



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA.

TEMA:

**ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBO PARA EL
CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI**

POSTULANTES:

- MOLINA LEÓN EDISON RAMIRO
- RUBIO TOMALÁCELIO ALBERTO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. MILTON HERRERA

ASESOR DE TESIS:

DR. EDWIN VACA

LATACUNGA - COTOPAXI – ECUADOR

DICIEMBRE 2012

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “**ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBO PARA EL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.**”, son de exclusiva responsabilidad de los autores .

.....
Celio Alberto Rubio Tomalá

0502581671

.....
Edison Ramiro Molina León

0503057978

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En cumplimiento a lo estipulado en el Capítulo IV, Art. 9 literal (f) del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBO PARA EL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”. Propuesto por Rubio Tomalá Celio Alberto- Molina León Edison Ramiro, 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 Tesis que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de La Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

.....
Ing. Milton Herrera
Director del Proyecto

AVAL DEL ASESOR DE TESIS

Cumpliendo con lo estipulado en el Capítulo IV, Art. 9 literal (f) del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Asesor de Tesis del tema **“ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBO PARA EL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”** Informo que los postulantes egresados: Edison Ramiro Molina León y Celio Alberto Rubio Tomalá han desarrollado su trabajo de investigación de grado en forma teórica bajo mi dirección y supervisión el mismo que está redactado de acuerdo a los planteamientos formulados en el plan de tesis de la universidad.

Por lo expuesto anteriormente considero que el egresado se encuentra apto para presentar el informe de tesis y su respectiva defensa.

.....
Ing. Edwin Vaca
Asesor de Proyecto

AGRADECIMIENTO

Al culminar nuestros estudios, queremos agradecer a Dios por habernos permitido desarrollar los objetivos que nos hemos planteado y darnos la capacidad para realizar la presente investigación.

A los Docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por sus conocimientos brindados y experiencias compartidas durante el proceso de formación académica y concientización social.

Al Msc. Edwin Vaca y al Ing. Milton Herrera, quienes supieron orientar y guiar nuestro espíritu investigativo.

Alberto

Edison

DEDICATORIA

Las páginas que enmarcan esta investigación, fruto de mucha dedicación, esfuerzo y sacrificio, está dedicado a los que nunca dudaron que se lograría este triunfo:

A Dios por darme la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa. A mis padres (Ramiro - Alicia) por el apoyo incondicional, y el inmenso esfuerzo que hicieron para culminar esta carrera universitaria, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome con sus sabios consejos, a mis hermanos (Cristian-Azucena-Fernando) porque siempre he contado con ellos, gracias a la gran confianza que nos une.

Edison

DEDICATORIA

Es de mucho agrado reconocer que todo el esfuerzo que se llevo a cabo durante el tiempo de sacrificio sirvió para darnos cuenta que el que persevera triunfa. A todos los que confiaron en mí especialmente a mí esposa (Jessenia), a mi hermosa hija (Scarlett.), mis padres (Jorge – Isabel) y hermanos (Zoily, Jorge, Jessica, Solange, David e Isabel) que estuvieron allí para darme siempre una mano de confianza, ayuda, amistad y sobre todo toda la paciencia de estar a mi lado incondicionalmente. Agradecer de manera muy significativa a las personas que me dieron su apoyo y han sido mis pilares fundamentales para salir adelante, gracias.

Alberto

ÍNDICE

PRELIMINARES	Páginas
Portada	i
Autoría	ii
Aval del Director de Tesis	iii
Aval del Asesor de Tesis	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vii
Índice General	viii
Resumen	xv
Summary	xvi
Certificado	xvii
Introducción	1
CAPITULO I	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	
1.1. Taller	2
1.2. Producción	2
1.2.1. Procesos de Producción	3
1.3. Propiedades mecánicas de los materiales	4
1.3.1. Propiedades químicas	4
1.3.2. Propiedades físicas	4
1.3.3. Propiedades mecánicas	4
1.4. Proceso de doblado	5
1.4.1. Antecedentes y características del doblado	5
1.5. Fundamentos del doblado de metales	6
1.5.1. Doblar de tubos	7
1.5.1.1. Radio de curvatura mínimos	8
1.5.1.2. Consecuencias del doblado del tubo	9
1.5.2. Alargamiento del material	10
1.6. Técnicas del doblado de tubos	11
1.6.1. Doblar por estiramiento	11
1.6.2. Doblar a tracción	12
1.6.3. Doblar por comprensión	12
1.7. Problemas en el doblado	13
1.8. Recuperación elástica en el doblado	13
1.9. Estructura metálica para la construcción de la dobladora	13
1.9.1. Materiales estructurales	14
1.9.1.1. Aceros estructurales convencionales	14

1.9.1.2. Aceros estructurales de alto rendimiento	15
1.10. Sistema de Uniones	16
1.10.1. Tipos de uniones para estructuras y máquinas	16
1.10.2. Fuerzas que son sometidas las estructuras	17
1.10.2.1. Fuerza de compresión	17
1.10.2.2. Fuerza de tracción	18
1.10.3. Esfuerzo normal en elementos estructurales	18
1.10.3.1. Resistencia del material	19
1.11. La soldadura	19
1.11.1. Tipos de soldadura	19
1.11.2. Posiciones de soldadura	20
1.12. Electrodo	20
1.12.1. Identificación de electrodos	21
1.13. Motor eléctrico	21
1.14. Chumacera	22
1.15. Reductor de velocidad	22
1.15.1. Guía para la elección del tamaño de un reductor	23
1.15.1.1. Característica de operación	23
1.15.1.2. Característica del trabajo a realizar	23
1.15.1.3. Condiciones del ambiente	23
1.15.1.4. Ejecución del equipo	23
1.16. Cadena de rodillos	24
1.17. Tornillos	25
1.17.1. Identificación	25
1.18. Tornillo prisionero	27
1.19. Contactor	27
1.19.1. Partes del contactor	28
1.19.2. Clasificación de los contactores	28
1.20. Conductor eléctrico	29
1.20.1. Partes que componen los conductores eléctricos	29

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Caracterización de la Universidad	30
2.2. Planteamiento del problema	30
2.3. Diseño de la investigación	31
2.4. Técnicas e instrumentos	32
2.4.1. Encuesta	33
2.5. Recursos	33
2.5.1. Materiales de oficina	34
2.5.2. Materiales tecnológicos	34
2.6. Presupuesto	34

2.7. Encuestas realizadas a los estudiantes de 4to y 5to ciclo de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi	35
2.8. Conclusiones	45

CAPITULO III	Páginas
3.1. Tema	46
3.2. Presentación	46
3.3. Justificación	47
3.4. Objetivos	48
3.4.1. Objetivo general	48
3.4.2. Objetivos específicos	48
3.5. Factibilidad de la realización del proyecto	49
3.5.1. Impacto	49
3.5.2. Alcance	49
3.5.3. Limitaciones	49
3.6. Desarrollo de la propuesta	50
3.6.1. Funcionamiento de la dobladora	51
3.7. Requerimientos para la construcción de la máquina	54
3.7.1. Requerimientos y características de los tubos a utilizar	54
3.7.1.1. Tubos mecánicos	55
3.8. Esquema de la dobladora a fabricar	56
3.8.1. Dimensionamiento y construcción de la dobladora	57
3.8.1.1. Introducción	57
3.8.1.2. Aspectos generales del doblado de tubería	58
3.8.1.3. La fuerza del doblado	58
3.9. Selección de materiales	58
3.9.1. Acero ASTM A-36	59
3.9.2. Acero SAE 1018	59
3.9.3. Brazo principal	60
3.9.4. Brida deslizante	60
3.9.5. Alma de doblez	61
3.9.6. Tornillo roscado principal	61
3.9.7. Bocín	62
3.9.8. Prisionero mecánico	62
3.9.9. Guía de doblez	63
3.9.10. Eje de giro	63
3.9.11. Matrices dobladoras	64
3.9.12. Final de carrera	64
3.9.13. Pulsador de emergencia	65
3.9.14. Bornera	65
3.9.15. Contactador	65
3.10. Selección de los reductores de velocidad	67

310.1.Aceites recomendables para el reductor	69
3.11. Selección de la cadena	70
3.11.1.Transmisión de potencia del motor al primer reductor	71
3.12. Parámetros para le selección del motor	72
3.13.Cálculos realizados para la fabricación de la máquina	75
3.14. Conclusiones y Recomendaciones	87
Bibliografía	89
Anexos	

ÍNDICE DE FIGURAS	Páginas
Figura 1.1. La naturaleza de un doblado metálico	6
Figura 1.2. Términos en el doblado de un tubo	8
Figura 1.3. Doblado por estiramiento	11
Figura 1.4. Doblado a tracción	12
Figura 1.5. Doblado por compresión	12
Figura 1.6. Posiciones de soldadura	20
Figura 1.7. Identificación de electrodos	21
Figura 1.8. Cadena	24
Figura 1.9. Tornillos	25
Figura 1.10. Partes del tornillo	26
Figura 1.11. Tornillo prisionero	27
Figura 1.12 Diagrama de los contactos	28
Figura 1.13 Partes de un conductor eléctrico	33
Figura 3.1. Esquema de la dobladora	50
Figura 3.2. Sistema de doblado	52
Figura 3.3. Usos principales	55
Figura 3.7. Doblado por compresión	56
Figura 3.8. Brazo principal	60
Figura 3.9. Brida deslizante	60
Figura 3.10. Alma de doblado	61
Figura 3.11. Tornillo roscado principal	61
Figura 3.12. Bocín	62

Figura 3.13. Prisionero mecánico	62
Figura 3.14. Guía para el dobléz	63
Figura 3.15. Eje de giro	63
Figura 3.16. Matriz dobladora	64
Figura 3.17. Final de carrera	64
Figura 3.18. Pulsador de emergencia	65
Figura 3.19. Bornera	65
Figura 3.20. Contactor	65
Figura 3.21. Reductor de velocidad	69
Figura 3.22. Motor	72

ÍNDICE DE TABLAS	Páginas
Tabla 1.1. Radio mínimo de curvatura para tubos	9
Tabla 1.2. Requisitos para el material de alargamiento	10
Tabla 1.3. Tipo de material de alargamiento	10
Tabla 1.4. Tipo de uniones en estructuras	16
Tabla 2.1. Talento humano	33
Tabla 2.2. Costos directos	34
Tabla 2.3. Costos indirectos	34
Tabla 2.4. Costo total del proyecto	35
Tabla 2.5. Tabla de encuesta	36
Tabla 3.1. Selección del paso de la cadena	59

RESUMEN

A nivel mundial la industria de la mecánica ha ido creciendo de una forma vertiginosa en la cual todos los mecánicos y ramas afines nos vemos involucrados en desarrollar diferentes tipos de máquinas herramientas, partiendo desde un punto básico las máquinas son parte de nuestra vida cotidiana.

El presente proyecto que daremos a conocer ayudará a que exista un mejor desarrollo con la finalidad de un pleno conocimiento y un óptimo adelanto de la Universidad en sí. Buscando la excelencia, la operación adecuada, un mantenimiento preventivo y correctivo así se logrará que todo el personal se adentre al mundo de la mecánica.

En la actualidad, y desde hace un tiempo, se realizan grandes inversiones para el desarrollo de nuevas maquinas herramientas tradicionales. En algunos casos en combinación o colaboración con fabricantes de máquinas herramientas que buscan mantener vigentes las actuales características de las máquinas.

El capítulo I abarca el marco teórico, mediante el cual se determina los principios y fundamentos básicos para continuar con el diseño de los diversos componentes de la máquina.

El capítulo II trata acerca del análisis de factibilidad del proyecto, por la definición del problema, así se determina la viabilidad del proyecto. Adicionalmente se define las restricciones, limitaciones y especificaciones técnicas de la máquina.

El capítulo III está dirigido al dimensionamiento de los diversos componentes de la máquina, conclusiones y recomendaciones deducidas en el desarrollo del proyecto.

SUMMARY

The Man has always looked for many alternatives to develop the industrial area which depends on machine tools that exist in the mechanical world; basically to be aware that's essential for a good management we must have technical and clear procedures for an efficient machine. We know that in the world there is much demand o high-production machines, which of them we have as principal the tube bending machine that takes place a fundamental role in all electromechanical workshop.

This investigative work that's about draft tube bending will contribute with a development of the entire electromechanical work shop; its purpose is to get a high production and excellent advance of our university. Looking for the excellence, a good preventive operation and corrective maintenance we will get that all users are involved into the mechanic's world.

The purpose of the tube bending machine is satisfy all needs with in the studio doubles electromechanical into the university work shop so it will provide students a practical knowledge, thus satisfying the needs of its places and our province with excellent products. The ultimate purpose of this project is that it can be carried out construction in the near future, the estimated time of completion of the project is one year, all the presented work includes three chapters, and these constitute the part corresponding to the study as well as the evaluation of the mechanical design.

Chapter I covers the theoretical framework whereby the principles and basic fundamentals is determined to continue with the design of the various components of the machine.

Chapter II deals with the analysis of feasibility of the project, by the definition of the problem, thus determines the viability of the project. Additionally defines the restrictions, limitations and technical specifications of the machine.

Chapter III is aimed at the sizing of the various components of the machine, conclusions and recommendations, deduced in the development of the project.

CERTIFICADO

Por el presente tengo a bien certificar que, la traducción al idioma inglés del resumen de la Tesis “**ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBO PARA EL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**”. De los postulantes egresados: Edison Ramiro Molina León y Celio Alberto Rubio Tomalá, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido bajo la estructura del lenguaje inglés.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad. Los interesados pueden hacer uso de este certificado como mejor convenga a sus intereses.

Atentamente

.....

Carmita Del Pilar Quilumba

Licenciada De Inglés

INTRODUCCIÓN

Las maquinarias han evolucionado desde los oficios más básicos hasta las tecnologías más industrializadas del planeta a consecuencia de la Revolución Industrial que tuvo lugar entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, en el que Inglaterra en primer lugar, y el resto de Europa continental después, sufren el mayor conjunto de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales de la Historia de la Humanidad, es así que con la implementación de máquinas se facilitó la producción de trabajos en serie y de mejor calidad, dando así una solución a diferentes sectores de producción.

Para hablar de herramientas hay que remontarse hasta los orígenes del hombre porque, desde siempre, lo acompañaron en su evolución. Cuando las manos del hombre ya no eran suficientes para realizar alguna tarea, necesitó algún objeto o dispositivo para ayudarse, así nacieron las máquinas herramientas. Con esto se pretende crear un centro de transferencia de tecnología, que involucre a la comunidad universitaria con el desarrollo de la región, esto en cuanto se refiere al área electromecánica. Convirtiendo a los estudiantes en sujetos productivos y desarrolladores, generando mecanismos o alternativas que le permitan ampliar su misión, visión y vinculación con la colectividad.

Es necesario tomar en cuenta que las universidades son generadores de enseñanza, por lo que se pretende por medio de la implementación de la dobladora vincular a los estudiantes y profesores de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la solución de problemas técnicos de las diferentes empresas del centro del país que soliciten asesoramiento de este tipo, por lo que la creación del Centro de Producción y Servicios resulta una necesidad imperiosa ya que aparte de generar recursos para la institución, ayudará a los estudiantes a afianzar sus conocimientos en casos prácticos.

CAPÍTULO I.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1. Taller.

Al definir el término taller se pueden encontrar variadas opiniones; unos opinan que es aquel lugar de una fábrica en el cual se realizan determinados trabajos u operaciones de tipo manual o artesanal, otros alegan, que es el recinto en el cual se reparan máquinas averiadas, aunque la denominación está más que nada asociada a la reparación de automóviles, un taller mecánico también puede especializarse en reparar electrodomésticos.

En este sentido taller es una metodología de trabajo en la cual se integra la teoría y la práctica. Se destaca por una preeminencia de la investigación, el trabajo en equipo. Aunque en este mismo contexto, un taller, puede ser una sesión de entrenamiento o guía de varios días de duración, el cual se focaliza en la solución de problemas o capacitación sobre determinada actividad, requiriendo la participación activa de sus asistentes.

1.2. Producción.

Producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor. El verbo producir, por su parte, se relaciona con engendrar, procrear, criar, procurar, originar, ocasionar y fabricar. Cuando se refiere a un terreno, por ejemplo, producir es rendir fruto. Por otra parte, cuando la palabra producir se aplica a una cosa, quiere decir rentar o

redituar interés. La producción es uno de los principales procesos económicos y el medio a través del cual el trabajo humano genera riqueza.

Existen diversos modos de producción dentro de una sociedad, determinados por las relaciones de producción que las personas establecen entre sí. A través de las relaciones de producción, el trabajo individual se convierte en una parte del trabajo social. El filósofo alemán MARX Karl, dice que el modo de producción no está determinado por qué se produce ni por cuánto se produce, sino por cómo se lleva adelante dicha producción.

1.2.1. Proceso de Producción.

Proceso de producción es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada conocidos como factores pasan a ser elementos de salida productos, tras un proceso en el que se incrementa su valor.

Cabe destacar que los factores son los bienes que se utilizan con fines productivos las materias primas. Los productos, en cambio, están destinados a la venta al consumidor o mayorista, las acciones productivas son las actividades que se desarrollan en el marco del proceso. Pueden ser acciones inmediatas que generan servicios que son consumidos por el producto final, cualquiera sea su estado de transformación o acciones mediatas que generan servicios que son consumidos por otras acciones o actividades del proceso.

Por otra parte, aunque existen una gran cantidad de tipologías de productos, se podrá mencionar las principales: los productos finales, que se ofertan en los mercados donde la organización interactúa, y los productos intermedios, utilizables como factores en otra u otras acciones que componen el mismo proceso de producción.

Los procesos productivos, por su parte, pueden clasificarse de distintas formas. Según el tipo de transformación que intentan, pueden ser técnicos ya que modifican las propiedades intrínsecas de las cosas, de modo que modifican la selección, forma o modo de disposición de las cosas. Según el modo de producción, el proceso puede ser simple cuando la producción tiene por resultado una mercancía o servicio de tipo único o múltiple, cuando los productos son técnicamente interdependientes.

1.3. Propiedades mecánicas de los materiales.

La metalurgia es la ciencia que se ocupa de las propiedades físicas y mecánicas de los metales. Las propiedades de los metales y aleaciones son afectadas por tres variables.

1.3.1. Propiedades químicas: Son aquellas que el metal adquiere mediante la adición de diversos elementos químicos.

1.3.2. Propiedades físicas: Son aquellas que no son afectadas mediante fuerzas externas como el calor, la densidad, la conductividad o la temperatura de fusión.

1.3.3. Propiedades mecánicas: Son aquellas que son afectadas por fuerzas exteriores, como el laminado, formado, estirado, doblado, soldadura y maquinado. Para comprender mejor el uso de los diversos metales es necesario familiarizarse con los siguientes términos:

Glosario

- **Tenacidad:** Es la resistencia que opone un cuerpo a romperse por impacto, un cuerpo es tanto más tenaz cuando el choque necesario para romperlo tenga que ser más fuerte.

- **Fragilidad:** Es la facilidad con la que un cuerpo se rompe por un choque, es la propiedad opuesta a la tenacidad, los materiales frágiles son los que

fallan sin deformación permanente apreciable una sustancia frágil tiene también baja resistencia al impacto.

- **Elasticidad:** Es la capacidad del metal de regresar a su forma original después de que haya desaparecido cualquier fuerza que actuara sobre él.
- **Plasticidad:** Es la propiedad del cuerpo, en la cual una deformación se hace permanente, si sobre un cuerpo plástico ejercemos una fuerza este se deforma.
- **Ductilidad:** Es la propiedad que presentan algunos metales y aleaciones cuando bajo la acción de una fuerza pueden estirarse sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos.
- **Dureza:** Se puede definir como la resistencia a la penetración por fuerza o a la deformación plástica.
- **Resistencia a la tracción:** Es la cantidad máxima de tracción que le material soporta antes de romperse. Se expresa como la cantidad de fuerza por sección en kilogramos por centímetro cuadrado.

1.4. Proceso de doblado.

1.4.1 Antecedentes y características del doblado.

Actualmente las operaciones de doblado son muchas y muy variadas, y su éxito depende de la tenacidad del material a usarse. En operaciones simples de doblado, un lado de la pieza de trabajo se deforma bajo tensión y el otro bajo compresión y alargamiento.

Un método de ensayo comúnmente utilizado para los materiales frágiles es el de flexión. Por lo general involucra un espécimen que tiene una sección transversal

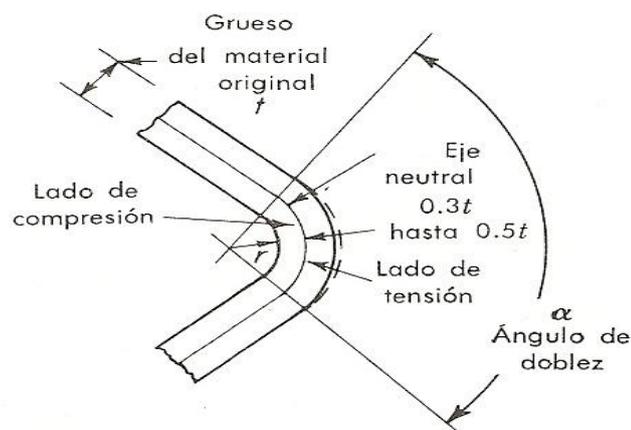
rectangular y esta soportado en sus extremos, la carga es aplicada verticalmente como flexión en tres puntos o en cuatro puntos respectivamente. Los esfuerzos son a tensión en sus superficies inferiores y a compresión en sus superficies superiores. Estos esfuerzos se pueden calcular utilizando ecuaciones de vigas simples. Los esfuerzos a la fractura en flexión se conocen como el módulo de ruptura, o resistencia a la ruptura transversal.

