



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CORTADOR POR PLASMA LÁSER
PARA ACEROS ASTM A36, A588, EN LA CARRERA DE
ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI -
EXTENSIÓN LA MANÁ”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico.

AUTOR:

Paredes Loor Roddy Lenin

TUTOR:

Ing. M.Sc. Alcocer Salazar Francisco Saúl

LA MANÁ-ECUADOR

AGOSTO-2022

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo Roddy Lenin Paredes Loor, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CORTADOR POR PLASMA LÁSER PARA ACEROS ASTM A36, A588, EN LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”, siendo Ing. MSc. Alcocer Salazar Francisco Saúl tutor del presente trabajo investigativo; y eximio expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, declaro que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Paredes Loor Roddy Lenin

C.I. 0503940041-1

AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CORTADOR POR PLASMA LÁSER PARA ACEROS ASTM A36, A588, EN LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”, de Roddy Lenin Paredes Loor, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico - técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi / Extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto, 2022



Ing. M.Sc. Alcocer Salazar Francisco Saúl

C.I. 050306679-7

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA; por cuanto, el postulante: PAREDES LOOR RODDY LENIN con el título de Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CORTADOR POR PLASMA LÁSER PARA ACEROS ASTM A36, A588, EN LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, agosto 2022

Para constancia firman:

Ph.D. Morales Tamayo Yoandrys

C.I. 175695879-7

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. M.Sc. Paredes Anchatipan Alex Darwin

C.I. 050361493-5

LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. M.Sc. Trujillo Ronquillo Danilo Fabricio

C.I. 180354732-0

LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres señor Ángel Paredes y señora Ana Loor, que han dado todo su esfuerzo y sacrificio para que pueda culminar con éxito esta etapa en mi vida, agradecerles por estar siempre conmigo en los momentos más difíciles, a mi hermano que me dio ánimos de salir adelante, aquellos maestros que me acompañaron en toda la carrera universitaria. A mi tutor de tesis Ing. M.Sc. Francisco Alcocer que gracias a sus conocimientos pude concluir el presente trabajo.

Roddy Paredes.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por permitirme llegar hasta este punto y acompañarme todos los días de mi vida, a mis padres por ser aquel pilar fundamental en mi vida, y en mi carrera universitaria, gracias al apoyo incondicional de ellos he podido culminar con éxito mis estudios.

Roddy Paredes.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CORTADOR POR PLASMA LÁSER PARA ACEROS ASTM A36, A588, EN LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”

Autor:

PAREDES LOOR RODDY LENNIN

RESÚMEN

El presente proyecto tiene como propósito fundamental implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica De Cotopaxi - Extensión La Maná, mismo que permitirá mejorar los procesos de corte en piezas de acero y mejorar la capacidad de trabajos de alta complejidad, además de permitir equipar la carrera de Electromecánica con equipos tecnificados para automatizar los procesos de corte y fabricación de las mismas.

Se realizaron varias pruebas en láminas aceradas y probetas las cuales se lograron cortar en una sola pasada, láminas desde 2 mm hasta 10 y 12 mm de espesor, con un ciclo de trabajo de 60% y un factor de potencia del 80%, a una velocidad de 6.000 m/s el cual reduce el metal a vapor y escoria fundida.

De los resultados obtenidos a través de la metodología manifestada, se determinó que la implementación de un equipo cortador por plasma láser permitirá que los estudiantes conozcan el proceso, tratamiento y maquinabilidad de corte en diversos tipos de piezas de acero ASTM A36 y A588, mejorando así su calidad y diseño, lo que les permitirá poner en manifiesto no solo sus conocimientos teóricos sino también sus conocimientos prácticos en cuanto al uso y manejo de este tipo de equipos.

Palabras clave: Equipo, Cortadora, Acero.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES – CIYA

TÍTULO: “IMPLEMENTATION OF A PLASMA LÁSER CUTTING EQUIPMENT FOR STEEL ASTM A36, A588, FOR THE ELECTROMECHANICS CAREER IN THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI - EXTENSION LA MANÁ”

Author:

PAREDES LOOR RODDY LENNIN

ABSTRACT

The main purpose of this project is to implement a láser plasma cutting equipment for ASTM A36, A588 steels, in the Electromechanics career of the Technical University of Cotopaxi - La Maná Extension, which will allow improving the cutting processes in steel parts and improve the capacity for highly complex jobs, in addition to equipping the Electromechanics career with technified equipment to automate their cutting and manufacturing processes.

Several tests were carried out on steel sheets and specimens, which were able to cut in a single pass, sheets from 2 mm to 10 and 12 mm thick, with a duty cycle of 60% and a power factor of 80%, at a speed of 6,000 m/s which reduces the metal to steam and molten slag.

From the results obtained through the manifested methodology, it will be extended that the implementation of a láser plasma cutting equipment will allow students to know the process, treatment and cutting machinability in various types of ASTM A36 and A588 steel parts, thus improving their quality and design, which will allow them to show not only their theoretical knowledge but also their practical knowledge regarding the use and management of this type of equipment.

Keywords: Equipment, Cutter, Steel.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESÚMEN	vii
ABSTRACT	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	54
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. BENEFICIARIOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
4.1. Directos	3
4.2. Indirectos	3
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
5.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
5.2. PREGUNTAS CIENTÍFICAS HIPÓTESIS	4
5.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	5
5.3.1. Delimitación espacial	5
5.3.2. Delimitación temporal.....	5
5.3.3. Delimitación conceptual	5
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7

8.1.	Acero.....	7
8.2.	Tipos de acero.....	7
8.3.	Acero ASTM A36	7
8.4.	Propiedades del acero ASTM A36	8
8.5.	Acero ASTM A588	8
8.6.	Propiedades del acero ASTM A588	8
8.7.	MÉTODOS DE CORTE DE ACERO	9
8.7.1.	Corte con chorro de agua	9
8.7.2.	Corte con oxígeno	9
8.7.3.	Corte con láser.....	10
8.7.4.	Corte por plasma	10
8.8.	CORTE POR LÁSER.....	11
8.9.	Tipos de corte por láser	11
8.9.1.	Corte por sublimación láser	11
8.9.2.	Corte por fusión láser	11
8.9.3.	Corte por quemado láser	11
8.10.	Características del corte por láser	12
8.11.	Ventajas del corte con láser	12
8.12.	CORTE POR PLASMA.....	12
8.13.	Tipos de corte por plasma	13
8.13.1.	Corte por plasma manual	13
8.13.2.	Corte por plasma con doble flujo.....	13
8.13.3.	Corte por plasma CNC.....	13
8.13.4.	Corte por plasma con aire comprimido.....	14
8.13.5.	Corte por plasma con inyección de agua	14
8.13.6.	Corte por plasma con inyección de oxígeno	14
8.14.	Características del corte por plasma.....	14
8.15.	Ventajas del sistema corte por plasma.....	14
8.16.	Aplicaciones del acero ASTM A36	15
8.17.	Calidad de corte del acero ASTM A36.....	15
8.18.	Aplicaciones del acero ASTM A588.....	15
8.19.	Calidad de corte del acero ASTM A588	15
8.20.	Criterios de decisión.....	16

8.21.	Elementos que componen la estructura del equipo por corte plasma	16
8.22.	Velocidad del plasma.....	17
8.23.	Variables en el corte por plasma	17
8.24.	Gas-plasma.....	17
8.25.	Arco eléctrico	18
8.26.	Índice de espesor en el corte por plasma.....	18
8.27.	Calidad de corte, producción, costo de operación y mantenimiento.....	18
8.28.	Sectores de aplicación	19
8.29.	Precaución	19
9.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
9.1.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	20
9.1.1.	Investigación formativa.....	20
9.1.2.	Investigación bibliográfica	20
9.1.3.	Investigación experimental	20
9.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	21
9.2.1.	Método deductivo	21
9.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	21
9.3.1.	Observación científica y experimentación.....	21
9.3.2.	Cuestionario	22
10.	VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS	22
10.1.	Criterios de interpretación del índice de Alfa de Crombach.....	24
10.2.	RECOLECCIÓN DE DATOS	23
10.2.1.	Datos primarios	23
10.2.2.	Datos secundarios	23
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	24
11.1.	Resultados del cuestionario efectuado a los estudiantes de Electromecánica.....	24
12.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	28
12.1.	PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS	28
12.1.1.	Nivel de significación	28
12.1.2.	Regla de decisión.....	28
12.1.3.	Criterios de interpretación del modelo Pearson.....	28
12.2.	IMPLEMENTACIÓN DE LA CORTADORA PLASMA	29
12.2.1.	Características técnicas de la Cortadora Plasma PTK 40A – 220V.....	30

12.2.2. Consumibles	30
12.2.3. Parámetros de operación	32
12.2.4. Comparación entre cortes de distintos espesores	33
12.3. COMPRESOR DE AIRE 8 BAR, 115 PSI	34
12.3.1. Características técnicas del compresor de aire.....	34
12.3.2. Parámetros de operación	35
12.4. CONSTRUCCIÓN DE MESA ESPECIAL	35
12.4.1. Parámetros de operación	36
12.4.2. Piezas para el embudo.....	37
12.5. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	38
13. IMPACTOS	43
13.1. Impacto social	43
13.2. Impacto económico	43
13.3. Impacto técnico.....	43
14. PRESUPUESTO.....	44
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
15.1. Conclusiones.....	45
15.2. Recomendaciones	45
16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
17. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudiantes de la Carrera de Electromecánica.....	3
Tabla 2. Matriz de objetivos.	6
Tabla 3. Propiedades del acero ASTM A36.	8
Tabla 4. Propiedades del acero ASTM A588.	8
Tabla 5. Tipos de corte.	16
Tabla 6. Índice de espesor.	18
Tabla 7. Factores de la cortadora plasma.	18
Tabla 8. Resumen de casos.....	23
Tabla 9. Índice de Alfa de Cronbach.....	23
Tabla 10. Conoce un equipo cortador por plasma láser.	24
Tabla 11. Utilizaría un equipo cortador por plasma láser.....	25
Tabla 12. El corte por plasma láser mejora la calidad de la pieza.....	26
Tabla 13. Calificación de la implementación del equipo cortador por plasma láser.....	27
Tabla 14. Coeficiente de Correlación de Pearson.....	28
Tabla 15. Parámetros de trabajo en base a las pruebas de campo.	33
Tabla 16. Presupuesto para la implementación del equipo cortador por plasma	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Conoce un equipo cortador por plasma láser.	24
Gráfico 2. Utilizaría un equipo cortador por plasma láser.	25
Gráfico 3. El corte por plasma láser mejora la calidad de la pieza.....	26
Gráfico 4. Calificación de la implementación del equipo cortador por plasma láser.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte con chorro de agua.	9
Figura 2. Corte con oxígeno.	9
Figura 3. Corte con láser.....	10
Figura 4. Corte por plasma.	10
Figura 5. Corte plasma	13
Figura 6. Componentes de la cortadora plasma.....	16
Figura 7. Implementación de la cortadora plasma.....	29
Figura 8. Tapa de retención.	30
Figura 9. Boquilla.	31
Figura 10. Electrodo.	31
Figura 11. Anillo difusor.	32
Figura 12. Compresor de aire.	34
Figura 13. Construcción de mesa especial con embudo.....	35
Figura 14. Construcción del marco especial.....	36
Figura 15. Corte de soleras.	36
Figura 16. Construcción del embudo.....	37
Figura 17. Casco de protección facial.	38
Figura 18. Guantes contra riesgos térmicos.....	39
Figura 19. Playo de presión.	39
Figura 20. Prensas.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Currículum del tutor de la investigación.....	48
Anexo 2. Currículum del investigador	49
Anexo 3. Ficha de observación	50
Anexo 4. Cuestionario aplicado A los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná.....	51
Anexo 5. Fotografías de la implementación del proyecto	52
Anexo 6. Aval De Traducción.....	54
Anexo 7. Urkund	54

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Implementación de un equipo cortador por plasma láser para para aceros ASTM A36, A588, en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná”.

