

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

---

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO PARA EL  
ENSAYO DE DOBLADO GUIADO EN JUNTAS SOLDADAS PARA LOS  
LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y  
MECÁNICA”**

---

**Autor:** Edgar Patricio Abad Sarango

**Tutor:** Ing. Mg. Oscar Iván Analuiza Maiza

**AMBATO – ECUADOR**

**Octubre – 2020**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto técnico sobre el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO PARA EL ENSAYO DE DOBLADO GUIADO EN JUNTAS SOLDADAS PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA.”** Del señor Edgar Patricio Abad Sarango, portador de la cédula de ciudadanía 1803978699, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- ✓ Que el presente informe es original de su autor.
- ✓ Ha sido revisado en cada uno de sus capítulos.
- ✓ Está concluido en su totalidad.

Ambato, Octubre 2020



.....  
Ing. Mg. Oscar Iván Analuiza Maiza

TUTOR

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Edgar Patricio Abad Sarango, C.I. 1803978699, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO PARA EL ENSAYO DE DOBLADO GUIADO EN JUNTAS SOLDADAS PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA.”** Así como también los análisis estadísticos, gráficos conclusiones y recomendaciones, son de mi responsabilidad como autor de la investigación a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Octubre 2020



.....  
Edgar Patricio Abad Sarango

180397869-9

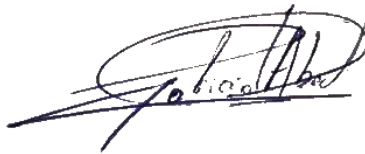
AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga con este proyecto técnico o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este documento, dentro de las regulaciones de la Universidad siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Octubre 2020



.....  
Edgar Patricio Abad Sarango

180397869-9

AUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Sr. Edgar Patricio Abad Sarango, de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO PARA EL ENSAYO DE DOBLADO GUIADO EN JUNTAS SOLDADAS PARA LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA”**.

Ambato, Octubre 2020

Para constancia firman.

.....  
Ing. Mg. Espin Lagos Segundo Manuel

Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Mg. Guamanquispe Toasa Jorge Patricio

Miembro del Tribunal

## **DEDICATORIA**

Al culminar con esta etapa de mi vida  
Dedico el presente trabajo de investigación,  
A mi madre Magdalena Sarango, a mis Hermanas Mónica y Marilú,  
Quienes me brindaron su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo agradecer a la Universidad Técnica de Ambato,  
A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica,  
Por la oportunidad de educarme en sus aulas  
A mis maestros por brindarme sus conocimientos  
Al Ingeniero Oscar Analuiza por su apoyo y guía  
en la elaboración de este trabajo de investigación.

# ÍNDICE GENERAL

## PÁGINAS PRELIMINARES

### CONTENIDO

Portada.....	i
Certificación .....	ii
Autoría de la investigación.....	iii
Derechos de autor .....	iv
Aprobación del tribunal de grado .....	v
Dedicatoria .....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general .....	viii
Índice de figuras .....	xi
Índice de tablas .....	xiii
Resumen ejecutivo .....	xv
Abstract .....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos .....	1
1.2 Contextualización del problema .....	1
1.3 Estudio del arte .....	2
1.4 Fundamentación Teórica .....	3
1.4.1 Máquinas .....	3
1.4.1.1 Evolución de las Máquinas .....	3
1.4.2 Sistemas Tecnológicos .....	4
1.4.3 Sistemas Mecánicos .....	5
1.4.4 Aceros.....	8
1.4.4.1 Por composición química .....	8
1.4.4.2 Acero A36.....	9
1.4.5 Soldadura .....	9
1.4.5.1 Definición de soldadura .....	9
1.4.5.2 Procesos de soldadura.....	10
1.4.5.3 Posiciones de soldadura.....	11



1.4.5.4 Juntas de soldadura.....	13
1.4.5.5 Movimientos del electrodo .....	17
1.4.5.6 Materiales del electrodo.....	17
1.4.5.7 Nomenclatura del electrodo .....	18
1.4.6 Ensayos Destructivos .....	19
1.4.6.1 Ensayo de doblado guiado .....	20
1.4.6.2 Ensayo de doblado guiado según la norma ASTM E-190-92.....	20
1.4.6.3 Ensayo de doblado guiado según la norma AWS B4.0 .....	23
1.5 Objetivos.....	25
1.5.1 Objetivo general.....	26
1.5.2 Objetivos específicos.....	26
CAPÍTULO II.....	26
METODOLOGÍA.....	26
2.1 Materiales .....	27
2.2 Métodos.....	28
2.2.1 Diseño del proyecto.....	29
2.2.1.1 Parámetros iniciales de diseño .....	29
2.2.1.2 Análisis de carga .....	30
2.2.1.3 Cálculo Esfuerzo-Energía.....	32
2.2.1.4 Cálculo de Base.....	35
2.2.1.5 Cálculo de Mantenedor .....	41
2.2.1.6 Cálculo de Tornillos .....	42
2.2.1.7 Cálculo de Pernos y Arandelas .....	44
2.2.1.8 Cálculo de Rodillos .....	51
2.2.1.9 Cálculo de Acople .....	54
2.2.1.10 Cálculo del Apoyo.....	60
2.2.1.11 Población y Muestra .....	63
2.2.1.12 Recolección de información .....	63
2.2.1.13 Procesamiento y análisis de datos .....	63
2.2.1.14 Construcción del proyecto .....	64
CAPÍTULO III .....	77

RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	78
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	103
3.1.1 Procesamiento y análisis de resultados .....	110
3.2 Verificación de hipótesis .....	111
CAPÍTULO IV .....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	112
4.1 Conclusiones.....	112
4.2 Recomendaciones.....	112
Bibliografía.....	114
Anexos.....	116
Planos .....	129

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Prensa de balancín diseñada por Leonardo da Vinci. ....	4
Figura 1. 2 Piñón y Cremallera .....	6
Figura 1. 3 Desplazamiento de carga con movimiento de tornillo y tuerca fija .....	6
Figura 1. 4 Esquema Biela-Manivela-Pistón .....	7
Figura 1. 5 Esquema de un trinquete .....	7
Figura 1. 6 Esquema leva pasador .....	8
Figura 1. 7 Aplicación de mecanismo de rueda libre .....	8
Figura 1. 8 Proceso de soldadura Smaw .....	10
Figura 1. 9 Proceso de soldadura Gmaw .....	11
Figura 1. 10 Proceso de soldadura Gtaw .....	11
Figura 1. 11 Posición plana de soldadura .....	12
Figura 1. 12 Posición horizontal de soldadura . ....	12
Figura 1. 13 Posición vertical de soldadura . ....	13
Figura 1. 14 Posición sobre cabeza o en techo de soldadura . ....	13
Figura 1. 15 Tipos de juntas soldadas .....	14
Figura 1. 16 Juntas de borde con componentes curvos .....	14
Figura 1. 17 tipos de soldadura a tope .....	15
Figura 1. 18 Unión de soplado .....	15
Figura 1. 19 Unión de borde .....	16
Figura 1. 20 Ejemplo de soldadura de superficie .....	16
Figura 1. 21 Ejemplo de soldadura de ranura .....	17
Figura 1. 22 Indicaciones del ultimo dígito del electrodo según norma AWS A5.1 .....	19
Figura 1. 23 Utillaje utilizado para en ensayo doblado guiado. ....	21
Figura 1. 24 Soldadura transversal de probeta .....	22
Figura 1. 25 Utillaje para el ensayo doblado guiado .....	25
Figura 2. 1 Estructura del utillaje de ensayo doblado guiado .....	30
Figura 2. 2 Condiciones del utillaje para el ensayo .....	31
Figura 2. 3 Grafica Fuerza-Dobleza en U .....	32
Figura 2. 4 Base del utillaje (Autor). ....	36
Figura 2. 5 Diagrama de aplicación de fuerzas de la base (Autor). ....	36
Figura 2. 6 Mantenedor (Autor). ....	41
Figura 2. 7 Pernos de sujeción (Autor). ....	43

Figura 2. 8 Perno y dimensiones (Autor).....	44
Figura 2. 9 Contacto entre el rodillo y la probeta (Autor).....	51
Figura 2. 10 Aplicación de fuerzas entre rodillo y probeta (Autor).....	52
Figura 2. 11 Acople (Autor) .....	54
Figura 2. 12 Punzones o Émbolos usados para las pruebas según la norma ASTM E-190.....	59
Figura 2. 13 Diagrama rosca ACME 36 (Autor) .....	59
Figura 2. 14 Vista posterior del apoyo (autor).....	61
Figura 2. 15 Desbaste de irregularidades de la base .....	70
Figura 2. 16 Fresado vertical en la base .....	70
Figura 2. 17 Fresado de ranuras en la base.....	70
Figura 2. 18 Base después del fresado .....	71
Figura 2. 19 Desbaste de irregularidades de la base del apoyo .....	72
Figura 2. 20 Desbaste de irregularidades del cuerpo del apoyo .....	72
Figura 2. 21 Perforado del cuerpo del apoyo .....	73
Figura 2. 22 Torneado cilíndrico interior del cuerpo del apoyo .....	73
Figura 2. 23 Desbaste de irregularidades del embolo $\frac{3}{4}$ .....	75
Figura 2. 24 Desbaste de irregularidades del embolo $\frac{29}{32}$ .....	76
Figura 2. 25 Desbaste de irregularidades del embolo 1.06” .....	77
Figura 2. 26 redondeo de una de las caras del embolo 1.06” .....	77
Figura 3. 1 Medida de 60.36mm para realizar el ensayo de doblado guiado según norma ASTM E190.....	78
Figura 3. 2 medida de 63.2 mm para realizar el ensayo de doblado guiado de espesor 3mm según norma AWS B4.0.....	103
Figura 3. 3 medida de 61.2 mm para realizar el ensayo de doblado guiado de espesores 6.35mm y 9.53mm según norma AWS B4.0.....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Dimensiones de utillaje según espesor de la placa.....	21
Tabla 1. 2 Tabla de dimensiones transversales de probetas .....	22
Tabla 1. 3 Distancias de los utillajes según norma ASTM E-190.....	23
Tabla 2. 1 Materiales utilizados en la construcción del sistema mecánico .....	27
Tabla 2. 2 Equipos utilizados en la construcción del sistema mecánico.....	27
Tabla 2. 3 Fases en la construcción del sistema mecánico.....	29
Tabla 2. 4 Parámetros iniciales de diseño .....	30
Tabla 2. 5 Propiedades mecánicas del acero A36.....	37
Tabla 2. 6 Parámetros en el factor de la condición superficial de Marín.....	37
Tabla 2. 7 Áreas de perfiles estructurales no rotativos. ....	38
Tabla 2. 8 Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a tensión de acero. .	39
Tabla 2. 9 Factores de confiabilidad del límite de resistencia a la fatiga.....	39
Tabla 2. 10 Factor de modificación de efectos varios.....	40
Tabla 2. 11 Constantes físicas de los materiales.....	45
Tabla 2. 12 Diámetros y área de roscas unificadas de tornillo UNC y UNF* .....	48
Tabla 2. 13 Especificaciones ASTM para pernos de acero.....	49
Tabla 2. 14 Especificaciones de arandelas .....	50
Tabla 2. 15 Propiedades mecánicas de los materiales .....	52
Tabla 2. 16 Valores del coeficiente de rozamiento.....	60
Tabla 3.1. Ficha de probeta de ensayo #1 .....	79
Tabla 3.2. Ficha de probeta de ensayo #2 .....	80
Tabla 3.3. Ficha de probeta de ensayo #3 .....	81
Tabla 3.4. Ficha de probeta de ensayo #4 .....	82
Tabla 3.5. Ficha de probeta de ensayo #5 .....	83
Tabla 3.6. Ficha de probeta de ensayo #6 .....	84
Tabla 3.7. Ficha de probeta de ensayo #7 .....	85
Tabla 3.8. Ficha de probeta de ensayo #8 .....	86
Tabla 3.9. Ficha de probeta de ensayo #9 .....	87
Tabla 3.10. Ficha de probeta de ensayo #10 .....	88
Tabla 3.11. Ficha de probeta de ensayo 11 .....	89
Tabla 3.12. Ficha de probeta de ensayo 12 .....	90
Tabla 3.13. Ficha de probeta de ensayo #13 .....	91

Tabla 3.14. Ficha de probeta de ensayo #14 .....	92
Tabla 3.15. Ficha de probeta de ensayo #15 .....	93
Tabla 3.16. Ficha de probeta de ensayo #16 .....	94
Tabla 3.17. Ficha de probeta de ensayo #17 .....	95
Tabla 3.18. Ficha de probeta de ensayo #18 .....	96
Tabla 3.19. Ficha de probeta de ensayo #19 .....	97
Tabla 3.20. Ficha de probeta de ensayo #20 .....	98
Tabla 3.21. Ficha de probeta de ensayo #21 .....	99
Tabla 3.22. Ficha de probeta de ensayo #22 .....	100
Tabla 3.23. Ficha de probeta de ensayo #23 .....	101
Tabla 3.24. Ficha de probeta de ensayo #24 .....	102
Tabla 3.25. Registro de resultados de probetas de 3 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de cara.....	100
Tabla 3.26. Registro de resultados de probetas de 6.35 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de cara.....	101
Tabla 3.27. Registro de resultados de probetas de 9.53 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de cara. ....	102
Tabla 3.28. Registro de resultados de probetas de 3 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de raíz.....	103
Tabla 3.29. Registro de resultados de probetas de 6.35 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de raíz. ....	104
Tabla 3.30. Registro de resultados de probetas de 9.53 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de raíz. ....	105

## RESUMEN EJECUTIVO

Para la elaboración de este proyecto técnico se procedió a la recopilación de información bibliográfica de varias fuentes, con esta información se realizó la primera propuesta de diseño en base a la norma ASTM E190 y la norma AWS B4.0, después de varias correcciones se obtuvo un diseño final, posteriormente el diseño se lo dibujo en un software para verificar la resistencia del mismo en las cargas y esfuerzos a los que iba a ser sometido, para obtener un resultado satisfactorio, este proyecto se construyó con 2 tipos de materiales: acero A36 por su maquinabilidad y accesibilidad en el mercado y también con acero inoxidable 304L (UNS S30400) que tiene una alta resistencia corrosiva, además se realizó un procedimiento de ensayo y una guía de laboratorio, una vez terminada la construcción del sistema mecánico se lo instaló en la prensa hidráulica de 30 toneladas que está en el laboratorio de soldadura, se verificó el funcionamiento de todos sus elementos, finalmente se realizaron varios ensayos a diferentes espesores con los respectivos émbolos y cumpliendo con todos los procedimientos que dicta la norma ASTM E190 y la norma AWS B4.0 luego de esto los ensayos realizados muestran resultados confiables, de esta manera la propuesta elaborada ha cumplido con las exigencias del tema planteado.

**Palabras claves:** Acero, Prensa Hidraulica, ASTM E190, AWS B4.0, laboratorio de soldadura, émbolos.

## **ABSTRACT**

For the elaboration of this technical project, the bibliographic information was compiled from various sources, with this information the first design proposal was made based on the ASTM E190 standard and the AWS B4.0 standard, after several corrections it was obtained a final design, later the design was drawn in software to verify its resistance in the loads and stresses to which it was to be subjected, to obtain a satisfactory result, this project was built with 2 types of materials: A36 steel for its machinability and accessibility in the market and also with 304L stainless steel (UNS S30400) that has a high corrosive resistance, in addition a test procedure and a laboratory guide were carried out, once the construction of the mechanical system was completed, it was installed in the 30-ton hydraulic press that is in the welding laboratory, the operation of all its elements was verified, finally several tests were carried out at different thicknesses with the respective pistons and in compliance with all the procedures dictated by the ASTM E190 standard and the AWS B4.0 standard, after this the tests carried out show reliable results, in this way the proposal prepared has met the requirements of the issue raised.

**Key words:** Steel, Hydraulic Press, ASTM E190, AWS B4.0, welding laboratory, plungers.



# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Respecto a que si existen investigaciones en los laboratorios de la Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica, no existe mucha información sobre el ensayo de doblado guiado en juntas soldadas, por lo que el presente proyecto técnico servirá para futuras investigaciones en la facultad.

En el vecino país de Colombia, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, realizaron una tesis con el tema “Diseño y construcción de máquina de doblado guiado para la compañía West Arco” donde se realizó la construcción de una máquina que realice dobleces a probetas especificadas por la norma ASME sección IX, y la norma AWS B4.0, el objetivo aparte de realizar los ensayos de juntas soldadas, también determinar las discontinuidades presentes en el producto (platinas o tuberías) [1].

En el Salvador, en la Universidad del Salvador se realizó una tesis titulada “Diseño y construcción de un accesorio para ensayos de doblado en U, que se acople en una prensa hidráulica” donde se realizó un proyecto para realizar un ensayo de doblado guiado en U para evaluar la ductilidad de la soldadura según normas ASTM E-190-92, esto con accesorios acoplados a una prensa hidráulica, se construyeron las probetas para los ensayos según las normas ASTM E-190, finalmente se presentaron los criterios de evaluación de soldadura con el respectivo ensayo [2].

### 1.2 Contextualización del problema

A nivel mundial y en América Latina, la soldadura es un proceso que actualmente está en todas las ramas de la industria, alimenticia, energética, petrolera, agroindustrial, etc., por esta razón la soldadura debe ser evaluada y existen profesionales que realizan estas

evaluaciones o llamados también ensayos, estas pueden ser destructivos y no destructivos, existen varias empresas en Sudamérica que brindan varios servicios de ventas, servicio técnico y cualquier tipo de orientación sobre instrumentos de evaluación y control de las propiedades físicas, mecánicas y el comportamiento de los distintos materiales.

En Ecuador si se han hecho varios proyectos sobre el doblado guiado, esto con la finalidad de evaluar las juntas soldadas y las propiedades de los materiales, tanto en universidades como en centros de evaluación y control, como el Centro de Fomento Carrocero del Consejo Provincial de Tungurahua, en los que se cumple normas específicas de evaluación como la ASTM E-190, AWS B4.0, ensayos y evaluaciones que son comúnmente realizados con probetas en acero A36, ya que es el material mas común que podemos encontrar en nuestro país.

Para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, sería un gran alcance poder contar con sistema mecánico de ensayo de doblado guiado y realizar este tipo de ensayos con los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica y formar parte del proceso para certificar a soldadores, también se puede realizar ensayos a externos con un costo menor del valor del mercado general, lo que puede generar ingresos económicos a nuestra Facultad.

### **1.3 Estudio del arte**

El ensayo de doblado guiado es un ensayo que permite conocer la capacidad de deformación de los materiales metálicos, esto sin romperse o agrietarse, se lo puede realizar en frio o en caliente dependiendo el caso, en placas metálicas, tubos, alambres, etc., para realizar este tipo de ensayo existen varios métodos, principalmente el ensayo doblado guiado, el cual se lo realiza colocando la probeta a ensayar sobre unos rodillos y se aplica una fuerza en el centro de la probeta la cual se aumenta progresivamente hasta que la probeta soldada obtiene la forma de U, existe otro método que se lo podría llamar alternativo, el cual se utiliza para ensayar placas metálicas delgadas, alambres, este se fija las probetas a ensayar sobre las mordazas de una entenalla y se somete a un doblado en dos direcciones perpendiculares hasta que se rompe la probeta, el número de

ciclos antes de romperse, este procedimiento indica la capacidad del material para distintas aplicaciones.

## **1.4 Fundamentación Teórica**

En la presente fundamentación teórica del proyecto técnico titulado “Diseño y construcción del sistema mecánico para el ensayo de doblado guiado en juntas soldadas para los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica”, se introdujeron conceptos básicos que ayudaran a la comprensión del siguiente proyecto técnico, términos relacionados a la soldadura, resistencia de materiales, ensayos destructivos, así como los cálculos y la validación del diseño con un software, este proyecto se lo ha realizado en base a los conocimientos adquiridos durante los diferentes semestres y sabiendo la necesidad que tiene la facultad de tener en los laboratorios un proyecto como el que se lo ha realizado, esto tiene la finalidad de tener un criterio adecuado sobre la construcción de este proyecto.

### **1.4.1 Máquinas**

#### **1.4.1.1 Evolución de las Máquinas**

Desde tiempos prehistóricos la máquina ha sido la prolongación de la mano del ser humano hasta la aparición de las primeras y rudimentarias máquinas que ayudaron en su vida cotidiana, aunque en la antigüedad no existieron máquinas herramientas, hubieron dos prototipos de máquinas que utilizando un movimiento circular con la mano se podía realizar operaciones de torneado y taladrado, junto con esta necesidad nació el “arco de violín”, instrumento de accionamiento giratorio alternativo compuesto por un arco y una cuerda, usado desde hace miles de años hasta la nuestros tiempos, en 1250 D.C. nació el torno de pedal con timón flexible, accionado con el pie, esto fue un gran avance, ya que permitía que las manos estén libres para el manejo de la herramienta para realizar el torneado [3].

Leonardo da Vinci a principios del siglo XVI, realizó el diseño tres máquinas, utilizadas principalmente para el acuñado de monedas, estas fueron: la laminadora, la recortadora y la prensa de balancín, ver la Figura 1.1, estos diseños ayudaron a Nicolás Briot a

ponerlos en práctica en 1926, posteriormente el descubrimiento de la combinación del pedal con un rebote y una biela, con el tiempo nació el torno de giro continuo llamado pedal y rueda, esto ya implicaba uso de biela manivela y este debía combinarse con un mecanismo de inercia para superar los puntos muertos superior e inferior, años después con el torno de giro continuo y añadiéndole varias mejoras, se utilizó por mucho tiempo, con el paso de los años y la tecnología, se introdujeron elementos hechos a base de fundición, contrapuntos, apoyos de herramientas y por el año de 1568 el mandril, se mecanizaron pocas piezas de acero, pero tardó muchos años en generalizarse. [3]



**Figura 1.1. Prensa de balancín diseñada por Leonardo da Vinci [3]**

Durante las guerras napoleónicas se vio la necesidad de intercambiar algunas piezas en el armamento, por lo que había que diseñar máquinas herramientas adecuadas puesto que no existía uniformidad en las dimensiones, con este precedente en el año de 1897 el inglés Henry Maudslay, construyó un pequeño torno que marco una nueva era en la construcción de máquinas herramientas, introdujo 3 mejoras importantes, la construcción de la estructura completamente metálica, introducción de guías planas de gran precisión para el movimiento longitudinal del carro porta herramientas, también introdujo husillos roscados para el accionamiento de los avances [3].

#### **1.4.2 Sistemas Tecnológicos**

Los sistemas tecnológicos pretenden disminuir o mitigar el trabajo del ser humano, estos sistemas tienen 3 tipos de elementos, componentes materiales, componentes

intencionales y la estructura del sistema, existen 4 tipos de sistemas tecnológicos entre ellos, sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos y sistemas neumáticos. [4]

### **1.4.3 Sistemas Mecánicos**

Los sistemas mecánicos son un conjunto de elementos sólidos, móviles, unidos unos respecto a otros o entre sí, mediante diferentes tipos de uniones como pernos, uniones de contacto, pasadores, etc., a estos se les denomina también pares cinemáticos, el propósito de los sistemas mecánicos es la transmisión del movimiento. Para una mejor comprensión daremos varios conceptos sobre este tema:

Máquina: “Es la unión de elementos resistentes, estos elementos están unidos entre sí, son determinados por movimientos relativos que emiten fuerzas de una fuente de energía definida hasta el lugar han de ser vencidas estas resistencias” [5].

Mecanismo: “Es la unión de elementos que permiten llegar a obtener determinados movimientos” [5].

Estructura: “Es la unión de elementos resistentes, capaces de transferir o deportar cargas, pero cuyas cargas no tienen movimiento relativo” [5].

Pieza: “es la parte inseparable de un elemento o mecanismo” [5].

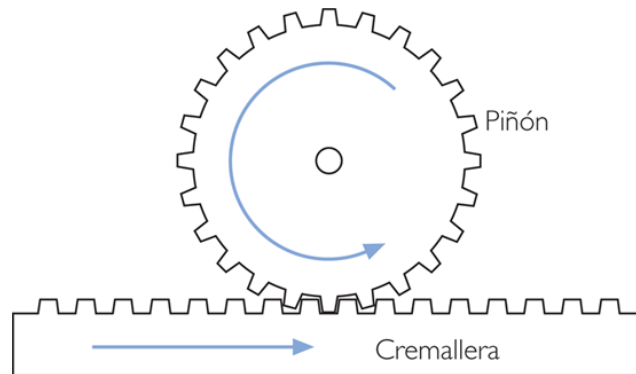
Elemento: “Es un mecanismo que tiene movimiento relativo con cualquier otra” [5].

Entre los ejemplos más comunes que podemos mencionar para transformar el movimiento en una máquina son:

- a) Piñón-Cremallera
- b) Tornillo-Tuerca
- c) Biela-Manivela-Pistón
- d) Trinquete
- e) Leva-Pasador

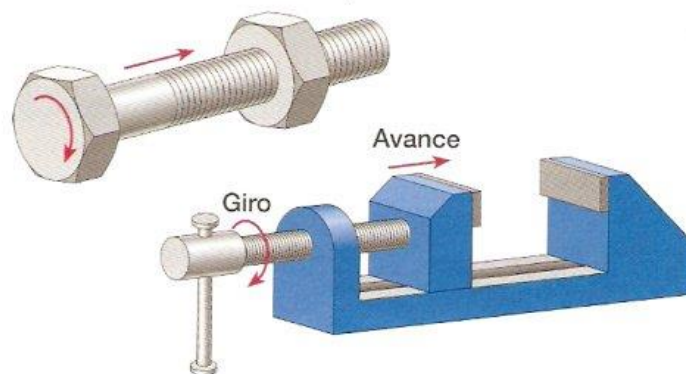
f) Rueda libre

Piñón-Cremallera.- Se trata de un mecanismo compuesto por un piñón normal o rueda dentada y una cremallera de radio infinito como podemos ver en la Figura 1.2, el funcionamiento depende de que parte se desplace, ya que el piñón se desplazará cuando la cremallera este fija y cuando el piñón este fijo la cremallera se desplazara [5].



**Figura 1.2. Piñón y Cremallera [5]**

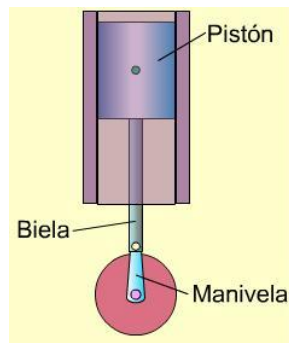
Tornillo-Tuerca.- El sistema tuerca tornillo es uno de los sistemas mecánicos más utilizados, consiste en hacer girar el tornillo y la tuerca no, aunque hay casos donde el tornillo esta fijo y gira la tuerca, esto se realiza con dos objetivos, colocar objetos de manera precisa y mover cargas con objetos sujetos ver Figura 1.3 [5].



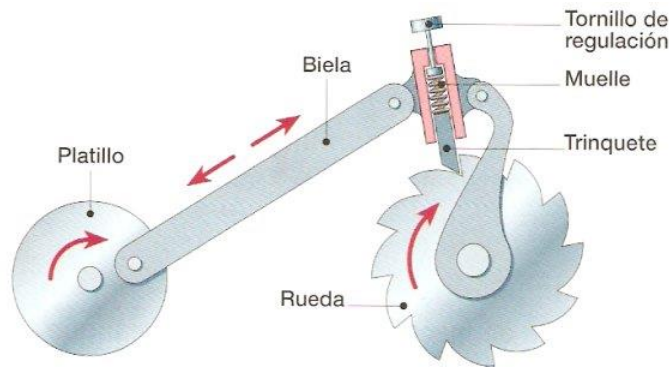
**Figura 1.3. Desplazamiento de carga con movimiento de tornillo y tuerca fija [5]**

Biela-Manivela-Pistón.- Es un sistema que realiza la transformación del movimiento lineal en circular o el movimiento circular en lineal como se puede observar en la Figura 1.4. [5].

Trinquete.- Es un sistema regulador de sentido de giro, es decir permite cambiar el sentido de giro bloqueando el sentido contrario de giro, adicional se puede controlar para que cambien el sentido de giro con un tornillo de regulación ose mantenga fijo como se muestra en la Figura 1.5, adicional también se le puede instalar un freno [5].

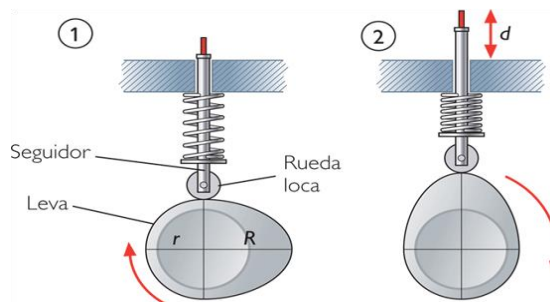


**Figura 1.4. Esquema Biela-Manivela-Pistón [5]**



**Figura 1.5. Esquema de un trinquete [5]**

Leva - Pasador.- Es un sistema que realiza la transformación el movimiento giratorio circular en movimiento alternativo rectilíneo, la leva es un elemento que esta sujeta a un eje centrado y mueve una varilla o pasador con ayuda de una rueda loca, ver Figura 1.6 [5].



### **Figura 1.6. Esquema leva pasador [5]**

Rueda libre.- Es un sistema donde se ubica un elemento de movimiento sobre un árbol o elemento conductor, para permitir que el árbol motriz mueva al conducido, es muy similar al funcionamiento de embrague en los vehículos, se lo utiliza en las catalinas de las bicicletas. ver Figura 1.7. [5].



**Figura 1.7. Aplicación de mecanismo de rueda libre [5]**

#### **1.4.4 Aceros**

Existe gran variedad en la clasificación de los aceros, para los que son utilizados en la industria metal mecánica existe una designación normalizada por medio de cifras, letras y signos, hay 2 tipos de designaciones para cada tipo de material, una simbólica y otra numérica. La designación simbólica ayuda a conocer las características químicas, físicas o tecnológicas de los materiales y entre otros casos sus características suplementarias que permitan una identificación más precisa, en cambio la designación numérica permite expresar una clase alfanumérica para tener un sentido de orden o de clasificación de elementos en grupos, al igual manera esto es para facilitar su identificación, esta designación no tiene un sentido de presentación de las características del material [6].

Clasificación de los aceros:

##### **1.4.4.1 Por composición química**



Los aceros al carbono o llamados también aceros no aleados, son aceros que aparte del carbono, tienen otros materiales aleantes en mínimas cantidades como el manganeso, cromo, níquel, vanadio o titanio.

Los aceros al carbono se subdividen por su porcentaje de carbono: [6].

- Aceros de bajo carbono ( $0 < 0.25\%C$ )
- Aceros de medio carbono ( $0.25\%C < 0.55\%C$ )
- Aceros de alto carbono ( $2\%C > 0.55\%C$ )

Aceros Aleados, son aquellos que además del carbono, uno de sus otros elementos presentes en la aleación es igual o superior que los presentaba en los aceros al carbono, estos se pueden dividir en: [6]

- Aceros de baja aleación (tienen elementos aleantes  $< 5\%$ )
- Aceros de alta aleación (tienen elementos aleantes  $> 5\%$ )

Aceros Inoxidables, son aquellos aceros que contienen una cantidad mínima de 10.5% de cromo y un máximo del 1.2% de Carbono [6].