El proceso de doblado supone además el trabajar más allá de la zona elástica en el material del tubo, de modo que para conseguir el doblado deberá deformarse plásticamente, razón por la cual se desea que dicho material posea suficiente ductilidad con el fin de que no se rompa. Al doblar un material, se produce una deformación en la que las fibras exteriores resultan estiradas y las interiores, por el contrario se comprimen.

1.5. Fundamentos del doblado de metales.

El doblado de metales es un proceso que ocurre al aplicarle a un metal de superficie recta esfuerzos superiores al límite elástico o punto de cedencia, en una dirección diferente al eje neutral del material, así se consigue una deformación plástica permanente en forma de curva. Ver figura 1.1.

Figura 1.1. Naturaleza de un doblado metálico.



Fuente: DOYLE p. 336

A pesar de esto, el metal al cual se le haya aplicado un esfuerzo más allá del límite elástico es capaz de manifestar cierta cantidad de recuperación elástica. Si se hace un doblez hasta cierto ángulo puede esperarse que regrese hasta un ángulo un poco menor cuando se deja libre el material. Este retroceso es mayor para radios más pequeños, materiales más gruesos, ángulos de doblez más grandes y materiales endurecidos. Por lo general se devuelven entre 2° y 4°.

Al realizar dobleces en los metales es recomendable realizar el trabajo en frío, a temperatura ambiente evitando calentar el material, ya que aunque esto puede incrementar su plasticidad, al aumentar la temperatura se afecta la estructura interna del elemento, cristalizándolo, lo que causa una disminución de la resistencia mecánica de éste.

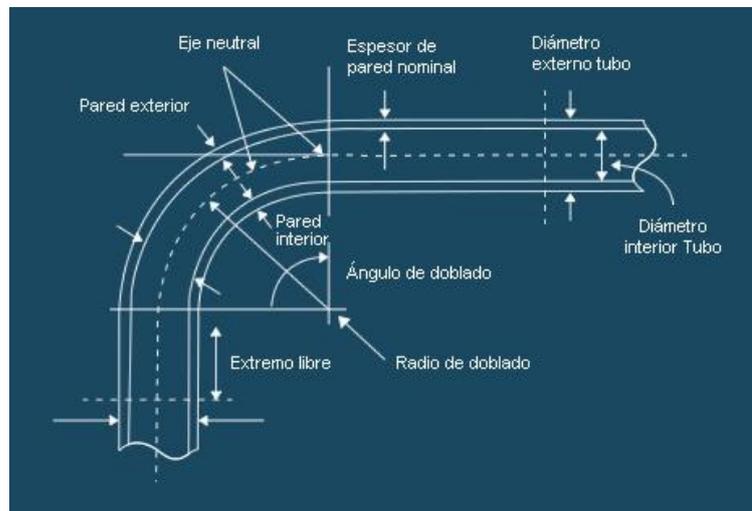
1.5.1. Doblado de tubos.

Objeto de forma cilíndrica, hueco por dentro, casi siempre abierto en ambos extremos, esta es una definición muy concreta de que son los tubos pero analizando para que es necesario los tubos tendremos lo siguiente:

Son materiales de formas y paredes delgadas como tubería podrían unirse en sus esquinas por medio de uniones comerciales como codos o por soldadura, pero resulta más económico y confiable el proceso de doblado. Los tubos se doblan por métodos que buscan no aplastarlos ni deformarlos en la sección de la curvatura.

El radio de doblado se define como el radio de curvatura del eje neutral del tubo. Hace referencia los grados existentes entre el eje neutral de cada uno de los extremos libres de la curva de tubería. El diámetro interior y exterior del tubo, el espesor de pared nominal y el eje neutral son características del tubo seleccionado como materia prima. El ángulo y radio de doblado dependen de los requerimientos de lo que se está fabricando. La pared interior y exterior en el área de la curva dependen del ángulo y radio generados, además, del proceso y máquina de doblado utilizada. Ver figura 1.2.

Figura 1.2. Términos en el doblado de un tubo.



Fuente:CARDENAS“Introducción al conformado mecánico” pág. 36

1.5.1.1. Radio de curvatura mínimo.

La calidad de las curvas obtenidas al doblar un tubo depende en gran parte de la relación que existe entre el diámetro exterior del tubo a doblar, (\varnothing_e), y el radio de curvatura obtenido después de doblar el tubo, (R_c). Esta relación se conoce como factor de curvatura (F_c).

$$F_c = \frac{R_c}{\varnothing_e} \quad \text{(Ecu. 1.1)}$$

Por medio del factor de curvatura es posible determinar el radio mínimo de curvatura que se le puede dar al tubo con el fin de que este no presente achataduras, arrugas ni grietas.

En la tabla 1.1. Se muestran diferentes diámetros de tubería, con sus respectivos espesores y radios de curvatura para un factor de curvatura 3.

Tabla 1.1. Radio mínimo de curvatura para tubos de diferentes diámetros y espesores con $F_c = 3$

Ø Nominal Tubo (in)	Ø Real Tubo (mm)	Espesor de pared (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Radio mínimo de curvatura (in)
0.5	20,63	2,5	61,9	2,4
0.75	25,05	2,5	75,2	3,0
1	32,64	2,5	97,9	3,9
1.25	42,16	2,5	126,5	5,0
1.5	48,26	2,5	144,8	5,7
2	59,24	2,5	177,7	7,0

Fuente: (Exco Colombiana, 2007) pág. 40

1.5.1.2. Consecuencias del doblado del tubo.

Este es simple cuando un tubo tiene un espesor de la pared gruesa y se dobla en un radio grande.

Para determinar si un tubo tiene una pared delgada o gruesa su espesor de la pared se compara con el diámetro externo. El resultado se llama el factor de la pared del tubo.

$$\text{Diametro de curvatura} = \frac{\text{radio de curvatura}}{\text{diametro externo del tubo}}$$

Este tipo de determinación es hecho para determinar si el radio de la curvatura es corto o largo (D de curvatura).

Así, dos ingredientes: El factor de la pared y el diámetro (D) de curvatura. Se usa para determinar la severidad de una curvatura. Como un ejemplo: 1" en el diámetro exterior del tubo (OD) con un 0,100 de espesor (WT) tiene un factor de pared de 1.

$$\frac{10\text{in}}{0,100\text{in}} = 10$$

$$\frac{8}{2} = 4$$

1.5.2 Alargamiento del Material.

Es posible reducir la cantidad de alargamiento requerido para hacer una curvatura particular si se equipa la maquina dobladora con una presión dada. Realmente la presión dada impulsa hacia adelante para cuando el tubo se dobla.

Tabla 1.2. Requisitos para el material de alargamiento.

Diámetro de curvatura	Requerimiento para el estiramiento.
1 D	50%
1/2D	33%
2 D	25%
2 ½ D	20%
3 D	17%

Fuente: IPAC “Catálogo general de productos”

Tabla 1.3. Tipo material de alargamiento.

Típicos materiales de alargamiento	
Material	% de estiramiento
Acero blando 1010	2%
Acero limpio	50%
Aluminio 5052-0	30%
6061-0	25%
Cobre (blando)	50%
Titanio 5 SA (comercialmente puro)	22%
Titanio 3 LA 2 ½ V (aleado)	14%

Fuente: IPAC “Catálogo general de productos”

1.6. Técnicas de doblado de tubos.

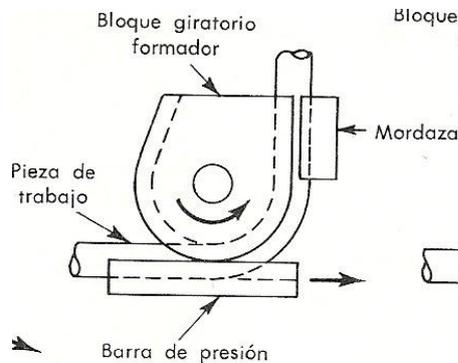
Las técnicas usadas comúnmente para doblar tubos son: doblado por estiramiento, doblado a tracción, doblado por compresión.

1.6.1. Doblado por estiramiento.

Se fija el tubo con mordazas contra un bloque o dado formador que gira y tira del metal amoldándolo contra los dobles. La pieza de trabajo que entra en el doblador recibe apoyo mediante una barra de presión.

Este método es muy utilizado para trabajo con tubos de pared delgada y para radios de doblados pequeños. Este proceso se muestra en la figura 1.3

Figura 1.3 Doblado por estiramiento.



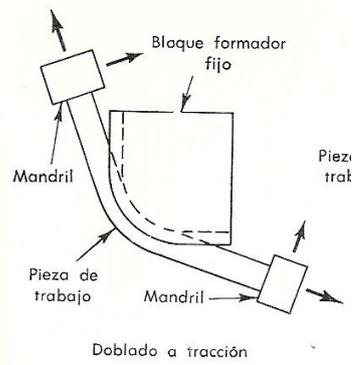
Fuente: (DOYLE, 1980, p. 339)

En algunas ocasiones se inserta un mandril, herramienta usada para apoyar el interior del tubo y así mejorar la calidad de la curva, reduciendo al mínimo cualquier aplanado, y para ayudar a controlar el arrugado durante el ciclo de doblado. Los mandriles utilizados comúnmente son esferas, cable, laminadoras o arena. El radio de curvatura máximo utilizando este método es de 180 grados.

1.6.2. Doblado a tracción.

El tubo se fricciona desde ambos extremos mientras se dobla sobre un bloque formador, esta técnica está limitada a dobleces de radio grandes pero es apropiado para curvas que no son circulares. En la figura 1.4 se muestra un esquema del doblado a tracción.

Figura 1.4. Doblado a tracción

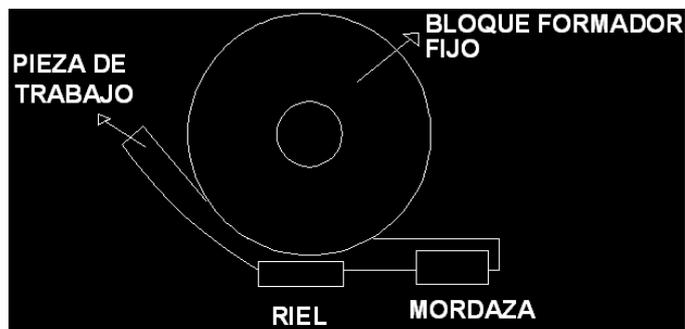


Fuente: (DOYLE, 1990, p. 339)

1.6.3. Doblado por compresión.

El tubo de trabajo se fija con una mordaza y se le obliga envolverse en torno a un dado formador fijo usando una mordaza deslizante. Esta técnica permite hacer series de dobleces que casi no dejan espacios libres entre ellos. Ver figura 1.5.

Figura 1.5. Doblado por compresión.



Fuente: (DOYLE, 1980, p. 339)

1.7. Problemas en el doblado.

En el proceso de doblado de tubo, a medida que la operación se lleva a cabo se pueden producir ciertos problemas, entre los principales se tiene: arrugamiento, jorobas en la parte externa del doblado, rayado en el lado de la mordaza, pliegues en el área de doblado, aplastamiento, marcas de la herramienta sobre la línea de centro, desgarramiento y recuperación elástica, con aumento de radio de giro.

Estos problemas de doblado son considerados los más importantes, y se los puede agrupar según las causas en cinco categorías generales, deslizamiento del tubo a través de la brida-causando arrugamiento, demasiado ajuste sobre el tubo, insuficiente ajuste sobre el tubo y tamaño disperejo entre la ranura del tubo y la riel desalineada.

1.8. Recuperación elástica en el doblado.

Un fenómeno importante que se debe tomar en cuenta en el doblado es la recuperación elástica del material. Consiste en que el material doblado o curvado tiende por elasticidad a recuperar su forma primitiva y el ángulo doblado o la curvatura con que queda después de la operación es menor con la que tiene la estampa, además de que hay un pequeño aumento del radio de giro. Por ello, en operaciones de precisión, es necesario dar un ángulo o curvatura más cerrada de la necesaria como para que después de la recuperación elástica la pieza que de de la forma deseada.

1.9. Estructura metálica para la construcción de la dobladora.

El libro de MERIAMJ.L. de “Estática” año 1998 (pág. 119), define que una estructura metálica es todo sistema u objeto artificial (puentes, galpones, edificios, etc.) constituido de miembros unidos entre sí y con cualquier forma esquelética, construidos de un material metálico para soportar con seguridad su propio peso y las cargas aplicadas sobre él.

1.9.1 Materiales Estructurales

Según la norma ASTM (American Society of Testing and Materials) menciona que los materiales utilizados para la construcción edificio, caminos, puentes, grúas, recipientes de almacenamiento a presión, tuberías, automóviles y similares son los aceros al carbono de calidad estructural, estos aceros pueden ser placas, varillas y perfiles laminados en caliente, fabricados de hierro con bajo contenido de carbono y otros elementos aleantes.

Para incrementar la resistencia mecánica son expuestos a procesos de tratamiento termo mecánicos controlados laminados en caliente, tratamientos térmicos templado y revenido y otros procesos que permiten aceros estructurales de los siguientes tipos.

- Aceros estructurales convencionales.

- Aceros estructurales de alto rendimiento.

1.9.1.1. Aceros estructurales convencionales.

De acuerdo a las especificaciones ASTM, los aceros estructurales convencionales son aquellos que tienen un esfuerzo de fluencia baja menos de 40 Kpsi (40000psi) que está generalmente compuesto por 0,25% de carbono C y 0.65% de manganeso Mn, y son conocidos como aceros dulces o aceros de carbono simple. El acero más común de carbono simple es el ASTM A36 con un esfuerzo de fluencia mínima de 32 a 36 Ksi y en el anexo D muestra las propiedades mecánicas de estos aceros.

Los aceros de carbono simple como placas, varillas y perfiles laminados en caliente son materiales de uso más común en la construcción de estructuras por ejemplo: puentes, edificios y barcos. En el anexo D se muestra los productos más comunes fabricados de aceros de carbono simple.

1.9.1.2. Aceros estructurales de alto rendimiento.

El libro de MANGONONPART L. “Ciencia de Materiales” (pág. 460 y 754), define que los aceros estructurales de alto rendimiento son, aceros de baja aleación y alta resistencia que tiene una resistencia de fluencia mínima de 40 a 120 Kpsi y generalmente están compuestos de micro aleados como de columbio “Cb (Nb”, vanadio (v), titanio (Ti) y otros) y carbono normalmente menos del 0,10%. Uno de estos aceros es el A440 que tiene una resistencia de fluencia mínima de 42 a 50 Kpsi.

Los aceros de alto rendimiento es aquel que posee las propiedades deseables siguientes:

Resistencia mecánica, ductilidad, tenacidad a la fractura, resistencia a la fatiga, resistencia a la corrosión y resistencia al fuego. Formabilidad, soldabilidad, y mejor comportamiento de la unión soldada. Uniformidad de propiedades mediante tecnología de aceros limpios y control de procesos.

Los aceros de alto rendimiento por reducir la cantidad de material y los costos de manufacturación son utilizados en la construcción de edificios altos y puentes.

Según el libro de JACK C. McCormac de “Diseño de Estructuras de Acero Métodos LRFD” manifiesta que los elementos estructurales pueden ser construidos por perfiles laminados en caliente o en frío. Los perfiles laminados en caliente son los ángulos, platinas, perfiles W o I y perfiles U, generalmente denominados como miembros de sección abierta; los perfiles laminados en frío son los tubos cuadrados, rectangulares y redondos, canales U y correas G generalmente denominados como miembros de sección hueca.

Todas estas formas de perfiles han permitido construir miembros estructurales como son las vigas y columnas de sección armada.

1.10. Sistemas de uniones.

La fabricación de estructuras y máquinas son realizadas mediante el uso de uniones remachadas, sujetados y soldadas, cuya función es de mantener unidos a los miembros que conforman la estructura y soportar las diversas cargas que actúan sobre la misma y cada tipo de unión tiene sus propias ventajas y aplicaciones. A continuación en la tabla 1.2 se hace una breve descripción de cada unión o junta.

1.10.1 Tipos de Uniones para Estructuras y Máquinas.

Tabla1.3. Tipo de uniones en estructuras.

Remachados	Uniones utilizadas antiguamente en la construcción de las primeras estructuras metálicas mediante remaches y actualmente ha sido declinada su uso por la soldadura.
Sujetados	Uniones utilizadas para la manufacturación de estructuras, máquinas donde se requiere que sus partes sean desensambladas sin aplicar métodos destructivos, la cual se realiza mediante pernos y tornillos ordinarios, de alta resistencia y pernos de máquinas.
Soldados	Juntas utilizadas de igual forma para la manufacturación de estructuras metálicas y máquinas de manera rápida donde no se requieren que sus miembros sean desensamblados mediante la aplicación de diversos procesos de soldadura y diversos tipos de electrodos.

Fuente:FERRASA. Tuberías. Tubería estructural [Online

Según el libro de SHIGLEY de “Diseño en Ingeniería Mecánica” (pág. 434), manifiesta que para la construcción de los miembros de las estructuras metálicas y para el montaje de la misma se utiliza procesos de unión por soldadura de arco eléctrico o por gas.

1.10.2 Fuerzas que son sometidas las estructuras.

1.10.2.1 Fuerza de compresión.

La compresión puede ser un proceso físico o mecánico que consiste en someter a un cuerpo a la acción de dos fuerzas opuestas para que disminuya su volumen.

Para el cálculo de dicha fuerza se realiza con las siguientes ecuaciones:

$$\sigma = \frac{N_C}{A} = E \epsilon = E \frac{du(x)}{dx} \quad (\text{Ecu. 1- 2})$$

Donde:

σ = Es la tensión de compresión.

ϵ = Acortamiento unitario o deformación unitaria.

$du(x)$ = Campo de desplazamientos a lo largo del eje.

E = Módulo de elasticidad longitudinal.

$$e = F / A \quad (\text{Ecu. 1- 3})$$

Donde:

e = Esfuerzo (Ej. Newton sobre metro cuadrado, Kilogramo fuerza sobre milímetro cuadrado, etc.)

F = Fuerza (Ej. Newton o Kilogramo Fuerza. 1 Newton = 1 Kilogramo por metro sobre segundo al cuadrado, y 1 Kilogramo Fuerza = 9.81 Newton)

A = Área (Ej. metro cuadrado, pié cuadrado, centímetro cuadrado, etc.)

1.10.2.2. Fuerza de tracción.

Es el esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

Lógicamente, se considera que las tensiones que tiene cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas son normales a esa sección, y poseen sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo. La relación entre la tracción que actúa sobre un cuerpo y las deformaciones que produce se suele representar gráficamente mediante un diagrama de ejes cartesianos que ilustra el proceso y ofrece información sobre el comportamiento del cuerpo que se trate.

$$F = Gm_1 \times m_2 \quad \text{(Ecu. 1-4)}$$

F= fuerza de atracción entre 2 masas.

G= Constante universal de gravitación

m₁ y **m₂** = masa de la Tierra y del otro planeta.

r = distancia entre los dos planetas.

1.10.3 Esfuerzo normal en elementos estructurales

El libro de JAMES M. Gere “Mecánica de Materiales” (pág. 3), manifiesta que el esfuerzo normal en un elemento estructural de acero es proporcional de la fuerza o carga axial P que esta uniformemente distribuido sobre el área de la sección transversal; el esfuerzo normal será de tensión o compresión.

Como se muestra en el grafico B-1 y su magnitud se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\sigma = P / A \quad \text{(Ecu. 1-5)}$$

Donde:

σ= Esfuerzo normal, en newton por unidad de área [N/m²]

P = Fuerza axial, en newton [N]

A = Área de la sección transversal, en metros cuadrados [m²]

1.10.3.1. Resistencia del material.

Según el libro de SHIGLEY (pág. 27), define que la resistencia es una propiedad mecánica del material o elemento mecánico que es obtenido por ensayos, y aplicando la ecuación del esfuerzo normal se obtiene la resistencia del material que esta expresado en un diagrama de esfuerzo-deformación unitario del acero que se muestra en el anexo B.

La designación de la resistencia se hace con la letra S_y resistencia de fluencia, los valores de las resistencias a las fluencias mínimas de los aceros se muestra en el anexo D.

1.11. Soldadura.

Según el manual “AGA S.A” soldar es el proceso de unir o juntar metales mediante el calentamiento de las superficies a unir hasta alcanzar un estado plástico permitiendo de esta forma que las partes fluyan y se unan con o sin la adición de un material de aporte.