Fecha de inicio:

Abril del 2022

Fecha de finalización:

Agosto del 2022

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Unidad Académica que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Dimensionamiento e implementación de una máquina CNC de corte por láser para optimizar la calidad de trabajos en acero de hasta 5 mm de espesor

Equipo de trabajo:

Tutor del Proyecto:

Ing. M.Sc. Alcocer Salazar Francisco Saúl

Postulante:

Paredes Loor Roddy Lenin

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la carrera: Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos

Núcleo Disciplinar:

Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad las industrias manufactureras están innovándose optando por el uso de nuevas tecnologías, equipos que permitan incrementar los requisitos de calidad del producto y productividad al menor costo y en el menor tiempo posible, equipos que faciliten el corte de piezas complejas y de gran precisión.

La presente investigación tiene como objetivo general implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná, mismo que permitirá mejorar los procesos de corte de acero y mejorar la capacidad con trabajos de alta complejidad, además de permitir equipar la carrera de Electromecánica con equipos tecnificados para automatizar los procesos de corte y fabricación.

Es importante resaltar que fue indispensable acudir a la investigación formativa porque a través de la misma se fomentó el espíritu investigador; a la investigación bibliográfica para la recopilación de información de fuentes como libros, revistas y páginas web; y por último a la investigación de campo para realizar las respectivas pruebas de funcionamiento.

La investigación constituirá un gran aporte social, donde los beneficiados serán los estudiantes de la carrera de Electromecánica, el investigador porque a través del mismo se está fomentado el desarrollo formativo y de manera indirecta, los estudiantes, empresarios y la ciudadanía en general que podrán acceder a una información actualizada y verídica sobre la implementación de un equipo cortador por plasma láser que a su vez se convertirá en una herramienta que brinde facilidad y comodidad a los estudiantes en los procesos de práctica.

3. JUSTIFICACIÓN

El propósito fundamental de la presente investigación es implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, en para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná, el cual surgió del interés propio del autor debido a que la carrera de Electromecánica no cuenta con este tipo de equipos que permita optimizar los procesos de corte de los diferentes tipos de metales por ende su ejecución.

La viabilidad del proyecto se ve reflejada debido a que se dispondrá con la asesoría del tutor; además se contará con los recursos tecnológicos, económicos y humanos por parte del investigador; los cuales permitirán efectuar una investigación de gran trascendencia para la carrera de Electrotécnica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

Con respecto a la utilidad práctica se resalta que a través del diseño de la investigación, el investigador podrá poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas durante el periodo académico; aspecto que es fundamental para la formación profesional y más aún si se efectúan actividades que contribuyan a mejorar el conocimiento tecnológico; generando de esta manera un impacto social trascendental porque a través del mismo se estará contribuyendo al desarrollo de nuevas tecnologías innovadoras.

4. BENEFICIARIOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Directos

Los estudiantes de la carrera de Electromecánica que son quienes realizan trabajos de mecanizado y requieren fluido de corte en sus prácticas.

Tabla 1. Estudiantes de la Carrera de Electromecánica.

HOMBRES	MUJERES	TOTAL
243	8	251

Elaborado por: El Autor.

4.2. Indirectos

Los estudiantes los empresarios y la ciudadanía en general, quienes a futuro podrán implementar este tipo de equipos.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ejecución de la presente investigación se basa en la implementación de un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588 en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná para la carrera de Electromecánica, debido a que los estudiantes al momento de realizar sus prácticas en cuanto al proceso de corte se trata, este es realizado de forma manual con tecnología deficiente y equipos desactualizados, limitando los cortes a figuras básicas, y sobre todo limitando el proceso de habilidad practica del estudiante.

El corte por plasma se basa en un mecanismo térmico que corta materiales conductores a través de un chorro de gas calentado por un arco eléctrico de corriente continua, el plasma es dirigido hacia la pieza y la penetra en su totalidad, derritiendo y expulsando el material, se utiliza gas a presión (oxígeno, nitrógeno o CO2) para despegar el material resultante (Gomez, 2006)

La implementación del presente proyecto permitirá que los estudiantes no solo desarrollen sus conocimientos teóricos en cuanto al objeto de estudio, sino también sus conocimientos prácticos sobre el manejo y utilización de este equipo y los tipos de cortes y piezas que se pueden fabricar, del mismo modo les permitirá adquirir mejores conocimientos en cuanto al avance tecnológico, además de eficiencia y eficacia en sus labores prácticas.

5.2. PREGUNTAS CIENTÍFICAS E HIPÓTESIS

La implementación de un equipo cortador por plasma láser mejorara el proceso de corte y fabricación de piezas de acero ASTM A36, A588.

5.2.1. Preguntas científicas

¿Cuáles son los tipos de corte y sus aplicaciones en los aceros al carbono estructural ASTM A36 y ASTM A588?

¿Cómo implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36 y ASTM A588 de hasta 10 mm y 12 mm?

¿Qué pruebas de corte se pueden realizar con el equipo cortador por plasma láser?

5.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

5.3.1. Delimitación espacial

El proyecto se llevará en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, con los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná.

5.3.2. Delimitación temporal

La investigación y desarrollo se efectuará de abril 2022 a agosto 2022.

5.3.3. Delimitación conceptual

El proyecto se encuentra dentro del área de diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

- Implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

6.2. Objetivos específicos

- Identificar los tipos de corte y sus aplicaciones en los aceros al carbono estructural ASTM A36 y ASTM A588.
- Implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, de hasta 10 mm y 12 mm de espesor.
- Realizar pruebas de corte con tecnología plasma con los parámetros y especificaciones técnicas.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2. Matriz de objetivos.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	ACTIVIDAD	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)
<ul style="list-style-type: none"> Identificar los tipos de corte y sus aplicaciones en los aceros al carbono estructural ASTM A36 y ASTM A588. 	Revisión documental para la adquisición de información teórica a través de libros, revistas y páginas web.	Formulación del marco Teórico.	Revisión Bibliográfica.
<ul style="list-style-type: none"> Implementar un equipo cortador por plasma LÁSER para aceros ASTM A36, A588, de hasta 10 mm y 12 mm de espesor. 	Montar y ajustar los elementos mecánicos y eléctricos,	Acoplamiento y posicionamiento de los elementos.	Revisión de manuales y catálogos de fabricantes.
<ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas de corte con tecnología plasma con los parámetros y especificaciones técnicas. 	Espesor de corte, potencia requerida, velocidad de corte, área de corte.	Obtención de cortes desde 2 mm hasta 10 y 12 mm de espesor.	Revisión experimental para pruebas de funcionamiento con diversos tipos de acero y espesor.

Elaborado por: El Autor.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Acero

El acero es un metal que se deriva de la aleación entre el hierro y el carbono es básicamente hierro altamente refinado (más del 98%). Se caracteriza por su resistencia y porque puede ser trabajado en caliente, es decir, solamente en estado líquido. Pues, una vez que se endurece, su manejo es casi imposible. Su fabricación comienza con la reducción del hierro (producción de arrabio) que luego se convierte en acero. (Sarabia, 2018).

8.2. Tipos de acero

Existen una variedad de tipos, los cuales son:

- Corten
- Asustado
- Corrugado
- Galvanizado
- Inoxidable
- Laminado
- al Carbono
- de Aleación
- Dulce
- Efervescente
- Estirado en Frío
- Estructural
- Intemperizado
- Suave
- Negro (Sarabia, 2018).

8.3. Acero ASTM A36

El acero A36 es un material considerado como un acero al carbono estructural. Se llama de esta forma debido a que el organismo que le da nombre es la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales o ASTM. Esta entidad se encarga de realizar pruebas y de validar la calidad de los materiales (Gallegos, 2016).

8.4. Propiedades del acero ASTM A36

Las propiedades del acero ASTM A36 son:

Tabla 3. Propiedades del acero ASTM A36.

PROPIEDADES	VALOR	UNID
Densidad	7850	Kg/m ³
Límite de fluencia	32-36 (250-280)	Ksi (MPa)
Resistencia a la tensión	58-80 (400-550)	Ksi(MPa)
Módulo de elasticidad	29 000	Ksi
% de elongación mínimo	20 (8")	%
Punto de fusión	1538	°C

Fuente: Gallegos (2016).

Elaborado por: El Autor.

8.5. Acero ASTM A588

El acero ASTM A588 es un acero estructural de alta resistencia y baja aleación, sus piezas pueden ser electro soldadas, remachadas o atornilladas. En comparación a otros aceros estructurales, el acero ASTM A588 es el que mejor resistencia tiene a la corrosión en diferentes ambientes.

8.6. Propiedades del acero ASTM A588

Las propiedades del acero ASTM A588 son:

Tabla 4. Propiedades del acero ASTM A588.

GRADO/MATERIAL	Ensayo de tracción	Ksi / MPa
A588	Fuerza de Tensión	435 - 485
	Fuerza de rendimiento	290 - 345
	Alargamiento	-
	Prueba de impacto	(Si alguna)

Fuente: Gallegos (2016).

Elaborado por: El Autor.

8.7. MÉTODOS DE CORTE DE ACERO

8.7.1. Corte con chorro de agua

Figura 1. Corte con chorro de agua.



Fuente: Sarabia (2018).