#### **1.4.4.2 Acero A36**

La sociedad americana de ensayos y materiales (ASTM - American Society for Testing and Materials) ha aprobado normas para placas y perfiles laminados en caliente, entre ellos la norma ASTM A36, estos aceros tienen un esfuerzo de fluencia de  $2530 \text{ kg/cm}^2$  (250 MPa, 36 ksi) y un esfuerzo mínimo de ruptura en tensión de  $4080 \text{ kg/cm}^2$  a  $5620 \text{ kg/cm}^2$  (400 a 550 MPa, 58 a 80 ksi), la soldabilidad de este tipo de acero es muy soldable [7].

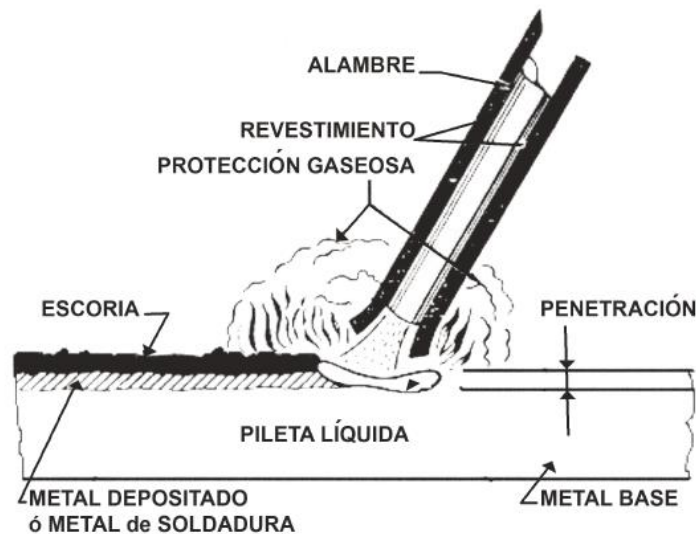
#### **1.4.5 Soldadura**

##### **1.4.5.1 Definición de soldadura**

Se define a la soldadura como el proceso de unión de dos o más materiales (generalmente metales o termoplásticos) a través de la fusión, frecuentemente se agrega un material externo de aportación, que cuando se funde termina uniendo ambas piezas, este material agregado hace que la unión quede fija al enfriarse, las personas que realizan la soldadura deben tener varias precauciones como proteger sus ojos y manos para evitar quemaduras y daños por la luz UV, hay también proteger las vías respiratorias, debido a que la soldadura produce gases tóxicos [8].

#### 1.4.5.2 Procesos de soldadura

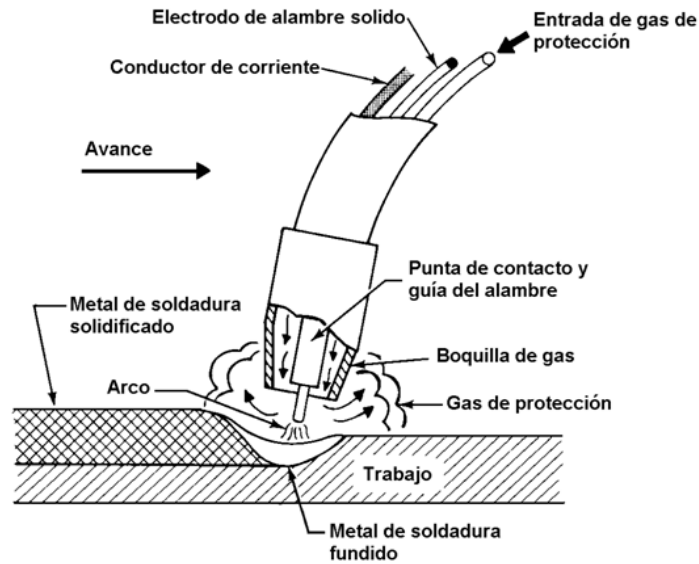
a) Proceso de soldadura SMAW.- Es un proceso de soldadura eléctrica con electrodo revestido o llamado también SMAW (Shielded Metal Arc Welding por sus siglas en inglés), consiste en crear y mantener un arco eléctrico entre una varilla metálica con revestimiento, llamada electrodo y el material base que se va a soldar, como se ve en la Figura 1.8. [9].



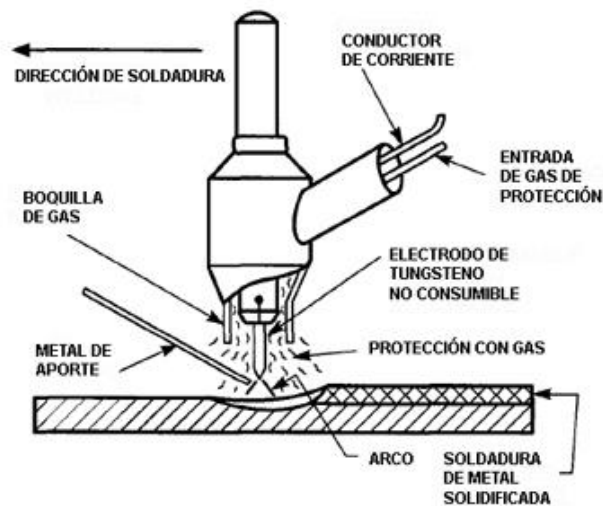
**Figura 1.8. Proceso de soldadura Smaw [10]**

b) Proceso de soldadura GMAW.- el proceso de soldadura MIG o llamado también GMAW (Gas Metal Arc Welding por sus siglas en inglés), se define como un arco eléctrico entre el material a soldar y el alambre de alimentación continua, se requiere una máquina de voltaje constante, antorcha y el alambre que debe ser alimentado hacia los metales a soldar, se necesita proteger esta soldadura con un gas o una mezcla de gases, como se ve en la Figura 1.9. [9].

c) Proceso de soldadura GTAW.- el proceso de soldadura TIG o llamado también GTAW (Gas Tungsten Arc Welding por sus siglas en inglés), se define como un arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno y el material base a soldar, se necesita protección de un gas o mezcla de gases, ver en la Figura 1.10. [9].



**Figura 1.9. Proceso de soldadura Gmaw [11]**

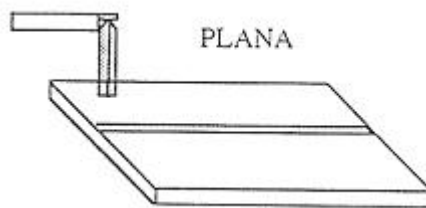


**Figura 1.10. Proceso de soldadura Gtaw [12]**

### 1.4.5.3 Posiciones de soldadura

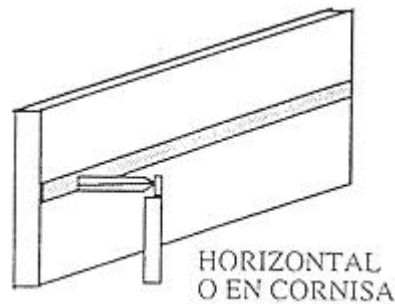
Se llama posición de soldadura a la ubicación del eje de la soldadura en los diferentes planos a soldar, son 4 posiciones básicas las cuales exigen conocimiento y dominio perfecto del soldador, estas son: posición plana, posición horizontal, posición vertical y posición sobre cabeza [13].

- a) Posición plana.- llamada también posición de nivel, donde el material a soldar esta en posición plana y el material del electrodo va con la punta hacia abajo y se deposita en el mismo sentido, ver Figura 1.11.

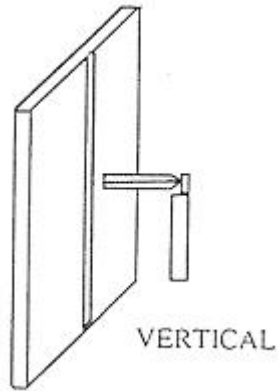


**Figura 1.11. Posición plana de soldadura [13]**

- b) Posición horizontal.- es aquella posición donde el material a soldar está colocada sobre un plano vertical y la soldadura va en posición horizontal, el material del electrodo se extiende horizontalmente, ver Figura 1.12.

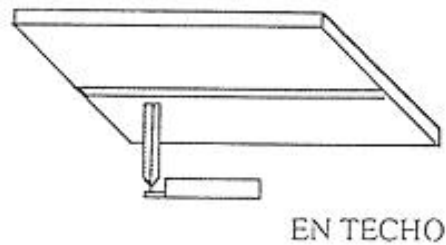


**Figura 1.12. Posición horizontal de soldadura [13]**



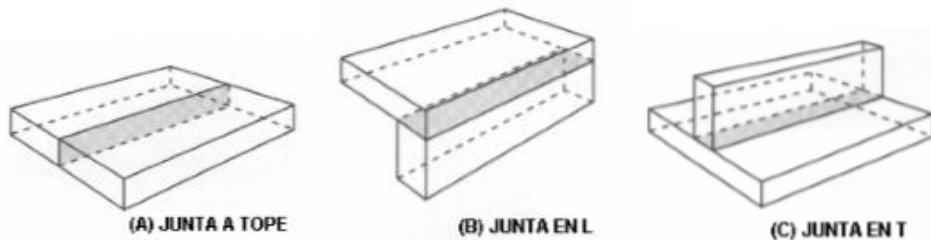
**Figura 1.13. Posición vertical de soldadura [13]**

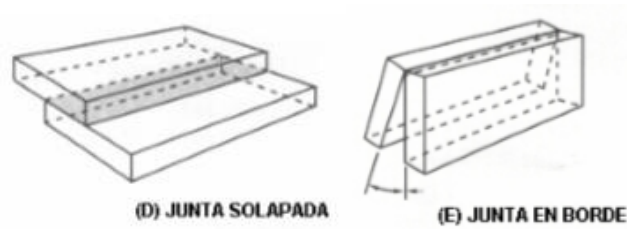
- c) Posición vertical.- es aquella donde el material a soldar en posición vertical, el material del electrodo se coloca aproximadamente horizontal y perpendicular al eje de la soldadura, ver Figura 1.13.
- d) Posición sobre cabeza.- es aquella donde se coloca la pieza a soldar a una altura sobre la cabeza y el material del electrodo apunta hacia arriba de forma vertical o inclinada, lo contrario que la posición plana, ver Figura 1.14.



**Figura 1.14. Posición sobre cabeza o en techo de soldadura [13]**

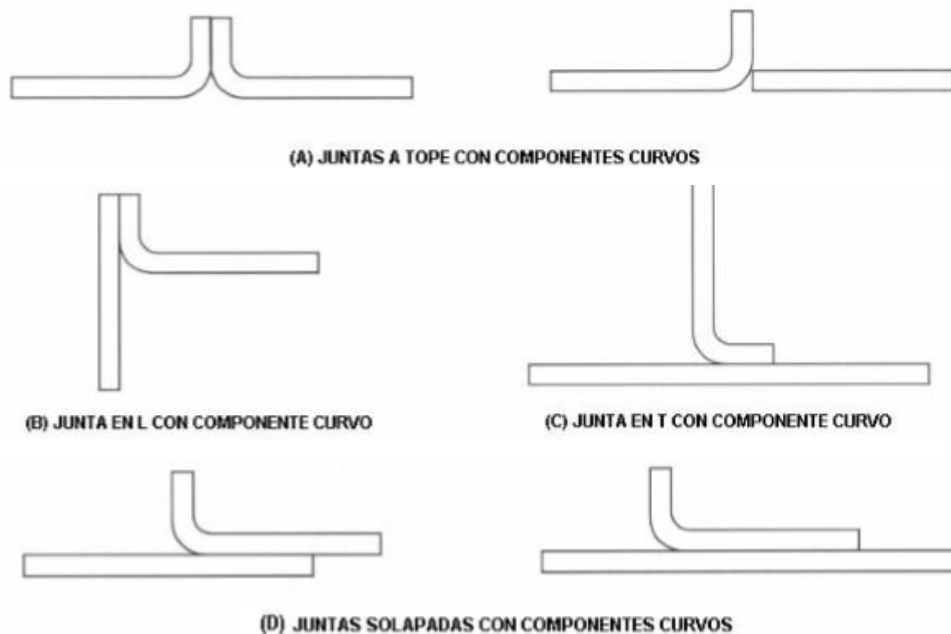
#### 1.4.5.4 Juntas de soldadura





**Figura 1.15. Tipos de juntas soldadas [14]**










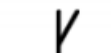


Hay cinco tipos de juntas utilizadas en soldadura las más básicas, a tope, en L, en T, solapada y en borde como se muestra en la Figura 1.15, en cada junta puede ser aplicada dependiendo del diseño de cada junta, también hay unas con componentes curvos como se muestra en la Figura 1.16, estos bordes curvos son reducidos y se fusiona con el material que no es curvo durante el proceso de soldadura [14].



**Figura 1.16. Juntas de borde con componentes curvos [14]**

#### **a) Unión a tope o empalmada**

Es el tipo de unión más utilizada, consiste en unir placas situadas en el mismo lado, para placas con espesor superior a los 6.35mm se hace un chaflán o vicelado, esto es para conseguir una penetración profunda de la soldadura entre los elementos soldados. [14], en la Figura 1.17 podemos observar varios tipos de soldadura a tope con su respectiva representación y símbolo.

Designación	Representación	Símbolo
Soldadura a tope con los flancos rectos		
Soldadura a tope en V simple		
Soldadura a tope en V simple con talón de raíz amplio		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura a tope en U simple		

**Figura 1.17. Tipos de soldadura a tope [15]**

### b) Unión de soplado

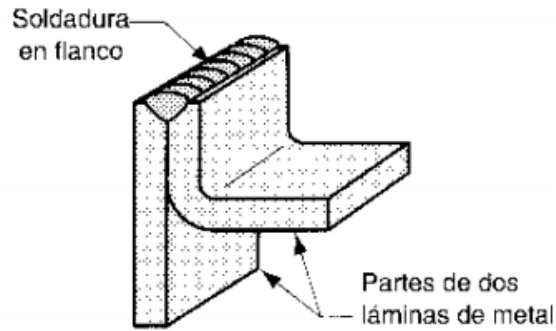
En este tipo de uniones consiste en que 2 partes se sobrepone, utilizada en carrocerías de vehículos, este tipo de unión se puede realizar con placas de hasta 12mm. [14], en la Figura 1.18 podemos observar un ejemplo de unión de soplado.

### c) Unión de borde

La unión de borde, se puede realizar con dos o mas placas de preferencia delgadas como se observa en la Figura 1.19, donde los bordes de estas placas están una paralela a la otra y con la unión de los materiales se hace un mismo borde, se lo realiza con soldadura de acetileno o con proceso Gtaw, esta soldadura se la debe realizar en posición horizontal, para que los gases de la soldadura protejan la unión de las placas [14].



**Figura 1.18. Unión de soplado [14]**



**Figura 1.19. Unión de borde [14]**

**d) Soldadura de recargue o superficie**

Una soldadura de superficie se utiliza para depositar relleno sobre una base, el propósito es realizar un recubrimiento protector sobre la placa. [14], en ejemplo de este tipo de soldadura lo vemos en la Figura 1.20.

**e) Soldadura de ranura**

Una soldadura que se utiliza en uniones sobrepuestas, para unir placas planas, la soldadura se hace usando uno o más huecos en la placa superior [14], como observamos en la Figura 1.21.



**Figura 1.20. Ejemplo de soldadura de superficie [14]**



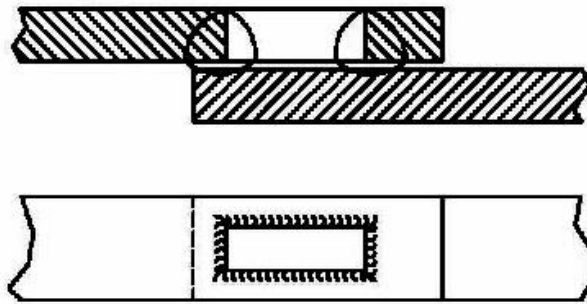


Figura 1.21. Ejemplo de soldadura de ranura [13]

#### 1.4.5.5 Movimientos del electrodo

Los movimientos del electrodo en la soldadura son llamados también movimientos de oscilación, son diversos y están determinados por el tipo del electrodo y la posición de la soldadura [16].

- a) Movimiento de zigzag.- es un movimiento con el electrodo en sentido horizontal de izquierda a derecha y viceversa, esto se realiza en posición plana para mantener el cráter caliente, lo que permite una excelente penetración del material de aporte.
- b) Movimiento circular.- tiene un movimiento circular con el electrodo, utilizado en cordones de penetración de poco deposito, no se utiliza para relleno de capas superiores.
- c) Movimiento semicircular.- es un movimiento de semi luna del electrodo, este garantiza la fusión total de las juntas que se están soldando [16].

#### 1.4.5.6 Materiales del electrodo

Cualquier material conductor se lo puede utilizar para manufacturar electrodos, hay unos materiales idóneos otros no, pero todo depende del material, los resultados que se desea obtenerse, entre otras cosas, aunque un gran problema siempre ha sido el desgaste de los electrodos, si se desea que el desgaste en los electrodos sea mínimo, estos deben tener varias propiedades físicas y mecánicas [17].

- a) Propiedades físicas.- deben de tener un punto de fusión muy alto, debe tratarse térmicamente para que exista un menor desgaste, buena conductividad térmica.
- b) Propiedades mecánicas.- deben ser de fácil mecanizado, coeficiente de dilatación pequeño ya que si aumentaría sus dimensiones con el calor, también aumentaría el tamaño de la pieza, también deben tener un bajo peso específico ya que frecuentemente se trabaja con altos volúmenes de electrodos [17].

#### **1.4.5.7 Nomenclatura del electrodo**

La norma AWS A5.1, indica las especificaciones y nomenclatura de los electrodos de soldadura para aceros al carbono:

#### **E XXYZ – 1 HZR**

**E**, Señala que se trata de un electrodo para soldadura eléctrica manual o Smaw.

**XX**, Los dos números indican la mínima resistencia a la tracción, sin tratamiento térmico post soldadura del metal depositado, en (Kilo libras/pulgada<sup>2</sup>), aquí 3 ejemplos:

**E60XX** Esto quiere decir que el electrodo tiene una resistencia de 60 libras por pulgada cuadrada o lo que es lo mismo 42,2 kg/mm<sup>2</sup>.

**Y**. Este es el tercer número, nos dice la posición en la que se puede soldar con el electrodo que tenemos en ese momento.

Ejemplo: electrodo E6011, significa que el electrodo es válido para soldar en todas las posiciones (plana, vertical, techo y horizontal), 2 es para posiciones planas y horizontal y resiste 60 libras por pulgada cuadrada.

**Z**, el último dígito numérico, indica el tipo de corriente eléctrica y su polaridad como mejor trabaja el electrodo, y también indica el tipo de revestimiento, como se indica en la Figura 1.22 [18].

ULTIMO DIGITO	CORRIENTE Y POLARIDAD		ESCORIA	ARCO	PENETRACION
0	-	CC+	Orgánica	Enérgico	Mucha
1	CA	CC+	Orgánica	Enérgico	Mucha
2	CA	CC-	Rutílica	Medio	Mediana
3	CA	CC-	Rutílica	Suave	Poca
4	CA	CC-	Rutílica	Suave	Poca
5	-	CC+	Básica	Medio	Mediana
6	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana
7	CA	CC	Mineral	Suave	Mediana
8	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana

**Figura 1.22. Indicaciones del último dígito del electrodo según norma AWS A5.1 [18]**

Los indicadores después del guión son opcionales:

**1.** Indica que un electrodo (E7016, E7018 ó E7024) cumple los requerimientos de impacto mejorados y de ductilidad mejorada en el caso del E7024.

**HZ:** Indica que un electrodo debe cumplir con los requisitos de la prueba de hidrógeno difusible para niveles de "Z" de 4.8 ó 16 ml de H<sup>2</sup> por 100 gr de metal depositado esto solo para electrodos de bajo hidrógeno.

**R:** Indica que el electrodo cumple los requisitos de la prueba de absorción de humedad a 80° F y 80% de humedad relativa (solo para electrodos de bajo hidrógeno). [18]

#### **1.4.6 Ensayos Destructivos**

Los ensayos destructivos son utilizados para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los materiales generalmente metálicos en condiciones de esfuerzo y deformación de los elementos durante su funcionamiento real, este tipo de ensayos deteriora la pieza que se inspecciona pero depende del tipo de ensayo se puede experimentar una deformación parcial, una rotura parcial o total de la probeta ensayada. [19].

Las principales ventajas que tienen los ensayos destructivos son:

1.- Reproducir condiciones de uso de productos con el objeto de resolver los problemas de funcionamiento de los que se desconoce su origen.

2.- Calibración de los modelos de comportamiento utilizados para la simulación de componentes y desarrollo del producto.

Hay varios ensayos destructivos como: ensayos químicos, ensayos metalográficos, ensayos de dureza, ensayos de impacto ensayos de tracción, ensayos de fatiga, ensayo de dobles guiado entre otros [19].

#### **1.4.6.1 Ensayo de doblado guiado**

Los ensayos de doblado guiado generalmente son utilizados para conocer la capacidad de deformación del material y el dobléz, empleado básicamente en tubos, materiales en forma de láminas, además este puede ser libre o guiado, en juntas a tope se utiliza casi siempre ensayos de dobléz guiado, esta puede ser de cara, raíz o laterales, la doblada la probeta se busca grietas, o cualquier defecto visual, en las probetas a ensayar.

Este es un ensayo realizado en prensa hidráulica, con probetas estandarizadas mediante un embolo o punzón, es también considerado un ensayo complementario de la evaluación de la calidad y ductilidad de la soldadura, hay que considerar 4 elementos importantes para este ensayo: tipo de probeta, numero, geometría y dimensiones de la probeta, colocación de la muestra y dimensionamiento del dispositivo de ensayo. [20].

#### **1.4.6.2 Ensayo de dobléz guiado según la norma ASTM E-190-92**

Este ensayo pretende realizar pruebas de curvatura guiada por rodillos, esto con el fin de determinar la solidez y ductilidad de las soldaduras que aparecen en la superficie de las probetas sometidas a este ensayo [21].

##### **a) Descripción del ensayo**

Consiste en colocar una placa de manera equidistante sobre una matriz en forma de U según lo indica la norma, donde se aplica una carga en el centro de la placa justamente donde se encuentra la soldadura, con un embolo según la norma, el cual debe tener la forma necesaria para producir el contorno deseado, después de la aplicación de esta fuerza se examina la placa si tiene grietas o algún otro defecto visible [21].

b) Utillaje de doblado

A continuación en la Figura 1.23, presentamos un modelo del utillaje utilizado para los ensayos de doblez guiado.

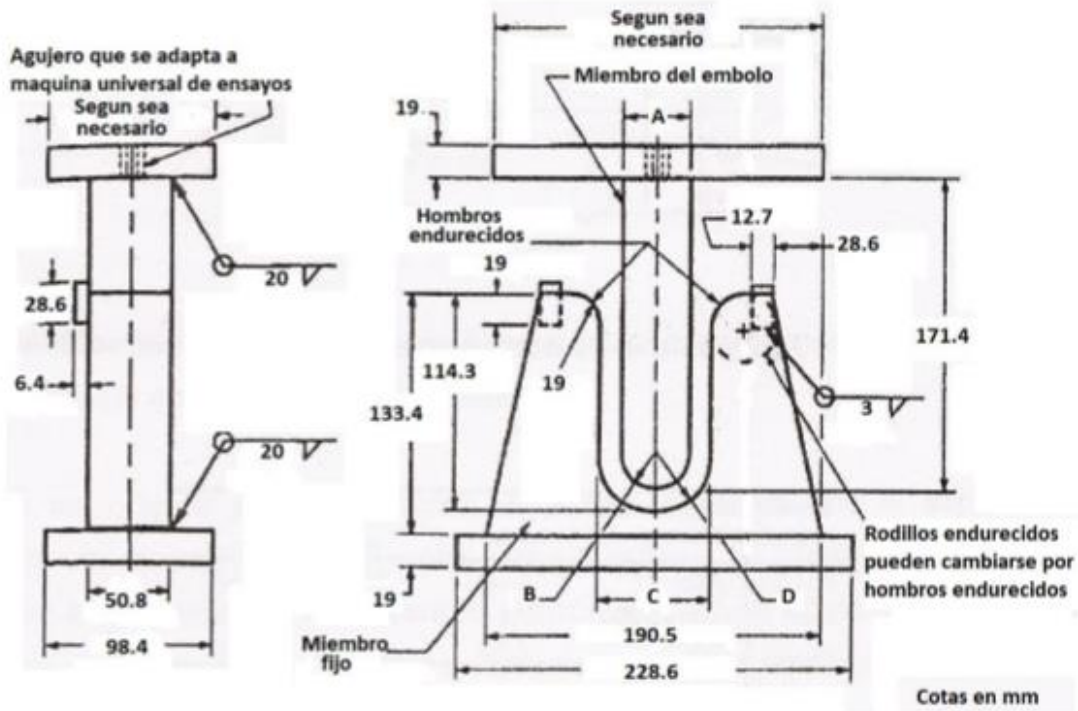


Figura 1.23. Utillaje utilizado para en ensayo doblado guiado [21]

Las dimensiones de algunos elementos van variando dependiendo del espesor de la placa a ensayar como se presenta en la tabla 1.1:

a) Probetas para el ensayo

Las probetas utilizadas para el ensayo son mecanizadas de placas rectangulares, se denomina cara a la superficie donde contiene la mayor cantidad de soldadura y el otro lado se denomina raíz [21].

Tabla 1. 1. Dimensiones de utillaje según espesor de la placa

Espesor de probetas mm (pulg)	A, mm (pulg)	B, mm (pulg)	C, mm (pulg)	D, mm (pulg)
9,5 (3/8)	38 (1 1/2)	19 (3/4)	60 (2 3/8)	30 (1 3/16)
3,2 (1/8)	54 (2 1/2)	27 (1 1/16)	60 (2 3/8)	30 (1 3/16)
T	4t	2t	6t + 3,2 (+1/8)	3t - 1,6 (+1/16)

Fuente: ASTM (2003). Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds: Norma E 190 – 92

b) Soldadura transversal lateral

La soldadura es transversal en la probeta que se va a ensayar, una de sus superficies se convierte en convexa una vez doblada [21].

A continuación en la Figura 1.24 y la tabla 1.2 tenemos las dimensiones longitudinales y transversales de las probetas.

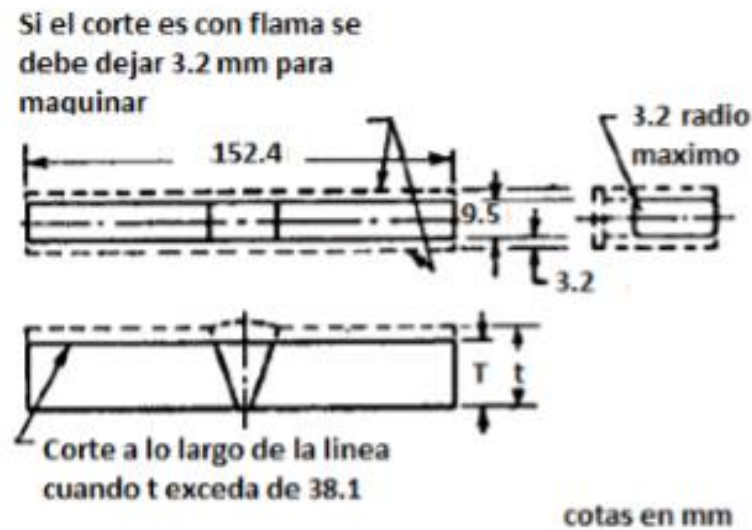


Figura 1.24. Soldadura transversal de probeta [21]

Tabla 1.2. Tabla de dimensiones transversales de probetas

t, mm (pulg)	T, mm (pulg)
9,5 a 38 (3/8 a 1 1/2)	T, mm (pulg)
> 38 (1 1/2)	19 a 38 mm (3/4 a 1 1/2)

Fuente: ASTM (2003). Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds: Norma E 190 – 92

c) Procedimiento del ensayo

Se debe colocar las placas ya soldadas sobre el sistema mecánico, las dimensiones de este deben estar bajo la norma ASTM E-190-92, las probetas deben estar estables sin movimiento lateral significativo, se aplica la carga con el punzón hasta que la probeta debe quedar con una forma de U [21].

d) Interpretación de resultados

Se realiza haciendo una inspección visual de las probetas dobladas buscando grietas u otros defectos, después de esta inspección y las probetas tienen un criterio de aceptación, cuando el ensayo es con fines informativos, se indica el tamaño y ubicación de las grietas, cuando es una prueba solicitada se especifica mediante código o especificaciones el tamaño de las grietas o defectos visibles [21].

e) Dimensiones del utillaje según norma ASTM E-190

Según la norma, el utillaje debe cumplir con dimensiones específicas las que varían de acuerdo al espesor de las probetas a las que se van a realizar el ensayo. Las diferentes dimensiones se especifican en la tabla 1.3.

**Tabla 1. 3. Distancias de los utillajes según norma ASTM E-190**

<b>Espesor de probetas mm (pulg)</b>	<b>Distancia entre rodillos de apoyo mm (pulg)</b>	<b>Radio del punzón mm (pulg)</b>	<b>Diámetro de rodillos de apoyo mm (pulg)</b>
3.18 (1/8)	60.36 ( 2 3/8)	27 (1 1/16)	≥38 (1 1/2)
6.35 (1/4)	60.36 ( 2 3/8)	23 (29/32)	≥38 (1 1/2)
9.53 (3/8)	60.36 ( 2 3/8)	19 (3/4)	≥38 (1 1/2)

Fuente: ASTM (2003). Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds: Norma E 190 – 92

**1.4.6.3 Ensayo de doblez guiado según la norma AWS B4.0**

La norma AWS B4.0 es un ensayo para soldaduras superficiales de probetas soldadas de filete, en juntas soldadas a tope, esta norma como todas tienen varios requerimientos de preparación de las probetas a ser ensayadas, parámetros del ensayo y el procedimiento del mismo, pero no hay una especificación de los criterios de aceptación [22].

a) Aplicación de la norma

De manera general los metales base pueden ser homogéneos o revestidos, lo que no pueden es tener un tratamiento térmico duro, la norma aplica: [22].

- Calificación de materiales, personal que realizara la soldadura y el procedimiento de la soldadura.

- Información, especificaciones de aceptación, proceso de fabricación y control de calidad
- Investigación y desarrollo.

Cuando se realice el ensayo de doblez guiado, se necesita que las personas que lo realicen este ensayo especifiquen la siguiente información: [22].

- La ubicación donde se realiza el ensayo y el objetivo del proyecto
- Los tipos de ensayo, ejemplo: curvatura, flexión lateral, etc., numero de probetas a realizar el ensayo.
- Radio de curvatura y espesor de la muestra, porcentaje de alargamiento
- Tratamientos térmicos o mecánicos post soldadura según corresponda

#### b) Procedimiento del ensayo

Las probetas se doblan mediante un dispositivo llamado embolo o punzón, estas probetas deben estar apoyadas en los extremos por los rodillos, la carga máxima sobre la superficie convexa es controlada por el espesor de la probeta a ser ensayada y el radio del embolo o punzón [22].

