INGENIERIA EN ELECTROMECAÁNICA**

**Investigador: Jorge Álvarez**

**Entrevista a Expertos**

**Objetivo:** Recabar criterios calificados

#### **Estimado experto:**

La UCSG, a través de la Carrera de Ingeniería de Electromecánica, se encuentra realizando una investigación dentro de lo que compete a seguridad de trabajo en el equipo CNC Router TS1325, en la empresa PEOPE, por lo que se solicita a usted muy comedidamente, se sirva contestar las siguientes preguntas.

#### **Preguntas**

- Pregunta 1 ¿Qué opina usted respecto a los problemas que tiene el CNC Router TS 1325, en lo que a seguridad industrial se refiere?
  
- Pregunta 2 ¿De existir problemas de seguridad industrial como los mencionados anteriormente en la pregunta 1, que medidas sugiere tomar al respecto?
  
- Pregunta 3 ¿Usted cree que los problemas que se observan por el funcionamiento del Router afectan la productividad de la máquina?
  
- Pregunta 4 ¿Puede darnos algún criterio respecto al mantenimiento de la máquina?

### Anexo 3 Detalle de calificación de Ficha de observación

Descripción	5	4	3	2	1	
<b>Conocimiento de la máquina</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>Nunca</b>	<b>90,00%</b>
La persona a cargo está capacitada para operar el CNC.	5					100,00%
El operador conoce para que sirve cada botón o comando del equipo.	5					100,00%
El operador tiene cuidado al manipular las herramientas de corte.		4				80,00%
El operador conoce la parada de emergencia en la máquina.		4				80,00%
<b>Orden y limpieza</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>Nunca</b>	<b>66,67%</b>
El espacio de trabajo está ordenado		4				80,00%
El espacio de trabajo está limpio			3			60,00%
El operador comprueba que el área de trabajo se encuentra totalmente despejada antes de iniciar su funcionamiento			3			60,00%
<b>Medidas de precaución</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>Nunca</b>	<b>55,00%</b>
El operador comprueba que la pieza esté bien ubicada antes de presionar el botón de arranque en la máquina		4				80,00%
El operador alerta a personas presentes antes de encender				2		40,00%
Cuando el operador está con otra persona en la máquina, comunica claramente que tipo de trabajo está ejecutando			3			60,00%
El operador impide que otra persona toque algún control, mientras que él está trabajando en la máquina.			3			60,00%
El operador utiliza pinzas u accesorios para manipular las láminas de trabajo				2		40,00%
El operador usa un pincel para quitar las virutas afiladas de la herramienta de corte.				2		40,00%
El operador usa una manguera de aire para limpiar las virutas de la máquina.		4				80,00%

El operador almacena los trapos sucios o aceitosos en un recipiente a prueba de fuego				2		40,00%
El operador levanta pesos manejables de manera cómoda utilizando la fuerza de sus piernas			3			60,00%
El operador apaga la máquina en marcha cuando se ausenta del lugar				2		40,00%
Antes de apagar la máquina, el operador retira cualquier herramienta desde el eje.			3			60,00%
El operador evita contacto directo del refrigerante con su piel.			3			60,00%
<b>Medidas de protección personal</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>Nunca</b>	<b>46,67%</b>
El operador utiliza protectores de oídos			3			60,00%
El operador utiliza protección para vías respiratorias			3			60,00%
El operador utiliza zapatos de cuero				2		40,00%
El operador utiliza gorra para ordenar su cabello				2		40,00%
El operador utiliza camisa manga corta				2		40,00%
El operador utiliza pantalón jean				2		40,00%
<b>Medidas generales</b>	<b>Siempre</b>	<b>Casi siempre</b>	<b>A veces</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>Nunca</b>	<b>68,00%</b>
El sistema de extracción de polvo funciona adecuadamente			3			60,00%
El nivel de ruido de la máquina es inferior a los límites tolerables		4				80,00%
El operador dispone de bitácora donde reporta novedades cada vez que trabaja en la máquina			3			60,00%
El área de trabajo dispone de señalética de seguridad			3			60,00%
La máquina tiene mantenimiento programado		4				80,00%
<b>PROMEDIO GENERAL</b>						<b>65,27%</b>