El corte por chorro de agua tal como se muestra en la Figura 1, se realiza haciendo pasar un chorro de agua a gran velocidad por la pieza a cortar, el mismo es considerablemente exacto y la pieza no se deforma por el calor, como pasa con otros métodos de corte, lo cual produce un acabado perfecto (Sarabia, 2018).

8.7.2. Corte con oxígeno

Figura 2. Corte con oxígeno.



Fuente: Sarabia (2018).

En la Figura 2, se muestra el oxicrote, proceso térmico empleado a altas temperaturas, utilizado para cortar placas de acero medianas y gruesas a través de la combustión local y un chorro de oxígeno (Sarabia, 2018).

8.7.3. Corte con láser

Figura 3. Corte con láser.



Fuente: Sarabia (2018).

Para el corte con láser se requiere la focalización de un haz de láser sobre un punto del material, con el fin de que se funda y evapore logrando así la escisión, ejemplo en la Figura 3 (Sarabia, 2018).

8.7.4. Corte por plasma

Figura 4. Corte por plasma.



Fuente: Sarabia (2018).

El corte por plasma es uno de los más rápidos y precisos, tal como se muestra en la Figura 4, es utilizado para cortar metales conductores, en este método de corte se pueden utilizar diferentes gases como hidrogeno, oxigeno o aire comprimido, siendo este el más usado (Sarabia, 2018).

8.8. CORTE POR LÁSER

Este es uno de los procesos de corte más eficaces y de mejor calidad, permite cortar piezas de acero grandes y pequeñas, se basa en un rayo láser que se concentra en la pieza y la funde o evapora provocando su separación con cortes muy limpios y radios de curvatura pequeños de gran precisión (Génova, 2022).

8.9. Tipos de corte por láser

8.9.1. Corte por sublimación láser

La alta intensidad del haz láser vaporiza el material directamente en el punto de trabajo. Luego, por lo general se usa un gas inerte para expulsar el material y generar la ranura de corte. Este tipo de corte se usa principalmente en cortes de sustancias no metálicas, como la madera, el papel, la cerámica o el plástico (Génova, 2022).

8.9.2. Corte por fusión láser

El material fundido por el haz se expulsa gracias al **nitrógeno**, generando la ranura de corte. El nitrógeno se inyecta en la boquilla a alta presión (hasta 20 bar) saliendo a través de una pequeña perforación en la punta, convirtiéndose en un chorro de alta energía cinética. Esta técnica se utiliza en aceros cromo-níquel o aluminio libre de óxido, generando superficies de corte muy limpias (Génova, 2022).

8.9.3. Corte por quemado láser

El haz de láser calienta el material hasta la temperatura de encendido. Aquí es el oxígeno el que actúa como gas de corte. Al alcanzar la temperatura de encendido, el material “se quema” con un chorro de oxígeno, generando una reacción exotérmica. La escoria se expulsa y crea la ranura de corte. Este proceso es particularmente utilizado para el corte de aceros dulces y acero inoxidable, aunque este último, en menor proporción (Génova, 2022).

8.10. Características del corte por láser

La calidad del corte es buena tanto para espesores finos y medios. Este tipo de maquina permite hacer agujeros dos veces más pequeños que el espesor a cortar.

El coste de mantenimiento y consumibles así como el consumo energético son relativamente bajos, dependiendo de la potencia del láser.

Se recomienda cortar aceros de hasta 25 mm.

La velocidad media de corte de aceros:

- Para 1mm de espesor es de 35m/min.
- Para 16mm de espesor es de 0,8m/min.
- Para 25mm de espesor es de 0,6m/min.

No solo transforma planchas de acero, su utilización también se emplea para tubos de metal (Perez, 2014).

8.11. Ventajas del corte con láser

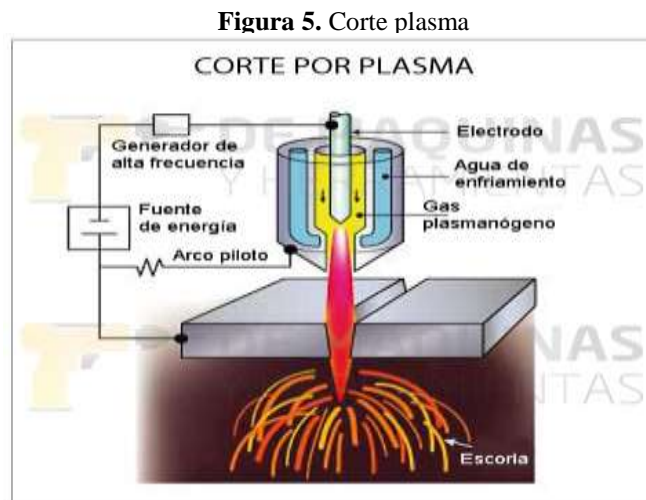
Las ventajas del corte láser son las siguientes:

- Los filos o bordes perpendiculares no necesitan de una limpieza para proceder a ser soldado.
- Se pueden realizar cortes de presión para obtener una mayor facilidad de acople o ajuste de piezas, minimizando el tiempo de preparación.
- Las máquinas son total mente automatizadas ya que estas pueden acoplarse a un sistema de control numérico computarizada para optimización en tiempos de producción (Gonzales, 2007).

8.12. CORTE POR PLASMA

El sistema del corte por plasma nació en la década de los años cincuenta y, en un primer momento, se desarrolló principalmente para cortar los metales conductores, sobre todo, el acero inoxidable y el aluminio. Asimismo, forma parte de los procesos térmicos de corte por fusión.

El corte por plasma a través de la circulación del gas ionizado a altas temperatura, consigue un rayo que corta piezas de carbono simple, acero inoxidable y aluminio, también corta hierro, cobre, latón, bronce y titanio (Festo, 2022).



Fuente: Festo (2022).

8.13. Tipos de corte por plasma

Los diferentes tipos de corte por plasma:

8.13.1. Corte por plasma manual

En este tipo de corte como su nombre mismo lo indica, se realiza de forma manual, el personal maneja la punta para orientar el chorro de plasma y accionar el corte, lo cual representa un riesgo para el operario, por lo tanto y debido al constante movimiento el resultado de la pieza no es el preciso. (Fresno, 2020).

8.13.2. Corte por plasma con doble flujo

Se denomina así debido a que utiliza dos tipos de gases, uno para el plasma y otro de protección, el cual puede ser oxígeno, dióxido de carbono o gas nitrógeno (Fresno, 2020).

8.13.3. Corte por plasma CNC

Control Numérico por Computador, se trata de un sistema programado que se encarga de realizar los cortes según lo manifestado en el ordenador. La cortadora plasma CNC garantiza cortes precisos y eficaces, sin errores manuales durante el proceso (Fresno, 2020).

8.13.4. Corte por plasma con aire comprimido

Este método fue inventado en 1963 para cortar piezas de alta definición y calidad, una vez que el aire comprimido posee suficiente presión al separarse el electrodo y la boquilla generan una chispa que convierte el aire comprimido en plasma (Fresno, 2020).

8.13.5. Corte por plasma con inyección de agua

El presidente de Hypertherm, Dick Couc, fue quien invento el corte por plasma con inyección de agua en 1968. Utilizado para cortar cualquier tipo de material férnico y no férnico proporcionando cortes más aligeros con mejor calidad y pocos desechos, mismo que se efectúa a través de un chorro de agua a gran velocidad (Fresno, 2020).

8.13.6. Corte por plasma con inyección de oxígeno

Este método fue desarrollado en 1983, gracias al uso de gas oxígeno en lugar de nitrógeno en la punta de la boquilla reduce la oxidación de las áreas de corte (Fresno, 2020).

8.14. Características del corte por plasma

El corte por plasma se emplea para cortar aceros de menos de 1 pulgada de espesor hasta 45 mm, con calidad media:

La velocidad media de corte de aceros es:

- Para 1 mm de espesor es de 11,5m/min.
- Para 16 mm de espesor es de 1,5m/min.
- Para 25 mm de espesor es de 0,7m/min.

El coste de mantenimiento es bajo y el coste en consumibles es medio al igual que el consumo energético, el cual depende de la potencia del plasma (Perez, 2014).

8.15. Ventajas del sistema corte por plasma

Entre las principales ventajas del sistema de corte por plasma se destacan las siguientes:

- Manifiesta un coste reducido de los consumibles.
- La velocidad de corte es superior al oxicorte sobre placas finas y medias.
- Utilizado en materiales como el acero y el aluminio (Heras, 2022).

8.16. Aplicaciones del acero ASTM A36

- Su aplicación es estructural, empleada para la construcción de plataformas petroleras, piezas de puentes, entre otros.
- Para la industria automotriz, para la fabricación de amortiguadores.
- También empleado para la construcción de barcos, armamentos pesados y vehículos blindados (León, 2022).

8.17. Calidad de corte del acero ASTM A36

El acero ASTM A36 es un material laminado en caliente, existen diversas barras redondas, cuadradas y rectangulares, también en vigas I, vigas H, ángulos, y canales (Mirallas, 2015).

Este material es considerado de gran calidad debido a su buena soldabilidad, lo cual lo vuelve uno de los materiales más utilizados por las industrias (Mirallas, 2015).

8.18. Aplicaciones del acero ASTM A588

- La fabricación de furgonetas agrícolas y vagones de ferrocarril, estructuras de puentes, tuberías de agua, ventiladores, chimeneas y calderas.
- Construcción en tanques, contenedores, puentes, estructuras de almacén, vehículos, etc. con solicitud de soldadura, atornillado, etc. (León, 2022).

8.19. Calidad de corte del acero ASTM A588

El material forma su propia capa protectora cuando se expone a elementos atmosféricos, esencialmente, la capa superior corroe protege el acero debajo de ella (Mirallas, 2015).

El acabado natural normalmente no requiere ningún tipo de mantenimiento, como pintura, lo que hace que el material sea una alternativa altamente rentable a otros aceros estructurales (Mirallas, 2015).

8.20. Criterios de decisión

Tabla 5. Tipos de corte.