1.11.1. Tipos de soldadura.

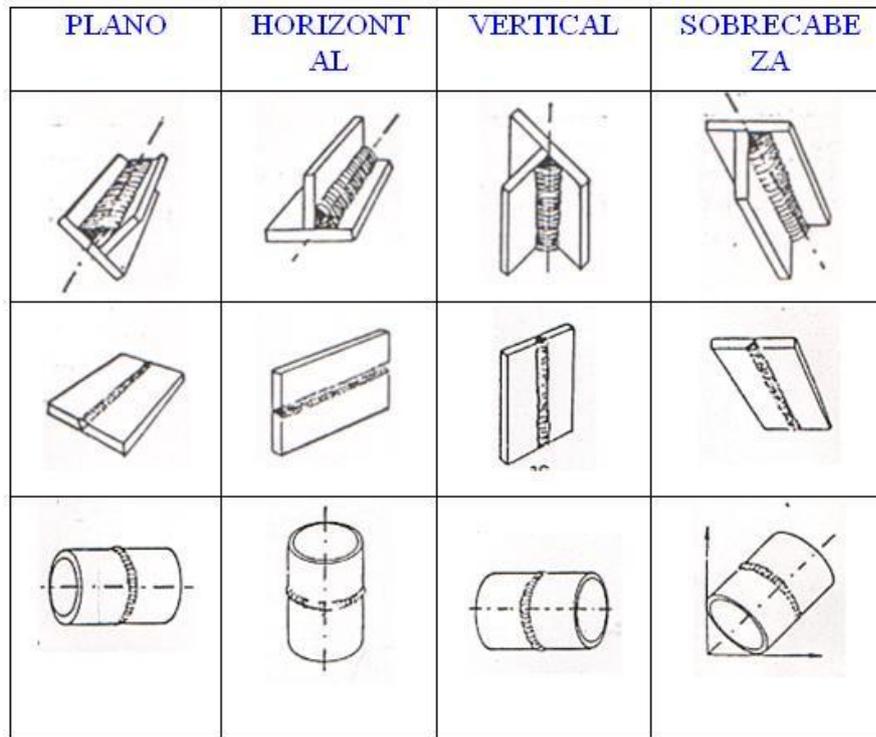
Existen algunos tipos de suelda que se ocupan para unir diferentes piezas metálicas para la construcción de algún trabajo metal-mecánico, según AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY) los más utilizados son:

- Soldadura eléctrica por arco (AW)

- Soldadura oxi-combustible gaseosa (OFW)

1.11.2 Posiciones de soldadura.

Figura 1.6. Posiciones de soldadura.



Fuente:Catalogo “AGA” pág. 20

1.12. Electrodo.

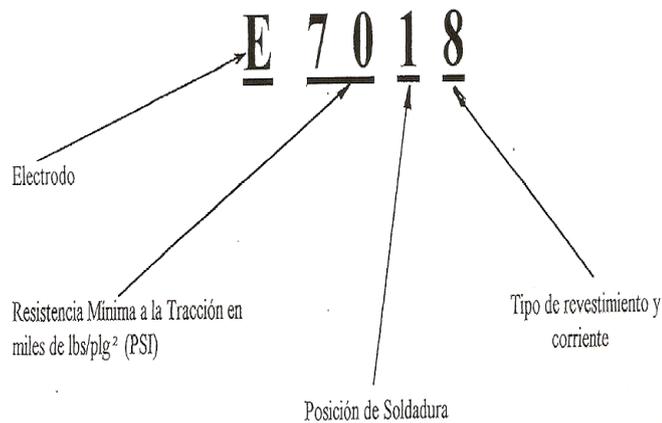
Según HOFFER Koell en el “Manual de soldadura”, manifiesta que los electrodos son varillas metálicas preparadas para servir como polo del circuito; en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, sirven también como material fundente. La varilla metálica a menudo va recubierta por una combinación de materiales que varían de un electrodo a otro.

Algunos electrodos se pueden usar ya sea con corriente alterna o con corriente directa. Se han desarrollado ciertos revestimientos con el propósito de incrementar la cantidad de metal de aporte que se deposita por unidad de tiempo. Otros revestimientos contienen aditivos que aumentan la resistencia mejoran la calidad de la soldadura.

Hay que tener cuidado al seleccionar los electrodos, pues es importante que su composición sea adecuada de acuerdo con el metal que se desea soldar. Si el electrodo y el metal depositado no son compatibles, es muy probable que la soldadura obtenida no sea buena. No es posible esperar que una soldadura soporte la carga para la que se diseñó si no se realiza con el electrodo correcto. Un electrodo inadecuado da origen a porosidad, poca resistencia a la corrosión, soldaduras débiles y otros defectos.

1.12.1 Identificación De Electrodos

Figura 1.7.Identificación de electrodos.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/51192666/clasificacion-e-identificacion-de-los-electrodos>

1.13. Motor eléctrico.

El manual de SCHNEIDER ELECTRIC “Tecnologías De Control Industrial” (pág. 71), dice que el motor eléctrico es la máquina más utilizada para transformar energía eléctrica en energía mecánica, su funcionamiento se basa en el electromagnetismo, el motor al ser alimentado con energía eléctrica CA, hace que la corriente eléctrica circule por los devanados del estator que están desfasados a 120°, en donde se genera un campo magnético llamado f.e.m. fuerza electromagnética el mismo que es inducido hacia las bobinas del rotor para crear otro

campo magnético pero giratorio, esta f.e.m. arrastra al rotor tras el campo magnético hasta que alcance la velocidad nominal N_s y mantenerlo girando.

1.14. Chumacera.

La chumacera es una pieza de metal con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria. Ésta se usa también en transmisiones de cualquier máquina.

1.15. Reductor de velocidad.

Reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes.

Al emplear reductores se obtiene una serie de beneficios que pueden ser:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

1.15.1 Guía Para La Elección Del Tamaño De Un Reductor.

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

1.15.1.1 Características de operación.

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m.
- Relación de reducción (I).

1.15.1.2 Características del trabajo a realizar.

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por hora, inversión de marcha.

1.15.1.3 Condiciones del ambiente.

- Humedad
- Temperatura

1.15.1.4 Ejecución del equipo

- Ejes a 180°, ó, 90°.
- Eje de salida horizontal, vertical, etc.

1.16.Cadena de rodillos.

Figura 1.8 Cadena



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/cadena>

Las cadenas de rodillos están formadas por cilindros huecos (rodillos exteriores) montados entre placas o mallas, rodillos interiores o ejes, limitándose la posición de las placas por medio de pasadores situados sobre los rodillos interiores.

Las características básicas de las transmisiones de cadena incluyen una relación constante de velocidad, puesto que no hay resbalamiento o estirado; larga vida o duración y la capacidad para impulsar cierto número de ejes desde una sola fuente de potencia o fuerza motriz. La potencia corregida se obtiene aplicando estos dos factores a la capacidad de la tabla correspondiente en la siguiente forma.

$$H_{\tau}^1 = K_1 K_2 H_{\tau} \quad \text{(Ecu. 1-6)}$$

Donde:

H_{τ}^1 : Potencia nominal totalmente corregida [HP]. La longitud de una cadena debe determinarse en función del número de pasos.

$$\frac{L}{p} = \frac{2C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2(C/p)} \quad \text{(Ecu. 1-7)}$$

Donde:

L = Longitud de la cadena (m).

P = Paso de la cadena (m).

C = Distancia entre centros (m).

N_1 = Número de dientes en la rueda menor.

N_2 = Número de dientes en la rueda mayor.

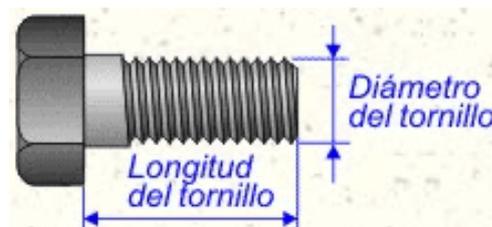
1.17. Tornillos.

Se denomina tornillo a un elemento mecánico cilíndrico con una cabeza, generalmente metálico, se utilizan para unir de forma no permanente los elementos de máquinas.

Los tornillos son componentes de gran utilidad, insustituibles en diversas ocasiones y con características de diseño y construcción que les permiten una perfecta adaptación a muy variadas condiciones y circunstancias de trabajo.

La parte más importante de los tornillos y tuercas es la rosca.

Figura 1.9. Tornillos.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos66/tornillos-tuercas/tornillos-tuercas2.shtml>

1.17.1. Identificación.

Todo tornillo se identifica mediante 5 características básicas: cabeza, diámetro, longitud, perfil de rosca y paso de rosca.

- La cabeza permite sujetar el tornillo o imprimirle el movimiento giratorio con la ayuda de útiles adecuados (Los más usuales son llaves fijas o inglesas, destornilladores o llaves Allen). Las más usuales son la forma hexagonal o cuadrada, pero también existen otras (semiesférica, gota de sebo, cónica o avellanada, cilíndrica...).
- El diámetro es el grosor del tornillo medido en la zona de la rosca. Se suele dar en milímetros, aunque todavía hay algunos tipos de tornillos cuyo diámetro se da en pulgadas.
- La longitud del tornillo es lo que mide la rosca y el cuello juntos.
- El perfil de rosca hace referencia al perfil del *filete* con el que se ha tallado el tornillo.
- El paso de rosca es la distancia que existe entre dos *crestas* consecutivas. Si el tornillo es de rosca sencilla, se corresponde con lo que avanza sobre la tuerca por cada vuelta completa. Si es de rosca doble el avance será igual al doble del paso.

Figura 1.10.Partes del tornillo.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos66/tornillos-tuercas/tornillos-tuercas2.shtml>

1.18. Tornillo prisionero.

Dispositivo mecánico con rosca con o sin cabeza que sirve para impedir el giro o movimiento entre piezas, tales como un eje y un collar. Los tornillos prisioneros tienen tipos diferentes de punta y cabezas para aplicaciones distintas.

El tornillo prisionero pasa por la rosca de la primera pieza y tiene una punta que se presiona firmemente contra la segunda pieza, impidiendo de esta manera el movimiento.

Figura 1.11. Tornillo prisionero.



Fuente:Revista Mecánica Popular - Volumen 22

1.19. Contactor.

Según LEIVA FLOWER Luís “Controles y Automatismos Eléctricos, Teoría y Prácticas” (pág. 21y 42), define a un contactor como un aparato mecánico de conexión y desconexión eléctrica, accionado por cualquier forma de energía, menos manual, capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en condiciones normales del circuito, incluso las de sobrecarga.

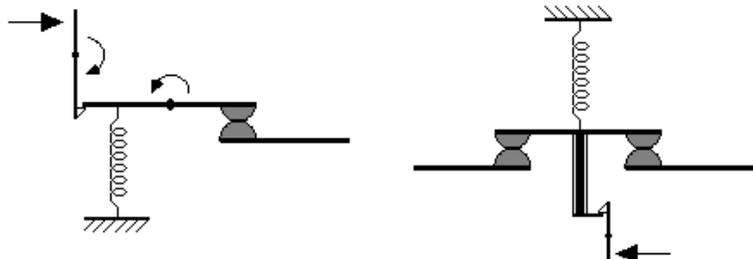
Las energías utilizadas para accionar un contactor pueden ser muy diversas: mecánicas, magnéticas, neumáticas, etc. Los contactores corrientemente utilizados en la industria son accionados mediante la energía magnética proporcionada por una bobina.

El tamaño de un contactor, depende de la intensidad que es capaz de establecer, soportar e interrumpir, así como del número de contactos que dispone. El tamaño del contactor también depende de la tensión máxima de trabajo que puede soportar.

1.19.1. Partes Del Contactor.

- Carcasa.
- Electroimán
- Bobina
- El núcleo
- Armadura
- Contactos

Figura 1.12. Diagrama de los contactos.



Fuente: <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/contactor.htm>

1.19.2 Clasificación de los contactores.

Los contactores se pueden clasificar de acuerdo a:

- Por su construcción
- Por el tipo de corriente eléctrica que alimenta la bobina.
- Por los contactos que tiene.
- Por la carga que pueden maniobrar (categoría de empleo).

1.20. Conductor eléctrico.

Un conductor eléctrico sirve para conducir o transmitir la electricidad, está formado por un elemento usualmente de cobre.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio. El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas capacidad para transportar la electricidad, mecánicas resistencia al desgaste, maleabilidad, del uso específico que se le quiera dar y del costo.

Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos. El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%.

1.20.1. Partes que componen los conductores eléctricos

Estas son tres muy diferenciadas:

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

La Universidad Técnica de Cotopaxi, se crea el 24 de Enero de 1995 con la necesidad de contar con un centro de estudios superiores, para de este modo poder satisfacer la demanda y expectativas de la juventud estudiosa de nuestra provincia.

La Universidad Técnica de Cotopaxi como centro de estudios superiores brinda profesionales de calidad a la sociedad, siendo un ente activo de la sociedad donde se ponen en discusión los problemas sociales, debido a que la universidad es parte integrante de la sociedad a la que pertenece, la misma que lleva implementada en su pensum académico procesos innovadores de estudio, inclusive posee convenios inter institucionales con algunas universidades del extranjero con las cuales se han obtenido un reconocimiento a la excelencia educativa.

Actualmente dentro de su oferta académica se encuentra formando profesionales en distintas especialidades como: Ingeniería electromecánica, eléctrica, industrial, sistemas, diseño gráfico, etc.

2.2. Planteamiento del problema.

El centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi posee una limitada cantidad de maquinaria, y la misma no tiene un uso adecuado para la

que fue destinada lo que no permite que los estudiantes puedan desarrollar una actividad más práctica que teórica.

Sin embargo con la proyección que se estima a obtener a corto y largo plazo con el Centro de Producción y Servicios enmarcados en el avance de nuevas tecnologías que continuamente se desarrollan propicia la ejecución de diversos proyectos destinados a mejorar, complementar y mantener una actividad productiva de gran calidad, que tiene como un único fin el adentrar a todos los que hacen parte de la comunidad universitaria a ser partícipes de la renovación constante en busca de mejoras continuas.

Es de gran importancia entonces que en el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi se disponga de todos los elementos pertinentes acorde a los trabajos a ejecutarse para su correcta operación. Por ende es de gran ayuda la implementación de la dobladora de tubo con sus respectivos accesorios ya que tendrá un impacto positivo en la competitividad económica, en la mejora y acceso al empleo, en la transmisión de información y generación de conocimiento, en la educación y formación profesional de los estudiantes, realizando sus prácticas y así optimizando su trabajo y poder dar solución a los problemas del sector productivo de la provincia.

2.3. Diseño de la investigación.

La investigación sobre “ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBOS EN EL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI” corresponde a un modelo de mejora del centro siendo un proyecto factible, ya que ayuda al estudiante a su preparación profesional y resolver las necesidades del taller de electromecánica como en la fabricación de sillas, por tal razón se empleará el método científico, inductivo-deductivo, analítico.

2.3.1. Método científico.- Con este método se puede demostrar la operación de la dobladora de tubo con su respectivo mantenimiento, conjuntamente con las suficientes bases teóricas orientadas primordialmente a enfocar en la profundización de la investigación.

2.3.2. Método Inductivo-Deductivo.- Este método ayudará a explicar paso a paso el desarrollo de la propuesta mediante la aplicación del fundamento teórico.

2.3.3. Método Analítico.- Permitirá hacer un análisis de las entrevistas o encuestas aplicadas, para obtener así una respuesta de factibilidad del proyecto propuesto. Para la formulación y ejecución de la propuesta se adoptó los niveles de investigación perceptual, comprensivo e interactivo, se requirió de la investigación documental, de campo, interactiva y proyectiva.

2.3.4. La investigación documental y de campo.- Concibió la observación del objeto de estudio, a través de las experiencias de profesionales y el apoyo de fuentes secundarias que permitieron la realización del proyecto en base a las necesidades del taller.

2.3.5. La investigación proyectiva.- Permite elaborar la máquina dobladora de una manera participativa, determinando actores sociales, involucrados, limitaciones e intereses con respecto a la aplicación de la dobladora de tubo que tendrá en el centro.

2.3.6. La investigación interactiva. Permitirá la mejora de la calidad del taller de electromecánica y la consecución de ingresos en beneficio de todos los que conforman la Universidad.

2.4. Técnicas e instrumentos.

Analizando todas las técnicas existentes, se deduce que se utilizará la técnica de la encuesta para obtener la información necesaria y como instrumentos utilizaremos guías o cuestionarios.

2.4.1. Encuesta.

La encuesta es un instrumento de la investigación que permite obtener amplia información de fuentes primarias de las personas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica. Para poder precisar el trabajo de obtención de datos se decidió aplicar la técnica de investigación de campo la cual nos permite estar en el lugar en que se desarrolla o producen los acontecimientos, en contacto directo con quien o quienes son los gestores del problema que se investiga. Aquí se obtiene la información de primera mano en forma directa, con la ayuda de la herramienta estadística llamada encuesta la cual fue aplicada a los estudiantes de cuarto y quinto ciclo de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante el uso del cuestionario que se encuentra en el Anexo C, con esta información se contribuirá a obtener pautas e información de los problemas y necesidades que tienen los profesionales de dicha carrera.

2.5. Recursos.

Para la elaboración de este proyecto de investigación, se contará con los recursos que se detalla a continuación:

Tabla 2.1. Talento humano.

NOMBRE	CANTIDAD
Tesistas	2
Director de tesis	1
Asesor de tesis	1
Técnicos especialistas en la materia	2
TOTAL	6

Fuente: Grupo Investigador.

2.5.1. Materiales de oficina.

- Impresiones.
- Anillados.
- Empastados.
- Copias.
- Flash memory.
- Cartuchos de impresora.
- Hojas de papel bond A4.

2.5.2. Materiales Tecnológicos

- Ordenador portátil
- Catálogos
- Manuales
- Planos
- Instructivos
- Capacitación grupo investigador

2.6. PRESUPUESTO.

Tabla.2.2. Costos directos.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Materiales de oficina	\$300
Materiales tecnológicos	\$400
Adquisición de equipos	\$1800
Implementación	\$500
TOTAL	\$ 3000

Fuente: Grupo Investigador.

Tabla.2.3. Costos Indirectos

DESCRIPCIÓN	TOTAL
ALIMENTACIÓN	\$150,00
TRANSPORTE	\$300,00
EXTRA	\$100,00
TOTAL	\$550,00

Fuente: Grupo Investigador.

Tabla.2.4. Costo Total Del Proyecto

DESCRIPCIÓN	TOTAL
COSTOS DIRECTOS	\$ 3000
COSTOS INDIRECTOS	\$ 550
TOTAL	\$3.550

Fuente: Grupo Investigador.

2.7. Encuesta realizada a los estudiantes de cuarto y quinto ciclo de ingeniería electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Para justificar la técnica de la encuesta utilizada en la recolección de datos para el desarrollo de nuestro proyecto investigativo, se realizó un cuestionario con preguntas que van dirigidas a los estudiantes de Cuarto y Quinto ciclo de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, enfocando un tipo de encuesta que compromete de cómo están los conocimientos en el ámbito tecno industrial de las máquinas herramienta

1.- ¿Conoce el funcionamiento de una dobladora de tubo?

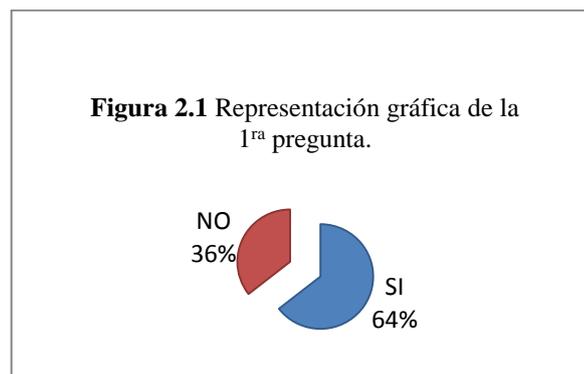
Si () No ()

Tabla 2.5. Tabla de datos de la 1^{ra} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	29	64.44
NO	16	35.56
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de resultados.

Esta observación nos da a conocer que el conocimiento que tienen los estudiantes dentro de la universidad, relata un progresivo ambiente mecánico y eléctrico de la dobladora ya que un gran porcentaje denota la noción del funcionamiento de la maquina. Este es un gran alcance para evidenciar que estamos en buen camino ya que la pregunta demuestra que la mayoría de estudiantes están relacionados de cómo funciona la máquina dobladora, de los 45 encuestados, el 64.44% (29 personas) opinan que conocen el funcionamiento de la dobladora de tubo, el 35.56% (16 personas) dicen que no saben sobre el funcionamiento de la dobladora.

2.- ¿Conoce la función de una dobladora de tubo dentro de la industria?

Si ()

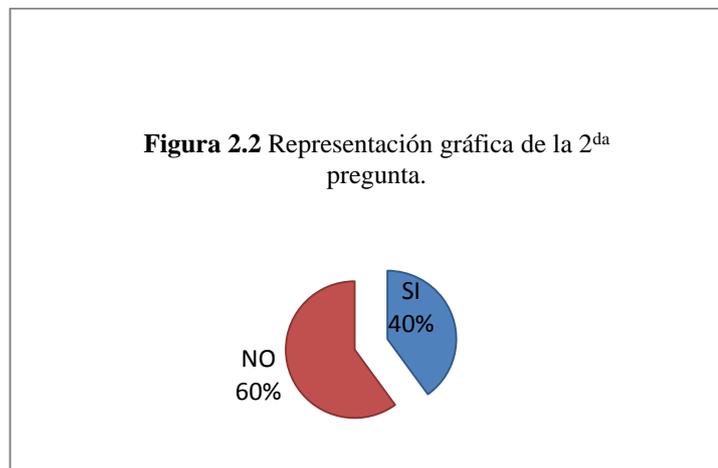
No ()

Tabla 2.6. Tabla de datos de la 2^{da} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	18	40
NO	27	60
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

Una maquina dobladora consiste en doblar tubos de diferente capacidad de diámetro y por ende el espesor del tubo, claro que existen las dobladoras neumáticas, las hidráulicas y las manuales. Y esta pregunta relata que los encuestados tienen un poco de conocimiento necesario de la dobladora dentro de la industria o cual es el funcionamiento ya que de los 45 encuestados, el 40% (18 personas) opinan que conocen la función que tiene una dobladora de tubo dentro de la industria, mientras que el 60% (27 personas) dicen que no conocen la función que tiene una dobladora de tubo dentro de la industria.