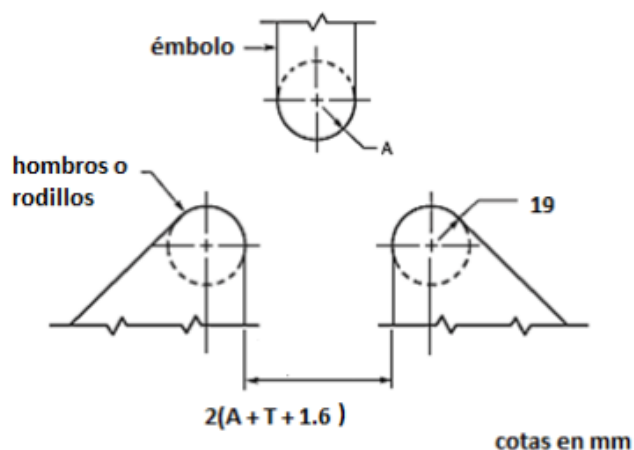
#### c) Utillaje de doblado

Las probetas que van a realizarse el ensayo de doblez guiado según la norma, se puede realizar con un utillaje de curvatura guiado que está diseñado para soportar la carga y la probeta que se realiza la cual está sobre los rodillos como se ve en la Figura 1.25 [22].

#### d) Probetas para el ensayo

Las probetas para este ensayo, se deben preparar cortando las placas del acero a ensayar y la soldadura para formar una probeta de forma rectangular, el lado de la probeta con mayor superficie de soldadura se denominará superficie de cara y el lado posterior de denominará superficie de raíz [22].





**Figura 1.25 Utillaje para el ensayo doblado guiado [22]**

Donde:

A = radio del embolo o punzón

T = espesor de la muestra

e) Recomendaciones

- I. Los rodillos deben tener un tratamiento térmico de endurecimiento, deben estar engrasados y libres para rotar.
- II. Los rodillos deben tener una longitud mínima de 50 mm, para la colocación de la probeta a ensayar.
- III. Los rodillos deben tener la altura suficiente para que la probeta no choque con la base cuando el punzón este en la posición baja.
- IV. El punzón debe estar fijo a la máquina de ensayos, esto con el fin de minimizar la deflexión y des alineamiento.

Cabe mencionar que las tolerancias indicadas son para el mecanizado de las probetas.

Para esta norma el cordón de soldadura de la probeta puede ser longitudinal o transversal a la longitud de la probeta, así mismo puede ser la superficie de cara o raíz la superficie sometida a convexión durante el ensayo [22].

## 1.5 OBJETIVOS

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un sistema mecánico para el ensayo de doblado guiado en juntas soldadas para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un utillaje para ensayos de doblado guiado bajo norma ASTM-E190.
- Construir el utillaje para el ensayo de doblado guiado que cubra las especificaciones ASTM-E190.
- Generar el procedimiento de ensayo y la guía de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- Ejecutar el ensayo de doblado guiado con el utillaje construido en los laboratorios con probetas en acero A36.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

## 2.1 Materiales

**Tabla 2.1. Materiales utilizados en la construcción del sistema mecánico**

<b>Nombre</b>	<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
Base	ASTM A36	Es el lugar donde estarán todos los elementos del sistema mecánico
Apoyo	ASTM A36	Es la parte más mecanizada y donde irán colocados los soportes y lo demás del sistema mecánico
Soporte	AISI 304	Son los rodillos donde irán las probetas para realizar los diferentes ensayos
Mantenedor	ASTM A36	Es la parte donde irán un par de ejes roscados para ayudar a soportar la tensión durante el ensayo
Acople	ASTM A36	Es una pieza circular que ayudara a unir la prensa hidráulica con los diferentes punzones
Embolo ¾"	ASTM A36	Punzón utilizado para el ensayo de placas de espesor 9.53mm
Embolo 29/32"	ASTM A36	Punzón utilizado para el ensayo de placas de espesor 6.35mm
Embolo 1.06"	ASTM A36	Punzón utilizado para el ensayo de placas de espesor 3.18mm
Eje roscado	ASTM A36	Eje que será montado en el mantenedor y ayudara a soportar la tensión que genera el ensayo

Fuente: Autor

**Tabla 2.2. Equipos utilizados en la construcción del sistema mecánico**

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>
Torno	Máquina herramienta que la utilizamos para máquinar piezas como el acople y soportes
Fresadora	Máquina herramienta que se la uso en casi todo el proceso

	de construcción del sistema mecánico, como en la base, apoyos, etc.
tronzadora	La utilizamos para cortes de las probetas principalmente y del eje roscado
Soldadora	La utilizamos para soldar las probetas que se realizaran los ensayos

Fuente: Autor

## 2.2 Métodos

En el proyecto de tesis que se está planteando, se utilizara el método DOE, ya que se tiene que realizar varios experimentos en probetas de distintos espesores y punzones para determinar cuáles probetas se aceptan y cuales se rechazan, también se utilizara el método lógico, debido que se necesita aplicar normas para el diseño y construcción de dicho sistema mecánico.

Se utilizaran las normas:

ASTM-E190

AWS A5.1

AWS B4.0

**Tabla 2.3. Fases en la construcción del sistema mecánico**

<b>N.-</b>	<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Diseño Inicial.	- Modelado del utillaje en un software CAD y Solid Works
<b>2</b>	Diseño Preliminar del ensamblaje.	- Acoplamiento de partes, piezas mecanismos fabricación del utillaje
<b>3</b>	Diseño Final fabricación del utillaje según normas ASTM-E190.	- Dimensionamiento de los mecanismos acoples y accesorios. - Asignación de materiales a los componentes de las partes
<b>4</b>	Construcción de utillaje.	- Mecanizado, rectificado, pintura y ensamblaje
<b>5</b>	Pruebas de ensamblaje y operatividad.	- Ensamblaje de las partes, mecanismos y accesorios. - Prueba con probetas soldadas

Fuente: Autor

### **2.2.1 Diseño del proyecto**

Cuando se diseña un utillaje o herramienta donde se va a realizar una transformación, es muy necesario conocer las características que tendrá el proceso, de esta manera se puede determinar la fuerza y energía, materiales y dimensiones necesarias de los diferentes requerimientos.

#### **2.2.1.1 Parámetros iniciales de diseño**

En los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato se cuenta con una prensa hidráulica de 30 toneladas, con los datos de las probetas según las diferentes dimensiones y espesores dados por la normas ASTM E190, AWSB4.0 Y API1104, se determinaran los cálculos necesarios para construir el utillaje para el ensayo de doblez guiado.

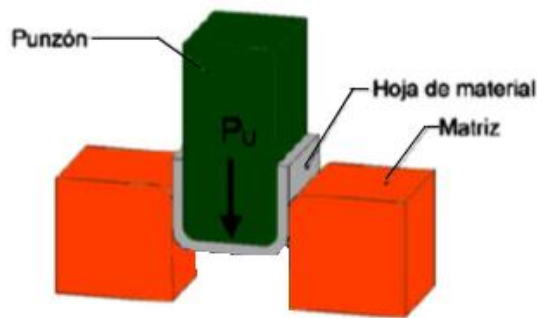
**Tabla 2.4. Parámetros iniciales de diseño**

Parámetros	Definición
Metal base	A36
Rodillos	AISI 304
Punzones	A36
Prensa Hidráulica	30 Toneladas
Probetas a ensayar	1/8", 1/4" y 3/8"

Fuente: Autor

### 2.2.1.2 Análisis de carga

Es importante que el utillaje a construir para el ensayo doblado guiado debe partir de la deformación del material ( $S_{ut}$  y  $S_y$ ).



**Figura 2.1. Estructura del utillaje de ensayo doblado guiado**

- a) Fuerza requerida para el ensayo

$$P_U = k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w \text{ [kN]} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

$P_U$  es la fuerza para realizar el doblado en "U" en kN,

$K_3$  es una constante experimental para cálculo de fuerza 0.4 [u.a.],

$\sigma_B$  es la resistencia a la tracción (36 kgf/mm<sup>2</sup>, para acero A36)

$t$  es el espesor del material en mm,

$w$  es el ancho del doblado en mm.

b) Energía requerida para el ensayo

$$E_U = P_U \cdot h_U \cdot k_4 \text{ [kgf. m]} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

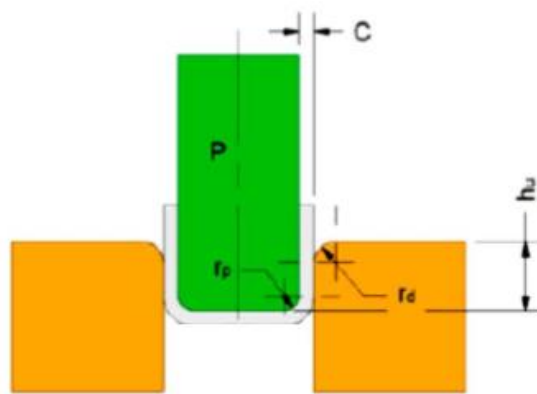
Donde:

$E_U$  es la energía requerida para el doblado en U en J,

$h_U$  es la longitud de carrera para la transformación en mm.

$K_4$  es constante experimental para el cálculo de la energía igual a 0.6 [u.a.].

c) Características para el ensayo



**Figura 2.2. Condiciones del utillaje para el ensayo**

$$5 > \frac{r_P}{t} > 0.0085 \frac{\sigma_B}{e} + 0.5 \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Donde:

P = Punzón

rp = Radio del punzón

rd = Radio de la matriz

rd = (2.5 ≈ 3)t

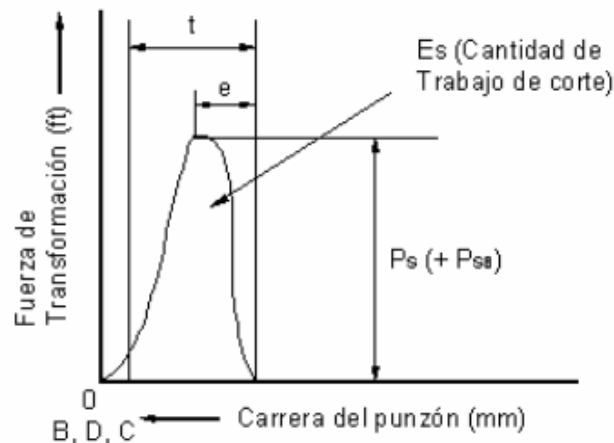
a = 0.5t

c = Claro (c = t)

hu = (6 ≈ 8)t

$\sigma_B$  = es la resistencia a la tracción (36 kgf/mm<sup>2</sup>, para acero A36)

e = Tasa de elongación del material



**Figura 2.3. Grafica Fuerza-Doble en U [21]**

### 2.2.1.3 Cálculo Esfuerzo-Energía

Para estos cálculos utilizaremos los espesores dados en la tabla 2.3 y ancho de probetas entre 1 pulgada y 2 pulgadas. [22]

- a) Cálculo para probeta de espesor igual a 3.18 mm (1/8 pulg) y ancho igual a 25.4 mm (1 pulg)

Datos:

$K_3$  = es una constante experimental para cálculo de fuerza 0.4 [u.a.],

$\sigma_B$  = es la resistencia a la tracción (36 kgf/mm<sup>2</sup>, para acero A36)

$t$  = es el espesor de la probeta 3.18 mm

$w$  = es el ancho de la probeta 25.4 mm

$$P_U = (k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w)$$

$$P_U = \frac{(0.4 \cdot 36 \cdot 3.18 \cdot 25.4)}{1000}$$

$$P_U = 1.1635 \text{ tf} = 11.4101 \text{ kN}$$

Para el cálculo de la energía necesaria se debe conocer  $h_U$ , donde  $h_U$  es la longitud de carrera para la transformación, es estimado es entre 6 a 8, por el espesor del material:

$$h_U = (6 \approx 8)t$$

$$h_U = (7)(3.18)$$



$$h_U = 22.26 \text{ mm}$$

Cálculo de la energía necesaria para realizar el doblado

Datos:

$P_U$  = es la fuerza para realizar el doblado en "U" 1.1635 tf,

$h_U$  = es la longitud de carrera para la transformación 22.26 mm.

$K_4$  = es constante experimental para el cálculo de la energía igual a 0.6 [u.a.].

$$E_U = P_U \cdot h_U \cdot k_4$$

$$E_U = 1.1635 * 22.26 * 0.6$$

$$E_U = 15.5397 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

b) Cálculo para probeta de espesor igual a 6.35 mm (1/4 pulg) y ancho igual a 38.1 mm (1 1/2 pulg)

Datos:

$K_3$  = es una constante experimental para cálculo de fuerza 0.4 [u.a.],

$\sigma_B$  = es la resistencia a la tracción (36 kgf/mm<sup>2</sup>, para acero A36)

$t$  = es el espesor de la probeta 6.35 mm

$w$  = es el ancho de la probeta 38.1 mm

$$P_U = k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w$$

$$P_U = \frac{(0.4 * 36 * 6.35 * 38.1)}{1000}$$

$$P_U = 3.4838 \text{ tf} = 34.1766 \text{ kN}$$

$$h_U = (6 \approx 8)t$$

$$h_U = (8)(6.35)$$

$$h_U = 50.8 \text{ mm}$$

$$E_U = P_U \cdot h_U \cdot k_4$$

$$E_U = (3.4838)(50.8)(0.6)$$

$$E_U = 106.1862 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

c) Cálculo para probeta de espesor igual a 9.53 mm (3/8 pulg) y ancho igual a 50.8 mm (2 pulg)

Datos:

$K_3$  = es una constante experimental para cálculo de fuerza 0.4 [u.a.],

$\sigma_B$  = es la resistencia a la tracción (36 kgf/mm<sup>2</sup>, para acero A36)

$t$  = es el espesor de la probeta 9.53 mm

$w$  = es el ancho de la probeta 50.8 mm

$$P_U = k_3 \cdot \sigma_B \cdot t \cdot w$$

$$P_U = \frac{(0.4)(36)(9.53)(50.8)}{1000}$$

$$P_U = 6.9713 \text{ tf} = 68.3891 \text{ kN}$$

$$h_U = (6 \approx 8)t$$

$$h_U = (8)(9.53)$$

$$h_U = 76.24 \text{ mm}$$

$$E_U = P_U \cdot h_U \cdot k_4$$

$$E_U = (6.9713)(76.24)(0.6)$$

$$E_U = 318.8951 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cálculo de la fuerza necesaria para doblar en U de diseño  $P_{UD}$ , esta fuerza se calcula considerando entre 120% y 150% de la fuerza para realizar el doblar en U  $P_U$ .

- a) Probeta de espesor igual a 3.18 mm (1/8 pulg) y ancho igual a 25.4 mm (1 pulg)

$$P_{UD} = (P_U)(150\%)$$

$$P_{UD} = (1.1635 \text{ tf})(1.5)$$

$$P_{UD} = 1.7452 \text{ tf} = 17.1208 \text{ kN}$$

- b) Probeta de espesor igual a 6.35 mm (1/4 pulg) y ancho igual a 38.1 mm (1 1/2 pulg)

$$P_{UD} = (P_U)(150\%)$$

$$P_{UD} = (3.4838 \text{ tf})(1.5)$$

$$P_{UD} = 5.2257 \text{ tf} = 51.2639 \text{ kN}$$

- c) Probeta de espesor igual a 9.53 mm (3/8 pulg) y ancho igual a 50.8 mm (2 pulg)

$$P_{UD} = (P_U)(150\%)$$

$$P_{UD} = (6.9713 \text{ tf})(1.5)$$

$$P_{UD} = 10.456 \text{ tf} = 102.573 \text{ kN}$$

Este cálculo de la fuerza necesaria para doblar en U de diseño, se lo realiza para una correcta selección de la prensa hidráulica.

La ecuación 2.3 se utiliza para la determinar si las condiciones son óptimas para realizar el ensayo, para lo cual se realizaran los cálculos con las probetas de los diferentes espesores y anchos con los que se realizaron los cálculos anteriores.

d) Probeta de espesor igual a 3.18 mm (1/8 pulg) y ancho igual a 25.4 mm (1 pulg)

$$5 > \frac{r_p}{t} > 0.0085 \frac{\sigma_B}{e} + 0.5$$

$$5 > \frac{27}{3.18} > 0.0085 \frac{36}{0.2} + 0.5$$

$$5 > 8.4905 > 0.5612$$

No cumple con las condiciones

a) Probeta de espesor igual a 6.35 mm (1/4 pulg)

$$5 > \frac{r_p}{t} > 0.0085 \frac{\sigma_B}{e} + 0.5$$

$$5 > \frac{23}{6.35} > 0.0085 \frac{36}{0.2} + 0.5$$

$$5 > 3.622 > 0.5612$$

Cumple con las condiciones

b) Probeta de espesor igual a 9.53 mm (3/8 pulg)

$$5 > \frac{r_p}{t} > 0.0085 \frac{\sigma_B}{e} + 0.5$$

$$5 > \frac{19}{9.53} > 0.0085 \frac{36}{0.2} + 0.5$$

$$5 > 1.9937 > 0.5612$$

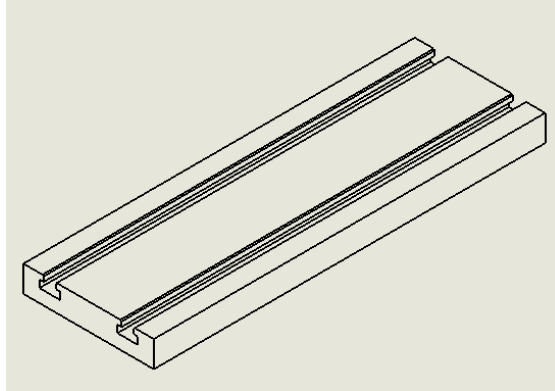
Cumple con las condiciones

Como podemos ver en los cálculos realizados para el espesor de 3.18 mm no cumple con las condiciones de diseño, pero se mantendrá la construcción de dicha probeta y se realizara el ensayo para la visualización de una probeta que no cumple con las condiciones de diseño.

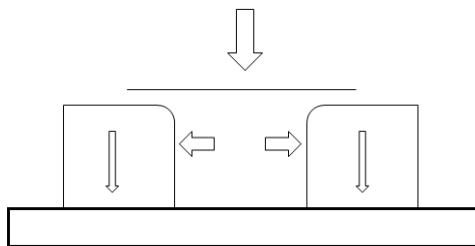
#### 2.2.1.4 Cálculo de Base

El diseño se hace a vida infinita estático.

La fuerza es 30 Toneladas igual a 294 KN



**Figura 2.4. Base del utillaje (Autor)**



**Figura 2. 5. Diagrama de aplicación de fuerzas de la base (Autor)**

a) Ecuación de Marin

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e \quad \text{Ecuación 2.4}$$

Donde:

$k_a$  = factor de modificación de la condición superficial.

$K_b$  = factor de modificación del tamaño.

$K_c$  = factor de modificación de la carga.

$K_d$  = factor de modificación de la temperatura.

$K_e$  = factor de confiabilidad.

$K_f$  = factor de modificación de efectos varios.

$S'_e$  = limite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria.

$S_e$  = limite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de la máquina en la geometría y condición de uso.

**Tabla 2. 5. Propiedades mecánicas del acero A36**

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

Fuente: Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural ASTM A36/A36M-08

b) Límite de resistencia a la fatiga

$$S'_e = \begin{cases} 0.5S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1 400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1 400 \text{ MPa} \end{cases}$$

$$0.5 S_{ut}$$

Ecuación 2.5

Acero ASTM A36  $S_y$  es de 250 MPa y el  $S_{ut}$  es de 400 MPa

$$S'_e = (0.5)(400)$$

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

$k_a$  = factor de modificación de la condición superficial.

$$k_a = aS_{ut}^b$$

Ecuación 2.6

**Tabla 2.6. Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin**

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	$S_{ut}$ kpsi	$S_{ut}$ MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición.

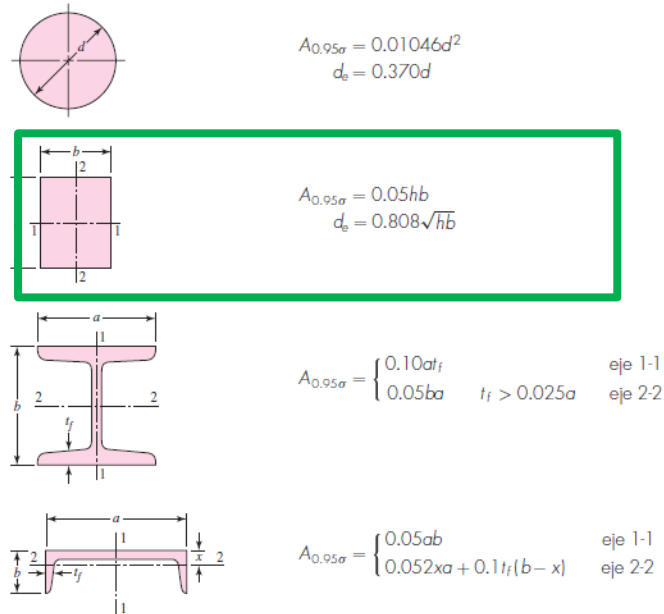
Es maquinado el trabajo se selecciona 4.51 y el exponente a -0.265

$$k_a = (4.51)(400^{-0.265})$$

$$k_a = 0.92$$

$K_b$  = factor de modificación del tamaño.

Tabla 2.7. Áreas de perfiles estructurales no rotativos



Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición

Se calcula el diámetro efectivo

$$d_e = 0.808\sqrt{hb}$$

Ecuación

2.7

$$d_e = 0.808\sqrt{(127)(25.4)}$$

$$d_e = 45.89$$

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_b = 1.24d^{-0.107}$$

Ecuación

2.8

$$k_b = (1.24)(45.89^{-0.107})$$

$$k_b = 0.82$$

$K_c$  = factor de modificación de la carga.

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

$$k_c = 1$$

**K<sub>d</sub>** = factor de modificación de la temperatura.

**Tabla 2.8. Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión de acero**

Temperatura, °C	$S_T/S_{RT}$	Temperatura, °F	$S_T/S_{RT}$
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Se toma el valor de temperatura ambiente 20 °C por lo tanto  $k_d = 1$

**K<sub>e</sub>** = factor de confiabilidad.

**Tabla 2.9. Factores de confiabilidad del límite de resistencia a la fatiga**

Confiabilidad, %	Variación de transformación $z_o$	Factor de confiabilidad $k_e$
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición

Se toma una confiabilidad del 50% y el valor de  $k_e = 1$

**K<sub>f</sub>** = factor de modificación de efectos varios.

$$K_f = 1 + \frac{K_t - 1}{1 + \sqrt{a/r}}$$

**Tabla 2.10. Factor de modificación de efectos varios**

$$K_t = 0.622 + 0.38 \left(\frac{D}{d}\right)^{-4.3} + \left(\frac{r}{d}\right)^{-0.5} \sqrt{\frac{-0.322 - 0.277(D/d)^2 + 0.599(D/d)^4}{1 - 2.55(D/d)^2 + 5.27(D/d)^4}}$$

D/d	r/d						
	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
1.01	1.681	1.297	1.206	1.166	1.141	1.125	1.113
1.05	2.411	1.592	1.398	1.313	1.261	1.226	1.200
1.10	2.850	1.758	1.499	1.384	1.316	1.269	1.235
1.50	3.773	2.068	1.664	1.485	1.378	1.305	1.252
2.00	3.936	2.115	1.683	1.492	1.378	1.300	1.243
6.00	3.994	2.130	1.688	1.493	1.376	1.296	1.238

Fuente: Asme Journal of Mechanical Design. Vol 118 Pag 321-327

D/d es 1 Kt = 0.622+0.38 Kt es 1.002

$\sqrt{a} = \frac{139}{S_{ut}}$  Parámetros de Heywood

$$\sqrt{a} = \frac{139}{400} = 0.3475$$

El valor de  $r$  es cero ya que no hay muescas en el diseño por lo que se asume un valor de  $k_f = 1$

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e$$

$$S_e = (0.92)(0.82)(1)(1)(1)(1)(200)$$

$$S_e = 150.88 \text{ MPa}$$

Fuerza Cortante

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Ecuación 2.10

A = (b)(h-Áreas de los canales)

$$A = (127)(25.4 - 2(19.82)(7.11 + 11.94)(7.11)$$

$$A = 3225.8 - 2(140.92 + 84.89)$$

$$A = 2774.18 \text{ mm}^2$$

$$A = 0.002774 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



$$\sigma = \frac{294000}{0.002774}$$

$$\sigma = 105.98 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad

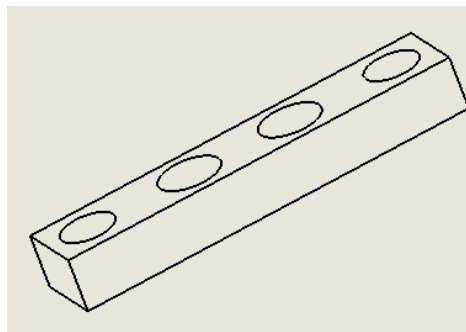
$$n = \frac{S_e}{\sigma}$$

$$n = \frac{150.88}{105.98}$$

$$n = 1.42 \text{ Ok}$$

Ecuación 2.11

### 3.1.5 Cálculo de Mantenedor



**Figura 2.6. Mantenedor (Autor)**

$$F_T = 294 \text{ KN}$$

$$\text{Por simetría } F_t = 147 \text{ KN}$$

$$F_A = F_B = F_C = F_D$$

$$F_t/4 = F_A$$

$$F_{A(\text{Diseño})} = 147 \text{ KN} / 4 = 36.75 \text{ KN}$$

La fuerza es 36.75 kN

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

$$k_a = 0.92$$

Se calcula el diámetro efectivo

$$d_e = 0.808\sqrt{hb}$$

$$d_e = 0.808\sqrt{(12.7)(20.07)}$$

$$d_e = 12.89$$

$$k_b = 1.24d^{-0.107}$$

$$k_b = (1.24)(12.89^{-0.107})$$

$$k_b = 0.94$$

$$k_c = 0.85 \text{ esta sometido a fuerza axial}$$

Se toma el valor de temperatura ambiente 20 °C por lo tanto  $k_d = 1$

Se toma una confiabilidad del 50% y el valor de  $k_e = 1$

Kf

El valor de  $k_t$  es cero ya que no hay muescas en el diseño por lo que el valor de  $k_f = 1$

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e$$
$$S_e = (0.92)(0.94)(1)(1)(1)(1)(200)$$
$$S_e = 172.96 \text{ MPa}$$

Fuerza Cortante

$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$A = b \cdot h$$
$$A = (12.7)(20.07)$$
$$A = 254.889 \text{ mm}^2$$
$$A = 0.000254889 \text{ m}^2$$
$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$\sigma = \frac{36750}{0.000254889}$$
$$\sigma = 144.18 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad

$$n = \frac{S_e}{\sigma}$$
$$n = \frac{172.96}{144.18} = 1.19 \text{ Ok}$$
$$n = 1.19 \text{ Ok}$$

### 2.2.1.6 Cálculo de Tornillos

Masa de mantenedor + Masa de eje roscado

$$M = 0.3 \text{ lb} + 0.517 \text{ lb} = 1.14 \text{ lb}$$

$$M = 0.517 \text{ Kg}$$

$$F = (0.517 \text{ Kg})(9.8 \text{ m/s}^2)$$

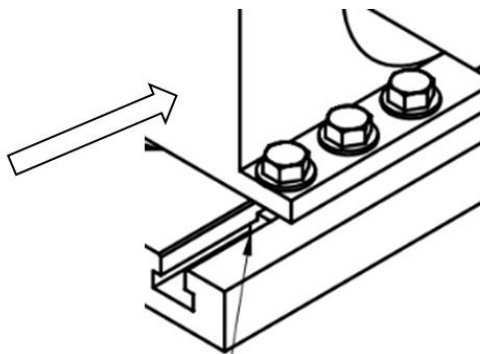
$$F = 5.07 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{5.07}{(\pi)(0.0047625^2)}$$

$$\sigma = 0.71 \text{ MPa}$$

Sección de los pernos de sujeción.



**Figura 2.7. Pernos de sujeción (Autor)**

La fuerza es 36.75 kN

Esfuerzo de contacto o aplastamiento

$$\sigma_b = \frac{F}{3 \cdot A} \quad \text{Ecuación 2.12}$$

$$\sigma_b = \frac{36750}{(3)(0.009652)(0.009652)}$$

$$\sigma_b = 131,49 \text{ MPa}$$

Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{F}{3 \cdot A} \quad \text{Ecuación 2.13}$$

$$\tau = \frac{36750}{(3)(\pi)\left(\frac{0.009652^2}{4}\right)}$$

$$\tau = 167.4 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad

$$n_b = \frac{S_{ut}}{\sigma_b}$$

$$n_b = \frac{400}{131,49}$$

$$n_b = 3.04 \text{ Ok}$$

$$n = \frac{Sut}{\tau}$$

$$n = \frac{400}{167.4}$$

$$n = 2.4 \text{ Ok}$$

### 2.2.1.7 Cálculo de Pernos y Arandelas

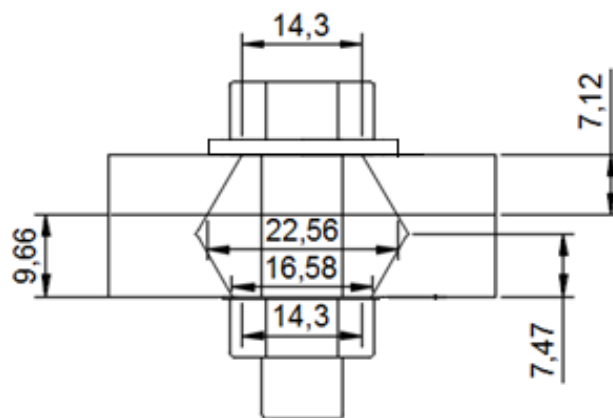


Figura 2.8. Perno y dimensiones (Autor)

Osgood reporta un intervalo de  $25^\circ \leq \alpha \leq 33^\circ$  para la mayoría de las combinaciones. En este cálculo se empleará  $\alpha = 30^\circ$

Con  $\alpha = 30^\circ$ , esto se convierte en

$$k = \frac{0.5774\pi Ed}{\ln \frac{(1.155t+D-d)(D+d)}{(1.155t+D+d)(D-d)}} \quad \text{Ecuación 2.14}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad del acero al carbono. Ver Tabla

D = Diámetro mayor de la capa

d = Diámetro del tornillo sometido a análisis.

K = Rigidez de la capa.

**Tabla 2.11. Constantes físicas de los materiales**

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Relación de Poisson $\nu$	Peso específico w		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lbf/pulg <sup>3</sup>	lbf/ft <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
Abeto Douglas	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Acero al carbono	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Acero al níquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Acero inoxidable (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0
Aleaciones de titanio	16.5	114.0	6.2	42.4	0.340	0.160	276	43.4
Aluminio (todas las aleaciones)	10.4	71.7	3.9	26.9	0.333	0.098	169	26.6
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Hierro fundido (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Plata niquelada	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición.