Fuente: (Autodesk Cam, 2014); Autor



### Anexo 5 Plan de Mantenimiento Correctivo

ITEM	OBJETIVO	ACTIVIDAD	PRODUCTO OBTENIDO	RESPONSABLE	COSTO	PLAZO
1	Reducir el polvo	Establecer el diseño de la solución	Colector de polvo de diámetro 80mm, protege al husillo contra polvo, permite conexión al colector con la tubería de recolección. Sistema recibe los desechos en la parte exterior de la edificación, está compuesto por un motor eléctrico y una aspiradora potente que separa los desechos sólidos y las colocan en un recipiente de metal, donde se depositará el polvo, bajo el principio de funcionamiento de una aspiradora industrial.	Técnico externo	\$ -	Inmediato
		Adquirir materiales			\$ 65,00	Inmediato
		Realizar ensambles			\$ 200,00	Inmediato
2	Reducir el ruido	Reposición de mecanismos giratorios y bandas.	Equipo operando óptimamente, suplirá desperfectos por resequedad y sobrecalentamiento, presentándose dificultad para girar las piezas y desestabilización de las bandas de transmisión, lo cual incide en la elevación del ruido.	Técnico externo	\$ 350,00	Inmediato
		Lubricación			\$ 650,00	Inmediato
		Realizar ensambles			\$ 121,00	Inmediato
3	Manejar adecuadamente láminas delgadas	Establecer el diseño de la solución	Sistema de ventosas que permite sujetar láminas delgadas, con un asa de liberación rápida, de fácil localización, fabricado en material de alto impacto, ideal para trabajar en el Router.	Técnico externo y personal operativo	\$ -	Inmediato
		Adquirir ventosas			\$ 125,00	Inmediato
		Capacitar al personal			\$ -	Inmediato
<b>COSTO TOTAL PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>					<b>\$ 1.511,00</b>	

### Anexo 6 Plan de Mantenimiento Preventivo

ITEM	OBJETIVO	ACTIVIDAD	LOGRO	RESPONSABLE	COSTO	MESES																	
1	Prevenir accidentes	Señalética	Mayores niveles de seguridad	Técnico externo	\$ 80,00																		
2	Conocer nivel de ruido	Aplicación Sonómetro	Mantener niveles de ruido adecuados	Técnico externo	\$ -																		
3	Reducir polvo	Limpieza del panel principal y gabinete de control	Equipo limpio con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ 240,00																		
4	Asegurar lubricación adecuada	Verificar nivel de aceite de bomba y rellenar	Equipo con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ 60,00																		
5	Asegurar lubricación adecuada	Lubricación de válvulas de distribución Router	Equipo con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ 20,00																		
6	Asegurar funcionamiento adecuado	Verificar medida de ejes	Equipo con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ -																		
7	Evitar que polvo afecte lubricación	Limpieza de ventilador del motor	Equipo con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ 40,00																		
8	Asegurar funcionamiento adecuado	Ajustar y lubricar bandas y mecanismos giratorios	Equipo con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ 700,00																		
9	Asegurar funcionamiento adecuado	Ensamblajes	Equipo con óptimo funcionamiento	Técnico externo	\$ 200,00																		
<b>COSTO ANUAL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					<b>\$ 1.340,00</b>																		



## Anexo 7 Reglamento de seguridad del trabajo (Acuerdo No 013)

### REGLAMENTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO CONTRA RIESGOS EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA (Acuerdo No. 013)

EL MINISTRO DE TRABAJO Y RECURSOS HUMANOS

Considerando:

Que es deber del Estado, a través de los órganos y entidades competentes, precautelar las condiciones de vida y de trabajo de la población;

Que es indispensable y urgente que el Estado ecuatoriano reglamente las actividades laborales de instalaciones de energía eléctrica en orden a reducir los riesgos de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que afectan a los trabajadores de esta importante rama de la actividad económica;

Que el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, en cumplimiento de lo establecido en el Art. 2, numeral 2, literal c) del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, aprobó en sesión del 28 de febrero de 1996 las normas contenidas en el "Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica";

Que al amparo de lo dispuesto en el Art. 434 del Código Laboral, el Director General del Trabajo ha procedido a dictar el reglamento de prevención de riesgos del trabajo en el área específica de las instalaciones de energía eléctrica;

Que en memorandos Nos. 244-DGT-DSHT y 007-DAJ del 30 de diciembre de 1997 y 9 de enero de 1998, respectivamente, constan los informes favorables de la Dirección de Asesoría Jurídica y el Departamento de Seguridad e Higiene de Trabajo de este Ministerio; y,

En uso de las atribuciones legales,

Acuerda:

Art. 1.- Aprobar sin modificaciones el "Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica", elaborado por el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo el 28 de febrero de 1996.

Art. 2.- Encomendar el control de la aplicación del Reglamento mencionado en el artículo anterior, al Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, a la Dirección General y Subdirecciones del Trabajo, al Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo de este Ministerio, y a las dependencias de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Publíquese.- Quito, 22 de enero de 1998.