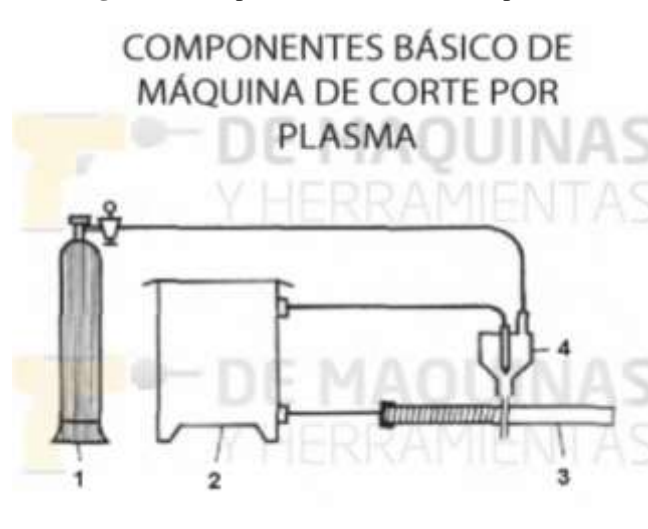
ESPESOR (in)	ESPESOR (mm)	TIPO DE CORTE
Menor que 0,080"	2	Use láser
Menor que 0,125"	3.2	Use plasma o láser
Menor que 0,250"	6.4	Use chorro de agua, plasma o láser
Mayor que 8"	203.2	Use oxicorte
Mayor que 2"	50.8	Use oxicorte o chorro de agua.
Mayor que 1,25"	31.75	Use plasma, oxicorte o chorro de agua

Fuente: Heras (2022).

Elaborado por: El Autor.

8.21. Elementos que componen la estructura del equipo por corte plasma

Figura 6. Componentes de la cortadora plasma.



Fuente: Heras (2022).

- **Cilindro de gas plasmágeno:** Para la creación del plasma es necesario la utilización de gases primarios o secundarios.

Entre los gases primarios se encuentran principalmente: aire, nitrógeno, argón con hidrogeno, o una mezcla de estos.

Y entre los gases secundarios encontramos el agua.

Dichos gases permitirán limitar el arco y limpiar el conducto de metal que se haya derretido y que es este modo no se acumule la escoria.

- **Fuente de energía:** Transformador eléctrico monofásico o trifásico, con refrigeración y una tensión elevada que oscila entre los 100 y los 400 V.
- **Pieza de trabajo:** Son los aceros al carbono simple, acero inoxidable y aluminio, hierro, cobre, latón, bronce y titanio.
- **Antorcha:** Pieza compuesta por mangueras para electricidad y aire comprimido, encargada de efectuar el corte (Heras, 2022).

8.22. Velocidad del plasma

En la pieza a trabajar se genera el plasma a gran velocidad casi doblendo la velocidad del sonido a (2000km/h), este plasma generado supera los 1000° C, duplica la temperatura a lo que se encuentra el material a trabajar casi a 5504°C (Mirallas, 2015).

8.23. Variables en el corte por plasma

Para la obtención de un buen acabado en el corte se necesita tomar en cuenta las siguientes variables:

- Los gases que se suelen emplear.
- El caudal y su presión.
- La distancia existente entre la boquilla y la pieza.
- La velocidad generada en el proceso de corte
- La energía empleada.
- La intensidad del arco.

Todas esta variables son ajustables directamente desde el quipo cortador (Mirallas, 2015).

8.24. Gas-plasma

Los gases utilizados como gases plasmágenos son:

- Argón, gas inerte que por su peso atómico favorece el proceso de corte de piezas metálicas.
- Nitrógeno, gas inerte a temperaturas bajas y reactivo a temperaturas altas, utilizado para cortar chapas delgadas de aceros de alta aleación.
- Aire, utilizado para cortar chapas de alta y baja aleación, es uno de los gases más baratos (Heras, 2022).

8.25. Arco eléctrico

El arco eléctrico o también denominado arco transferido, como su nombre mismo lo indica, el arco es generado en una zona y transferido a otra, a través de un generador de alta frecuencia se consigue generar un arco entre el electrodo y la boquilla, este arco calienta el gas plasmágeno, con ello la pieza se carga positivamente mientras tanto en el electrodo se carga negativamente, lo que hace que el arco-plasma se mantenga y corte la pieza (Heras, 2022).

8.26. Índice de espesor en el corte por plasma

Los índices de espesor de la cortadora plasma son:

Tabla 6. Índice de espesor.

MATERIAL	ESPESOR
	Hasta 2
Acero al carbono	3 a 15
	15 a 50
	Hasta 5
Acero inoxidable	5 a 10
	10 a 50
	Hasta 8
Aluminio	8 a 50
	Hasta 9
Cobre	10 a 40

Fuente: Pérez (2014).

Elaborado por: El Autor.

8.27. Calidad de corte, producción, costo de operación y mantenimiento.

Los factores determinantes de la cortadora plasma son:

Tabla 7. Factores de la cortadora plasma.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Calidad del corte	Angulación excelente.
	Una zona pequeña afectada por el calor.
	Virtualmente sin escoria.
	Corte de rasgos finos de bueno a excelente.

Producción	<p>Velocidades de corte muy rápidas en todos los espesores.</p> <p>Tiempo de perforación muy rápido.</p> <p>Las antorchas de conexión rápida maximizan la productividad.</p> <p>Vida larga de los consumibles.</p> <p>Buena productividad y calidad de corte excelente</p>
Costo de operación	<p>Impulsan el costo por pieza a un nivel más bajo que el de otras tecnologías.</p> <p>Requerimientos de mantenimiento moderados:</p>
Mantenimiento	<p>Se puede dar servicios a muchos componentes por el grupo interno de mantenimiento de la instalación.</p>

Fuente: Heras (2022).

Elaborado por: El Autor.

8.28. Sectores de aplicación

- Industrias de climatización y de ventilación.
- Mantenimiento en obra.
- Instalaciones en general.
- Carpintería metálica.
- Construcción de aparatos, recipientes y conductos tubulares.
- Carrocerías.
- Sectores artesanales y ferreteros.
- Talleres de mediana y pequeña producción (Heras, 2022).

8.29. Precaución

En ningún momento y bajo ninguna circunstancia se debe mantener contacto con la antorcha de plasma, mientras esta esté encendida, ni tocar la pieza sobre la que se está trabajando ya que puede sufrir el riesgo de quemaduras.

Cuando el equipo es usado para cortar metal, las antorchas de plasma crean grandes cantidades de chispas y metal caliente que pueden encender la ropa y otros elementos inflamables alrededor del área de trabajo.

Se debe usar ropa aislada y resistente al fuego y asegurarse de que el área de trabajo esté libre de peligros. Si no tiene experiencia operando uno de estos dispositivos, buscar ayuda profesional antes de intentar operar uno por sí mismo (León, 2022).

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

9.1.1. Investigación formativa

Se refiere a la investigación como herramienta del proceso enseñanza - aprendizaje, es decir su finalidad es difundir información existente y favorecer que el estudiante la incorpore como conocimiento (Perea, 2020).

La presente investigación tuvo carácter formativo en vista de que a través de la ejecución del mismo se fomentó el espíritu investigador en el ámbito del sector tecnológico y fortaleció el proceso de aprendizaje a través de una propuesta que permitió implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

9.1.2. Investigación bibliográfica

Supone un conjunto de actividades encaminadas a localizar documentos relacionados con un tema o un autor concretos (Prieto, 2017).

Se empleó la investigación bibliográfica para recopilar información teórica de la investigación para esto se recurrió a diversas fuentes como libros, revistas y páginas webs para recabar información suficiente sobre la implementación de un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná., lo que permitió brindar al investigador una visión más clara sobre el tema investigado.

9.1.3. Investigación experimental

La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular (Perea, 2020).

La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen, se empleó este tipo de investigación para para efectuar las pruebas correspondientes del sistema de funcionamiento del equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

9.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

9.2.1. Método deductivo

Consiste en analizar los principios generales de un tema específico: una vez comprobado y verificado que determinado principio es válido, se procede a aplicarlo a contextos particulares (Prieto, 2017).

El método deductivo se empleó para efectuar la problematización y posteriormente emitir las conclusiones y recomendaciones sobre la implementación de un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, para la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

9.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

9.3.1. Observación científica y experimentación

Es el proceso más básico y fundamental de una investigación. Consiste en el examen directo de una realidad (una cosa, una conducta, etc.) tal y como se presenta de manera espontánea y tomar datos y analizarla. Para observar se necesita tener criterios de estudio llamados categorías, para intentar comprender y para poder describir lo que se está viendo y la experimentación consiste en exponer al fenómeno u objeto que se estudia a determinadas variables para poder explicar o predecir resultados o causas y consecuencias (Perea, 2020).

Dentro de la presente investigación se hizo uso de la técnica de la observación (**Anexo 3**), para obtener y recopilar información de fuentes primarias y mediante ellos establecer los parámetros iniciales para implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, y la experimentación definió, mediante pruebas de campo, las características funcionales del dispositivo en la práctica en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

9.3.2. Cuestionario

El cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas, de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información necesaria (Prieto, 2017).

Para ello se hizo uso de un cuestionario estructurado (**Anexo 4**), mismo que fue aplicado a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná para conocer la viabilidad de implementar un equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588.

10. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS

10.1. Criterios de interpretación del índice de Alfa de Cronbach

El índice de Alfa de Cronbach es un coeficiente utilizado para medir la fiabilidad y confiabilidad de una escala, es decir, el grado de relación existente entre los ítems, mismos que covarían entre sí (Campo, 2015).

El instrumento de la observación (ficha), fue validado mediante la revisión de la literatura.

El instrumento de la encuesta (cuestionario), su validación se hizo por medio del índice de Alfa Cronbach.

- Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0,9 (Excelente)
- Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0,8 y menor a 0,9 (Bueno)
- Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0,7 y menor a 0,8 (Aceptable)
- Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0,6 y menor a 0,7 (Cuestionable)
- Coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0,5 y menor a 0,6 (Pobre)
- Coeficiente Alfa de Cronbach menor a 0,5 es (Inaceptable)

Para ello el instrumento tuvo una prueba piloto que fue aplicada al 25% (62) de la población de estudio que para el caso el cálculo realizado dio como resultado 0,988 lo cual es un valor excelente, con lo cual se considera que existe una asociación entre los diferentes ítems, se aplicó por segunda vez el instrumento, pero esta vez al total de la población que fue de 251 estudiantes.

Tabla 8. Resumen de casos.

		N	%
CASOS	Válido	62	24,70
	Excluido	189	75,30
	Total	251	100,0

Elaborado por: El Autor.

Tabla 9. Índice de Alfa de Cronbach.

ALFA DE CRONBACH	N de elementos
0,988	4

Elaborado por: El Autor.

10.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

10.2.1. Datos primarios

Los datos primarios o información primaria son los que se obtiene de primera mano, los mismos que contribuyen con datos que suceden en el momento o en la realidad (Escobar, 2013).

Para el caso los datos primarios se obtuvieron mediante la aplicación de la técnica de la encuesta cuyo instrumento fue el cuestionario mismo que estuvo estructurado por 4 ítems, el cual se aplicó a los estudiantes de la carrera de Electromecánica para recabar información acerca de la implementación del equipo cortador por plasma láser.