Se calcula por capas

Capa 1

Datos:

$$t_1 = 0.28 \text{ pulg}$$

$$d = 0.375 \text{ pulg}$$

$$d_w = (1.5)(0.375) \text{ pulg}$$

$$dw = 0.5625 \text{ pulg} = D_1$$

$$k_1 = \frac{(0.5774)(\pi)(30 \times 10^6)(0.375)}{\ln \frac{(1.155)(0.28 + 0.5625 - 0.375)(0.5625 + 0.375)}{(1.155)(0.28 + 0.5625 + 0.375)(0.5625 - 0.375)}}$$

$$k_1 = \frac{20.41 \times 10^6}{\ln \frac{(0.5109)(0.9375)}{(1.2609)(0.1875)}}$$

$$k_1 = \frac{20.41 \times 10^6}{0.7059}$$

$$k_1 = 28.91 \text{ Mlbf/pulg}$$

Capa 2

Datos:

$$t_2 = 9.66 - 7.47 = 2,19 \text{ mm} = 0.086 \text{ pulg}$$

$$d = 0.375 \text{ pulg}$$

$$D_2 = 22,56 \text{ mm} = 0.888 \text{ pulg}$$

$$k_2 = \frac{(0.5774)(\pi)(30 \times 10^6)(0.375)}{\ln \frac{(1.155)(0.086 + 0.888 - 0.375)(0.888 + 0.375)}{(1.155)(0.086 + 0.888 + 0.375)(0.888 - 0.375)}}$$

$$k_2 = \frac{20.41 \times 10^6}{\ln \frac{(0.612)(1.263)}{(1.362)(0.513)}}$$

$$k_2 = \frac{20.41 \times 10^6}{0.101}$$

$$k_2 = 202.83 \text{ Mlbf/pulg}$$

Capa 3

Datos:

$$t_3 = 7,47 \text{ mm} = 0.294 \text{ pulg}$$

$$d = 0.375 \text{ pulg}$$

$$D_3 = 16.58 \text{ mm} = 0.653 \text{ pulg}$$

$$k_3 = \frac{(0.5774)(\pi)(30 \times 10^6)(0.375)}{\ln \frac{(1.155)(0.294 + 0.653 - 0.375)(0.653 + 0.375)}{(1.155)(0.294 + 0.653 + 0.375)(0.653 - 0.375)}}$$

$$k_3 = \frac{20.41 \times 10^6}{\ln \frac{(0.617)(1.028)}{(1.367)(0.278)}}$$

$$k_3 = \frac{20.41 \times 10^6}{0.512}$$

$$k_3 = 39.86 \text{ Mlbf/pulg}$$

Capa 4 (arandelas)

Datos:

$$t_4 = 2 \text{ mm} = 0.079 \text{ pulg}$$

$$d = 0.375 \text{ pulg}$$

$$D_4 = 0.5625 \text{ pulg}$$

$$k_4 = \frac{(0.5774)(\pi)(30 \times 10^6)(0.375)}{\ln \frac{(1.155)(0.079 + 0.5625 - 0.375)(0.5625 + 0.375)}{(1.155)(0.079 + 0.5625 + 0.375)(0.5625 - 0.375)}}$$

$$k_4 = \frac{20.41 \times 10^6}{\ln \frac{(0.2787)(0.9375)}{(1.028)(0.1875)}}$$

$$k_4 = \frac{20.41 \times 10^6}{0.304}$$

$$k_4 = 67.13 \text{ Mlbf/pulg}$$

Rigidez del elemento

$$\frac{1}{k_m} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \frac{1}{k_4}$$

Ecuación 2.15

$$\frac{1}{k_m} = \frac{1}{28.91} + \frac{1}{202.83} + \frac{1}{39.86} + \frac{1}{67.13}$$

$$\frac{1}{k_m} = 0.0346 + 0.00493 + 0.0251 + 0.0149$$

$$\frac{1}{k_m} = 0.07953$$

$$k_m = 12.58 \text{ Mlbf/pulg}$$

Rigidez efectiva estimada del perno o tornillo de cabeza en la zona de sujeción  $k_b$

$$k_b = \frac{A_d A_t E}{A_d l_t + A_t l_d}$$

Ecuación 2.16

Donde:

$A_t$  = área de esfuerzo sometida a tensión. Tablas

$l_t$  = longitud de la parte roscada de agarre.

$A_d$  = área de diámetro mayor del sujetador.

$l_t$  = longitud de la parte sin rosca en agarre.

Longitud roscada  $L_T$  serie pulgadas.

$$L_T = \begin{cases} 2d + \frac{1}{4} \text{ pulg}, & L \leq 6 \text{ pulg} \\ 2d + \frac{1}{2} \text{ pulg}, & L > 6 \text{ pulg} \end{cases}$$

Ecuación 2.17

$$L_t = 2(0.375) + 0.25$$

$$L_t = 1 \text{ pulg}$$

$$L = 1.625 \text{ pulg}$$

$$l_d = 1.625 - 1 = 0.625 \text{ pulg}$$

$$l_t = 18.78 - 15.875 = 2.905 = 0.114 \text{ pulg}$$

$$A_d = \pi * \frac{0.375^2}{4}$$

$$A_d = 0.11 \text{ pulg}^2$$

$$A_t = 0.0775 \text{ pulg}^2$$

$$k_b = \frac{(0.11)(0.0775)(30 \times 10^6)}{(0.11)(0.114 + 0.0775)(0.625)}$$

$$k_b = \frac{0.256 \times 10^6}{0.0125 + 0.0484}$$

$$k_b = 4,20 \text{ Mlbf/pulg}$$

Constante de rigidez del elemento

$$C = \frac{k_b}{k_b + k_m}$$

Ecuación 2.18

$$C = \frac{4.2}{4.2 + 12,58}$$

$$C = 0.25$$

Factor de carga

$$S_p = 85 \text{ kpsi.}$$

**Tabla 2.12. Diámetros y área de roscas unificadas de tornillo UNC y UNF**



Designación de tamaño	Diámetro mayor nominal pulg	Serie gruesa-UNC			Serie fina-UNF		
		Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión $A_t$ , pulg <sup>2</sup>	Área del diámetro menor $A_r$ , pulg <sup>2</sup>	Roscas por pulgada, N	Área de esfuerzo de tensión $A_t$ , pulg <sup>2</sup>	Área del diámetro menor $A_r$ , pulg <sup>2</sup>
0	0.0600				80	0.001 80	0.001 51
1	0.0730	64	0.002 63	0.002 18	72	0.002 78	0.002 37
2	0.0860	56	0.003 70	0.003 10	64	0.003 94	0.003 39
3	0.0990	48	0.004 87	0.004 06	56	0.005 23	0.004 51
4	0.1120	40	0.006 04	0.004 96	48	0.006 61	0.005 66
5	0.1250	40	0.007 96	0.006 72	44	0.008 80	0.007 16
6	0.1380	32	0.009 09	0.007 45	40	0.010 15	0.008 74
8	0.1640	32	0.014 0	0.011 96	36	0.014 74	0.012 85
10	0.1900	24	0.017 5	0.014 50	32	0.020 0	0.017 5
12	0.2160	24	0.024 2	0.020 6	28	0.025 8	0.022 6
$\frac{1}{4}$	0.2500	20	0.031 8	0.026 9	28	0.036 4	0.032 6
$\frac{5}{16}$	0.3125	18	0.052 4	0.045 4	24	0.058 0	0.052 4
$\frac{3}{8}$	0.3750	16	0.077 5	0.067 8	24	0.087 8	0.080 9
$\frac{7}{16}$	0.4375	14	0.106 3	0.093 3	20	0.118 7	0.109 0
$\frac{1}{2}$	0.5000	13	0.141 9	0.125 7	20	0.159 9	0.148 6
$\frac{9}{16}$	0.5625	12	0.182	0.162	18	0.203	0.189
$\frac{5}{8}$	0.6250	11	0.226	0.202	18	0.256	0.240
$\frac{3}{4}$	0.7500	10	0.334	0.302	16	0.373	0.351
$\frac{7}{8}$	0.8750	9	0.462	0.419	14	0.509	0.480
1	1.0000	8	0.606	0.551	12	0.663	0.625
$1\frac{1}{4}$	1.2500	7	0.969	0.890	12	1.073	1.024
$1\frac{1}{2}$	1.5000	6	1.405	1.294	12	1.581	1.521

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición.

Carga de prueba  $F_p$

$$F_p = A_t \cdot S_p \quad \text{Ecuación}$$

2.19

Donde:

$A_t$  = área de esfuerzo sometida a tensión.




$S_p$  = Carga de prueba para pernos ASTM de acero

$F_p$  = Carga de prueba

$$F_p = (0.0775)(85)$$

$$F_p = 6.5875 \text{ Kip}$$

**Tabla 2.13. Especificaciones ASTM para pernos de acero**

A325, tipo 1	$\frac{1}{2}$ -1 $1\frac{1}{8}$ -1 $\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de medio carbono, T y R	
A325, tipo 2	$\frac{1}{2}$ -1 $1\frac{1}{8}$ -1 $\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
A325, tipo 3	$\frac{1}{2}$ -1 $1\frac{1}{8}$ -1 $\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero no temperizado, T y R	

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición.

Precarga  $F_i$

$$F_i = \begin{cases} 0.75F_p & \text{para conexiones no permanentes, sujetadores reutilizados} \\ 0.90F_p & \text{para conexiones permanentes} \end{cases}$$

$$F_i = 0.75 * 6.5875$$

$$F_i = 4.94 \text{ kip}$$

$$n = \frac{S_p A_t - F_i}{CP}$$

Donde:

$A_t$  = área de esfuerzo sometida a tensión.

$S_p$  = Carga de prueba para pernos ASTM de acero

$F_i$  = Precarga para conexiones no permanentes, sujetadores reutilizados.

$C$  = Constante de rigidez del elemento

$P$  = Fuerza ejercida sobre el perno.

$n$  = factor de carga o seguridad del ajuste.

La fuerza es 36.75 kN es 8.2617 Kips se divide para 3 pernos

$$n = \frac{(85)(0.0775 - 4.94)}{(0.25)(2.754)}$$

$$n = \frac{1.64}{0.688}$$

$$n = 2,4 \text{ Factor de seguridad Ok}$$

**Tabla 2.14. Especificaciones de arandelas**

### Medidas:

Rodela - Arandela Plana Pulgadas:

- Diámetro: Desde 5/32 de pulgada hasta 1 1/2 pulgada.

Rodela - Arandela Plana Milímetros:

- Diámetro: Desde 10 mm hasta 20 mm.

Rodela - Arandela Plana Inoxidable Pulgadas:

- Diámetro: Desde 3/16 de pulgada hasta 1 pulgada.

Rodela Presión Pulgadas:

- Diámetro: Desde 5/32 de pulgada hasta 1 1/4 pulgada.

Rodela Presión Milímetros:

- Diámetro: Desde 10 mm hasta 20 mm.

Rodela Plana Estructural ASTM F436

- Diámetro: Desde 1/2 de pulgada hasta 1 pulgada.

Rodela Neopreno para Autoperforante:

- Para tornillo #10, #12, #14.

Fuente: la casa del perno, rodela y arandelas

### 2.2.1.8 Cálculo de Rodillos

Para el ensayo se coloca sobre dos rodillos de diámetro especificado según la norma ASTM E190 el cual indica que deben ser de acero inoxidable y tener un diámetro de 1,5 pulg. y una longitud de 2 pulg.

Esfuerzo de Contacto entre el rodillo y la probeta

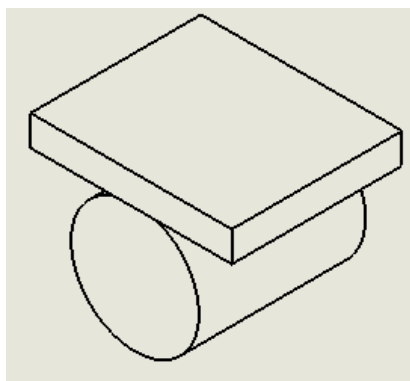
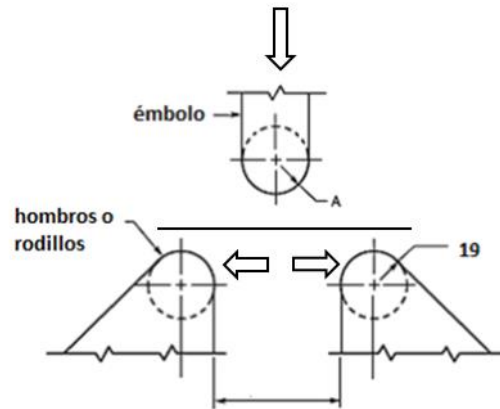


Figura 2.9. Contacto entre el rodillo y la probeta (Autor)



**Figura 2.10. Aplicación de fuerzas entre rodillo y probeta (Autor)**

Para el cálculo se toma el contacto cilindro-cilindro pero al ser una placa el radio  $r_2$  se toma 0 donde calculamos  $w$  que es la huella

$$w = 4 \sqrt{\frac{F \frac{(1-\nu_1^2)}{E_1} + \frac{(1-\nu_2^2)}{E_2}}{\pi b \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)}} \quad \text{Ecuación 2.20}$$

Donde:

$w$  = es la huella (mm)

$F$  = la fuerza (KN)

$b$  = el ancho (mm)

$\nu$  = relación de Poisson

$E$  = módulos de elasticidad (GPa)

La fuerza es 294 KN, la relación de Poisson para el acero se toma 0,3 y el módulo de elasticidad 210 GPa

**Tabla 2.15. Propiedades mecánicas de los materiales**

Material	Módulo de elasticidad E		Módulo de rigidez G		Relación de Poisson $\nu$	Peso específico $w$		
	Mpsi	GPa	Mpsi	GPa		lbf/pulg <sup>3</sup>	lbf/ft <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
Abeto Douglas	1.6	11.0	0.6	4.1	0.33	0.016	28	4.3
Acero al carbono	30.0	207.0	11.5	79.3	0.292	0.282	487	76.5
Acero al níquel	30.0	207.0	11.5	79.3	0.291	0.280	484	76.0
Acero inoxidable (18-8)	27.6	190.0	10.6	73.1	0.305	0.280	484	76.0
Aleaciones de titanio	16.5	114.0	6.2	42.4	0.340	0.160	276	43.4
Aluminio (todas las aleaciones)	10.4	71.7	3.9	26.9	0.333	0.098	169	26.6
Bronce fosforado	16.1	111.0	6.0	41.4	0.349	0.295	510	80.1
Cobre	17.2	119.0	6.49	44.7	0.326	0.322	556	87.3
Cobre al berilio	18.0	124.0	7.0	48.3	0.285	0.297	513	80.6
Hierro fundido (gris)	14.5	100.0	6.0	41.4	0.211	0.260	450	70.6
Inconel	31.0	214.0	11.0	75.8	0.290	0.307	530	83.3
Latón	15.4	106.0	5.82	40.1	0.324	0.309	534	83.8
Magnesio	6.5	44.8	2.4	16.5	0.350	0.065	112	17.6
Molibdeno	48.0	331.0	17.0	117.0	0.307	0.368	636	100.0
Monel metal	26.0	179.0	9.5	65.5	0.320	0.319	551	86.6
Plata niquelada	18.5	127.0	7.0	48.3	0.322	0.316	546	85.8
Plomo	5.3	36.5	1.9	13.1	0.425	0.411	710	111.5
Vidrio	6.7	46.2	2.7	18.6	0.245	0.094	162	25.4

Fuente: Física: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley 8va Edición.g

$$w = 4 \sqrt{\frac{294 \times 10^3}{(\pi)(0.0508)} \frac{(1 - 0.3^2)/210 \times 10^9 + (1 - 0.3^2)/210 \times 10^9}{(1/0.0195 \pm 1/0)}}$$

$$w = 4 \sqrt{\frac{294 \times 10^3}{(\pi)(0.0508)} \frac{8.66 \times 10^{-12}}{51.282}}$$

$$w = 4 \sqrt{\frac{2.546 \times 10^{-6}}{8.184}}$$

$$w = 4 \sqrt{3.111 \times 10^{-7}}$$

$$w = 2,23 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$w = 2,23 \text{ mm}$$

### Profundidad

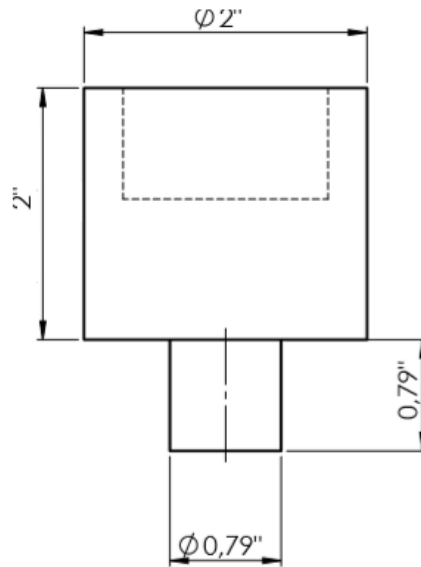
$$z_r = 0.4w$$

$$Z_r = (0.4)(2.23)$$

$$Z_r = 0.892 \text{ mm}$$

### 2.2.1.9 Cálculo de Acople

Para el diseño del acople se selecciona un eje de 2 pulgadas hecho de material ASTM A36 y se somete a un análisis de esfuerzos para calcular el factor de seguridad, esta va estar sujeta mediante una rosca ACME 36.



**Figura 2.11. Acople (Autor)**

Acero ASTM A36  $S_y$  es de 250 MPa y el  $S_{ut}$  es de 400 MPa

$$S'_e = (0.5)(400)$$

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

**$k_a$  = factor de modificación de la condición superficial.**

Es maquinado el trabajo se selecciona 4.51 y el exponente a -0.265

$$k_a = (4.51)(400^{-0.265})$$

$$k_a = 0.92$$

**$K_b$  = factor de modificación del tamaño.**

Se calcula el diámetro efectivo se toma como si fuera un rectángulo la sección

$$d_e = 0.808\sqrt{h \cdot b} \quad \text{Ecuación 2.21}$$

$$d_e = 0.808\sqrt{(47)(50.8)}$$

$$d_e = 39.48$$

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ \boxed{d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107}} & \boxed{2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm}} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_b = 1.24d^{-0.107} \quad \text{Ecuación 2.22}$$

$$k_b = (1.24)(45.89^{-0.107})$$

$$k_b = 0.82$$

**K<sub>c</sub> = factor de modificación de la carga.**

$$k_c = 0.85$$

**K<sub>d</sub> = factor de modificación de la temperatura.**

Se toma el valor de temperatura ambiente 20 °C por lo tanto  $k_d = 1$

**K<sub>e</sub> = factor de confiabilidad.**

Se toma una confiabilidad del 50% y el valor de  $k_e = 1$

**K<sub>f</sub> = factor de modificación de efectos varios.**

El valor de  $r$  es cero ya que no hay muescas en el diseño por lo que se asume un valor de  $k_f = 1$

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S_e'$$

$$S_e = (0.92)(0.82)(0.85)(1)(1)(1)(200)$$

$$S_e = 128.25 \text{ MPa}$$

**Fuerza Cortante Acople y área embolo de radio 19 mm**

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{Ecuación}$$

2.23

A = Área del acople-Áreas de la rosca ACME 36 + Área embolo de radio 19 mm

$$A = 1075.6 \text{ mm}^2 + 4451.56 \text{ mm}^2$$

$$A = 5527.16 \text{ mm}^2 = 0.00552716 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{294000}{0.00552716}$$

$$\sigma = 53.19 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad Acople más embolo de radio 19 mm (3/4 pulg)

$$n = \frac{Se}{\sigma}$$

Ecuación 2.24

$$n = \frac{128.25}{53.19}$$

$$n = 2.4 \text{ Ok}$$

**Fuerza Cortante Acople y área embolo de radio 23 mm**

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Ecuación 2.25

A = Área del acople-Áreas de la rosca ACME 36 + Área embolo de radio 23 mm

$$A = 1075.6 \text{ mm}^2 + 5433.45 \text{ mm}^2$$

$$A = 6509.05 \text{ mm}^2$$

$$A = 0.00650905 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{294000}{0.00650905}$$

$$\sigma = 45.17 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad Acople más embolo de radio 19 mm (29/32 pulg)

$$n = \frac{Se}{\sigma}$$

Ecuación 2.26

$$n = \frac{128.25}{45.17}$$

$$n = 2.84 \text{ Ok}$$

**Fuerza Cortante del Émbolo de radio 27 mm (1 1/16 pulg)**



En este caso no se necesitaría el acople por lo que se analiza el factor de seguridad.

Acero ASTM A36  $S_y$  es de 250 MPa y el  $S_{ut}$  es de 400 MPa

$$S'_e = (0.5)(400)$$

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

**$k_a$  = factor de modificación de la condición superficial.**

Es maquinado el trabajo se selecciona 4.51 y el exponente a -0.265

$$k_a = (4.51)(400^{-0.265})$$

$$k_a = 0.92$$

**$K_b$  = factor de modificación del tamaño.**

Se calcula el diámetro efectivo se toma como si fuera un rectángulo la sección

$$d_e = 0.808\sqrt{h \cdot b}$$

Ecuación 2.27

$$d_e = 0.808\sqrt{(54)(158.75)}$$

$$d_e = 74.81$$

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_b = 1.51d^{-0.157}$$

Ecuación 2.28

$$k_b = (1.51)(74.81^{-0.157})$$

$$k_b = 0.766$$

**$K_c$  = factor de modificación de la carga.**

$$k_c = 0.85$$

**$K_d$  = factor de modificación de la temperatura.**

Se toma el valor de temperatura ambiente 20 °C por lo tanto  $k_d = 1$

**$K_e$  = factor de confiabilidad.**

Se toma una confiabilidad del 50% y el valor de  $k_e = 1$

**Kf = factor de modificación de efectos varios.**

El valor de r es cero ya que no hay muescas en el diseño por lo que se asume un valor de  $k_f = 1$

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e$$
$$S_e = (0.92)(0.766)(0.85)(1)(1)(1)(200)$$
$$S_e = 119.8 \text{ MPa}$$

**Fuerza Cortante Acople y área embolo de radio 27 mm**

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{Ecuación 2.29}$$

A = Área embolo de radio 27 mm

$$A = 7859.61 \text{ mm}^2$$

$$A = 0.007859.61 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{294000}{0.00785961}$$

$$\sigma = 37.41 \text{ MPa}$$

Factor de seguridad Acople más embolo de radio 19 mm (3/4 pulg)

$$n = \frac{S_e}{\sigma} \quad \text{Ecuación 2.30}$$

$$n = \frac{119.8}{37.41}$$

$$n = 3,2 \text{ Ok}$$

**Torque para bajar la carga Rosca ACME 36**

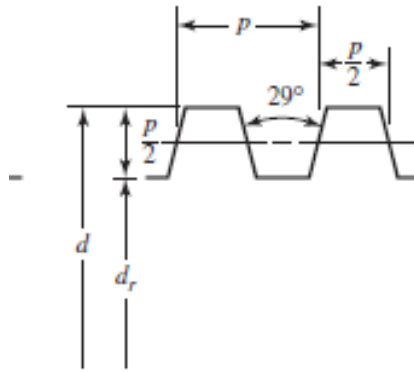


Figura 2.12. Diagrama rosca ACME 36 (Autor)

Punzón de radio 0.75"	Punzón de radio 0.91"	Punzón de radio 1.06"

Figura 2.7. Punzones o Émbolos usados para las pruebas según la norma ASTM E-190

$$T = \frac{F \cdot d_m}{2} \frac{\pi \cdot u \cdot d_m - l}{\pi \cdot d_m + u \cdot l} \quad \text{Ecuación 2.31}$$

**Donde:**

F = Fuerza

$d_m$  = Diámetro medio

u = Coeficiente de rozamiento

$l = \text{Avance}$

$F = 294 \text{ KN}$

$$d_m = d - p/2$$

$$d_m = 36 - 4/2$$

$$d_m = 34 \text{ mm}$$

$$l = n * p$$

$$l = 2 * 4$$

$$l = 8 \text{ mm}$$

Los valores del coeficiente de rozamiento  $u$  se selecciona 0,07

Tabla 2. 16 Valores del coeficiente de rozamiento

Superficie	Coefficiente fricción estático $\mu_s$	Coefficiente fricción cinético $\mu_k$
Madera sobre madera	0.4	0.2
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.07
Hule sobre concreto seco	1.0	0.5
Articulaciones en humanos	0.01	0.01

Fuente: jf international

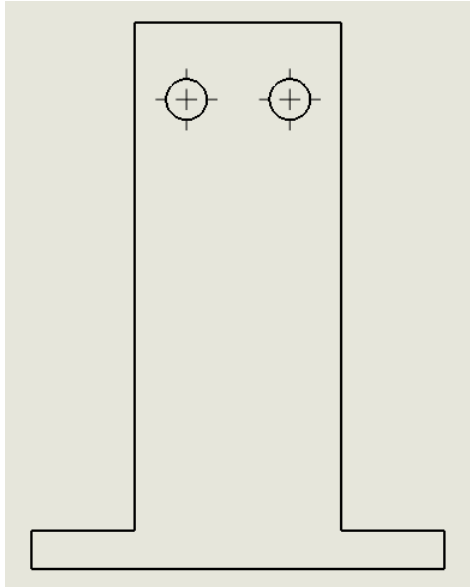
$$T = \frac{294 * 34}{2} * \frac{\pi * 0,07 * 34 - 8}{\pi * 34 + 0.07 * 8}$$

$$T = \frac{9996}{2} * \frac{5.717}{107,3}$$

$$T = 266.29 \text{ Nm}$$

### 2.2.1.10 Cálculo del Apoyo

Los apoyos van a estar sometidos a una fuerza



**Figura 2.14. Vista posterior del apoyo (autor)**

**Fuerza Cortante en el apoyo**

En este caso no se necesitaría el acople por lo que se analiza el factor de seguridad.  
*Acero ASTM A36 Sy es de 250 MPa y el Sut es de 400 MPa*

$$S'_e = (0.5)(400)$$

$$S'_e = 200 \text{ MPa}$$

**$k_a$  = factor de modificación de la condición superficial.**

Es maquinado el trabajo se selecciona 4.51 y el exponente a -0.265

$$k_a = (4.51)(400^{-0.265})$$

$$k_a = 0.92$$

**$K_b$  = factor de modificación del tamaño.**

Se calcula el diámetro efectivo se toma como si fuera un rectángulo la sección

$$d_e = 0.808\sqrt{h \cdot b} \tag{Ecuación 2.32}$$

$$d_e = 0.808\sqrt{(50.8)(134.6)}$$

$$d_e = 66.81$$

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$k_b = 1.51d^{-0.157}$$

$$k_b = (1.51)(74.81^{-0.157})$$

$$k_b = 0.766$$

**K<sub>c</sub> = factor de modificación de la carga.**

$$k_c = 0.85$$

**K<sub>d</sub> = factor de modificación de la temperatura.**

Se toma el valor de temperatura ambiente 20 °C por lo tanto  $k_d = 1$

**K<sub>e</sub> = factor de confiabilidad.**

Se toma una confiabilidad del 50% y el valor de  $k_e = 1$

**K<sub>f</sub> = factor de modificación de efectos varios.**

El valor de r es cero ya que no hay muescas en el diseño por lo que se asume un valor de  $k_f = 1$

$$S_e = k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \cdot S'_e$$

$$S_e = (0.92)(0.766)(0.85)(1)(1)(1)(200)$$

$$S_e = 119.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Área del apoyo.}$$

$$A = 7320,28 \text{ mm}^2$$

$$A = 0.00732028 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{147000}{0.00732028}$$

$$\sigma = 20.08 \text{ MPa}$$

*Factor de seguridad apoyo.*

$$n = \frac{S_e}{\sigma}$$

Ecuación 2.33

$$n = \frac{119.8}{20.08}$$
$$n = 5,90k$$

#### **2.2.1.11 Población y Muestra**

##### **a) Población**

El presente proyecto tendrá una población basada en la norma AWS D1.1 tabla 4.2, dice que para espesores entre 3 y 10 mm los ensayos de doblado de cara son 2 y para ensayos de doblado de raíz son 2.

##### **b) Muestra**

Las muestras serán en acero ASTM A 36, que es el material más común que podemos encontrar, y en los diferentes espesores que se realizaran los ensayos 3.18 mm, 6.35 mm y 9.53 mm.

#### **2.2.1.12 Recolección de información**

La recolección de la información se la realizo por medio de 2 técnicas, de la observación y la documentación.

##### **a) Observación**

Es la técnica que por medio de la vista, detalladamente analiza los datos más importantes para obtener la mayor información

##### **b) Documentación**

Con el registro en documentos de la información y la tabulación de los datos proporcionados por las probetas que se realiza el ensayo en los laboratorios no ayuda en la realización de este proyecto

#### **2.2.1.13 Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizaron fotos, planos, fichas, etc. Que nos permita tabular los datos recolectados y emitir un criterio de aceptación o rechazo de las probetas ensayadas.