Capítulo I



## DISPOSICIONES QUE DEBEN OBSERVARSE EN EL MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Art. 1.- Condiciones generales.- Las instalaciones de generación, transformación, transporte, distribución y utilización de energía eléctrica, tanto de carácter permanente como provisional, así como las ampliaciones y modificaciones, deben ser planificadas y ejecutadas en todas sus partes, en función de la tensión que define su clase, bajo las siguientes condiciones:

1.- Con personal calificado;

2 - Con material adecuado;

3.- Con aislamiento apropiado;

4.- Con suficiente solidez mecánica, en relación a los diferentes riesgos, de deterioro a los cuales pueden quedar expuestas, de manera que la corriente eléctrica no llegue a recalentar peligrosamente a los conductores, a los aislantes, a los objetos colocados en su proximidad; a fin de que el personal quede protegido contra riesgos de contacto involuntario con conductores o piezas conductoras habitualmente energizadas, protección que puede darse:

a) Por alejamiento de las partes conductoras energizadas;

b) Mediante la colaboración de obstáculos entre el personal y las partes conductoras energizadas; o,

c) Con aislamiento apropiado.

5.- Con la aplicación de las medidas necesarias para que las personas queden protegidas contra riesgos de contacto accidental con estructuras metálicas, energizadas por fallas del aislamiento, mediante:

a) Puesta a tierra (aterrizaje) de las estructuras metálicas y masas;

b) Conexiones equipotenciales; y,

c) Conductores de protección.

Art. 2.- Protección contra descargas atmosféricas.- En las zonas particularmente expuestas a los efectos de los rayos, debe protegerse toda instalación eléctrica aérea contra las descargas atmosféricas.

Art. 3.- Identificación de aparatos y circuitos.-

1.- Los aparatos y circuitos que componen una instalación eléctrica deben identificarse con etiquetas o rótulos, o por otros medios apropiados con el objeto de evitar operaciones equivocadas que pueden provocar accidentes;

2. - El conductor neutro y los conductores de puesta a tierra y de protección, deben diferenciarse claramente de los otros conductores.

Art. 4.- Separación de las fuentes de energía.-

1.- En el origen de toda instalación se colocará un dispositivo que permita separarla de su fuente de energía. Esta separación debe hacerse en todos los conductores activos;

2. - En las instalaciones con varias salidas debe hacerse una separación por salida;

3.- Todo aparato que se utilice para cortar la corriente eléctrica, debe hacerlo simultáneamente en todos los conductores activos en una sola maniobra.

Art. 5.- Tomas de tierra y conductores de protección.- Las tomas de tierra y los conductores de protección deben satisfacer las condiciones siguientes:

1.- La disposición general de su instalación y los metales que son parte de su composición, deben elegirse de manera que eviten toda degradación ocasionada por acciones mecánicas y térmicas, y resistan la acción corrosiva del suelo, así como los efectos de la electrólisis;

2.- La conexión de las masas de los aparatos y de las estructuras metálicas, deben hacerse con derivaciones conectadas a una línea principal de tierra; en ningún caso debe conectarse en serie;

3.- No debe intercalarse en los conductores de protección: fusibles, interruptores o disyuntores;

4.- La sección de los conductores de tierra o para las conexiones equipotenciales, deben determinarse en función de la intensidad y de la duración de la corriente susceptibles a fluir en caso de falla, para prevenir su deterioro por sobrecalentamiento, así como todo riesgo de incendio proveniente de ese sobrecalentamiento.

Art. 6.- Prohibición de utilizar la tierra como parte de un circuito activo.- Está prohibido utilizar como parte de un circuito activo la tierra, un conductor de protección, una canalización o cubierta metálica, o una estructura metálica que sea parte de una construcción.

Art. 7.- Instalaciones eléctricas en lugares con riesgo de incendio o explosión.- Los equipos e instalaciones eléctricas situados en lugares con riesgos de incendio o explosión, estarán contruidos o instalados de tal forma que se impida el origen de tales siniestros.

Art. 8.- Instalaciones eléctricas en locales de características especiales.- En lugares húmedos, mojados, con riesgos de corrosión, sometidos a altas o bajas temperaturas y en cualquier otro lugar sometido a condiciones especiales, las instalaciones y equipos eléctricos se acomodarán a las condiciones particulares del medio, extremando las medidas de protección para el personal que opera y mantiene dichas instalaciones y equipo.