3.- ¿Cree usted que con la implementación de una dobladora de tubo en el taller se podría producir (silla, mesas, etc.) de manera industrial?

Si ()

No ()

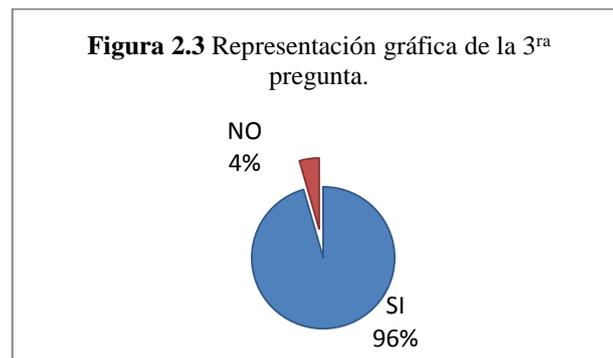
Porque.....

Tabla 2.7. Tabla de datos de la 3^{ra} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	43	95.56
NO	2	4.44
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

Los estudiantes encuestados afirman que la producción dentro del taller de Electromecánica es de un gran adelanto ya que está ligada a afianzar sus conocimientos de cómo y de qué forma trabaja la máquina. Fortaleciendo la producción, mediante la optimización de tiempo y recursos. De esta forma los 45 encuestados, el 95.56% (43 personas) opinan que con la implementación de la dobladora en el taller facilitará el proceso de producción, mientras que el 4.44% (2 personas) dicen que con la implementación de la dobladora no ayudaría en nada a la producción.

4.- ¿Qué tipos de dobladoras sería necesario incrementar en el taller de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

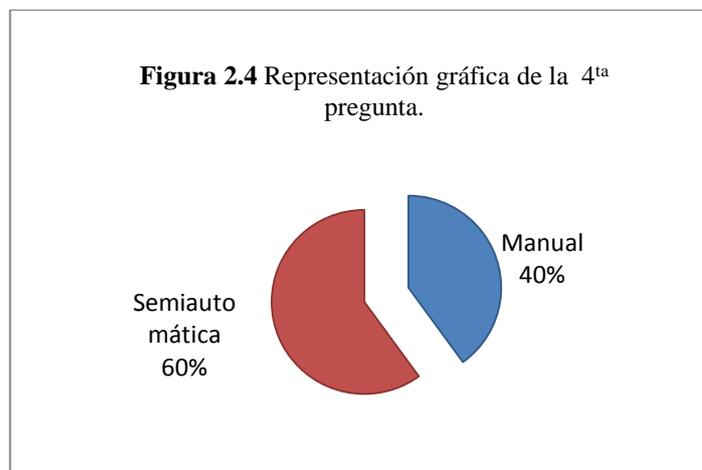
Manual () Semiautomática ()

Tabla 2.8. Tabla de datos de la 4^{ta} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	18	40
NO	27	60
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06-12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

Siguiendo con la línea de preguntas, tenemos la interpretación que esta propuesta nos indica que todos los estudiantes prefieren una dobladora semiautomática de las otras anteriores. De los 45 encuestados, el 40% (18 personas) opinan que la dobladora manual sería necesario implementar el taller, mientras que el 60% (27 personas) dicen que la dobladora semiautomática sería de mucha ayuda ya que facilitaría el trabajo al operario y mejoraría sus conocimientos.

5.- ¿Ha tenido usted dificultad al realizar las prácticas en el taller por no contar con una dobladora?

Si ()

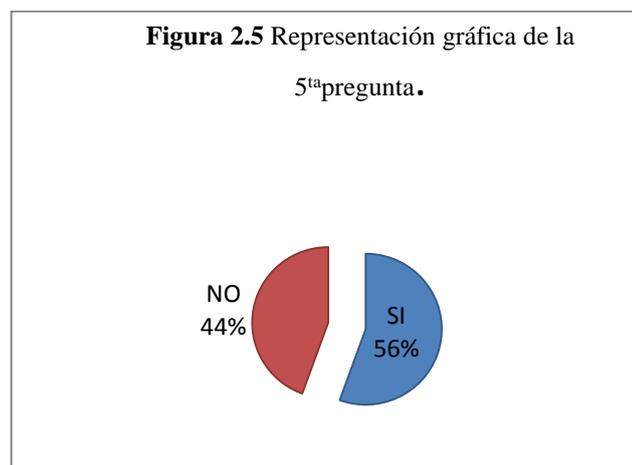
No ()

Tabla 2.9. Tabla de datos de la 5^{ta} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	25	55.56
NO	20	44.44
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

De los encuestados manifiestan que lo anteriormente analizado se desprende que la mayor parte de los estudiantes no disponen de esta máquina dobladora debido a la falta de recursos en el sector industrial, de esta forma se demuestra de los 45 encuestados, el 55.56% (25 personas) opinan que tienen mucha dificultad al no contar el taller con una dobladora de tubo para poder realizar sus prácticas para mejorar sus conocimientos adquiridos, mientras que el 44.44% (20 personas) dicen que no tienen problemas para realizar sus prácticas dentro del taller.

6.- ¿Conoce las herramientas necesarias para el funcionamiento de una dobladora de tubo?

Si ()

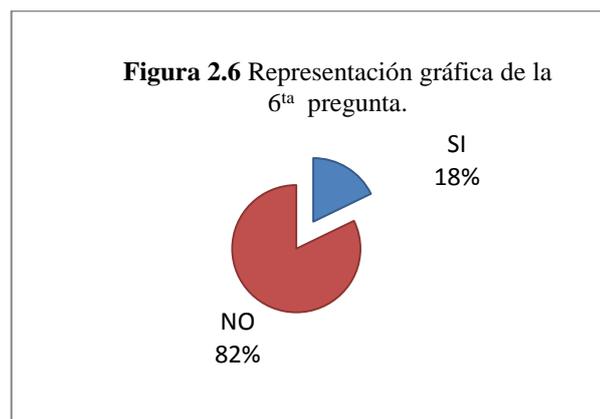
No ()

Tabla 2.10. Tabla de datos de la 6^{ta} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	8	17.78
NO	37	82.22
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

Cabe señalar que la máquina dobladora de tubo cuenta con un tornillo sin fin que permite ajustar la mordaza a la pieza del eje o riel que es la que hace doblar el tubo y por ende para ese ajuste es necesario contar con una llave de pico para desajustar y ajustar el perno, los 45 encuestados, el 17.78% (8 personas) opinan que conoce las herramientas necesarias para el funcionamiento de una dobladora , mientras que el 82.22% (37 personas) dicen que no conocen las herramientas para la operación de una dobladora.

7.- ¿Cree usted que una dobladora de fábrica tiene las mismas condiciones técnicas que una construida manualmente?

Si ()

No ()

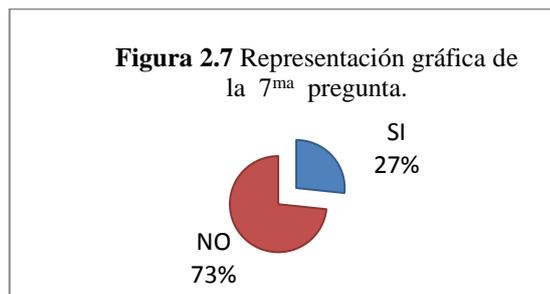
Porque.....

Tabla 2.11. Tabla de datos de la 7^{ma} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	12	26.67
NO	33	73.33
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

La máquina dobladora de tubo es construida y considerada de fabricación manual para el uso y operación de severos trabajos de forma mecánica o eléctrica ya que contamos con cálculos que nos permiten una función con adecuada y correcta producción para de los cuales los 45 estudiantes encuestados, el 26.67% (12 personas) opinan que las dobladoras de fabrica si tienen las mismas condiciones de las construidas manualmente ya que para la realización de la misma se debe tomar en cuenta un sin número de factores que influyen en la creación y se pueden realizar cambios de acuerdo al uso que necesitemos, mientras que el 73.33% (33 personas) dicen que no tiene las mismas condiciones ya que las de fabrica son hechas con tecnología de punta y viene de una manera bien detallada para su correcta operación.

8.- ¿Qué tipo de motor sería recomendable utilizar para una dobladora que tiene la capacidad de doblar hasta una pulgada de diámetro?

1 hp ()

2 hp ()

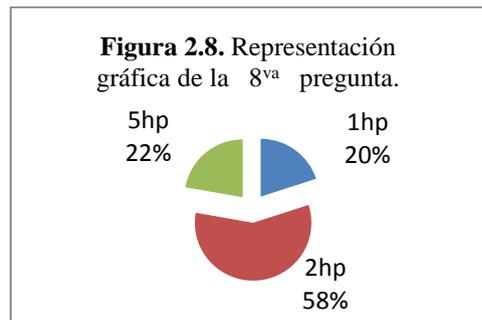
5 hp ()

Tabla 2.12 Tabla de datos de la 8^{va} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
a	9	20
b	26	57.78
c	10	22.22
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

En base a los resultados obtenidos se puede manifestar que los estudiantes de este taller de electromecánica de la universidad si tienen profundidad de análisis de cómo transmitir la potencia de un motor de un 1HP para el doblaje del tubo, pero es necesario comprender que la dobladora cuenta con dos motores reductores que hace que el motor de un HP trabaje a condiciones normales y sin sobre esfuerzos. De 45 encuestados, el 20% (9 personas) opinan que un motor de 1hp es suficiente para la capacidad de doblaje de la dobladora, mientras que el 57.78% (26 personas) dicen que el de 2hp recoge todas las condiciones técnicas de fuerza para la capacidad de doblaje de la máquina para un óptimo funcionamiento, mientras que el 22.22%(10 personas) manifiestan que el de 5hp es recomendable para el espesor de una pulgada.

9.- ¿Utilizaría usted nuestra dobladora para afianzar sus conocimientos?

Si ()

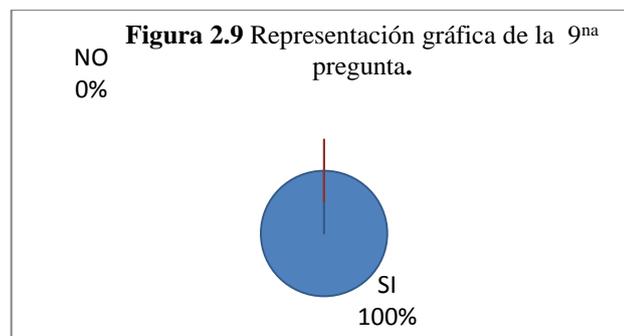
No ()

Tabla 2.13. Tabla de datos de la 9^{na} pregunta de la encuesta.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	%
SI	45	100
NO	0	0
TOTAL	45	100,00

Fuente: Encuesta aplicada a estudiantes 2011-06- 12.

Elaboración: Grupo investigador.



Elaborado por: Grupo investigador.

Análisis e Interpretación de Resultados.

En esta parte cabe señalar que los encuestados afianzan la teoría y construcción de la dobladora de tubos semiautomática ya que el taller de electromecánica no cuenta con una. Por ende es de mucha ayuda para todos los estudiantes y docentes ya que la máquina cuenta con muchas partes móviles y extraíbles a la vez, (mecánicas y eléctricas). Tomando en cuenta que la máquina tiene el propósito de afianzar los conocimientos de todos los que deseen involucrarse en el mundo mecánico industrial.

De allí que los 45 encuestados, el 100% (45 personas) opinan que si utilizaría nuestra dobladora ya que ayudaría a realizar sus prácticas y afianzar sus conocimientos adquiridos en las aulas para un desarrollo de integración e unión de equipos de trabajo en el mundo electromecánico e industrial.

2.8 CONCLUSIONES

A través de las versiones recogidas de los estudiantes a quienes se aplicó la encuesta se pudo concluir lo siguiente:

- La implementación de una dobladora de tubo para el taller de electromecánica es necesario ya que ayudará a los estudiantes a que puedan realizar sus prácticas y afianzar sus conocimientos adquiridos.

- Y además, se concluye que con la implementación de la máquina se podrá producir sillas con una calidad excelente en beneficio de todos los estudiantes que conforman parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y del sector productivo de la Provincia.

CAPÍTULO III

3.1 TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DOBLADORA DE TUBO

3.2 PRESENTACIÓN

El presente proyecto detalla el diseño de una máquina dobladora de tubos la cuál contribuirá en el avance de la universidad en sí y por ende de la carrera de electromecánica, de una manera académica, práctica y metodológica de los estudiantes ya que podrán realizar sus prácticas en lo referente al doblado de tubos.

Según la proyección del Centro de Producción y Servicios de la Universidad es fundamental poder disponer de una máquina dobladora en la Institución para dar servicio a la comunidad en general, y vincular a los estudiantes y profesores de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la solución de problemas técnicos de la diferentes empresas del centro del país.

3.3 JUSTIFICACIÓN.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, en su afán de responder a las exigencias de una formación profesional complementaria, mediante la vinculación de entidades internas y externas que tienen como objetivo fundamental el servicio a la comunidad acoge programas y proyectos productivos de investigación.

En la actualidad el sector industrial dispone de normas establecidas para su correcto funcionamiento, debido a que el centro de producción se orienta a

alcanzar un nivel competitivo en lo referente a la realización de trabajos industriales a gran escala, siendo un ente de investigación en la parte teórica, brindando soluciones prácticas e innovadoras de nuestro entorno, por tal razón es viable la ejecución del presente proyecto ya que incrementara el progresivo avance en el desarrollo productivo e investigativo de tecnología al alcance de todos los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

De esta manera se crea una serie de proyectos productivos y de investigación para la comunidad universitaria, orientados a complementar el aprendizaje práctico, los cuales aportan con una formación académica integral que en lo posterior ayudara con el ingreso de valores económicos a la Institución.

Los avances tecnológicos permiten automatizar las máquinas en procesos de producción, ya que hoy en día las empresas enfrentan varios retos por lo que toda institución debe tener presente la complementación de conocimientos prácticos para que sus profesionales puedan ser competitivos en su rama, desempeñando sus funciones en la empresa que lo requiera para optimizar los recursos y reducir los costos de producción.

Como grupo de investigadores, de la Especialidad de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se escogió este tema de investigación porque permitirá a la comunidad estudiantil profundizar el conocimiento de la dobladora de tubo de una manera teórica, además conocer y adquirir experiencia en el manejo práctico de la misma vinculando de esta manera la teoría y la práctica, los resultados de su aplicación en los procesos de operación adecuados permitirá prolongar la vida útil y obtener ganancias a corto, mediano y largo plazo y soluciones en el sector productivo de la provincia.

3.4 OBJETIVOS.

3.4.1 Objetivo General.

Implementar una máquina dobladora de tubo para el centro de producción y servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi aplicando los conocimientos adquiridos en la Universidad, en beneficio institucional y de la colectividad en general.

3.4.2 Objetivos Específicos.

- Contribuir en la utilización de los talleres y maquinaria existentes en la institución, para de esta manera vincular a la Universidad Técnica de Cotopaxi con el sector productivo del centro del país.
- Analizar el funcionamiento y optimización de la máquina dobladora de tubo para el Centro de Producción y Servicios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Realizar prácticas en la dobladora de tubo para que los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades y conocimientos adquiridos.

3.5 FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA DOBLADORA DE TUBOS PARA EL TALLER DE ELECTROMECAÁNICA.

El Proyecto es factible porque existe la información requerida para el diseño y la construcción de la dobladora de tubo; además existe la predisposición de guiar con información técnica por parte del Director Técnico, y el Asesor con los cuales se va a realizar el proyecto.

Es factible también porque los investigadores cuentan con los conocimientos básicos necesarios y con el factor económico para la realización del proyecto.

3.5.1 Impacto

La realización de este proyecto es un aporte importante para la formación profesional de los estudiantes ya que pueden realizar sus prácticas necesarias, y para la economía de la Universidad ya que se puede producir sillas para la utilización de los mismos estudiantes, contribuyendo así al desarrollo de toda el área que abarca el taller de Electromecánica.

Convirtiendo a los estudiantes en sujetos productivos y desarrolladores, combinando la teoría con la práctica, por estas razones es justo implementar proyectos productivos de esta naturaleza.

3.5.2 Alcance

El alcance de este proyecto es el diseño de una máquina dobladora de tubos, desarrollado con materiales existentes en el mercado. La máquina diseñada tendrá la capacidad de doblar tubos de $\frac{3}{4}$ y 1 pulgada de diámetro.

3.5.3 Limitaciones

Una de las limitaciones es el tiempo en la realización de la máquina.

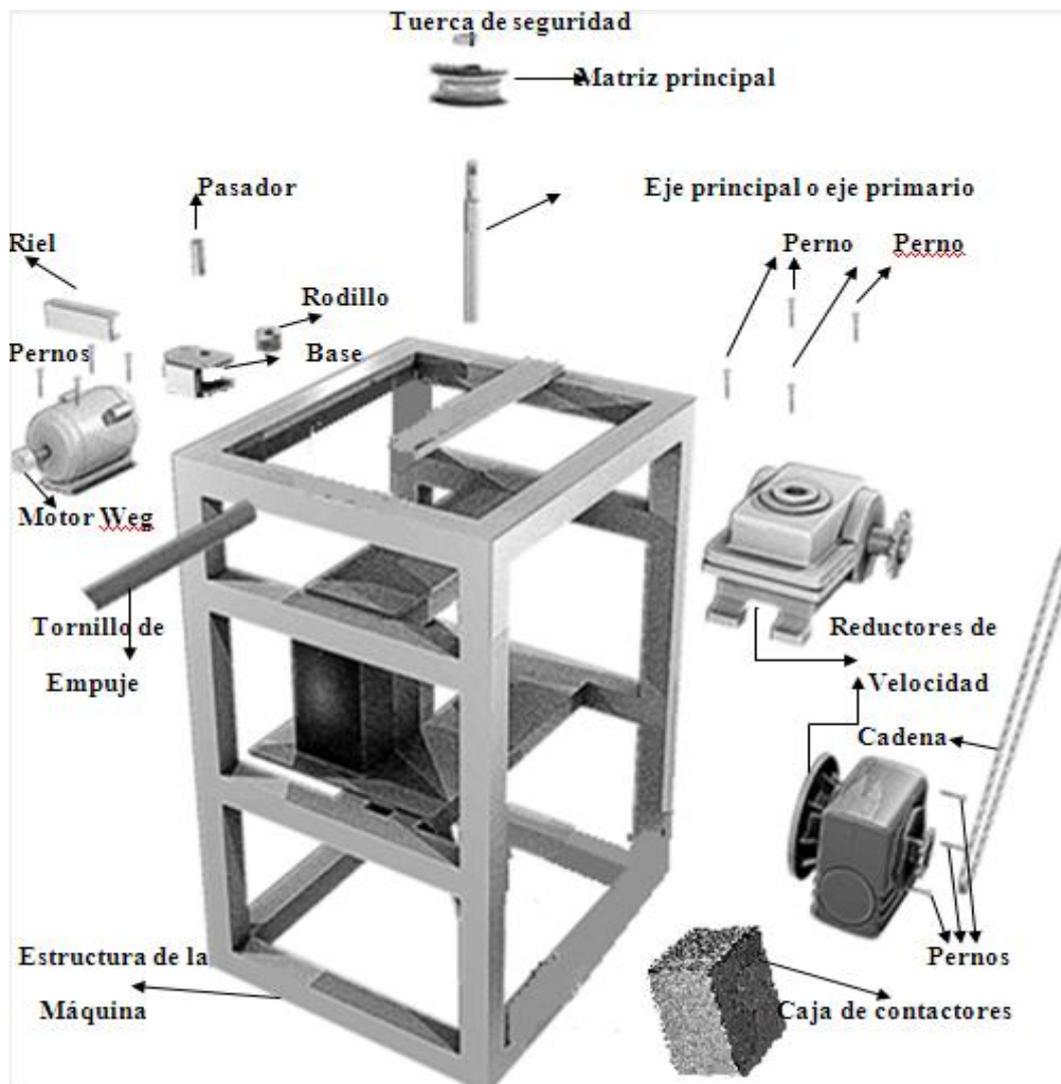
3.6 Desarrollo de la propuesta

Para la construcción de la dobladora de tubo se consideró muy en cuenta la necesidad de los estudiantes en realizar las prácticas dentro del taller.

La dobladora está diseñada exclusivamente para realizar dobleces para tubo de tipo A36 de 1 pulgada de diámetro y 2.5 mm de espesor.

La dobladora de tubo está constituida, como se muestra en la Figura 3.1.

Figura 3.1.Esquema de la dobladora.



Fuente:Grupo investigador

La dobladora de tubo está constituida por una estructura de acero de tubo cuadrado de 2 pulgadas, en la cual esta soldada una base para la sujeción del reductor de velocidad., otra para el motor y el otro reductor.

La carcasa de los reductores de velocidad está hecho de hierro fundido y cuenta interiormente con un eje, un engrane de bronce, con un tornillo sin fin hecho de acero, el reductor va anclado a la estructura mediante pernos.

Para transmitir la potencia del motor al reductor este va conectado mediante un eje, y para transmitir el movimiento del reductor al otro se lo realiza mediante una cadena colocada sobre 2 catalinas ubicadas en los ejes de los reductores.