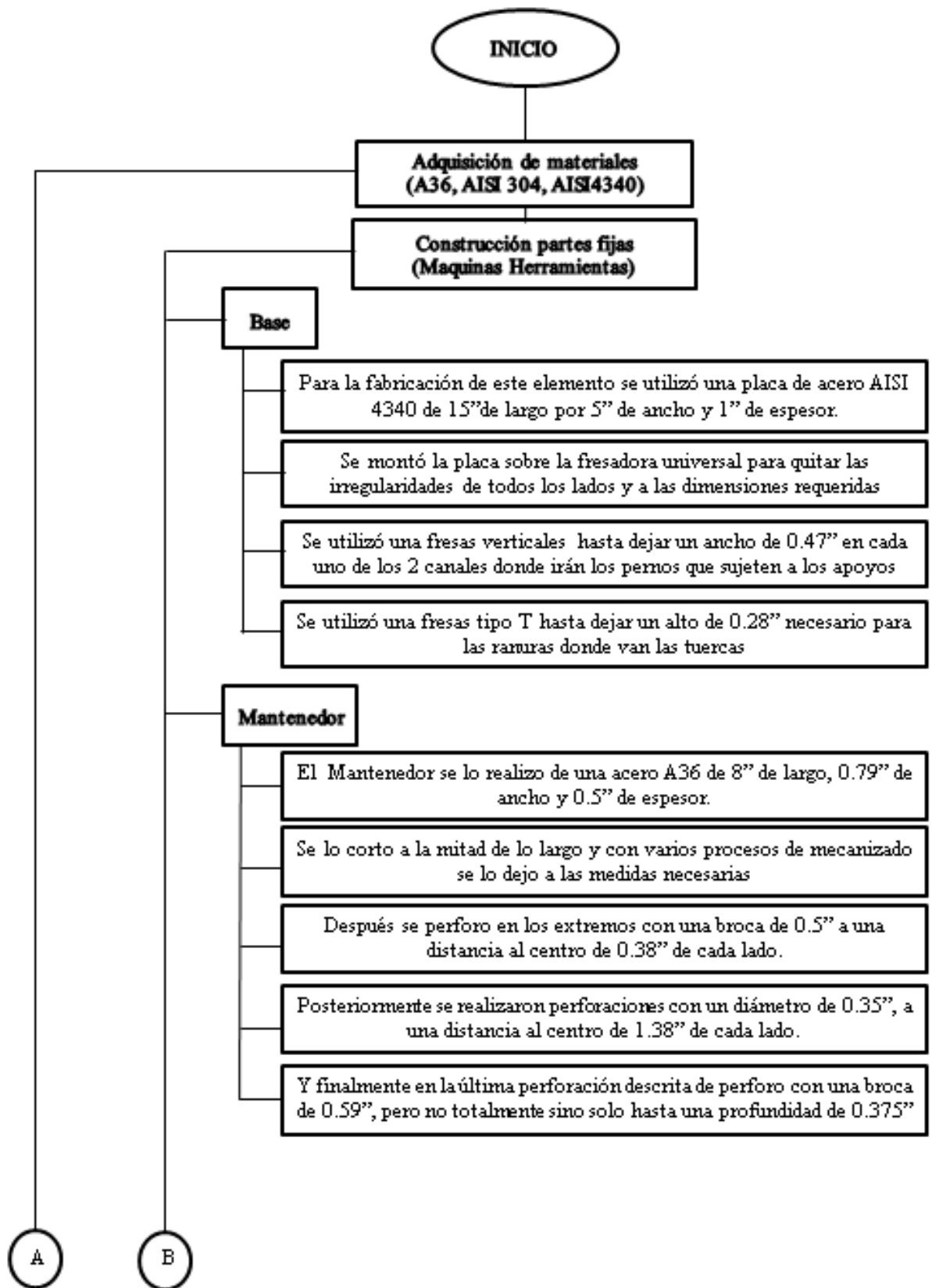
#### **2.2.1.14 Construcción del proyecto**

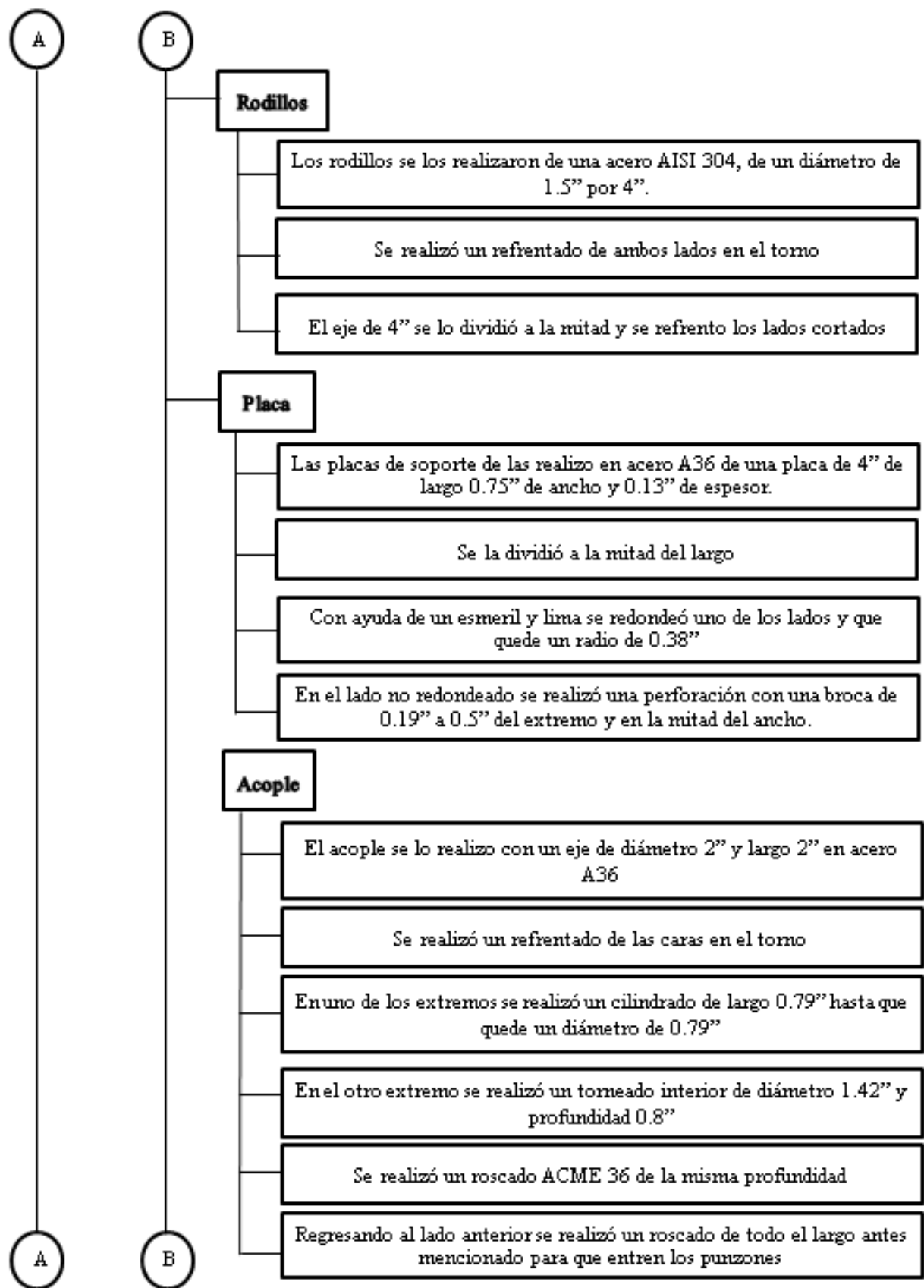
La construcción se la realizo utilizando varias máquinas herramientas como torno, fresadora universal, cepilladora, varias herramientas de rayado trazado y corte, técnicas de mecanizado con el fin de transformar la materia prima en los diferentes elementos descritos anteriormente que conforman este utillaje para en ensayo de dobléz guiado. Posteriormente se inició con la adquisición de los materiales, necesarios para todos los elementos que componen este utillaje.

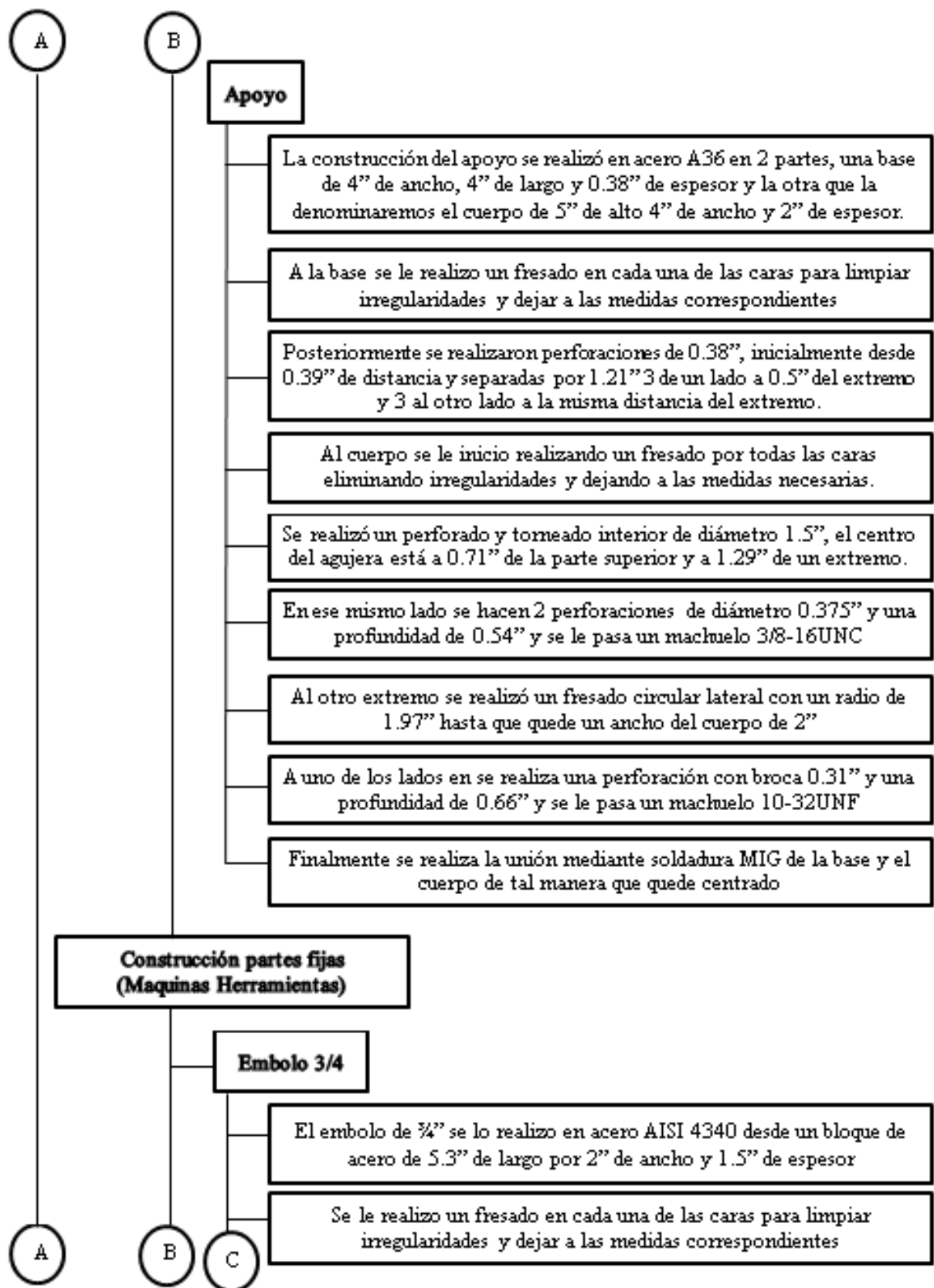
A continuación se realizó un flujo grama del proceso de construcción donde se detalla paso a paso la transformación de la materia prima a cada elemento que compone este sistema mecánico para el ensayo de doblado guiado.

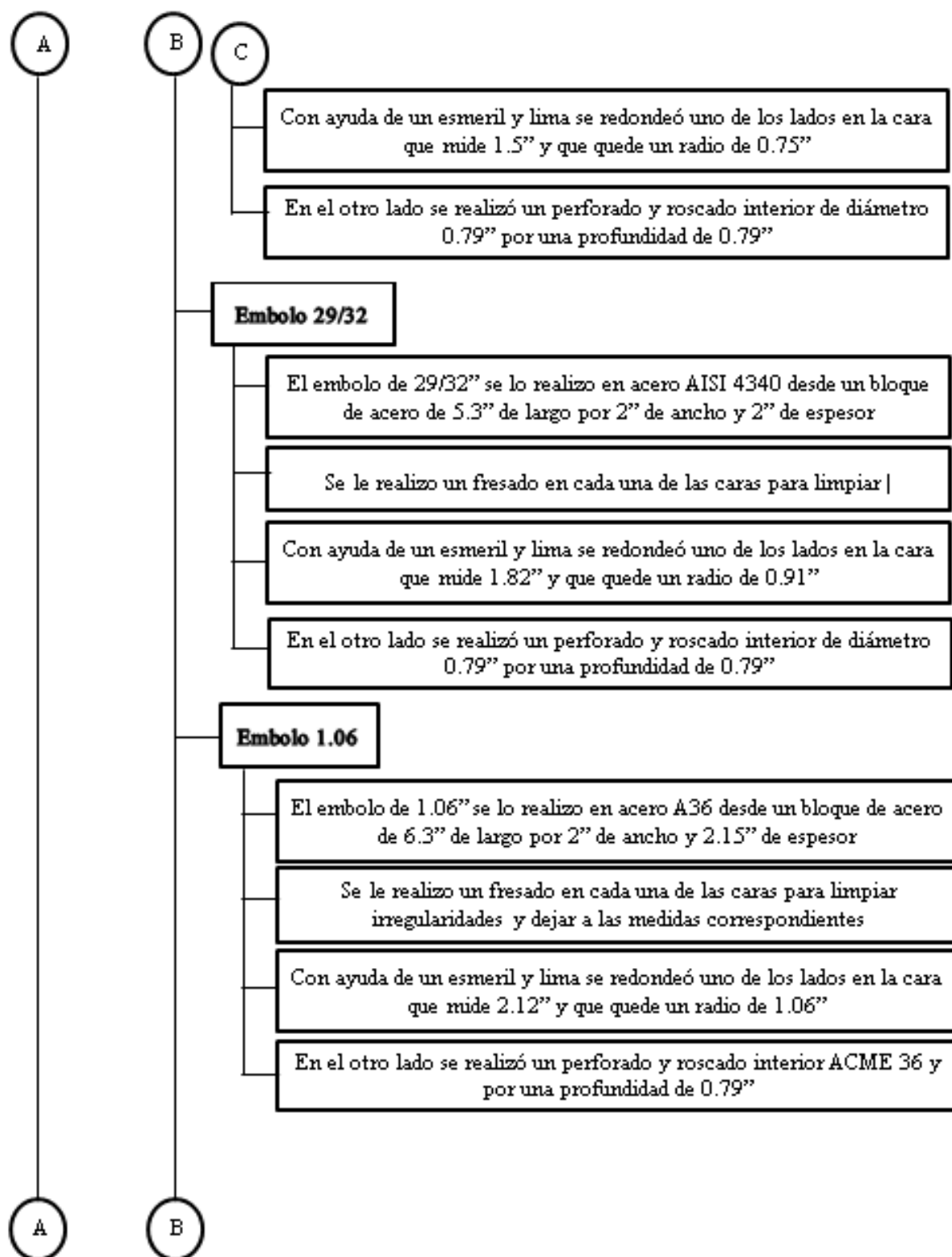


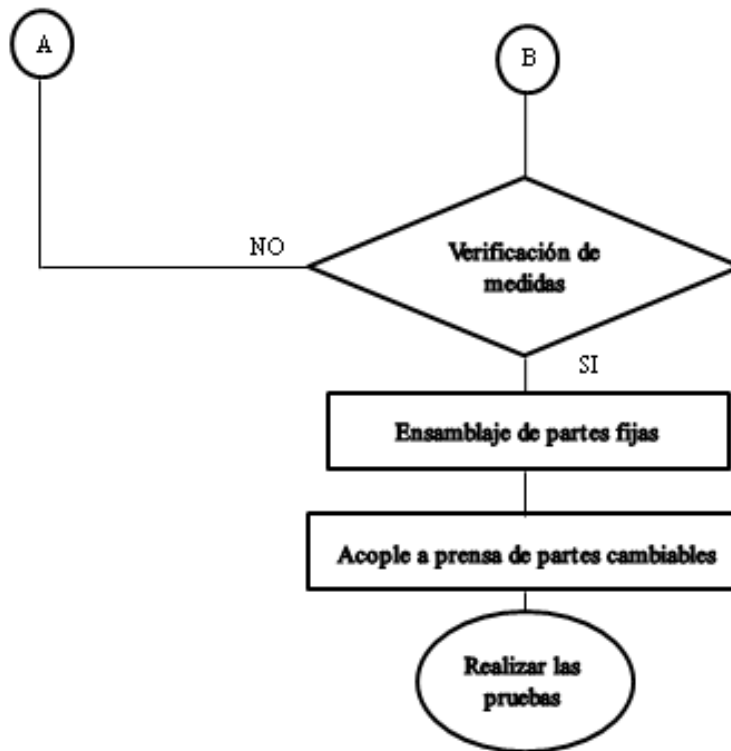
a) Flujo grama del proceso de construcción











### b) Base

Para la fabricación de este elemento se utilizó una placa de acero A36 de 15" de largo por 5" de ancho y 1" de espesor.

Proceso:

- a) Se montó la placa sobre la fresadora universal para quitar las irregularidades de todos los lados y a las dimensiones requeridas
- b) Se utilizó una fresa vertical hasta dejar un ancho de 0.47" en cada uno de los 2 canales donde irán los pernos que sujeten a los apoyos
- c) Se utilizó una fresa tipo T hasta dejar un alto de 0.28" necesario para las ranuras donde van las tuercas



**Figura 2.15. Desbaste de irregularidades de la base**



**Figura 2.16. Fresado vertical en la base**



**Figura 2.17. Fresado de ranuras en la base**



## Figura 2.18. Base después del fresado

### c) Mantenedor

El Mantenedor se lo realizo de una acero A36 de 8" de largo, 0.79" de ancho y 0.5" de espesor.

Proceso:

- a) Se lo corto a la mitad de lo largo y con varios procesos de mecanizado se lo dejo a las medidas necesarias.
- b) Despues se perforo en los extremos con una broca de 0.5" a una distancia al centro de 0.38" de cada lado.
- c) Posteriormente se realizaron perforaciones con un diametro de 0.35", a una distancia al centro de 1.38" de cada lado.
- d) Y finalmente en la ultima perforacion descrita de perforo con una broca de 0.59", pero no totalmente sino solo hasta una profundidad de 0.375".

### d) Rodillos

Los rodillos se los realizaron de una acero AISI 304, de un diametro de 1.5" por 4".

Proceso:

- a) Se realizo un refrentado de ambos lados en el torno.
- b) El eje de 4" se lo dividio a la mitad y se refrento los lados cortados.

### e) Placa de soporte

Las placas de soporte de las realizo en acero A36 de una placa de 4" de largo 0.75" de ancho y 0.13" de espesor.

Proceso:

- a) Se la dividió a la mitad del largo y con y con varios procesos de mecanizado se lo dejo a las medidas necesarias.
- b) Con ayuda de un esmeril y lima se redondeó uno de los lados y que quede un radio de 0.38".
- c) En el lado no redondeado se realizó una perforación con una broca de 0.19" a 0.5" del extremo y en la mitad del ancho.

### f) Apoyo

La construcción del apoyo se realizó en acero A36 en 2 partes, una base de 4" de ancho, 4" de largo y 0.38" de espesor y la otra que la denominaremos el cuerpo de 5" de alto 4" de ancho y 2" de espesor.

Proceso:

- a) A la base se le realizó un fresado en cada una de las caras para limpiar irregularidades y dejar a las medidas correspondientes.



**Figura 2.19. Desbaste de irregularidades de la base del apoyo**

- b) Posteriormente se realizaron perforaciones de 0.38", inicialmente desde 0.39" de distancia y separadas por 1.21" 3 de un lado a 0.5" del extremo y 3 al otro lado a la misma distancia del extremo.
- c) Al cuerpo se le inicio realizando un fresado por todas las caras eliminando irregularidades y dejando a las medidas necesarias.



**Figura 2.20. Desbaste de irregularidades del cuerpo del apoyo**



- d) Se realizó un perforado y torneado interior de diámetro 1.5", el centro del agujera está a 0.71" de la parte superior y a 1.29" de un extremo.



**Figura 2.21. Perforado del cuerpo del apoyo**



**Figura 2.22. Torneado cilíndrico interior del cuerpo del apoyo**

- e) En ese mismo lado se hacen 2 perforaciones de diámetro 0.375" y una profundidad de 0.54" y se le pasa un machuelo 3/8-16UNC.
- f) Al otro extremo se realizó un fresado circular lateral con un radio de 1.97" hasta que quede un ancho del cuerpo de 2".

- g) A uno de los lados en se realiza una perforación con broca 0.31" y una profundidad de 0.66" y se le pasa un machuelo 10-32UNF.
- h) Finalmente se realiza la unión mediante soldadura MIG de la base y el cuerpo de tal manera que quede centrado.

**g) Acople**

El acople se lo realizo con un eje de diámetro 2" y largo 2" en acero A36

Proceso:

- a) Se realizó un refrentado de las caras en el torno.
- b) En uno de los extremos se realizó un cilindrado de largo 0.79" hasta que quede un diámetro de 0.79".
- c) En el otro extremo se realizó un torneado interior de diámetro 1.42" y profundidad 0.8".
- d) Se realizó un roscado ACME 36 de la misma profundidad.
- e) Regresando al lado anterior se realizó un roscado de todo el largo antes mencionado para que entren los punzones.

**h) Embolo 3/4"**

El embolo de 3/4" se lo realizo en acero A36, y posteriormente un tratamiento térmico de cementado, desde un bloque de acero de 5.3" de largo por 2" de ancho y 1.5" de espesor.

Proceso:

- a) Se le realizo un fresado en cada una de las caras para limpiar irregularidades y dejar a las medidas correspondientes.



**Figura 2.23. Desbaste de irregularidades del embolo  $\frac{3}{4}$**

- b) Con ayuda de un esmeril y lima se redondeó uno de los lados en la cara que mide 1.5" y que quede un radio de 0.75".
- c) En el otro lado se realizó un perforado y roscado interior de diámetro 0.79" por una profundidad de 0.79".

**i) Embolo 29/32"**

El embolo de 29/32" se lo realizo en acero A36, y posteriormente un tratamiento térmico de cementado, desde un bloque de acero de 5.3" de largo por 2" de ancho y 2" de espesor.

Proceso:

- a) Se le realizo un fresado en cada una de las caras para limpiar irregularidades y dejar a las medidas correspondientes.



**Figura 2.24. Desbaste de irregularidades del embolo 29/32**

- b) Con ayuda de un esmeril y lima se redondeó uno de los lados en la cara que mide 1.82" y que quede un radio de 0.91".
- c) En el otro lado se realizó un perforado y roscado interior de diámetro 0.79" por una profundidad de 0.79".

**j) Embolo 1.06"**

El embolo de 1.06" se lo realizo en acero A36, y posteriormente un tratamiento térmico de cementado, desde un bloque de acero de 6.3" de largo por 2" de ancho y 2.15" de espesor.

Proceso:

- a) Se le realizo un fresado en cada una de las caras para limpiar irregularidades y dejar a las medidas correspondientes.



**Figura 2.25. Desbaste de irregularidades del embolo 1.06''**

- b) Con ayuda de un esmeril y lima se redondeó uno de los lados en la cara que mide 2.12'' y que quede un radio de 1.06''.



**Figura 2.26. Redondeo de una de las caras del embolo 1.06''**

- c) En el otro lado se realizó un perforado y roscado interior ACME 36 y por una profundidad de 0.79''.

### **CAPÍTULO III**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De manera general el ensayo de doblado guiado se realizó en los laboratorios de soldadura de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, con probetas de los espesores 3.18mm, 6.35mm y 9.53mm, previamente se realizó la preparación de las mismas con un proceso de soldadura SMAW.

Primero se presentaran las probetas realizadas bajo norma ASTM E-190 y posteriormente las probetas preparadas bajo norma AWS B4.0, los datos se lo presentan desde la tabla 3.1 hasta la tabla 3.24, fundamentado en la guía de laboratorio que se presenta en el anexo B.

La norma ASTM E-190, nos indica que la distancia entre los rodillos es 60.36 mm (ver tabla 1.3) como se puede ver en la Figura 3.1.



**Figura 3.1. Medida de 60.36 mm para realizar el ensayo de doblado guiado según norma ASTM E190**



Tabla 3.1. Ficha de probeta de ensayo #1



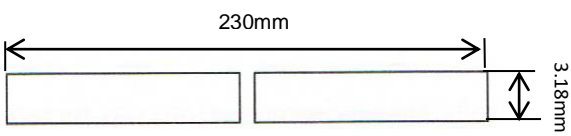

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 1</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:10	<b>Hora de salida</b>	15:15
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b>  	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 1		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.2. Ficha de probeta de ensayo #2



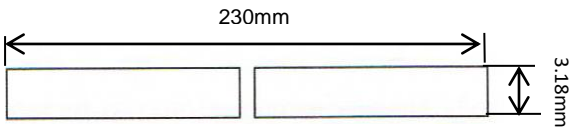

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>2</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:15	<b>Hora de salida</b>	15:20
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 2		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	



Tabla 3.3. Ficha de probeta de ensayo #3



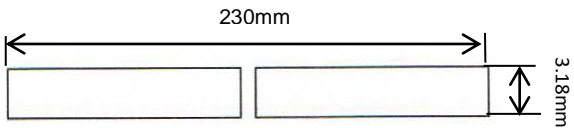

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>3</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:20	<b>Hora de salida</b>	15:25
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b>  	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 1		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.4. Ficha de probeta de ensayo #4



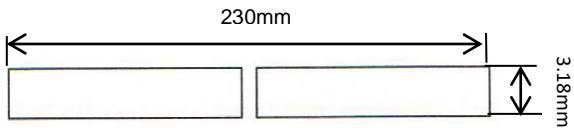

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>4</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:25	<b>Hora de salida</b>	15:30
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 2		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3. 5. Ficha de probeta de ensayo #5



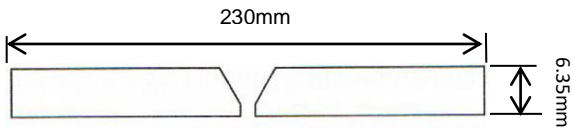

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>5</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:40	<b>Hora de salida</b>	15:45
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 1		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.6. Ficha de probeta de ensayo #6



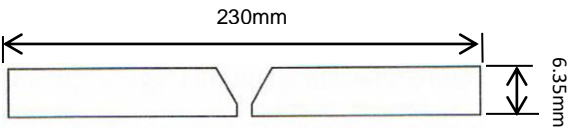

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>6</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:45	<b>Hora de salida</b>	15:50
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 2		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.7. Ficha de probeta de ensayo #7



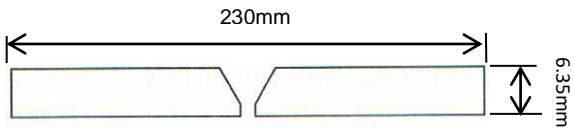

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>7</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:50	<b>Hora de salida</b>	15:55
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 1		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	



Tabla 3.8. Ficha de probeta de ensayo #8



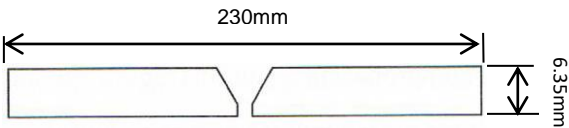

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 8</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:55	<b>Hora de salida</b>	16:00
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 2		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.9. Ficha de probeta de ensayo #9



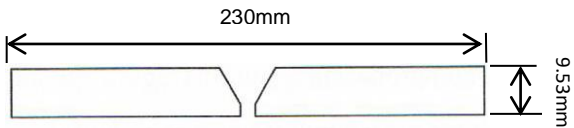

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>9</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:00	<b>Hora de salida</b>	16:05
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 1		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.10. Ficha de probeta de ensayo #10



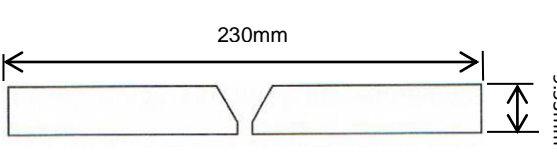

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>10</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:05	<b>Hora de salida</b>	16:10
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 2		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	



Tabla 3.11. Ficha de probeta de ensayo 11



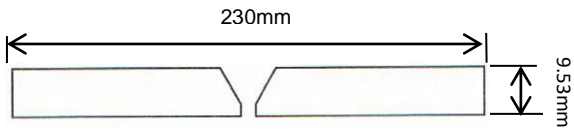

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 11</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Río Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:10	<b>Hora de salida</b>	16:15
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raíz:</b>	Raíz 1		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.12. Ficha de probeta de ensayo 12



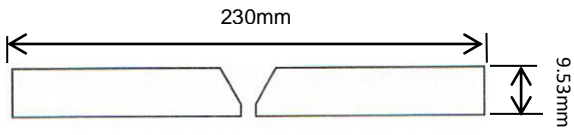

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>12</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	17/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:15	<b>Hora de salida</b>	16:20
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raíz:</b>	Raíz 2		
<b>Norma de estudio:</b>	ASTM		
<b>Largo de la probeta:</b>	230mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	10mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERÍSTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.13. Ficha de probeta de ensayo #13



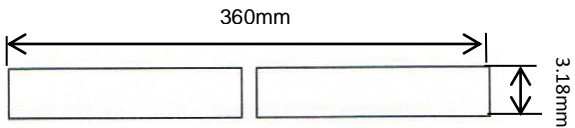

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>13</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:10	<b>Hora de salida</b>	15:15
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 1		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.14. Ficha de probeta de ensayo #14



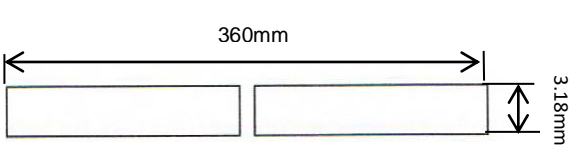

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>14</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:15	<b>Hora de salida</b>	15:20
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b>  	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 2		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.15. Ficha de probeta de ensayo #15



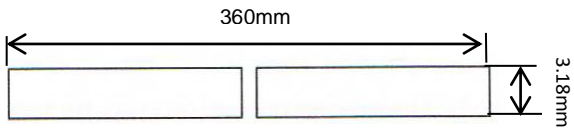

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>15</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:20	<b>Hora de salida</b>	15:25
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b>  	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 1		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	



Tabla 3.16. Ficha de probeta de ensayo #16



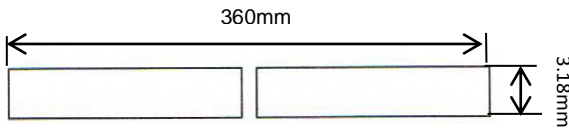

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>16</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:25	<b>Hora de salida</b>	15:30
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b>  	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 2		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	3.18mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	A tope		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.17. Ficha de probeta de ensayo #17



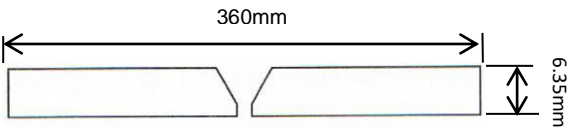

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>17</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:40	<b>Hora de salida</b>	15:45
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 1		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.18. Ficha de probeta de ensayo #18



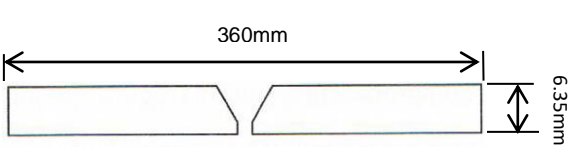

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>18</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:45	<b>Hora de salida</b>	15:50
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 2		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	



Tabla 3.19. Ficha de probeta de ensayo #19



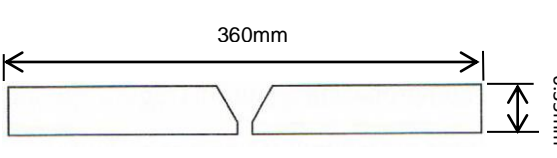

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 19</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:50	<b>Hora de salida</b>	15:55
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b>  	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 1		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.20. Ficha de probeta de ensayo #20



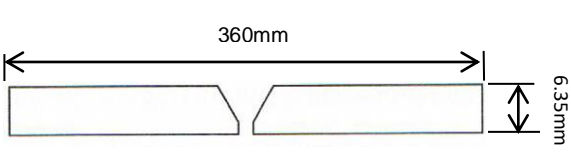

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 20</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	15:55	<b>Hora de salida</b>	16:00
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Raiz 2		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	6.35mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.21. Ficha de probeta de ensayo #21



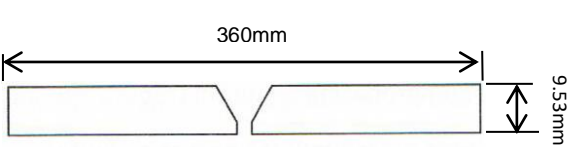

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 21</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:00	<b>Hora de salida</b>	16:05
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 1		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.22. Ficha de probeta de ensayo #22



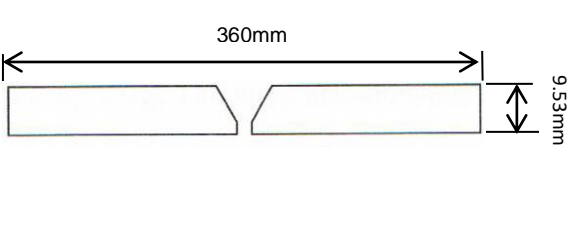

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>22</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:05	<b>Hora de salida</b>	16:10
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raiz:</b>	Cara 2		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Tabla 3.23. Ficha de probeta de ensayo #23



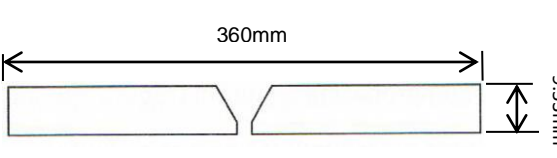



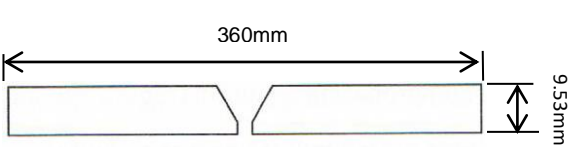

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.-</b> <b>23</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:10	<b>Hora de salida</b>	16:15
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raíz:</b>	Raíz 1		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
<b>Tipo de gas:</b>	N/A		
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	



Tabla 3.24. Ficha de probeta de ensayo #24

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b> </div>  </div>			
FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO			
<b>Nombre del cliente:</b>	Universidad Técnica de Ambato	<b>ENSAYO N.- 24</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>	Av. Los Chasquis y Rio Payamino		
<b>Teléfono Fijo:</b>	3700090	<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>	Patricio Abad	<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>	18/02/2020	<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>	16:15	<b>Hora de salida</b>	16:20
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>	Universidad Técnica de Ambato – Ingeniería Mecánica		
REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA			
<b>Orientación:</b>	Transversal	<b>Detalles Constructivos:</b> 	
<b>Cara o Raíz:</b>	Raíz 2		
<b>Norma de estudio:</b>	AWS		
<b>Largo de la probeta:</b>	360mm		
<b>Espesor de la probeta:</b>	9.53mm		
<b>Ancho de la probeta:</b>	40mm		
<b>Tipo de junta:</b>	En V		
CARACTERISTICAS DE SOLDADURA			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>	Buena	
	<b>Textura de soldadura:</b>	Continua	
	<b>Porcentaje de afectación:</b>	100%	
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>	Directa	
	<b>Tipo de electrodo:</b>	E6011 y E7018	
	<b>Diámetro del electrodo:</b>	1/8"	
	<b>Tipo de gas:</b>	N/A	
<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

### 3.1 Análisis y discusión de los resultados.

Para las probetas ensayadas según la norma AWS B4.0 (ver Figura 1.25), es una separación de 63.2 mm como indica la Figura 3.2, para realizar ensayos en espesor 3 mm y radio de embolo 27 mm.