Art. 9.- Electricidad estática.-

1.- En las cargas susceptibles de generación o acumulación de cargas electrostáticas, se adoptarán alguna de las siguientes medidas:

- a) Humidificación del ambiente a niveles apropiados;
- b) Conexión eléctrica de los elementos conductores entre sí y a tierra; o,
- c) Integración del aire.

2.- La adopción y utilización de cualquiera de las medidas indicadas anteriormente estará condicionada a las características particulares de la instalación protegida y anexas, y muy especialmente, se tendrán en cuenta sus características de inflamabilidad y explosividad.



3- Obligatoriamente se procederá a la conexión eléctrica de elementos conductores entre sí y a tierra, en los siguientes casos:

- a) Trasvase de fluidos inflamables; y,
- b) Manipulación industrial de polvos explosivos, detonadores y materia o material explosivo.

Para evitar la posibilidad de arcos y chispas, al poner a tierra cualquier elemento móvil, se debe colocar un interruptor en dicho circuito de puesta a tierra y realizar la operación con la siguiente secuencia:

- a) Asegurarse que el interruptor esté abierto;
- b) Conectar el equipo móvil al cable de tierra, y,
- c) Cerrar el interruptor.

La desconexión se realizará en el orden inverso al expuesto.

4.- Los operarios que puedan estar sometidos a descargas electrostáticas, deberán usar calzado conductor y ropa de trabajo que evite la acumulación de carga (lana o algodón).  
Art. 10.- Cercas eléctricas para ganado.-

1.- Los conductores que constituyen la cerca sólo estarán sometidos a impulsos de tensión que proporcionen una cantidad limitada de electricidad durante el tiempo transcurrido entre impulsos sucesivos.

Los impulsos se generarán únicamente con aparatos especialmente contruidos para ello;

2.- Los aparatos se colocarán en lugares donde no puedan quedar cubiertos por ramas, paja, etc., y estarán próximos a la cerca que alimentan;

3.- Los conductores de la cerca estarán separados de cualquier objeto metálico no perteneciente a la misma de manera que no haya riesgo de contacto entre ellos;

4 - Las cercas que no están alimentadas por un mismo aparato se situarán a una distancia conveniente para evitar que una persona o animal pueda tocarlos simultáneamente; y,

5.- Se colocarán carteles de aviso cuando las cercas puedan estar al alcance de personas no prevenidas de su presencia y en todo caso, cuando estén junto a una vía pública.

Capitulo II  
NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL QUE INTERVIENE EN LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Art. 11.- Normas generales.-

1.- Toda persona que intervenga en operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas, debe:



- a) Tener una credencial que acredite su conocimiento técnico y de seguridad industrial conforme a su especialización y a la actividad que va a realizar;
- b) Estar autorizado por la empresa o institución en la cual presta sus servicios para ejecutar el trabajo asignado; y,
- c) Estar formado en la aplicación correcta de los primeros auxilios y especialmente en la técnica de respiración artificial y masaje cardíaco externo.

2.- Todo trabajo que se realice en una instalación eléctrica se efectuará en presencia y bajo la dirección de un técnico designado por la empresa o institución responsable;

3.- El personal que realice trabajos en instalaciones eléctricas dispondrá:

- a) De un medio que asegure una eficaz comunicación con el centro de maniobras; y,
- b) De vehículo de transporte diseñado de manera que los materiales, equipos y herramientas vayan separados del personal, el cual debe viajar cómodamente sentado dentro de una cabina.

4.- Se colocarán barreras protectoras o cualquier medio de señalización eficiente que delimite o indique el lugar de trabajo en forma clara y completamente visible;

5.- Si se interviene en instalaciones sin tensión, se dispondrá de esquemas de la instalación en los que se indique claramente los puntos de corte de la corriente;

6.- A efectos de seguridad las líneas aéreas montadas sobre los mismos postes o estructuras, en todo o en parte de su recorrido, se considerarán como de igual tensión a la de la más elevada; y,

7.- Queda prohibido retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación antes de dejar sin tensión los aparatos y conductores situados en ellas, así como poner tensión a dichos aparatos y conductores sin cerrar debidamente la celda con sus correspondientes resguardos.