10.2.2. Datos secundarios

La información secundaria es considerada a la obtenida de documentos anteriormente generados o existentes y que son de relevancia, son los primeros pasos para búsqueda de la información (Escobar, 2013).

Para el estudio se realizó un análisis documental de libros, artículos científicos, tesis y sitios web de prestigio y de jerarquía académica, mismo que permitió realizar el levantamiento y análisis respectivo de la información.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Resultados del cuestionario efectuado a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

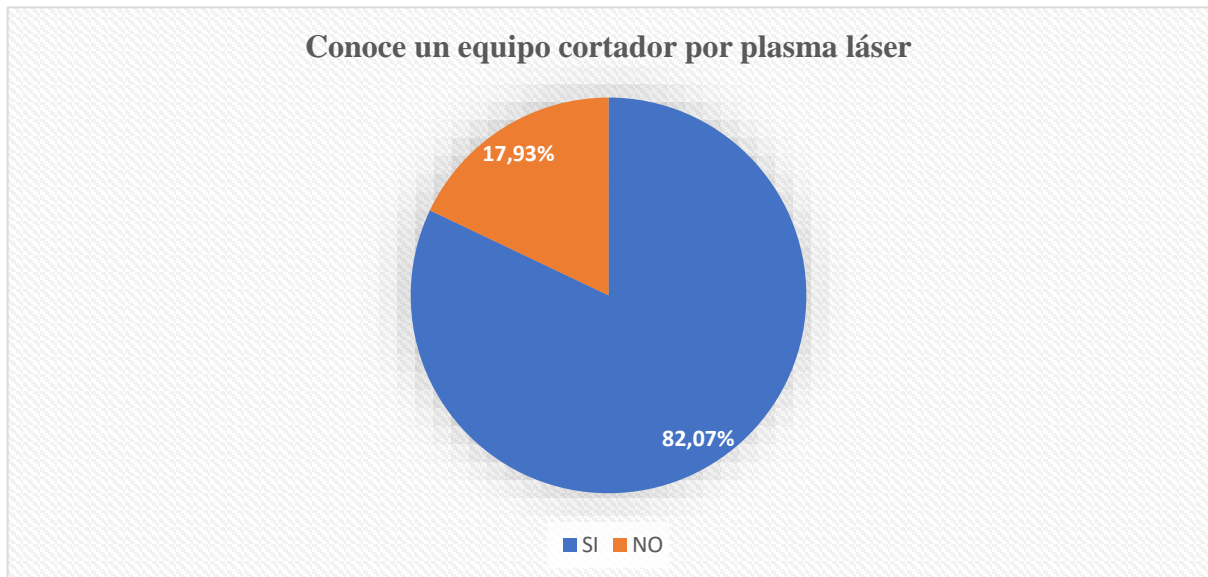
1. ¿Conoce usted que es un equipo cortador por plasma láser?

Tabla 10. Conoce un equipo cortador por plasma láser.

PARÁMETROS	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE
Si	206	82,07%
No	45	17,93%
TOTAL	251	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Gráfico 1. Conoce un equipo cortador por plasma láser.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Análisis e interpretación

De las encuestas aplicadas a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, el 82.07% manifestó que posee conocimientos acerca de lo que es un equipo cortador por plasma láser, sus tipos de corte, así como el uso de este tipo de equipos, mientras que el 17,93% manifestó que desconoce acerca de este tipo de máquinas mucho más sobre su manejo y su uso ya que siempre han optado por realizar cortes manuales, mismos que son poco estéticos dejando virutas a la vista.

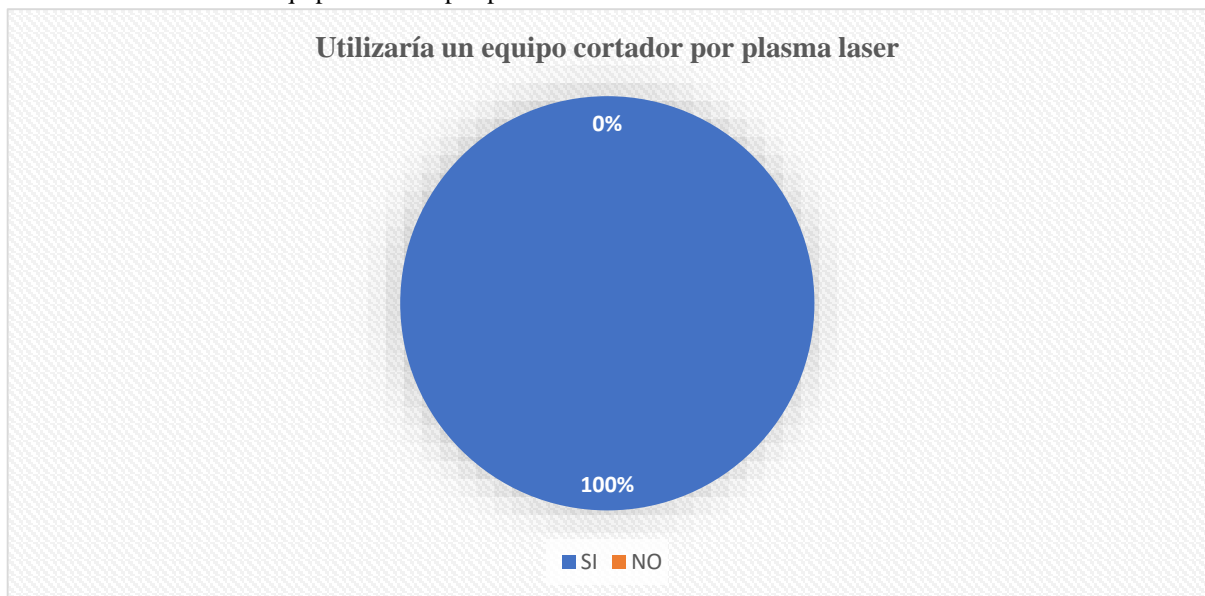
2. ¿Si en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, específicamente en la carrera de Electromecánica se implementara un equipo cortador por plasma láser para el corte de piezas de acero lo utilizaría?

Tabla 11. Utilizaría un equipo cortador por plasma láser.

PARÁMETROS	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE
Si	251	100%
No	0	0%
TOTAL	251	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Gráfico 2. Utilizaría un equipo cortador por plasma láser.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Análisis e interpretación

De las encuestas aplicadas a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, el 100% manifestó que utilizaría el equipo cortador por plasma láser para realizar cortes en diversos tipos de acero de diferentes espesores, mejorando así la calidad y diseño de las piezas a fabricar.

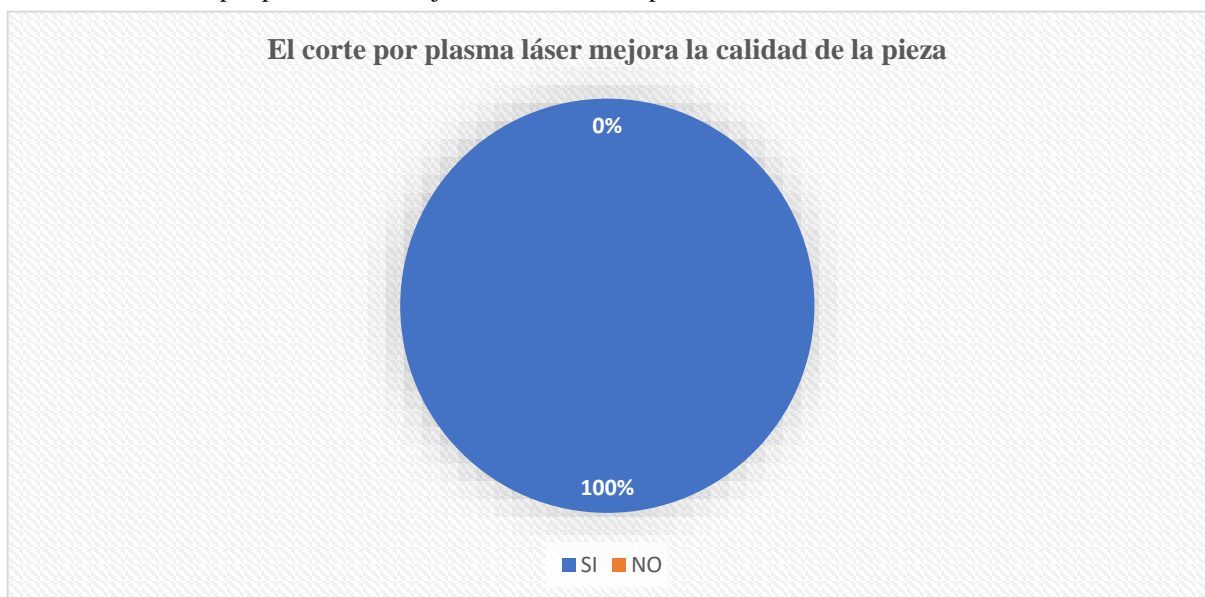
3. ¿Cree usted que el corte de piezas de acero de distinto espesor por medio del equipo cortador por plasma láser facilita la fabricación y diseño de las mismas de una manera más rápida mejorando la calidad de la pieza?

Tabla 12. El corte por plasma láser mejora la calidad de la pieza.

PARÁMETROS	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE
Si	251	100%
No	0	0%
TOTAL	251	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Gráfico 3. El corte por plasma láser mejora la calidad de la pieza.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Análisis e interpretación

De las encuestas aplicadas a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, el 100% manifestó que si, que al realizar cortes con este tipo de equipos por plasma láser los cortes son más rectos y exactos, con textura lisa.