**Figura 3.2. medida de 63.2 mm para realizar el ensayo de doblado guiado de espesor 3 mm según norma AWS B4.0**





Para las probetas ensayadas según la norma AWS B4.0 (ver Figura 1.25), es una separación de 61.2 mm como indica la Figura 3.3, para realizar ensayos en espesores de 6.35 mm y 9.53 mm con radios de los punzones de 23 mm y 19 mm respectivamente.



**Figura 3.3. medida de 61.2 mm para realizar el ensayo de doblado guiado de espesores 6.35 mm y 9.53 mm según norma AWS B4.0**

A continuación mostraremos las diferentes tablas con los resultados obtenidos en los ensayos, primero los ensayos de cara en los diferentes espesores de las probetas y posteriormente los ensayos de raíz.

**Tabla 3.25. Registro de resultados de probetas de 3 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de cara.**

# Probeta	Imagen	Observación	Calificación
ASTMC1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
ASTMC2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSC1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSC2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>

Donde:

ASTMC1 = norma ASTM ensayo de cara #1





ASTMC2 = norma ASTM ensayo de cara #2

AWSC1 = norma AWS ensayo de cara #1

AWSC2 = norma AWS ensayo de cara #2



**Tabla 3.26. Registro de resultados de probetas de 6.35 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de cara.**

# Probeta	Imagen	Observación	Calificación
ASTMC1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
ASTMC2		Se observa una grieta de 8mm en el cordón de soldadura	<b>Rechazada</b>
AWSC1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSC2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>

Donde:





ASTMC1 = norma ASTM ensayo de cara #1

ASTMC2 = norma ASTM ensayo de cara #2

AWSC1 = norma AWS ensayo de cara #1

AWSC2 = norma AWS ensayo de cara #2

**Tabla 3.27. Registro de resultados de probetas de 9.53 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de cara.**

# Probeta	Imagen	Observación	Calificación
ASTMC1		La probeta se rompió durante el ensayo	<b>Rechazada</b>
ASTMC2		La probeta se rompió durante el ensayo	<b>Rechazada</b>
AWSC1		La probeta se rompió durante el ensayo	<b>Rechazada</b>
AWSC2		La probeta se rompió durante el ensayo	<b>Rechazada</b>

Donde:





ASTMC1 = norma ASTM ensayo de cara #1

ASTMC2 = norma ASTM ensayo de cara #2

AWSC1 = norma AWS ensayo de cara #1

AWSC2 = norma AWS ensayo de cara #2

**Tabla 3. 28. Registro de resultados de probetas de 3 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de raíz**

# Probeta	Imagen	Observación	Calificación
ASTMR1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
ASTMR2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSR1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSR2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>

Donde:





ASTMR1 = norma ASTM ensayo de raíz #1

ASTMR2 = norma ASTM ensayo de raíz #2

AWSR1 = norma AWS ensayo de raíz #1

AWSR2 = norma AWS ensayo de raíz #2

**Tabla 3.29. Registro de resultados de probetas de 6.35 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de raíz.**

# Probeta	Imagen	Observación	Calificación
ASTMR1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
ASTMR2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSR1		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
AWSR2		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>

Donde:





ASTMR1 = norma ASTM ensayo de raíz #1

ASTMR2 = norma ASTM ensayo de raíz #2

AWSR1 = norma AWS ensayo de raíz #1

AWSR2 = norma AWS ensayo de raíz #2

**Tabla 3.30. Registro de resultados de probetas de 9.53 mm de espesor según norma ASTM E190 y AWS B4.0, ensayo de raíz.**

# Probeta	Imagen	Observación	Calificación
<b>ASTMR1</b>		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
<b>ASTMR2</b>		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>
<b>AWSR1</b>		Se observa una grieta de 20 mm en el cordón de soldadura	<b>Rechazada</b>
<b>AWSR2</b>		No se observan discontinuidades en el cordón de soldadura	<b>Aceptada</b>

Donde:

ASTMR1 = norma ASTM ensayo de raíz #1

ASTMR2 = norma ASTM ensayo de raíz #2

AWSR1 = norma AWS ensayo de raíz #1

AWSR2 = norma AWS ensayo de raíz #2

### **3.1.1 Procesamiento y análisis de resultados**

Una vez realizado el ensayo doblado guiado se debe examinar las superficies en busca de grietas u otros defectos, el criterio de aceptación se basa en que las grietas deben estar dentro de los tamaños permisibles según la norma ASTM E-190.

#### **a) Ensayos de cara con espesor 3.18 mm**

En los ensayos realizados de cara con un espesor de 3.18 mm, se observa que no existe discontinuidad en la soldadura, por tal motivo se aceptan las probetas (ASTMC1, ASTMC2, AWSC1, AWSC2).

#### **b) Ensayos de raíz con espesor 3.18 mm**

En los ensayos realizados de raíz con un espesor de 3.18 mm, se observa que no existe discontinuidad en la soldadura, por tal motivo se aceptan las probetas (ASTMR1, ASTMR2, AWSR1, AWSR2).

#### **Ensayos de cara con espesor 6.35 mm**

En los ensayos realizados de cara con un espesor de 6.35 mm se puede observar una grieta de 8 mm en la probeta ASTMC2, por lo que es rechazada la probeta, en cambio con las demás probetas no existe discontinuidad en la soldadura, por tal motivo se aceptan esas 3 probetas (ASTMC1, AWSC1, AWSC2).

#### **c) Ensayos de raíz con espesor 6.35 mm**

En los ensayos realizados de raíz con un espesor de 6.35 mm, se observa que no existe discontinuidad en la soldadura, por tal motivo se aceptan las probetas (ASTMR1, ASTMR2, AWSR1, AWSR2).

#### **Ensayos de cara con espesor 9.53 mm**

En los ensayos realizados de cara con un espesor de 9.53 mm se rompieron las 4 probetas durante el ensayo, por tal motivo se rechazan las probetas (ASTMC1, ASTMC2, AWSC1, AWSC2).

#### **d) Ensayos de raíz con espesor 9.53 mm**

En los ensayos realizados de raíz con un espesor de 9.53 mm se puede observar una grieta de 20 mm en la probeta AWSR1, por lo que es rechazada la probeta, en cambio

con las demás probetas no existe discontinuidad en la soldadura, por tal motivo se aceptan esas 3 probetas (ASTMR1, ASTMR2, AWSR2).

### **3.2 Verificación de hipótesis**

En las tablas desde la 3.25 a la 3.30 se puede observar como se realizaron con éxito los diferentes ensayos a diferentes espesores por lo que es positiva la hipótesis planteada sobre el diseño y la construcción del sistema mecánico para el ensayo de doblado guiado en juntas soldadas para los laboratorios de la Facultad de ingeniería civil y mecánica.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- ✓ El diseño de cada uno de los elementos del utillaje para el ensayo de doblado guiado se validó con un software el diseño aplicando las respectivas fuerzas y el diseño es confiable. (Anexo C) .
- ✓ De todos los elementos construidos en el sistema mecánico, se realizó un tratamiento térmico a los punzones, en vista que son elementos que están en contacto con las probetas y esto genera un desgaste en los ensayos realizados.
- ✓ El sistema mecánico fabricado y acoplado a una prensa hidráulica de 30 toneladas, permite realizar los ensayos de doblado guiado en U, con probetas de diferentes espesores cambiando solamente el punzón.
- ✓ Las dimensiones de todo el sistema mecánico para en ensayo de doblado guiado en U, cumplen con las especificaciones de la norma ASTM E-190 y AWS B4.0.
- ✓ Las dimensiones de las probetas a realizar en el ensayo de doblado guiado están realizadas bajo las normas ASTM E-190 y AWS B4.0.
- ✓ Una vez realizado en análisis e interpretación de resultados, se observa que con el sistema mecánico para en ensayo de doblado guiado en U, se puede realizar los 2 tipos de ensayos para los espesores establecidos en las normas ASTM E-190 y AWS B4.0.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- ✓ Poner énfasis en las dimensiones de las probetas a ensayar ya que están regidas bajo normas ASTM D-190 y AWS B4.0.
- ✓ Antes de iniciar en ensayo revisar que los punzones sean los correctos para el espesor de las diferentes probetas a ensayar.



- ✓ Todos los elementos del sistema mecánico para el ensayo de doblado guiado en juntas soldadas, se han acoplado a una prensa hidráulica de 30 toneladas, por lo tanto se recomienda diseñar e instalar un tipo de protección para el personal que va a operar el sistema mecánico en mención, esto con el fin de evitar que alguna esquirla pueda lastimar de alguna probeta fallida, este tipo de protección de seguridad al personal también deberá facilitar la visualización durante los ensayos de las probetas.
- ✓ Se recomienda también a él o los operadores de realicen los ensayos de las probetas, desde el proceso de soldadura hasta finalizar el ensayo y a las personas que estén alrededor que utilicen equipos de protección personal (EPP).
- ✓ Se debe realizar un mantenimiento periódico del sistema mecánico para asegurar una vida útil de los elementos que lo componen.

## BIBLIOGRAFÍA

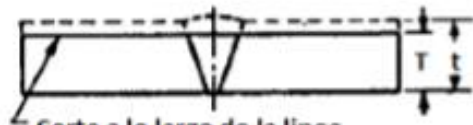
- [1] J. Penagos, M. Zamudio “Diseño y construcción de máquina de doblez guiado para la compañía West Arco” tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogota, Colombia 2015.
- [2] “Diseño y construcción de un accesorio para ensayos de doblez en U que se acople a una prensa hidráulica”, tesis de grado, Universidad Espíritu Santo, El Salvador [Online].  
<http://ri.ues.edu.sv/15126/1/Diseño%20y%20construcción%20de%20un%20accesorio%20para%20ensayos%20de%20doble%20en%20U%2C%20que%20se%20acople%20a%20una%20Prensa%20Hidráulica.pdf>
- [3] P. Aldabaldetrecu. (2002, Feb, 01). Evolución técnica de la máquina-herramienta [Online]. <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/1435-Evolucion-tecnica-de-la-máquina-herramienta-Resena-historica.html>
- [4] E. Perez. Sistemas Tecnológicos. [Online].  
<https://www.mindmeister.com/es/848949522/sistemas-tecnologicos>
- [5] H. Mabie. And C. Reinholtz. “Mecanismos y Dinámica de maquinaria”. México, Limusa Wiley, 2010.
- [6] Estudio y Clasificación de los Aceros. [Online].  
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>
- [7] Abastecedora de aceros y maquilas. Placa A36. [Online].  
[http://www.ahmsa.com/wp-content/uploads/2017/10/Capitulo\\_1.pdf](http://www.ahmsa.com/wp-content/uploads/2017/10/Capitulo_1.pdf)
- [8] J. Perez. and A. Gardey. (2014) Definición de soldadura [Online].  
<https://definicion.de/soldadura/>
- [9] Linde. (2013). Procesos y tecnología de soldadura [Online].  
<http://www.praxair.com.mx/industrias/welding-and-metal-fabrication/welding-processes>
- [10] M. Rodriguez. Proceso de Soldadura - SMAW [Online].  
<https://www.esab.com.ar/ar/sp/education/blog/proceso-soldadura-smaw.cfm>
- [11] A. Orguiler. And Altec (2018, ene, 19) Soldadura - GMAW [Online].  
<http://altec-soluciones-tecnicas.blogspot.com/>
- [12] Variables del proceso de soldadura tig [Online].  
[http://www.sapiensman.com/tecnoficio/soldadura/soldadura\\_TIG\\_1.php](http://www.sapiensman.com/tecnoficio/soldadura/soldadura_TIG_1.php)

- [13] Fundamentos de la Soldadura por Arco Eléctrico [Online].  
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn40.html>
- [14] Federación de enseñanza de Andalucía. (2010, Ene). Tipos de uniones soldadas [Online]. (<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6731.pdf>)
- [15] Universidad de Cantabria. Representación simbólica de uniones soldadas [Online].  
[https://ocw.unican.es/pluginfile.php/228/course/section/139/tema\\_3.3.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/228/course/section/139/tema_3.3.pdf)
- [16] Ferreaceros La paz. (2017,May, 03) Tipos de movimiento de electrodos en la soldadura [Online]. <http://www.ferrepaz.com.mx/tipos-de-movimiento-de-electrodos-en-la-soldadura/>
- [17] Etitudela. Materiales para Electroodos [Online].  
<http://www.etitudela.com/profesores/jfcm/edm/Cap7.htm>
- [18] American National Standards Institute. (ANSI). American Welding Society (AWS). Sistema de Clasificación de Electroodos Norma AWS A5.1
- [19] Federación de enseñanza de Andalucía. (2011, May). Ensayos destructivos metalúrgicos [Online]. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8427.pdf>
- [20] Non Destructive Evaluation services. Ensayos de Dobleza en Probetas de Soldaduras [Online]. [http://nde-predictivo.com/servicios-ensayos\\_destructivos-ensayos\\_de\\_dobleza\\_de\\_probetas.html](http://nde-predictivo.com/servicios-ensayos_destructivos-ensayos_de_dobleza_de_probetas.html)
- [21] ASTM (2003). Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds: Norma ASTM E 190
- [22] American Welding Society (2007). Métodos estándar para los ensayos mecánicos de las soldaduras norma AWS B4.0 [https://catalogo.latu.org.uy/opac\\_css/index.php?lvl=notice\\_display&id=31283](https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=31283)

# **ANEXOS**

## ANEXO A: Dimensiones Probeta a ensayar según norma ASTM E-190



Si el corte es con flama se debe dejar 3.2 mm para maquinarse



Corte a lo largo de la línea cuando t exceda de 38.1

cotas en mm

## ANEXO B: Guia de Laboratorio

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>	
	<b>INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
	<b>GUÍA DE PRACTICAS</b>	

LABORATORIO  TALLER  SIMULACIÓN  CAMPO

**CARRERA:** Ingeniería Mecánica

**ASIGNATURA:** Ensayos Destructivos

**NIVEL:**

**PARALELO:**

**ÁREA ACADÉMICA:** Soldadura

**DOCENTE:**

**PERIODO ACADÉMICO:**

**PRÁCTICA N°:** 01

### I. TEMA:

“Ensayo de Doblado Guiado en Juntas Soldadas”

### II. OBJETIVO

General:

- Realizar en el sayo de doblado guiado usando la norma ASTM E190 y AWS B4.0.

Específicos:

- Calibrar el sistema mecánico para el ensayo de doblado guiado utilizando los elementos correspondientes al espesor de la probeta.
- Ejecutar el ensayo de doblado guiado en los laboratorios de la facultad de ingeniería civil y mecánica.
- Evaluar por medio de inspección visual los diferentes tipos de defectos y discontinuidades que se encuentran las juntas soldadas
- Comparar las discontinuidades y determinar si son defectos de acuerdo la norma ASTM E190.

### **III. INSTRUCCIONES**

- Se debe anexar una fotografía final con todos los estudiantes del grupo enseñando el trabajo final, en el taller o laboratorio.
- Plano de localización de las discontinuidades. (Anexos).
- Buscar antecedentes investigativos referentes a la práctica realizada (Marco teórico).
- Citar las fuentes bibliográficas usadas en la investigación. (Bibliografía).

### **IV. LISTADO DE EQUIPOS, MATERIALES Y RECURSOS**

Todos los materiales, herramientas y recursos utilizados en la práctica con su respectiva fotografía.

### **V. ACTIVIDADES A DESARROLLAR**

1. Preparar los elementos necesarios en el utillaje y correspondientes al espesor de la probeta.
2. Verificar que las juntas soldadas estén con las medidas necesarias para realizar el ensayo de doblado guiado.
3. Limpiar la superficie de la soldadura, con cepillo metálico o grata, para retirar cualquier resto de escoria, pintura, suciedad, óxido.
4. Colocar la probeta sobre los rodillos.
5. Aplicar la fuerza con la prensa hidráulica hasta que la probeta tome la forma del utillaje.
6. Retirar la probeta ensayada y realizar la inspección de las juntas soldadas en busca de discontinuidades.
7. Medir con la galga o calibrador las discontinuidades encontradas.
8. Realizar un plano de ubicación referencial de las diferentes discontinuidades.
9. Comparar las medias de las discontinuidades con la norma ASTM E 190.
10. Determinar cuáles de las discontinuidades son defectos según la norma con la norma ASTM E 190.
11. Realizar el informe que debe contener toda la información en relación al ensayo, tal como los datos generales, identificación del elemento,

identificación de las juntas soldadas, equipos y materiales, condiciones de trabajo, personal que realiza el ensayo, y los resultados.

### **Procedimiento**

En términos generales el ensayo de doblado guiado se realiza colocando una probeta sobre los rodillos, la preparación de las probetas está normalizada, posteriormente se aplica una fuerza con otro rodillo o punzón que va aumentando progresivamente hasta que el material se dobla completamente y empiezan a aparecer las primeras grietas.

A continuación describimos el procedimiento a seguir:



1. Preparar los elementos necesarios en el utillaje y correspondientes al espesor de la probeta, se van a realizar ensayos en probetas de 3 espesores diferentes, 1/8", 1/4" y 3/8", y según la norma ASTM E-190, se debe de realizar el ensayo con un punzón diferente para cada espesor de probeta 0.75", 0.91" y 1.06".
2. Verificar que las juntas soldadas estén con las medidas necesarias para realizar el ensayo de doblado guiado según la norma ASTM E-190. (Anexo A).
3. Limpiar la superficie de la soldadura, con cepillo metálico o grata, para retirar cualquier resto de escoria, pintura, suciedad, óxido.
4. Colocar la probeta sobre los rodillos lo más centrado posible tanto longitudinal como transversalmente, si el ensayo es de cara, la cara de la soldadura debe estar hacia el punzón, y si el ensayo es de raíz, la raíz de la soldadura debe estar hacia el punzón.
5. Aplicar la fuerza con la prensa hidráulica hasta que la probeta tome la forma de U.
6. Retirar la probeta ensayada y realizar la inspección de las juntas soldadas en busca de discontinuidades, grietas y deformidades.
7. Medir con calibrador las discontinuidades encontradas.
8. Realizar un plano de ubicación referencial de las diferentes discontinuidades.
9. Comparar las medias de las discontinuidades con la norma ASTM E 190.
10. Determinar cuáles de las discontinuidades son defectos.
11. Realizar el informe que debe contener toda la información en relación al ensayo, tal como los datos generales, identificación del elemento,



identificación de las juntas soldadas, equipos y materiales, condiciones de trabajo, personal que realiza el ensayo, y los resultados.

## Resultados Obtenidos

Ficha de datos para las probetas

 <b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> 			
<b>Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica</b>			
<b>FICHA DE PROBETA DE ENSAYO DE DOBLADO GUIADO</b>			
<b>Nombre del cliente:</b>		<b>ENSAYO N.-</b>	
<b>Dirección de cliente:</b>			
<b>Teléfono Fijo:</b>		<b>Celular:</b>	
<b>Revisado:</b>		<b>Inspector:</b>	
<b>Fecha de ensayo:</b>		<b>Fecha de inspección:</b>	
<b>Hora de entrada:</b>		<b>Hora de salida</b>	
<b>Institución que realiza el ensayo:</b>			
<b>REGISTRO DE DATOS DE LA PROBETA</b>			
<b>Orientación:</b>		<b>Detalles Constructivos:</b>	
<b>Cara o Raiz:</b>			
<b>Norma de estudio:</b>			
<b>Largo de la probeta:</b>			
<b>Espesor de la probeta:</b>			
<b>Ancho de la probeta:</b>			
<b>Tipo de junta:</b>			
<b>CARACTERISTICAS DE SOLDADURA</b>			
	<b>Tipo:</b>	<b>Ejecución:</b>	<b>Imagen:</b>
<b>Estado de la probeta</b>	<b>Poros:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Grietas:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Mordeduras:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Apariencia:</b>		
	<b>Textura de soldadura:</b>		
	<b>Porcentaje de afectación:</b>		
	<b>Falta de fusión:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Socavación:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Contracción:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>Linealidad:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>Proceso de soldadura:</b>	<b>SMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GMAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>GTAW:</b>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	<b>Tipo de corriente:</b>		
	<b>Tipo de electrodo:</b>		
	<b>Diámetro del electrodo:</b>		
	<b>Tipo de gas:</b>		

<b>Representación gráficos:</b>			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Firma del ejecutor:</b>		<b>Firma del revisor:</b>	

Las coordenadas de ubicación se los realizaran de acuerdo al eje de referencia planteado por los estudiantes, el mismo que se hará conocer en el anexo mediante un plano técnico, indicado el tipo de defecto y su respectiva localización.

Los resultados deben ser comparados con conceptos teóricos y hacer énfasis en el aporte de realizar la práctica. A la par se debe interpretar los resultados y las implicaciones (relación entre el efecto y la causa, consecuencia) que tienen estos en el campo de estudio. Aquí se llegará a la conclusión si la junta soldada es aceptada o rechazada con criterio a la norma respectiva a la cual aplique la probeta.

## **CONCLUSIONES**

Apartado para que el estudiante desarrolle sus conclusiones, observaciones y recomendaciones sobre la práctica.

Una conclusión consta de dos partes primero escriba la principal interpretación de los resultados y a continuación extienda la importancia de la práctica.

Se podrá responder las siguientes preguntas para sacar conclusiones:

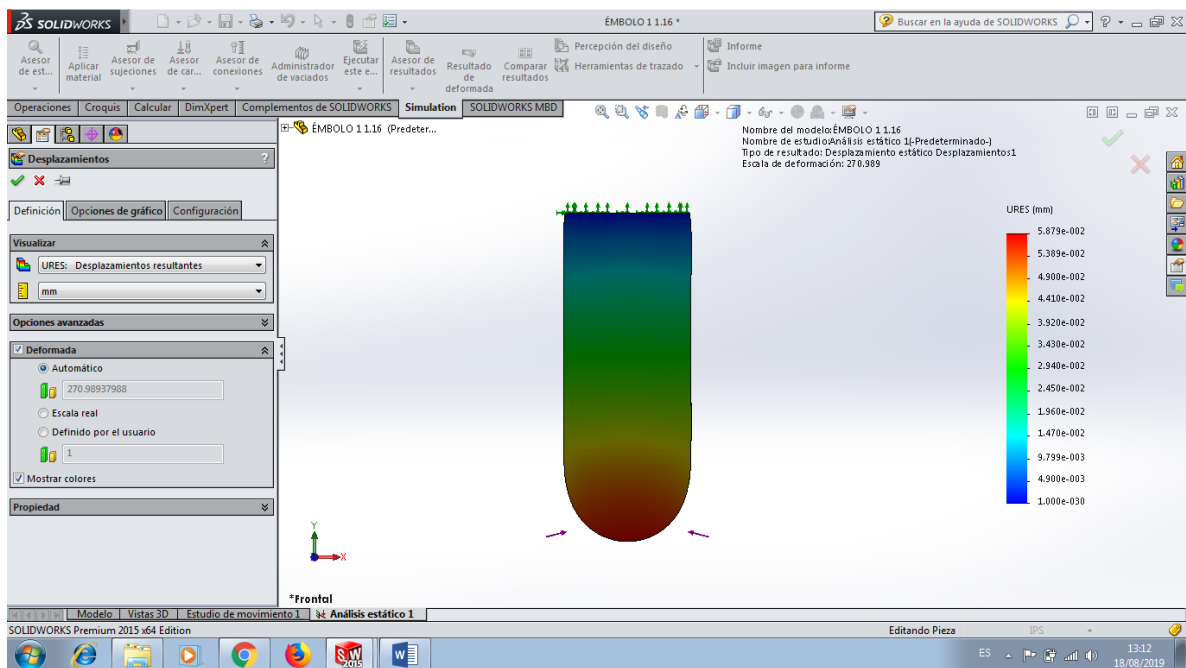
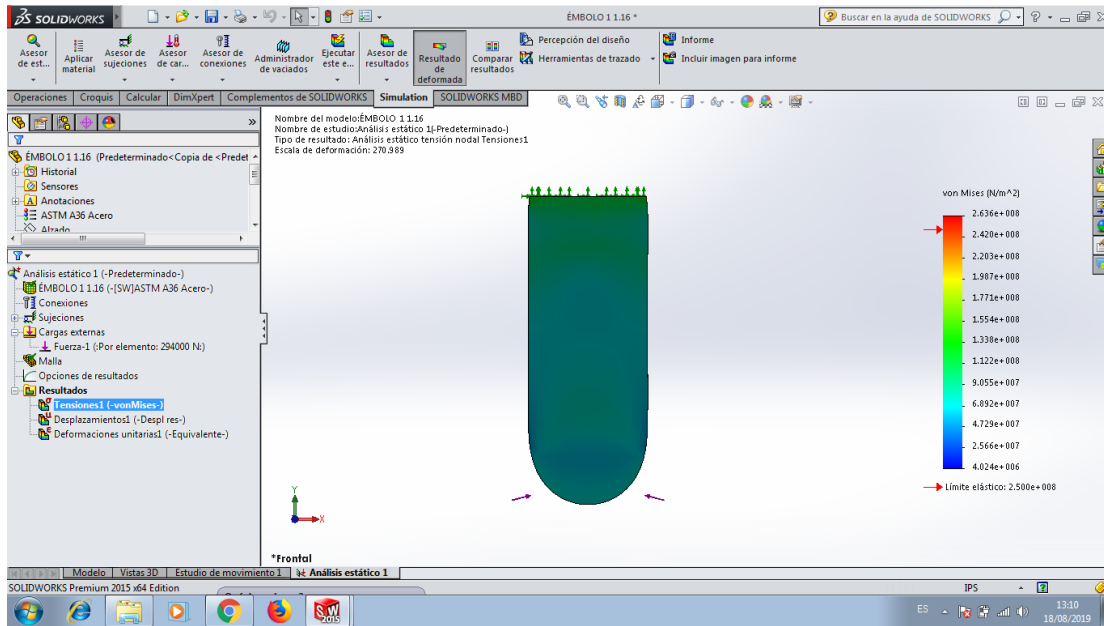
- ¿Qué discontinuidades y defectos presento la probeta?
- ¿En dónde se encontraron las discontinuidades?
- ¿Cuáles fueron los defectos de acuerdo a la Norma utilizada?

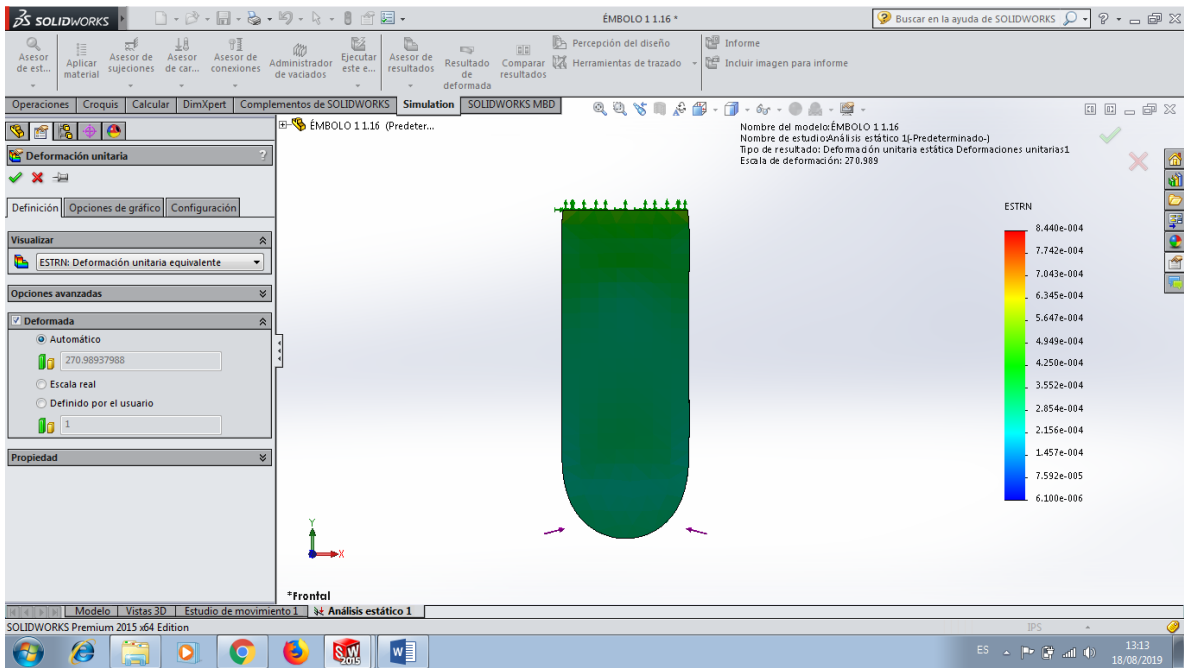
## **RECOMENDACIONES**

En las recomendaciones se debe proporcionar sugerencias orientadas al mejoramiento con base en los resultados, estas podrían ser, sugerencias para la mejora del proceso y procedimiento para prácticas futuras, en otras palabras, las sugerencias deben estar dentro del marco de la realización de la práctica.