Art. 12.- Trabajos en instalaciones eléctricas sin tensión.-

1.- Antes de que el personal acceda a las instalaciones, se adoptarán las siguientes precauciones:

a) En el origen de la instalación:

- 1.- Abrir con corte visible todas las posibles fuentes de corriente;
- 2.- Enclavar o bloquear los aparatos de corte de la corriente operados y señalarlos con prohibición de maniobra;
- 3.- Comprobar la efectiva ausencia de tensión, con un equipo de comprobación apropiado; y,
- 4.- Poner a tierra las fases, en el lado que quedó sin tensión, lo más cerca posible al aparato de corte de la corriente operada.

b) En el lugar del trabajo:

1.- Verificar la ausencia de tensión con equipo apropiado;



2.- Poner a tierra las fases en todos los posibles puntos de retorno intempestivo de la corriente;

(Se dispensa las exigencias de b1 y b2 cuando las puestas a tierra de las fases en el lugar de origen están a la vista del personal que va a trabajar en la instalación).

3.- Delimitar el lugar de trabajo con señalización apropiada; y,

4.- Indicar al personal la parte de la instalación en la que se va a trabajar y la parte o partes de la misma, que queda energizada.

2.- Para restablecer el servicio se procederá de la siguiente manera:

a) En el lugar de trabajo:

1.- Reunir a todo el personal que ha intervenido en el trabajo, para informarle que se va a restablecer el servicio;

2.- Retirar las puestas a tierra y señalización utilizadas; y,

3.- Verificar, en los puestos de trabajo, que el personal no haya olvidado herramientas o materiales.

b) En el origen de la instalación:

1.- Retirar las puestas a tierras; y,

2.- Retirar los bloqueos puestos en los aparatos de corte de la corriente operados, así como la señalización que se haya utilizado.

Art. 13.- Intervención en instalaciones sin tensión bajo tierra, en ductos, canales y bandejas.-

1.- Cumplir lo dispuesto en los numerales 1.a) y 2.b) del artículo 12.

2.- Proveerse de planos de ubicación de los cables o conductores.

3.- Identificar con toda claridad, en el puesto de trabajo, el cable o conductor en el que se va a intervenir.

4.- Proteger mecánicamente al cable o cables vecinos (o conductor o conductores vecinos) del que se va intervenir.

Art. 14.- Intervención en instalaciones eléctricas energizadas.-

1.- Los trabajos en instalaciones eléctricas energizadas se realizarán cumpliendo estrictamente un programa diseñado por un técnico competente autorizado por la empresa o institución responsable y bajo su constante vigilancia;

2.- El personal que intervenga en trabajos, en instalaciones energizadas estará debidamente formado para aplicar según sea el caso, el procedimiento de trabajo que corresponda, esto es: al contacto, a distancia o al potencial;

3.- Se utilizarán herramientas y equipos de protección con aislamiento y técnicas de utilización y procedimiento de trabajo concordantes con el valor de la tensión de servicio de la instalación en la que se va a intervenir;



4.- No debe iniciarse, reiniciarse o continuarse ningún trabajo en una instalación energizada a la intemperie, si en el lugar de trabajo hay precipitaciones, descargas atmosféricas, viento, niebla espesa, insuficiente visibilidad; y,

5.- No se realizarán trabajos en instalaciones energizadas en lugares donde existan substancias explosivas o inflamables.

Art. 15.- Participación, control y responsabilidad.- Se establecerá un control que permita disponer con claridad la responsabilidad y participación del personal, en sus diferentes niveles jerárquicos, en el fiel y estricto cumplimiento de las exigencias establecidas en este capítulo, artículos: 11, 12, 13, y 14.

### Capítulo III

#### NORMAS PARA INTERVENCIÓN EN EQUIPOS, INSTALACIONES Y CASOS ESPECIALES

Art. 16.- Transformadores.-

1.- Para considerar sin tensión a un transformador es necesario que estén desconectados los devanados primario y secundario;

2.- No se permitirá que un transformador desconectado en el lado de alta tensión, reciba corriente por el lado de baja tensión;

3.- Si no se dispone de un aparato de corte de la corriente que permita poner o sacar del servicio a un transformador con carga, se procederá de la siguiente manera:

a) Para poner en servicio a un transformador se deberá empezar conectando el devanado de mayor tensión; y,

b) Para sacar del servicio a un transformador deberá empezarse por desconectar el devanado de menor tensión.

4.- Se prohíbe la realización de trabajos en el interior de cubas de transformadores, sin antes comprobar la total eliminación de los gases;

5.- Se prohíbe fumar y utilizar cualquier clase de llama en las proximidades de un transformador refrigerado con aceite;

6.- Cuando se realicen trabajos de manipulación de aceite de transformador, se dispondrá de los elementos adecuados para la extinción de incendios; y,

7.- Cuando se realicen trabajos en un transformador que tiene protección automática contra incendios, esta protección automáticamente estará bloqueada para evitar un funcionamiento intempestivo.