Mediante el movimiento obtenido por el reductor y con la ayuda de los brazos (Conductor, Superior e Inferior y del respectivo bloque rotatorio y canaleta) se deforma el tubo.

Con este proyecto se plantea reducir al máximo riesgos de accidentes laborales para los operarios que doblan los tubos de forma manual, ya que al hacerlo con una máquina manual y ortodoxa constantemente están expuestos a sufrir algún desgarre muscular por la fuerza que necesitan ejercer para doblar los tubos, lo que al utilizar este nuevo sistema no ocurre ya que tan solo tendrían que colocar el tubo en el bloque rotatorio y pulsar el pedal para hacer toda la tarea. La dobladora de tubo está equipada con un moto-reductor de 2hp el cual tendrá la función de doble giro para que el doble sea automático.

3.6.1 Funcionamiento de la dobladora de tubos

Descripción

La dobladora de tubo es ideal para realizar trabajos industriales como son: fabricación de sillas, los dobles para tubería de instalaciones industriales. Este sistema es un operador mecánico y eléctrico, para su funcionamiento requiere ser accionado por una persona.

Figura 3.2.Sistema de doblado.



Fuente:Grupo investigador

Funcionamiento

1. Antes de comenzar con la operación revisar todas las piezas de la máquina.
2. Conectar a la fuente de alimentación.
3. Activar el pulsador de paro de emergencia de estado Off a On.
4. Colocar el tubo correctamente en el riel y en el rodillo circular.



5. Ajustar el perno sin fin contra el riel.



6. Presionar el pedal de adelantamiento para comenzar a doblar.
7. Luego de haber realizado el respectivo dobles presionar el pedal de retroceso para sacar el tubo.

Normas de seguridad

Se debe respetar las siguientes normas de seguridad durante y después de la operación de la dobladora.

1. El operador debe estar previamente instruido antes que ponga en funcionamiento la máquina.
2. Utilizar ropa apropiada.
3. Colocar y ajustar el tubo de manera correcta.
4. Se debe estar atento a cada movimiento que hace durante el proceso de doblado.
5. Luego de haber terminado de realizar el trabajo el operador debe dejar puesto el paro de emergencia para evitar cualquier accidente.

Mientras se sigan las instrucciones del funcionamiento de esta máquina, usted disfrutará por mucho tiempo del buen funcionamiento y rendimiento de esta dobladora semiautomática.

Nota Importante:

- Use la herramienta apropiada para ajustar o ensamblar la máquina.
- Esta máquina no fue diseñada para grafar lámina, utilícela solo para doblar.
- No doble varillas, mallas, ni tubos de 2 pulgadas de diámetro.
- Cuando la máquina está nueva es normal que, al ajustarla para cierto proyecto, la máquina se desajuste después de un tiempo. Esto se debe a que el acero del cual está fabricada se está acomodando. Esto es normal.

Una vez que la máquina sea trabajada por un tiempo y encuentra su punto de equilibrio interno, no se vuelve a desajustar.

3.7 Requerimientos para la construcción de la máquina

La dobladora de tubos es una máquina en la cual se pueden realizar dobleces de tubos, los cuales son necesarios para la elaboración de piezas y partes de maquinas de tubos doblados.

En base a la información bibliográfica y el estudio teórico expuesto en el capítulo anterior se puede señalar que los requerimientos para el doblado son:

Capacidad del ángulo de doblado

Capacidad del radio de giro

Dimensiones de tubos a utilizar

Espesor

Material del tubo

La dobladora de tubos redondos a construir es una maquina cuyo principio de accionamiento es semiautomática, esta fuerza deberá conseguir el accionamiento de los diferentes mecanismos, para ejecutar la operación de doblado; para los fines de este proyecto, se construirá la maquina dobladora de tubos y los dispositivos para doblar tubo redondo de Acero ASTM A-36.

3.7.1 Requerimientos y características de los tubos a utilizar

En la industria nacional las empresas dedicadas a la fabricación de tubería en acero en el país son: La Industria Procesadora de Aceros S.A. “IPAC”, “Conduit del Ecuador”, La Industria de Aceros del Cotopaxi “ACEROPAXI”. Existen empresas que se encargan de comercializar y distribuir estos productos tanto de fabricación nacional como importada, entre las mas importantes están: COMPAC, DIPAC, ACERO COMERCIAL, ETC.

La línea de tubería y perfilería de acero fabricado en el país y la importada, se rige por Normas Internacionales como:

ASTM (American Society for Testing Materiales),

ISO (International Standards Organization),

ANSI (American National Standard Institute)

Por catálogos de productos, se sabe que en el mercado nacional se puede encontrar los siguientes tubos de acero: tubos mecánicos, tubos estructurales, cañerías, tubos eléctricos, perfiles.

3.7.1.1 Tubos mecánicos.-los tubos mecánicos son utilizados para la fabricación de muebles metálicos, pasamanos, remolques, etc.

Usos Principales

La familia de perfiles tubulares es utilizada preferentemente para la construcción de diversas estructuras como las que se muestran a continuación:

Figura 3.3.Silla



Fuente:Grupo investigador

Figura 3.4.Bicicletas



Fuente:Grupo investigador

Figura 3.5.Estructuras



Fuente:Grupo investigador

Figura 3.6.Piezas

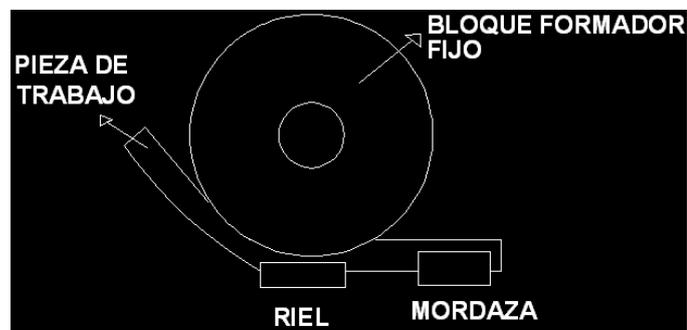


Fuente:Grupo investigador

3.8. Esquema de la dobladora a fabricar

Luego de analizar los diferentes métodos de doblado y las distintas máquinas dobladoras semiautomáticas disponibles en el mercado, se define que el método de doblado a utilizar es el de doblado por compresión, tal como se muestra en la figura 3.1, pues brinda la posibilidad de realizar curvas de hasta 180°.

Figura 3.7. Doblado por compresión.



Fuente: Grupo investigador

El radio de curvatura esta dado de acuerdo a la matriz fija utilizada.

Posee una guía, que actúa como dado de presión y va insertada entre el tubo y el rodillo giratorio; el avance y la fijación son controlados por el rodillo, el mismo que está sujeto mediante un pasador, de modo que ejerza presión sobre el dado deslizante. Estos dos últimos dispositivos actúan conjuntamente con el brazo de palanca al aplicar la fuerza, que pivota sobre el eje principal de la maquina.

Ventajas

- Doblado uniforme
- Control de flujo de material
- Mejor control de la recuperación elástica
- Exactitud en la obtención del ángulo de doblado
- Mínimo aplastamiento del tubo
- Fácil montaje y desmontaje de dispositivos

Desventajas

- Desgaste de los elementos en operación continua
- El radio de giro o radio de curvatura esta restringido al tamaño de la matriz

3.8.1 Dimensionamiento y construcción de una dobladora de tubo.

3.8.1.1 Introducción.

La máquina dobladora de tubos es un prototipo de máquina de accionamiento semi-automática, compuesta por diferentes elementos mecánicos y eléctricos como: tornillos, platinas de acero, ejes ASTM A-36, tuercas, matrices de doblado, prisioneros, contactores, pedales de accionamiento, guarda motor entre otros, tiene como propósito fundamental doblar tubos redondos de 1 pulgada de diámetro y de 2,5mm de espesor los cuales son colocados en la máquina con su respectiva matriz y riel para poder realizar el proceso de doblado.

3.8.1.2. Aspectos generales del doblado de tubería.

El doblado de tubos es muy similar al doblado de barras. En el caso de doblado de tubería la pared del tubo afecta a la distribución de los esfuerzos de tracción y compresión durante el proceso de doblado. El tubo experimenta en la zona de tracción un adelgazamiento de la pared, que es la causa principal de aplastamientos y fisuras en el tubo; por lo tanto un tubo de pared gruesa se dobla con facilidad para un radio pequeño de curvatura.

En el proceso de doblado se requiere que el material posea suficiente ductilidad a fin de que pueda deformarse plásticamente sin que llegue a la rotura. Existen accesorios importantes en el proceso de doblado de tubos, el primero se denomina matriz, el cual proporciona el radio de curvatura deseado y se encuentra en el interior de la zona doblada, el segundo es el mandril o riel cuya función principal es prevenir el aplastamiento del tubo, este se coloca dentro del tubo al ser doblado.

3.8.1.3. La fuerza del doblado.

Un primer aspecto importante para el doblado, es la magnitud de la fuerza requerida para realizar dicha operación. El estudio de las fuerzas, permite dimensionar, construir y escoger los materiales apropiados. La fuerza de doblado se define como aquella capaz de provocar en el material su momento límite; esto es lograr que el material se deforme plásticamente por toda la sección transversal, adquiriendo un radio de curvatura determinado. En este caso de nuestra matriz el ángulo de curvatura máximo que se debe doblar es de 180° ya que depende de la forma de la matriz a utilizar.

3.9. Selección de materiales.

El material elegido debe responder a las exigencias de la función de la pieza o componente. Este aspecto está íntimamente relacionado con sus características físicas y mecánicas.

Debe tenerse en cuenta el aspecto concurrente ya dentro de la misma función: por ejemplo, aunque sea muy caro, la selección de un material de propiedades elevadas para un elemento muy solicitado puede repercutir favorablemente en el peso y dimensiones del conjunto de la máquina.

La selección del material no puede desligarse del método de conformado y del proceso de fabricación de la pieza o componente. En efecto, aunque un material posea las propiedades requeridas para realizar una función, debe prestarse al método de elaboración deseado (o disponible) con un costo razonable.

Deben considerarse los costos asociados a las operaciones de acabado.

A continuación se detallan los tipos de acero que se ocupó en la fabricación de la máquina.

3.9.1. Acero de bajo contenido de carbono ASTM A-36.

Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas. Por tal motivo se seleccionó este tipo de acero para realizar, la construcción de los diferentes elementos y mecanismos de la dobladora semi-automática, y por su fácil adquisición, su costo, el mismo que tiene variedad de aplicaciones para fines de diseño.

3.9.2. Acero de transmisión AISI – SAE 1018.

Este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono.

Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica y debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo en muchas piezas como pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina se seleccionó este tipo de acero para el conformado de algunas partes de la máquina.

3.9.3. Brazo principal.

Figura 3.8 Brazo Principal



Fuente: Grupo investigador

Este mecanismo esta constituido por platinas de acero ASTM A-36 de 395mm de longitud, cortados y mecanizados mediante desbaste, unidos con soldadura E-6011 y E-6013.

El mismo sirve de soporte de todo el equipo de doblado, a la vez que es la que le da la forma al doblado de los tubos, la misma gira alrededor de la matriz fija.

La misma que debe ser lo suficientemente rígida y estable para facilitar su operación además se debe evitar que los elementos que sobre ella están sufran algún daño si se produce una caída. Sobre la cuál se monta la brida deslizante, de control para el doblado.

3.9.4. Brida deslizante.

Figura 3.9 Brida Deslizante



Fuente: Grupo investigador.

Este mecanismo está constituido por platinas de acero ASTM A-36 de 70mm de longitud cortados y mecanizados mediante desbaste, unidos con soldadura E-6011

Y E-6013. Este elemento va montado sobre el brazo principal, sobre el que se desliza gracias a la acción del tornillo. La función de este elemento es sujetar al alma de doblez, el mismo que aprieta la guía de doblez junto con el tubo contra la matriz fija.

3.9.5 Alma de doblez.

Figura 3.10 Alma de doblez



Fuente: Grupo investigador.

Constituye el elemento fundamental de la máquina ya que es el encargado de ajustar a la guía de doblez correspondiente a cada matriz de doblado, de dimensiones de 43mm de longitud y el diámetro 20mm el mismo que se encuentra alojado en la parte interna de la brida deslizante acoplado por un pasador, los mismos que son construidos en acero de transmisión SAE 1018 utilizando procesos de conformado con arranque de viruta.

Es accionada por el tornillo roscado principal, y el alma de doblez se desplaza ajustando a la guía de doblez junto con el tubo en sentido horizontal alrededor de la matriz fija ajustada a la estructura.

3.9.6. Tornillo roscado principal.

Figura 3.11 Tornillo Roscado Principal



Fuente: Grupo investigador.

En el caso de la máquina el tornillo roscado es esencial para su funcionamiento, este es accionado por medio de una palanca que esta ajustada al mecanismo por el sistema eje-agujero roscado construido mediante el proceso de torneado de dimensiones de 220 mm y de radio 20mm el mismo que acciona a la brida deslizante. Este se encuentra acoplado a la brida deslizante mediante una rodela soldada a la brida.

3.9.7.Bocín.

Figura 3.12 Bocín



Fuente: Grupo investigador.

Este es un elemento de acero de transmisión SAE 1018 de 60mm de diámetro cortado y mecanizado mediante el proceso de torneado y taladrado, el cual se acopla con un extremo del eje principal mediante un prisionero y soldado a un extremo del brazo principal con soldadura E-6013. De modo que permite que el brazo gire para efectuar el proceso de doblado.

3.9.8.Prisionero mecánico.

Figura 3.13 Prisionero Mecánico



Fuente: Grupo investigador.

Es un elemento normalizado y se adquirió en el mercado local de dimensiones 6,5mm de diámetro por 20mm para apretar o aflojar el extremo interno que va con el tornillo principal, se lo emplea para sujetar al tornillo principal con el bocín, el

mismo permite el movimiento longitudinal de la brida deslizante que es accionada por el tornillo principal.

3.9.10. Guía de doblez.

Figura 3.14 Guía Para El Doblez



Fuente: Grupo investigador.

Este elemento es de acero ASTM A-36 mecanizado mediante el proceso de fresado, constituye la parte fundamental para doblar el tubo, presenta un acanalado interno el mismo que ajusta al tubo contra la matriz, la guía es arrastrada por el alma de doblez, la brida deslizante y el brazo principal, la misma que gira sobre la matriz fija, obteniendo así la curvatura sin defectos en el proceso de doblado.

3.9.11. Eje de giro.

Figura 3.15 Eje De Giro



Fuente: Grupo investigador.

Es un eje de acero SAE 1018 mecanizado mediante el proceso de torneado, el mismo que va acoplado en el brazo principal y soldado al reductor mediante suelda E-7018, el cual es esencial para que exista un giro alrededor de la matriz

que es accionado por el tubo produciendo el movimiento del brazo principal para el proceso de doblado.

3.9.12. Matrices dobladoras.

Figura 3.16 Matriz dobladora



Fuente: Grupo investigador.

Las matrices están elaboradas de acero ASTM A-36 de manera que el tubo pueda alojarse en ellas, su forma esta determinada por el radio mínimo de curvatura, el cual es exclusivo de cada uno de los tubos que se van a doblar, por esta razón cada matriz tiene sus medidas y características específicas.

Las matrices están elaboradas de tal manera que presentan un acanalado en la cara lateral y en el centro presentan una ranura para que la cara inferior del tubo pueda alojarse en ellas. La ranura interna en la matriz es esencial ya que ayuda a que el proceso de doblado se realice con éxito al ángulo deseado.

3.9.13. Final de carrera

Figura 3.17. Final de carrera



Fuente: Grupo investigador.

Son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. La selección de este sensor se realizó de acuerdo a los requerimientos de la máquina ya que permite realizar el paro automático del brazo al momento del doblado.

3.9.14. Pulsador tipo Hongo

Figura 3.18 Pulsador de emergencia



Fuente: Grupo investigador.

Este será accionado en caso de emergencia será el paro total de la máquina

3.9.15. Bornera CSC

Figura 3.19 Bornera



Fuente: Grupo investigador.

3.9.15. Contactores

Figura 3.20 Contactor



Fuente: Grupo investigador

La función del contactor será hacer la maniobra del motor en dos sentidos de giro. Para la selección del contactor se consideró los siguientes parámetros importantes:

- Categoría de servicio
- Frecuencia de ciclos de maniobra
- Voltaje y frecuencia de bobina
- Voltaje de servicio

1) Categoría de servicio

Considerando que el contactor a seleccionar es para maniobrar un motor jaula de ardilla, y según la tabla de elección de contactores D-9 la categoría de servicio que se debe utilizar es AC3.

2) Frecuencia de ciclos de maniobra

Considerando que la duración mecánica de los contactores depende del ciclo de maniobra por período de tiempo, se selecciono un contactor que soporta un número máximo de maniobra que es un valor de 600 ciclos de maniobra por hora.

3) Voltaje y frecuencia de la bobina

Considerando que se utilizara el voltaje de 220 VAC se selecciono un contactor con bobina para dicha tensión disponible y para una frecuencia de 60 hz que es estandarizado dentro de nuestro medio.

4) Voltaje de servicio

Sabiendo que el voltaje de alimentación del motor es 220 V, se selecciono un contactor con contactos que soporte una capacidad de ruptura = 240 VAC, a continuación se presenta la tabla de datos del contactor seleccionado.

Contactor SIEMENS	Código	Bobina		Contactos principales		
		Tensión (V)	Frecuencia (Hz)	Tensión (V)	Corriente (A)	Potencia (Kw)
Contacto arranque motor	LC1- D1810	220	60	220	12	1.5

Fuente:<http://www.ingelsim.cl/images/3SB3500-1CA21.jpg>

3.10 Selección de los reductores de velocidad

Los reductores de velocidad están conformados a base de engranajes circulares y dentados según su tamaño y función es reducir la velocidad de la maquina segura y eficazmente o para permitir diferentes velocidades. El problema básico de las máquinas es reducir la alta velocidad de los motores a una velocidad utilizable por los equipos de las máquinas.

Luego de seleccionado el motor, se procede a seleccionar un reductor que debe tener una potencia de entrada, que se determina multiplicando la potencia del motor por el factor de servicio en base a las horas de trabajo diario del sistema, por lo siguiente:

Potencia Reductor = Potencia Actual x Factor de Servicio.

Factor de Servicio:

El factor de servicio es 1,25 para un motor eléctrico de entrada constante, medianamente impulsivo, para trabajar 12h/día.

Potencia de Selección del Reductor:

Potencia de selección = Potencia Actual x Factor de Servicio.

$$= 1.50 \text{ [kW]} \times 1,25$$

$$\text{Pot. Selección} = 1,86 \text{ [kW]}$$

Velocidad del reductor:

Luego de encontrada la potencia de selección del reductor se debe tener una velocidad de salida que determinara la relación de transmisión $i = n_1/n_2$, en donde n_1 es la velocidad del motor o velocidad de entrada al reductor y n_2 es la velocidad de salida del reductor por lo siguiente:

$$i = 7$$

$$n_1 = 1720 \text{ [rpm]}$$

relación 7:1

$$7 = \frac{1720}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{1720}{7}$$

$$n_2 = 245.7 \text{ [rpm]}$$

Acoplamiento Motor/Reductor.

Datos:

Potencia: 1.50 [kW]

n : 1720 [rpm]

F. Servicio: 1,25

Aquí se debe calcular primero la potencia de servicio que es igual a la potencia del motor multiplicada por el factor de servicio:

Potencia de servicio = potencia real x factor de servicio.

$$= 1.50 \text{ [kW]} \times 1,25$$

$$\text{P. Servicio} = 1,86 \text{ [kW]}$$

Con el valor encontrado, se utilizara para determinar la potencia normal a 100 [rpm], que será la potencia final para seleccionar el tipo de acoplamiento a utilizar:

$$\text{Potencia normal a 100 rpm} = \frac{\text{potencia de servicio} \cdot 100}{n}$$

$$\text{Potencia normal a 100 rpm} = \frac{1.86 \text{ (KW)} \cdot 100}{1720}$$

$$\text{Potencia normal a 100 rpm} = 0.11 \text{ [kW]}$$

3.10.1 Aceites recomendables para el reductor

Figura 3.21 Reductor



Fuente: Grupo investigador

Según FOGEDJanc.c.Jensen a/s en su texto "tratamiento de aceite" recomienda para este tipo de engranajes la utilización de estos diferentes tipos de aceites, ya que cumple con todas las características técnicas.

T-85/140-SP

Aceite multi-viscosidades, cubre desde un SAE 85 hasta un SAE 140, con viscosidad base ISO-320, color negro, se usa exitosamente en aplicaciones que requieren viscosidades ISO-220, ISO-320, ISO-460, para todo tipo de reductores, especialmente CORONA-SINFÍN

T-10/50-SP

Aceite multi-viscosidades, cubre desde un SAE 10 hasta un SAE 50, (extra adherente), tiene una viscosidad base ISO-100, contiene un aditivo especial a base de bisulfuro sintético, es de color verde oscuro, y se usa para todo tipo de reductores que requieren aceites ISO-68, ISO-100 e ISO-150. Su principal aplicación es en sistemas de circulación de equipos de impresión offset japoneses y alemanes (Mitsubishi, Komori, Sakurai, KBA, ManRoland) también reductores pequeños de alta velocidad y carga (reductores bonfiglioli de plantas embotelladoras).