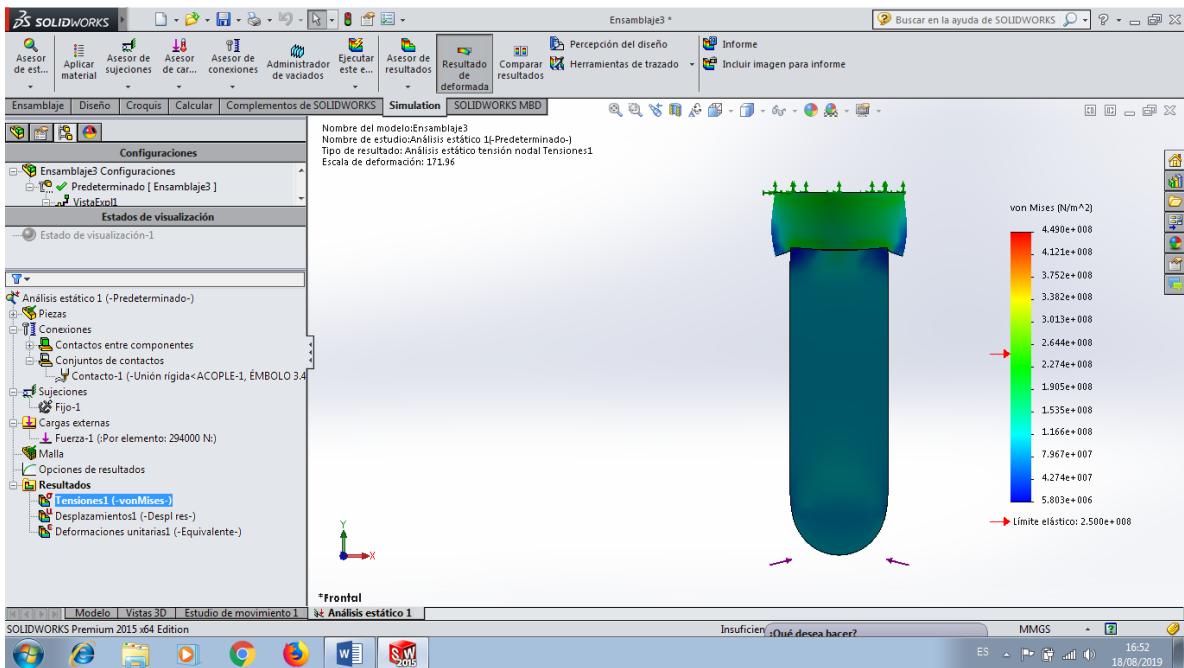
# ANEXO C: Validacion de Sotware

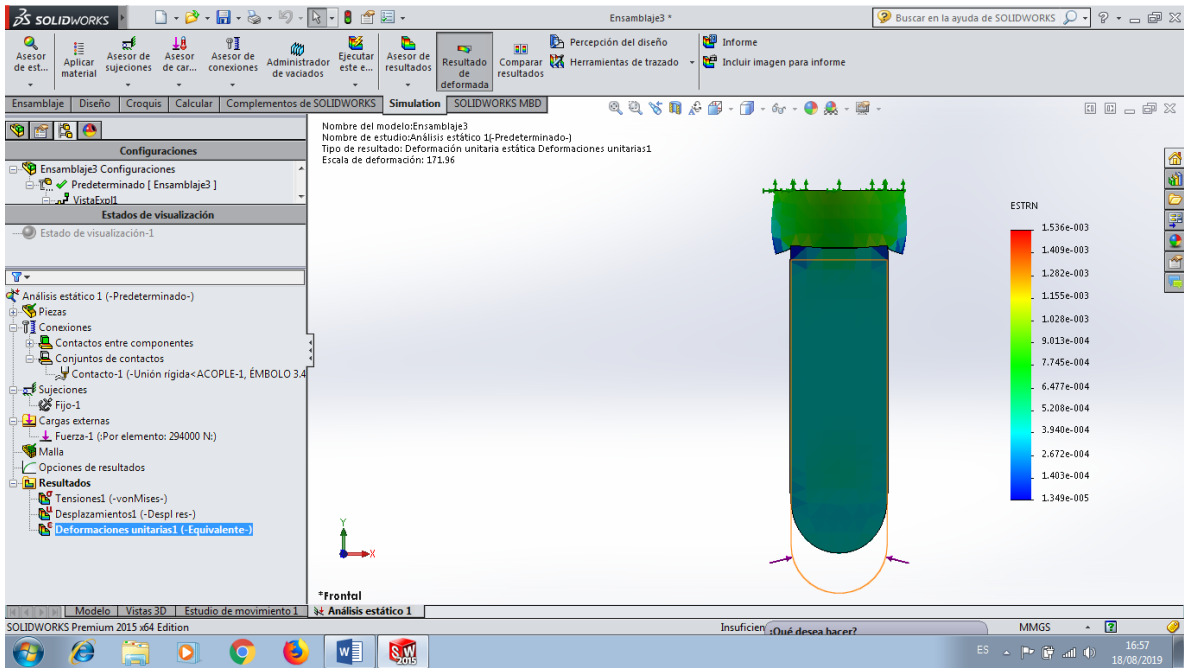
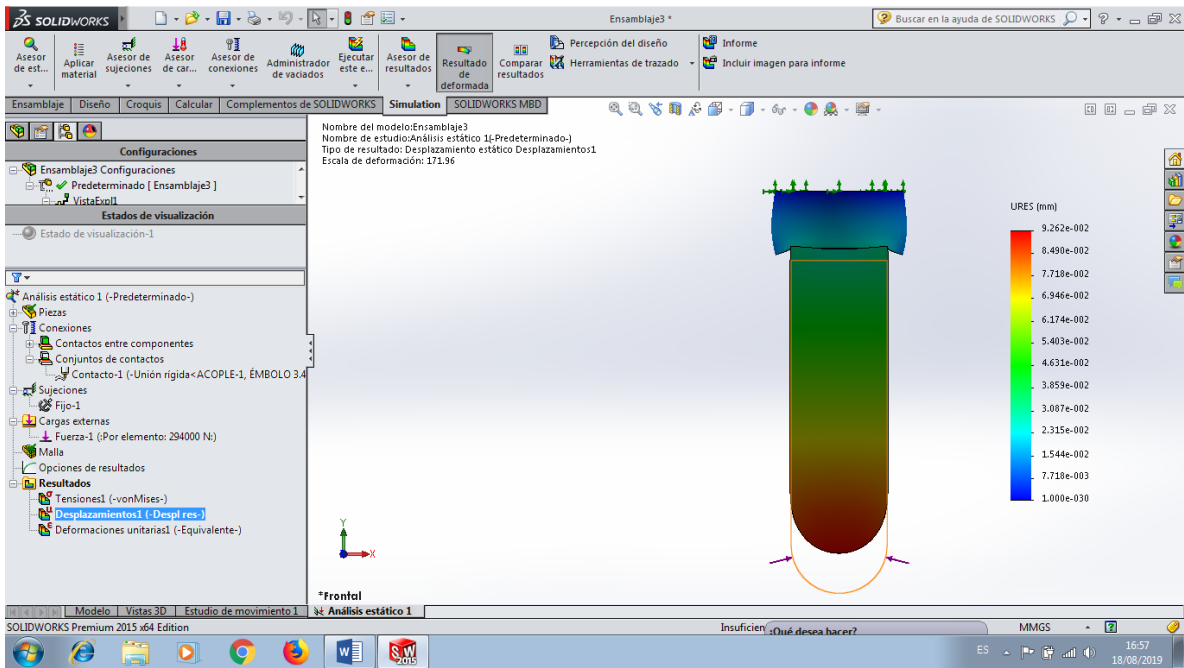
## Anexo C.1: Embolo 1 1/16



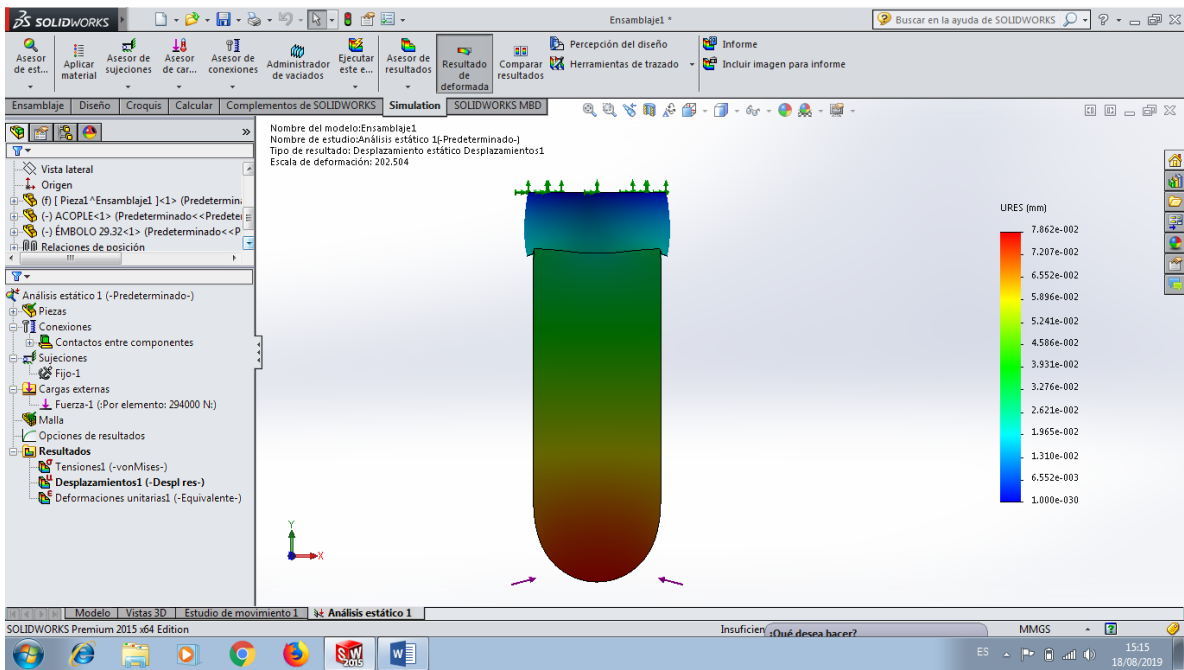
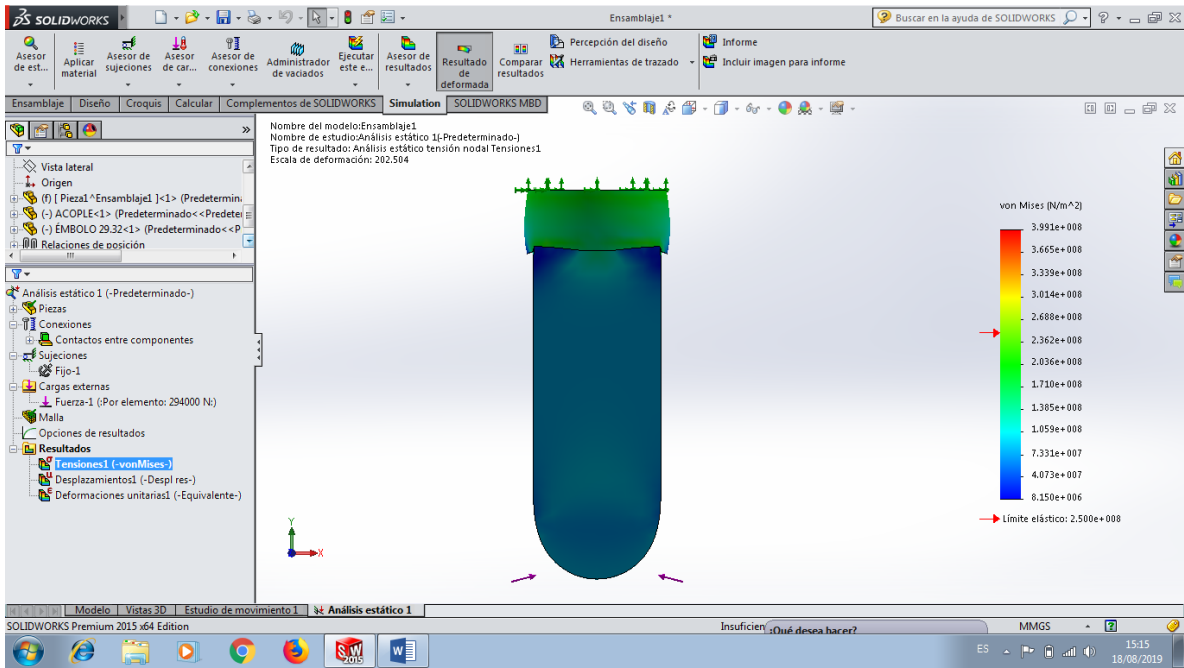


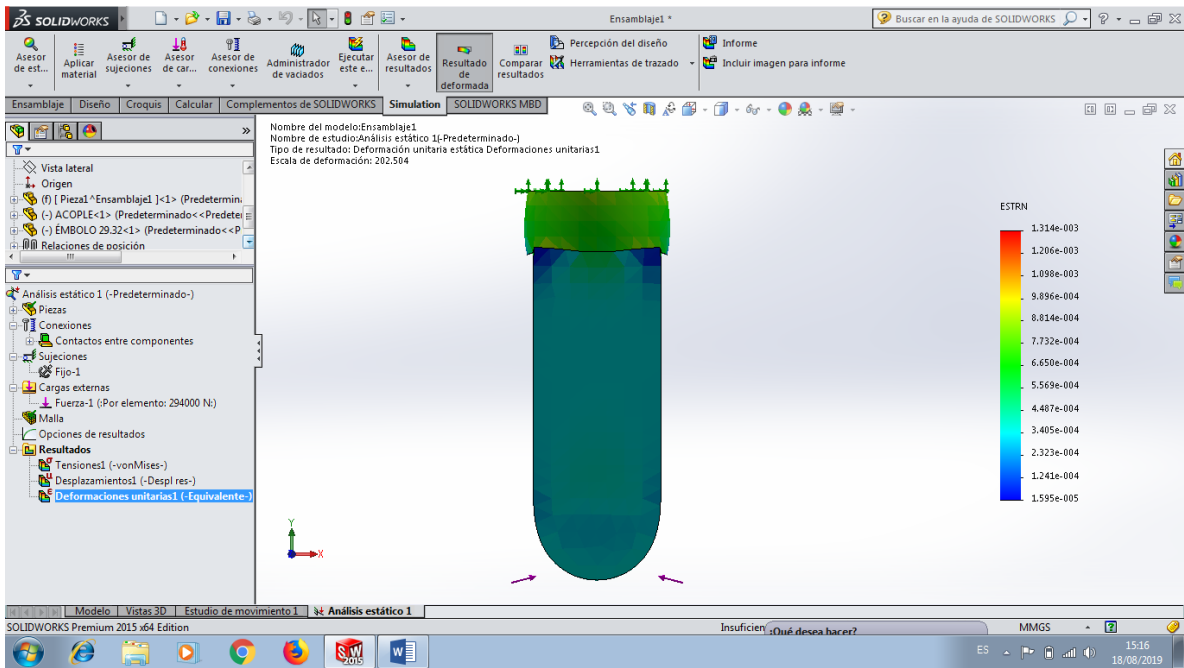
## Anexo C.2: Embolo 3/4



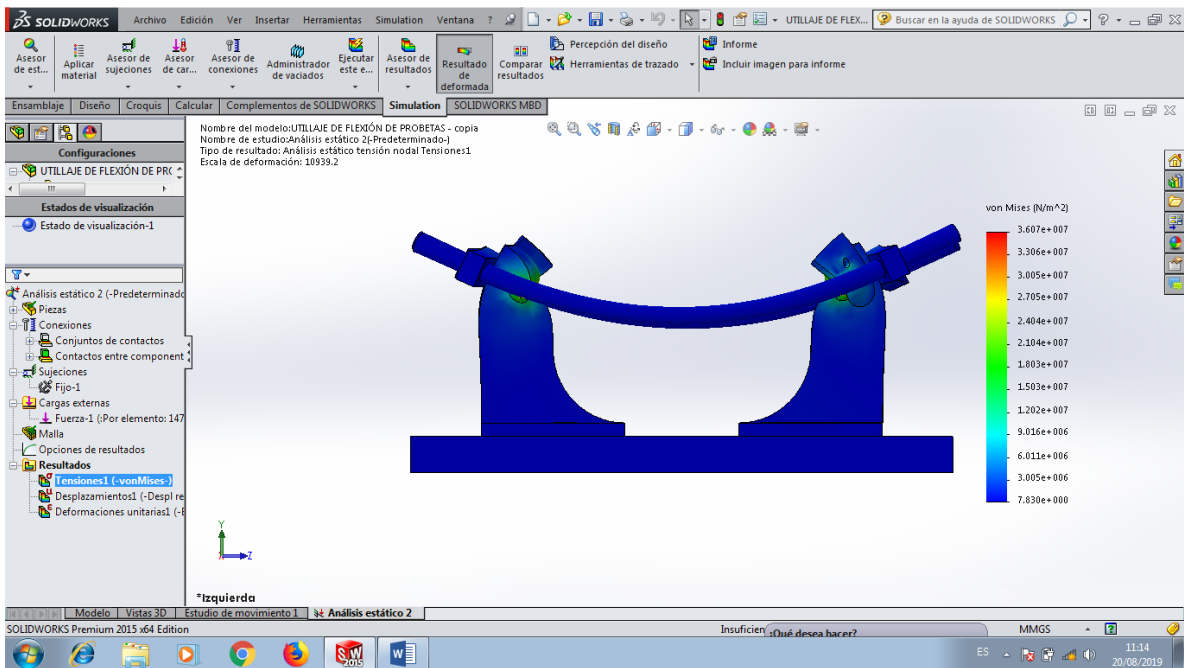


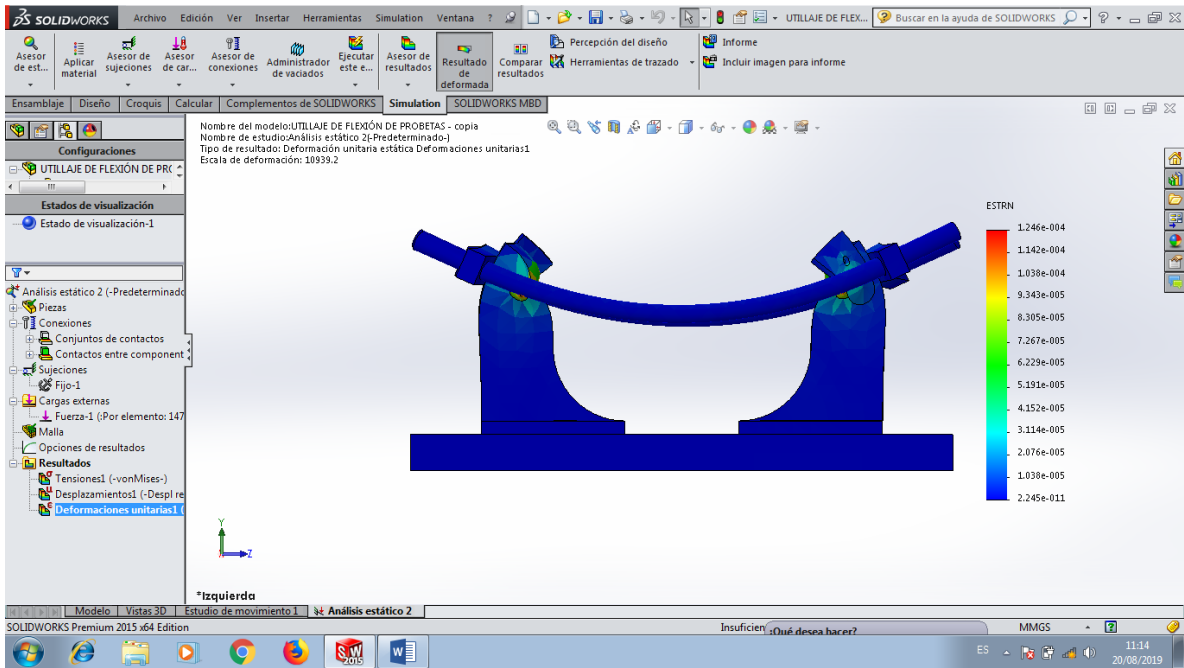
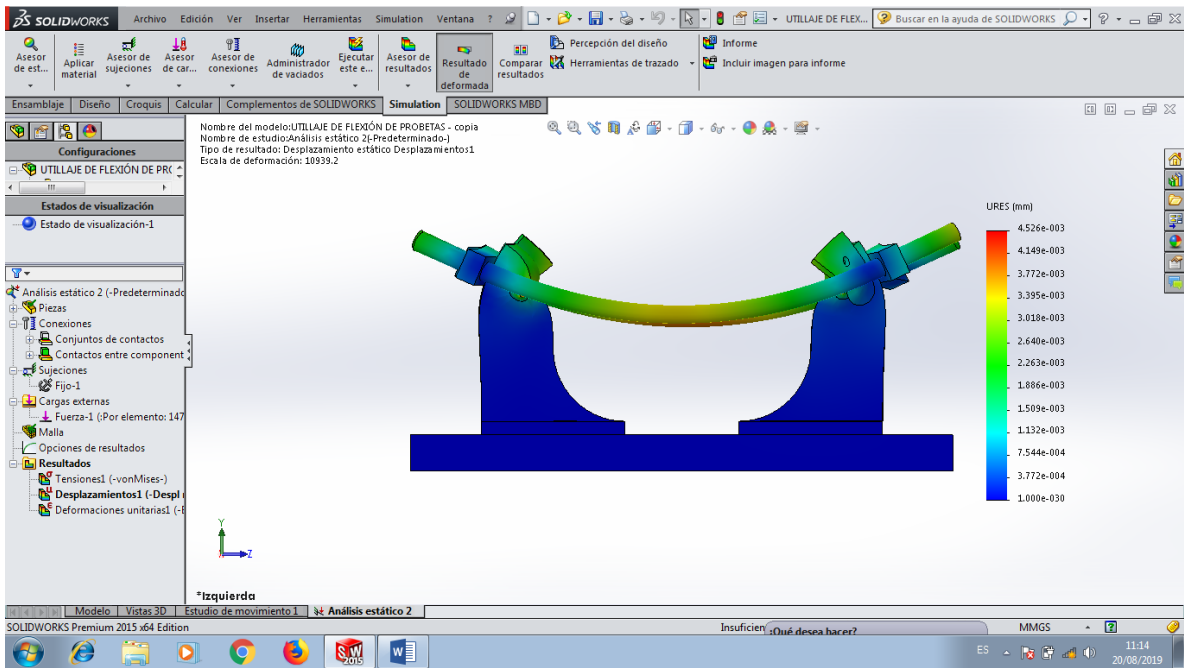
# Anexo C.3: Embolo 29/32





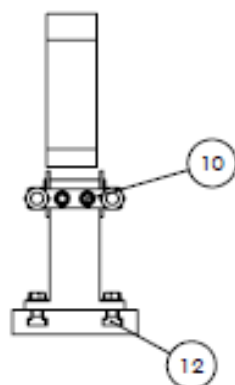
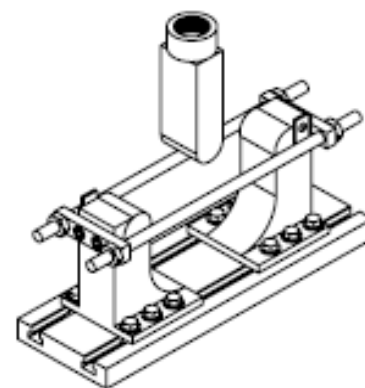
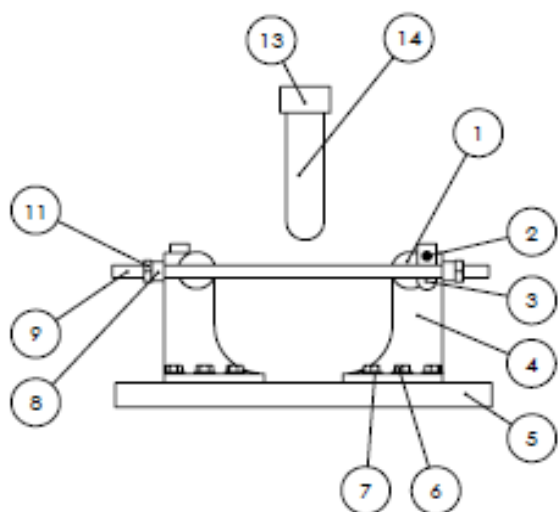
## Anexo C.4: Utillaje





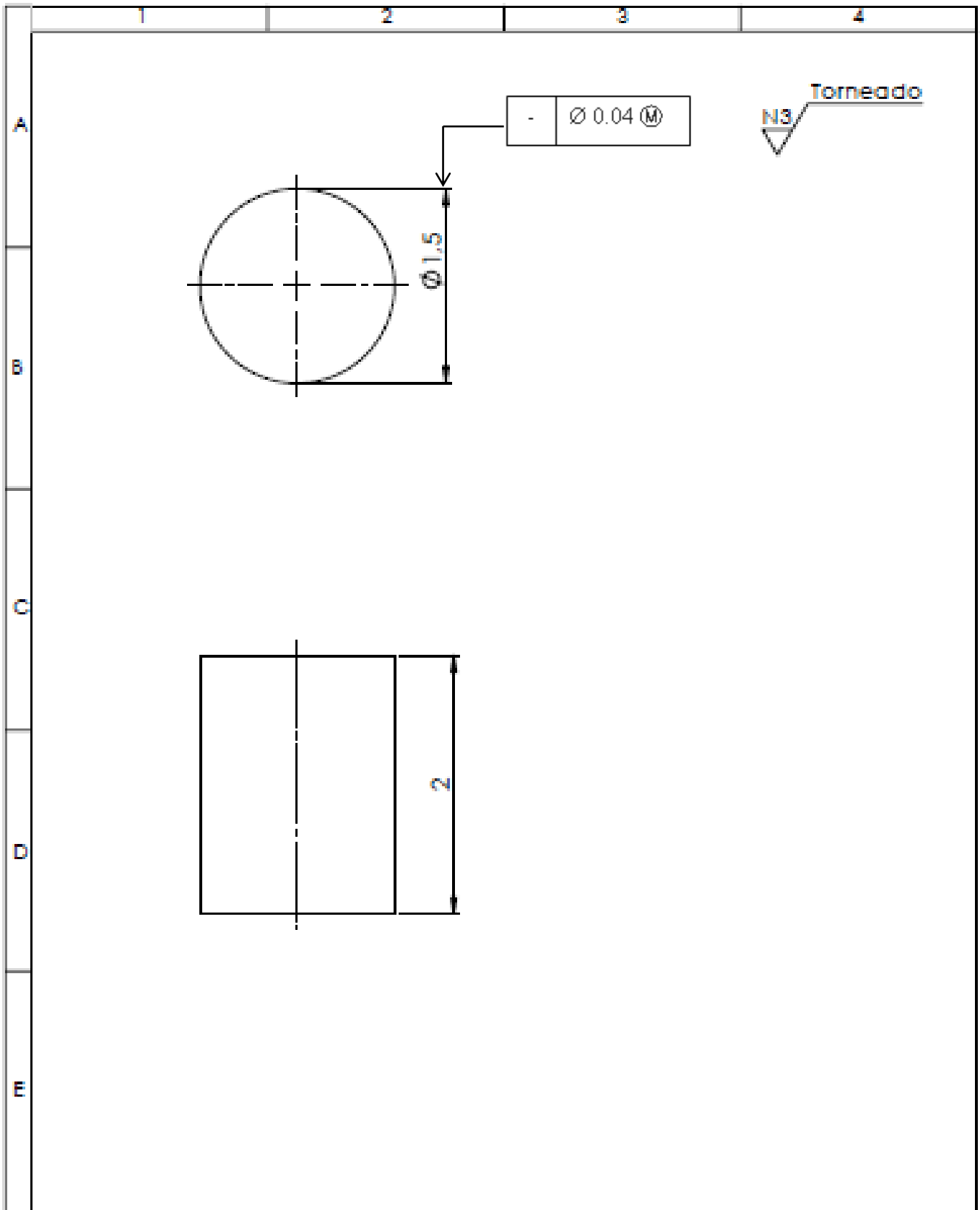


# PLANOS

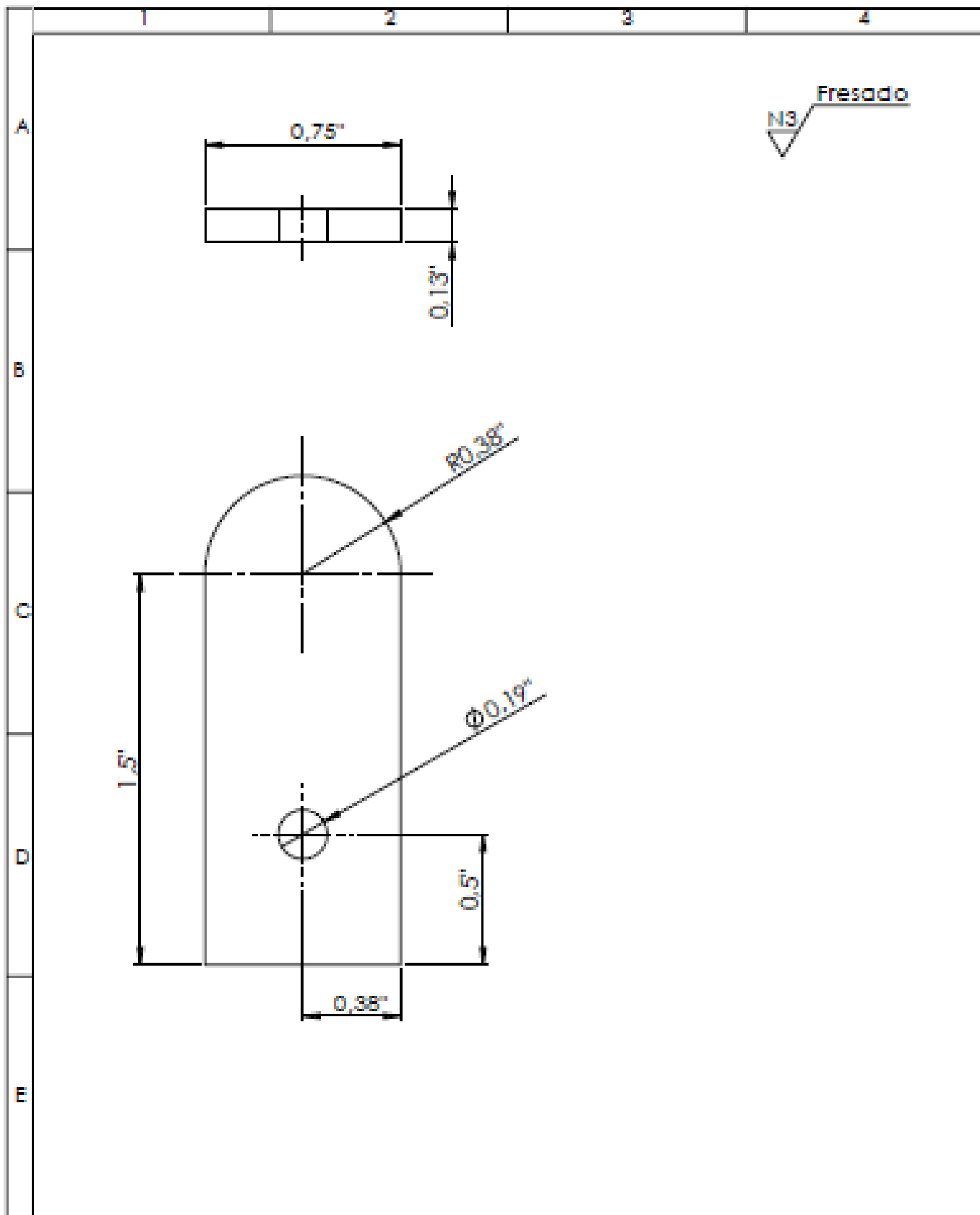


14	EMBOLO 3.4	HOJA 8	ASTM A36 Acero	1		4.16	
13	ACOPLE	HOJA 7	ASTM A36 Acero	1		0.72	
12	TUERCA TIPO T	ASTM A354	Acero aleado	12		0.04	3/8"
11	TUERCA	ASTM A563	Acero aleado	4		0.05	1/2" 13 HILOS
10	PERNO TIPO ALLEN	ASTM A325	Acero aleado	4		0.04	3/8" 16
9	EJE ROSCADO	ASTM A325	Acero aleado	2		0.82	1/2" 13"
8	MANTENEDOR	HOJA 6	ASTM A36 Acero	2		0.30	
7	ARANDELA PLANA	ASTM F436	Acero aleado	12		0.01	3/8"
6	PERNO	ASTM A325	Acero aleado	12		0.05	3/8" 16
5	BASE	HOJA 5	ASTM A36 Acero	1		18.02	
4	APOYO	HOJA 4	ASTM A36 Acero	2		6.61003	
3	PLACA DE SOPORTE	HOJA 3	ASTM A36 Acero	2		21.1977	
2	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL	ASTM A325	Acero aleado	2		0.01	#10*32
1	SOPORTE	HOJA 2	AISI 304	2		463.333	32
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso g/pieza	Observaciones