Art. 17.- Transformadores de intensidad.-

1.- Para dejar fuera de servicio a un transformador de intensidad se desconectará únicamente el primario; y,

2.- Mientras el primario de un transformador de intensidad se encuentre con corriente, el circuito secundario debe estar cerrado sobre los aparatos que alimenta, o estar en cortocircuito, nunca se permitirá que el secundario quede abierto.

Art. 18.- Generadores y motores sincronicos.- Antes de manipular en el interior de generadores y motores sincronicos, deberá comprobarse:

- 1.- El paro de la máquina;
- 2.- La conexión en cortocircuito y a tierra de los bornes de salida;
- 3.- El bloqueo del sistema contraincendios;
- 4.- La desconexión de la alimentación del rotor; y,
- 5.- Que la atmósfera no sea inflamable o explosiva.

Art. 19.- Motores eléctricos.- Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados salvo que estén instalados en locales aislados, a una altura no inferior a 3 metros sobre el piso o plataforma de trabajo o sean de tipo cerrado. En cualesquiera de los casos se impedirá el contacto con ellos de las personas u objetos.

Art. 20.- Interruptores y seccionadores.- En maniobras de interruptores y seccionadores se seguirán, excepto en caso de mandos a distancia, las siguientes normas:

- 1.- El personal que maniobra seccionadores de cuchilla unipolares debe operarlos con pértiga, guantes y alfombras o taburetes, aislados para el valor de la tensión de servicio y operarlos sin carga;
- 2.- Debe bloquearse todo aparato de corte de la corriente que se opere y, mientras dure el bloqueo, poner un aviso de prohibición de maniobra;
- 3.- Deben tomarse medidas de protección apropiadas contra los efectos tóxicos que aparecen en los interruptores con gas como aislante, como consecuencia de la acción repetida de arcos por frecuentes aperturas del circuito eléctrico del interruptor;
- 4.- Debe revisarse, periódicamente, la perfecta presión de los contactos eléctricos de cada polo de los interruptores y seccionadores; y,
- 5.- Se observarán también las disposiciones de los numerales 5 y 6 del artículo 16, que son también aplicables a interruptores de aceite.

Art. 21.- Condensadores estáticos.- Los trabajos en baterías de condensadores se realizarán de acuerdo con las siguientes operaciones:

- 1.- Desconectar la corriente mediante corte visible;
- 2.- Poner a tierra todos los elementos de la batería con equipo apropiado después de unos 5 minutos de espera, aterrizaje que se mantendrá mientras dure el trabajo;
- 3.- Comprobar ausencia de tensión con equipo apropiado, en cada una de las fases; y,
- 4.- Para poner en servicio a los condensadores estáticos, primero quitar la puesta a tierra y después cerrar el interruptor.

Art. 22.- Batería de acumuladores.-





1.- En los locales que dispongan de batería de acumuladores, se adoptarán las precauciones siguientes:

- a) Aislar el suelo de los locales cuando la tensión de servicio sea superior a 220 voltios;
- b) Cuando exista una diferencia de potencial de 220 voltios separar las partes desnudas energizadas de aquellas con las que sea posible el contacto inadvertido para el trabajador, y,
- c) Mantener ventilación adecuada, que evite la existencia de una atmósfera inflamable o nociva.

2.- En las baterías de ácidos se deberá:

- a) Prohibir fumar y/o utilizar cualquier elemento incandescente dentro del cuarto de baterías;
- b) Proceder a ventilar en forma natural o forzada, antes de entrar en los locales;
- c) Realizar la manipulación de electrolitos con la adecuada ropa de protección contra ácidos; y,
- d) Preparar los electrolitos para baterías vertiendo primero el ácido sobre el agua lentamente y nunca al revés para evitar salpicaduras.

Art. 23.- Trabajos con soldaduras eléctricas.-

1.- Se deberá conectar a tierra la masa de los aparatos de soldadura, así como uno de los conductores del circuito de utilización que estará puesto a tierra en los lugares de trabajo;

2.- Los bornes de conexión para los circuitos de utilización de los equipos de soldar estarán diseñados de forma tal que no permitan el contacto accidental;

3.- Aislar la superficie exterior de los portaelectrodos y de sus mandíbulas, así como mantener los cables de extensión en perfectas condiciones, sin melladuras o defectos;

4.- Evitar que los portaelectrodos y electrodos acoplados entren en contacto con objetos conductores ajenos al trabajo;

5.- Se prohíbe el cambio de electrodos sin garantizar un aislamiento adecuado para el operario que realiza dicho cambio;