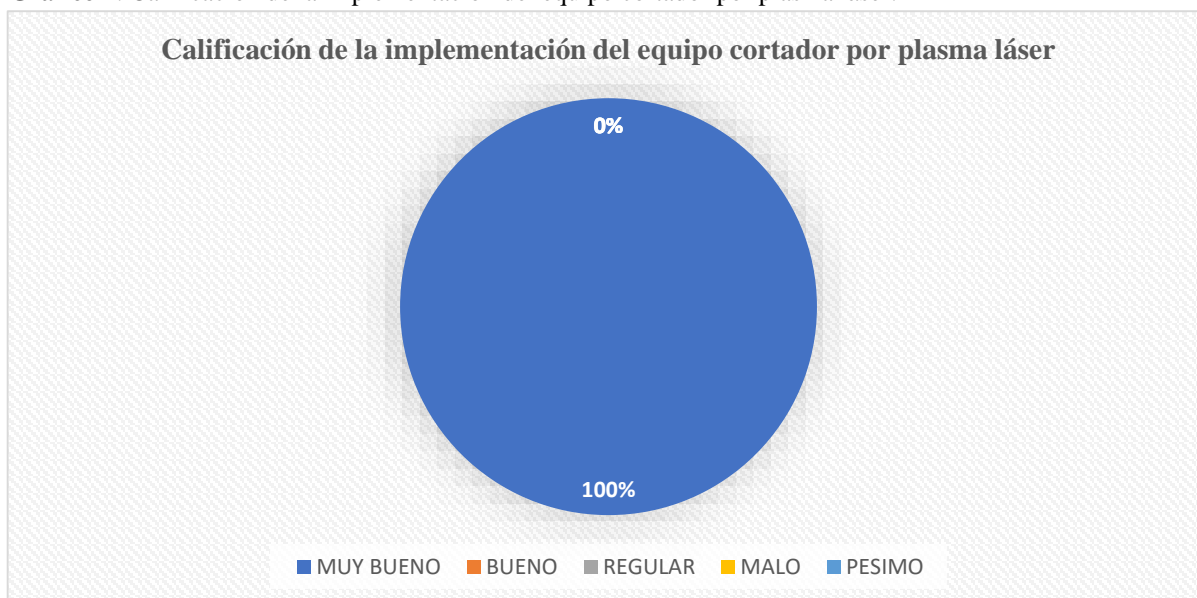
4. ¿Del 1 al 5 siendo 5 muy bueno y 1 pésimo, cómo calificaría usted la implementación del equipo cortador por plasma láser en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná?

Tabla 13. Calificación de la implementación del equipo cortador por plasma láser.

PARÁMETROS	FRECUENCIA ABSOLUTA	PORCENTAJE
5. MUY BUENO	251	100%
4. BUENO	0	0%
3. REGULAR	0	0%
2. MALO	0	0%
1. PÉSIMO	0	0%
TOTAL	251	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Gráfico 4. Calificación de la implementación del equipo cortador por plasma láser.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera de Electromecánica.

Análisis e interpretación

De las encuestas aplicadas a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, el 100% manifestó como muy buena la implementación del equipo cortador por plasma láser, ya que el mismo no solo permitirá mejorar los cortes en las piezas de acero de diferentes espesores, sino que también permitirá que los estudiantes conozcan el proceso, tratamiento y maquinabilidad de este tipo de equipos.

12. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

12.1. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS

✓ Hipótesis nula

La implementación de un equipo cortador por plasma láser no mejorara el proceso de corte y fabricación de piezas de acero ASTM A36, A588.

✓ Hipótesis alternativa

La implementación de un equipo cortador por plasma láser mejorara el proceso de corte y fabricación de piezas de acero ASTM A36, A588.

12.1.1. Nivel de significación

Para la comprobación de la hipótesis se escoge un nivel de significación del $\alpha = 0,01$, considerando que a menor nivel la investigación será mejor.

12.1.2. Regla de decisión

Para definir la regla de decisión se consideró el coeficiente de correlación de Pearson, mismo que debe oscilar entre “- 1” y “1”.

- Un valor “0” indica es que no existe relación alguna o dependencia.
- “1” relación perfecta y positiva.
- “- 1” relación perfecta y negativa (Visauta, 2017).

12.1.3. Criterios de interpretación del modelo Pearson

Tabla 14. Coeficiente de Correlación de Pearson.

Correlaciones	Nivel de significancia	Coeficiente relacional de Pearson.	Grado de significancia
Calidad de corte	0,01	0,965	0,000
Producción	0,01	0,969	0,000
Costo de operación	0,01	0,987	0,000
Mantenimiento	0,01	0,971	0,000

Elaborado por: El Autor.

Con un nivel de significancia de 0,01:

- Si los valores R (coeficiente de relación de Pearson) calculados son entre “0” o igual “-1” se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula.
- Si los valores R (coeficiente de relación de Pearson) calculados son entre “0” o igual “1” se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

La cual fue: “La implementación de un equipo cortador por plasma láser mejorará el proceso de corte y fabricación de piezas de acero ASTM A36, A588”.

12.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA CORTADORA PLASMA

La implementación de la cortadora plasma láser en las instalaciones del taller de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, tiene la finalidad de cortar planchas de acero ASTM A36, A588, así como sus aleaciones.

Figura 7. Implementación de la cortadora plasma.



Elaborado por: El Autor.

Incluye:

- Manguera de aire.
- Filtro regulador de aire.
- Electrodo para corte plasma.
- Antorcha de corte plasma.
- Careta de soldar.
- Manual de usuario.

En la parte frontal del equipo viene con:

- Manómetro.
- Perilla regulación de amperaje.
- Perilla regulación de flujo de aire.

12.2.1. Características técnicas de la Cortadora Plasma PTK 40A – 220V

Voltaje: 220v

Potencia: 40 Amperios

Consumo Energético: 9200W (a lo largo de una hora puede consumir 9.2 kWh)

Presión de aire: 60 PSI

Ciclo de trabajo: 220V 1/8 (in) - 60%

Corte plasma: 10 y 12 mm

Peso: 9,5 kg

12.2.2. Consumibles

- **TAPA DE RETENCIÓN**

Figura 8. Tapa de retención.



Elaborado por: El Autor.

Tapa de retención. El siguiente elemento es la tapa de retención y tiene por objetivo cubrir y mantener junta la pila de los otros consumibles.

- **BOQUILLA**

Figura 9. Boquilla.



Elaborado por: El Autor.

Boquilla. La boquilla regula el arco de plasma que genera la antorcha y lo enfoca; mientras más grande es el orificio de la boquilla más ancho es el arco de plasma y amplía el área y la capacidad de corte. Otra función de este componente es canalizar el flujo de gas, que también ayuda a dar forma y estrechar el arco de plasma.

- **ELECTRODO**

Figura 10. Electrodo.



Elaborado por: El Autor.

Electrodo. Este lleva la potencia eléctrica de la antorcha a la placa. Se trata de una pieza delgada fabricada en cobre o plata y que suele contener hafnio o tungsteno por sus excelentes propiedades para conducir electricidad. El electrodo se encarga de conducir la electricidad hacia el chorro de plasma.

- **ANILLO DIFUSOR**

Figura 11. Anillo difusor.



Elaborado por: El Autor.

Anillo difusor. El anillo difusor intercambia el calor del electrodo para evitar que se funda o incluso se derrita.

12.2.3. Parámetros de operación

El cortador plasma funciona enviando un gas presurizado, como el aire, a través de un canal small. En el centro de este canal, encontrarás un electrodo cargado negativamente.

El electrodo está en el centro, y la boquilla está justo debajo de él. El anillo de remolino hace que el plasma gire rápidamente a medida que pasa.

Cuando aplica energía al electrodo negativo y toca la punta de la boquilla al trabajo conectado a tierra pieza, la conexión crea un circuito. Se genera una poderosa chispa entre el electrodo y el metal. Como el gas inerte pasa a través del canal, la chispa calienta el gas hasta que alcanza el cuarto estado de la materia (plasma).

Esta reacción crea un corriente de plasma dirigido, aproximadamente 16.600°C o más y moviéndose a 6.000 m/s que reduce el metal a vapor y escoria fundida.

El plasma en sí conduce la corriente eléctrica. El ciclo de creación el arco es continuo siempre que se suministre energía al electrodo y el plasma permanezca en contacto con el metal que se está cortando.

La boquilla de corte tiene un segundo conjunto de canales. Estos canales liberan un flujo constante de gas de protección alrededor del área de corte. La presión de este flujo de gas controla eficazmente el radio del haz de plasma.

12.2.4. Comparación entre cortes de distintos espesores

Las pruebas de campo realizadas para comprobar la calidad del corte de distintos espesores de acero fueron:

Tabla 15. Parámetros de trabajo en base a las pruebas de campo.

PIEZAS [mm]	ALTURA DE LA ANTORCHA [mm]	VELOCIDAD DE CORTE [mm/min]	PRESION DE CORTE [PSI]	AMPERAJE DE CORTE [A]	CICLO DE TRABAJO [1/8 (in) - 60%]
2	3	1600	≥60	10	60%
4	3	1210	≥60	10	60%
6	3	1250	≥60	20	60%
8	3	860	≥60	20	60%
10	3	630	≥60	40	60%
12	4	655	≥60	40	60%

Elaborado por: El Autor.

- Este equipo realiza corte por plasma en metales y acero inoxidable, se realizaron varias pruebas en láminas aceradas y probetas, las cuales se lograron cortar en una sola pasada, láminas de hasta 10 mm y 12 mm de espesor, con un ciclo de trabajo de 60% y un factor de potencia del 80%, a una velocidad de 6.000 m/s el cual reduce el metal a vapor y escoria fundida.
- La máquina cortadora trabajara con diferentes espesores, en cada caso se debe definir la potencia y velocidad, con el fin de obtener un corte adecuado.

- Entre las fallas comunes puede encontrar que en algunos casos la antorcha no corta por completo la pieza en que se trabaja, esto se debe a que a velocidad de corte es muy rápida, los consumibles están gastados, el metal que se corta es demasiado grueso o también la abrazadera de trabajo no está bien adjuntada a la pieza que se va a cortar.

12.3. COMPRESOR DE AIRE 8 BAR, 115 PSI

Se necesitará un compresor adecuado para operar el cortador de plasma.

Figura 12. Compresor de aire.



Elaborado por: El Autor.

Incluye:

- Manguera plástica (15m)
- Pistola de gravedad
- Acoples

12.3.1. Características técnicas del compresor de aire

- **Modelo:** ZBM25
- **Presión:** 8 Kg/cm², 8 BAR, 115 PSI
- **Motor:** 2 HP, 1.5 KW
- **Caudal:** 236 Litros/min, 8.33CFM
- **Capacidad de tanque:** 24 Litros, 6.6 gal.

12.3.2. Parámetros de operación

Se requiere suministro de aire limpio y seco: 350KPA/3.5BAR - 550KPA/5.5BAR a la máquina que debe regularse más abajo o más arriba, presión dependiendo de los requisitos de corte y ajuste de los requisitos de amperios, aire más bajo y amperios para material más delgado, aumentando para materiales más gruesos.

12.4. CONSTRUCCIÓN DE MESA ESPECIAL

Para prevenir accidentes se creó una mesa especial que hace que las chispas que salen del corte caigan en un contenedor evitando quemaduras e incendios.

Figura 13. Construcción de mesa especial con embudo.



Elaborado por: El Autor.

El material que se utilizo es:

- Cuadrado de $1\frac{1}{2}$ (in) x $1\frac{1}{2}$ (in) de $\frac{1}{8}$ de grosor.

Para el marco especial se cortaron:

- 2 piezas de 36 (in) es decir 91.6 (cm).
- 2 piezas de 24 (in) es decir 61 (cm).