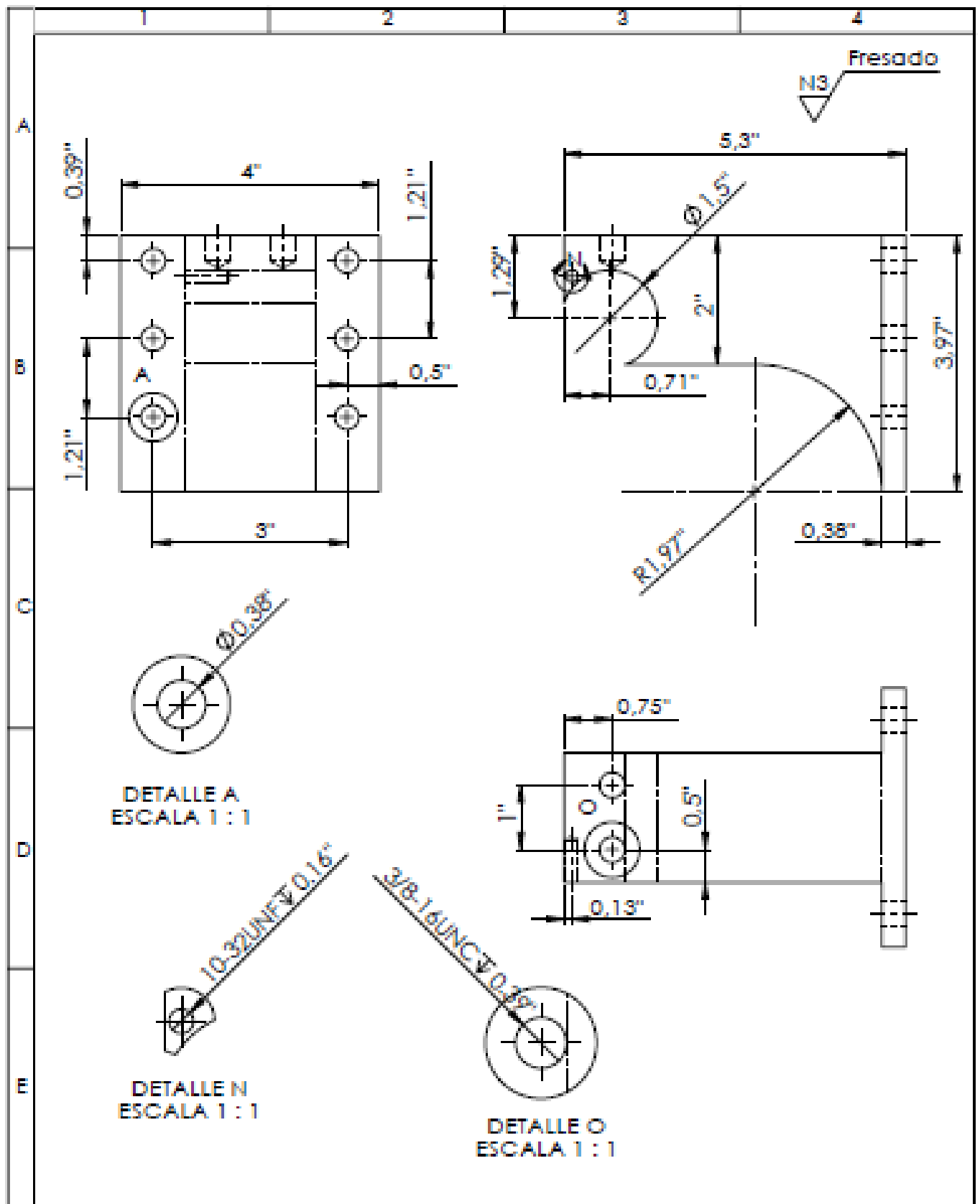
TOLERANCIA:		PESO:		MATERIAL:			
±1/32"		37.18Lb		VARIOS			
FECHA:		NOMBRE:		TÍTULO:			ESCALA:
DIBUJO: 07/11/2018		PATRICIO ABAD		UTILAJE DE FLEXION DE PROBETAS			1:2
REVISO: 18/02/17		NO ANALIZADO					
APROBO: 18/02/17		NO ANALIZADO					
U.T.A.				N° DE LAMINA		REGISTRO:	
INGENIERIA MECANICA				HOJA 1 de 10		SISTEMAS	



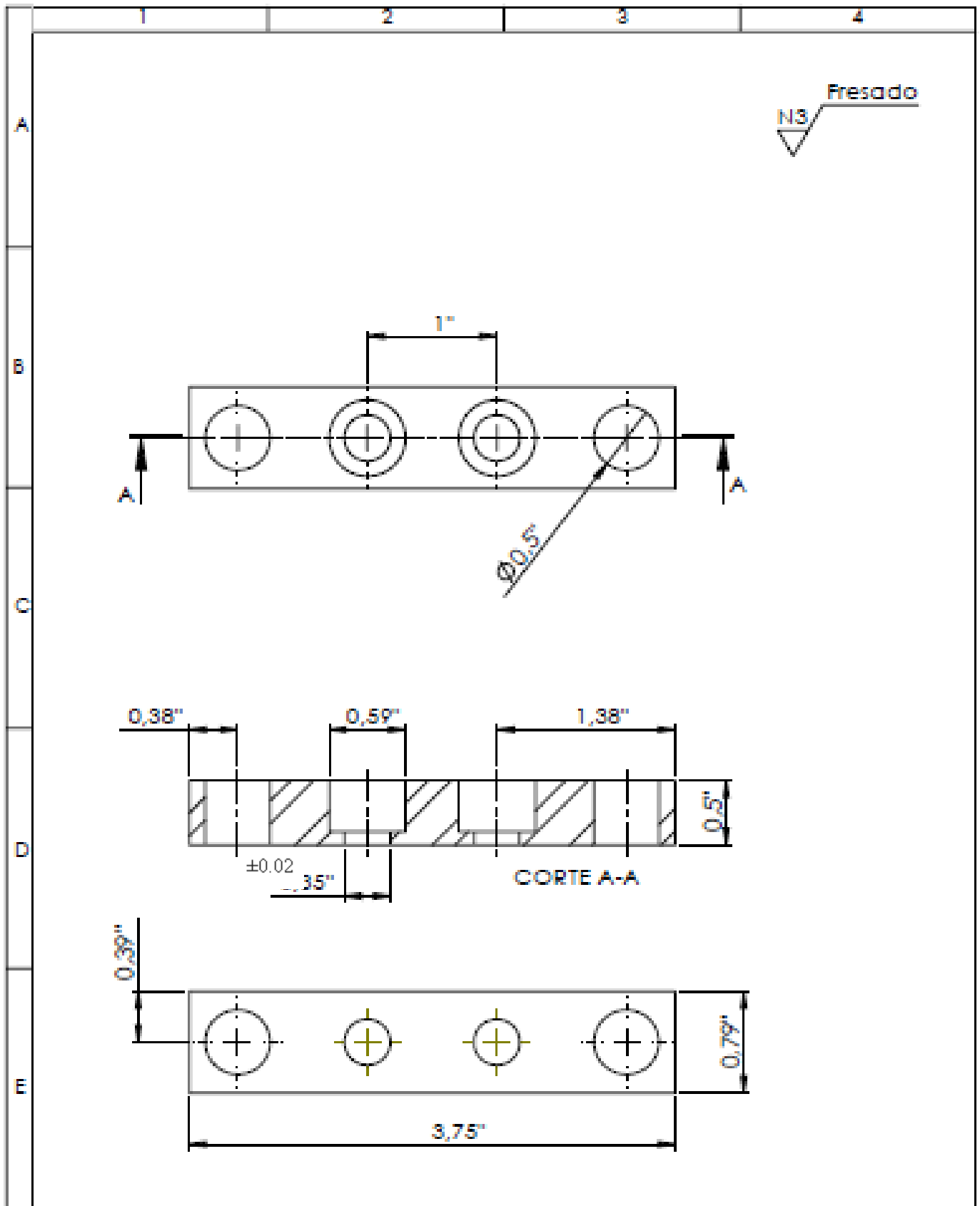
				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				$\pm 1/32"$	1.02 lb	AISI 304	
					FECHA:	NOMBRE:	TITULO:
				DELUJO:	07/11/2018	FERRUCO ABAD	SOPORTE
				REVISO:	14/02/19	NO. C. VASQUEZ	
				APROBADO:	14/02/19	NO. C. VASQUEZ	
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N.º DE LAMINA:	
						HOJA 2 de 10	
FECHA:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			ESCALA: 1:1
							REGISTRO: 



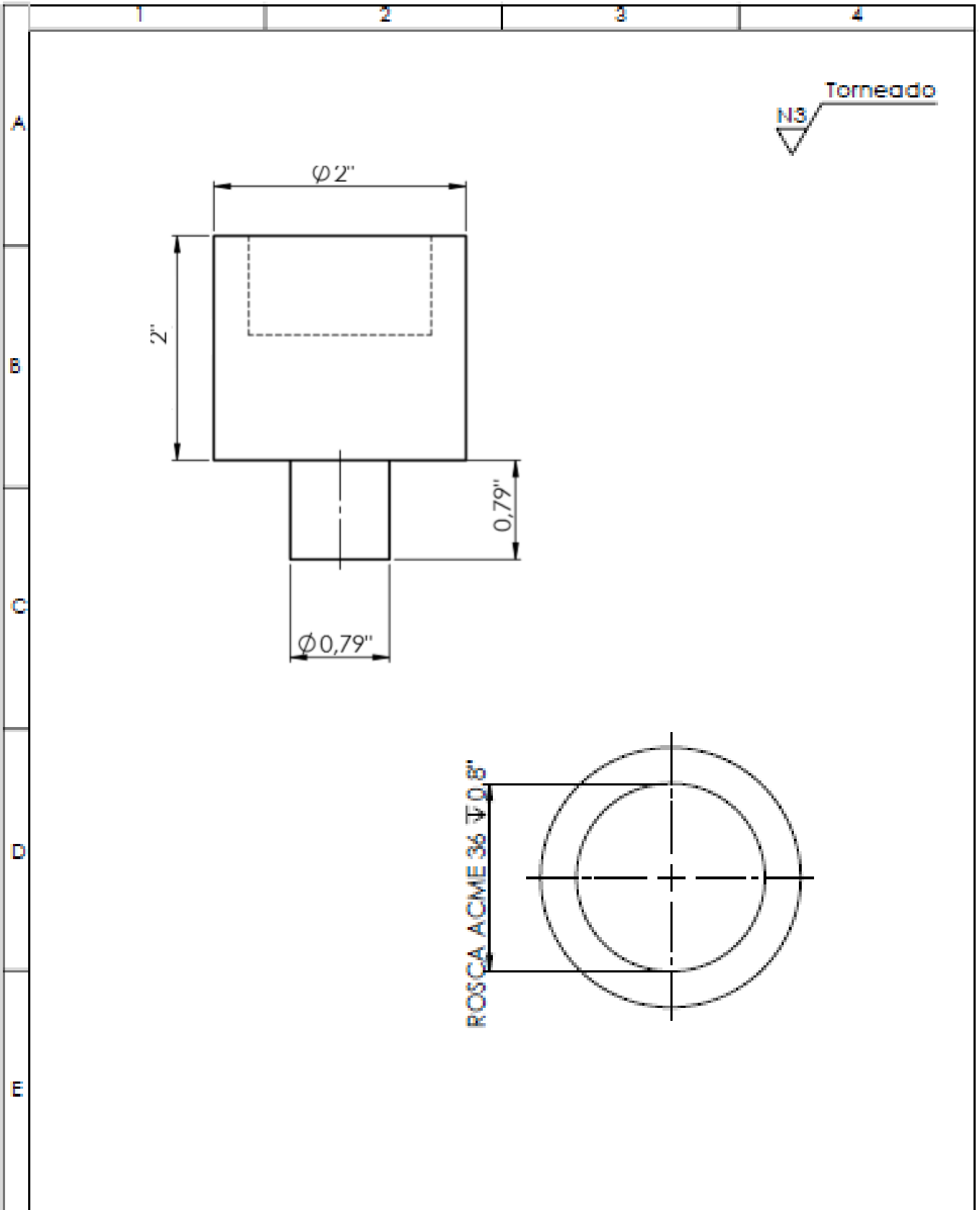
				TOLERANCIA: $\pm 1/32"$	PESO: 0.05 Lb	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				FECHA: DIBUJO: 01/11/2018 REVISO: 10/02/2017 APROBÓ: 10/02/2017	HOMBRE: FRANCISCO ALBA NO. 0.0000000 NO. 0.0000000	TÍTULO: <b>PLACA DE SOPORTE</b>	
				<b>U.T.A.</b> INGENIERIA MECANICA		ESCALA: 2:1	
FECHA: MODIFICACION:	FECHA: MODIFICACION:	FECHA: MODIFICACION:	FECHA: MODIFICACION:			N.º DE LAMINA: HOJA 3 de 10	



				TOLERANCIA: $\pm 1/32"$	PESO: 6.61003 Lb	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				FECHA: DIBUJO: 07/11/2018 REVISO: 13/02/2019 APROBÓ: 13/02/2019	NOMBRE: PATRICIO ABAD ING. CIVIL ING. CIVIL	TÍTULO: APOYO	ESCALA: 1:4
				U.T.A. INGENIERIA MECANICA		N° DE LÁMINA: HOJA 4 DE 10	REGISTRO: 
FECHA:	AUTORIZACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCION:			



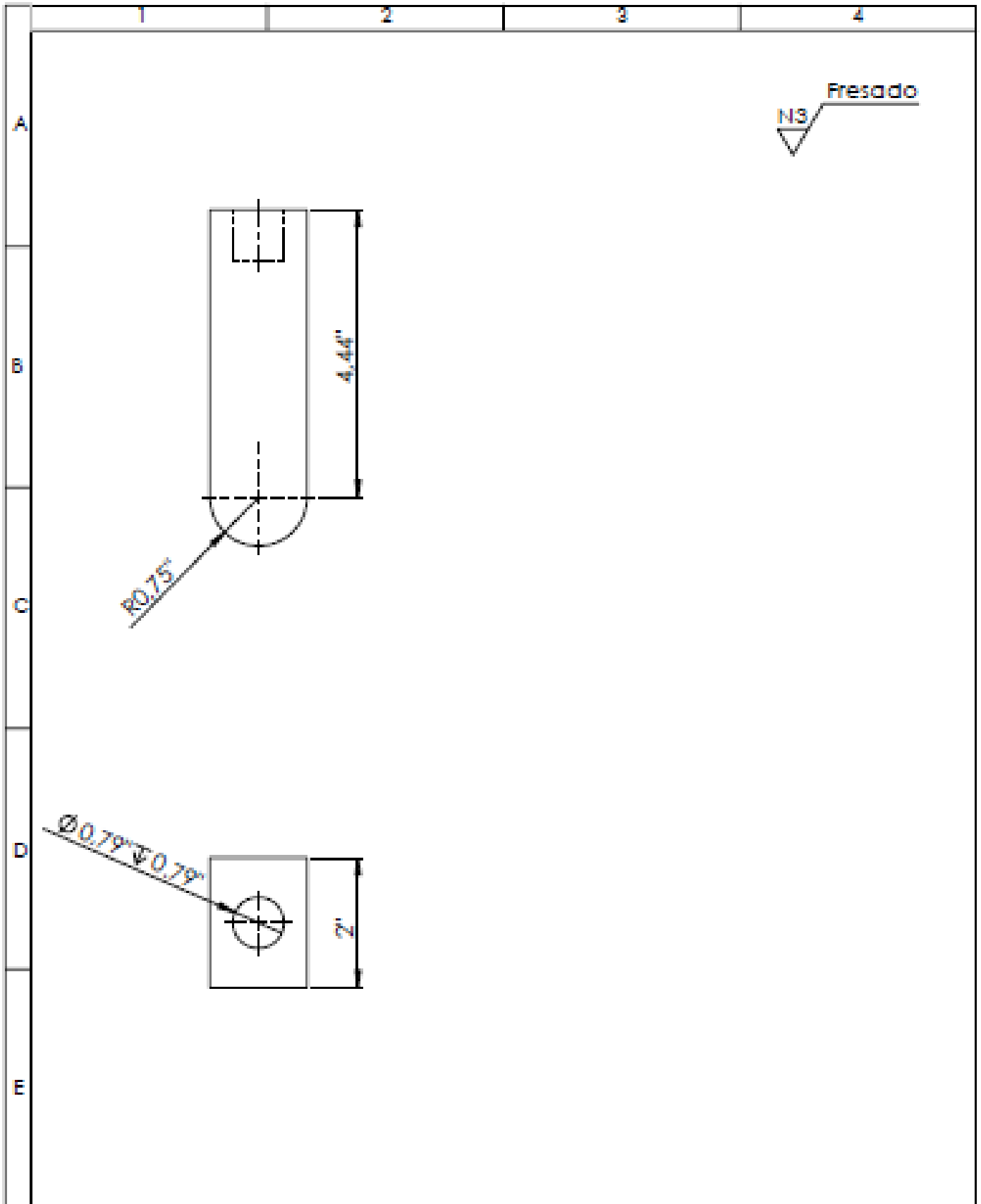
				TOLERANCIA: $\pm 1/32"$	PESO: 0.30 lb	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
				FECHA: 07/11/2018	NOMBRE: FRANCISCO AMAR	TITULO: <b>MANTENEDOR</b>	
				DISEÑO: 07/11/2018	REVISOR: 14/07/2019	ESCALA: 1:1	
				APROBADO: 14/07/2019	NO. O. ASIGNADA: NO. O. ASIGNADA	REGISTRO: 	
				<b>U.T.A.</b>		N.º DE LÁMINA: HOJA 6 DE 10	SUSTITUCIÓN:
FECHA: 	MODIFICACION: 	FECHA: 	NOMBRE: 	INGENIERIA MECANICA			



N3 Torneado

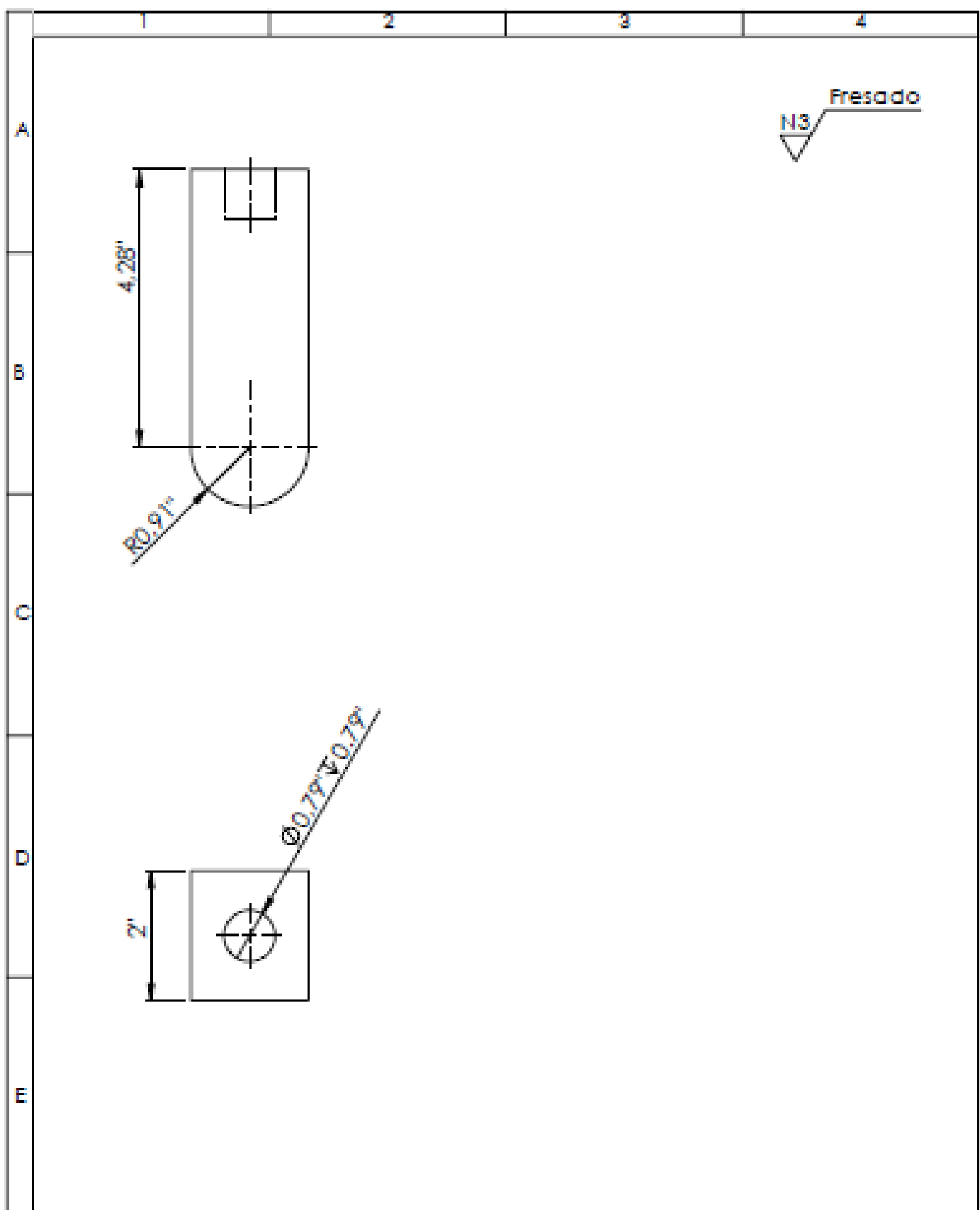
ROSCA ACME 36 Ψ 0.8"

				TOLERANCIA:	PESO:	MATERIAL:	
				±1/32"	0.72 lb	ASTM A36 Acero	
				FECHA:	NOMBRE:	TÍTULO:	ESCALA:
				DIBUJÓ: 07/11/2018	FABRICÓ: JUAN	ACOPLE	1:1
				REVISÓ: 11/07/2017	NO. 0.000.000		
				APROBÓ: 11/07/2017	NO. 0.000.000		
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	REGISTRO:
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 7 DE 10	
FECCIÓN:	MODIFICACION:	FECHA:	NOMBRE:	SUSTITUCIÓN:			

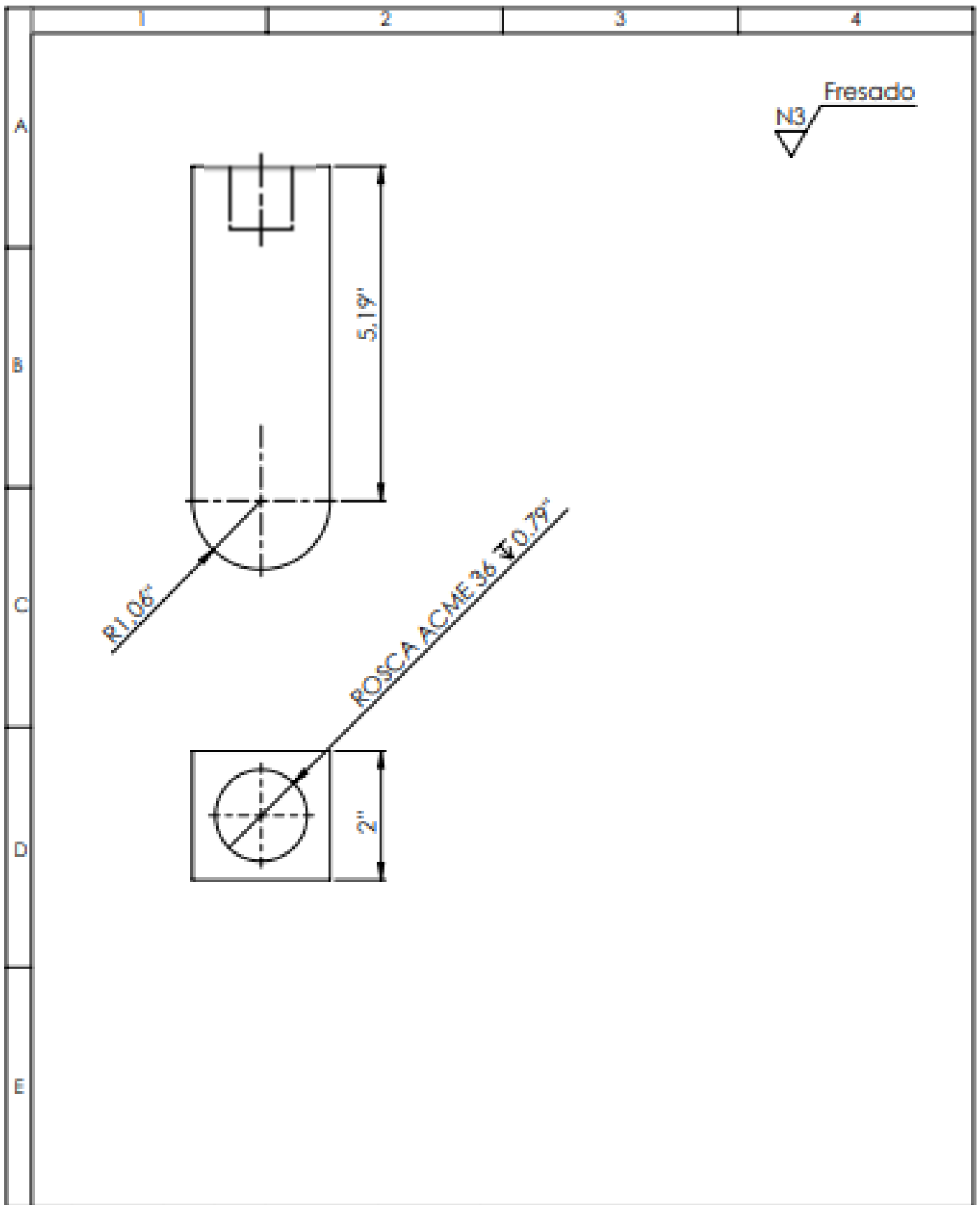


				TOLERANCIA: $\pm 1/32"$	PESO: 4.16 lb	MATERIAL: ASTM A36 Acero		
				DIBUJO: 01/11/2018 REVISO: 15/01/2017 APROBO: 15/01/2017	FECHA: 01/11/2018 15/01/2017 15/01/2017	NOMBRE: FABRICO AMAD ING. C. ANGLADE ING. C. ANGLADE	TITULO: <b>ÉMBOLO 3/4"</b>	ESCALA: 1:2
				<b>U.T.A.</b> INGENIERIA MECANICA		N.º DE LÁMINA: HOJA 8 DE 10	REGISTRO: 	
FECHA: 	MODIFICACION: 	FECHA: 	NOMBRE: 	SUSTITUCION: 				





				TOLERANCIA: $\pm 1/32"$	PESO: 5.02 lb	MATERIAL: ASTM A36 Acero	
						TÍTULO: <b>ÉMBOLO 29/32"</b>	ESCALA: 1:2
				FECHA: 07/11/2018	NOMBRE: FABRICO AMAD		
				REVISÓ: 12/03/2019	NO. O. ASSE. DA: NO. O. ASSE. DA		
				APROBÓ: 12/03/2019	NO. O. ASSE. DA: NO. O. ASSE. DA	N.º DE LÁMINA: HOJA 9 DE 10	REGISTRO: 
U.T.A. INGENIERIA MECANICA						SUSTITUCIÓN:	
COLOCÓ: MODIFICACION: FECHA: NOMBRE:							



				TOLERANCIA:	FECHO:	MATERIAL:	
				±1/32"	3.15 Kg	ASTM A36 Acero	
				FECHA:	HOMBRE:	TÍTULO:	
				DEBILLO:	PARCISO-NEO:	ÉMBOLO 1.06'''	
				REVISO:	NO. 0.00000:	ESCALA:	
				APROBO:	NO. 0.00000:	1:2	
				U.T.A.		N.º DE LÁMINA:	
				INGENIERIA MECANICA		HOJA 10 DE 10	
ESCALA:	MODIFICACION:	FECHA:	HOMBRE:	SUSTITUCION:		REGISTRO:	