6.- En ningún caso los electrodos estarán en contacto con la piel del trabajador o con ropa húmeda que cubra su cuerpo;

7.- Para enfriar el electrodo no se lo debe introducir caliente al agua;

8.- Todo grupo de soldadura debe llevar en su punto de alimentación un interruptor y fusibles de protección u otro dispositivo similar;

9.- Debe formar parte del equipo de soldadura un extintor contra incendios portátil con agente extintor apropiado;

10.- Queda expresamente prohibido:



- a) Realizar trabajos de soldadura sobre recipientes a presión o que contengan líquidos o gases inflamables o tóxicos, a fin de evitar incendios, explosiones o intoxicaciones;
  - b) Realizar trabajos de soldaduras en recipientes que hayan contenido líquidos o gases inflamables o tóxicos, si previamente no han sido lavados, ventilados o neutralizados debidamente, hasta hacer desaparecer los vestigios del producto, lo que se verificará con los instrumentos adecuados;
  - c) Realizar trabajos de soldadura a una distancia inferior de 1,5 metros de materiales combustibles y de 6 metros de productos inflamables o cuando exista riesgo evidente de incendio o explosión.
- Excepcionalmente, si es imprescindible, se podrán realizar trabajos de soldadura a distancias inferiores, siempre y cuando se apantalle en forma adecuada el puesto de trabajo o se tomen otras medidas que anulen el riesgo de incendio o explosión;
- d) Soldar con las conexiones, cables, pinzas y masas flojas o en malas condiciones;
  - e) Mover el grupo electrógeno sin haberlo desconectado previamente; y,
  - f) Trabajar una sola persona en cámara o lugares cerrados. Si éstos son reducidos, deberá quedar otra persona a la entrada vigilando su trabajo.

11.- Para la realización de trabajos con soldadura eléctrica se utilizará:

- Pantallas para protección de ojos y cara;
- Guantes;
- Mangas protectoras;
- Mandil; y,
- Polainas y botas.

12.- Periódicamente se revisarán los equipos de soldaduras siguiendo las prescripciones del fabricante; y,

13.- Los trabajos de soldadura al aire libre, se suspenderán cuando amenace lluvia o tormenta.

Art. 24.- Trabajos con vehículos, cabrestantes, grúas y similares.- En los trabajos con vehículos, cabrestantes, grúas y similares, en la proximidad de líneas aéreas energizadas, se tomarán las siguientes precauciones:

a) La distancia mínima que debe existir entre los conductores de una línea aérea y los extremos de las masas fijas o móviles, sean o no metálicas, será:

- De 1 metro, hasta 1 KV;
- De 3 metros, de 1 KV a 69 KV; y,
- De 5 metros, de 69 KV en adelante.

b) Prohibir la presencia del personal sobre dichos vehículos durante la realización de los trabajos con excepción de quienes los manejan; y,



c) En caso de que un vehículo o aparato haga contacto accidental con una línea aérea energizada, el operario no lo abandonará hasta que haya eliminado el contacto, o la corriente.

Art. 25.- Trabajos en recipientes metálicos.- Para realizar trabajos en recipientes metálicos, tales como calderos, tanques, hornos, etc., se deben utilizar transformadores, grupos convertidores y tomas de corriente, éstos se instalarán fuera de dichos recipientes.

Art. 26.- Herramientas eléctricas portátiles.-

1.- La tensión de alimentación de las herramientas portátiles de cualquier tipo, no podrá exceder de los 220 voltios con relación a tierra;

2.- Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles en lugares muy conductores, estarán alimentadas por una tensión no superior a los 24 voltios;

3.- Los interruptores de las herramientas eléctricas portátiles, estarán concebidos en forma tal, que se imposibilite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva; y,

4.- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara, de suficiente resistencia mecánica. Cuando la lámpara se emplee en ambientes muy conductores, estarán alimentadas con tensión no superior a 24 voltios.

Art. 27.- Cambio de lámparas.- El cambio de lámparas debe efectuarse sin tensión. Si ello no es posible, se adoptarán las precauciones necesarias a fin de aislar al operario y protegerlo contra posibles riesgos de explosión de la lámpara.

Art. 28.- Sustitución de fusibles.- Para la sustitución de fusibles, se quitará la tensión y se verificará la ausencia en ambos lados del elemento portafusible. Al reponer el servicio el operario se situará en forma que no pueda ser alcanzado por posibles arcos eléctricos.

#### DISPOSICIONES GENERALES

Primera.- Todos los trabajadores que ejecuten el montaje de instalaciones eléctricas, deberán obtener una licencia ante los institutos educativos de nivel artesanal calificados por el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo.