TP-150-CLE-A-HH

Aceite ISO-150, color ámbar, principales aplicaciones, para engranes de circulación en equipos de impresión offset Heidelberg Speedmaster y en cajas de engranes industriales.

3.11 Selección de la cadena

Una cadena de transmisión sirve para transmitir el movimiento de arrastre de fuerza entre ruedas dentadas.

Para la transmisión de torque de una máquina motriz a una máquina conducida, existen al menos tres métodos muy utilizados:

Transmisión con engranajes, correas flexibles de caucho reforzado y cadenas de rodillos. Dependiendo de la potencia, posición de los ejes, relación de transmisión, sincronía, distancia entre ejes y costo; se seleccionará el método a utilizar.

Los pasos siguientes lo guiarán en la selección de una transmisión utilizando cadenas de rodillos para conectar dos ejes. Al comienzo se requieren los siguientes datos:

- Potencia requerida en la máquina conducida [HP]
- Tipo de máquina motora y máquina conducida
- Velocidad de la máquina motora [rpm]
- Velocidad de la máquina conducida [rpm]
- Distancia tentativa entre ejes

3.11.1 Transmisión de potencia del motor al primer reductor

$$n_1 D_1 = n_2 D_2 \quad \text{(Ecu 3.1)}$$

Despejando la ecuación 3.1 se obtiene:

$$n_2 = \frac{n_1 D_1}{D_2}$$

Reemplazando los valores en la ecuación se tiene:

$$n_2 = \frac{(1720)(1.5)}{3}$$

$$n_2 = 860 \text{ rpm}$$

La transmisión de potencia entre los ejes será impulsada por medio de ruedas dentadas y cadena de rodillos, en la que un eje gira a 860 rpm, en tanto que el otro eje se espera que disminuya esta velocidad a menos del 50%. La distancia entre centros de los ejes será de 280 mm, la potencia a ser transmitida será de 2hp.

Para poder realizar la selección de piñones se preferirá un número impar de dientes en las ruedas y se tomará en cuenta los factores de paso y número de hileras, por lo que se tomará las dimensiones de piñones SKF, tentativamente el número de dientes motrices seleccionado es de 15 dientes, en tanto que el número de dientes para la rueda accionada será de 21.

La razón entre la velocidad del eje más rápido dividido por la velocidad del eje más lento, es la relación de transmisión "i". Con este valor se obtiene el tamaño de las catalinas a utilizar. Con la finalidad de emplear tan solo una hilera de cadena de rodillos se emplea un paso de 25.4 mm (1").

$$N = \frac{2 * C}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{p * Z_1 + Z_2^2}{40 * C} \quad \text{(Ecu 3.2)}$$

$$N = \frac{2 * 280}{25.4} + \frac{15 + 21}{2} + \frac{25.4 * (15 + 21)^2}{40 * 280}$$

$$N = 42$$

Tabla 3.1 SELECCIÓN DEL PASO DE LA CADENA

Paso	[inch]	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
	[mm]	9,525	12,70	15,875	19,05	25,40	31,75	38,10	44,45	50,80
C	[mm]	450	600	750	900	1000	1200	1350	1500	1700

Fuente: Catálogo Renold, TransmissionChains.

3.12 Parámetros para la selección del motor

Figura 3.22 Motor



Fuente: Elaboración propia

Motores monofásicos

Fueron los primeros motores utilizados en la industria. Cuando este tipo de motores está en operación, desarrolla un campo magnético rotatorio, pero antes de que inicie la rotación, el estator produce un campo estacionario pulsante.

Para producir un campo rotatorio y un par de arranque, se debe tener un devanado auxiliar defasado 90° con respecto al devanado principal. Una vez que el motor ha arrancado, el devanado auxiliar se desconecta del circuito. Debido a que un motor de corriente alterna (C.A.) monofásico tiene dificultades para arrancar, está constituido de dos grupos de devanados: El primer grupo se conoce como el devanado principal o de trabajo, y el segundo, se le conoce como devanado auxiliar o de arranque. Los devanados difieren entre sí, física y eléctricamente. El devanado de trabajo está formado de conductor grueso y tiene más espiras que el devanado de arranque.

Es importante señalar, que el sentido de giro de las bobinas involucra la polaridad magnética correspondiente

De aquí radica la importancia al momento de elegir un motor eléctrico de manera adecuada tomando en cuenta los criterios adecuados.

Factor de servicio

El factor de servicio de un motor se obtiene considerando la aplicación del motor, para demandarle más, o menos potencia, y depende directamente del tipo de maquinaria impulsada.

Par del motor a plena carga

Es la fuerza necesaria para producir la potencia nominal en la RPM máximo de un motor. La cantidad de par motor produce la potencia nominal y la velocidad

completa se puede encontrar mediante el uso de un caballo de fuerza-a-tabla de conversión de par motor.

Para calcular el par de frenado de un motor:

$$P_t = \frac{\text{hp} * 5252}{\text{rpm}} \quad (\text{Ecu 3.3})$$

Donde:

T = par a plena carga del motor

5252 = constante

HP = caballos de fuerza del motor

RPM = velocidad del motor de eje

Reemplazando valores obtenidos en la placa del motor se tiene.

$$P_t = \frac{2 * 5252}{1720}$$

$$P_t = 6.1 \text{ lb} - \text{pie}$$

Considerando los diferentes factores analizados se opto por la adquisición de un motor de 2hp que tiene 1720 rpm, ya que cumple con todas las características técnicas que necesitamos para el funcionamiento de nuestra máquina.

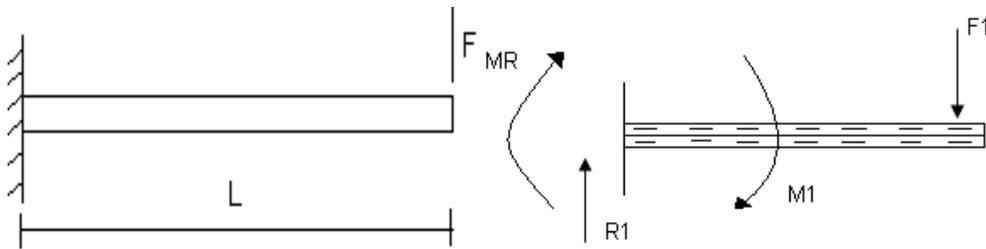
Los factores considerados en la selección de los motores no han sido únicamente eléctricos sino también aquellos relacionados con el ambiente de trabajo y ciertas partes mecánicas, incluidas en este trabajo. Este trabajo tiene como objetivo de relacionar los requisitos de seguridad industrial con los eléctricos.

3.3 Cálculos realizados para la fabricación de la máquina

Cálculo de la fuerza necesaria para doblar un tubo

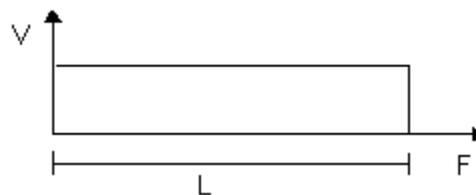
Para calcular la fuerza necesaria para doblar un tubo, teniendo en cuenta las partes de la máquina que tienen contacto directo con éste, se modela como una viga empotrada en uno de sus extremos, tal como se muestra en la figura

Figura 3.23 Diagrama de cuerpo libre



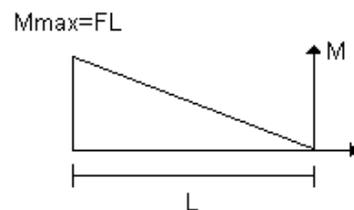
Fuente: Grupo investigador

Figura 3.24 Diagrama de fuerza cortante



Fuente: Grupo investigador

Figura 3.25 Diagrama de momento



Fuente: Grupo investigador

Al analizar los diagramas de cuerpo libre y momento, figuras 3.23, 3.24 y 3.25 puede verse como el tubo experimenta esfuerzos de flexión en la sección transversal a lo largo de toda la longitud.

Para doblar el tubo es necesario aplicarle a éste una fuerza tal que genere un esfuerzo mayor que el esfuerzo de fluencia del material, para que haya deformación plástica.

La ecuación para calcular el esfuerzo de flexión es la siguiente:

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (\text{Ecu 3.4})$$

Donde:

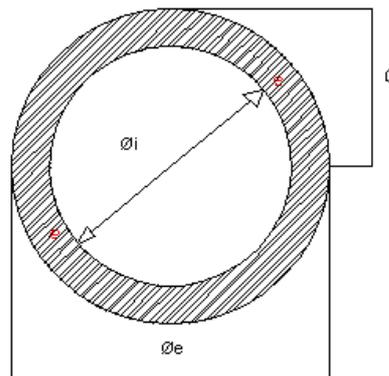
M= Momento interno resultante

C= Distancia desde el eje neutro hasta el punto donde se calculará el esfuerzo para este caso C= Re

I= Momento de inercia de la sección transversal del tubo

Cálculo del momento axial de inercia del tubo a doblar

Figura 3.26 Cálculo del momento axial



Fuente: Grupo investigador.

Para calcular el momento axial de inercia se tiene la siguiente ecuación:

$$I = \frac{\pi}{64} (\phi_e^4 - \phi_i^4) \quad (\text{Ecu3.5})$$

Datos:

Tubo de 1"

$$\phi_e = 25,4mm$$

$$\phi_i = 22,4mm$$

$$e = 1,5mm$$

Reemplazando los datos en la ecuación 3.5 se tiene:

$$I = \frac{\pi}{64}[(2,54)^4 - (2,24)^4]$$

$$I = 0,81cm^4$$

Para calcular la distancia desde el eje neutro hasta el punto donde se calculará el esfuerzo se tiene la siguiente ecuación:

$$\triangleright C = \frac{\phi_e}{2} \quad \text{(Ecu 3.6)}$$

$$C = \frac{2,54cm}{2}$$

$$C = 1,27cm$$

Reemplazando en la ecuación 3.1 se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\triangleright \sigma = \frac{M * C}{I}$$

$$\sigma = \frac{3191,49 N.m(1,27 cm)}{0,81cm^4}$$

$$\sigma = 500394 \frac{N}{cm^2}$$

$$\sigma = 50,04Mpa$$

Para que exista deformación permanente σ el esfuerzo aplicado tiene que ser mayor que el límite de fluencia del material. σ_y

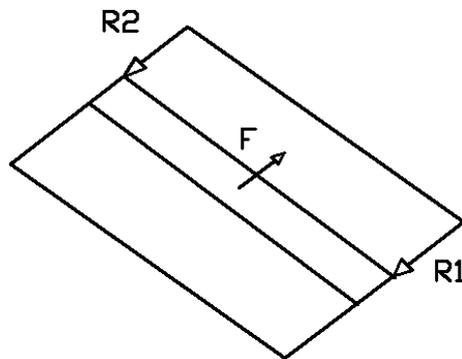
El material que se utilizará es un acero ASTM A-36 σ_y es de 36 psi o 0.25 Mpa

De modo que la relación anterior queda:

$$\sigma > \sigma_y$$

$$50.04 \text{ Mpa} > 0.25 \text{ Mpa}$$

Cálculo de la fuerza de la plancha donde va asentada la matriz



Para calcular la sumatoria de fuerzas se tiene:

$$\sum F_h = 0$$

$$F = R_1 + R_2$$

$$\sum M_2 = 0$$

El torque:

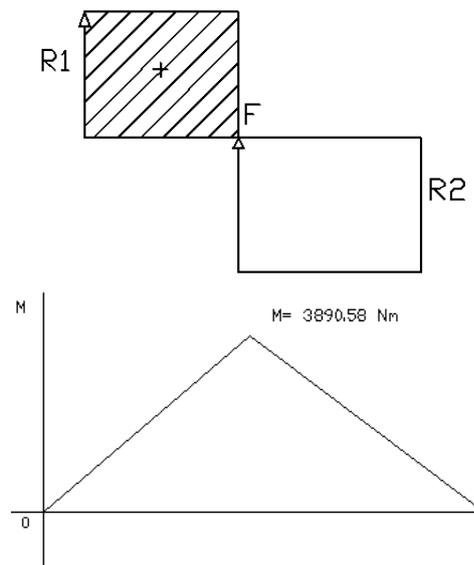
$$-R_1 * 63 \text{ cm} + F * 24 \text{ cm} = 0 \quad \tau = F * r$$

$$R_1 = F * \frac{24 \text{ cm}}{63 \text{ cm}} \quad F = \frac{\tau}{r}$$

$$R_1 = 42553,2 * \frac{24}{63} \quad F = \frac{3191,49 \text{ N.m}}{0,075 \text{ m}}$$

$$R_1 = 16210,74 \text{ N} \quad F = 42553,2 \text{ N}$$

Figura 3.27 Diagrama De Fuerzas



Fuente: Grupo investigador.

$$M = R_1 * 24 \text{ cm}$$

$$M = 16210,74 \text{ N} * 24 \text{ cm}$$

$$M = 3890,58 \text{ Nm}$$

Para calcular el momento de inercia de la plancha donde va asentada la matriz se tiene la siguiente fórmula debido a que el mismo pasa por su centro de gravedad:

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

(Ecu 3.7)

$$I = \frac{63 \text{ cm} * 1,5 \text{ cm}^3}{12}$$

$$I = 17,72 \text{ cm}^4$$

Según Navier para calcular el esfuerzo se tiene:

$$\sigma = \frac{M.C}{I}$$

$$\sigma = \frac{3890,58 N.m(0,75 cm)}{17,72 cm^4}$$

$$\sigma = 16467 \frac{N}{cm^2}$$

Para la construcción de esta máquina usamos el tipo de acero ASTM A- 36

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$\eta = \frac{36000}{16467}$$

$\eta = 2,19$ Factor de seguridad

Cálculo de la soldadura

La soldadura se cálculo en la parte donde va sujeta la matriz

Figura 3.28 Cálculo de la soldadura.



Fuente: Grupo investigador.

$$\text{Sen}45^{\circ} = \frac{8}{a}$$

$$a = \frac{8}{\text{sen}45^{\circ}}$$

$$a = 1.13\text{cm}$$

Para calcular el área que resiste el esfuerzo se tiene la siguiente ecuación:

$$Ae = a * l \quad \text{(Ecu 3.8)}$$

Donde:

a = ancho de garganta

l = longitud

Reemplazando los valores en la ecuación 3.5 se obtiene:

$$Ae = 1.13 * 13$$

$$Ae = 14.69\text{cm}^2$$

El esfuerzo aplicado se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\sigma_a = \frac{F}{2A_e} \quad \text{(Ecu 3.9)}$$

$$\sigma_a = \frac{42553.2\text{N}}{2 * 14.69\text{cm}^2}$$

$$\sigma_a = 0.14\text{Mpa}$$

Esfuerzo permisible:

$$\sigma_p = 0.6 * S_y$$

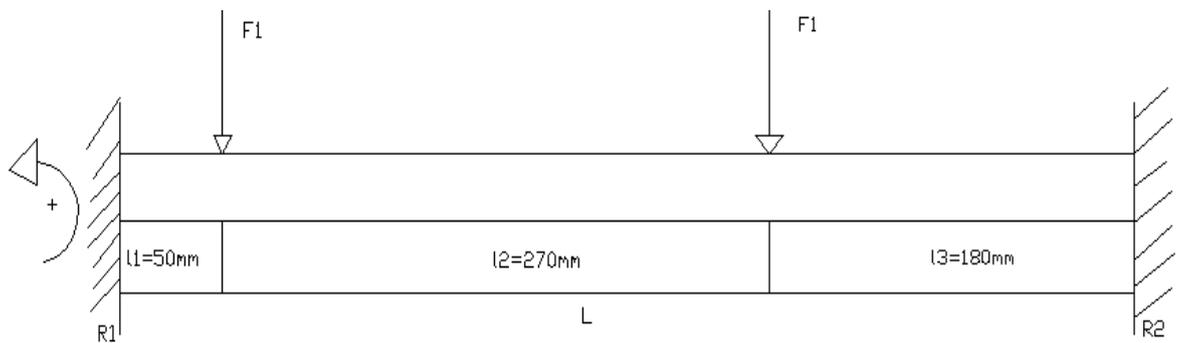
$$\sigma_p = 0.6 * 36000$$

$$\sigma_p = 144.79 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_a < \sigma_p$$

Cálculo analítico de la viga donde va colocado el reductor de velocidad, el cuál hace girar al brazo, con una carga repartida uniformemente.

Figura 3.29 Carga sobre la viga



Fuente: Grupo investigador.

Para calcular la fuerza a la que esta sometida la viga se tiene:

$$\frac{W_{reductor}}{4} = F_1$$

Donde:

W= Es el peso del reductor

$$F_1 = \frac{120 \text{ Kgf}}{4}$$

$$F_1 = 30 \text{ Kgf}$$

Para calcular las reacciones que se presentan en la viga se tiene:

$$\sum M_A = 0$$

$$-F_1(l_1) - F_1(l_2) + R_2(l) = 0$$

Donde:

l = son las distancias donde se aplica la carga

$$R_2 = \frac{(l_1 + l_2)F_1}{l}$$

$$R_2 = \frac{370(30\text{Kgf})}{500\text{cm}}$$

$$R_2 = 22,2\text{Kgf}$$

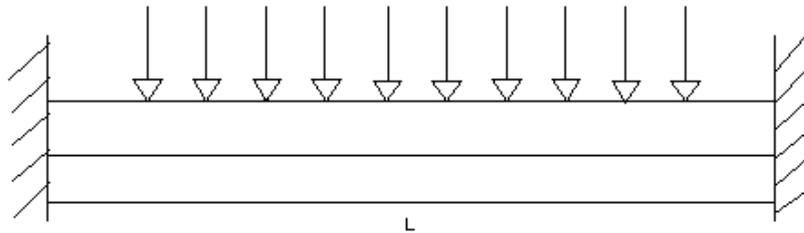
$$\sum Fy = 0$$

$$-2F_1 + R_1 + R_2 = 0$$

$$-2(30) + R_1 + 22,2 = 0$$

$$R_1 = 37,8\text{Kgf}$$

Cálculo analítico de la viga donde va colocado el motor y el otro reductor de velocidad cuya carga se distribuye uniformemente.



Fuente: Grupo investigador.

Para calcular la carga repartida uniformemente se tiene:

$$\frac{Wm + Wre}{2L} = q$$

Donde:

W = Es el peso del motor y reductor

L= Es la longitud de la viga

Reemplazando valores se tiene: $c = q * L$

$$q = \frac{6,5 + 4,7}{2(50cm)} \quad c = 0,31 * 50cm$$

$$q = 0,31 \frac{Kg}{cm} \quad c = 15,50Kg$$

Luego se debe calcular las reacciones que se presentan:

$$\begin{aligned} \diamond \quad R_A = R_B &= \frac{q * L}{2} \\ &= \frac{0,31(50)}{2} \\ &= 7,75Kg \end{aligned}$$

Momentos flectores en la viga

$$\begin{aligned} \diamond \quad Mf_A &= -\frac{C.L}{12} = Mf_B \\ Mf_A &= -\frac{15,50(50)}{12} \\ Mf_A &= -64,58Kg = Mf_B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond \quad Mfc &= \frac{C * L}{24} \\ Mfc &= \frac{15,50(50)}{24} \end{aligned}$$

$$Mfc = 32,29Kg$$

Esfuerzos cortantes

$$Q_A = R_A$$

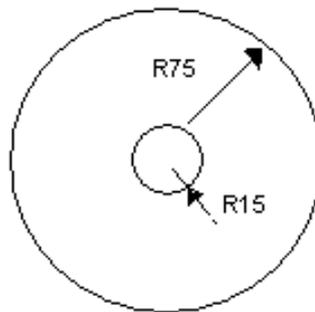
$$Q_A = 7,75 \text{Kgf}$$

$$Q_C = 0$$

$$Q_B = -R_B$$

$$Q_B = -7,75 \text{Kgf}$$

Cálculo de la potencia del motor



Datos:

$$R_o = 75 \text{mm}$$

$$\phi_{\text{Tubo}} = 1 \text{in} \rightarrow 25.4 \text{mm}$$

$$e = 1.5 \text{mm}$$

Acero A 36

$$E = 200 \text{Ga}$$

$$r_2 = 12.7 \text{mm}$$

$$r_1 = 11.2 \text{mm}$$

Cálculo del radio de curvatura

$$p = R_o + \frac{d}{2}$$

$$p = 75 \text{mm} + \frac{25.4 \text{mm}}{2}$$

$$p = 0,0877 \text{m}$$

Cálculo del momento flector

$$M = \frac{E \times I}{p}$$

$$M = \frac{E \times \left(\frac{\pi}{2}(r_2^4 - r_1^4)\right)}{p}$$

$$M = 5731.53N \times m$$

Cálculo de la fuerza necesaria para doblar el tubo de 1 pulgada

$$M = F \times d$$

Despejando la fórmula se tiene

$$F = \frac{M}{d}$$

$$F = \frac{5731.53N \times m}{0.075m}$$

$$F = 76420.4N$$

Cálculo del torque

$$T = F \times R_o$$

$$T = 76420.4 \times 0,075m$$

$$T = 5731.53N \times m$$

3.19 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- Se cumplió con el objetivo principal de esta tesis, esto es el diseño y construcción de una dobladora de acuerdo a las necesidades de producción de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Esta máquina tiene su propia estructura facilitando su montaje y movilización, a demás que por su construcción es muy compacta.
- La dobladora cuenta con un motor de un 2hp y de reductores de velocidad para darle un giro reducido a la matriz principal o dado.
- La máquina dobladora cuenta con un sencillo procedimiento ya que utiliza pedales de adelantamiento y retroceso para mover el eje motriz principal o dado.
- La colocación del tubo en la dobladora debe ser correcto ya que de no ser así se atascaría en la misma y se moldearía el tubo de una forma incorrecta y podría causar daños en la máquina.