Estas piezas tendrán un corte a 45° ya que esa va a ser la unión.

12.4.1. Parámetros de operación

Procedimiento. Después de cortar las piezas se debe crear un pequeño bisel para que sea más fácil a la hora de soldar, posteriormente se realizan unas marcas en la pieza con una separación aproximada de 2 (in) es decir 5 (cm).

Figura 14. Construcción del marco especial.



Elaborado por: El Autor.

Luego de ello se procede a cortar soleras estas miden 1 (in) y $\frac{1}{8}$ de grosor, serán 15 piezas que se colocaran dentro del marco que se construyó formando una pieza en especie de parrilla.

Figura 15. Corte de soleras.



Elaborado por: El Autor.

Estas piezas de soleras son de poca durabilidad ya que a la hora de cortar metal con plasma estas se van afectando poco a poco por lo que deberán ser cambiadas cada cierto tiempo, lo cual es de gran facilidad.

Posteriormente se procede a cortar las piezas que serán las patas y la repisa donde va a ir la cortadora plasma y una cubeta de metal para contener ahí todas las proyecciones ocasionadas en los procesos de corte.

Se procede a cortar una lámina calibre 20 con la cortadora plasma.

La mesa tiene unas dimensiones de 39 (in) de alto, es decir 1 (m).

Las ruedas usadas son de 5 (in), es decir 12.7 (cm).

Y el marco de la parte de arriba con la repisa, hay un espacio entre las 2 piezas de 32 (in), es decir 81.3 (cm).

12.4.2. Piezas para el embudo

Figura 16. Construcción del embudo.



Elaborado por: El Autor.

Se procede a cortar 2 piezas de $25\frac{3}{4}$ de alto, es decir 65.4 (cm), en la parte de arriba tienen 20 (in), es decir 50.8 (cm) y en la parte de abajo tiene $4\frac{1}{8}$ (in), es decir 10.8 (cm).

Las otras 2 piezas miden 24 (in), es decir 61 (cm) de alto en la parte de arriba tiene una dimensión de $32\frac{3}{4}$, es decir 83.2 (cm) y en la parte de abajo tiene un espacio de $8\frac{1}{4}$, es decir 21

(cm) de esta forma se creó el embudo, el mismo que es necesario para que todas las proyecciones caigan en la cubeta de metal evitando incendios y quemaduras.

12.5. Instrucciones de seguridad industrial

Cabe mencionar que para un buen uso del equipo se debe verificar antes de iniciar el corte, que no existan objetos que estén en la línea de los ejes y de la antorcha, u otros objetos que puedan obstaculizar el movimiento lineal, además al momento de usarlo se debe mantener distancia de metro y medio para evitar quemaduras durante la operación de corte, por ello, el estudiante deberá usar protección para los ojos, mascarilla, guantes, prensas, entre otros, para la manipulación de piezas calientes.

- **Casco de protección facial**

Figura 17. Casco de protección facial.



Elaborado por: El Autor.

Casco de protección facial. Pantalla empleada para proteger la cara de golpes e impactos de partículas, polvo, chispas y salpicaduras químicas.

- **Guantes contra riesgo térmicos**

Figura 18. Guantes contra riesgos térmicos.



Elaborado por: El Autor.

Guantes contra riesgos térmicos. Los guantes contra riesgo térmico protegen de quemaduras por exposición al calor y/o llamas en una o más de las siguientes formas: fuego, calor de contacto, calor convectivo, calor radiante, pequeñas salpicaduras o grandes cantidades de metal fundido. Este tipo de guantes deben cumplir con la norma UNE-EN 420+A1.

- **Playo de presión**

Figura 19. Playo de presión.



Elaborado por: El Autor.

Playo de presión. Herramienta manual de gran utilidad, facilitan el trabajo ayudando a sostener firmemente piezas que deben permanecer fijas.

- **Prensas**

Figura 20. Prensas.



Elaborado por: El Autor.

Prensa. Herramienta empleada en la industria para comprimir distintos tipos de materiales (metales, plásticos, papel, cartón, etc.) con el objeto de cortarlos o dotarlos de una forma determinada.

El corte puede causar:

- Incendio o explosión como resultado del metal caliente y chispas del arco de corte.
- Las chispas voladoras, el metal caliente, la pieza de trabajo caliente. y los equipos calientes pueden causar incendios y quemaduras. Asegúrese de que el área sea segura antes de realizar cualquier corte.
- Retire todos los inflamables dentro de los 12 m del arco de corte. si esto no es así posible. cúbralos herméticamente con cubiertas aprobadas.
- No corte donde las chispas voladoras puedan golpear material inflamable.
- Protéjase a sí mismo y a los demás de las chispas voladoras y el metal caliente. Tenga en cuenta que las chispas y los metales calientes del corte pueden atravesar fácilmente pequeñas grietas y aberturas a áreas adyacentes.
- Esté alerta al fuego y mantenga un extintor de incendios y un operador capacitado cerca de Dy.
- Tenga en cuenta que cortar en un techo, piso, mamparo o partición puede causar fuego en la parte posterior.

- No corte en recipientes cerrados como tanques, tambores o tuberías. "Conecte el cable de trabajo al trabajo tan cerca del área de corte como práctico permitiendo la máxima corriente al corte y eliminando la descarga eléctrica en el camino.
- Nunca corte recipientes con materiales potencialmente inflamables o combustibles en su interior. Primero deben vaciarse y limpiarse adecuadamente. Sopla con aire limpio ya que los humos pueden encenderse
- No corte en áreas que contengan polvo o vapores explosivos.
- No corte recipientes presurizados de ningún tipo.
- Use ropa libre de aceite y equipo de protección, como guantes de cuero, camisa pesada, pantalones sin puños, zapatos altos y ajustados y una gorra.
- Tocar partes eléctricas vivas puede causar descargas fatales o Quemaduras graves. La antorcha y el circuito de trabajo están eléctricamente activos siempre que la salida está encendida.

Quemaduras graves

- La antorcha y el circuito de trabajo están eléctricamente activos siempre que la salida está encendida.
- El circuito de alimentación de entrada y los circuitos internos de las máquinas también están activos cuando la alimentación está encendida. El corte por arco de plasma requiere voltajes más altos que la soldadura para arrancar y mantener el arco (200 a 400 voltios dc son comunes), pero también utiliza antorchas diseñadas con enclavamiento de seguridad sistemas que apagan la máquina cuando la copa del escudo se afloja o si la punta toca el electrodo dentro de la boquilla.
- Incorrectamente el equipo instalado o mal conectado a tierra es un peligro.

Descargas eléctricas

- Nunca toque partes eléctricas vivas.
- Siempre use guantes aislantes secos y sin agujeros y protección corporal.
- Aislarse del trabajo y el suelo utilizando esterillas aislantes secas o cubiertas lo suficientemente grandes como para evitar cualquier contacto físico con el trabajo o suelo. No toque las piezas de la antorcha si está en contacto con el trabajo o el suelo.

- Desconecte la alimentación antes de revisar, limpiar o cambiar las piezas de la antorcha.
- Desconecte la alimentación de entrada antes de instalar o reparar este equipo.
- Instale y conecte a tierra adecuadamente este equipo de acuerdo con su Manual del Propietario y las regulaciones y requisitos legales.

Después de desconectar la fuente de alimentación, todavía hay un voltaje de CC significativo en las fuentes de alimentación del inversor.

- Si tiene que abrir la unidad por cualquier motivo, apague la unidad, desconecte la alimentación de entrada y verifique el voltaje de entrada.
- Almacén de condensadores electricidad, asegúrese de que estén cerca de cero (0) voltios antes de tocar cualquier parte. Revise los condensadores de acuerdo con las instrucciones de la Sección de Mantenimiento del Manual del Propietario o del Manual Técnico antes de tocar cualquier pieza.

Cautela. En las fuentes de alimentación del inversor, las piezas defectuosas pueden explotar o hacer que otras partes exploten cuando se aplica energía.

Siempre use un protector facial y mangas largas al dar servicio a los inversores.

Piezas explosivas. Las chispas y el metal caliente soplan desde el arco de corte.

El astillado y la molienda causan metal volador que puede lastimarlo a usted y a otros.

Chispas voladoras. Use protector facial aprobado o gafas de seguridad con protectores laterales y la protección corporal adecuada para proteger la piel y protegerla del vuelo de chispas.

Rayos arc. Use protección facial (casco o escudo) con un tono adecuado de lentes de filtro para proteger su cara y ojos al cortar o mirar.

Use gafas de seguridad aprobadas con protectores laterales debajo de su casco o protector facial.

Use pantallas protectoras o barreras para proteger a los demás del flash, el resplandor y las chispas.

Use ropa protectora hecha de material duradero y resistente a las llamas (cuero, algodón pesado o lana) y calzado protector para los pies

Ruido excesivo. Use tapones para los oídos u orejeras aprobados si el nivel de ruido es excesivo.

Si tiene una afección médica o está tomando medicamentos que pueden perjudicar su vista o estabilidad o si tiene un marcapasos o desfibrilador implantado, no opere ni esté cerca de una máquina de soldadura, mientras esté en funcionamiento. Consulte a su médico antes de usar la máquina.

13. IMPACTOS

13.1. Impacto social

El proyecto ayudará a conocer el proceso, tratamiento y maquinabilidad de corte en diversos tipos de piezas de acero en el taller de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná., mejorando así la calidad de los trabajos realizados por los estudiantes.

13.2. Impacto económico

Acorde a la planificación realizada al principio de la investigación a fin de cumplir los objetivos, se llegó a la culminación del proyecto después de varios meses se logró implementar el equipo cortador por plasma láser para aceros ASTM A36, A588, el impacto económico que este proyecto concede a la misma es el incremento de estudiantes en la carrera de Electromecánica.

13.3. Impacto técnico

La aplicación del equipo cortador por plasma láser, permitió aumentar la calidad del corte y sus diseños haciéndolos más precisos que el corte tradicional manual dejando virutas a la vista, limitados a figuras básicas.