Segunda.- Para obtener la licencia que autorice la realización de trabajos eléctricos especializados, los interesados deberán acreditar mediante evaluaciones, exámenes y títulos, conocimientos en esta rama, además de ser debidamente instruidos en las disposiciones de los Reglamentos de Seguridad e Higiene del Trabajo y las del presente Reglamento.

La licencia tendrá una duración de cuatro años, desde la fecha de su expedición al término de la cual deberá ser refrendada ante la entidad designada por el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo y vigilados por este mismo organismo. Las empresas están obligadas a exigir este requisito. Los fondos recaudados por el pago de las licencias, se destinarán a financiar los planes y programas del Comité.

Tercera.- El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en base a lo establecido en el Estatuto y el Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo, colaborará técnica y pecuniariamente en la realización de los cursos de formación de técnicos en esta rama de actividad, para lo cual previamente se firmarán convenios con las entidades educativas seleccionadas para esta finalidad.

Cuarta.- Este Reglamento es complementario al Código Eléctrico Ecuatoriano, así como a las Reglamentaciones de Seguridad dictadas por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).

En caso de dudas, se deberá adicionalmente consultar las Reglamentaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Nota:

La Ley 98-14 (R.O. 37-S, 30-IX-98), reformativa a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece el proceso de liquidación de INECEL y el plazo extintivo de su personalidad jurídica al 31 de marzo de 1999.

Artículo final.- Encárguese de la ejecución del presente Reglamento, al Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, las Direcciones y Subdirecciones Generales del Trabajo, al Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo de este Ministerio, y, a las dependencias de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Este Reglamento entrará en vigencia desde la fecha de su publicación en el Registro Oficial.



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Álvarez Santana Jorge Antonio**, con C.C: # **0906349576** autor del trabajo de titulación: **Repotenciación del equipo CNC Router modelo TS 1325 mediante un plan de mantenimiento integral para la empresa Ganetel S.A, de la ciudad de Guayaquil – Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Eléctrico Mecánico** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de marzo del 2019

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Álvarez Santana Jorge Antonio**

C.C: **0906349576**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Repotenciación del equipo CNC Router modelo TS 1325 mediante un plan de mantenimiento integral para la empresa Ganetel S.A, de la ciudad de Guayaquil – Ecuador.		
<b>AUTOR(ES)</b>	ÁLVAREZ SANTANA, JORGE ANTONIO		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	ING. GALLARDO POSLIGUA, JACINTO ESTEBAN, MAE.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Eléctrico Mecánico		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	13 de marzo, 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	100
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Electrónica, Mantenimiento, Seguridad Industrial		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	optimizar, máquina, seguridad, contaminación, polvo, ruido, salud, mantenimiento preventivo y correctivo		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>Como parte de sus actividades, la empresa PEOPE trabaja con la máquina CNC Router, equipo eléctrico empleado para elaborar piezas mediante el sistema de fresado o agujereado de materiales como acrílico o madera. Como producto de esas operaciones se han detectado tres situaciones: la contaminación de polvo, ruido elevado de motores y riesgo considerable al manipular láminas directamente con las manos. Por lo cual se propone como objetivo principal optimizar y realizar el mantenimiento Integral del equipo CNC ROUTER modelo TS 1325, mediante la realización del levantamiento de información y el diagnóstico del estado operativo del equipo, elaboración del plan de mantenimiento correctivo y preventivo, además estimar costos referenciales y posibles impactos de la presente propuesta.</p> <p>Para dar solución a los problemas encontrados se sugiere que la primera medida a tomar, es realizar el mantenimiento correctivo y preventivo para optimizar el funcionamiento del equipo y proteger al personal de riesgos de seguridad y salud. Este trabajo es de tipo aplicado ya que existe la posibilidad de ejecución práctica, exploratoria y descriptiva porque se enfoca en una realidad y se detallan situaciones particulares. Se aplicaron las entrevistas y observación como técnicas de campo. Finalmente se recomienda supervisar que los operadores del CNC Router usen los equipos de protección y seguridad tanto de la máquina como personal recomendadas por el fabricante, lograr el cumplimiento del plan de mantenimiento correctivo y preventivo propuesta por el autor del presente documento.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-4-2217517	<b>E-mail:</b> tupanaker@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui, Luis Orlando		
	<b>Teléfono:</b> +593-4 2 20933 ext. 2007		
	<b>E-mail:</b> luis.philco@cu.ucsg.edu.ec/ute@cu.ucsg.edu.ec		



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

**SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA**

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	