RECOMENDACIONES.

- La máquina dobladora está diseñada para doblar tubos redondos de 1 pulgada de diámetro y de 2.5mm de espesor.
- Utilizar los implementos de seguridad para el personal que lo va a operar.
- Establecer un mayor trabajo en equipo para un óptimo funcionamiento de la misma.
- Se debe conectar a una solo fuente de alimentación y en la fuente de energía correspondiente.
- Realizar un mantenimiento correcto de la máquina ayudará a que no se deteriore o dañe alguna pieza y pueda funcionar en óptimas condiciones de trabajo.
- Las áreas y ambientes de trabajo debe contar con orden y una limpieza para permitir que las labores se efectúen con exactitud y eficiencia y no puedan causar accidentes.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Citada

- 1) AGAS.A “Curso de soldadura por arco con electrodo revestido para aceros al carbono (SMAW)
- 2) BIBLIOTECA DEL INSTALADOR ELECTRICISTA “Conceptos básicos, Materiales Eléctricos” Editorial Ceac; 2000; Perú; Tomo 3, página 101.
- 3) I.E.S. “Cristóbal de Monroy”. Dpto. de Tecnología procedimientos de unión soldadura página 7.
- 4) JACK C. Mc Cormac de “Diseño de Estructuras de Acero Métodos LRFD” 2da Ed.; Editorial Alfa omega; 2002; México, página 130,441.
- 5) JAMES M. Gere “Mecánica de Materiales”; 6ta Ed.; Editorial Thomson;2003 México, página 3, 39
- 6) KOELLHOFFER. “Manual de soldadura”
- 7) LÓPEZ Jose M. de “Soldaduras, Uniones y Calderería”3ra Ed.; Editorial Printice Hall; 1999; México, página 44 , 45.
- 8) LEIVA FlowerLuís “Controles y Automatismos Eléctricos, Teoría y Prácticas” página 21-42
- 9) MANGONON Part L. “Ciencia de Materiales”; 1ra Ed.; Editorial Pearson Educación; 2001; México, página 460 y 754.
- 10) MERIAMJ.L. de “Estática” 3ra Ed.; Editorial Reverte S.A; 1985; México, página 119.
- 11) MOTT Robert L. “Diseño de Elementos de Máquinas” ; 2da Ed.; Editorial Printice Hall; 1992; México, pagina 767.

- 12) NAHMIAS Steven, “análisis de la producción y las operaciones”, Quinta edición, Editorial Edamsa Impresiones; 2007; California; pág. 10.
- 13) SHIGLEY, Josep E.; “Diseño en Ingeniería Mecánica” 6ta Ed.; McGraw-Hill; 2002; México, página 27, 434.
- 14) SCHNEIDER ELECTRIC “Manual de Tecnologías De Control Industrial”; Barcelona; 1999, Página 71

Páginas web

<http://clasificacion-de-herramientas.html>

<http://definicion.de/proceso-de-produccion/>

<http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>

<http://www.monografias.com/trabajos16/objetivos-educacion/objetivos-educacion.shtml>

<http://www.curvamex.com.mx/Productos/DobladorasdeTubo/tabid/63/Default.asp>

x

http://es.wikipedia.org/wiki/Reductores_de_velocidad

<http://www.dismamex.com.mx/doblado tubo.html>

<http://www.curva-tubos.com/index1.htm>

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

NAHMIAS Steven, análisis de la producción y las operaciones, Quinta edición, 2007 pag 10.

ROY R. Craig, jr. Mecánica de materiales cecsa. 2002

MC Graw Hill. Elementos de maquinas.

RENTICE-HALL Resistencia De Materiales Aplicada.

LIMUSA Control De Motores Eléctricos.

PALACIOS, L; Moya, J. Diseño y construcción de una Máquina Dobladora de Tubos. Escuela Politécnica Nacional. Marzo 2002 pág. 9.

TIMOSHENKO“Resistencia de Materiales” Tomo II.

Manual de Mecánica de Taller “Máquinas y Control Numérico” Editorial CULTURAL, S.A. Poligono Industrial Arroyomolinos. Calle C; núm. 15, Móstoles. MADRID ESPAÑA

ANEXO A

➤ GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Acero: Es una mezcla de aleación de hierro y carbón.

Automatización: Planificación y construcción de aparatos, equipos y sistemas de organización para el desarrollo automático de procesos de trabajo determinados en una secuencia establecida sin la intervención del hombre.

Accionar: Hacer que actúe una fuerza, con preferencia para la inversión de una válvula, pudiendo ser esta acción mecánica, eléctrica, neumática o hidráulica.

Aleantes: Es un acero de elevada pureza y resistente a la [corrosión](#), dado que el [cromo](#), u otros metales que contiene, posee gran [afinidad](#) por el [oxígeno](#) y reacciona con él formando una [capa pasivadora](#), evitando así la corrosión del [hierro](#) (los metales puramente inoxidables, que no reaccionan con oxígenos son oro y platino, y de menor pureza se llaman resistentes a la corrosión, como los que contienen fósforo).

C

Cortocircuito: Elevación de la intensidad por encima de la nominal I_n , que se produce al momento que hay una unión o conexión directa entre dos conductores de fases diferentes en caso de corriente alterna, y será en un tiempo relativamente pequeño inferior a los 5 segundos.

Costo de mantenimiento. Son los gastos que se realizan para ejecutar o realizar un verdadero proceso de trabajo continuo y eficaz dentro de una planta o industria, considerando los productos en buen estado y listos para el consumo o entrega al consumidor.

D

Densidad: Es una propiedad de los materiales para determinar el peso de la estructura que componen.

E

Energiza: Suministrar corriente eléctrica. Estimular energía.

Elasticidad: Es la capacidad de un material para regresar a su estado original después que ha sido cargado y luego descargado.

F

Falla: Interrupción de función de la operación desempeñada por maquinas o componentes, perdida de la función específica de la maquina.

Fuerza: Es el empuje o jalón que se aplica sobre un cuerpo que da como resultado el cambio en el movimiento o lugar del cuerpo o alguna deformación en él.

G

Gravitación: Fuerza en virtud de la cual todos los cuerpos se atraen mutuamente en razón directa de sus masas y en razón inversa de los cuadrados de las distancias a que se encuentran.

H

Herramientas: Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una [tarea mecánica](#) que requiere de una aplicación correcta de [energía](#) o fuerza física.

Homogeneidad: Un elemento es homogéneo cuando tiene las mismas propiedades en toda su extensión.

R

Resistencia mecánica: Es una propiedad inherente de un material o de un elemento mecánico que esta caracterizado por el diagrama de esfuerzo-deformación unitario, esta resistencia depende de la elección, el tratamiento y el procesado del material.

Revenido: Tratamiento térmico que generalmente se efectúa después del temple; tiene como finalidad eliminar las tensiones internas y la fragilidad derivadas de un brusco enfriamiento. El revenido consiste en un calentamiento a unos 600 °C, seguido de un enfriamiento lento. El conjunto de los tratamientos de temple y sucesivo revenido toma el nombre de bonificación y se aplica ampliamente en

todas las piezas que necesitan una elevada dureza, conferida por temple, y una buena tenacidad, obtenible con el revenido.

Radiación: El fenómeno de la radiación consiste en la propagación de [energía](#) en forma de [ondas electromagnéticas](#) o partículas subatómicas a través del vacío o de un medio material.

S

Sobrecarga: Es producido en aparatos eléctricos por la circulación de una intensidad de corriente superior que la intensidad nominal I_n , generalmente una sobrecarga se consideran cuando excede hasta un 25% de la I_n durante un tiempo relativamente largo.

T

Tenacidad: Como propiedad física de los materiales, la tenacidad es la **energía** que absorbe un material antes de romperse. Por eso el concepto está asociado a la resistencia y supone una medida de la cohesión de las cosas.

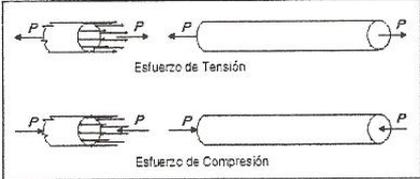
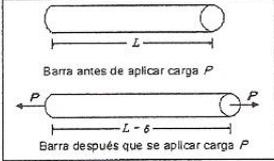
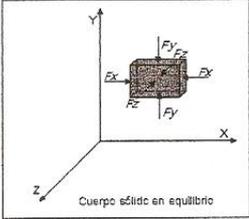
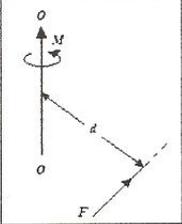
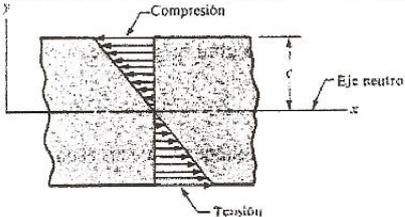
Tratamiento térmico:Proceso que se somete a los metales (aceros y la fundición) para mejorar las propiedades mecánicas como, dureza, resistencia y tenacidad.

ANEXO B

- **GRÁFICOS E INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DEL
CAPÍTULO I**

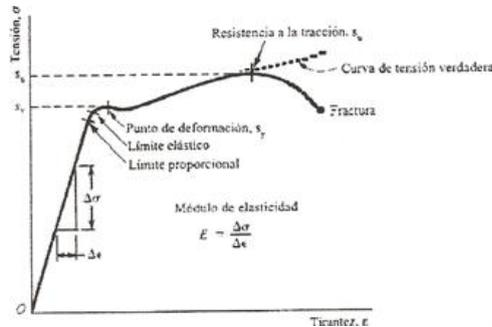
ANEXO B-1

TEORÍA DE ANÁLISIS

Gráficos	Nombre
	<p style="text-align: center;">Esfuerzo normal</p> $\sigma = P/A$ <p>σ: Esfuerzo; P: Fuerza axial; A: Área.</p>
	<p style="text-align: center;">Deformación Unitaria</p> $e = \delta/L$ <p>e: Deformación; δ: Alargamiento total; L: Longitud original.</p>
	<p style="text-align: center;">Equilibrio de un cuerpo</p> $F_x + F_y + F_z = \sum F = 0$ <p>$\sum F$: Sumatoria vectorial de fuerzas; F_x: Fuerza en x; F_y: Fuerzas en y; F_z: Fuerzas en z.</p>
	<p style="text-align: center;">Momento giratorio</p> $M = F d$ <p>M: Momento; F: Fuerza; d: Distancia</p>
	<p style="text-align: center;">Esfuerzos de flexión máximo</p> <p>Esfuerzos son de tensión y compresión que actúan en cualquier sección transversal dada, ocurren en puntos localizados a mayor distancia del eje neutro:</p> $\sigma = \frac{M c}{I} = \frac{M}{Z}$

ANEXO B-2

GRAFICO DE ESFUERZO Y DEFORMACIÓN UNITARIA DE UN ACERO ESTRUCTURAL EN TENSIÓN.



Límite Proporcional.-Límite donde el esfuerzo y la deformación o la tirantez es proporcional a la fuerza que lo produjo, hasta este punto el acero es elástico y dentro de este límite se realiza el diseño. Es decir obedece a la ley de Hooke.

Límite Elástico.- Punto en el cual el material registra cierta cantidad de deformación y no recobra la forma original una vez liberado la carga, debajo de este limite el material de igual forma es elástico.

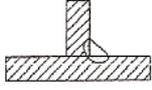
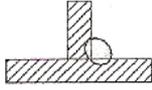
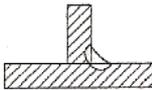
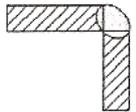
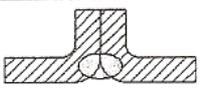
Punto de Deformación.- Límite donde el acero alcanza una deformación notoria con poco o nulo aumento de esfuerzo o tensión, es decir, que el material experimenta una deformación plástica hasta la resistencia de fluencia; luego de este punto hacia la derecha se produce un método de compensación cuya línea y curva de tensión-tirantes es definido por la resistencia a la deformación.

Fractura.- Es este punto del material se arranca o romper por la tensión verdadera producido a partir del punto crítico S .

Coefficiente de Elasticidad en Tensión (E).- El coeficiente es constante de módulo donde la tensión es proporcional a la tirantez, es decir desde el origen O hasta el límite de proporcionalidad. Este coeficiente E indica la rigidez del material, o bien, su resistencia a la deformación.

ANEXO B-3

TIPOS DE JUNTAS O UNIONES SOLDADAS Y SIMOLOGÍA

DESIGNACIÓN	ILUSTRACIÓN	SÍMBOLO
Soldadura de filete en ángulo de 45°		△
Soldadura de filete en ángulo convexa		◻/
Soldadura de filete en ángulo y cóncava		◻/⌒
Soldadura de filete en arista		◻/
Soldadura a tope sobre bordes rectos o derechos		
Soldadura a tope de pestañas (bordes levantados completamente fundidos)		⌒
Soldadura a tope con bisel en V simple		∇
Soldadura a tope con bisel en media V		∇/
Soldadura a tope con bisel en K		K
Soldadura a tope con bisel en X		X
Soldadura a tope con bisel en Y		Y
Soldadura a tope con bisel en media Y		Y/
Soldadura a tope con bisel en U		U
Soldadura a tope con bisel en media U		U/

Nota: Las soldadura de Filete pueden esta combinados con la soldadura Bisel en ensamblajes.

Fuente: Investigador.

ANEXO C

➤ GUÍAS DE LA ENCUESTA REALIZADA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

ENCUESTA DIRIGIDA PARA LOS SEÑORES ESTUDIANTES DE LA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

1.- Conoce el funcionamiento de una dobladora de tubo.

Si ()

No ()

2.- Conoce la función de una dobladora de tubo dentro de la industria.

Si ()

No ()

3.- Cree usted que con la implementación de una dobladora de tubo en el taller se podría producir (silla, mesas, etc.) de manera industrial.

Si ()

No ()

Por que.....

4.- Que tipos de dobladoras sería necesario incrementar en el taller de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Manual ()

Semiautomática ()

Hidráulica ()

Neumática ()

5.- Ha tenido usted dificultad al realizar las prácticas en el taller por no contar con una dobladora.

Si ()

No ()

6.- Conoce las herramientas necesarias para el funcionamiento de una dobladora de tubo.

Si ()

No ()

7.- Cree usted que una dobladora de fábrica tiene las mismas condiciones técnicas que una construida manualmente.

Si ()

No ()

Por que.....

8.- Qué tipo de motor sería recomendable utilizar para una dobladora que tiene la capacidad de doblar hasta una pulgada de diámetro.

1 hp ()

2 hp ()

5 hp ()

9.- Utilizaría usted nuestra dobladora para afianzar sus conocimientos.

Si ()

No ()

ANEXO D

- **TABLAS DE APÉNDICE DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**
- **TABLAS DE APÉNDICE MECÁNICO**
- **TABLAS DE APÉNDICE ELÉCTRICO**

TABLA D-1

PROPIEDADES DE LOS ACEROS ESTRUCTURALES						
Número de designación (Ductibilidad)	Grado	o espesor	Resistencia a la tracción		Resistencia a punto cedente	
del material (número ASTM)	elongación porcentual en 8 pulg.)					
A36t \leq 8"	58	400	36	248	20	
A242t \leq 3/4"	70	485	50	345	18	
A242t \leq 1 1/2"	67	460	46	315	----	
A242t \leq 4"	63	435	42	290	----	
A440t \leq 4"	63	435	42	290	18	
A441t \leq 4"	63	435	42	290	18	
A514 700	Inmerso y templado, 18%		115		800	100
t (\sim 20")			\leq		21/2	
A57242,t \leq 6"	60	414	42	290	----	
A57250,t \leq 4"	65	414	42	290	-----	
A57260,t \leq 1 1/4"	75	517	60	414	----	
A57265,t \leq 1 1/4"	80	552	65	448	----	
A588t \leq 4"	70	485	50	345	18	

Fuente: ROBERT L.MOTT; Diseño de elementos de máquinas; 2daed; México;

Prentice Hall

TABLA D-2

FACTORES DE SERVICIO DEL AISC “K”

Para soportes de elevadores	K = 2
Para vigas maestras de soportes de grúas puentes, con cabina de operador y sus uniones	K = 1.25
Para vigas maestras de soporte de grúas puente operadoras desde el piso y sus uniones	K = 1.10
Para soportes de maquinaria ligera, impulsada con eje de transmisión o motor	K ≥ 1.20
Para soportes de maquinaria de movimiento alternativo o con potencia de impulsión propia.	K ≥ 1.50
Para suspensiones de pisos y plataformas.	K = 1.33

Fuente: SHIGLEY; Diseño en Ingeniería Mecánica; 6ta. Ed ; México; McGraw-Hill; 2002

TABLA D-3

**ESPECIFICACIÓN ASTM PARA PLACAS DE ACERO AL CARBONO
DE CALIDAD ESTRUCTURAL.**

Especificación

ASTM	Tipo de acero y condición
A36	Placas, varillas y perfiles de acero al carbono.
A131	Placas, varillas y perfiles y remaches para barcos de aceros al carbono y BAAR9(HSLA).
A283	Placas de aceros al carbono de resistencia a la tensión baja o intermedia.
A284	Placas de acero al carbono-silicio de esfuerzo máximo de fluencia baja intermedia para piezas de máquinas y construcción en general.
A440	Placas, varillas y perfiles de acero al carbono de alto esfuerzo máximo de fluencia.
A529	Placas, varillas, perfiles y tablescados de acero al carbono con esfuerzo de fluencia mínimo de 290 Mpa (42 Ksi).
A573	Placas de acero al carbono para aplicaciones que requieren tenacidad a temperaturas atmosféricas.
A678	Placas de acero al carbono templada y revenidas.
A709	Placas, varillas y perfiles de acero al carbono de aleantes BAAR (HSLA) para puentes.

Fuente: MANGONONPART L.; Ciencia de Materiales; 1ª. Ed.; México; Pearson Educación.

TABLA D-4
CLASIFICACIÓN DE LOS ELECTRODOS

CLASIFICACION	RESISTENCIA MINIMA PSI(Kgsxcm ²)	LIMITE ELASTICO PSI (Kgsxcm ²)
E 60XX	60.000 (4.180)	50.000 (3.485)
E70XX	70.000 (4.879)	57.000 (3.972)
E 80XX	80.000 (5.576)	67.000 (4.669)
E 90XX	90.000 (6.273)	77.000 (5.366)
E 100XX	100.000 (6.970)	87.000 (6.063)
E 110XX	110.000 (7.667)	97.000 (6.760)
E 120XX	120.000 (8.364)	107.000 (7.457)

TABLA D-5
TIPOS DE ELECTRODOS

Electrodo del proceso SMAW	Electrodo del proceso GMAW
E-6011	ER- 70S-6
E-XXXX: Electrodo revestido.	EX –XXX- X: Indica Electrodo
X-60XX: Resistencia mínima a la tracción en Miles de libras/pulg ² .	XR-XXX-X: Varilla o Alambre continuo
X-XXX1: Tipo de revestimiento del electrodo.	XX-70X-X: Resistencia mínima a la tracción miles de libras/pulg ² .
Nota: Los electrodos revestidos de acero aleación baja tiene la misma identificación que los electrodos del de acero al carbono con excepción que tiene una letra y un numero adicional, ejemplo E-7018-A1.	XX-XXX-X: Tipo de alambre (Solido).
X-XXXX-A1: Composición química del metal	XX-XXX-6: Composición química especial electrodo.
Depositado en porcentaje.	

TABLA D-6

Tipo de soldadura ocupada en la fabricación de la máquina.

Para la unión de la estructura se utilizo el tipo de electrodo E- **7018** que tiene las siguientes características.

Metal Depositado %	Aplicaciones	Propiedades Mecánicas
<p>C: 0.07%</p> <p>Si: 0.50%</p> <p>Mn: 1.30%</p>	<p>Uso general en soldaduras de gran responsabilidad, donde se tenga que depositar metal de alta calidad.</p> <p>Aplicable en todo tipo de juntas.</p> <p>Alta velocidad de depósito y buena economía de trabajo.</p> <p>Indicado para estructuras rígidas, tanques de presión. Construcciones navales, aceros fundidos, aceros de composición desconocida, etc.</p>	<p>Resistencia a la tensión</p> <p>530 - 590 Mpa (54.08 – 60.20 Kg/mm²)</p> <p>Elongación:</p> <p>27 – 32%</p>

CORRIENTE

DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	CORRIENTE (A)
2.50	350	65 – 105
3.25	350	110 - 150
4.00	450	140 - 195

Fuente: Grupo investigador

Para unir todos los elementos que conforman la máquina se utilizó el tipo de electrodo E-6013 ya que proporciona un mejor acabado a continuación se detalla su característica:

Metal Depositado %	Aplicaciones	Propiedades Mecánicas
<p>C: 0.07%</p> <p>Si: 0.20%</p> <p>Mn: 0.35%</p>	<p>Uso general en todo tipo de juntas, en todas las posiciones, produciendo cordones de excelente acabado. Soldaduras de chapas navales, estructuras metálicas, construcciones en general.</p> <p>Buen desempeño en chapas galvanizadas, juntas mal preparadas y para puntear.</p> <p>Escoria fácil de remover.</p>	<p>Resistencia a la tensión</p> <p>480 - 520 Mpa (48.97 – 53.06 Kg/mm²)</p> <p>Elongación:</p> <p>22 – 24%</p>

CORRIENTE

DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	CORRIENTE (A)
2.00	300	50 – 70
2.50	350	60 – 100
3.25	350	80 – 150
4.00	350	105 -205

Fuente: Grupo investigador

TABLA D-7**TENSIONES POR ESFUERZO DE CORTE PERMISIBLES Y FUERZAS EN SOLDADURA DE FILETE**

Metal base Fuerza permisible por Grado ASTM pulgada de lado.	Electrodo	Tensión por esfuerzo de corte permisible
Estructuras tipo edificio		
A36, A441E60	13600 psi	9600 lb/pulg.
A36, A441E70	15800 psi	11200 lb/pulg.
Estructura tipo puente		
A36E60	12400 psi	8800 lb/pulg.
A441, A242E70	14700 psi	10400 lb/pulg.