14. PRESUPUESTO

Tabla 16. Presupuesto para la implementación del equipo cortador por plasma

PRESUPUESTO PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Cortadora Plasma PTK 40A – 220V	\$620,00
Electrodo	\$10,17
Boquilla	\$9,99
Anillo difusor	\$8,18
Tapa de retención	\$5,95
Compresor de Aire 8 BAR, 115 PSI	\$132,00
Mesa especial	\$150,00
Tubo cuadrado de 1 1/4	\$39,50
Tool tubo de 1.25	\$30,00
Platina de 1 1/2 x 1/8	\$46,00
Casco de protección facial	\$40,00
Guantes contra riesgos térmicos	\$28,00
Playo de presión	\$15,00
Prensas	\$12,50
VALOR TOTAL	\$1.147,29

Elaborado por: El Autor.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. Conclusiones

El proceso de corte por plasma en aceros ASTM A36, A588, permite una alta definición, diseño y calidad de corte en el que se pueden utilizar diversos tipos de gases como hidrogeno, oxígeno, etc. Este se basa en la acción térmica de dicho gas calentado por un arco eléctrico mismo que se transforma en el denominado cuarto estado de la materia el plasma, el cual es lanzado hacia la pieza penetrando en su totalidad el espesor de la pieza cortándola y fundiéndola.

La implementación del equipo cortador por plasma láser en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná será empleado para cortar piezas de metales tales como acero al carbono simple, acero inoxidable y aluminio y otros metales conductores de la electricidad, también hierro, cobre, latón, bronce y titanio, en este caso la implementación del equipo cortador será para aceros ASTM A36, A588.

De acuerdo a la ejecución del equipo cortador por plasma láser se realizaron varias pruebas de campo para conocer su proceso de funcionamiento, en este caso se lograron cortar diversas laminas aceradas y probetas simples y complejas desde 2 mm hasta 10 y 12 mm de espesor con un ciclo de trabajo de 60% y un factor de potencia del 80%, a una velocidad de 6.000 m/s el cual reduce el metal a vapor y escoria fundida.

15.2. Recomendaciones

Darle el mantenimiento adecuado al equipo cortador por plasma de acuerdo al manual de funcionamiento.

No es recomendable utilizar el equipo cortador por plasma para realizar cortes en piezas pequeñas, debido a las altas temperaturas la pieza podría alterarse.

Comparar diferentes tipos de cortes de distintos espesores considerando otros tipos de acero.

16. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Campo, A. (2005). *Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach*. Revista Colombiana. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
- Escobar S. (2013). *Metodología de la Investigación*. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5887/1/62%20MKT.pdf>
- Festo, J. (2022). *Corte por Plasma como Funciona y Cuales son sus Aplicaciones*. MaquiClick. <https://www.fabricantes-maquinaria-industrial.es/corte-plasma-funciona-cuales-aplicaciones/>
- Fresno, S. (2016). *Distintos Tipos de Corte por Plasma*. Tegnologías en Soldadura. <https://tecnologiasensoldadura.com.mx/conocen-los-distintos-tipos-de-corte-por-plasma/>
- Gallegos, L. (2016). *Acero ASTM A36*. Aceromafe. <https://www.aceromafe.com/acero-a36-propiedades/>
- Génova, F. (2022). *Corte Láser y Corte Plasma, Diferencias*. Holu-Láser. <https://hoiylasertechnology.wordpress.com/2019/03/20/corte-laser-o-corte-plasma/>
- Gomez, S. (2006). *Corte por Plasma*. Praninfo. <http://www.baw.com.ar/descargas/corte-por-plasma-mecanizado.pdf>
- González, M. (2007). *Aplicacion de la Soldadura en Estructuras de Aluminio*. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcim453a/doc/bmfcim453a.pdf>
- Heras, B. (2022). *Que es el Corte por Plasma Elementos y Ventajas*. Mahenor <https://www.mahenor.com/noticias/que-es-el-corte-por-plasma-elementos-y-ventajas-104#:~:text=El%20sistema%20del%20corte%20por,t%C3%A9rmicos%20de%20corte%20por%20fusi%C3%B3n.>
- León, G. (2022). *Que es el Corte por Plasma y Como puedo Usarlo*. Viooor Steel <https://www.corteenpantografocnc.com/>

- López, J. (2019). *Componentes Fundamentales de una Cortadora Láser*. Sideco. <https://blog.sideco.com.mx/componentes-que-hacen-a-tu-cortadora-laser-co2-fundamental-para-tu-negocio>
- Mirallas, K. (2015). Diseño de una Máquina Cortadora CNC. Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/35075>
- Perea, M. (2020). Métodos Empíricos de la investigación. Instituto de Ciencias Económico Administrativas. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/icea/asignatura/mercadotecnia/2020/metodos-empiricos.pdf
- Pérez, C. (2014). Corte por Plasma Uso y Alternativas. Pérez Camp. <https://perezcamp.com/es/corte-plasma/>
- Prieto, B. (2017). Uso de los Métodos Deductivo e Inductivo. Pontificia Universidad Javeriana. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/23681>
- Sarabia, R. (2018). Métodos para Cortar Acero. Láminas y Acero. <https://blog.laminasyaceros.com/blog/4-m%C3%A9todos-para-cortar-acero>
- Visauta, B. (2007). *Análisis estadístico con SPSS 14*. McGraw-Hill. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21080/1/Estad%C3%ADstica%20con%20SPSS.pdf>

17. ANEXOS

Anexo 1. Currículum del tutor de la investigación.

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Nombre:	Francisco Saúl
Apellidos:	Alcocer Salazar
Estado Civil:	Casado
Fecha De Nacimiento:	30 De Junio 1985
Edad:	37 Años
Teléfono:	0983227893
Correo:	Frankbrother1@Hotmail.Com
Nacionalidad:	Ecuatoriano



AVANCES ACADÉMICOS

Estudios Primarios:

- Escuela Fiscal “Cristóbal Colón”

Estudios Secundarios:

- I.T.S “Ramón Barba Naranjo”

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica De Ambato

Título: Ingeniero Mecánico

Cuarto Nivel:

- Universidad Técnica De Ambato

Título: Maestría en mecánica mención manufactura

Anexo 2. Currículum del investigador**CURRICULUM VITAE****DATOS PERSONALES**

Nombre: Roddy Lenin
Apellidos: Paredes Loor
Estado Civil: Soltero
Fecha De Nacimiento: 14 De Mayo 1993
Edad: 29 Años
Teléfono: 0997806632
Correo: Roddy.Paredes0041@Utc.Edu.Ec
Nacionalidad: Ecuatoriano

**AVANCES ACADÉMICOS****Estudios Primarios:**

- Escuela Luis Maldonado Tamayo Recinto San Cristóbal

Estudios Secundarios:

- Unidad Educativa de Guasaganda

Tercer Nivel:

- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná

Anexo 3. Ficha de observación



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTACACHI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y

APLICADAS CARRERA EN INGENIERÍA

ELECTROMECAÁNICA

Objetivo: Recopilar información acerca de la implementación de un equipo cortador por plasma LÁSER para la carrera de Electromecánica de la Universidad - Extensión La Maná.

FICHA DE OBSERVACIÓN

FICHA N° 1

Elabora:

Registro:

Palabras claves

LO

REGISTRADO

Fecha y duración: 12 julio del 2022 de 11:00 a 4:00.

Roddy Lenin Paredes Lóor

Implementación de un equipo cortador por plasma LÁSER

Equipo, cortador, plasma.

DATOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Después de realizar un análisis minucioso de recolección de información a través de la metodología manifestada, se determinó que la implementación de un equipo cortador por plasma permitirá que los estudiantes conozcan el proceso, tratamiento y maquinabilidad de corte en diversos tipos de piezas de acero ASTM A36, A588, desde 2 mm hasta 10 mm y 12 mm de espesor mejorando así su calidad y diseño, lo que les permitirá poner en manifiesto no solo sus conocimientos teóricos sino también sus conocimientos prácticos en cuanto al uso y manejo de este tipo de equipos.

Elaborado por: El Autor.

Anexo 4. Cuestionario aplicado A los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Dirigido. A los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná.

Objetivo. Recopilar información acerca de la implementación de un equipo cortador por plasma LÁSER en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná

1. ¿Conoce usted que es un equipo cortador por plasma láser?

SI
NO

2. ¿Si en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, específicamente en la carrera de Electromecánica se implementara un equipo cortador por plasma láser para el corte de piezas de acero lo utilizaría?

SI
NO

3. ¿Cree usted que el corte de piezas de acero de distinto espesor por medio del equipo cortador por plasma láser facilita la fabricación y diseño de las mismas de una manera más rápida mejorando la calidad de la pieza?

SI
NO

5. ¿Del 1 al 5 siendo 5 muy bueno y 1 pésimo, cómo calificaría usted la implementación del equipo cortador por plasma láser en la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná?

5 MUY BUENO
4 BUENO
3 REGULAR
2 MALO
1 PÉSIMO

Anexo 5. Fotografías de la implementación del proyecto

Fotografía 1. Construcción de mesa especial.



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 2. Piezas para el embudo



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 3. Implementación del equipo cortador por plasma laser, el compresor de aire y la mesa especial.



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 4. Corte de 2 mm.



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 5. Corte de 4 mm.



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 6. Corte de 6 mm



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 7. Corte de 8 mm.



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 8. Corte de 10 mm



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 9. Corte de 12 mm.



Elaborado por: El Autor.

Fotografía 10. Finalización del proyecto de investigación.



Elaborado por: El Autor.

Anexo 6. Aval De Traducción

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO CORTADOR POR PLASMA LÁSER PARA ACEROS ASTM A36, A588, EN LA CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”** presentado por **Roddy Lenin Paredes Loor**, egresado de la Carrera de **Ingeniería en Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto de 2022

Atentamente,

Lic. Olga Samanda Abedrabbo Ramos Mg.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI:050351007-5

Anexo 7 Urkund



Document Information

Analyzed document	TESIS RODDY PAREDES LOOR.pdf (D143340488)
Submitted	8/29/2022 6:10:00 AM
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	1600141377_24__PROYECTO_DE_CURSO-BROWN-SUAREZ.pdf Document 1600141377_24__PROYECTO_DE_CURSO-BROWN-SUAREZ.pdf (D80732770)		4
SA	submission.pdf Document submission.pdf (D118786770)		6
SA	1600057686_674__Proyecto_de_Investigación_-_Jean_Figueroa_-_Whesly_Vera-_P3.pdf Document 1600057686_674__Proyecto_de_Investigación_-_Jean_Figueroa_-_Whesly_Vera-_P3.pdf (D80718680)		1
SA	Avance N. 1 Proyecto.pdf Document Avance N. 1 Proyecto.pdf (D44113637)		2
SA	1612226984_606__Taller_Mecanico_Proyecto_Final.pdf Document 1612226984_606__Taller_Mecanico_Proyecto_Final.pdf (D94373649)		1
SA	1612186916_375__Proyecto_Final_Taller.pdf Document 1612186916_375__Proyecto_Final_Taller.pdf (D94372173)		1
SA	1600105301_647__Proyecto_de_Investigación.pdf Document 1600105301_647__Proyecto_de_Investigación.pdf (D80726405)		1

Entire Document