Fuente: Robert L. Mott. ; Diseño de Elementos de Máquinas.

TABLA D-8**TABLAS DE SELECCIÓN DE CONDUCTORES**

CABLES TIPO TF Y TW 600 VOLTIOS 60°C			
CALIBREAWG-MCM	SECCIONENMM²	DIAMETROMM	CAPACIDAD AMPERIOS
20	0,52	0,81	7
18	0,82	1,02	7
16	1,31	1,29	10
14	2,08	1,63	25
12	3,31	2,05	30
10	5,26	2,50	40
8	8,37	3,26	60
6	13,3	4,55	82
4	21,12	5,88	105
1/0	53,52	9,36	195

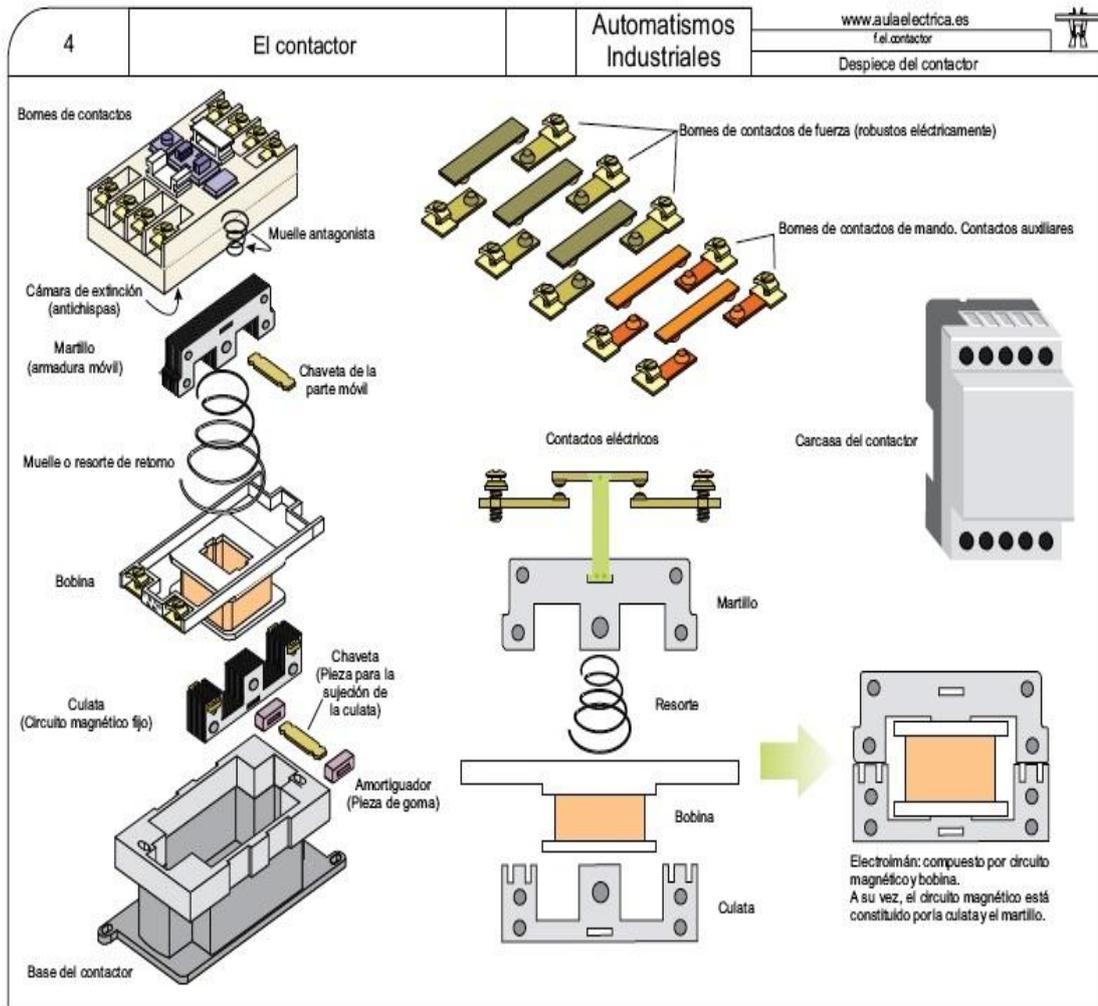
2/0	67,35	10,6	225
3/0	84,91	11,79	260
4/0	107,41	13,26	300
250	126,37	14,55	240
300	151,58	15,95	375
350	177,28	17,23	420
400	203,19	18,45	455
500	252, 89	20,26	515
600	303,18	22,61	575
700	353,18	24,43	630
750	380,81	25,34	655
800	404,31	26,11	680
1000	758,9	35,82	1635

TABLA D-9
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

T	<i>(Thermoplastic)</i>	Material termoplástico.
H	<i>(Heat resitan)</i>	Resistente al calor (heat)
W	<i>(Weather-resistant)</i>	Resistente a la humedad.
A	<i>(asbestos)</i>	Asbesto. Este material esta Prohibido en la actualidad.
M	<i>(Mineral oil)</i>	Resistente a los aceites.
NM	<i>(Non-Metalic)</i>	Cobertura exterior de nylon (no metálica).
N	<i>(Nylon)</i>	Cobertura exterior de nylon.
R	<i>(Rubber)</i>	Goma.
S	<i>(Silicon rubber)</i>	Goma siliconada.
FEP	<i>(Teflon)</i>	FET y TFE representan dos
TFE	<i>(Teflon)</i>	formulaciones del teflón.
PVC	<i>(Polyninyl Chloride)</i>	Cloruro de Polivinilo.
UF/USE	<i>(Underground Feeder/ Underground Service Entrance)</i>	Cables que permiten ser enterrados bajo tierra.

TABLA D-11

Partes del contactor



Arranque Directo 220 VAC Monofásico

Pleno voltaje

Potencia		Consumo	Breaker	Fusibles	Schneider Electric		
HP	KW	(A)	2 POLOS (A)	(A)	GUARDAMOTOR *	CONTACTOR	RELÉ TÉRMICO
0,25	0,18	2,9	6	6	GV2-ME08(2,5...4A)	LC1-D09(9A)	LRD-08(2,5...4A)
0,5	0,37	4,8	10	6	GV2-ME10(4...6,3A)	LC1-D09(9A)	LRD-10(4...6A)
1	0,75	8	16	10	GV2-ME14(6...10A)	LC1-D12(12A)	LRD-14(7...10A)
1,5	1,1	10	20	16	GV2-ME16(9...14A)	LC1-D12(12A)	LRD-16(9...13A)
2	1,5	12	25	20	GV2-ME16(9...14A)	LC1-D18(18A)	LRD-16(9...13A)
3	2,2	17	40	20	GV2-ME21(17...23A)	LC1-D25(25A)	LRD-21(12...18A)
5	3,7	28	50	32	GV2-ME32(24...32A)	LC1-D32(32A)	LRD-32(23...32A)
7,5	5,5	40	70	50	GV3-P50(37...50A)	LC1-D50A(50A)	LRD350(37...50A)
10	7,5	50	100	63	GV3-P65(48...65A)	LC1-D65A(65A)	LRD365(48...65A)

TABLA D-12

TAMAÑO DE LA SOLDADURA DE FILETE

MINIMUM SIZE FILLET WELD	
Material Thickness of Thicker Part Joined (Inches)	Minimum Size of Fillet Weld (Inches)
To 1/4 Inclusive	1/8
Over 1/4 to 1/2	3/16
Over 1/2 to 3/4	1/4
Over 3/4	5/16

Fuente: Manual de AISC; Manual of Steel Construction

TABLA D-13

Tubos redondos				
Diametro Ext. en mm.	Espesor mm.	Peso en Kg./m. - Densidad= 7.97 Kg/dm³	Calidades normalizadas	Presión de trabajo en bares
4	0,5	-	304 - 304 L	-
4	1	-	316 - 316 L	-
6	1	0.125	321	392.23
8	1	0.175	316Ti	294.18
10	1	0.225	.	235.34
12	1	0.275	.	196.12
14	1	0.325	.	167.68
16	1	0.376	.	147.09
18	1	0.426	.	130.41
20	1	0.476	.	117.67
25	1	0.601	.	94.13
40	1	0.982	.	58.83
25.4	1.5	0.758	.	120
31.7	1.25	0.953	.	125
13	1.5	0.434	.	270.64
15	1.5	0.506	.	235.34
18	1.5	0.619	.	196.12
19	1.5	0.660	.	185.33
20	1.5	0.694	.	176.50

TABLA D-14

FACTOR DE SERVICIO PARA ELEGIR LA CADENA

Factor de servicio C ₁ para cadenas de norma BS	Motores de funcionamiento suave	Motores de funcionamiento medio impulsivo	Motores de funcionamiento impulsivo
	Motores eléctricos	Motores de combustión multicilíndricos	Motores de combustión mono cilíndricos
Máquinas de carga constante			
Agitadores y mezcladores de líquidos y semilíquidos. Alternadores y generadores. Sopladores, extractores y ventiladores (centrífugos y de tamaño mediano). Compresores centrífugos. Elevadores y transportadores con carga uniforme. Maquinaria de industria de alimentos. Bombas centrífugas. Máquinas de imprentas	1,00	1,25	1,50
Máquinas de carga no constante			
Agitadores y mezcladores de soluciones sólido-líquido. Sopladores, extractores y ventiladores de gran tamaño. Mezcladoras de cemento. Compresores de más de 3 cilindros. Grúas. Transportadores y elevadores con carga no uniforme. Bombas de dragado. Maquinaria de lavandería. Máquinas, Herramientas, Molinos	1,25	1,50	1,75

Fuente: Catálogo Renold, TransmissionChains.

ANEXO E

ELABORACIÓN DE LA MÁQUINA

ELABORACIÓN DE LA ESTRUCTURA



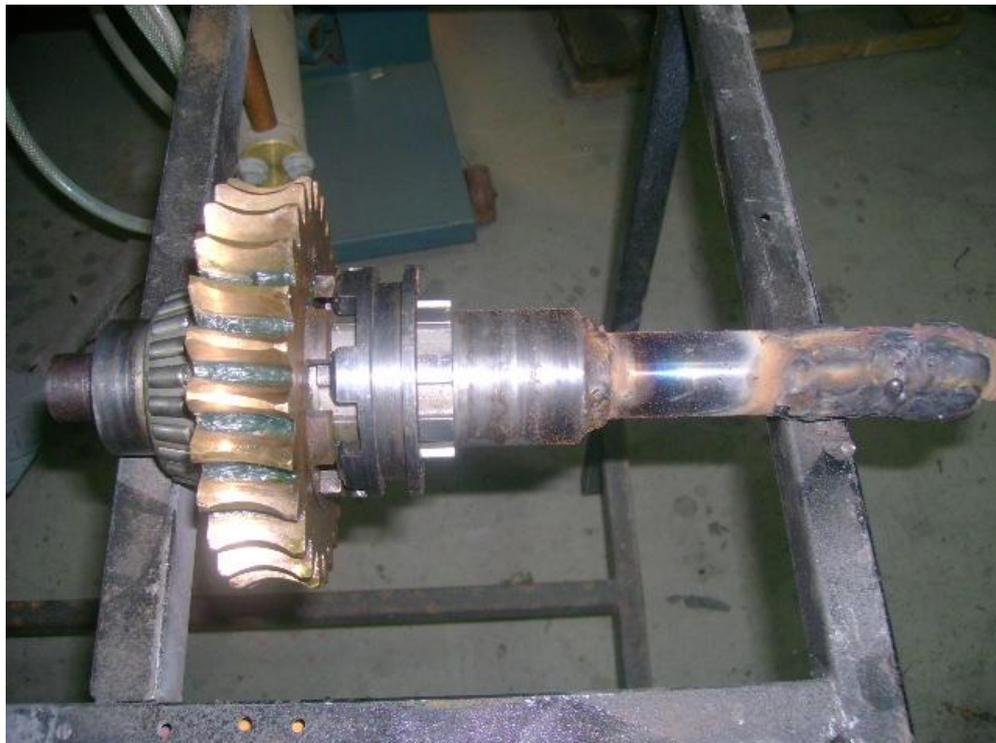
Corte del tubo para formar la estructura



Unión del tubo mediante suelda



ELABORACIÓN DEL EJE DONDE GIRA LA MATRIZ

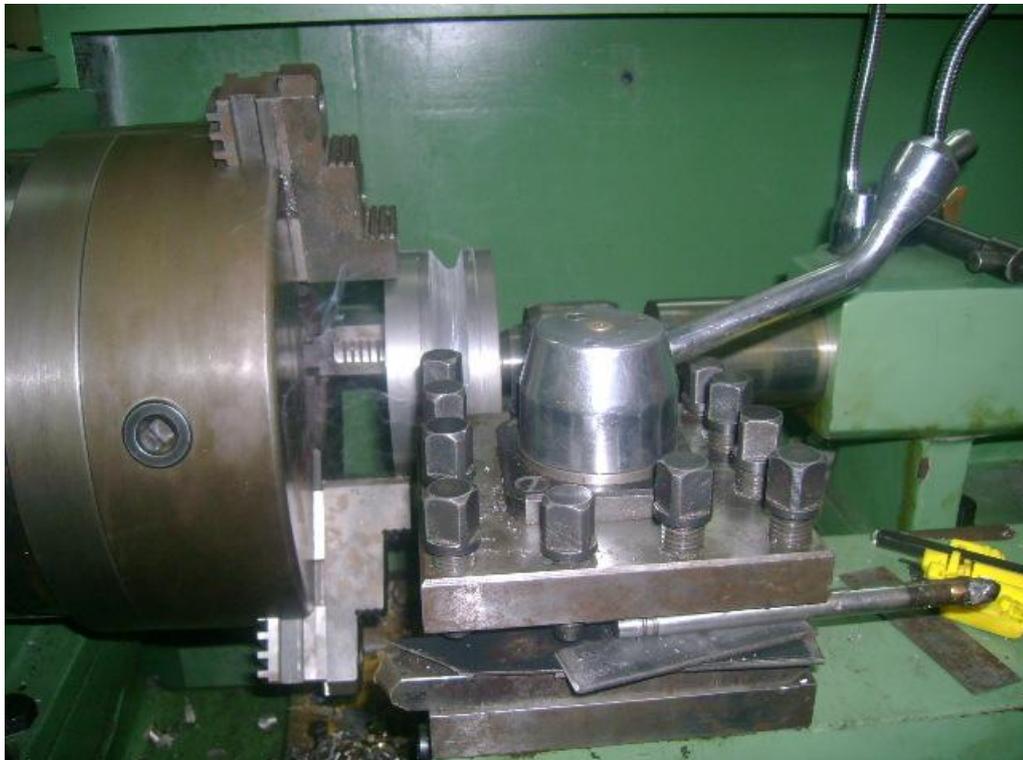


Soldando el eje con el reductor de velocidad

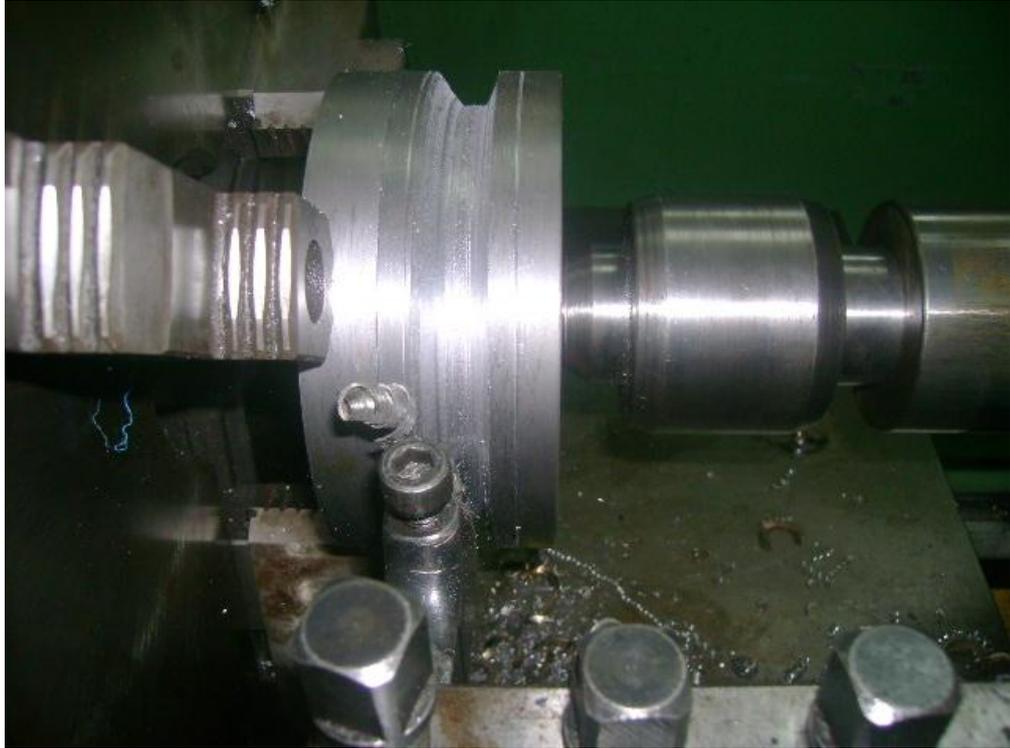


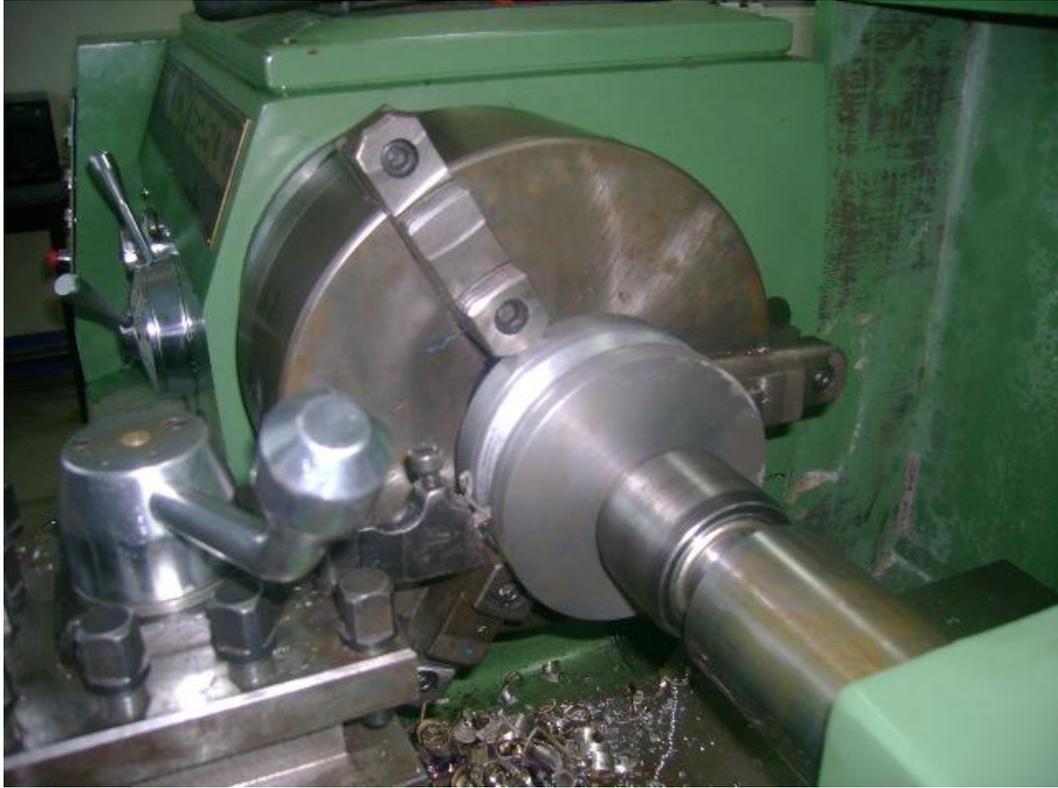
Mecanizando el eje mediante torneado

ELABORACIÓN DE LA MATRIZ



Elaboración del radio interior de la matriz mediante el proceso de torneado





Probando el radio interior de la matriz con el tubo



ELABORACIÓN DE LA RIEL



Elaboración del radio de la riel





Mecanizado de la riel mediante el proceso de fresado





ELABORACIÓN DEL RODILLO



Elaboración del rodillo donde se va a mover la riel



CONEXIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO



Conexión del guarda motor



MÁQUINA SEMI TERMINADA



Máquina sin pintar





Realizando pruebas de funcionamiento



